

PROCEEDINGS

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้
ครั้งที่ 5 ประจำปี 2563

NSCIC 2020

"วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อสังคม"
6 – 7 กุมภาพันธ์ 2563

โดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครศรีธรรมราช

ขอขอบคุณหน่วยงานผู้ให้การสนับสนุนจัดงานการประชุมวิชาการระดับชาติ

ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ **5**

6-7 กุมภาพันธ์ 2563





บทความฉบับเต็ม : การประชุมวิชาการระดับชาติ ดานวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีเครือขายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต ครั้งที่ 5

ผู้จัดทำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.สุวัจน์ ธัญรส	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
รองศาตราจารย์จารุยา ขอพลอยกลาง	รองอธิการบดีประจำวิทยาเขตนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุทธนา พงษ์พิริยะเดชะ	รองอธิการบดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธรรม ชุมพร้อมญาติ	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณะกรรมการประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	

คณะกรรมการดำเนินงาน

ดร.ชริยา นนทกาญจน์
ผศ.สุภามาส อินทฤทธิ์
ผศ.ดร.นฤมล รัตนไพจิตร
ดร.วันทนา สังข์ชุม
นายประเสริฐ นนทกาญจน์
นางกลอยใจ ครุฑจ้อน
ผศ.ดร.กฤตพร แซ่แง่ สายจันทร์
ดร.สุรเดช มัจฉาเวช
ดร.วรวิทู สุกยัง
ดร.ฐิติกร พรหมบรรจง
นางสาวกัญทร ยินเจริญ
ดร.ธนากรณ์ ดำสุด
ดร.อุไรวรรณ สุกยัง

ฝ่ายดำเนินงาน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
109 หมู่ที่ 2 ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110
โทรศัพท์ติดต่อ (075) 773336-7 และ (075) 773337 ต่อ 104
อีเมล์: thanakorn.d@rmutsv.ac.th
Facebook: ScitechRMUTSV

สารจากคณบดี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ร่วมกับกลุ่มเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต และวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครศรีธรรมราช ได้จัดการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5 ประจำปี 2563 “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อสังคม” The 5th Nation Science and Technology Conference (NSCIC 2020) ระหว่างวันที่ 6-7 กุมภาพันธ์ 2563 ณ อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

การดำเนินงานในครั้งนี้ เครือข่ายได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนางานวิจัยเนื่องจากเป็นพันธกิจหลักสำคัญของสถาบันอุดมศึกษา ที่ต้องเป็นผู้สร้างผลงานวิจัยเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ ดังนั้นจึงมีการส่งเสริมให้มีการพัฒนางานวิจัย งานสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางเทคโนโลยี เห็นได้จากผลงานวิจัย งานสร้างสรรค์ และนวัตกรรม ของนักศึกษา คณาจารย์ และนักวิจัย ในระดับอุดมศึกษาที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวจำเป็นที่ต้องได้รับการเผยแพร่เพื่อนำไปสู่การต่อยอดการพัฒนาในอนาคตและการนำไปบูรณาการกลับสู่ชุมชนและสังคมซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ในการพิจารณาบทความ การวิพากษ์บทความวิจัย ผู้เข้าร่วมประชุม ผู้มีส่วนร่วมในการประชุมทุกท่าน โดยเฉพาะคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมวิชาการที่ได้ร่วมผนึกกำลังในการจัดงานอย่างเต็มความสามารถ และขอขอบคุณผู้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการครั้งนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธรรม ชุมพร้อมญาติ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

คำนำ

การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5 เกิดจากความร่วมมือของกลุ่มเครือข่ายฯ ประกอบไปด้วย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภเก็ต วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครศรีธรรมราช และ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่ตระหนักถึงความสำคัญของการสร้างผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่สามารถถ่ายทอดและนำไปใช้งานจริงสู่สังคม

เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ในการนี้ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ได้รับมอบหมายจากสถาบันอุดมศึกษาเครือข่ายให้เป็นผู้ดำเนินการจัดการประชุมวิชาการฯ โดยได้รับความร่วมมือจากนักวิจัย คณาจารย์ นิสิต/นักศึกษา จากมหาวิทยาลัยทั้งภายในและนอกเครือข่ายนำผลงานวิจัยเข้าร่วมนำเสนอ ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช โดยมีการแลกเปลี่ยนผลงาน ประสบการณ์ในการทำวิจัย ร่วมกันเรียนรู้เพื่อพัฒนางานวิจัยในสาขาต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของสังคมและท้องถิ่นต่อไป

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการฉบับนี้ประกอบด้วย บทความฉบับเต็มจากผลงานวิจัยในสาขาวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาชีวภาพ เกษตรศาสตร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นวัตกรรมและงานสร้างสรรค์ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยจัดเรียงตามลำดับในกำหนดการนำเสนอในวันที่ 6 – 7 กุมภาพันธ์ 2563 แบ่งเป็นการนำเสนอในรูปแบบบรรยายและโปสเตอร์ตามลำดับ

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความร่วมมือจากหลายฝ่าย ขอขอบคุณนักวิจัย คณะทำงาน ตลอดจนผู้บริหารมหาวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารฉบับนี้คงอำนวยประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจตามสมควร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5 ประจำปี 2563

"วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อสังคม"

The 5th National Science and Technology Conference (NSCIC 2020)

ระหว่างวันที่ 6 – 7 กุมภาพันธ์ 2563

ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

หลักการและเหตุผล

กลุ่มเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครศรีธรรมราช และ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยเป็นเครือข่ายความร่วมมือเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอน การวิจัย การพัฒนานักศึกษาและการบริหารจัดการองค์กร โดยที่ผ่านมาเครือข่ายได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนางานวิจัยเนื่องจากเป็นพันธกิจหลักสำคัญของสถาบันอุดมศึกษาที่ต้องเป็นผู้สร้างผลงานวิจัยเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ ดังนั้นจึงมีการส่งเสริมให้มีการพัฒนางานวิจัย งานสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางเทคโนโลยี เห็นได้จากผลงานวิจัย งานสร้างสรรค์ และนวัตกรรม ของนักศึกษา คณาจารย์ และนักวิจัย ในระดับอุดมศึกษาที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งภายในเครือข่ายคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมหาวิทยาลัยภายนอก ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวจำเป็นที่ต้องได้รับการเผยแพร่เพื่อนำไปสู่การต่อยอดการพัฒนาในอนาคตและการนำไปบูรณาการกลับสู่ชุมชนและสังคมซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ.รวมถึงสนับสนุนนโยบายของภาครัฐที่ผลักดันการวิจัยที่สามารถถ่ายทอดและนำไปใช้งานจริง

เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของนักศึกษา อาจารย์และนักวิจัยทั้งในและนอกเครือข่าย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยได้รับมอบหมายจากที่ประชุมเครือข่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ เมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2562 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตให้เป็นผู้ดำเนินการในการจัดประชุมวิชาการฯ ของสถาบันอุดมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักวิจัย คณาจารย์ นิสิต/นักศึกษา จากสถาบันอุดมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาต่างๆ นำผลงานวิจัยเข้าร่วมนำเสนอเพื่อการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านงานวิจัย ร่วมกันเรียนรู้เพื่อพัฒนางานวิจัยในสาขาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ด้วยเวทีวิชาการในระดับชาติครั้งนี้ ให้การวิจัยทั้งหมดเป็นคำตอบของโจทย์วิจัยหลักของชาติ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของสังคมและท้องถิ่นอย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นเวทีทางวิชาการให้นักวิจัย นิสิต นักศึกษา ได้มีโอกาสเผยแพร่และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานวิจัย
2. เพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างนักวิจัยและหน่วยงาน รวมทั้งเครือข่ายการวิจัยระดับอุดมศึกษา และเป็นการพัฒนาศักยภาพการวิจัยของเครือข่ายอุดมศึกษาภาคใต้ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อนำเสนองานวิจัยทางการศึกษาและผลงานสร้างสรรค์ นวัตกรรม ซึ่งมีคุณค่าทางวิชาการเพื่อนำไปบูรณาการสู่ท้องถิ่นและสังคม

เป้าหมาย

1. นำเสนอผลงานวิจัยที่มีคุณค่าทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาขาที่เกี่ยวข้อง ในรูปแบบการบรรยาย และโปสเตอร์ จำนวน 100 เรื่อง
2. อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นิสิต/นักศึกษาและผู้สนใจเข้าร่วมประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จำนวน 200 คน ทั้งภายในเครือข่ายอุดมศึกษาภาคใต้ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาภายนอก

ผู้รับผิดชอบโครงการ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วันเวลาและสถานที่จัดประชุม

วันที่ 6 – 7 กุมภาพันธ์ 2563 ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

รูปแบบการจัดประชุมวิชาการ

1. การบรรยายพิเศษทางวิชาการ (Keynote speaker) : 2 keynote
2. การนำเสนอผลงานในรูปแบบการบรรยาย (Oral presentation)
3. การนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ (Poster presentation)
4. การจัดนิทรรศการแสดงผลงานวิจัย (Research exhibitions

สาขาการนำเสนอผลงานวิชาการ 6 session

1. วิทยาศาสตร์ / วิทยาศาสตร์ประยุกต์ / วิทยาศาสตร์สุขภาพ
2. วิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
3. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ / เกษตรศาสตร์
4. การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. นวัตกรรมและงานสร้างสรรค์
6. อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

กำหนดการรับบทความวิจัย

กำหนดการ	วันที่
เปิดรับบทความวิจัย	1 พฤศจิกายน 2562 – 10 มกราคม 2563
ประกาศผลการพิจารณาบทความโดยผู้ทรงคุณวุฒิ	20 มกราคม 2563
นักวิจัยปรับปรุงและส่งบทความฉบับสมบูรณ์เพื่อตีพิมพ์	2 - 31 มกราคม 2563
ลงทะเบียนและชำระเงินสำหรับเข้าร่วมงานประชุมวิชาการ	2 – 31 มกราคม 2563
วันประชุมวิชาการและนำเสนอผลงาน	6 – 7 กุมภาพันธ์ 2563

การส่งบทความ

บทความวิจัยที่นำเสนอต้องเป็นผลงานที่ไม่เคยเผยแพร่มาก่อน และเป็นบทความที่สมบูรณ์แล้ว ความยาวประมาณ 6 – 8 หน้า ขนาดกระดาษ A4 จัดทำตามรูปแบบการเขียนบทความวิจัยที่คณะกรรมการกำหนดไว้ โดยลงทะเบียนและส่งบทความฉบับเต็มเป็นไฟล์รูปแบบ .doc หรือ .docx สามารถลงทะเบียนและส่งบทความได้ทาง http://scitech.rmutsv.ac.th/nscic2020/ (ดูรายละเอียดจากเว็บไซต์)

หมายเหตุ : ผลงานวิจัยฉบับเต็ม(Full Paper) ที่ผู้นำเสนอผลงานได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอของผู้ทรงคุณวุฒิ(Paper review) จะได้รับการตีพิมพ์เป็น Proceedings ของการประชุมและส่งให้เจ้าของผลงานวิจัยในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ หรือสามารถดาวน์โหลดได้ผ่านเว็บไซต์ http://scitech.rmutsv.ac.th/nscic2020/

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครือข่าย ฯ มีเวทีในการประชุมทางวิชาการสำหรับเผยแพร่งานวิจัยทั้งสำหรับอาจารย์ นักศึกษาและนักวิจัยอย่างต่อเนื่อง
2. นักศึกษา อาจารย์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทความวิจัยตีพิมพ์และเผยแพร่ในระดับชาติ
3. ผู้เข้าร่วมโครงการได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิจัยจากภายนอกมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ สุวรรณโณ	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา พัชรสิทธิ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
ดร.สมใจ จันทร์อุดม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์. ดร.นิรันดร มาแทน	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ดร.กรวิทย์ พฤษชัยนิมมิต	วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ ม.สงขลานครินทร์
ดร.สุพัฒธณา สุขรัตน์	คณะพาณิชยศาสตร์และการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.จิรวัฒน์ แท่นทอง	วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.จุไรรัตน์ พุทธรักษ์	คณะพาณิชยศาสตร์และการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.วาริน อินทนา	สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา เลิศไกร	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ ใจมั่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สถาพร จันทวี	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วราศรี แสงกระจ่าง	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
รองศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ บุญคล่อง	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัษฎาวุธ หิรัญรัตน์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.กนกทิพย์ บุญเกิด	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิลาวัลย์ คณิตชัยเดชา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล	คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทยา ใจคำ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พริมา พิริยางกูร	คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ ลิ้มสุวรรณ	คณะการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร บุญทรง	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจ ทองนวลจันทร์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรัญญา สุราวุธ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร ชูศรี	คณะการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.บุษกร คงเอียด	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ดร.วิกานดา สุภาสนันท์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ดร.ประภาพร จันทร์เอียด	สำนักวิชาแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ดร.เทพรัตน์ ลีลาสัตตรัตน์กุล	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ดร.ศิริขวัญ มณี	คณะการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.ธัญญลักษณ์ ศิริยงค์	คณะการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.สุดารัตน์ นิจสุนกิจ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระยุทธ พิมพาภรณ์	คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมิตรา นวลมีศรี	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ว่าที่ร้อยตรี ดร.กิตติศักดิ์ อ่อนเอื้อน	คณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.ณัฐธิดา สุวรรณโณ	คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.วิรัตน์ รัตนพิทักษ์	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร.ธราวิเชษฐ์ ธิติจรูญโรจน์	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร.อังศุมาลี สุทธภักติ	คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร.วาริน อินทนา	สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมรักษ์ รอดเจริญ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพฎา คีรีรัฐนิคม	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ศุภพันธ์	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.ปัญญวัฒน์ ปินตาทอง	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี รามสูตร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
รองศาสตราจารย์ ดร.โองการ วณิชชาชีวะ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร.นุชจรินทร์ เพชรเกลี้ยง	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตร ฤทธิรัตน์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นายมนตรี สุมณฑา	นักวิชาการประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล
ดร.อาภรณ์ บัวหลวง	วิทยาลัยแพทยศาสตร์นานาชาติจุฬาภรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร สุทิน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ดร.บงกช บุญบูรพงศ์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.สุดารัตน์ นิจสุนกิจ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.กัลยา บุญหล้า	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิลรัตน์ นวกิจไพฑูรย์	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ เสรีตระกูล	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
ดร.ลัญจกร นิลกาญจน์	คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.นูริน ดือเร๊ะ	ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร.อารีนา ฮะซานี	ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.นารีมัส เจะและ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิจัยจากภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ดร.อภิชัย จันทร์อุดม	คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.กัลยาณี ทองเลี่ยมนาค	คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสน่ห์ รักเกื้อ	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ชัย ชูพูล	คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ละอองวรรณ ศรีจันทร์	คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ แก้วไทย อันเดร	คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินาถ ศรีอ่อนนวล	คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาษิต ชูกลิ่น	คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ ชัยเพชร	คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.ธณิกานต์ ธรสินธุ์	คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.วิชชุลฎา ถาวโรจน์	คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นายเดชศักดิ์ วิจิตต์พันธ์	คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.ธเนศ สินธุ์ประจิม	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑาทิพย์ อาจชมภู	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชฎาพรเกลี้ยงจันทร์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตติยา สารดิษฐ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งโรจน์ เอียดเกิด	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพดี ธรรมเพชร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวรรณ ผลใหม่	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตยา หนูสาย	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากรณ์ ดำสุด	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร เพ็ญศรี เพ็ญประไพ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อวยพร วงศ์กูล	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตพร แซ่แง่ สายจันทร์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชฎา หนูสาย	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล รัตนไพจิตร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วลัยรัชช์ นุ่นสงค์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระเกียรติ ทรัพย์มี	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา ใสเกื้อ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงษ์พันธ์ ราชภักดี	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพลิน บุญลิปตานนท์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพลิน บุญลิปตานนท์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตติยา สารดิษฐ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งโรจน์ เอียดเกิด	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิกรม ฉันทรางกูล	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริลักษณ์ อินทสโร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สำคัญ รัตนบุรี	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธรรม ชุมพร้อมญาติ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพดี ธรรมเพชร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภามาส อินทฤทธิ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริรัตน์ เลาหประภานนท์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.จิณณ์ดี ทัฟฟรีย์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.ฐิติกร พรหมบรรจง	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.บุญเรือน สรรเพชร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.พรอุมา ไกรนรา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.เพียงออ ยีสา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.วันทนา สังข์ชุม	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.อภิรดี โพธิพงศา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.อุไรวรรณ เพ็ชรกูล	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.เอกวิทย์ เพียรอนุรักษ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.กรสิริณัฐ โรจนวรรณ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.ชริยา นนทกาญจน์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.เพียงออ ยีสา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.สุวัฒน์ รัตนพันธ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.วรวิทู มีสุข	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.อภิรดี โพธิพงศา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นางกลอยใจ ครุฑจ้อน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นางกัลยกร เสริมสุข	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

นางจรินทร์ พูดงาม	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นางสาวกนกวรรณ ขวัญยืน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นางสาวกลิ่นสุคนท์ นิ่มกาญจนา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นางสาวนิธิพร วรรณโสภณ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นางสาวลดาวัลย์ จันทวงค์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นางสาวสุขกมล รัตนสุภา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นายกมลวรรณ บุญเจริญ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นายเดี่ยว สายจันทร์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นายประเสริฐ นนทกาญจน์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นายสฤษดิ์ ปานจันทร์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นายสิงหา จุงศิริ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นายสุรสิทธิ์ ศักดา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นางจรินทร์ พูดงาม	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นายวสันต์ หะยียะห์ยา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นายสิงหา จุงศิริ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
นางสาวสินีนาฏ ขวดแก้ว	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

กำหนดการ

การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5 (NSCIC2020)
“วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อสังคม”
6-7 กุมภาพันธ์ 2563
ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563

08.00-09.00 น.	ลงทะเบียน
09.00-09.30 น.	พิธีเปิด กล่าวรายงานโดย ผศ.สุธรรม ชุมพร้อมญาติ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กล่าวเปิดประชุมโดย ศ.ดร.สุวัจน์ ธัญรส อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
09.30-10.45 น.	การบรรยายพิเศษทางวิชาการเรื่อง “วิจัยอย่างไรให้ประสบความสำเร็จ” โดย Keynote Speaker ผศ.ดร.วรากร ลิ่มบุตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
10.45-12.00 น.	การบรรยายพิเศษทางวิชาการเรื่อง "แพลตฟอร์ม AI for Thai และตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานในประเทศไทย” (AI for Thai: Artificial Intelligence Platform with Thai Use Cases) โดย Keynote Speaker ดร.ชูชาติ หฤไชยะศักดิ์ นักวิจัยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00-17.00 น.	นำเสนอผลงานวิจัย ภาคบรรยาย (Oral Presentation) นำเสนอผลงานวิจัย ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563

08.00-08.40 น.	ลงทะเบียน
08.40-12.00 น.	นำเสนอผลงานวิจัย ภาคบรรยาย (Oral Presentation) นำเสนอผลงานวิจัย ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00-15.00 น.	นำเสนอผลงานวิจัย ภาคบรรยาย (Oral Presentation) นำเสนอผลงานวิจัย ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)
15.00-16.00 น.	พิธีปิดและมอบรางวัลผู้นำเสนองานวิจัยประเภทบรรยายและโปสเตอร์
16.00 เป็นต้นไป	เดินทางไปศึกษาศิลปและวัฒนธรรม (กิจกรรมทัวร์วัดธาตุน้อยและคีรีวง)

หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

กำหนดการนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย (oral Presentation)

การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5 (NSCIC2020)

“วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อสังคม”

6-7 กุมภาพันธ์ 2563

ณ อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 13.00-16.30 น.)

13.00-15.00 น. นำเสนอ

15.00-15.15 น. พัก รับประทานอาหารว่าง

15.15-16.30 น. นำเสนอ

วันศุกร์ ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 08.40-12.00 น.)

8.40-10.15 น. นำเสนอ

10.15-10.30น. พัก รับประทานอาหารว่าง

10.30-12.00 น. นำเสนอ

รายละเอียดกลุ่มและห้องนำเสนอภาคบรรยาย

กลุ่ม	ห้อง
S1: ด้านวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ประยุกต์/วิทยาศาสตร์สุขภาพ	921 และ 923
S2: ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ	CS2 และ CS3
S3: ด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ/เกษตรศาสตร์	962
S5: ด้านนวัตกรรมและงานสร้างสรรค์	
S4: ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	922

หมายเหตุ:

- บันทึกและตรวจสอบไฟล์สำหรับนำเสนอบทความ หรือไฟล์ PowerPoint ในวันที่นำเสนอ โดยท่านสามารถนำไฟล์มาลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ตั้งแต่เวลา 12.00 น.-12.50 น. ในวันที่ 6 ก.พ. และ ตั้งแต่เวลา 8.00 น.-8.30 น. ในวันที่ 7 ก.พ. 2563
- ระยะเวลาในการนำเสนอบทความวิจัยแต่ละเรื่องไม่เกิน 15 นาที โดยกำหนดเวลาในการนำเสนอ 10 นาที และการตอบข้อซักถามและคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไม่เกิน 5 นาที
- พิธีรับเกียรติบัตรดำเนินการช่วงท้ายการนำเสนอของแต่ละห้อง

ลำดับการนำเสนอภาคบรรยาย
วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563
(เวลา 13.00-16.30 น.)

กลุ่ม S1: ด้านวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ประยุกต์/วิทยาศาสตร์สุขภาพ
ห้อง 921 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 13.00-16.30 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ สุวรรณโณ/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษฎา พัชรสิทธิ์/
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุฑาทิพย์ อาจชมภู

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	13.00-13.15 น.	O10024	การเตรียมความพร้อมสู่สังคมผู้สูงอายุด้านความสอดคล้องของสภาพที่อยู่อาศัยผู้สูงอายุกับการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ดัชนีบาร์เทล	ศุภมาตร อิสสระพันธุ์
2	13.15-13.30 น.	O10007	การศึกษาการเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่	กมลชนก ขวัญแก้ว
3	13.30-13.45 น.	O10021	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตูจากข้าวพันธุ์พื้นเมืองจังหวัดนครศรีธรรมราช	พรนพิศ พันธ์ด้อหล้า
4	13.45-14.00 น.	O10004	การศึกษาการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมวัวต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพด	สุทธิดา พูนเพ็ชร
5	14.00-14.15 น.	O10045	การตรวจสอบปริมาณเหล็กในน้ำประปาและน้ำดิบ ด้วย Spectrophotometer, Colorimeter และ ชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน	โซเฟีย มามะ
6	14.15-14.30 น.	O10018	การประยุกต์ใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบรสเครื่องแกงมัสมั่น	วนิดา คำหอม
7	14.30-14.45 น.	O10052	รังสีแกมมา คงรูป โฟมยาง	นายอนิรุทธิ์ ส่งศรี
8	14.45-15.00 น.	O10037	ศึกษาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์	มักกียะห์ โชติวานิชยกุล
9	15.15-15.30 น.	O10044	การศึกษาเรณูวิทยาของพืชและเรณูในโพรงจมูกเพื่อสนับสนุนหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษาในพื้นที่เกิดเหตุจริงบริเวณ ตำบลตาแกะ อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี	นูรุลฮาซานะห์ กาเซง

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
10	15.30-15.45 น.	O10032	ความรอบรู้ด้านสุขภาพและประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	ตฤษนันท์ ถูกจิตร
11	15.45-16.00 น.	O10029	สมบัติทางกายภาพของดินจอมปลวกในสวนยางพาราของพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดตรัง	ศราวุฒิ ชูโลก
12	16.00-16.15 น.	O10040	ประสิทธิภาพเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตเทศบาลตำบลยุโปและตำบลตาเซะ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา	วารินทร์ ศรีพงษ์พันธุ์กุล

กลุ่ม S1: ด้านวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ประยุกต์/วิทยาศาสตร์สุขภาพ
ห้อง 923 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 13.00-16.30 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: รองศาสตราจารย์.ดร.นิรันดร มาแทน/ ดร.สมใจ จันทร์อุดม/ ดร. วันทนา สังข์ชุม

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	13.00-13.15 น.	O10035	การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวM29	มักกียะห์ โชติวานิชยกุล
2	13.15-13.30 น.	O10043	การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มจากตู้หยอดเหรียญบริเวณรอบมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี	สุรัตยา ศรีแก้วณวรรณ
3	13.30-13.45 น.	O10001	การปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินโดยใช้เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าชีวมวล	ซันวานี จิใจ
4	13.45-14.00 น.	O10013	อุบัติการณ์และความรู้เรื่องการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวพื้นที่หาดราไวย์ จังหวัดภูเก็ต : การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ	ศุภิกา วงศ์อุทัย
5	14.00-14.15 น.	O10050	การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับบำบัดสีในน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	พงษ์ศักดิ์ นพรัตน์
6	14.15-14.30 น.	O10017	การศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก	ธิดารัตน์ ผลบรรจง
7	14.30-14.45 น.	O10039	การปรับปรุงคุณภาพน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยชุดกรองน้ำแบบสวมหัวก๊อก	วารินทร์ ศรีพงษ์พันธุ์กุล
8	14.45-15.00 น.	O10055	การใช้ประโยชน์จากแป้งกากมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยา	กูราณี กุสุหลง
9	15.15-15.30 น.	O10056	สมบัติของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ใช้กาวพอลิยูรีเทนจากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว	อนุธิดา สุวรรณ
10	15.30-15.45 น.	O10008	การศึกษาการใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงชังข้าวโพด	ยงยุทธ์ ลีสง่า

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
11	15.45-16.00 น.	O10003	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์บ้านพักคนชรา	มุสตูรา ยะโกะ
12	16.00-16.15 น.	O10047	การพัฒนากระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสมจากผักตบชวา	อดุลย์สมาน สุขแก้ว
13	16.15-16.30 น.	O10026	การใช้ประโยชน์จากเมล็ดขนุนและซังขนุนในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีม	นพดล ไชยเช่ง

S2: ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
ห้อง CS2 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 13.00-16.30 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: ดร.กรวิทย์ พฤษชัยนิมมิต/ ดร.สุพัฒธณา สุขรัตน์/ ดร.อภิชัย จันทร์อุดม

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	13.00-13.15 น.	O20001	การวัดระดับและคุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	ทรงเกียรติ คงดี
2	13.15-13.30 น.	O20003	ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก	ชวัลรัตน์ ศรีนวลปาน
3	13.30-13.45 น.	O20045	สื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติ	สุกัญญา บัวเสน
4	13.45-14.00 น.	O20066	การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	ชูเกียรติ กล้าศักดา
5	14.00-14.15 น.	O20065	พลวัตของชายฝั่งสมิหลา จังหวัดสงขลาระหว่างมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2561 ด้วยภูมิสารสนเทศ	ศักดิ์ชาย คงนคร
6	14.15-14.30 น.	O20061	แอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก	ยัสมี ลาเต๊ะ
7	14.30-14.45 น.	O20048	ระบบจัดการกิจกรรม กรณีศึกษาชมรมนักศึกษาวิชาทหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	กษิตินาถ คงทุ้ย
8	15.15-15.30 น.	O20035	ระบบการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช	กนกพิชญ์ ขาวปลอด
9	15.30-15.45 น.	O20024	ระบบจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน We Wedding Studio Phuket	กฤติพงศ์ จันทคาม
10	15.45-16.00 น.	O20028	การเพิ่มประสิทธิภาพจำแนกบทความวิชาการด้วยการคัดแยกคำ กรณีศึกษา : งานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4	ปะพาดา ณ วิเชียร

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
11	16.00-16.15 น.	O20009	การพัฒนาระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษาบริษัทกระบี่รวมทุน (สาขาสามกอง)	อรวรรณ ศรีเมือง
12	16.15-16.30 น.	O20049	โครงงานเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต	สิริมา นวลจันทร์

S2: ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
ห้อง CS3 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 13.00-16.30 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: ดร.จิรวัฒน์ แท่นทอง/ ดร.จุไรรัตน์ พุทธรักษ์/ ดร.กัลยาณี ทองเลี่ยมนาค

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	13.00-13.15 น.	O20002	การวัดสภาพอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	สุรัฐ ซุ่นสั้น
2	13.15-13.30 น.	O20007	ระบบสารสนเทศการวิเคราะห์โรคจากผลการตรวจปัสสาวะ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด	สมคิด พินิจชัน
3	13.30-13.45 น.	O20017	การพัฒนาระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์กรณีศึกษารถตู้สาย 437 (ภูเก็ต-พังงา)	กนกวรรณ สุดรักษ์
4	13.45-14.00 น.	O20046	สื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มและโอลิโอเคมี	กัญญารัตน์ หนูจันทร์แก้ว
5	14.00-14.15 น.	O20056	ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงในรูปแบบเสียงภาษาไทย	ยุทธนา หกสี
6	14.15-14.30 น.	O20022	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสถานประกอบการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ	รัตวรรณ วรรณาการ
7	14.30-14.45 น.	O20008	การพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ กรณีศึกษาร้านโกลเด้นนีดเดิ้ล แทททู ภูเก็ต	กฤษณพล สุนสาระพัง
8	14.45-15.00 น.	O20062	ระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	กิตติพงศ์ บุญยขจร
9	15.15-15.30 น.	O20060	ตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน	พัชรณัฏฐ์ ปัทมานุรักษ์
10	15.30-15.45 น.	O20026	การ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84	กอฟฟารี่ นิยมเดชา
11	15.45-16.00 น.	O20020	การพัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านบีทูเอ็ม	สุชาครีย์ ตัณฑุลมาศ

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
12	16.00-16.15 น.	O20051	ระบบตรวจสอบเก็บข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัด	ธนพล โปรดเมธี

S3: ด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ/เกษตรศาสตร์ และ S5: ด้านนวัตกรรมและงานสร้างสรรค์

ห้อง อาคาร 962 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 13.00-16.30 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: รศ.ดร.วาริน อินทนา/ ผศ.ดร.สถาพร จันทวี/ ผศ.ดร.อังคณา ใสเกื้อ

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	13.00-13.15 น.	O50006	ออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่	คมกริษณ์ ศรีพันธ์
2	13.15-13.30 น.	O30001	การสำรวจปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 6 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช	พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์
3	13.30-13.45 น.	O50009	การพัฒนาเครื่องอบผลหมากแห้ง	พีรพงศ์ หนูช่วย เขตตะวัน สุวรรณเติมเต็ม
4	13.45-14.00 น.	O30004	ความหลากชนิดของปลวกในสวนยางพารา อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา	วีรยุทธ ทองคง
5	14.00-14.15 น.	O30012	การตรวจสอบการปนเปื้อน Vibrio parahaemolyticus ในหอยพอกที่จำหน่ายในจังหวัดปัตตานี ด้วยวิธี Polymerase Chain Reaction (PCR)	นูอาฟีซา ตีเย๊าะ
6	14.15-14.30 น.	O50008	โรงเก็บและตากยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง	พีรพงศ์ หนูช่วย อภิชาต มีสิทธิ์
7	14.30-14.45 น.	O30002	การแยกและคัดเลือกเชื้อราผลิตสารสีจากผลิตภัณฑ์ข้าวแดง	ฟายีมะห์ อาแด
8	14.45-15.00 น.	O30003	ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่สวนป่ายางพาราของการยางแห่งประเทศไทย อำเภอช้างกลาง จังหวัดนครศรีธรรมราช	พรอุมา ไกรนรา
9	15.00-15.15 น.	O30010	ประสิทธิภาพของน้ำยาต่อการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันแบบระยะสั้นในตู้เย็น	ณิศา มาชู

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
10	15.15-15.30 น.	O30008	การผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยการหมักแบบไร้อากาศจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยเชื้อ Clostridium beijerinckii PS-3	สุดารัตน์ จันทรวงศ์สาลี
11	15.30-15.45 น.	O50001	เครื่องเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง	พงษ์พันธ์ ราชภักดี
12	15.45-16.00 น.	O50007	รถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์	พีรพงศ์ หนูช่วย บัณฑิตย์ รักสวนจิต
13	16.00-16.15 น.	O30005	การศึกษาเปรียบเทียบความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็ง (จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา)	รัตนา อุ่นจันทร์
14	16.15-16.30 น.	O50010	การพัฒนาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน	ฮาหยาด โต๊ะเส็น
15	16.30-16.45 น.	O50005	เครื่องผสมเนื้อปลา	ศุภเวทย์ สงคง
16	16.45-17.00 น.	O30011	ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้จากตัวอย่างดินป่าชายเลนในจังหวัดสตูล	วิชุดา ทุ่งยอ

S4: ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ห้อง 922 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 13.00-16.30 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: รองศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา เลิศไกร/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ ใจมั่น/ ดร.เพียงออ ยีสา

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	13.00-13.15 น.	O40001	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์และการสอนแบบปกติ	พรทิพย์ ทวีผล
2	13.15-13.30 น.	O40012	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย เรื่อง คำภาษาต่างประเทศในภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะกับการเรียนแบบปกติ	ลัคณา สุกแสง
3	13.30-13.45 น.	O40019	การพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแรงงาน สำหรับโรงเรียนช่างนอกระบบ	ภราดร เสถียรไชยกิจ
4	13.45-14.00 น.	O40027	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า บทบาทของครูและศูนย์เด็กเล็กในการกระตุ้นพัฒนาการของเด็กปฐมวัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช	สิตา ฤทธิ์ธาธรรม
5	14.00-14.15 น.	O40005	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนางตุง ที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์กับการเรียนแบบปกติ	สุรัชดา มานันตพงศ์

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
6	14.15-14.30 น.	O40028	การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	ณฤดี เนตรโสภา
7	14.30-14.45 น.	O40031	ประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรสลีน่า สุมาลี
8	14.45-15.00 น.	O40009	การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแจงร้อนวิทยา	จรัญ ขันทองคำ
9	15.15-15.30 น.	O40008	ตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา	ดวงหฤทัย พรหมเรือง
10	15.30-15.45 น.	O40022	ชุดการศึกษาพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี	อาณัฐ พริกเล็ก
11	15.45-16.00 น.	O40016	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ซอพียะห์ โต๊ะตียอ
12	16.00-16.15 น.	O40011	การพยากรณ์ราคาของกล้วยหอมทอง	นันทวัน ชุมทอง
13	16.15-16.30 น.	O40021	การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	อิมรอน แวมง

ลำดับการนำเสนอภาคบรรยาย
วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563
(เวลา 08.40-12.00 น.)

กลุ่ม S1: ด้านวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ประยุกต์/วิทยาศาสตร์สุขภาพ
ห้อง 921 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 08.40-12.00 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ สุวรรณโณ/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษฎา พัชรสิทธิ์/
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุฑาทิพย์ อาจชมภู

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	8.45-9.00 น.	O10051	การใช้ประโยชน์จากแป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด	ขนิษฐา อโนทัย
2	9.00-9.15 น.	O10019	สภาวะสุขภาพช่องปาก ความรู้ และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต	อุไรวรรณ ไกรนรา มูรานิชิ
3	9.15-9.30 น.	O10033	ผลของสารเพิ่มความเข้ากันได้ต่อสมบัติเชิงกลของเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์จากการเบลนด์ระหว่างพอลิโพรไพลีนกับยางครัมบ์	ณัฐกร ขุนทอง
4	9.30-9.45 น.	O10015	การใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก	ชุติมณฑน์ แก้วเกลี้ยง
5	9.45-10.00 น.	O10048	การสังเคราะห์กราฟต์โคพอลิเมอร์จากแป้งข้าวโพดสำหรับการบำบัดน้ำเสีย	อัชมาน อาแด
6	10.00-10.15 น.	O10049	สมรรถภาพทางกายของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา : กรณีศึกษาสาขาพลศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	จีรนันท์ แก้วมา
7	10.30-10.45 น.	O10038	การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์มากาารอง	กณภัทร จันทร์กลม
8	10.45-11.00 น.	O10006	แอคทูเอเตอร์จากฟิล์มยางธรรมชาติผสมถ่านกัมมันต์	มูรีนี ดอเฮง
9	11.00-11.15 น.	O10016	การประยุกต์ใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์มัฟฟิน	สกาวใจ เรืองแก้ว

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
10	11.15-11.30 น.	O10030	การแก้ปัญหารอยแตกของยางหูรองเท้าในอุตสาหกรรมด้วยการเติมสารป้องกันการเสื่อมสภาพ	กรกมล สิทธิพงค์

กลุ่ม S1: ด้านวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ประยุกต์/วิทยาศาสตร์สุขภาพ
ห้อง 923 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 08.40-12.00 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: รองศาสตราจารย์.ดร.นิรันดร มาแทน/ ดร.สมใจ จันทร์อุดม/ ดร. วันทนา สังข์ชุม

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	8.45-9.00 น.	O10034	การผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักร่วมเศษอาหารในโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลากับ กลีเซอรีนดิบจากกระบวนการไบโอดีเซล	ซันวานี จิใจ
2	9.00-9.15 น.	O10009	ไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเมล็ดประ	พารีด๊ะห์ มนตรี
3	9.15-9.30 น.	O10041	ประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาน้ำอัลคาไลน์จากขี้เถ้า ในพื้นที่อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี	วารินทร์ ศรีพงษ์พันธุ์กุล
4	9.30-9.45 น.	O10023	การศึกษาพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบชะมวงที่ส่งผลต่อเซลล์สมอง	วีนัส ชาญเชี่ยว
5	9.45-10.00 น.	O10042	การปรับปรุงเจนเนอเรเตอร์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็ก	ซูลกิฟลี สิเดะ
6	10.30-10.45 น.	O10025	อิทธิพลของระดับน้ำในท่อต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว	มูฮำมัดคอยรี หะยีบากา
7	10.45-11.00 น.	O10011	สารช่วยตกตะกอนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์เนยแข็งคอทเทจระดับครัวเรือน	ศุภกฤษณ์ รัตนะ
8	11.00-11.15 น.	O10002	การเพิ่มสมรรถนะกระบวนการสกัดสีย้อมธรรมชาติจากดินและพืชท้องถิ่นยะลาพร้อมพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติเพื่อให้การติดสีมีความสดและติดทน	อรวรรณ ทิพย์มณี

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
9	11.15-11.30 น.	O10054	การใช้ประโยชน์จากแป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ	ธมลวรรณ แก้วกลับ
10	11.30-11.45 น.	O10014	การประเมินความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียน กรณีศึกษา โรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ เขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช	อัสมา คุนายา

S2: ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

ห้อง CS2 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 08.40-12.00 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: ดร.กรวิทย์ พฤษชัยนิมมิต/ ดร.สุพัฒธณา สุขรัตน์/ ดร.อภิชัย จันทร์อุดม

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	8.45-9.00 น.	O20005	จุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี	ชวัลรัตน์ ศรีนวลปาน
2	9.00-9.15 น.	O20021	การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจัดการเช่าชุดราตรี กรณีศึกษาร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี	เกสรา ชุ่มจิตต์
3	9.15-9.30 น.	O20029	การทดสอบเว็บไซต์อัตโนมัติด้วย Robot Framework และ Selenium2Library กรณีศึกษา : งานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4	ซัฮรุล บาฮาโซ๊ะ
4	9.30-9.45 น.	O20047	การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนด้วยระบบอัตโนมัติ	สุมิตร คุณเจตน์
5	9.45-10.00 น.	O20050	ระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมโรงเรือน ปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศแบบปิด	พิพัฒน์พล สิงหรา
6	10.30-10.45 น.	O20064	ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล	สิริมา นวลจันทร์
7	10.45-11.00 น.	O20059	การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันระบบจัดการพนักงานกรณีศึกษา บริษัทเดฟแมน	ชยุตม์ สุดสวาท
8	11.00-11.15 น.	O20052	การรายงานระดับน้ำแบบ Real-time และการเตือนน้ำท่วมอัตโนมัติ	พัชราวรรณ มณีเกิด
9	11.15-11.30 น.	O20013	การพัฒนาระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ กรณีศึกษา สนามเจเจแบดมินตัน	อรรถพล อุ่นแก้ว
10	11.30-11.45 น.	O20030	ระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรหมคีรี	ชัยมงคล ช่วยนุกูล

S2: ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
ห้อง CS3 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 08.40-12.00 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: ดร.จิรวัฒน์ แท่นทอง/ ดร.จุไรรัตน์ พุทธรักษ์/ ดร.กัลยาณี ทองเลี่ยมนาค

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	8.45-9.00 น.	O20011	แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร จังหวัดนครศรีธรรมราช	ภูรินทร์ ทองมาก
2	9.00-9.15 น.	O20057	การพัฒนาระบบการจัดการร้านดอกไม้ออนไลน์ : กรณีศึกษาร้านดอกไม้ราแตง	นวลจันทร์ แซ่ลิ้ม
3	9.15-9.30 น.	O20018	ระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิต โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ตำบลบ้านทรายขาว อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช	นันทวัฒน์ ไพรสณฑ์
4	9.30-9.45 น.	O20010	การพัฒนาระบบจัดการธุรกิจคาร์แคร์ออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน บุญไพศาลเซอร์วิส	สิตานัน บุญรินทร์
5	10.30-10.45 น.	O20014	ระบบจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอปพลิเคชัน	จีราณุ ศรีมารินทร์
6	10.45-11.00 น.	O20023	ความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษา : กรณีศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนัง	สุรนันท์ วัฒนพงค์
7	11.00-11.15 น.	O20063	ระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	เทพทอง แซ่หงอ

S4: ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ห้อง 922 อาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 08.40-12.00 น.)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: รองศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา เลิศไกร/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ ใจมั่น/ ดร.เพียงออ ยีสา

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	8.45-9.00 น.	O40032	การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ณฤดี เนตรโสภา
2	9.00-9.15 น.	O40015	การพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาของประชากรในอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	สุปรียา เรืองสง
3	9.15-9.30 น.	O40020	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา เรื่องกฎหมายกับชีวิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านนา "นายกพิทยากร" ที่สอนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์กับสอนแบบปกติ	อรฤทัย ปานทอง
4	9.30-9.45 น.	O40023	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน	โสภิตา สุวุฒโท
5	9.45-10.00 น.	O40003	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยบทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ	ดาริกา ขุนพิทักษ์
6	10.00-10.15 น.	O40007	การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้	ดร.มูนีเร๊าะ ผดุง
7	10.30-10.45 น.	O40026	ปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าหาบเร่แผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต	ภัชญาภา ทองใส

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
8	10.45-11.00 น.	O40017	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้สื่อเกมในการฝึกทักษะการบวกและ การลบจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา	ฮูดา ซิ
9	11.00-11.15 น.	O40002	การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะ	ศิรินภา ศรียาภัย
10	11.15-11.30 น.	O40018	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา	นูฮ่าย์ ยิมิง
11	11.30-11.45 น.	O40013	การศึกษาเวลามาตรฐานของการให้บริการหน้าเคาเตอร์ของที่ทำการไปรษณีย์ไทย กรณีศึกษาที่ทำการไปรษณีย์ไทย จังหวัดสุพรรณบุรี	เจษฎา แสงศรีจันทร์
12	11.45-12.00 น.	O40006	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน ที่สอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ	ศธิตา ฉิมเพชร

กำหนดการนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5

(NSCIC2020)

"วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อสังคม"

6-7 กุมภาพันธ์ 2563

ณ อาคารหอประชุมใหญ่วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่)

ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

วันพฤหัสบดีที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563

เวลา 13.00-17.00 น.

วันศุกร์ ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563

เวลา 08.40-13.00 น.

หมายเหตุ

ผู้นำเสนอสามารถติดโปสเตอร์ ณ อาคารหอประชุมใหญ่วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่) ได้ใน

วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2563 ตั้งแต่เวลา 13.00-19.00 น. และ วันที่ 6 ก.พ. 2563 ตั้งแต่เวลา 7.00-8.00 น.

***** หากท่านไม่นำโปสเตอร์มาติดตามเวลาที่กำหนดถือว่าท่านสละสิทธิ์*****

ลำดับการนำเสนอภาคโปสเตอร์
วันพฤหัสบดี ที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563
(เวลา 13.00-17.00 น.)
ณ อาคารหอประชุมใหญ่วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่)

กลุ่ม S1: ด้านวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ประยุกต์/วิทยาศาสตร์สุขภาพ
วันพฤหัสบดี ที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 13.00-17.00 น.)
ณ อาคารหอประชุมใหญ่วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: รองศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ บุญคล่อง/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัษฎาวุธ หิรัญรัตน์/
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤตยา หนูสาย

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	13.00-13.10 น.	P10002	การเสริมกรดอินทรีย์สังเคราะห์ในการหมักเต้าเจี้ยวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านควัน อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง เพื่อความปลอดภัยในการบริโภค	ชุตินุช สุจริต
2	13.10-13.20 น.	P10003	ผลของการเตรียมพื้นผิวและเรซินซีเมนต์ต่อความแข็งแรงยึดเฉือนกับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม	สาธร รักทองสุข
3	13.20-13.30 น.	P10004	ปริมาณฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินของน้ำมันว่านน้ำ	สุวรรณา ผลใหม่
4	13.30-13.40 น.	P10006	ชาย-หญิง-เพศที่สาม (ข้ามเพศ) : คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ ของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช	เดโช แขน้ำแก้ว
5	13.40-13.50 น.	P10007	การใช้เมทริกซ์หาผลรวมสำหรับนัยทั่วไปใหม่ของลำดับฟีโบนักชี	ชวัลวิทย์ แสงเจริญ
6	13.50-14.00 น.	P10008	การดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติผสมเปลือกส้มโอ	อีลียัะ หลงเน๊าะ
7	14.00-14.10 น.	P10009	การวิเคราะห์ธาตุในตัวอย่างดินจอมปลวกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยด้วยเทคนิคครังสีเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนต์แบบกระจายความยาวคลื่น (WDXRF)	มูรณี ดาโอะ
8	14.10-14.20 น.	P10010	ผลของมณีเวชต่อการลดภาวะปวดประจำเดือนในสตรีวัยเจริญพันธุ์ : การศึกษานำร่อง	วสันต์ หะยียะห์ยา
9	14.20-14.30 น.	P10011	ผลของตัวทำละลายและความเป็นกรด-ด่าง ต่อความคงตัวของสารสีที่สกัดได้จากใบน้อยโหน่งและใบสนทะเล	ประกิต ไชยธาดา
10	14.30-14.40 น.	P10012	คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีบางประการของอนุภาคผงสมุนไพรหม้อข้าวหม้อแกงลิงภูมิปัญญาท้องถิ่น	อัลวานี อีแต

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
11	14.40-14.50 น.	P10013	การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัว	ศศินา บุญจันทร์
12	14.50-15.00 น.	P10015	การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีม จากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน	เกษศิลป์ ดำมี
13	15.00-15.10 น.	P10017	ความเชื่อในการใช้สมุนไพรบำรุงกำลังเพศชายในชุมชนตะโหมด จังหวัดพัทลุง	วัชราภรณ์ พัทคัน
14	15.10-15.20 น.	P10018	ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ โดยการรณรงค์ให้ความรู้	อรอุมา รักษาชล
15	15.20-15.30 น.	P10021	ประสิทธิภาพของวัสดุตัวกลางระบบกรอง ในการบำบัดน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู เทศบาลตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง	จุฑามาศ แก้วมณี
16	15.30-15.40 น.	P10022	การศึกษาหาเงื่อนไขการกระตุ้นทางเคมีเพื่อสังเคราะห์ถ่านคาร์บอนจากแกลบ	คอรีเยาะ ปาแนจะกะ
17	15.40-15.50 น.	P10023	การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลองโรคระบาด SVIQ	สุดารัตน์ จันทร์หอม
18	15.50-16.00 น.	P10024	คุณภาพของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน	นูรีซัน ฮูเซ็น
21	16.00-16.10 น.	P10028	การศึกษาพฤกษเคมีเบื้องต้น และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัด จากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล	ธีรยุทธ์ ศรียาเทพ
22	16.10-16.20 น.	P10029	องค์ประกอบทางพฤกษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจากพลับพลา	ธีรยุทธ์ ศรียาเทพ
23	16.20-16.30 น.	P10032	การปรับปรุงกระบวนการใช้ฟิล์มยืดพันพาเลท	ณัฐธิดา ศรีราชยา
24	16.20-16.30 น.	P10033	การเพิ่มประสิทธิภาพ Aircraft Cooling Unit โดยวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	สุวรรณา พลภักดี
25	16.30-16.40 น.	P10034	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดใบผักบุ้งทะเลจากบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา	นันธิดา ลิ่มเสฏโฐ
26	16.40-16.50 น.	P10035	ปัญหาในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ ตำบลเสาธง อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช	หทัยรัตน์ ตัลยารักษ์

S2: ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

S3: ด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ/เกษตรศาสตร์

S4: ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ S5: ด้านนวัตกรรมและงานสร้างสรรค์

วันพฤหัสบดี ที่ 6 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 13.00-17.00 น.)

ณ อาคารหอประชุมใหญ่วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วราศรี แสงกระจ่าง/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสน่ห์ รักเกื้อ/
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วไพลิน บุญลิปตานนท์

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	13.00-13.10 น.	P20001	ระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา	นูไรดา เส็งดอละ
2	13.10-13.20 น.	P20002	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์	กมลรัตน์ สมใจ
3	13.20-13.30 น.	P20004	ระบบจัดการงบประมาณโครงการ สถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้	อัจฉราพร ยกขุน
4	13.30-13.40 น.	P20005	ระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา (YRU) กับ Universiti Sultan Zainal Abidin, Terengganu, Malaysia (UNISZA)	อับดุลเลาะ บากา
5	13.40-13.50 น.	P20006	แอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น	อาดีละห์ อาแว
6	13.50-14.00 น.	P20007	ระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้	อัจฉราพร ยกขุน

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
7	14.00-14.10 น.	P20008	การพัฒนารูปแบบการสื่อสารทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. : กรณีศึกษาในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทอง	ปรียาภรณ์ หีมเกตุ
8	14.10-14.20 น.	P20009	ประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา	ศักดิ์ชาย คงนคร
9	14.20-14.30 น.	P30002	ผลของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นต่อระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสและกิจกรรมไลโซไซม์ ในปลานิล	กอบกุล นงนุช
10	14.30-14.40 น.	P30003	การผลิตเครื่องแกงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในอำเภอถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช ให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย	กนกอร ตรีไวย
11	14.40-14.50 น.	P30004	การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการทำสวนสละอินโด อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี	รวยดา ยาลอ
12	14.50-15.00 น.	P30005	การเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับ Scataphagus argus บริเวณปากคลองอู่ตะเภาและปากคลองนาทับ ในจังหวัดสงขลา	ธนัญญา แขกพงศ์
13	15.00-15.10 น.	P30006	การส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพ ในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช	อรุณชัย ตรีไวย
14	15.10-15.20 น.	P30007	ความหลากชนิดซาร์โคดินาโปรโตซัวในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	ภัทรวดี เขียวจันทร์
15	15.20-15.30 น.	P30008	การเก็บข้อมูลอวัยวะที่เกิดรอยโรคของสัตว์ป่วยในฟาร์มไก่ไข่ขนาด 1ล้านตัว ในประเทศมาเลเซีย	อมรรัตน์ นิพัทธ์นันทพร
16	15.30-15.40 น.	P30009	การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำที่จับได้จากบริเวณชายฝั่งปะนาเระ จังหวัดปัตตานี	นูรมี กาเร๊าะ

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
17	15.40-15.50 น.	P30010	การคัดแยกราเอนโดไฟต์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา Phytophthora sp. สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน	ต่วนนุรมี มือดี๊ะ
18	15.50-16.00 น.	P30011	เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพระหว่างการใช้สารเร่ง พด.6 และ ปม.1	วิจิตรา ตุ้งชี่
19	16.00-16.10 น.	P30012	ผลของอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้งต่อการเจริญเติบโตของกบลูกผสม (Rana catesbeiana × R. rugulosa) ภายใต้การเลี้ยงในขวดพลาสติก	ศรัณย์ รักษาพราหมณ์
20	16.10-16.20 น.	P30013	ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ในพื้นที่ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง	จารีพร เพชรชิต
21	16.20-16.30 น.	P30014	ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง	จารีพร เพชรชิต
22	16.30-16.40 น.	P30015	ผลของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่แตกต่างกันต่อการให้ผลผลิตเห็ดนางฟ้า	สมทบ เวทโอสถ
23	16.40-16.50 น.	P30016	ผลของการใช้มูลสัตว์ที่ต่างกันในวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมล่อน	อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์
24	16.50-17.00 น.	P40008	ความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ของนักเรียนสายสามัญและสายวิชาชีพ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี	อาดือนา นิโด

ลำดับการนำเสนอภาคโปสเตอร์

วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563

(เวลา 08.40-13.00 น.)

ณ อาคารหอประชุมใหญ่วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่)

กลุ่ม S1: ด้านวิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์ประยุกต์/วิทยาศาสตร์สุขภาพ
วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 08.40-13.00 น.)
ณ อาคารหอประชุมใหญ่วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: รองศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ บุญคล่อง/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัษฎาวุธ หิรัญรัตน์/
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤตยา หนูสาย

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	8.50-9.00 น.	P10037	ศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกกระท้อน	นวรัตน์ สีตะพงษ์
2	9.00-9.10 น.	P10040	การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินด้วยสารสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวง	ระเบียบ สุวรรณเพ็ชร์
3	9.10-9.20 น.	P10041	การเปรียบเทียบคุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฝ้าเพดานจากวัสดุธรรมชาติ	นวรัตน์ สีตะพงษ์
4	9.20-9.30 น.	P10043	ประสิทธิภาพการดูดซับสารระเหยเบนซีนของตัวดูดซับที่เตรียมจากเปลือกลูกหยี	รุสนี ปูแล
5	9.30-9.40 น.	P10044	ผลของสารก่อเกิดฟอง ต่อสมบัติของโฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็งที่เตรียมจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปร	ดวงพร ริยาพันธ์
6	9.40-9.50 น.	P10045	การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วเหลือง	กณภัทร จันทร์กลม
7	9.50-10.00 น.	P10046	ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรณีศึกษา: ตำบลทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่	อุไรวรรณ ไกรนรา มูรานิชิ
8	10.00-10.10 น.	P10047	ความแตกต่างของสายพันธุ์ผึ้งชันโรงต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้ง	รุสนี ยูโซ๊ะ
9	10.10-10.20 น.	P10049	ภาวะสุขภาพและความเสี่ยงด้านสุขภาพในแรงงานนอกระบบสูงอายุ เขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช	นอรีนี ตะหวา

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
10	10.20-10.30 น.	P10050	การเตรียมและสมบัติของฟิล์มบางพอลิเมอร์ผสม (PVC/PVA) กับพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์	กฤษฎา พัชรสิทธิ์
11	10.30-10.40 น.	P10051	การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและผักตบชวา	นาซีเราะ เจะมะ
12	10.40-11.00 น.	P10052	การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น	สุรารักษ์ แซ่จอง
13	11.00-11.10 น.	P10053	ผลของการเสริมแป้งกากมะพร้าวในไส้พัฟฟ์สังขยา	วาลิด อะหลี
14	11.20-11.30 น.	P10055	สมการไดโอแฟนไทน์ 4^x + p(7^y) = z^2 โดยที่ p เป็นจำนวนเฉพาะคี่	ธนากร แก้วทับทิม
15	11.30-11.40 น.	P10056	ผลบวกและผลคูณของจำนวนเพลล์และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ โดยวิธีเมทริกซ์	รุ่งทิวา จันทโร
16	11.40-11.50 น.	P10057	ผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A,B เป็นเซตนับได้หรือเซตนับไม่ได้	กามาลุดดีน ภู่ทับทิม
17	11.50-12.00 น.	P10058	จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด (Zn , +)	สิรีธร ชูเมือง
18	12.10-12.20 น.	P10059	สมบัติบางประการของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณ	นูรีตา ปาเซเลาะ
19	12.20-12.30 น.	P10060	สมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน ตำบลบ่อแสน อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา	อุไรวรรณ ไกรนรา มูรานิชิ
20	12.30-12.40 น.	P10061	ผลของการเสริมเปลือกแตงโมในซอสบาร์บีคิว	เกลิวน ไมหมาด

S2: ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
S3: ด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ/เกษตรศาสตร์
S4: ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ S5: ด้านนวัตกรรมและงานสร้างสรรค์
วันศุกร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563 (เวลา 08.40-13.00 น.)
ณ อาคารหอประชุมใหญ่วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่)

ผู้ทรงคุณวุฒิ: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วราศรี แสงกระจ่าง/ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสน่ห์ รักเกื้อ/
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วไพลิน บุญลิปตานนท์

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
1	8.40-8.50 น.	P30017	การตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อในพื้นที่นาข้าวของเกษตรกร ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง	ปริยากร สุจิตพันธ์
2	8.50-9.00 น.	P30018	ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เพื่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียนบริเวณพื้นที่ อำเภอธารโต จังหวัดยะลา	ฮากีมะฮ์ เจ๊ะโด
3	9.00-9.10 น.	P30019	การคัดแยกแลกติกแอซิดแบคทีเรียที่สามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดจากกุ้งส้ม อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช	มณฑกานต์ ทองสม
4	9.10-9.20 น.	P30020	ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกจากดินบ่อน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อ Xanthomonas sp. สาเหตุโรคแคงเกอร์พืชตระกูลส้ม	วิไลวรรณ ไชยศร
5	9.20-9.30 น.	P30021	ผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการต่อความหลากชนิดของแมลงน้ำ ในลำธารน้ำตกโตนปลิว จังหวัดสงขลา	คทาวุธ ไชยเทพ
6	9.30-9.40 น.	P30022	การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวในน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น โดยยีสต์ Candida tropicalis TISTR 5146	ชุตินุช สุจริต

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
7	9.40-9.50 น.	P30023	การพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์พลูจากการคัดทิ้งโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมในชุมชน กรณีศึกษา:ชุมชนนาโอ่ ตำบลร่มเมือง อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง	ณฐวรท บุญรัตนา
8	9.50-10.00 น.	P30024	พันธุศาสตร์เซลล์ของปลาวงศ์ปลากระทิง (Family Mastacembelidae) ในจังหวัดมหาสารคาม	ปริญญาศักดิ์ เจียระแม
9	10.00-10.10 น.	P30025	การผลิตแอนติบอดีพอลิคอลนอลต่อเชื้อ Histoplasma capsulatum ในไก่ไข่	นัชริน ดอลอ
10	10.10-10.20 น.	P30026	ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงยับยั้งเชื้อ Staphylococcus aureus และ Escherichia coli	กัลยา บินดุเหล็ม
11	10.20-10.30 น.	P30027	ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้จากฟองน้ำทะเล	รัตนากร แก้วนิล
12	10.30-10.40 น.	P30028	คุณสมบัติของแบคทีเรียทนร้อนที่คัดแยกได้จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง	นูรีญา สันสบู่
13	10.40-11.00 น.	P30029	การแพร่กระจายของแบคทีเรียทั้งหมดและ Staphylococcus aureus ในชูชิ	สุไรญา หมะดอหะ
14	11.00-11.10 น.	P30030	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเปลือกมะนาว (Citrus aurantifolia (christm)) ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย Staphylococcus aureus, Escherichia coli และ Pseudomonas aeroginosa	อดุลย์สมาน สุขแก้ว
15	11.10-11.20 น.	P30031	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ Phytophthora sp. ด้วยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่แยกได้จากดินในเขตพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา	ซูรียา สาและ

ลำดับ	เวลา	รหัส	ชื่อบทความ	ชื่อผู้นำเสนอ
16	11.20-11.30 น.	P30032	คุณสมบัติบางประการของเอนไซม์อะไมเลสจาก Bacillus sp.AC39	เชาวนีพร ชีพประสพ
17	11.30-11.40 น.	P40004	พฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา	ธนพร อิสระทะ
18	11.40-11.50 น.	P40005	รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบ 4 ขั้นตอนของสเติร์นเบิร์ก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	เบญจวรรณ ดาบทอง
19	11.50-12.00 น.	P40006	ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	พัชรินทร์ เต็งมีศรี
20	12.10-12.20 น.	P40010	การศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์	ภัทรพิชชา แก้วศรีขาว
21	12.20-12.30 น.	P40011	การยอมรับและการรับรู้ต่อประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	เยาวลักษณ์ เตี้ยนวน
22	12.30-12.40 น.	P40012	คุณภาพชีวิตในการทำงานของพนักงานขับรถ จังหวัดนครศรีธรรมราช	อรปวีณ์ โภคาวัฒนา
23	12.40-12.50 น.	P50002	เครื่องร่อนผลกระบก	อาภาพล มหาวีระ

สารบัญ

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคบรรยาย	
O10024	การเตรียมความพร้อมสู่สังคมผู้สูงอายุ ด้านความสอดคล้องของสภาพที่อยู่อาศัยผู้สูงอายุกับการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันดัชนีบาร์เทล	1
O10007	การศึกษาการเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของทาร์ตไข่	13
O10004	การศึกษาการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโคต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพด	20
O10045	การตรวจสอบปริมาณเหล็กในน้ำดิบและน้ำประปา ด้วย Spectrophotometer, Colorimeter และชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน	31
O10018	การประยุกต์ใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบรสเครื่องแกงมัสมั่น	39
O10052	การใช้รังสีแกมมาในการคงรูปโฟมยางธรรมชาติ	49
O10032	ความรอบรู้ด้านสุขภาพและประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	58
O10029	สมบัติทางกายภาพของดินจอมปลวกในสวนยางพาราของพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดตรัง	67
O10040	คุณภาพน้ำจากเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตเทศบาลตำบลยุโปและตำบลตาเซะ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา	78
O10035	การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวM29	88
O10013	อุบัติการณ์และความรู้เรื่องการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวพื้นที่หาดราไวย์ จังหวัดภูเก็ต : การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ	97
O10050	การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับบำบัดสีในน้ำเสีย โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	112
O10017	การศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก	122
O10039	การปรับปรุงคุณภาพน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยชุดกรองน้ำแบบสวมหัวก๊อก	131
O10055	การใช้ประโยชน์จากแป้งกากมะพร้าวผงทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยา	141
O10056	สมบัติของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ใช้กาวพอลิยูรีเทนจากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว	149

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคบรรยาย	
O10008	การใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพด	163
O10003	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา	175
O10047	การพัฒนากระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสมจากผักตบชวา	191
O10026	การใช้ประโยชน์จากแป้งเมล็ดขนุนและผงซังขนุนในไอศกรีมและโคนไอศกรีม	196
O10051	การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด	208
O10019	สภาวะสุขภาพช่องปาก ความรู้ และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก ของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต	218
O10033	ผลของสารเพิ่มความเข้ากันได้ต่อสมบัติเชิงกลของเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์จากการเบลนด์ระหว่างพอลิโพรไพลีนกับยางครัมบ์	228
O10015	การใช้กากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก	239
O10049	สมรรถภาพทางกายของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา : กรณีศึกษาสาขาพลศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	248
O10030	การแก้ปัญหารอยแตกของยางหูรองเท้าในอุตสาหกรรมด้วยการเติมสารป้องกันการเสื่อมสภาพ	259
O10041	การพัฒนาน้ำอัลคาไลน์จากขี้เถ้า ในพื้นที่อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี	270
O10023	การศึกษาพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบชะมวงที่ส่งผลต่อเซลล์สมอง	283
O10042	การปรับปรุงเจนเนอเรเตอร์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็ก	294
O10025	อิทธิพลของระดับน้ำในท่อต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว	305
O10002	การเพิ่มสมรรถนะกระบวนการสกัดสีย้อมธรรมชาติจากดินและพืชท้องถิ่นยะลาพร้อมพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติเพื่อให้การติดสีมีความสดและติดทน	314
O10054	การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ	327
O10014	การประเมินความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียน กรณีศึกษาโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ เขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช	334
O20001	การวัดระดับและคุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	346
O20003	ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก	357
O20045	สื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติ	370

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคบรรยาย	
O20066	การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	381
O20065	พลวัตของชายฝั่งสมิหลา จังหวัดสงขลา ระหว่างมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2561 ด้วยภูมิสารสนเทศ	394
O20061	แอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก	406
O20035	ระบบการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช	420
O20024	การพัฒนาระบบจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน วี เวดดิ้ง สตูดิโอ ภูเก็ต	432
O20028	การเพิ่มประสิทธิภาพจำแนกบทความวิชาการด้วยการคัดแยกคำ กรณีศึกษา : งานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4	444
O20009	การพัฒนาระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษาบริษัทกระบี่รวมทุน (สาขาสามกอง)	455
O20049	เครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต	466
O20002	การวัดสภาพอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	478
O20007	ระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด	487
O20017	การพัฒนาระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์กรณีศึกษารถตู้สาย 437 (ภูเก็ต-พังงา)	499
O20056	ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงในรูปแบบเสียงภาษาไทย	511
O20022	ระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ	524
O20008	การพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ กรณีศึกษาร้านโกลเด้น นีดเดิ้ล แทททู ภูเก็ต	533
O20062	ระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	547
O20060	ตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน	555
O20026	การ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84	568
O20020	การพัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านบีทูเอ็ม	580
O20051	ระบบตรวจสอบเก็บข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัด	591
O20005	จุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี	599
O20021	การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจัดการเช่าชุดราตรี กรณีศึกษาร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี	613

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคบรรยาย	
O20029	การทดสอบเว็บไซต์อัตโนมัติด้วย Robot Framework และ Selenium2Library กรณีศึกษา : งานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4	625
O20047	การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนด้วยระบบอัตโนมัติ	637
O20050	ระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมโรงเรือน ปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศแบบปิด	647
O20064	ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล	654
O20059	การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันระบบจัดการพนักงานกรณีศึกษา บริษัทเดฟแมน	664
O20052	การรายงานระดับน้ำแบบ Real-time และการเตือนน้ำท่วมอัตโนมัติ	677
O20013	การพัฒนาระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ กรณีศึกษา สนามเจเจแบดมินตัน	684
O20030	ระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรหมคีรี	697
O20011	แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร จังหวัดนครศรีธรรมราช	709
O20018	ระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิต โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ตำบลบ้านทรายขาว อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช	721
O20010	การพัฒนาระบบจัดการธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน บุญไพศาล เซอร์วิส	732
O20014	ระบบจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอปพลิเคชัน	742
O20023	ความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษา : กรณีศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนัง	754
O20063	ระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	763
O30001	การสำรวจปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 6 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช	776
O30004	ความหลากชนิดของปลวกในสวนยางพารา อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา	788
O30012	การตรวจสอบการปนเปื้อน Vibrio parahaemolyticus ในหอยพอกที่จำหน่ายในจังหวัดปัตตานี ด้วยวิธี Polymerase Chain Reaction (PCR)	800
O30002	การผลิตสารสีบนเปลือกกล้วยหินของเชื้อราโมแนสคัสที่แยกจากข้าวแดง	807
O30010	ประสิทธิภาพของน้ำยาต่อการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันแบบระยะสั้นในตู้เย็น	818
O30005	การศึกษาเปรียบเทียบความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็ง (จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา)	829

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคบรรยาย	
O30011	ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้จากตัวอย่างดินป่าชายเลนในจังหวัดสตูล	845
O40001	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์และการสอนแบบปกติ	856
O40019	การพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแรงงาน สำหรับโรงเรียนช่างนอกระบบ	864
O40027	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า บทบาทของครูและศูนย์เด็กเล็กในการกระตุ้นพัฒนาการของเด็กปฐมวัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช	876
O40005	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนางตุง ที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์กับการเรียนแบบปกติ	888
O40028	การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	898
O40031	ประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	906
O40009	การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแจงร้อนวิทยา	916
O40008	ตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา	923
O40022	การพัฒนาชุดการศึกษาพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี	934
O40016	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	944
O40011	การพยากรณ์ราคาของกล้วยหอมทอง	953
O40021	การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	965
O40032	การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	977

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคบรรยาย	
O40015	การพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาของประชากรในอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	985
O40023	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน	997
O40003	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยบทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ	1010
O40007	การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้	1020
O40026	ปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าหาบเร่แผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต	1030
O40017	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้สื่อเกมในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา	1040
O40002	การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะ	1049
O40018	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา	1058
O40013	การศึกษาเวลามาตรฐานของการให้บริการหน้าเคาเตอร์ของที่ทำการไปรษณีย์ไทย กรณีศึกษาที่ทำการไปรษณีย์ไทย จังหวัดสุพรรณบุรี	1066
O40006	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน ที่สอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ	1075
O50006	ออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่	1087
O50009	การพัฒนาเครื่องอบผลหมากแห้ง	1096
O50008	โรงเก็บและตากยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง	1102
O50001	เครื่องเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง	1109
O50007	รถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์	1118
O50010	การพัฒนาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน	1125

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคบรรยาย	
O50005	เครื่องผสมเนื้อปลา	1133
	นำเสนอภาคโปสเตอร์	
P10002	การเสริมกรดอินทรีย์สังเคราะห์ในการหมักเต้าเจี้ยวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านควัน อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง เพื่อความปลอดภัยในการบริโภค	1143
P10003	ผลของการเตรียมพื้นผิวและเรซินซีเมนต์ต่อความแข็งแรงยึดเฉือนกับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม	1153
P10004	ปริมาณฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินของน้ำมันว่านน้ำ	1164
P10006	ชาย-หญิง-เพศทางเลือก : คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช	1170
P10007	ผลรวมสำหรับนัยทั่วไปใหม่ของลำดับฟีโบนักชีโดยใช้เมทริกซ์	1180
P10009	การวิเคราะห์ธาตุในตัวอย่างดินจอมปลวกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยด้วยเทคนิครังสีเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนต์แบบกระจายความยาวคลื่น (WDXRF)	1189
P10010	ผลของมณีเวชต่อการลดภาวะปวดประจำเดือนในสตรีวัยเจริญพันธุ์ : การศึกษานำร่อง	1202
P10011	ผลของตัวทำละลายและความเป็นกรด-ด่างต่อปริมาณและความเข้มของสีที่สกัดได้จากธรรมชาติ	1211
P10012	คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีบางประการของอนุภาคผงสมุนไพรหม้อข้าวหม้อแกงลิงภูมิปัญญาท้องถิ่น	1221
P10013	การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	1233
P10015	การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน	1244
P10017	ความเชื่อในการใช้สมุนไพรบำรุงกำลังเพศชายในชุมชนตะโหมด จังหวัดพัทลุง	1252
P10018	ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ โดยการรณรงค์ให้ความรู้	1263
P10021	ประสิทธิภาพของวัสดุตัวกลางระบบกรอง ในการบำบัดน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู เทศบาลตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง	1273

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคโปสเตอร์	
P10022	การหาสภาวะที่เหมาะสมในการกระตุ้นทางเคมีเพื่อสังเคราะห์ถ่านคาร์บอนจากแกลบและประยุกต์ใช้งานเป็นขั้วไฟฟ้าของตัวเก็บประจุยิ่งยวด	1283
P10023	การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลองโรคระบาด SVIQ	1290
P10024	คุณภาพของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน	1300
P10028	การศึกษาพฤกษเคมีเบื้องต้น และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบ ใบ ลำต้น ผล และรากของคนทีสอทะเล	1311
P10029	องค์ประกอบทางพฤกษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจากพลับพลา	1324
P10034	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดใบผักบุ้งทะเลจากบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา	1336
P10035	ปัญหาในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุตำบลเสาธง อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช	1343
P10037	ศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกกระท้อน	1353
P10040	การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินด้วยสารสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวง	1362
P10041	การเปรียบเทียบคุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฝ้าเพดานจากวัสดุธรรมชาติ	1377
P10043	ประสิทธิภาพการดูดซับสารระเหยเบนซีนของตัวดูดซับที่เตรียมจากเปลือกลูกหยี	1384
P10044	ผลของสารก่อเกิดฟอง ต่อสมบัติของโฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็งที่เตรียมจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปร	1399
P10046	ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรณีศึกษา: ตำบลทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่	1410
P10047	ความแตกต่างของสายพันธุ์ผึ้งชันโรงต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้ง	1418
P10049	ภาวะสุขภาพและความเสี่ยงด้านสุขภาพในแรงงานนอกระบบสูงอายุเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช	1422
P10050	การเตรียมและสมบัติของฟิล์มบางพอลิเมอร์ผสม (PVC/PVA) กับพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์	1435
P10051	การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและผักตบชวา	1445
P10052	การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น	1453
P10053	ผลของการเสริมแป้งกากมะพร้าวในไส้พัฟฟ์สังขยา	1464
P10055	สมการไดโอแฟนไทน์ 4^x + p(7^y) = z^2 โดยที่ p เป็นจำนวนเฉพาะคี่	1472

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคโปสเตอร์	
P10056	ผลบวกและผลคูณของจำนวนเพลล์และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ โดยวิธีเมทริกซ์	1485
P10057	ผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A,B เป็นเซตนับได้หรือเซตนับไม่ได้	1498
P10058	จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด (Zn , +)	1511
P10059	สมบัติบางประการของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณ	1518
P10060	สมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน ตำบลบ่อแสน อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา	1531
P20002	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์	1539
P20004	ระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้	1549
P20005	ระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา (YRU) กับ Universiti Sultan Zainal Abidin, Terengganu, Malaysia (UNISZA)	1561
P20006	แอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น	1573
P20007	ระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้	1586
P20008	การพัฒนารูปแบบการสื่อสารทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. : กรณีศึกษาในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทอง	1599
P20009	การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา	1609
P30002	ผลของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นต่อระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสและกิจกรรมไลโซไซม์ ในปลานิล	1622
P30003	การผลิตเครื่องแกงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในอำเภอถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช ให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย	1630
P30004	การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการทำสวนสละอินโด อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี	1642
P30005	การเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับ Scataphagus argus บริเวณปากคลองอู่ตะเภาและปากคลองนาทับในจังหวัดสงขลา	1651
P30006	การส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพ ในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช	1662
P30007	ความหลากชนิดซาร์โคดินาโปรโตซัวในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	1672

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคโปสเตอร์	
P30009	การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำที่จับได้จากบริเวณชายฝั่งปะนาเระ จังหวัดปัตตานี	1685
P30010	การคัดแยกราเอนโดไฟต์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา Phytophthora sp. สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน	1695
P30011	เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพระหว่างการใช้สารเร่ง พด.6 และ ปม.1	1704
P30012	ผลของอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้งต่อการเจริญเติบโตของกบลูกผสม (Rana catesbeiana × R. rugulosa) ภายใต้การเลี้ยงในขวดพลาสติก	1713
P30013	ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ในพื้นที่ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง	1720
P30014	ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง	1730
P30015	ผลของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่แตกต่างกันต่อการให้ผลผลิตเห็ดนางฟ้า	1739
P30016	ผลของการใช้มูลสัตว์ที่ต่างกันในวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมลอน	1746
P30017	การตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อในพื้นที่นาข้าวของเกษตรกร ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง	1758
P30018	ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เพื่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียนบริเวณพื้นที่ อำเภอธารโต จังหวัดยะลา	1768
P30019	การคัดแยกแลกติกแอซิดแบคทีเรียที่สามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดจากกุ้งส้ม อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช	1780
P30020	ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกจากดินบ่อน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อ Xanthomonas sp. สาเหตุโรคแคงเกอร์พืชตระกูลส้ม	1789
P30021	ผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการต่อความหลากชนิดของแมลงน้ำ ในลำธารน้ำตกโตนปลิว จังหวัดสงขลา	1798
P30022	การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวในน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น โดยยีสต์ Candida tropicalis TISTR 5146	1809
P30023	การพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์พลูจากการคัดทิ้งโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมในชุมชน กรณีศึกษา:ชุมชนนาโอ่ ตำบลร่มเมือง อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง	1818

รหัสบทความ	เรื่อง	หน้า
	นำเสนอภาคโปสเตอร์	
P30024	พันธุศาสตร์เซลล์ของปลาวงศ์ปลากระทิง (Family Mastacembelidae) ในจังหวัดมหาสารคาม	1828
P30026	ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย Staphylococcus aureus และ Escherichia coli ของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดง	1838
P30027	ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้จากฟองน้ำทะเล	1851
P30028	คุณสมบัติของแบคทีเรียทนร้อนที่คัดแยกได้จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง	1861
P30029	การแพร่กระจายของแบคทีเรียทั้งหมด และ Staphylococcus aureus ในชูชิ	1874
P30030	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเปลือกมะนาว (Citrus aurantifolia (christm)) ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย Staphylococcus aureus, Escherichia coli และ Pseudomonas aeroginosa	1883
P30031	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ Phytophthora sp. ด้วยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่แยกได้จากดินในเขตพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา	1890
P30032	คุณสมบัติบางประการของเอนไซม์อะไมเลสจาก Bacillus sp.AC39	1902
P40008	ความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ของนักเรียนสายสามัญและสายวิชาชีพ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี	1910
P40004	พฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา	1919
P40006	ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	1929
P40010	การศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์	1938
P40011	การยอมรับและการรับรู้ต่อประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	1945
P40012	คุณภาพชีวิตในการทำงานด้านโลจิสติกส์ของพนักงานขับรถบรรทุก ในจังหวัดนครศรีธรรมราช	1957
P50002	เครื่องร่อนผลกระบก	1966
P20001	ระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา	1974

การเตรียมความพร้อมสู่สังคมผู้สูงอายุ ด้านความสอดคล้องของสภาพที่อยู่อาศัยผู้สูงอายุกับการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันดัชนีบาร์เทล

THE CONSISTENCY OF THE ELDERLY LIVING CONDITIONS WITH BARTHEL'S INDEX.

ผศ.ศุภมาตร อิสสระพันธุ์[1]

Asst. Prof. Supamart issarapun

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยนี้ เพื่อศึกษาความเหมาะสมที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลกับการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามดัชนีบาร์เทล (ADL) 10 ด้านได้แก่ การเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง การขึ้นลงบันได การลุกนั่ง การรับประทานอาหาร การอาบน้ำ การล้างหน้า (แปรงฟัน โกน หนวด หวีผม ฯ) การกลั้นปัสสาวะ การแต่งตัว การกลั้นอุจจาระ การใช้ห้องส้วม กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่อาศัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช ในเขตเทศบาล 195 คน นอกเขตเทศบาล 202 คน ใช้แบบสอบถามดัชนีบาร์เทล 10 ข้อ (ADL) ประเมินการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มไม่พึ่งพิง ADL กลุ่มพึ่งพิงADLบางด้าน และกลุ่มพึ่งพิง ADLโดยสมบูรณ์ และใช้แบบสำรวจสภาพที่อยู่อาศัยตามเกณฑ์มาตรฐานที่อยู่อาศัยผู้สูงอายุ ใช้สถิติเชิงพรรณา และสถิติเชิงอนุมาน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลไม่มีภาวะพึ่งพิง ADL ร้อยละ88.7 และ 82.2 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุทั้งสองกลุ่มจะเริ่มมีภาวะพึ่งพิงเมื่อมีอายุ 80 ปีขึ้นไป สภาพที่อยู่อาศัย ได้แก่ ห้องนอน ห้องอาบน้ำ ห้องส้วม ห้องครัว บันได ของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาล พบว่าไม่สอดคล้องกับภาวะพึ่งพิง ADL และร้อยละ 100 และไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่อยู่อาศัยผู้สูงอายุ

คำสำคัญ : ผู้สูงอายุ, ที่อยู่อาศัย, การปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน.

Abstract

The objective of this research to study the housing suitability of the elderly in the municipality and outside the municipality and the daily activities according to the 10 Barthel Index (Active Daily Living of Barthel Index : ADL), which are the movement from one place to another place, getting up and downstairs, sitting, eating, bathing, washing your face (brushing your teeth, shaving, combing your hair etc.,) holding back urination, dressing, holding back the stool, use of toilets. Samples of the elderly living in Nakhon Si Thammarat province in the 195 municipalities, 202 outside the municipality used

[1] **ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช**

the 10 Bartel Index (ADL). The questionnaire to assess the daily activities of the elderly into 3 groups: no reliance on ADL, some groups rely on ADL and the group relying on complete ADL, and use the housing condition survey to compare with the benchmark for housing for the elderly to study the consistency of living conditions and daily activities of the elderly according to ADL 10 criteria using descriptive statistics. And inferential statistics, the results showed that group 1 and group 2 did not have the highest ADL dependency, 88.7% and 82.2% respectively and both groups began to have dependency after age 80 years. The results of research on living conditions, bedrooms, bathrooms, toilet, toilets, kitchens, stairs were found to be inconsistent with ADL dependency, and 100 percent did not meet housing standards.

Keywords: elderly, residence, ADL.

บทนำ

องค์การสหประชาติกำหนดประเทศใดเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging society) จะต้องมีสัดส่วนผู้สูงอายุเกินร้อยละ 10 ของจำนวนประชากรทั้งหมด (Aging society) และจะเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged society) เมื่อมีสัดส่วนผู้สูงอายุเกินร้อยละ 20 ของจำนวนประชากรทั้งประเทศ (UN,2015) ดังนั้นปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยจึงเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (กรมกิจการผู้สูงอายุ (2560) เนื่องจากมีผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 11,030,287 คน คิดเป็นร้อยละ 16.06 ของประชากรทั้งหมดจำนวน 66,413,979 คน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ,2561) เมื่อผู้สูงอายุประสบปัญหาการมีภาวะพึ่งพิงในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ไม่มีผู้ดูแล สภาพที่อยู่อาศัยที่ไม่เอื้อต่อการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ทำให้การดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุยิ่งประสบความทุกข์ยากมากขึ้น จากการศึกษาภาวะพึ่งพิงกิจวัตรประจำวันของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ของศุภมาตร อิสสระพันธุ์และคณะ (2556) จำนวน 105 คน โดยใช้เครื่องมือดัชนีของบาร์เทล พบว่า ผู้สูงอายุ 60-80 ปี ร้อยละ 93.25 ไม่มีภาวะพึ่งพิงการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ทั้ง 10 ด้าน แต่จะเริ่มมีภาวะพึ่งพิง ADL บางด้าน และจะมีภาวะพึ่งพิง ADL โดยสมบูรณ์หากมีการเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรัง หรือมีภาวะพิการหลังอายุ 80 ปี จากการสำรวจปัญหาสุขภาพ กองโรคไม่ติดต่อ พ.ศ.2561 พบว่า พบผู้ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูง 1,468,433 คนอัตราผู้ป่วย 2,245.09 ต่อประชากร 100,000 คน โรคเบาหวาน 941,226 คนอัตราผู้ป่วย 1,439.04 ต่อประชากร 100,000 คน โรคหลอดเลือดหัวใจ 337,441 คนอัตราผู้ป่วย515.91 ต่อประชากร 100,000 คน โรคหลอดเลือดในสมอง 331,086 คนอัตราผู้ป่วย 506.20 ต่อประชากร 100,000 คน (กองโรคไม่ติดต่อ,2561) การที่บุคคลเกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังไม่ว่าในวัยใดย่อมส่งผลกระทบระยะยาวถึงการดำเนินชีวิต คุณภาพชีวิตในวัยผู้สูงอายุ

ผลการประเมินตนเองเรื่องการรับรู้ด้านสุขภาพ ความเป็นอยู่ของตนเอง พบว่าผู้สูงอายุเกือบหนึ่งในสี่ประเมินสุขภาพตนเองว่าไม่ดีร้อยละ 21.5 หากผู้สูงอายุมีภาวะพึ่งพิง ADL มีภาวะการเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรัง มีภาวะพิการ ผู้สูงอายุอยู่ตามลำพัง ไม่มีคนดูแล หรือมีปัญหาสุขภาพจิตร่วมด้วย ย่อมทำให้ผู้สูงอายุมีความยากลำบากในการดำเนินชีวิตในช่วงวัยที่เหลือมากขึ้น และจะยิ่งมีความยากลำบากมากขึ้นหากสภาพที่อยู่อาศัยไม่เอื้อต่อ ADL (สำนักสถิติแห่งชาติ ,2561) ด้านที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุพบว่า บ้านเดี่ยวยกพื้นสูง เมืองร้อยละ 24.8 ชนบทร้อยละ 50.3 รูปแบบของส้วม ชักโครก ในเมืองร้อยละ 30.0 ในชนบทร้อยละ 4.2 ส้วมซึมราดน้ำในเมืองร้อยละ 68.8 ในชนบทร้อยละ 94.1 ส้วมหลุมคลอง ไม่มีส้วม ในเมืองร้อยละ 1.3 ในชนบทร้อยละ 1.7 (ไตรรัตน์ จารุทัศน์,2548) ดังนั้นนักวิจัยจึงสนใจศึกษาสภาพที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่อยู่อาศัยผู้สูงอายุด้านห้องส้วม ห้องน้ำ ห้องนอน ห้องครัว บันได ว่าสอดคล้องเอื้อต่อการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุหรือไม่ เพื่อนำสู่การเตรียมความพร้อมสู่ผู้สูงอายุคุณภาพต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย วิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ไม่จำกัดเพศ ที่มีภูมิลำเนาในพื้นที่วิจัย ยินดีสมัครใจเข้าร่วมโครงการ ยินยอมอนุญาตให้มีการถ่ายภาพที่อยู่อาศัยตามบริเวณพื้นที่กำหนด กลุ่มตัวอย่างในเขตเทศบาล (เทศบาลตำบล) จำนวน 195 คน นอกเขตเทศบาล (องค์การบริหารส่วนตำบล) จำนวน 202 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล แบบประเมินการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามดัชนีบาร์เทล (Active Daily Living of Barthel Index : ADL) จำนวน 10 ข้อซึ่งกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขร่วมกับภาคีเครือข่ายและผู้ทรงคุณวุฒิได้ประยุกต์มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ดังนี้

ผู้สูงอายุกลุ่มที่ 1 ผู้สูงอายุที่พึ่งตนเองได้ ช่วยเหลือผู้อื่น ชุมชนและสังคมได้ (กลุ่มติดสังคม) มีผลรวมคะแนน ADL ตั้งแต่ 12 คะแนนขึ้นไป

ผู้สูงอายุกลุ่มที่ 2 ผู้สูงอายุที่ดูแลตนเองได้บ้าง ช่วยเหลือตนเองได้บ้าง (กลุ่มติดบ้าน) มีผลรวมคะแนน ADL อยู่ในช่วง 5 – 11 คะแนน

ผู้สูงอายุกลุ่มที่ 3 ผู้สูงอายุกลุ่มที่พึ่งตนเองไม่ได้ ช่วยเหลือตนเองไม่ได้ พิการ หรือทุพพลภาพ (กลุ่มติดเตียง) มีผลรวมคะแนน ADL อยู่ในช่วง 0 -4 คะแนน

แบบสำรวจสภาพที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุอิงตามเกณฑ์มาตรฐานที่อยู่อาศัยขั้นต่ำของไตรรัตน์ จารุทัศน์ และคณะ (2548) ที่เกี่ยวข้องการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันที่ใช้ในงานวิจัยเพียง 5 ด้าน ได้แก่ ห้องส้วม ห้องน้ำ ห้องนอน ห้องครัว บันได

อบรมปฏิบัติการอาสาสมัครเก็บข้อมูลแบบสอบถาม และแบบสำรวจ วิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ข้อมูลทั่วไป วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณา จำนวน ความถี่ ร้อยละ ข้อมูล ADL ข้อมูลที่อยู่อาศัย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ใช้สถิติเชิงอนุมาน ข้อมูลเชิงกลุ่มหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ด้วยสถิติ Chi – square test

ใช้สถิติ Odds ratio หาโอกาสความน่าจะเป็นเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้สูงอายุในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาล หา Relative risk เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ข้อมูล ADL ตามดัชนีบาร์เทลจำนวน 10 ข้อ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ภาวะการพึ่งพิงการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน (ADL) 10 ด้าน ได้แก่ การเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง (Mobility) การลุกนั่ง (Transfer) การอาบน้ำ (Bathing) การล้างหน้า แปรงฟัน โกน หนวด หวีผม (Grooming) การกลั้นปัสสาวะ (Bladder) การแต่งตัว (Dressing) การกลั้นอุจจาระ(Bowels) การใช้ห้องส้วม(Toilet use) การแต่งตัว (Dressing) การรับประทานอาหาร (Feeding) ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลและ ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาลพบว่าผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ไม่มีภาวะพึ่งพิง ADL ร้อยละ 88.7 และ 82.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวน ร้อยละ ภาวะพึ่งพิง ADL ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล

ภาวะพึ่งพิง ADL	**ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล**		**ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล**	
	จำนวน (คน)	**ร้อยละ**	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
ไม่พึ่งพิง	174	89.23	166	82.18
พึ่งพิงบางด้าน	19	9.74	34	16.83
พึ่งพิงโดยสมบูรณ์	2	1.03	2	0.99
รวม	**195**	**100.00**	**202**	**100.00**

ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล ไม่พึ่งพิง ADL จำนวน 174 คน มีภาวะพึ่งพิงบางด้าน และพึ่งพิงโดยสมบูรณ์ จำนวน 21 คน Odds ratio ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล =174 / 21 = 8.286 ดังนั้น ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล ทุก ๆ 8.29 คนจะพบผู้สูงอายุในเขตเทศบาล ภาวะพึ่งพิงบางด้าน หรือพึ่งพิงโดยสมบูรณ์ 1 คน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ภาวะการพึ่งพิง ADL ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และ ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล

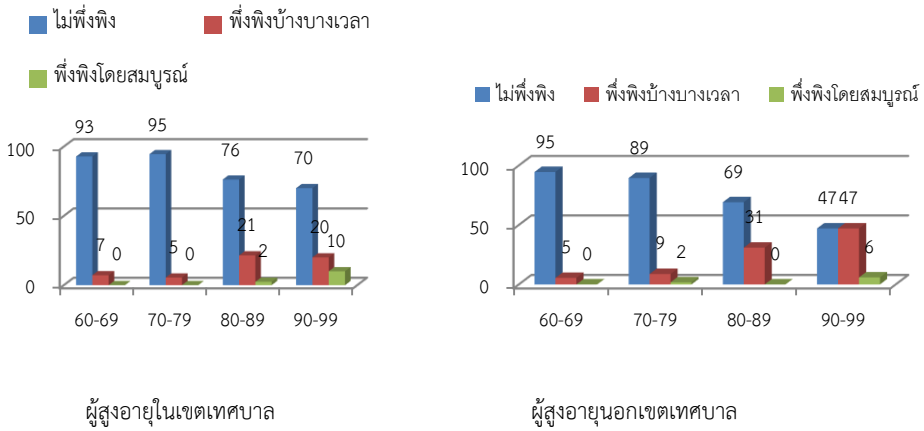
กลุ่ม	ภาวะพึ่งพิง ADL		รวม
	ไม่พึ่งพิง	พึ่งพิงบางด้านและพึ่งพิงโดยสมบูรณ์	
ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล	174 (89.23%)	21 (10.769%)	195
ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล	166 (82.18%)	36 (17.8822%)	202
รวม	**340 (85.6%)**	**57 (14.4%)**	**397**

Odds ratio ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ที่ไม่มีภาวะพึ่งพิง =166 / 36 = 4.611 ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ทุก 4.61 คน จะพบภาวะพึ่งพิงบางด้าน หรือพึ่งพิงโดยสมบูรณ์ 1 คน Odds ratio ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล/ ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล = 8.286 / 4.611=1.797 (ตารางที่ 3) ค่า Odds ratio ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เป็น 1.007-3.205 ซึ่งทั้งค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดมีค่ามากกว่า 1 ดังนั้น ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล มีภาวะพึ่งพิง ADL แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล มีความสัมพันธ์กับ ADL (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่า Risk Estimate ภาวะพึ่งพิงการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามดัชนีบาร์เทลกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล

Risk Estimate			
	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for พื้นที่ (ในเขตเทศบาล / นอกเขตเทศบาล)	1.797	1.007	3.205
For cohort ภาวะไม่พึ่งพิง(ในเขตเทศบาล/นอกเขตเทศบาล)	1.086	1.002	1.177
For cohort ภาวะพึ่งพิง(ในเขตเทศบาล/ นอกเขตเทศบาล)	.604	.366	.997
N of Valid Cases	**397**		

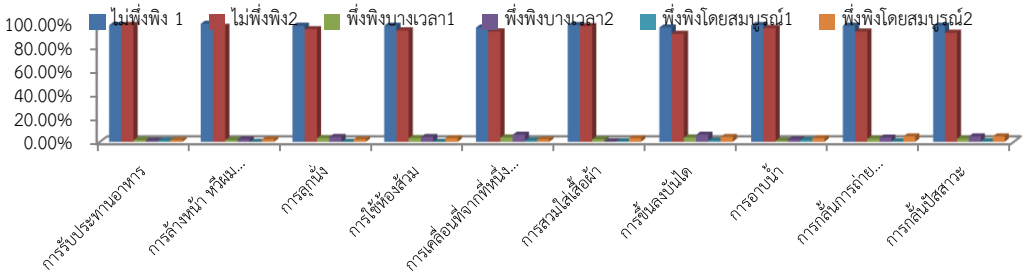
ค่า Relative risk จากตารางที่ 2 ผู้สูงอายุในเขตเทศบาลร้อยละ 89.2307 ไม่มีภาวะไม่พึ่งพิง ADL มีภาวะพึ่งพิง ADLร้อยละ 10.76923 และ ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาลร้อยละ 82.1782 ไม่พึ่งพิง ADL มีภาวะพึ่งพิง ADL ร้อยละ 17.882178 ค่าประมาณการ Relative risk กรณีไม่พึ่งพิง ADL =.8923/.8218 =1.086 แปลว่าผู้สูงอายุในเขตเทศบาล มีโอกาสเกิดภาวะไม่พึ่งพิง ADL มากกว่าผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล 1.086 เท่า ค่าประมาณการ Relative risk กรณีมีภาวะพึ่งพิง ADL =.10769/.17882=0.604 แปลว่าผู้สูงอายุในเขตเทศบาล มีโอกาสเกิดภาวะพึ่งพิง ADL น้อยกว่าผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล 0.604 เท่า (ตารางที่ 3) ค่าประมาณแบบช่วงที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของ Cohort ภาวะไม่พึ่งพิง ADL ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล กับผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล (1.002-1.177) จึงสรุปได้ว่าภาวะไม่พึ่งพิง ADL ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล กับผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล มีความสัมพันธ์กันเพราะมีค่าเกิน 1 แต่ Cohort ภาวะพึ่งพิง ADLของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล กับผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล (.366-.997) แสดงว่าภาวะพึ่งพิง ADL ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล กับผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ไม่มีความสัมพันธ์กันเพราะมีค่าไม่เกิน 1 ผลการวิจัยพบว่าทุกกลุ่มอายุ กลุ่มละ 10 ปี 60-69 ปี 70-79ปี 80-89ปี 90-99 ปี และ 100 ปีขึ้นไป กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุเกือบทุกกลุ่ม ยกเว้นอายุ 90-99 ปี ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาลจะพบผู้สูงอายุที่ไม่พึ่งพิง ADL มากกว่ามีภาวะพึ่งพิง ADL (ภาพที่ 1)



ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล

ภาพที่ 1 ร้อยละกลุ่มอายุการพึ่งพิง ADL ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล

ผลการวิจัยภาวะพึ่งพิง ADL รายด้านของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล พบว่า ทั้งสองกลุ่มไม่พึ่งพิง ADL เกินร้อยละ 90 ทุกด้าน แม้ผู้สูงอายุในเขตเทศบาลกลุ่มไม่พึ่งพิง ADL จะป่วยด้วยโรคเรื้อรังถึงร้อยละ 38.46 และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาลจะป่วยด้วยโรคเรื้อรังถึงร้อยละ 37.13 ก็ตาม (ตารางที่ 4)



ภาพที่ 2 ภาวะพึ่งพิง ADL 10 ด้าน ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล กับผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล

จากภาพที่ 2 พบว่า ADL ทั้ง 10 ด้านกลุ่มไม่พึ่งพิงในเขตเทศบาล สามารถปฏิบัติทั้ง 10 กิจกรรมได้เกินร้อยละ 90 กลุ่มไม่พึ่งพิงในนอกเทศบาล มีบางกิจกรรมปฏิบัติได้ไม่ถึงร้อยละ 90 ได้แก่ การขึ้นลงบันได

ตารางที่ 4 ปัญหาสุขภาพพบในกลุ่มตัวอย่างในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาล 3 ลำดับแรก

กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ ในเขตเทศบาล(N=195 คน) นอกเขตเทศบาล (N=202 คน)	โรคไร้เชื้อเรื้อรัง			โรคอื่น ๆ จำนวน (ร้อยละ)
	อันดับ 1 จำนวน (ร้อยละ)	อันดับ 2 จำนวน (ร้อยละ)	อันดับ 3 จำนวน (ร้อยละ)	
ในเขตเทศบาล	75คน (38.46%)	49 คน (25.13%)	19 คน (9.74%)	52 (26.67%)
นอกเขตเทศบาล	75 คน (37.13%)	44 คน (21.78%)	21 คน (10.40%)	62 (30.69%)
รวม(397 คน)	150 (75.59%)	93 (46.91%)	40 (20.14%)	114 (57.36%)

อันดับ 1 ปกติ อันดับ 2 โรคความดันโลหิตสูง อันดับ 3 โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ หรือสองโรครวมกัน

จากตารางที่ 5 ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล จำนวน 195 คนไม่ป่วย 75 คน ป่วย 120 คน Odds ratio ของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล ป่วย = 120/75 = 1.6 แสดงถึงผู้สูงอายุในเขตเทศบาล ป่วยเป็น 1.6 เท่าของคนปกติ ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล จำนวน 202 คน ปกติ 75 คน ป่วย 127 คน Odds ratio ของผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ที่ป่วย = 127/75 = 1.693 แสดงผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาลป่วยเป็น 1.693 เท่าของคนปกติ Odds ratio ของผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ที่ป่วย/ผู้สูงอายุในเขตเทศบาลที่ป่วย = 1.693/1.6 = 1.058 แสดงผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล จะป่วยเป็น 1.058 เท่าของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 ภาวะสุขภาพปกติ กับป่วยที่พบในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในเขตเทศบาลและผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล

พื้นที่	ปกติ	ป่วย	รวม
ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล (N= 195 คน)	75 คน (ร้อยละ 38.461538)	120 คน (ร้อยละ 61.538462)	195
ผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล (N=202 คน)	75 คน (ร้อยละ 37.128713)	127 คน (ร้อยละ 62.871287)	202
รวม	150	247	397

ค่าประมาณแบบช่วงของ Odds ratio ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เป็น .705-1.588 ซึ่งค่าต่ำสุดมีค่าน้อยกว่า 1 และค่าสูงสุดมีค่ามากกว่า 1 ดังนั้น ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล มีโอกาสการเจ็บป่วยที่เท่ากัน 1 ต่อ 1 จึงสรุปได้ว่าไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้สูงอายุที่อยู่ในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุที่อยู่นอกเขตเทศบาลไม่มีความสัมพันธ์กับการเจ็บป่วย (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 Risk Estimate การเจ็บป่วยของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล

Risk Estimate	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio พื้นที่ (ในเขตเทศบาล / นอกเขตเทศบาล)	1.058	.705	1.588
For cohort ภาวะไม่ป่วยของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล	1.036	.805	1.333
For cohort ภาวะป่วยของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล	.979	.840	1.141
N of Valid Cases	397		

Relative risk จากตารางที่ 5 พบว่าผู้สูงอายุในเขตเทศบาล ไม่ป่วยร้อยละ 38.46 ป่วยร้อยละ 61.54 และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ไม่ป่วยร้อยละ 37.13 ป่วยร้อยละ 62.87 ค่าประมาณการ Relative risk กรณีไม่ป่วยผู้สูงอายุในเขตเทศบาล กับผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล 38.46 /37.129=1.036

Relative risk กรณีป่วยผู้สูงอายุในเขตเทศบาลกับผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล =.6154/.6287=0.979 (ตารางที่ 6) ค่าประมาณแบบช่วงที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของ Cohort ภาวะไม่ป่วยของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในเขตเทศบาลกับนอกเขตเทศบาล (.805-1.333) แสดงว่าภาวะไม่ป่วยและป่วยของผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลกับผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่นอกเขตเทศบาลไม่มีความสัมพันธ์กันกับภาวะไม่ป่วยและป่วย และ Cohort ภาวะป่วยของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในเขตเทศบาลกับผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล (.840-1.141) แสดงว่าภาวะป่วยและป่วยของผู้สูงอายุที่อาศัยในเขตเทศบาลกับผู้สูงอายุที่อาศัยนอกเขตเทศบาล ไม่มีความสัมพันธ์กัน

ผลการวิจัยสภาพบ้านผู้สูงอายุผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ADL 10 ด้าน งานวิจัยนี้ศึกษาสภาพบ้านที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ห้องนอน ห้องน้ำห้องส้วม บันได สภาพภายในบ้าน ห้องครัว พบว่าสภาพบ้านผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุในเขตเทศบาล มีสภาพพื้นที่ต่าง ๆ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สภาพห้องนอนผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล

ห้องนอน	ในเขตเทศบาลผู้สูงอายุในเขตเทศบาล (N=122)		นอกเขตเทศบาลผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล (61)	
	ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ไม่ใช่
ห้องนอนเป็นสัดส่วนมิดชิด	60 (49.18%)	62 (50.82%)	25 (40.98%)	36 (59.02%)
มีเตียงนอนหรือที่นอนยกระดับสูงจากพื้น	50 (40.98%)	81 (59.02%)	20 (32.79%)	41 (67.01%)
ห้องนอนมีสภาพที่น่านอน สะอาด เป็นระเบียบ ระบายอากาศได้ดี	53 (43.44%)	69 (56.56%)	23 (37.70%)	38 (62.30%)



ภาพที่ 3 สภาพห้องนอนผู้สูงอายุในเขตเทศบาล (แถบทึบปิดชื่อบ้านเลขที่)

พบว่าห้องนอนผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล มีเตียงนอนหรือที่นอนยกระดับสูงจากพื้น จำนวน 50 หลัง (ร้อยละ 40.98) และจำนวน 20 หลัง (ร้อยละ 32.79) ตามลำดับ ผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ห้องนอนมีสภาพที่น่านอน สะอาด เป็นระเบียบ ระบายอากาศได้ดีจำนวน 53 หลัง (ร้อยละ 43.44) และจำนวน 23 หลัง (ร้อยละ 37.70) ตามลำดับ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ ADL ด้านการเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง และการลุกนั่ง สภาพห้องนอนของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล ไม่แตกต่างจากผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล และไม่เป็นไปตามมาตรฐานห้องนอน (ไตรรัตน์ จารุทัศน์,และคณะ,2548) ร้อยละ 100 สภาพห้องนอนผู้สูงอายุที่เหมาะสมคือต้องเป็นสัดส่วน มีช่องระบายอากาศ มีเตียงนอนสูงจากพื้นอย่างน้อย 60 เซนติเมตร นั่งบนเตียงเท้าแตะพื้นได้ไม่ลอย ที่นอนค่อนข้างแข็ง มีราวจับรอบห้อง พื้นไม่ลื่น มีแสงสว่างเพียงพอ สวิทซ์เปิดปิดง่าย มีอุปกรณ์ฉุกเฉินเพื่อขอความช่วยเหลือ ประตูเปิดออก มือจับแบบคันโยก ไม่ควรมีกลอนใน หากเป็นลูกบิดต้องมีลอนไม่ลื่น



ภาพที่ 4 สภาพห้องนอนผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล (แถบทึบปิดชื่อบ้านเลขที่)

พบว่าห้องอาบน้ำ ห้องส้วมของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และนอกเขตเทศบาล ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 100 ห้องน้ำ ห้องส้วม เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง การลุกนั่ง การอาบน้ำ การล้างหน้า (แปรงฟัน โกนหนวด หวีผมฯ) การกลั้นปัสสาวะ การแต่งตัว การกลั้นอุจจาระการใช้ห้องส้วม ตามมาตรฐานห้องอาบน้ำ ห้องส้วมของผู้สูงอายุคือพื้นไม่ลื่น พื้นเสมอกันไม่ต่างระดับ มีราวจับรอบห้อง โถถ่ายแบบนั่งทับไม่ใช่แบบนั่งยอง แยกส่วนเปียกออกจากส่วนแห้ง อ่างล้างหน้า (ถ้ามี) ต้องวางบนฐานปูนที่แข็งแรงไม่แขวนข้างขวาสามารถยืดเกาะเมื่อเกิดอุบัติเหตุได้ บานประตูเปิดออกนอกห้อง มือจับแบบคันโยก ลูกบิดต้องมีร่องไม่ลื่น ไม่ใส่กลอนใน(ไตรรัตน์ จารุทัศน์และคณะ,2548)



ภาพที่ 5 สภาพห้องน้ำห้องส้วมผู้สูงอายุในเขตเทศบาล (แถบทึบปิดชื่อบ้านเลขที่)



ภาพที่ 6 สภาพห้องน้ำห้องส้วมผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล (แถบทึบปิดชื่อบ้านเลขที่)



ภาพที่ 7 สภาพห้องครัวผู้สูงอายุในเขตเทศบาล (แถบทึบปิดชื่อบ้านเลขที่)



ภาพที่ 8 สภาพห้องครัวผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล (แถบทึบปิดชื่อบ้านเลขที่)

พบว่าห้องครัว ห้องรับประทานอาหารของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มาตรฐานห้องรับประทานอาหารสำหรับบ้านผู้สูงอายุ ต้องสะอาด ปลอดภัย ที่ปรุงอาหารสูงจากพื้นอย่างน้อย 60 เซนติเมตร มีอุปกรณ์ไฟฟ้า ปลั๊กไฟฟ้าที่ปลอดภัย ท่อแกสปลอดภัย ไม่ชำรุดที่อาจก่อให้เกิดไฟฟ้าช็อต แกสรั่วได้ ก๊อกน้ำควรแบบปัดไปซ้ายขวา พื้นไม่ลื่น สะอาด ปราศจากแมลงและสัตว์นำโรค ซึ่งห้องครัวเกี่ยวข้องกับ ADL การเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง การลุกนั่ง การรับประทานอาหาร (ไตรรัตน์ จารุทัศน์,และคณะ,2548)



ภาพที่ 9 สภาพบันไดบ้านผู้สูงอายุในเขตเทศบาล (แถบทึบปิดชื่อบ้านเลขที่)



ภาพที่ 10 ตัวอย่างบันไดผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล (แถบทึบปิดชื่อบ้านเลขที่)

พบว่าบันไดของผู้สูงอายุในเขตเทศบาล และผู้สูงอายุนอกเขตเทศบาล ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 100 เกณฑ์มาตรฐานบันไดภายในภายนอกบ้านผู้สูงอายุ อาจมีทางลาดแทนบันได บันไดมีราวจับขนาดกำมือ บันไดลูกนอนต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างฝ่าเท้าผู้สูงอายุต้องวางได้เต็มความยาวฝ่าเท้า ลูกตั้งสูงน้อยกว่าขั้นบันไดปกติ มีขั้นพัก มีราวเกาะที่แข็งแรง ไม่ลื่น ไม่ชัน (ไตรรัตน์ จารุทัศน์ และคณะ,2548) จากการศึกษารูปแบบที่อยู่อาศัยในความต้องการของผู่สูงอายุในเขตอำเภอจังหวัดราชบุรีของไศรยวีร ครูสุวัฒน (2556) พบว่ายังไม่สอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนด อุสาสันต์ กอธวัช และคณะ (2561) ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความปลอดภัยและสะดวกสบายในการอยู่อาศัยของผู้สูงอายุที่อยู่ในชุมชนพบว่า พื้นที่ที่ต้องปรับปรุงโดยเร็ว คือ ห้องน้ำ ร้อยละ 21.0 บันไดทั้งในบ้านและนอกบริเวณบ้าน (ร้อยละ 17.0) พื้นที่ที่ต้องปรับปรุง ที่พบมากที่สุดคือ ห้องพักอาศัย (ร้อยละ 48.0) สมสมัย พิลาแดง, ยุทธพล ทวะชาลี และกตัญญู แก้วหานาม (2557) พบว่าความต้องการสวัสดิการสังคมของผู้สูงอายุในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลด้านที่อยู่อาศัยควรเร่งดำเนินการจัดทำโครงการกู้เพื่อที่อยู่อาศัยสำหรับผู้สูงอายุในการปรับปรุงที่อยู่อาศัยร้อยละ 67.0 รองลงมาคือ ควรมีการส่งเสริมให้ความรู้กับคนในครอบครัวและผู้สูงอายุในการปรับปรุงที่อยู่อาศัยเพื่อรองรับผู้สูงอายุ ร้อยละ 33.0 ดังนั้นจากผลการวิจัยจึงสรุปได้ว่าบ้านผู้สูงอายุทุกหลังทั้งฐานะยากจน หรือฐานะปานกลางก็มีสภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่อยู่อาศัยสำหรับผู้สูงอายุ ไม่สอดคล้องกับการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน หากไม่มีผู้ดูแลจะยิ่งประสบปัญหาการดำเนินชีวิต อาจประสบอุบัติเหตุได้ง่าย ดังนั้นท้องถิ่นควรมีการสำรวจบ้านผู้สูงอายุและดำเนินมาตรการดูแลเรื่องสวัสดิการที่อยู่อาศัยที่สอดคล้องตาม ADL และบุคคลที่จะสร้างที่อยู่อาศัยควรออกแบบคำนึงการอยู่อาศัยของตนเองหากมีภาวะพึ่งพิง ADL ในวัยผู้สูงอายุ

เอกสารอ้างอิง

กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2560).**พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546.** ค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2560,จาก http://www.dop.go.th.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.(2560). แบบประเมิน ADL การจำแนกผู้สูงอายุตามกลุ่มศักยภาพ ตามความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน(Barthel Activities of Daily Living :ADL) ค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2562,จาก http://www.udo.moph.go.th.

กองโรคไม่ติดต่อ(2561). **โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง**. ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2562 จาก http://www.thaincd.com.

กอธวัช พิมพ์พรรณ และคณะ.(2561).**ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความปลอดภัยและสะดวกสบายในการอยู่อาศัยของผู้สูงอายุที่อยู่ในชุมชน**.วารสารพยาบาลสาธารณสุข มกราคม - เมษายน 2561 ปีที่ 32 ฉบับที่ 1.

ไตรรัตน์ จารุทัศน์ และคณะ. (2548). **มาตรฐานขั้นต่ำสำหรับที่พักอาศัย และสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุ.** สกว.

พรบ.ผู้สูงอายุ.(2546). http://www.dop.go.th/download/laws/regulation_th_20152509163042_1.pdf.

ศุภมาตร อิสสระพันธุ์ และคณะ. (2556).**การพัฒนารูปแบบการให้บริการดูแลผู้สูงอายุด้านการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันขั้นพื้นฐานและขั้นกลาง.** มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ไศรยวีร์ ครูสุวัฒน. (2556). **รูปแบบที่อยู่อาศัยในความต้องการของผู้สูงอายุ ในเขตอำเภอ จังหวัดราชบุรี.** วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประกอบการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สมสมัย พิลาแดง และคณะ. (2557). **ความต้องการสวัสดิการสังคมของผู้สูงอายุในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลดงพยุงอำเภอดอน จาน จังหวัดกาฬสินธุ์**. วารสารรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ปีที่ 3 เล่มที่ 1 (ม.ค.-มิ.ย. 2557).

สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2561). **สถิติผู้สูงอายุ.**ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2562 จาก http://statbbi.nso.go.th.

UN. (2015). **Aging society**. Retrieved December 8, 2017, from http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2015_Report.pdf.

การศึกษาการเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของทาร์ตไข่

Study of Dietary Supplementation from Corncob on Sensory Qualities of Egg Tart

กมลชนก ขวัญแก้ว[2], เจนจิรา ชาติพจน์[2], สุทธิดา พูนเพ็ชร[2]และ สุรีย์พร กังสนันท์[1*]

Kamonchanok Kwankaew[2], Jenjira Chatphot[2], Suttida Poonphet[2]

and Sureeporn Kangsanant[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานของการผลิตแป้งทาร์ต ศึกษาปริมาณการเสริมซังข้าวโพดในตัวแป้งทาร์ตเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ และศึกษาต้นทุนในการผลิต ผลการศึกษาสูตรมาตรฐานของแป้งทาร์ตพบว่า สูตรมาตรฐานที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ประกอบด้วย แป้งสาลี 250 กรัม, น้ำตาลทราย 2 ½ กรัม, ไข่แดง 1 ฟอง, ผงฟู ¼ ช้อนชา, เกลือป่น ¼ ช้อนชา, เนยสดรสจืด 125 กรัม จากนั้นได้ศึกษาปริมาณซังข้าวโพดหวานที่เหมาะสมเพื่อเสริมใยอาหารในแป้งสาลี 5 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยการให้คะแนนการยอมรับด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความร่วน) และความชอบโดยรวมในการผลิตแป้งทาร์ตผลการศึกษาพบว่าการเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดที่ระดับร้อยละ 10 ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันที่ระดับอื่นๆ ในทุกด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง เนื่องจากลักษณะของแป้งทาร์ตที่มีการเสริมซังข้าวโพดมีลักษณะกรอบร่วนไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้การศึกษาต้นทุนในการผลิตแป้งทาร์ต พบว่า แป้งทาร์ตที่มีการเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 8.12 บาทต่อชิ้น

คำสำคัญ: ทาร์ตไข่, ซังข้าวโพด, แป้งสาลี

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

***Corresponding author, E-mail:** kangsanant.s@gmail.com

Abstract

This research aimed to study the standard recipe of egg tart, supplementation of corncob and production cost of egg tart. The standard recipeconsisted of 250 grams of wheat flour, 2 ½ grams of sugar, 1 egg yolk, 1/4 teaspoon baking powder, 1/4 teaspoon salt, 125 grams of unsalted butter. This recipe received the highest acceptant score. The supplementation of corncob in egg tart at 2%, 4%, 6%, 8% and 10% were studied. A 9-point hedonic scale was used for overall liking test on appearance, color, taste, texture and overall acceptability. Corncob supplemented in egg tart at 10% was not statistically significant different ($p \geq 0.05$) compared to other levels. The acceptant score range like moderately. Furthermore,crumbly of egg tart texture did not changed while amount of corncob increasing. The production cost of egg tart with 10% corncob is 8.12 baht per piece.

Keyword: Egg tart, corn cob, wheat flour

บทนำ

ทาร์ตไข่ เป็นขนมอบชนิดทาร์ตสังขยานิยมรับประทานในโปรตุเกส อังกฤษ ฮ่องกง และประเทศอื่นๆ ในทวีปเอเชีย มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนแป้งทาร์ต และส่วนของไส้ ส่วนผสมหลักของทาร์ตไข่ คือ แป้งสาลี เนย นม น้ำตาล และไข่ไก่ (Chang, 2013) ซึ่งในปัจจุบัน พบว่า การผสมหรือเติมใยอาหารลงในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและยังเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากใยอาหารส่วนใหญ่ในซังข้าวโพดเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ ซึ่งใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้สามารถดูดซับสารอาหารต่างๆ เมื่อจับกับน้ำทำให้เกิดการพองตัว เมื่อบริโภคเข้าไปจะช่วยทำให้มวลอุจจาระเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ขับถ่ายสะดวก ลดอาการท้องผูก มะเร็งลำไส้ใหญ่ (หน่วยงานสารสนเทศมะเร็ง, 2553)

ผลิตภัณฑ์ขนมอบมีองค์ประกอบหลัก คือ คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ให้พลังงานค่อนข้างสูงแต่คุณค่าทางโภชนาการต่ำ มีปริมาณใยอาหารน้อย หากรับประทานในปริมาณมาก แต่ขาดการออกกำลังกายที่สม่ำเสมอ จะทำให้ส่งผลเสียต่อผู้บริโภคที่ควบคุมน้ำหนัก และอาจจะมีความเสี่ยงต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases; NCDs) ต่างๆ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน และโรคความดันโลหิตสูง จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาขนมอบให้มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น โดยการศึกษาการนำวัตถุดิบเหลือใช้ ซังข้าวโพดหวาน มาเสริมใยอาหารแก่แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แป้งทาร์ต ซึ่งผู้วิจัยเล็งเห็นว่า ซังข้าวโพดมีปริมาณ คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารสูง (Abubakar Us *et al*, 2016) องค์ประกอบของซังข้าวโพดต่อ 100 กรัม ไนโตรเจน 0.78 กรัม เถ้า 2.49 กรัม โปรตีน 4.19 กรัม ไขมัน 4.72 กรัม ความชื้น 6.00 กรัม จึงมีความสนใจที่จะนำซังข้าวโพดมาเสริมใยแป้งทาร์ตเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่แป้งทาร์ตและเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้แก่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพอีกทางหนึ่ง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1.ศึกษาสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์แป้งทาร์ต

ศึกษาสูตรมาตรฐานของแป้งทาร์ตเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่โดยดัดแปลงจากสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 ของ วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์ (2561) สูตรที่ 2 ของ ภาสกร หลี (2554) และสูตรที่ 3 ของ Norma

Olizon– Chikiamco (2548) ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสูตรมาตรฐานทั้ง 3 สูตร ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความร่วน) และความชอบโดยรวมผู้ทดสอบชิมเป็น ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คน คัดเลือกสูตรมาตรฐานที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุด เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 ส่วนผสมในการผลิตแป้งทาร์ต

ส่วนผสมแป้งทาร์ต	**สูตรที่1**	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
1. แป้งสาลีอเนกประสงค์	200 กรัม	150 กรัม	250 กรัม
2. ผงฟู	1/2 ช้อนชา	2 กรัม	1/4 ช้อนชา
3. เนยสดรสจืด	100 กรัม	72 กรัม	125 กรัม
4. น้ำตาลทรายขาว	100 กรัม	-	2 ½ กรัม
5. น้ำตาลไอซิ่ง	-	45 กรัม	-
6. ไข่ไก่	1ฟอง	25 กรัม	-
7. ไข่แดง	-	-	1 ฟอง
8. เกลือป่น	1/4 ช้อนชา	2 กรัม	1/4 ช้อนชา

2. ศึกษาปริมาณซังข้าวโพดที่เหมาะสมเพื่อเสริมใยอาหารในการผลิตแป้งทาร์ต

2.1 การเตรียมซังข้าวโพด

นำซังข้าวโพดมาล้างทำความสะอาด ขูดเนื้อเมล็ดที่เหลือติดมาออกหั่นให้มีขนาด 2×2 เซนติเมตร จากนั้นต้มในอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ปั่นด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียดเป็นเวลา 2 นาที กรองด้วยผ้าขาวบางเก็บรักษาในถุงพาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนแล้วนำไปแช่แข็งจนกว่าจะนำไปใช้งาน

2.2 ศึกษาปริมาณซังข้าวโพดที่เหมาะสมในการเสริมใยอาหารในแป้งทาร์ต

ศึกษาการเสริมใยอาหารโดยเสริมซังข้าวโพดในสูตรที่ระดับร้อยละ 2, 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลีตามสูตรมาตรฐานทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมผู้ทดสอบเป็นผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คนด้วยวิธี 9-point hedonic scale คัดเลือกระดับการเสริมใยอาหารด้วยซังข้าวโพดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุด เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3. คำนวณต้นทุนการผลิตทาร์ตไข่ซังข้าวโพด

คำนวณต้นทุนในการผลิต คำนวณจาก วิธีการของ (ลักขณา ต้นเจริญ, 2553) คือ

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงงานทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์แป้งทาร์ต

การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแป้งทาร์ตสูตรพื้นฐาน (ตารางที่ 2) โดยการให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นกลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ร่วน) และความชอบโดยรวม จากการศึกษาพบว่าแป้งทาร์ตสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและด้านสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ส่วนคะแนนการยอมรับด้าน กลิ่น กลิ่นรส

รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของสูตรพื้นฐานที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกัน แต่มีคะแนนการยอมรับที่สูงกว่าสูตรพื้นฐานที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าคะแนนการยอมรับของสูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สูตรพื้นฐานที่ 3 มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้าน กลิ่นกลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม สูงกว่าสูตรพื้นฐานที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกสูตรพื้นฐานสูตรที่ 3 เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป โดยสูตรพื้นฐานสูตรที่ 3 เป็นของ Norma Olizon– Chikiamco (2548) ประกอบด้วยแป้งสาลี 250 กรัม, น้ำตาลทราย2 ½ กรัม, ไข่แดง 1 ฟอง, ผงฟู ¼ ช้อนชา, เกลือป่น ¼ ช้อนชา, เนยสดรสจืด 125 กรัม

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แป้งทาร์ตสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.74±1.36 [a]	6.96±1.10 [a]	6.56±1.57 [a]
สี	7.00±1.30 [a]	6.98±1.37 [a]	6.88±1.58 [a]
กลิ่น	6.30±1.51 [b]	6.98±1.69 [a]	7.26±1.52 [a]
กลิ่นรส	6.40±1.37 [b]	7.28±1.03 [a]	7.36±1.36 [a]
รสชาติ	6.22±1.51 [b]	7.18±1.17 [a]	7.46±1.45 [a]
เนื้อสัมผัส	6.28±1.45 [b]	6.98±1.31 [a]	7.28±1.72 [a]
ความชอบโดยรวม	6.56±1.19 [b]	7.46±0.97 [a]	7.74±1.48 [a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณซังข้าวโพดที่เหมาะสมเพื่อเสริมใยอาหารในแป้งสาลีในการผลิตแป้งทาร์ต

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแป้งทาร์ตที่มีการเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดพันธุ์หวานในแป้งสาลี 5 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี (ตารางที่ 3) โดยการให้คะแนนการยอมรับด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ร่วน) และความชอบโดยรวม จากการศึกษาพบว่าคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์แป้งทาร์ต ผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของแป้งทาร์ตที่มีการเสริมซังข้าวโพดมีลักษณะกรอบร่วนไม่แตกต่างกัน จึงทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าระดับการเสริมซังข้าวโพดที่เพิ่มขึ้นจนถึงร้อยละ 10 ไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกการเสริมซังข้าวโพดในแป้งทาร์ตที่เสริมซังข้าวโพดระดับร้อยละ 10 เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป ระดับการเสริมซังข้าวโพดในผลิตภัณฑ์แป้งทาร์ตมีผลใกล้เคียงกับงานวิจัยการใช้เปลือกทุเรียนผงในการเพิ่มใยอาหารในผลิตภัณฑ์แป้งทาร์ตคือสามารถใช้เปลือกทุเรียนผงเพื่อทดแทนแป้งสาลีได้ในระดับร้อยละ 15 จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบรวมตัวอย่างแป้งทาร์ตที่ใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 15 สูงกว่าที่ระดับอื่นๆและสูงกว่าชุดควบคุม (เจตนิพัทธ์ บุณย

สวัสดิ์และจักราวุธ ภู่เสม, 2560) จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ทาร์ตที่มีการเพิ่มใยอาหารจากแหล่งวัสดุเหลือใช้จะสามารถเพิ่มลงในตัวแป้งได้ในปริมาณที่จำกัด อย่างไรก็ตามการผสมหรือเติมใยอาหารจากวัสดุเหลือใช้ที่ยังคงมีคุณค่าทางโภชนาการเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากใยอาหารส่วนใหญ่ในซังข้าวโพดเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ ซึ่งใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้สามารถดูดซับสารอาหารต่างๆ เมื่อจับกับน้ำทำให้เกิดการพองตัว เมื่อบริโภคเข้าไปจะช่วยทำให้มวลอุจจาระเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ขับถ่ายสะดวก ลดอาการท้องผูก มะเร็งลำไส้ใหญ่ (หน่วยงานสารสนเทศมะเร็ง, 2553)



ร้อยละ 2 ร้อยละ 4 ร้อยละ 6 ร้อยละ 8 ร้อยละ 10

ภาพที่ 1 แป้งทาร์ตที่มีการเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดที่ระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสแป้งทาร์ตที่มีการเสริมใยอาหารในแป้งสาลีในการผลิตแป้งทาร์ตที่ระดับต่างๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**ปริมาณซังข้าวโพดที่เสริมในแป้งทาร์ต (ร้อยละ)**				
	2	4	6	8	10
ลักษณะปรากฏ	7.08±1.19[a]	7.34±1.40 [a]	7.32±1.09 [a]	7.20±1.64 [a]	7.44±1.26 [a]
สี	7.46±0.97[a]	7.48±1.24 [a]	7.32±1.18 [a]	7.10±1.64 [a]	7.16±1.33 [a]
กลิ่น	7.30±1.19[a]	7.40±0.98 [a]	7.32±1.23 [a]	7.22±1.54 [a]	7.42±1.17 [a]
กลิ่นรส	7.36±1.15[a]	7.38±1.10 [a]	7.04±1.15 [a]	7.10±1.61 [a]	7.34±1.39 [a]
รสชาติ	7.22±0.93[a]	7.40±1.06 [a]	7.42±1.14 [a]	7.16±1.65 [a]	7.50±1.28 [a]
เนื้อสัมผัส	7.18±1.15[a]	7.34±1.22 [a]	7.18±1.28 [a]	6.84±1.71 [a]	7.36±1.42 [a]
ความชอบโดยรวม	7.52±0.99[a]	7.62±1.19 [a]	7.30±1.24 [a]	7.32±1.49 [a]	7.40±1.24 [a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3. ผลการศึกษาต้นทุนในการผลิตแป้งทาร์ตเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพด

ตารางที่ 4 การคิดคำนวณต้นทุนการผลิตแป้งทาร์ตเสริมซังข้าวโพด

วัตถุดิบ	ราคา	น้ำหนัก (การผลิต 1 สูตร)		ต้นทุน (การผลิต 1 สูตร)	
		สูตรพื้นฐาน	สูตรเสริมใยอาหาร	สูตรพื้นฐาน	สูตรเสริมใยอาหาร
แป้งสาลี	31 บาท/กิโลกรัม	250 กรัม	250 กรัม	7.75 บาท	7.75 บาท
น้ำตาลทราย	22 บาท/กิโลกรัม	300 กรัม	300 กรัม	6.60 บาท	6.60 บาท
ไข่ไก่ เบอร์2	4 บาท/ฟอง	5 บาท/ฟอง	5 บาท/ฟอง	20 บาท	20 บาท
ผงฟู	108 บาท/400 กรัม	½ ช้อนชา	½ ช้อนชา	1.35 บาท	1.35 บาท
เกลือป่น	7 บาท/500 กรัม	¾ ช้อนชา	¾ ช้อนชา	0.21 บาท	0.21 บาท
เนยสดรสจืด	180 บาท/กิโลกรัม	125 กรัม	125 กรัม	22.50 บาท	22.50 บาท
นมสดรสจืด	45 บาท/946มิลลิลิตร	625 มิลลิลิตร	625 มิลลิลิตร	29.73 บาท	29.73 บาท
ซังข้าวโพด	-	-	25 กรัม	-	-
รวม				88.14 บาท	88.14 บาท

ต้นทุนการผลิตแป้งทาร์ตสูตรพื้นฐาน

ค่าใช้จ่ายในการผลิต (ค่าแก๊ส) : การอบทาร์ตใช้เวลา 40 นาที

ค่าแก๊ส 390 บาทต่อการใช้ 180 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน [(390/180) ×40 นาที] = 1.44 บาท/ครั้ง

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

= 88.14 + 62.25+ 1.44

= 151.83 บาท

1 สูตร จะได้แป้งทาร์ต 25 ชิ้น

= 151.83 / 25

= 6.07 บาท/ชิ้น

ต้นทุนการผลิตแป้งทาร์ตซังข้าวโพด

ค่าใช้จ่ายในการผลิต (ค่าแก๊ส) : การอบทาร์ตใช้เวลา 40 นาที

: การต้มซังข้าวโพดใช้เวลา 30 นาที

: 1.10 ชั่วโมง

ค่าแก๊ส 390 บาทต่อการใช้ 180 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน [(390/180) ×1.10] = 2.38 บาท/ครั้ง

ค่าแรงทางตรง คือ ค่าแรงงานคนขณะผลิตแป้งทาร์ต 3 ชั่วโมง

ค่าแรง 300 บาท ต่อ 8 ชั่วโมง [(390/8) ×3] =112.5 บาท/ครั้ง

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

= 88.14 + 112.5 + 2.52

= 203.16 บาท

1 สูตร จะได้ทาร์ตไข่ 25 ชิ้น

= 203.16 / 25

= 8.12 บาท/ชิ้น

ค่ากล่องพลาสติกใส 4 ช่อง 90บาท/50ชิ้น คิดเป็นเงิน = 1.80 บาท/ชิ้น

1 กล่อง มีทาร์ตไข่ 4 ชิ้น [(8.12×4) + 1.80] = 34.28 บาท/กล่อง

จากการประเมินต้นทุนในการผลิตแป้งทาร์ตเสริมซังข้าวโพด 10% พบว่ามีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งทาร์ตสูตรพื้นฐานซึ่งจะเห็นได้ว่าการเสริมใยอาหารด้วยซังข้าวโพดเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งทาร์ตให้มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เนื่องจากซังข้าวโพด มีปริมาณ คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารสูง และยังมีสรรพคุณเป็นยาช่วยแก้อาการท้องร่วง โรคบิด โรคบวมน้ำ ช่วยขับปัสสาวะ และบำรุงม้ามอีกด้วย(Abubakar Us *et al*, 2016)

สรุปผลการทดลอง

สูตรทาร์ตไข่สูตรพื้นฐานที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงที่สุด คือ สูตรที่ 3 ของ Norma Olizon– Chikiamco (2548) โดยสูตรพื้นฐานประกอบไปด้วยแป้งสาลี 250 กรัม, น้ำตาลทราย 2 ½ กรัม, ไข่แดง1 ฟอง, ผงฟู ¼ ช้อนชา, เกลือป่น ¼ ช้อนชา, เนยสดรสจืด 125 กรัม การเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดในแป้งสาลีในการผลิตแป้งทาร์ตที่ระดับร้อยละ 10 พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงที่สุด โดยมีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง

เอกสารอ้างอิง

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และจักราวุธ ภู่เสม. (2560). "ผลของการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพแป้งทาร์ต".**วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.**11 (2), 48-58.

ภาสกร หลี. (2554). **พายและทาร์ต.** กรุงเทพมหานคร: แสงแดด.

ลักขณา ต้นเจริญ. **(**2553**). การคำนวณค้นทุนการผลิต. (**Online**).** https://sites.google.com**,** 27 พฤศจิกายน 2561**.**

วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์. (2561). **สูตรทาร์ตไข่โปรตุเกส.**เอกสารประกอบการสอนวิชาขนมอบ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

หน่วยงานสารสนเทศมะเร็ง. (2553). **คุณประโยชน์ "ข้าวโพด"โรงพยาบาลสงขลานครินทร์** (Online). http://medinfo2.psu.ac.th, 27 พฤศจิกายน 2561.

Abubakar U. S, YusufK. M., Safiyanu I, Abdullahi S, Saidu S. R, Abdu GTand IndeeAM. (2016). Proximate and mineral composition of corncob, banana and plantain peels. **International Journal of Food Science and Nutrition.** 6 (November), 25 - 27.

Chang A. (2013). **Egg Tart** (Online).https://th.wikipedia.org/wiki/, 27 November 2018.

Norma Olizon-Chikiamco. (2002). **Fabulous Cakes and Desserts.** Hong Kong: Periplus Editions.

การศึกษาการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโคต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพด

Study on the use of corn milk as a substitute for cow's milk on the sensory quality of custard in corn cob fortified egg tart products

สุทธิดา พูนเพ็ชร[2], กมลชนก ขวัญแก้ว[2], เจนจิรา ชาติพจน์[2], และ สุรีย์พร กังสนันท์[1*]

Suttida Poonphet[2], Kamonchanok Kwankaew[2], Jenjira Chatphot[2], Sureeporn Kangsanant[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำนมข้าวโพดที่เหมาะสมเพื่อทดแทนนมโคในการผลิตคัสตาร์ดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ การคิดคำนวณต้นทุน และการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ การศึกษาการใช้ปริมาณน้ำนมข้าวโพดที่เหมาะสมเพื่อทดแทนนมโคในการผลิตคัสตาร์ดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ทำการศึกษา 4 ระดับ คือ ร้อยละ 25 50 75 และ 100 โดยวิธีการให้คะแนนการยอมรับด้วยวิธี 9-point hedonic scale จากการศึกษาพบว่า คะแนนการยอมรับคัสตาร์ดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 25 ถึงร้อยละ 75 โดยเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนน้ำนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดจนถึงระดับร้อยละ 100 พบว่า คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดมีคะแนนการยอมรับลดลง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป กลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน ใน อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทาร์ตไข่อยู่ที่ระดับชอบถึงชอบมาก ร้อยละ 96 โดยที่ผู้บริโภคยินดีซื้อผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพดและใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโค ร้อยละ 97 ด้วยเหตุผลอร่อย มีรสชาติแปลกใหม่ และคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: น้ำนมข้าวโพด, คัสตาร์ด, การทดสอบทางประสาทสัมผัส

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** kangsanant.s@gmail.com

Abstract

The objectives of this research were to study the suitable amount of corn milk substituted for milk in egg tarts, production cost and consumer' s acceptability of egg tarts. The substitution of corn milk at 25%, 50%, 75% and 100% in egg tarts were study using 9-point hedonic scale. From the results, corn milk supplemented in egg tart up to 75% showed none significantly difference on appearance, color, flavor, taste, texture and overall liking. In addition, increasing the amount of corn milk led to decrease the acceptant score. The 150 consumers in Mueang Songkhla, Songkhla province accepted the egg tart 96% and they were willing to buy egg tart if available in market for 97%. Purchasing decision are delicious, exotic taste and nutritious.

Keyworld: Corn milk, Custard, Sensory tests

บทนำ

ทาร์ตไข่ (Egg Tart) เป็นขนมหวานลูกครึ่งสไตล์โบราณของ โปรตุเกส ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกโดย แม่ชีที่ทำขายเพื่อเป็นรายได้ให้กับ คอนแวนต์ ลักษณะพิเศษเฉพาะ คือ หน้าขนมต้องมีลักษณะไหม้ เรียกกันว่า 'หน้าคาราเมลไลซ์' (Caramelized) เกิดจากการอบจนน้ำตาลเกรียมที่ผิวหน้าขนม ซึ่งเกิดจากส่วนผสมและการอบแบบพิเศษ เพื่อดึงน้ำตาลให้ออกมาด้านบน และให้กรอบเกรียมหอมกรุ่นตามแบบฉบับของต้นตำรับจริง คัสตาร์ดมีส่วนผสมที่เป็นหลักคือ นมโค น้ำตาล ไข่ไก่ ซึ่งปัจจุบันพบว่ากลุ่มผู้บริโภคหันมาดูแลสุขภาพเพิ่มมาขึ้น โดยน้ำนมข้าวโพดนั้นมีรสหวานอุดมไปด้วย วิตามินเอ วิตามินบี แร่ธาตุ ใยอาหาร มีสารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันมะเร็งได้และมีสารสีเหลืองกลุ่มลูทีน และซีแซนทีนที่ช่วยชะลอปัญหาจอประสาทตาเสื่อมรวมถึงป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ (หน่วยงานสารสนเทศมะเร็ง, 2553) ปริมาณสารอาหารในข้าวโพดหวานต่อ 100 กรัม มีคาร์โบไฮเดรต 18.7 กรัม, โปรตีน 3.27 กรัม, ใยอาหาร 2 กรัม, ความชื้น 75.96 กรัม และพลังงาน 86 กิโลแครอรี่ จึงได้มีงานวิจัยที่คิดค้นน้ำนมข้าวโพดมาทดแทนน้ำนมโคเพื่อเมคุณประโยชน์ที่หลากหลายและเพื่อสุขภาพดังกล่าว เช่น งานวิจัยเรื่อง การใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมสดในผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง ซึ่งสามารถทดแทนน้ำนมข้าวโพดได้ร้อยละ 100 เป็นต้น (ฤทัย เรืองธรรมสิงห์, พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่ง และน้องนุช ศิริวงศ์, 2559) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะน้ำนมข้าวโพดมาทดแทนน้ำนมโคในการผลิตทาร์ตไข่ เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่แพ้นมโค และเป็นการเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายให้แก่ผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่อีกทางหนึ่งด้วย

โดยนำวิจัยเรื่อง การศึกษาการเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ของ กมลชนก ขวัญแก้ว และคณะ(2562) ที่มีผลการศึกษาการใช่ซังข้าวโพดเสริมใยอาหารมาศึกษาเพิ่มเติม เพื่อศึกษาการทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพด เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่แพ้นมโค อย่างไรก็ตามการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามความต้องการของผู้บริโภคเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในทางการค้า เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และอาจช่วยลดอาการข้างเคียงที่อาจจะเกิดขึ้นต่อผู้บริโภคที่แพ้นมโค และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเพื่อให้ส่งผลดีต่อผู้บริโภค และเป็นแนวทางในการวางแผนทางการตลาดต่อไป ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อศึกษาแนวทางในการวางแผนในการนำผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายในท้องตลาด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมน้ำนมข้าวโพด

นำเมล็ดข้าวโพดดิบมาล้างทำความสะอาด จากน้ำเติมน้ำสะอาดปริมาณ 3 เท่าของน้ำหนักเมล็ดข้าวโพด นำส่วนผสมไปให้ความร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร กรองด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อ เก็บรักษาน้ำนมข้าวโพดที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

2. ศึกษาการใช้ปริมาณน้ำนมข้าวโพดที่เหมาะสมเพื่อทดแทนนมโคในการผลิตคัสตาร์ดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

ผลิตทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพดตามวิธีการของ กมลชนก ขวัญแก้ว และคณะ (2562) โดยศึกษาการทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดในสูตรที่ระดับร้อยละ 25 50 75 100 ของปริมาณน้ำหนักน้ำนมโค(Norma Olizon – Chikiamco, 2548) โดยมีส่วนผสมของคัสตาร์ดคือ ไข่ไก่ 4 ฟอง นมสดรสจืด 625 มิลลิลิตร และน้ำตาลทรายขาว 250 กรัม นำส่วนผสมทั้งหมดตีผสมเข้าด้วยกัน นำไปกรองด้วยกระชอนตาถี่ แล้วเทลงในแป้งทาร์ตเสริมผงซังข้าวโพด นำไปอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยผู้ทดสอบเป็นบริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) คัดเลือกระดับการทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุด เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3. คำนวณต้นทุนการผลิตทาร์ตไข่ที่ทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพด

คำนวณต้นทุนในการผลิต คำนวณจาก วิธีการของ (ลักขณา ต้นเจริญ, 2553) คือ

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงงานทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

4.ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพดและทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพด โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่ อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน รวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลการบริโภค และข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5- point hedonic scale)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสทาร์ตไข่ทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดในการผลิตคัสตาร์ดที่ระดับต่าง ๆ

การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดที่ใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโคในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 25 50 75 และ 100 (ตารางที่ 1) โดยการให้คะแนนการยอมรับด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากการศึกษาพบว่าคะแนนการยอมรับคัสตาร์ดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 25 ถึงร้อยละ 75 โดยเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดจนถึงระดับร้อยละ 100 พบว่า คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดมีคะแนนการยอมรับลดลง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับระดับการ

ทดแทนที่น้อยกว่า โดยผู้บริโภคให้เหตุผลในการที่ให้ระดับคะแนนน้อยลง เนื่องมาจาก เมื่อทดแทนน้ำนมข้าวโพดในปริมาณเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้คัสตาร์ดมีกลิ่นคาวของไข่เพิ่มขึ้น เนื้อสัมผัสของตัวคัสตาร์ดมีความแข็งขึ้น หน้าของตัวคัสตาร์ดไม่เรียบเนียน (ภาพที่ 1)

จากผลการทดลองข้างต้น จะเห็นได้ว่าเมื่อลดปริมาณนมโคในสูตรคัสตาร์ด พบว่ามีผลทำให้ผิวหน้าของคัสตาร์ดมีความไม่เรียบเนียนและมีกลิ่นคาวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลดลงของนมโคซึ่งโปรตีนและไขมันในนมโคทำให้โครงสร้างของคัสตาร์ดมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นกว่าโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นสารอาหารส่วนใหญ่ในน้ำนมข้าวโพด (ฤทัย เรืองธรรมสิงห์ พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่ง และ น้องนุช ศิริวงศ์, 2559) นอกจากนี้โปรตีนเคซีนในนมโคยังสามารถดับกลิ่นคาวในอาหารได้ (บุณยวีร์ แช่มสูงเนิน, 2558) ซึ่งการลดลงของนมโคในคัสตาร์ดจึงส่งผลให้เกิดกลิ่นคาวของไข่มากขึ้น

ตารางที่ 1 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทาร์ตไข่ทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดในการผลิตคัสตาร์ดที่ระดับต่าง ๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**ปริมาณน้ำนมข้าวโพดที่เหมาะสมเพื่อทดแทนนมโคในการผลิตคัสตาร์ด(ร้อยละ)**			
	25	**50**	**75**	**100**
ลักษณะปรากฏ	7.70±1.32^{a}	7.78±1.38^{a}	7.76±1.13^{a}	6.10±2.19^{b}
สี	7.52±1.29^{a}	7.67±1.18^{a}	7.62±1.29^{a}	6.62±2.13^{b}
กลิ่น	7.92±0.89^{a}	7.82±0.98^{a}	7.66±1.06^{a}	7.18±1.45^{b}
กลิ่นรส	7.62±0.90^{ab}	7.90±0.97^{a}	7.62±1.00^{ab}	7.36±1.35^{b}
รสชาติ	7.70±0.95^{ab}	7.86±1.12^{a}	7.44±1.24^{ab}	7.28±1.57^{b}
เนื้อสัมผัส	7.60±1.24^{ab}	7.96±0.96^{a}	7.44±.18^{b}	7.14±1.30^{b}
ความชอบโดยรวม	8.00±0.94^{a}	8.08±0.98^{a}	7.64±0.92^{a}	7.18±1.45^{b}

หมายเหตุ:ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวมีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ร้อยละ 25 ร้อยละ 50 ร้อยละ 75 ร้อยละ 100

ภาพที่ 1 ทาร์ตไข่ที่ผลิตคัสตาร์ดโดยการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโคที่ระดับต่าง ๆ

2. คำนวณต้นทุนการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโคในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

ตารางที่ 2 การคำนวณต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ที่ใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโค

วัตถุดิบ	ราคา	น้ำหนัก (การผลิต1สูตร)		ต้นทุน (การผลิต 1 สูตร)	
		สูตรพื้นฐาน	สูตรทดแทน	สูตรพื้นฐาน	สูตรทดแทน
แป้งสาลี	31บาท/กิโลกรัม	250กรัม	250กรัม	7.75บาท	7.75บาท
น้ำตาลทราย	22บาท/กิโลกรัม	300กรัม	300กรัม	6.60บาท	6.60บาท
ไข่ไก่เบอร์ 2	4บาท/ฟอง	5/ฟอง	5/ฟอง	20บาท	20บาท
ผงฟู	108บาท/400กรัม	1/2ช้อนชา	1/2ช้อนชา	1.35บาท	1.35บาท
เกลือป่น	7บาท/500กรัม	3/4ช้อนชา	3/4ช้อนชา	0.21บาท	0.21บาท
เนยสดรสจืด	180บาท/กิโลกรัม	125กรัม	125กรัม	22.50บาท	22.50บาท
นมสดรสจืด	45บาท/946มิลลิลิตร	625มิลลิลิตร	156.25มิลลิลิตร	29.73บาท	7.43บาท
น้ำนมข้าวโพด	67บาท/3ลิตร	-	468.75มิลลิลิตร	-	10.46บาท
รวม				88.14บาท	76.25บาท

ต้นทุนการผลิตทาร์ตไข่น้ำนมข้าวโพด

ค่าใช้จ่ายในการผลิต(ค่าแก๊ส) : การอบทาร์ตใช้เวลา 40 นาที
: การต้มน้ำนมข้าวโพดใช้เวลา 30 นาที
: 1.10 ชั่วโมง

ค่าแก๊ส 390 บาทต่อการใช้ 180 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน [(390/180) × 1.10] = 2.38 บาท/ครั้ง

ค่าแรงทางตรง คือ ค่าแรงงานคนขณะผลิตทาร์ตไข่ 3 ชั่วโมง

ค่าแรง 300 บาทต่อ 8 ชั่วโมง [(300/8) × 3] = 112.5 บาท/ครั้ง

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต
= 76.25 +112.5 + 2.38
= 191.13 บาท

1 สูตร จะได้ทาร์ตไข่ 25 ชิ้น
= 191.13 / 25
= 7.64 บาท/ชิ้น

จากการประเมินต้นทุนในการผลิตทาร์ตไข่ซังข้าวโพด 10% และน้ำนมข้าวโพด 75% พบว่ามีต้นทุนการผลิตลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับทาร์ตไข่สูตรพื้นฐาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเสริมใยอาหารด้วยซังข้าวโพดและการทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพด มีต้นทุนการผลิตลดลง และยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ให้มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เนื่องจากซังข้าวโพด มีปริมาณ คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารสูง และยังมีสรรพคุณเป็นยาช่วยแก้อาการท้องร่วง โรคบิด โรคบวมน้ำ ช่วยขับปัสสาวะ และบำรุงม้าม (Abubakar Us et al, 2016) ส่วนน้ำนมข้าวโพดนั้นยังอุดมไปด้วย วิตามินเอ วิตามินบี แร่ธาตุ ใยอาหาร มีสารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันมะเร็งได้และมีสารสีเหลืองกลุ่ม ลูทีน และซีแซนทีนที่

ช่วยชะลอปัญหาจอประสาทตาเสื่อมรวมถึงป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ (หน่วยงานสารสนเทศมะเร็ง, 2553)

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ที่เสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดในแป้งทาร์ตและใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโคในคัสตาร์ด

ตารางที่ 3 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล		จำนวน (ร้อยละ)
เพศ		
	ชาย	11
	หญิง	89
อายุ		
	ต่ำกว่า 18 ปี	10
	18-25 ปี	83
	26-35 ปี	5
	36-45 ปี	2
	46-55 ปี	0
	55 ปีขึ้นไป	0
อาชีพ		
	นักเรียน	0
	นักศึกษา	90
	พนักงานบริษัท	1
	ธุรกิจส่วนตัว	4
	ข้าราชการ/พนักงานราชการ	0
	เกษตรกร	0
	พ่อบ้าน/แม่บ้าน	0
	พนักงานประจำ/พนักงานชั่วคราว (ลูกจ้าง)	5
	อื่น ๆ	0

ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 89 ซึ่งมีอายุระหว่าง 18-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 83 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอาชีพนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 90 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 4 ข้อมูลการบริโภค

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
ท่านเคยรับประทานทาร์ตหรือไม่	
เคย	91
ไม่เคย	9
ท่านเคยรับประทานทาร์ตแบบใดบ้าง	
ทาร์ตสังขยา	21
ทาร์ตบลูเบอรี่	14
ทาร์ตชาเขียว	2
ทาร์ตคัสตาร์ด	61
อื่น ๆ	2
ความถี่ในการรับประทานทาร์ตต่อสัปดาห์	
1 ครั้ง/สัปดาห์	2
2-3 ครั้ง/สัปดาห์	7
มากกว่า 2-3 ครั้ง/สัปดาห์	0
แล้วแต่โอกาส	89
อื่น ๆ	2
เหตุผลในการรับประทานทาร์ต	
ราคาไม่แพง	13
รสชาติอร่อย	46
หาซื่อได้ง่าย	22
สะดวกในการบริโภค	16
อื่น ๆ	3
โดยทั่วไปท่านรับประทานทาร์ตจากแหล่งใด	
ทำบริโภคเอง	3
ร้านสะดวกซื้อ	21
ห้างสรรพสินค้า	70
ตลาดสด	3
อื่น ๆ	3
ท่านรู้จักผลิตภัณฑ์จากซังข้าวโพดหรือไม่	
รู้จัก	57
ไม่รู้จัก	43

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
ท่านรู้จักซังข้าวโพดในรูปแบบใดบ้าง	
ถ่าน	27
ทรายแมว	2
ที่ดับกลิ่นในตู้เย็น	6
อาหารสัตว์	61
อื่น ๆ	4
เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากซังข้าวโพด	
การใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้	37
ความแปลกใหม่	19
ราคาถูก	2
ดีต่อสิ่งแวดล้อม	39
อื่น ๆ	3
ท่านเคยรับประทานน้ำนมข้าวโพดหรือไม่	
เคย	74
ไม่เคย	26
ท่านเคยรับประทานน้ำนมข้าวโพดในรูปแบบใดบ้าง	
เครื่องดื่ม	85
เต้าฮวย	5
โยเกิร์ต	0
พุดดิ้ง	10
อื่น ๆ	0
เหตุผลในการรับประทานผลิตภัณฑ์จากน้ำนมข้าวโพด	
คุณค่าทางโภชนาการ	61
อร่อย	35
ความเคยชิน (รับประทานเป็นประจำ)	2
สะดวกในการซื้อ	2
อื่น ๆ	0

การศึกษาข้อมูลผู้บริโภคจากการตอบแบบสอบถาม พบว่า ส่วนใหญ่ผู้บริโภคเคยรับประทานทาร์ตคิดเป็นร้อยละ 91 โดยจะรับประทานทาร์ตคัสตาร์ดเป็นส่วนมาก คิดเป็นร้อยละ 61 ซึ่งผู้บริโภคจะรับประทานทาร์ตแล้วแต่โอกาส คิดเป็นร้อยละ 89 เหตุผลที่รับประทานทาร์ตเพราะรสชาติอร่อย คิดเป็นร้อย 46 ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะซื้อทาร์ตจาก

ห้างสรรพสินค้า คิดเป็นร้อยละ 70 และพบว่า ผู้บริโภคที่รู้จักผลิตภัณฑ์จากซังข้าวโพด คิดเป็นร้อยละ 57 โดยจะรู้จักในรูปแบบของอาหารสัตว์เป็นส่วนมาก คิดเป็นร้อยละ 61 เหตุผลที่เลือกซื้อเพราะดีต่อสิ่งแวดล้อม คิดเป็นร้อย 39 ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเคยรับประทานน้ำนมข้าวโพด คิดเป็นร้อยละ 74 โดยจะรับประทานเป็นเครื่องดื่มคิดเป็นร้อยละ 85 เหตุผลที่รับประทานน้ำนมข้าวโพดเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการ คิดเป็นร้อย 61 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบของผู้บริโภคทั่วไปเกี่ยวกับการเสริมใยอาหารด้วยซังข้าวโพดและการทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

คุณลักษณะ	ระดับความชอบ (จำนวนคน)					คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ชอบมาก	ชอบ	เฉย ๆ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบมาก	
ลักษณะปรากฏ	64	77	9	0	0	4.40±0.60
สี	61	78	11	0	0	4.34±0.61
กลิ่น	63	81	6	0	0	4.39±0.58
กลิ่นรส	59	79	12	0	0	4.32±0.64
รสชาติ	69	70	11	0	0	4.39±0.63
เนื้อสัมผัส (ร่วน)	49	74	22	5	0	4.13±0.74
ความชอบโดยรวม	58	87	5	0	0	4.35±0.56

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนการยอมรับทางลักษณะปรากฏอยู่ที่ระดับชอบ (4.40±0.60) คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ร่วน) อยู่ที่ระดับชอบโดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.34±0.61, 4.39±0.58, 4.32±0.64, 4.39±0.63 และ 4.13±0.74 ตามลำดับ และคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับที่ระดับชอบ (4.35±0.56) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 6 การยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปเกี่ยวกับการเสริมใยอาหารด้วยซังข้าวโพดและการทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพดและใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโคหรือไม่	
ยอมรับ	96
ไม่ยอมรับ	4
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้เพราะเหตุใด	
อร่อย	84
รสชาติแปลกใหม่	4
สะดวกในการบริโภค	2
คุณค่าทางโภชนาการ	8
อื่น ๆ	2

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
ท่านไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้เพราะเหตุใด	
ไม่คุ้นเคย	4
รสชาติไม่เป็นที่ชื่นชอบ	3
ลักษณะเนื้อสัมผัสแปลกไป	2
กลิ่นรสไม่พึงประสงค์	0
อื่น ๆ	1
หากผลการเสริมใยอาหารด้วยซังข้าวโพดและการทดแทนนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่มีวางจำหน่าย ในราคา 40 บาท (4 ชิ้น/กล่อง) ท่านยินดีจะซื้อหรือไม่	
ซื้อ	97
ไม่ซื้อ	3

ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะยอมรับผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพดและใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโค คิดเป็นร้อยละ 96 ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับเพราะอร่อย คิดเป็นร้อยละ 84 และข้อมูลการซื้อ/ไม่ซื้อของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 97 จะซื้อผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพดและใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโคหากวางจำหน่ายในท้องตลาดโดยจะจำหน่ายในราคา 40 บาท (4 ชิ้น/กล่อง) คิดเป็นร้อยละ 97 (ตารางที่ 6)

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าคะแนนการยอมรับคัสตาร์ดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 25 ถึงร้อยละ 75 โดยเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนน้ำนมโคด้วยน้ำนมข้าวโพดจนถึงระดับร้อยละ 100 พบว่า คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดมีคะแนนการยอมรับลดลง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป กลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน ใน อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทาร์ตไข่อยู่ที่ระดับชอบถึงชอบมาก ร้อยละ 96 โดยที่ผู้บริโภคยินดีซื้อผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่เสริมซังข้าวโพดและใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนนมโค ร้อยละ 97 ด้วยเหตุผลอร่อย มีรสชาติแปลกใหม่ และคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กมลชนก ขวัญแก้ว, เจนจิรา ชาติพจน์, สุทธิดา พูนเพ็ชร และ สุรีย์พร กังสนันท์. (2562). **การศึกษาการเสริมใยอาหารจากซังข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่.**

บุณยวีร์ แช่มสูงเนิน. (2558). **เคล็ดลับแต่ไม่ลับ การดับกลิ่นคาว.** วารสารถามจัง ศูนย์วิทยาศาสตร์ เพื่อการศึกษา นครราชสีมา. 6 (15), 23-24.

ฤทัย เรืองธรรมสิงห์, พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่ง และน้องนุช ศิริวงศ์. (2559). **การพัฒนาสูตรพุดดิ้งนมสดทดแทนด้วยน้ำนมข้าวโพด.** เอกสารวิจัยภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลักขณา ต้นเจริญ. (2553). **การคำนวณค้นทุนการผลิต.** (Online). https://sites.google.com, 27 พฤศจิกายน 2561.

ภนิดา แสวงศักดิ์. (2562). **ไขข้อข้องใจโรคแพ้โปรตีนนมวัวและการย่อยแลกโทสบกพร่อง ต่างกันอย่างไร** (Online). https://bit.ly/2qOlp6U, 25 สิงหาคม 2562.

หน่วยงานสารสนเทศมะเร็ง. (2553**). คุณประโยชน์ "ข้าวโพด"โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ (**Online**).** http**://**medinfo2**.**psu**.**ac**.**th, 27 **พฤศจิกายน** 2561**.**

Abubakar US,Yusuf KM,Safiyanu I, Abdullahi S, Saidu SR, Abdu GTand Indee AM**. (**2016**).** Proximate and mineral composition of corn cob, banana and plantain peels**. International Journal of Food Science and Nutrition.** 6 **(**Novemder**)**, 25**-**27**.**

Norma Olizon**-**Chikiamco**. (**2002**). Fabulous Cakes and Desserts.** Hong Kong**:** Periplus Editions**.**

การตรวจสอบปริมาณเหล็กในน้ำดิบและน้ำประปา ด้วย Spectrophotometer, Colorimeter และชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน

Examination of Iron Content in Raw Water and Tap Water with Spectrophotometer, Colorimeter and Standard Color Comparison Charts Iron Test Kit

โซเฟีย มามะ[1], สุวัยดา กียะ[1], กมลชนก นิสภา[2], ณภักดิ์ ไชยาคำ[2], ซันวานี จิใจ[3], เมธิยา หมวดฉิม[3*]

Sofia mama[1], Suwaida keeya[1], Kamolchanok Nisapa[2], Napak Chaiyakam[2], Sunwanee Jijai[3], Maytiya Muadchim[3*]

บทคัดย่อ

การตรวจวัดปริมาณเหล็กในระบบน้ำประปาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่วัดได้ระหว่าง Spectrophotometer, Colorimeter DR900 และชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน (QCR8- Iron Test Kit) ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยการประปาส่วนภูมิภาคเขต 8 ซึ่งทำการวิเคราะห์จากตัวอย่างน้ำดิบ 38 ตัวอย่าง และน้ำประปา 109 ตัวอย่าง ในเขตพื้นที่รับผิดชอบของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 4 สาขานครศรีธรรมราช พบว่าการเปรียบเทียบปริมาณเหล็กจากการวัดด้วย Spectrophotometer กับชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value<0.001) ส่วนการเปรียบเทียบระหว่าง Spectrophotometer กับ Colorimeter DR900 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value = 0.344) โดยการใช้ชุดทดสอบ QCR8- Iron Test Kit มีความคลาดเคลื่อนจากค่าเปรียบเทียบกับ Spectrophotometer ดังนั้นในภาคสนามควรตรวจวัดค่าเหล็กในน้ำด้วยด้วย Colorimeter DR900 เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการติดตามเฝ้าระวังและตรวจสอบคุณภาพเหล็กในน้ำดิบและน้ำประปาได้

คำสำคัญ: ปริมาณเหล็ก, น้ำประปา, Spectrophotometer, Colorimeter, ชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน

---

[1] Environmental Science Student, Yala Rajabhat University, Muang, Yala 95000, Thailand.

[2] Water Quality Control Division, Provincial Waterworks Authority, Region 4, Thailand.

[3] Lecturer in Environmental Science Yala Rajabhat University, Muang, Yala 95000, Thailand.

[*]**Corresponding author, E-mail:**maytiya20@gmail.com

Abstract

The examination of iron content in the water supply system was to compare iron content results that were measured from Spectrophotometer, Colorimeter DR900 and Standard Color Comparison Charts Iron Test Kit (QCR8-lron Test Kit developed by the Provincial Waterworks Authority, Region 8). Thirty-eighth raw water samples and one hundred-nine tap water samples were collected in the responsibility area of the Provincial Waterworks Authority, Region 4, Nakhon Si Thammarat Branch. The result showed that the comparison of the iron content of tap water and raw water samples from the measurement between Spectrophotometer and QCR8-lron Test Kit were significant differences (p-value< 0.001 and 0.004). In addition, the iron content of tap water and raw water samples were measured with Spectrophotometer and Colorimeter DR900 that showed no significant difference (p-value = 0.344 and 0.147). Therefore, the measurement result of QCR8- lron Test Kit was inconsistent with the comparison values of Spectrophotometer. In the field should measure the iron content with Colorimeter DR900 for surveillance and monitoring the quality of raw water and tap water.

Keywords: Iron content, Tap water, Spectrophotometer, Colorimeter , Standard color comparison charts iron test kit

บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมนุษย์อาศัยน้ำในการดำรงชีวิต ดังนั้นน้ำที่มนุษย์จะนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคนั้น จะต้องเป็นน้ำที่สะอาด และต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมสำหรับการอุปโภค และบริโภค ซึ่งในปัจจุบันถือว่า น้ำประปาเป็นน้ำที่สะอาด เป็นน้ำที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้เป็นน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภค น้ำประปาจึงมีความสำคัญต่อชุมชนต่าง ๆ อย่างยิ่ง และปัจจุบันเกิดการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว ทำให้ชุมชนต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างมากและรวดเร็ว ส่งผลให้ความต้องการใช้น้ำประปามีจำนวนเพิ่มขึ้น การจัดหาน้ำสะอาดในรูปแบบน้ำประปาสำหรับประชาชนในปัจจุบัน คือ การประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งมีภารกิจและหน้าที่สำรวจแหล่งน้ำดิบและจัดให้ได้มาซึ่งน้ำดิบ ผลิต จัดส่ง และจำหน่ายน้ำประปาทั่วประเทศยกเว้น กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ ซึ่งการบริการน้ำประปานั้น จัดเป็นบริการสาธารณะ เนื่องจากการบริการน้ำประปาจะต้องมีลักษณะในการให้บริการเพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนและมีการเปลี่ยนแปลงและแก้ไขได้เสมอ โดยกฎหมาย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ส่วนรวมของประชาชน และการบริการจะต้องเป็นการกระทำอย่างต่อเนื่อง (การประปานครหลวง, 2558) การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) สาขาต่าง ๆ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีการผลิตน้ำประปาเพื่อแจกจ่ายสู่ประชาชน และองค์กรต่าง ๆ แต่มักประสบปัญหาเหล็กในน้ำดิบและน้ำประปามีค่าเกินมาตรฐาน เนื่องจากไม่มีเครื่องมือในการตรวจวัดในทุก ๆเดือน ซึ่งทุกๆเดือนมีการส่งน้ำดิบและน้ำประปามายังที่อาคารห้องปฏิบัติการ (Lab Cluster) การประปาส่วนภูมิภาคเขต 4 เพื่อที่จะให้การประปาแต่ละสาขา ควบคุมปริมาณเหล็กให้มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายในการทดสอบสูง ในห้องปฏิบัติการมีการใช้วิธี Phenanthroline

Method เพื่อวิเคราะห์ปริมาณค่าเหล็กในน้ำดิบและน้ำประปา โดยเหล็กจะถูกทำให้อยู่ในรูปที่ละลายหรือถูกรีดิวซ์ให้ไปอยู่ในรูป Fe^{2-} โดยการเติม Hydraxylamine และต้มด้วยกรด หลังจากนั้นควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 3.2-3.3 โดย Ammonium acetate buffer และทำปฏิกิริยากับ Phenanthroline เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีส้มแดง ซึ่งสามารถวัดความเข้มของสีที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 510 nm วิธีนี้ใช้หาตัวอย่างน้ำที่มีเหล็ก 0.02 -4.0 mg/l นอกจากนี้ในภาคสนามมีการใช้ Colorimeter ถึงแม้ขั้นตอนจะไม่ยุ่งยากแต่มีข้อจำกัดเรื่องค่าใช้จ่ายและราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมีการพัฒนา Test Kit เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังเหล็กในน้ำและมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่า

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญของการตรวจสอบปริมาณเหล็กในน้ำประปาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเหล็กระหว่างการตรวจวัดกับ Spectrophotometer, Colorimeter และชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน (QCR8- lron Test Kit) ที่ถูกคิดค้นโดยการประปาเขต 8 เพื่อจะลดค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดปริมาณเหล็กในน้ำตัวอย่างจากพื้นที่เขตรับผิดชอบของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 4 สาขานครศรีธรรมราช

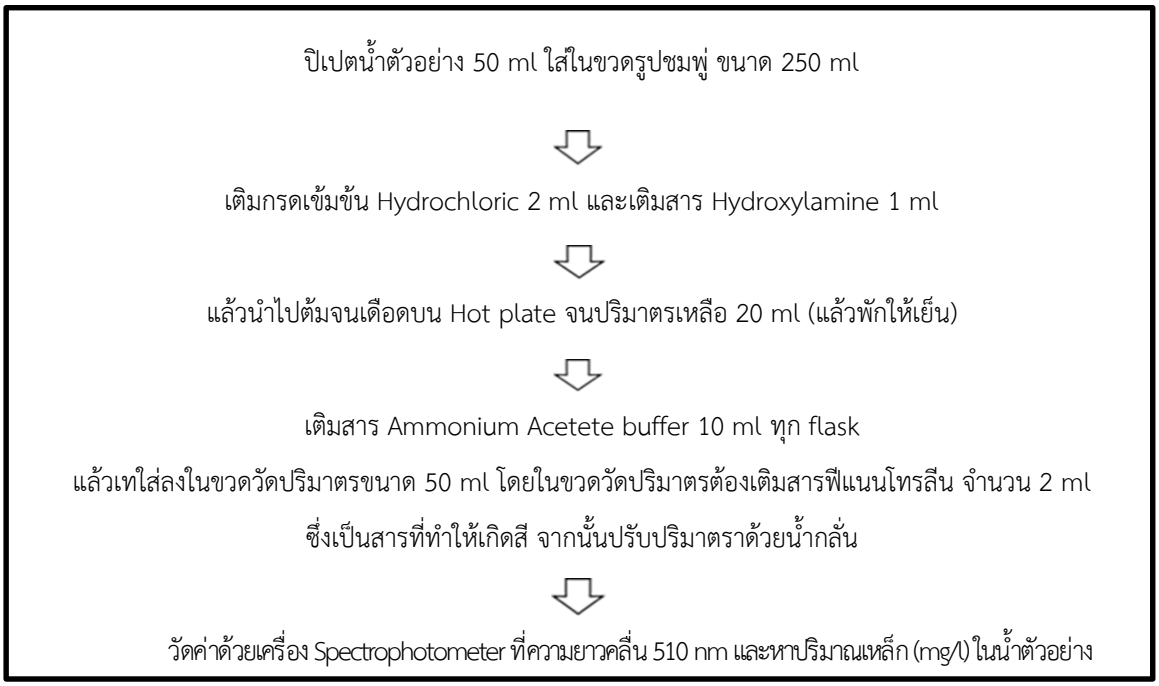
วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

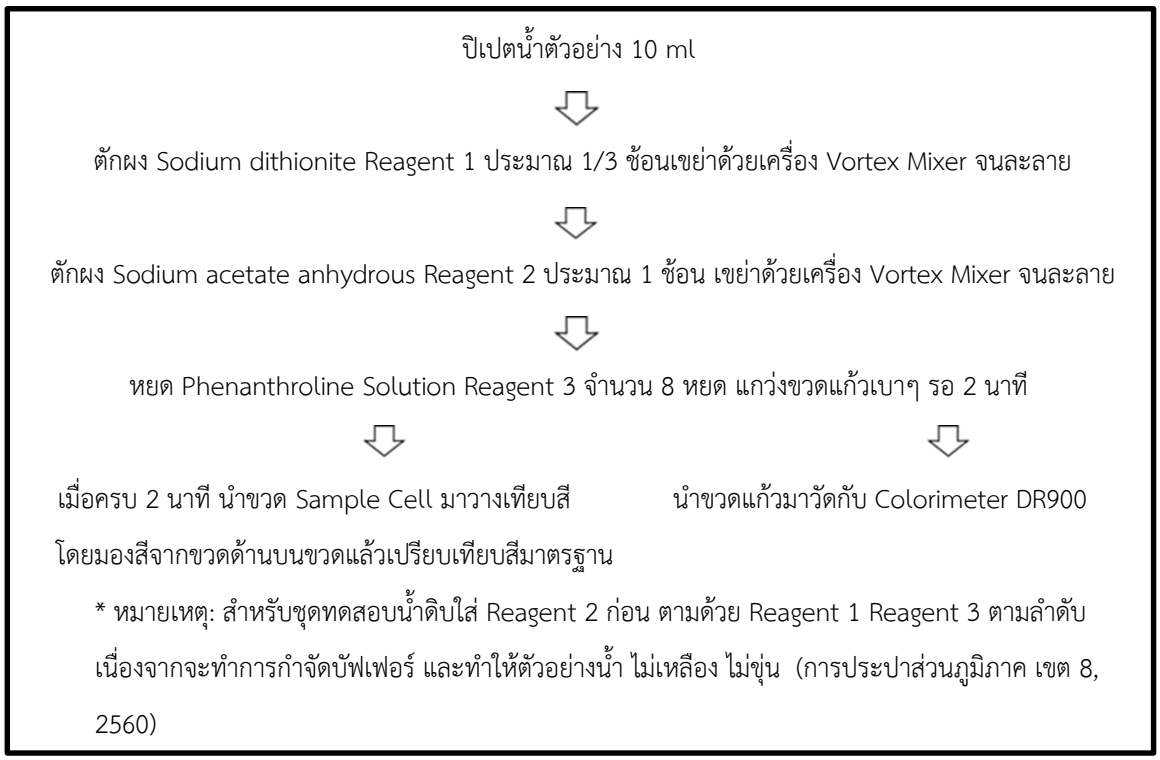
น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเป็นน้ำตัวอย่างที่ถูกส่งมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบจำนวน 38 ตัวอย่าง และน้ำประปาดิบ 109 ตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการการประปาส่วนภูมิภาคเขต 4 สาขานครศรีธรรมราช ที่ถูกส่งมาจาก 6 สาขาหลัก ซึ่งประกอบด้วยการประปาส่วนภูมิภาคสาขาขนอม สาขานครศรีธรรมราช สาขาปากพนัง สาขาทุ่งสง สาขาชะอวด และ สาขาจันดี โดยน้ำตัวอย่างถูกเก็บในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562

ขั้นตอนการทดลอง

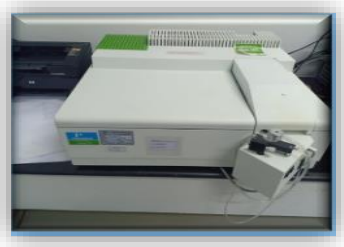
การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ในห้องปฏิบัติการ เพื่อทำการศึกษาปริมาณเหล็กด้วย Spectrophotometer, Colorimeter DR900 และชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน (QCR8-lron Test Kit) ซึ่งขั้นตอนการการวิเคราะห์เหล็กในน้ำโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer แสดงดังภาพที่ 1 และการวิเคราะห์เหล็กในน้ำโดย Colorimeter DR900 และชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน (QCR8-lron Test Kit) แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 การวิเคราะห์เหล็กในน้ำโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์เหล็กในน้ำโดย Colorimeter DR900 และชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน (QCR8-Iron Test Kit)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3 Spectrophotometer (ก), Colorimeter DR900 (ข) และชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน (QCR8-lron Test Kit) (ค)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจสอบปริมาณเหล็กในระบบน้ำดิบและน้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาคเขต 4 สาขานครศรีธรรมราช ด้วยชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน (QCR8-lron Test Kit) ในห้องปฏิบัติการจะได้ข้อมูลดิบ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ t-test : Paired Two Sample for Means เพื่อทดสอบว่าปริมาณเหล็กระหว่างการตรวจวัดกับ Spectrophotometer กับชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผนเทียบสีมาตรฐานมีความแตกต่างกันหรือไม่

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในตัวอย่างน้ำดิบของการประปาจังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้ง 6 สาขา ได้แก่ สาขานครศรีธรรมราช สาขาชะอวด สาขาทุ่งสง สาขาปากพนัง สาขาจันดี และสาขาขนอม ตั้งเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 38 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นน้ำผิวดินพบว่าผลการวิเคราะห์เหมือนกับตัวอย่างน้ำประปาคือการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำดิบด้วย Spectrophotometer กับชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value=0.004) ส่วนผลการตรวจวัดระหว่าง Spectrophotometer และ Colorimeter DR900 พบว่าการตรวจสอบหาปริมาณเหล็กในน้ำประปาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p-value=0.147) (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำประปารวม 109 ตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบหาปริมาณเหล็กในน้ำประปาด้วย Spectrophotometer กับชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน (ตารางที่ 2) พบว่าในน้ำประปามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p-value<0.001) เนื่องจาก Spectrophotometer สามารถตรวจวัดหาปริมาณเหล็กได้ในระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ ซึ่งพบว่ามีความถูกต้องแม่นยำสูงและใช้ง่ายในห้องปฏิบัติการ (จารุวัฒน์ ชู้รักษ์ และคณะ, 2557) แต่ชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐานสามารถตรวจวัดปริมาณเหล็กได้แค่ 4 ระดับ คือ 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (บุษบา สุภาพันธ์ , 2560) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบด้วยสายตาและความรู้สึกในการดูหรือมองนั้น อาจไม่สามารถเปรียบเทียบสีที่ออกมาได้ชัดเจน ซึ่งทำ

ให้พบว่ามีความถูกต้องและแม่นยำต่ำ อีกทั้งยังมีความขุ่นเข้ารบกวนการทำปฏิกิริยาของสารด้วย ถึงแม้ว่าวิธีการนี้จะง่าย ต้นทุนต่ำกว่าและสะดวกในการใช้ภาคสนาม

ส่วนเปรียบเทียบหาปริมาณเหล็กในน้ำประปาด้วย Spectrophotometer และ Colorimeter DR900 พบว่าการตรวจสอบหาปริมาณเหล็กในน้ำประปาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p-value = 0.344) เนื่องจาก Colorimeter DR900 มีความถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งค่าที่ได้จากการตรวจวัดปริมาณเหล็กในน้ำประปามีค่าใกล้เคียงกับ Spectrophotometer แม้สารเคมีที่ใช้ในการเคราะห์ด้วย Colorimeter DR900 จะเหมือนสารเคมีที่ใช้ในชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐานก็ตาม

ตารางที่ 1 ปริมาณเหล็กในน้ำดิบที่วิเคราะห์ด้วย Spectrophotometer, Colorimeter และ Test kit

ลำดับ	พื้นที่	จำนวนตัวอย่าง	เครื่องมือเปรียบเทียบ ($\bar{x}$±sd)*	เครื่องมือทดสอบ ($\bar{x}$±sd)*	p-value
1	ชะอวด	3	Spectrophotometer (0.46±0.38)	Test kit (0.30±0.10)	0.285
				Colorimeter (0.42±0.50)	1.000
2	ขนอม	4	Spectrophotometer (0.52±0.23)	Test kit (0.38±0.05)	0.273
				Colorimeter (0.44±0.18)	0.068
3	ทุ่งสง	6	Spectrophotometer (0.69±0.15)	Test kit (0.28±0.12)	0.028
				Colorimeter (0.54±0.59)	0.463
4	จันดี	7	Spectrophotometer (0.26±0.19)	Test kit (0.27±0.16)	1.000
				Colorimeter (0.45±0.36)	0.128
5	ปากพนัง	13	Spectrophotometer (0.21±0.20)	Test kit (0.16±0.10)	0.306
				Colorimeter (0.17±0.21)	0.142
6	นครศรีธรรมราช	5	Spectrophotometer (0.29±0.23)	Test kit (0.18±0.09)	0.225
				Colorimeter (0.20±0.15)	0.104
	รวม	38	Spectrophotometer (0.36±0.27)	Test kit (0.24±0.13)	0.004
				Colorimeter (0.33±0.35)	0.147

* หน่วย mg/l

ตารางที่ 2 ปริมาณเหล็กในน้ำประปาที่วิเคราะห์ด้วย Spectrophotometer, Colorimeter และ Test kit

ลำดับ	พื้นที่	จำนวนตัวอย่าง	เครื่องมือเปรียบเทียบ ($\bar{x}$±sd)*	เครื่องมือทดสอบ ($\bar{x}$±sd)*	p-value
1	ชะอวด	16	Spectrophotometer (0.03±0.02)	Test kit (0.12±0.05)	>0.001
				Colorimeter (0.02±0.02)	0.036
2	ขนอม	16	Spectrophotometer (0.12±0.09)	Test kit (0.13±0.05)	0.210
				Colorimeter (0.09±0.08)	0.021
3	ทุ่งสง	8	Spectrophotometer (0.07±0.03)	Test kit (0.13±0.05)	0.012
				Colorimeter (0.08±0.04)	0.440
4	จันดี	16	Spectrophotometer (0.04±0.04)	Test kit (0.13±0.08)	0.001
				Colorimeter (0.04±0.04)	0.775
5	ปากพนัง	16	Spectrophotometer (0.09±0.06)	Test kit (0.14±0.09)	0.041
				Colorimeter (0.10±0.15)	1.00
6	นครศรีธรรมราช	37	Spectrophotometer (0.07±0.05)	Test kit (0.12±0.05)	>0.001
				Colorimeter (0.09±0.13)	0.757
	รวม	109	Spectrophotometer (0.07±0.06)	Test kit (0.13±0.06)	>0.001
				Colorimeter (0.07±0.10)	0.344

* หน่วย mg/l

ดังนั้นในภาคสนามควรตรวจวัดค่าเหล็กในน้ำด้วย Colorimeter DR900 เพื่อนำไปใช้ในการติดตามเฝ้าระวังและตรวจสอบคุณภาพเหล็กในน้ำประปาและน้ำดิบได้ ส่วนการใช้ชุดทดสอบ QCR8- Iron Test Kit จะต้องมีการพัฒนาต่อไปเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนของผลที่วิเคราะห์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณฝ่ายห้องปฏิบัติการ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 4 และการประปาส่วนภูมิภาคเขต 8 สำหรับการสนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

การประปานครหลวง (2558). **ขั้นตอนการผลิตน้ำ**. (online)
https://www.mwa.co.th/ewtadmin/ewt/mwa_internet/ewt_w3c/ewt_news.php?filename=contact_us&nid=1673, 18 สิงหาคม 2562.

การประปา (2557). **คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์**. (online) http:www.thaigoodview.com/node/27196, 18 สิงหาคม 2562.

จารุวัฒน์ ชู้รักษ์, นวลลออ รัตนวิมานวงศ์, ปิยรัตน์ ตรบัณฑิต. (2557). **การหาปริมาณเหล็กในน้ำตัวอย่างโดยใช้เครื่องวัดการดูดกลืนแสงอย่างง่าย**. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.

บุษบา สุภาพันธ (2560) **ชุดทดสอบค่าเหล็กแบบแผ่นเทียบสีมาตรฐาน.** การประปาคุณภาพน้ำ 3 การประปาเขต 8.

การประยุกต์ใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบรสเครื่องแกงมัสมั่น

Application use of soybean meal flour to replace some wheat flour in crispy roti product flavored with massaman curry powder

วนิดา คำหอม[2], ซาบีเนาะ มะเระ[2], สุรารักษ์ แซ่จอง[2], ฐิติมาพร หนูเนียม[1*]

Wanida Kamhom[2], Sabinoh Mareh[2], Surarak Saejong [2] and Thitimaporn Nooniam[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณแป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 5 10 และ 15 ศึกษาปริมาณการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น ที่ระดับร้อยละ 1 2 และ 3 โดยประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ 9 point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม รวมถึงศึกษาต้นทุนในการผลิต ผลการศึกษาการทดแทนปริมาณกากถั่วเหลือง 4 ระดับ พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับโรตีกรอบที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วเหลืองที่ปริมาณร้อยละ 5 ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ($p \geq 0.05$) แต่เมื่อปริมาณการทดแทนแป้งกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับลดลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณแป้งกากถั่วเหลืองมีผลให้ความยืดหยุ่นและความกรอบของผลิตภัณฑ์ลดลง ผลการศึกษาการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับโรตีกรอบที่เสริมเครื่องแกงมัสมั่นที่ระดับร้อยละ 2 ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ($p \geq 0.05$) ผลการศึกษาต้นทุนในการผลิตโรตีกรอบที่มีการใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 5 และเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นร้อยละ 2 มีต้นทุนการผลิต 1.48 บาท/ชิ้น

คำสำคัญ: โรตีกรอบ, แป้งกากถั่วเหลือง, ผงเครื่องแกงมัสมั่น

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาประจำหลักสูตร สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: Kuni_mod@hotmail.com

Abstract

This research has objectives To study the amount of soybean meal flour instead of wheat flour in 4 levels of roti products, which are 0, 5, 10 and 15 percent, to study the amount of supplement of curry paste At the level of 1, 2, and 3 percent by evaluating the sensory acceptance using the 9 point hedonic scale method in terms of appearance, color, aroma, taste, texture, and total liking. Including studying the cost of production The results of the 4 levels of soybean meal substitution showed that consumers rated the acceptance of crispy roti with wheat flour substitution with soybean flour at 5 percent which is not different from the control set ($p \geq 0.05$). Increased soybean meal Consumers give a lower acceptance rating. Due to the increase in soybean meal content, resulting in reduced product flexibility and crispness. The results of the supplementation of Massaman curry powder showed that Consumers accepted the crispy roti with the addition of cinnamon curry at the level of 2 percent, not different from the control set ($p \geq 0.05$). The results of the study found that the cost of crispy roti with 5 percent soybean meal instead of wheat flour and supplemented Massaman curry powder, 2 percent, with a production cost of 1.48 baht / piece

Key words: Crispy Roti, Soybean meal flour, Massaman curry powder

บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่นิยมบริโภคกันมาก เนื่องจากถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ในถั่วเหลืองมีสารอาหารต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามิน ถั่วเหลืองที่มีการแยกน้ำนมถั่วเหลืองออก เรียกว่า กากถั่วเหลือง หรือโอคารา ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (สุภาวินี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ, 2557) การนำถั่วเหลืองมาใช้นั้นส่วนใหญ่มักแปรรูปถั่วเหลืองเป็นนมถั่วเหลือง เต้าหู้ เต้าเจี้ยว และขนมหวานต่างๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นอาหารหรือส่วนประกอบในอาหารที่คนส่วนใหญ่รู้จักกันเป็นอย่างดี (หทัยชนก นวลใย และคณะ, 2560) จึงทำให้มีปริมาณกากถั่วเหลืองจากการแปรรูปถั่วเหลืองเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งกากถั่วเหลืองยังมีคุณค่า ทางโภชนาการอยู่ กากถั่วเหลืองเมื่ออบแห้งจะประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ และเกลือแร่ต่างๆ (O'Tool, 1999)

จากคุณค่าทางโภชนาการของกากถั่วเหลือง จึงมีความสนใจที่จะนำส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมาผลิตเป็นแป้งกากถั่วเหลืองโดยเป็นการเพิ่มประโยชน์และมูลค่าให้กับวัตถุดิบที่เหลือใช้ โดยนำไปศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ โรตีกรอบที่มีในท้องตลาดจะเป็นโรตีกรอบที่มีเพียงแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบหลัก (หทัยชนก นวลใย และคณะ, 2560) จึงนำแป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนเพื่อลดปริมาณการใช้แป้งสาลีและเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ อีกทั้งรสชาติของโรตีกรอบ ไม่ค่อยมีความหลากหลาย

จึงมีแนวคิดที่จะนำผงเครื่องแกงมัสมั่นมาเสริมในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ ดังนั้น การศึกษาการใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบรสเครื่องแกงมัสมั่น เป็นการเพิ่มประโยชน์จากการใช้แป้งกากถั่วเหลือง เป็นแนวทางให้กับผู้บริโภคได้บริโภคผลิตภัณฑ์ขนมที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมแป้งกากถั่วเหลือง

นำกากถั่วเหลืองจากการทำน้ำเต้าหู้มาทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 8-12 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบลมร้อน แล้วนำกากถั่วเหลืองมาลดขนาดด้วยการบด จากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช (ดัดแปลงจาก สุภาวินี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ, 2557) เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แห้งและปิดสนิทจนกว่าจะนำไปศึกษา

2. ศึกษาปริมาณการใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ

ผลิตโรตีกรอบตามวิธีการของ หทัยชนก นวลใย และคณะ (2560) โดยใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทน แป้งสาลีที่ปริมาณร้อยละ 0 (ควบคุม) 5 10 และ 15 ของปริมาณแป้งสาลีในสูตร ประเมินการยอมรับทาง ประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยผู้ประเมินที่เป็นนักศึกษาคหกรรมศาสตร์ จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์โรตีกรอบที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดเพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

3. ศึกษาปริมาณการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลือง

ศึกษาการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบที่ได้รับการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 1 โดยเสริม ในปริมาณร้อยละ 2 4 และ 6 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม โดยผู้ประเมินที่เป็นนักศึกษาคหกรรมศาสตร์ จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการให้ คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์โรตีกรอบที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดเพื่อทำการทดลองในวัตถุประสงค์ถัดไป

4. ศึกษาต้นทุนในการผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น

คำนวณหาต้นทุนในการผลิตโรตีกรอบสูตรพื้นฐาน ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบสูตรทดแทนปริมาณแป้งกากถั่วเหลืองและต้นทุนการผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น เพื่อจะได้ทราบถึงต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่นโดยคำนวณจากสูตร

ต้นทุนการผลิต = วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายการผลิต

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ

A B C D



ภาพที่ 1 โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลือง (A) ร้อยละ 0 (B) ร้อยละ 5 (C) ร้อยละ 10 และ (D) ร้อยละ 15

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโรตีกรอบที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วเหลือง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 5 10 และ 15 ของปริมาณแป้งสาลี (ภาพที่ 1) โดยการให้คะแนนการยอมรับด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่าการทดแทนแป้งกากถั่วเหลืองที่ระดับร้อยละ 5 ไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) กับสูตรควบคุมในทุกๆด้าน และผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับลดลง เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้ง กากถั่วเหลืองจนถึงระดับร้อยละ 10 และ 15 จากการที่คะแนนการยอมรับลดลงปริมาณกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้แป้งมีความยืดหยุ่นลดลงขึ้นรูปได้ไม่ดี ทำให้ความเป็นชั้นและความกรอบของผลิตภัณฑ์โรตีกรอบลดลงสอดคล้องกับงานวิจัยของยุพร พืชกมุทร และวิญญ์ ผิวนิ่ม (2550) ได้ทำการการศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองจากโรงงานผลิตนมถั่วเหลืองหรือโอคาราสด ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังแซนด์วิช พบว่า การใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่ เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความยืดหยุ่นของก้อนโดลดลง ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะลดลง มีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น และขนมปังมีสีคล้ำ เมื่อทำการทดแทนกากถั่วเหลืองในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 1 จากการทดสอบการยอมรับ พบว่าสามารถทดแทนแป้งกากถั่วเหลืองได้ร้อยละ 5 โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม สูงกว่าระดับการทดแทนที่ร้อยละ 10 และ 15 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการทดแทนแป้งกากถั่วเหลืองในปริมาณร้อยละ 5 เพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสปริมาณการใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วเหลือง			
	0 (สูตรควบคุม)	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
ลักษณะปรากฏ	7.80±0.80 [a]	7.83±0.83[a]	6.76±0.81[b]	6.56±0.93 [b]
สี	7.80±0.71[a]	7.80±0.80 [a]	7.00±0.90 [b]	6.93±0.69 [b]
กลิ่น	7.53±0.77 [a]	7.76±0.72 [a]	6.76±0.97 [b]	6.63±0.96 [b]
กลิ่นรส	7.36±0.85 [a]	7.60±0.93 [a]	6.67±0.95 [b]	6.53±0.97 [b]
รสชาติ	7.63±0.76 [a]	7.76±0.67 [a]	6.66±0.95 [b]	6.53±0.86 [b]
เนื้อสัมผัส	7.63±0.76 [a]	7.73±0.82 [a]	6.96±0.76 [b]	6.73±0.78 [b]
ความชอบรวม	7.76±0.67 [a]	7.86±0.73 [a]	7.00±0.83 [b]	6.76±0.72 [b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลือง



ภาพที่ 2 โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น (A) ร้อยละ 0 (B) ร้อยละ 1 (C) ร้อยละ 2 และ (D) ร้อยละ 3

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองที่ร้อยละ 5 นำมาเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 1 2 และ 3 โดยการให้คะแนนการยอมรับด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่าการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นที่ระดับร้อยละ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) กับสูตรควบคุมในทุกๆ ด้าน (ตารางที่2)

คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี สูตรควบคุม ร้อยละ 1และร้อยละ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และร้อยละ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม ร้อยละ 1 และ 3 มีความแตกต่างจากชุดควบคุม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นในปริมาณร้อยละ 2 เพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสปริมาณการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น			
	0 (สูตรควบคุม)	ร้อยละ 1	ร้อยละ 2	ร้อยละ 3
ลักษณะปรากฏ	7.46±0.86^{a}	7.16±0.86^{ab}	7.42±0.85^{a}	6.86±0.94^{b}
สี	7.62±0.90^{a}	7.36±0.85^{ab}	7.66±0.74^{a}	7.14±0.92^{b}
กลิ่น	7.46±0.99^{a}	7.06±0.84^{bc}	7.26±0.98^{ab}	6.82±0.96^{c}
กลิ่นรส	7.50±0.86^{a}	6.92±0.69^{bc}	7.26±0.96^{ab}	6.78±0.99^{c}
รสชาติ	7.72±0.96^{a}	6.90± 0.81^{b}	7.36±0.98^{a}	6.34±1.00^{c}
เนื้อสัมผัส	7.76±0.95^{a}	6.68±0.79^{b}	7.44±0.92^{a}	6.28±0.99^{c}
ความชอบรวม	7.64±0.74^{a}	6.96±0.80^{b}	7.46±0.90^{a}	6.54±0.90^{c}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. ผลการศึกษาต้นทุนในการผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น

ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 3 ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ราคา/หน่วย	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคา (บาท)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	31 บาท/กิโลกรัม	500 กรัม	15.5 บาท
กะทิ	19.5 บาท/250 มิลลิลิตร	50 กรัม	3.9 บาท
นมข้นหวาน	23 บาท/388 กรัม	42.2 กรัม	2.5 บาท
นมข้นจืด	23 บาท/388 กรัม	32.7 กรัม	1.9 บาท
เนยสด	180 บาท/กิโลกรัม	2.8 กรัม	0.50 บาท
เกลือ	3 บาท/225 กรัม	2 กรัม	0.02 บาท
น้ำมันพืช	50 บาท/920 มิลลิลิตร	54.9 กรัม	2.98 บาท
น้ำ	12 บาท/ลิตร	269.4 กรัม	0.16 บาท
แป้งมันสำปะหลัง	37 บาท/500 กรัม	6.1 กรัม	0.45 บาท
น้ำมันสำหรับทอด	36 บาท/ ลิตร	3 ลิตร	108 บาท
รวมต้นทุนการผลิต 1 สูตร			135.91 บาท

ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบสูตรพื้นฐาน

ค่าใช้จ่ายในการผลิต (ค่าแก๊ส) = ขั้นตอนการทอดโรตีกรอบใช้เวลา 30 นาที

= 30 นาที

ค่าแก๊ส 345 บาทต่อการใช้ 180 ชั่วโมง คิดเป็น (345/180×1) = 0.95/2 = 0.48 บาท/ครั้ง

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต+ค่าแรงงานทางตรง+ค่าใช้จ่ายในการผลิต

= 135.91+75+0.48

= 211.16 บาท

1 สูตร จะได้โรตีกรอบ 145 ชิ้น

= 211.16/145

= 1.46 บาท/ชิ้น

ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบสูตรทดแทนแป้งกากถั่วเหลือง

ตารางที่ 4 ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบสูตรทดแทนปริมาณแป้งกากถั่วเหลือง

ส่วนผสม	ราคา (บาท)	ปริมาณที่ใช้	ราคา
แป้งสาลีอเนกประสงค์	31 บาท/กิโลกรัม	475 กรัม	14.8 บาท
แป้งกากถั่วเหลือง	-	25 กรัม	-
กะทิ	19.5 บาท/250 มิลลิลิตร	50 กรัม	3.9 บาท
นมข้นหวาน	23 บาท/388 กรัม	42.2 กรัม	2.5 บาท
นมข้นจืด	23 บาท/388 กรัม	32.7 กรัม	1.9 บาท
เนยสด	180 บาท/กิโลกรัม	2.8 กรัม	0.50 บาท
เกลือ	3 บาท/225 กรัม	2 กรัม	0.02 บาท
น้ำมันพืช	50 บาท/920 มิลลิลิตร	54.9 กรัม	2.98 บาท
น้ำ	12บาท /ลิตร	264.4 กรัม	0.16 บาท
แป้งมันสำปะหลัง	37 บาท/500 กรัม	6.1 กรัม	0.45 บาท
น้ำมันสำหรับทอด	36 บาท/ลิตร	3 ลิตร	108 บาท
รวมต้นทุนการผลิต 1 สูตร			135.21 บาท

ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบสูตรทดแทนแป้งกากถั่วเหลือง

ค่าใช้จ่ายในการผลิต (ค่าแก๊ส) = ขั้นตอนการทอดโรตีกรอบใช้เวลา 30 นาที

= ขั้นตอนการต้มกากถั่วเหลือง 30 นาที

= 1 ชั่วโมง

ค่าแก๊ส 345 บาทต่อการใช้ 180 ชั่วโมง คิดเป็น (345/180×1) = 0.95 บาท/ครั้ง

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต+ค่าแรงงานทางตรง+ค่าใช้จ่ายในการผลิต

= 135.21+75+0.95

= 211.26 บาท

1 สูตร จะได้โรตีกรอบ 145 ชิ้น

= 211.26/145

= 1.46 บาท/ชิ้น

ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น

ตารางที่ 5 ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น

ส่วนผสม	ราคา (บาท)	ปริมาณที่ใช้	ราคา (บาท)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	31 บาท/กิโลกรัม	475 กรัม	14.8 บาท
แป้งกากถั่วเหลือง	-	25 กรัม	-
กะทิ	19.5 บาท/250 มิลลิกรัม	50 กรัม	3.9 บาท
นมข้นหวาน	23 บาท/388 กรัม	42.2 กรัม	2.5 บาท
นมข้นจืด	23 บาท/388 กรัม	32.7 กรัม	1.9 บาท
เนยสด	180 บาท/กิโลกรัม	2.8 กรัม	0.50 บาท
เกลือ	3 บาท/225 กรัม	2 กรัม	0.02 บาท
น้ำมันพืช	50 บาท/920 มิลลิกรัม	54.9 กรัม	2.98 บาท
น้ำ	12 บาท/ลิตร	269.4 กรัม	0.16 บาท
แป้งมันสำปะหลัง	37 บาท/500 กรัม	6.1 กรัม	0.45 บาท
ผงเครื่องแกงมัสมั่น	42 บาท/ 250กรัม	19.17 กรัม	3.2 บาท
น้ำมันสำหรับทอด	36 บาท/ ลิตร	3 ลิตร	108 บาท
รวมต้นทุนการผลิต 1 สูตร			138.41 บาท

ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น

ค่าใช้จ่ายในการผลิต (ค่าแก๊ส) = ขั้นตอนการทอดโรตีกรอบใช้เวลา 30 นาที

= ขั้นตอนการต้มกากถั่วเหลือง 30 นาที

= 1 ชั่วโมง

ค่าแก๊ส 345 บาทต่อการใช้ 180 ชั่วโมง คิดเป็น (345/180×1) = 0.95 บาท/ครั้ง

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต+ค่าแรงงานทางตรง+ค่าใช้จ่ายในการผลิต

= 138.41+75+0.95

= 214.36 บาท

1 สูตร จะได้โรตีกรอบ 145 ชิ้น

= 214.36/145

= 1.48 บาท/ชิ้น

การผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองมีต้นทุนชิ้นละ 1.46 บาท และการผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่นมีต้นทุนชิ้นละ 1.48 บาท ต้นทุนการผลิตโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่นมีราคาสูงกว่าโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองเล็กน้อย แต่ผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่นจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรสชาติและกลิ่นที่ดีกว่าโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลือง

เอกสารอ้างอิง

กานดา แซ่จิว. (2547). **การใช้ประโยชน์จากโอคาราเพื่อทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนย**. วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยุพร พืชกมุทร. (2550). **การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลือง.** วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 15 เอกสารวิจัยเสนอต่อคณะอุตสาหกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยุพร พืชกมุทร และวิญญ์ ผิวนิ่ม. (2554). **การปรับปรุงคุณภาพของ ขนมปังแซนวิชที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี**. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 21 ฉบับที่ 3 ก.ย. – ธ.ค. 2554.

ลักขณา ตันเจริญ. (2553). การคำนวณต้นทุนการผลิต. จาก https://sites.google.com/a/ttc.ac.th/industryaccounting/3-kar-cad-tha-ngb-tnthun-phlit/3-2-kar-khanwn-tnthun-kar-phlit 25 พฤศจิกายน 2561.

สุภาวินี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ. (2557). **ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อ คุณภาพของบัตเตอร์เค้ก**. วารสารวิทย์. กษ. 45(2)(พิเศษ): 453-456.

หทัยชนก นวลใย และคณะ. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์โรตีกรอบเสริมแป้งถั่วเหลือง**. รายงานวิจัยคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

O’Toole, D. K. (1999). Characteristics and Use of Okara, the Soybean Residue from SoyMilk Production-A Review. **Journalof Agricultural and Food Chemistry**. 47. 363-371.

การใช้รังสีแกมมาในการคงรูปโฟมยางธรรมชาติ

Using Gamma ray Vulcanize Natural Rubber Foam

อนิรุทธิ์ ส่งศรี[1]* และ สำคัญ รัตนบุรี[1]

Anirut Songsri[1*] and Samkum Rattanaburi[1]

บทคัดย่อ

การทดลองมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการฉายรังสีน้ำยางธรรมชาติโดยรังสีแกมมาและใช้รังสีแกมมาในการคงรูปโฟมยางธรรมชาติ ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลจากน้ำยางธรรมชาติที่ผ่านการฉายรังสี 0 – 500 (kGy) โดยการฉายน้ำยางธรรมชาติด้วยรังสีแกมมาพบว่าที่ปริมาณรังสีประมาณ 200 (kGy) ค่าการทนต่อแรงดึงสูงสุดเฉลี่ยที่ 19.18 MPa เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำยางธรรมชาติที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่าการทนต่อแรงดึงสูงสุดเฉลี่ยที่ 11.25 MPa หรือเพิ่มขึ้น 70.48% ค่า Elongation at break มีค่าเฉลี่ย 586%เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำยางธรรมชาติที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่า Elongation at break เฉลี่ยที่ 501% หรือเพิ่มขึ้น 16.37% และค่า Modulus 300% มีค่าเฉลี่ย 3.4 MPa เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำยางธรรมชาติที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่า Modulus 300% เฉลี่ยที่ 1.8 MPa หรือเพิ่มขึ้น 88.89% และ การใช้รังสีแกมมาในการคงรูปโฟมยางธรรมชาติ เมื่อเพิ่มปริมาณรังสีการยุบตัวของโฟมยางแทบจะไม่เปลี่ยนแปลง

คำสำคัญ: รังสีแกมมา คงรูป โฟมยาง

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

*Corresponding Author Email, address : ruj090@hotmail.com. [1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 109 หมู่ 2 ต.ถ้ำใหญ่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช 80110

[1]Department of Science, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, 109 Thambon Tham Yai, Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Thailand, 80110

*Corresponding Tel: 075-773336-7; Fax : 075-773338, Email address : ruj090@hotmail.com

Abstract

The experiment was to study the use of gamma ray in the vulcanize of natural rubber foam. Study of mechanical properties from 0 - 500 (kGy). Natural rubber irradiation with gamma ray, it was found that the radiation dose 200 (kGy), the average maximum tensile strength of 19.18 MPa. When compared to natural rubber that has not been irradiated with gamma irradiation, the average tensile strength at 11.25 MPa or 70.48% increase. The average elongation at break is 586%. When compared to natural rubber that has not been irradiated with gamma irradiation, the average elongation at break is 501% or 16.37% increase. The modulus of 300% has an average of 3.4 MPa. When compared natural rubber that has not been irradiated with gamma irradiation, the average modulus 300% value is 1.8 MPa or 88.89% increase. The use of gamma rays to stabilize natural rubber foam. When increasing the amount of radiation, the compression set of foam rubber is almost unchang.

Keywords: Gamma ray Vulcanize Rubber foam

บทนำ

ในอุตสาหกรรมยางธรรมชาติมีการใช้สารเคมี โดยสารที่ทำให้ยางยืดหยุ่นสูง หรืออาจใช้คำว่า ”คงรูป” สารที่ทำให้ยางคงรูปมีสองระบบใหญ่ๆคือ ระบบที่ใช้กำมะถัน(sulfur) นิยมใช้ในยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ส่วนใหญ่มีพันธะคู่ในโมเลกุล และระบบที่ใช้เพอร์ออกไซด์ (peroxide) นิยมใช้กับยางที่มีพันธะคู่ในโมเลกุลต่ำ[2]

ในปัจจุบันการผลิตในเมืองไทยต้องใช้สารเคมี จากการคงรูปยางโดยใช้สารเคมีจะมีสารเอมีนในอุตสาหกรรมยางจากสารตัวเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถัน ที่มีหมู่เอมีนทุติยภูมิอยู่ในโครงสร้าง โดยสารตัวเร่งที่ทำให้เกิดมีอยู่สามกลุ่ม [4]

ซัลฟีนาไมด์: สารในกลุ่มนี้เป็นอนุพันธ์ของสารตัวเร่งกลุ่มเมอร์แคปโต โดยไฮโดรเจนของกลุ่มเมอร์แคปโตถูกแทนที่ด้วยหมู่เอมีนเพื่อให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ ซัลฟีนาไมด์จะถูกแตกตัวด้วยความร้อนได้เป็นเอมีนและหมู่เมอร์แคปโตก่อน ดังนั้นในการกระตุ้นปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ของสารตัวเร่งกลุ่มนี้จึงต้องใช้เวลาที่นานกว่ากลุ่มเมอร์แคปโตสารเคมีบางตัวในกลุ่มนี้สามารถให้กำมะถันได้ทำให้สามารถใช้สารตัวเร่งกลุ่มนี้แทนกำมะถันได้

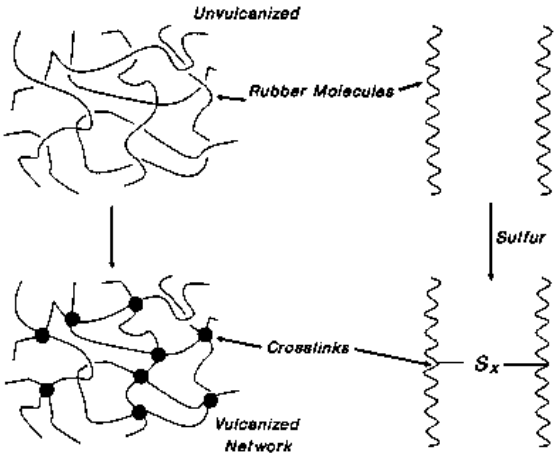
ไดไทโอคาร์บาเมต: เป็นสารตัวเร่งแบบเร็วมาก ให้เวลาในการสกอร์ชที่สั้นและอัตราในการเกิดวัลคาไนซ์สูง สารกลุ่มนี้เกือบทั้งหมดทำให้เกิดสารไนโตรซามีน

ไทยูแรม: เป็นกลุ่มสารตัวเร่งที่มีโครงสร้างคล้ายไดไทโอคาร์บาเมต เนื่องจากเป็นการนำไดไทโอคาบาเมต 2 โมเลกุลมาต่อกันเมื่อให้ความร้อนจะแตกตัวเป็นไดไทโอคาร์บาเมตก่อน จึงจะไปเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ ทำให้ได้เวลาการสกอร์ชที่ยาวกว่ากลุ่มไดไทโอคาร์บาเมต สูง สารกลุ่มนี้เกือบทั้งหมดทำให้เกิดสารไนโตรซามีน

กำมะถันจะทำให้น้ำยางพาราเกิดการวัลคาไนเซชัน น้ำยางจะทำปฏิกิริยากับกำมะถันสร้างพันธะโคเวเลนต์เชื่อมระหว่างโซ่พอลิเมอร์ให้เป็นโมเลกุลเดียวกันเกิดพันธะระหว่างซัลเฟอร์กับคาร์บอน (C-S bond) ดังรูปที่ 1 ทำให้ยางมีคุณภาพคงตัวในอุณหภูมิต่าง ๆ มีความยืดหยุ่นได้ดีมากขึ้น ทนความร้อนและแสงแดด ละลายในตัวทำละลายได้ยากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการใช้สารเคมี อื่น ๆ สาหรับเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาหรือเป็นสารเติมแต่งเพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ต้องการของที่นอนยางพารา ซึ่งจะส่งผลกับค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้สาหรับการซื้อสารเคมี และสาหรับการเตรียมสารเคมี รวมถึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการใช้สารเคมีด้วย

อีกหนึ่งวิธีที่ถูกใช้นำมาเปรียบเทียบกับวิธีที่ได้กล่าวมาในข้างต้น คือ การฉายรังสี เนื่องจากการวัลคาไนซ์น้ำยางข้นด้วยรังสีเป็นเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าเมื่อเทียบกับการวัลคาไนซ์แบบผสมสารเคมีที่ใช้กำมะถันและความร้อน เป็นผลมาจากการวัลคาไนซ์ด้วยรังสีสามารถทาได้ ณ อุณหภูมิห้อง ไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตจากการใช้สารเคมี และไม่ก่อให้เกิดรังสีตกค้างซึ่งปัจจุบันมีรังสีต่าง ๆ มากมายนอกเหนือจากรังสีแกมมา เช่น อิเล็กตรอน อัลตราไวโอเลต อินฟราเรด ไมโครเวฟ แต่ภายในงานวิจัยนี้เลือกการฉายรังสีแกมมาใช้ในการศึกษา เนื่องจากรังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นแต่มีความถี่สูงกว่ารังสีอื่น ๆ ที่กล่าวมา ทำให้มีพลังงานและความสามารถในการทะลุทะลวงสูง

รังสีแกมมาที่ฉายเข้าไปในน้ำยางพารา พอลิเมอร์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเปลี่ยนลักษณะจากเทอร์โมพลาสติกเป็นเทอร์โมเซต ซึ่งจะได้โครงสร้างเป็นร่างแห รังสีจะเข้าไปชนโมเลกุลของน้ำยางพาราทำให้เกิดการจับพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน (C-C bond) ซึ่งทดแทนการเติมกำมะถันจากการที่ใช้การผลิตแบบผสมสารเคมีที่เกิดพันธะระหว่างซัลเฟอร์กับคาร์บอน โครงสร้างของพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนจากการฉายรังสีสามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติได้เช่นเดียวกับการใช้สารเคมี โดยสามารถตรวจสอบได้จากการทดสอบแรงดึงที่ภาระสูงสุด (tensile stress at maximum load) ของแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติ ถ้าโครงสร้างของแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติมีค่าการทดสอบแรงดึงที่ใกล้เคียงกันแสดงว่าผลของการยึดเกาะของพันธะมีความแข็งแรงใกล้เคียงกัน การฉายรังสีที่ระดับต่าง ๆ จะส่งผลต่อค่าการทนแรงดึง เมื่อมีการเพิ่มระดับความเข้มของรังสีแนวโน้มของค่าการทดสอบแรงดึงจะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 1 การเกิดวัลคาไนเซชันของน้ำยางพารา

ข้อดีการวัลคาไนซ์น้ำยางด้วยรังสี RVNRL เมื่อเทียบกับน้ำยางพรีวัลคาไนซ์กำมะถัน คือ [6]

1. เกิดการแพ้โปรตีนลดลง
2. ไม่มีสารไนโตรซามีน N-nitrosamines
3. สามารถย่อยสลายได้ดีในสภาวะแวดล้อม
4. มีความเป็นพิษต่อเซลล์ต่ำ cytotoxicity
5. ไม่มีการปนเปื้อนของซิงก์ออกไรด์
6. ลดปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศและลดปริมาณการเกิดเถ้าจากการเผาไหม้
7. โปร่งแสงและมีความนิ่ม
8. ประหยัดพื้นที่และลดพลังงานในการผลิตของดรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยาง

ข้อได้เปรียบเหล่านี้ RVNRL สามารถใช้ในการผลิตถุงมือยางชนิดพิเศษ (special-purpose gloves) ในภาคอุตสาหกรรมนิวเคลียร์และสุขภาพ เช่น จุกนมยางของเด็กและจุกนมยางดูดเล่นที่ต้องระวังเป็นพิเศษในเรื่องของปริมาณสารไนโตรซามีน

การคงรูปยางธรรมชาติสามารถใช้รังสีหรือคลื่นพลังงาน เช่น รังสีแกรมมา ลำอิเล็กตรอน คลื่นไมโครเวฟ ก็ได้ โดยการคงรูปยางธรรมชาติใช้รังสีจะได้ผลิตภัณฑ์ที่สะอาดปลอดภัยต่อพนักงานการผลิตและผู้บริโภคเพราะต้องสัมผัสกับผิวหนัง การวิจัยนี้นำรังสีแกมมามาคงรูปโฟมยางธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการฉายรังสีแกมมาโฟมยางธรรมชาติ งานวิจัยจึงมุ่งเน้นความเป็นไปได้ในการนำรังสีมาทำให้เกิดประโยชน์ในอุตสาหกรรมโฟมยาง

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ใช้น้ำยางข้น 60 % จากบริษัทนาบอนรับเบอร์ แอนท์ ลาเท็กซ์

1. การเตรียมน้ำยาง นำน้ำยางความเข้มข้น 60% จากโรงงานน้ำยางข้นมากรองด้วยตะแกรง 250 เมช
2. การฉายรังสี นำน้ำยางจำนวน 5 กิโลกรัม ใส่ถังอะลูมิเนียม นำน้ำยางฉายรังสีแกมมาโดยฉายที่ปริมาณรังสี 100, 200, 300, 400 และ 500 kGy
3. การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลและวิเคราะห์ผล

3.1 นำน้ำยางที่ฉายรังสีปริมาณต่างๆมาประมาณ 22 ml เติมน้ำกลั่นประมาณ 18 ml กวนด้วยแท่งแก้วให้เข้ากันแล้วเทผ่านตะแกรง 200 เมช ลงบนกระจกที่มีขอบขนาด 15 X 15 cm ที่ปรับระดับให้อยู่ในแนวระนาบแล้ว

3.2 ทิ้งแผ่นฟิล์มไว้ให้แห้ง

3.3 นำฟิล์มที่ได้ไปล้างด้วยสารละลาย 1% NH_3 เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

3.4 นำแผ่นฟิล์มที่ล้างแล้วตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วอบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลาหนึ่งชั่วโมง แล้วนำไปใส่ในถุงสุญญากาศ

3.5 นำฟิล์มยางที่ได้มาตัดเป็นชิ้นสอบรูปดัมเบลล์ Die C นำชิ้นทดสอบไปทดสอบแรงดึง (Tensile Strength) และระยะยืด ณ จุดขาด (Elongation at break) จากกราฟนำมาวิเคราะห์ปริมาณรังสีที่เหมาะสม (มีคุณสมบัติเชิงกลสูงสุด)

4.ขั้นตอนการทำโฟมยาง[8]

4.1 นำน้ำยางฉายรังสีเติม 10%แอมโมเนียมโอลิเอต ปั่นความเร็วรอบ 360 รอบต่อนาที ให้เกิดฟอง 3 นาที

4.2 ปั่นความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที เติมดีสเพิสชั่น 12.5% เอสเอสเอฟ (SSF) ใช้เวลา 15 นาที

4.3 เทลงแม่พิมพ์ปล่อยให้ยางเซ็ตตัว 5 นาที อบที่ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 24 ชั่วโมง

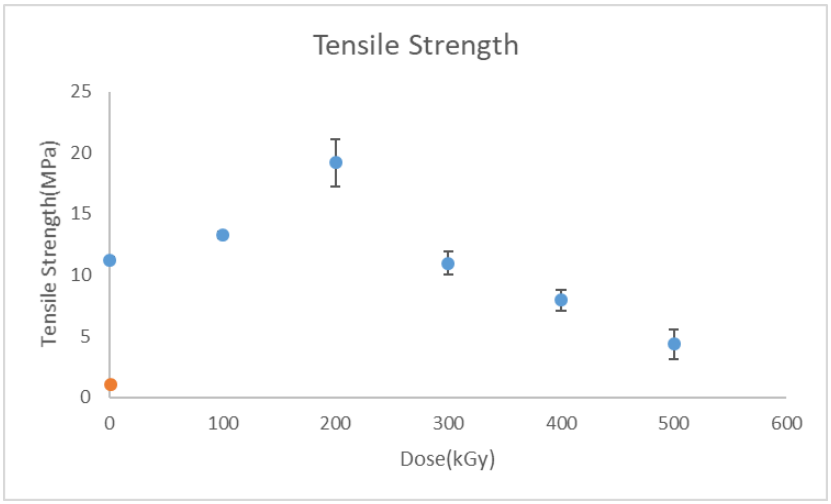
4.4 ทดสอบ Compression set ของโฟมยาง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการฉายรังสีน้ำยางธรรมชาติด้วยรังสีแกมมาดังตารางที่ 1 ที่ปริมาณรังสี 0 100 200 300 400 และ 500 กิโลเกรย์ แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์มยางพบว่าค่า Tensile strength พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีถึง 200 kGy ทำให้คุณสมบัติเชิงกลสูงที่สุด และเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีมากขึ้นพบว่าค่า Tensile strength แล้วค่อยๆลดลงสามารถเขียนกราฟดังรูปที่ 1

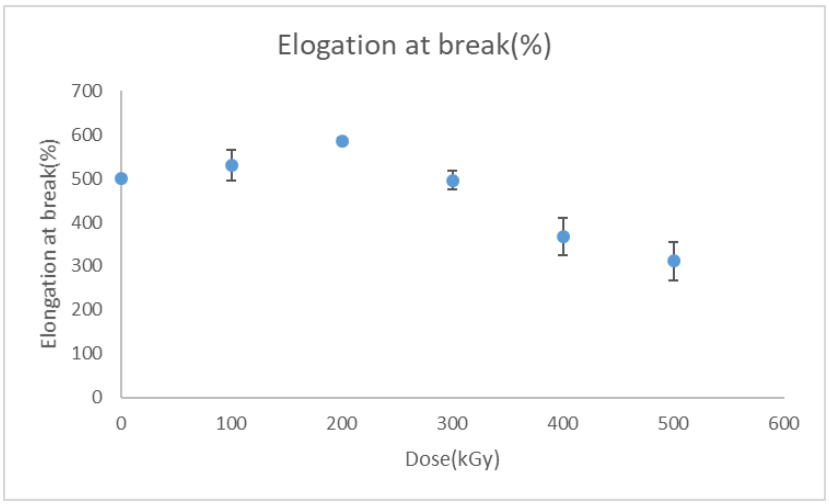
ตารางที่ 1

ปริมาณรังสี (kGy)	Tensile Strength (MPa)	Elongation at break (%)	Modulus 300% (MPa)
Control	11.25±0.24	501±6.00	1.8±0.31
100 kGy	13.25±0.25	530±34.96	2.9±0.31
200 KGy	19.18±1.91	586±6.03	3.4±0.41
300 kGy	10.98±0.98	496±20.53	3.9±0.10
400 kGy	7.92±0.84	367±42.53	5.7±0.25
500 kGy	4.33±1.24	312±43.97	6.2±0.20



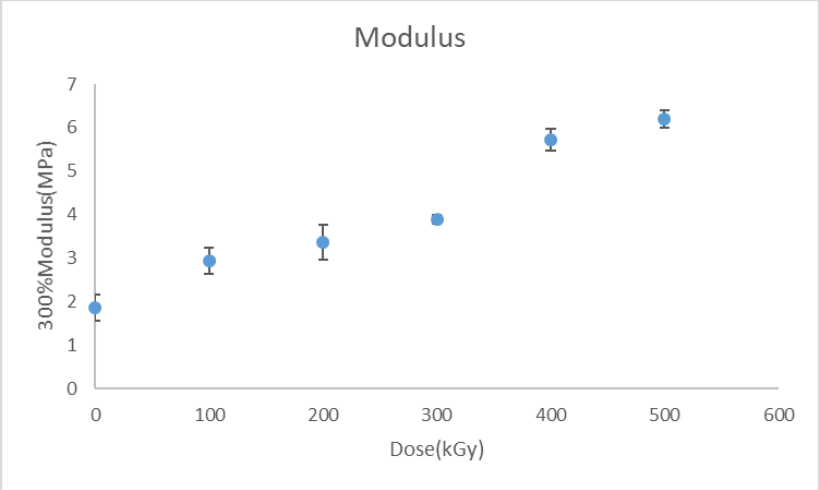
กราฟที่ 1

เมื่อนำน้ำยางธรรมชาติฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0 100 200 300 400 และ 500 กิโลเกรย์ แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์มยางพบว่าค่า Elongation at break ที่ปริมาณรังสีต่างๆดังตารางที่ 1 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีถึง 200 kGy ทำให้คุณสมบัติ Elongation at break สูงที่สุด และเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีมากขึ้นพบว่าค่า Elongation at break แล้วค่อยๆลดลงสามารถเขียนกราฟดังรูปที่ 2



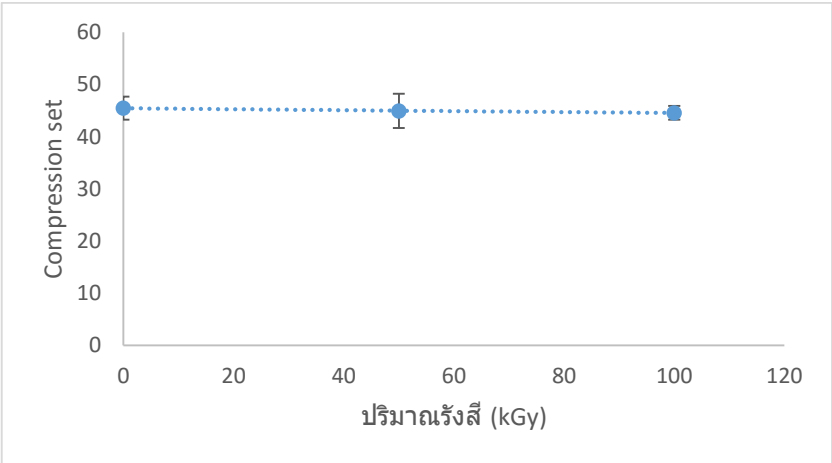
กราฟที่ 2

เมื่อนำน้ำยางธรรมชาติฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0 100 200 300 400 และ 500 กิโลเกรย์ แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์มยางพบว่าค่า Modulus 300% ที่ปริมาณรังสีต่างๆดังตารางที่ 1 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีแกมมาค่า Modulus 300% ค่อยๆเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีสามารถเขียนกราฟดังรูปที่ 3



กราฟที่ 3

เมื่อทดสอบการนำน้ำยางธรรมชาติมาขึ้นรูปเป็นโฟมยางด้วยกระบวนการ Dunlop process แล้วทำการฉายรังสีโฟมยางที่ปริมาณรังสีต่างๆตั้งแต่ 0, 50, 100, 200 และ 300 กิโลเกรย์ พบว่าที่ปริมาณรังสีแกมมาตั้งแต่ 200 กิโลเกรย์ โฟมยางเหลวจนไม่สามารถทดสอบคุณสมบัติ Compression set ได้ และเมื่อนำโฟมยางที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0, 50 และ 100 (kGy) ทดสอบคุณสมบัติ Compression set สามารถเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การทดสอบ Compression set

อภิปรายผล

จากผลการฉายรังสีน้ำยางธรรมชาติด้วยรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0 100 200 300 400 และ 500 กิโลเกรย์ แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์มยางพบว่าค่า Tensile strength พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีถึง 200 kGy ทำให้คุณสมบัติเชิงกลสูงที่สุด แล้วค่อยๆลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากสายโซ่โมเลกุลของพอลิเมอร์ได้รับรังสีในปริมาณที่สูงทำให้เกิดการกรอบค่า Tensile strength ค่อยๆลดลง

จากผลการฉายรังสีน้ำยางธรรมชาติด้วยรังสีแกมมาจาก 0 ถึง 500 กิโลเกรย์ จากการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล Elongation at break พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีถึง 200 kGy ทำให้คุณสมบัติเชิงกลสูงที่สุด แล้วค่อยๆลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากสายโซ่โมเลกุลของพอลิเมอร์ได้รับรังสีในปริมาณที่สูงทำให้เกิดการกรอบ

จากผลการฉายรังสีน้ำยางธรรมชาติด้วยรังสีแกมมาจาก 0 ถึง 500 กิโลเกรย์ จากการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล 300%Modulus พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสี เกิดจากเมื่อพอลิเมอร์ได้รังสีในปริมาณที่มากขึ้นโมเลกุลของสายโซ่เรียงกันเป็นระเบียบมากขึ้นทำให้เมื่อทดสอบ 300%Modulus ค่าจะเพิ่มตามปริมาณรังสี

การใช้รังสีแกมมาในการคงรูปโฟมยางธรรมชาติปริมาณรังสีพบว่าสภาพความเป็นโฟมยางเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีพบว่าคุณสมบัติ Compression set ลดลงจนถึงปริมาณรังสี 100 kGy เมื่อปริมาณมากกว่านี้สภาพความเป็นโฟมยางมีสภาพเป็นของเหลวอันเนื่องมากจากโมเลกุลของพอลิเมอร์ได้รับรังสีในปริมาณสูงจึงเกิดการทำลายสายโซ่ของพอลิเมอร์ โดยโฟมยางที่ 100 kGy ยังมีคุณสมบัติ Compression set ที่ยังด้อยกว่าการคงรูปโฟมยางด้วยเคมี แต่ในโอกาสต่อไปของนักวิจัยอาจใส่สารตัวเติมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติที่ต้องการหรืออาจเปลี่ยนเป็นใช้ลำอิเล็กตรอนซึ่งควบคุมปริมาณรังสีที่ได้รับได้ง่ายและสม่ำเสมอกว่ารังสีแกมมา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณรายจ่าย ขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

ไพรัตน์ อุศุภรัตน์, เภคูน พูลสวัสดิ์, วริศ บุญหมื่นไวย์ และหาญพล พึ่งรัศมี, (2557), **การศึกษาความเป็นไปได้ของแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติโดยการฉายรังสีด้วยลำอิเล็กตรอน**, ศูนย์ความเป็นเลิศด้านพลังงานเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ,คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พงษ์ธร แซ่อุย, (2558), **กระบวนการผลิต.** ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และศูนย์วิจัยเทคโนโลยียาง

วรวุธ สุขมาก. (2552). **การพัฒนากันกระแทกจากยางฟองน้ำ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

กนกทิพย์ บุญเกิด. (2551). **ไนโตรซามีนที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมยาง.** ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดร.กนกทิพ บุญเกิด. (2551), **ไนโทรซามีนในอุตสาหกรรมยาง.**

ชินรัตน์ ลาภพูนธนะอนันต์, (2558), **น้ำยางข้นพรีวัลคาไนซ์.** ศูนย์วิจัยและเทคโนโลยียาง.

พิไลพร หนูทองคำ และชยากริต ศิริอุปถัมภ์, (2551), **การเตรียมฟิลีมยางที่มีความใสจากน้ำยางธรรมชาติวัลคาร์ไนซ์ด้วยรังสี**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชินรัตน์ ลาภพูนธนะอนันต์. (2558). **เทคโนโลยีการผลิตและทดสอบโฟมจากน้ำยางธรรมชาติ**. เครือข่ายพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางและไม้ยางพารา. แหล่งที่มา : http://rubber.oie.go.th/rrd/file/latex_foam.pdf, accessed 11 March 2015.

K.Makuuchi. (2003**). An Introduction to Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex**. Bangkok : T.R.I.Global Co., Ltd.

ความรอบรู้ด้านสุขภาพและประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

Health Literacy and Experiences of Zika Virus Disease Prevention among Pregnancy Women in Lom Sak District, Phetchabun Province

นายตฤษนันท์ ถูกจิตร[1*], ผศ.ดร.วรรณรัตน์ รัตนวรางค์[2]

Mr. Tridsanun Thookjit[1*], Assistant Professor Wannarat Rattanawarang[2]

บทคัดย่อ

โรคติดเชื้อไวรัสซิกาเป็นโรคติดต่ออุบัติใหม่ในประเทศไทย อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เกิดการระบาดของโรคและพบหญิงตั้งครรภ์ติดเชื้อไวรัสซิกาเมื่อปี พ.ศ. 2559 – 2560 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่ออธิบายความรอบรู้ด้านสุขภาพ และศึกษาชุดประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก จำนวน 14 คน และการสนทนากลุ่ม จำนวน 26 คน รวมทั้งสิ้น 40 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์แก่นสาระ และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านข้อมูลและวิธีการรวบรวมข้อมูล

ผลการศึกษา ความรอบรู้ด้านสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ พบว่าอยู่ในระดับปฏิสัมพันธ์ อธิบายได้ว่าหญิงตั้งครรภ์มีการเข้าถึงข้อมูลการป้องกันโรคจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และยืนยันข้อมูลกับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขก่อนนำมาปฏิบัติ โดยเลือกวิธีการป้องกันโรคได้อย่างถูกต้อง สามารถดูแลตนเองให้มีสุขภาพที่ดีไม่เกิดโรคตลอดระยะเวลาการตั้งครรภ์ ด้านประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ พบว่าหญิงตั้งครรภ์เข้าถึงข้อมูลโรคติดเชื้อไวรัสซิกา ด้วยการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และได้รับข้อมูลโรคติดเชื้อไวรัสซิกาจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน และผู้นำชุมชน หญิงตั้งครรภ์เลือกใช้วิธีการป้องกันโรคที่ปฏิบัติง่าย เหมาะสมกับตนเอง และได้รับสนับสนุนการป้องกันโรคจากคู่สมรส ครอบครัว และชุมชนเป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ความรอบรู้ด้านสุขภาพ, ประสบการณ์, การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกา, หญิงตั้งครรภ์

Abstract

Zika Virus disease is an emerging infectious disease of Thailand. The outbreak of Zika Virus disease and pregnant women infected the Zika Virus disease in Lom Sak district, Phetchabun province, In the year 2016 – 2017. Therefore, Interested to study. The objectives of this research were to study (1)Health literacy; and (2) Experiences of Zika Virus disease prevention among pregnant women in Lom Sak district, Phetchabun province. This study is qualitative research. Using methods In-depth interviews in 14 peoples and group discussions in 26 peoples. A total of 40 peoples. Thematic analysis, data triangulation and methodological triangulation were used for data analysis.

[1]นักศึกษาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการการสร้างเสริมสุขภาพ)
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[2]อาจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[*]**Corresponding author, E-mail:** Konsatarana.kook@gmail.com

The research results showed that (1) The health literacy in preventing the Zika virus of pregnant women was at the Interactive level. The meaning is access to disease prevention information from reliable sources, and confirm the information with the health personnel before implementation. Choose the right disease prevention. She can take care of herself to prevent Zika virus infection throughout the period of pregnancy. (2) Pregnant women infected with the Zika virus access health information by searching the internet. Received Zika virus disease information from public health officers, Village Health Volunteers, And Community Leaders. Pregnant women choose simple methods of disease prevention, Suitable for oneself. Community, Spouse and family, It is good to support disease prevention.

Keywords: Health literacy, Experiences, Zika Virus disease prevention, pregnant women

บทนำ

โรคติดเชื้อไวรัสซิกาเป็นโรคติดต่ออุบัติใหม่ มียุงลายเป็นยุงพาหะ การติดต่อสามารถแพร่ผ่านทางเลือด แพร่จากมารดาที่ติดเชื้อสู่ทารกในครรภ์ อาการที่พบบ่อย ได้แก่ ผื่น ไข้ เยื่อบุตาอักเสบ ปวดข้อ ผู้ติดเชื้อไวรัสซิการ้อยละ 80 ไม่แสดงอาการ สำหรับหญิงตั้งครรภ์ที่ติดเชื้อไวรัสซิกาอาจแพร่เชื้อสู่ทารกในครรภ์ และอาจเกิดผลกระทบต่อทารกในครรภ์โดยเฉพาะการติดเชื้อในไตรมาสแรกที่อาจทำให้ทารกมีภาวะศีรษะเล็กแต่กำเนิด (Microcephaly) และอาจมีความพิการด้านการมองเห็น การได้ยิน เป็นต้น

สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสซิกาทั่วโลกในช่วงปี พ.ศ. 2558-2559 พบการระบาดในหลายประเทศ โดยเฉพาะสหพันธ์สาธารณรัฐบราซิลมีการเพิ่มขึ้นของภาวะศีรษะเล็กแต่กำเนิดจากหญิงตั้งครรภ์ที่ติดเชื้อไวรัสซิกามากกว่า 4,000 ราย ในปี พ.ศ. 2558 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553-2557 ในขณะนั้นองค์การอนามัยโลกได้ประกาศว่า "ภาวะศีรษะเล็กแต่กำเนิดเป็นภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุขระหว่างประเทศ (Public Health Emergency International Concern: PHEIC) โดยภาวะดังกล่าวอาจมีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อไวรัสซิกา" ซึ่งประเทศไทยพบผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสซิกาในปี พ.ศ. 2559 – 2560 จำนวน 1,691 ราย หญิงตั้งครรภ์ที่ติดเชื้อไวรัสซิกา จำนวน 121 ราย พบทารกมีภาวะศีรษะเล็กแต่กำเนิดที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อไวรัสซิกา (Zika-related microcephaly) จำนวน 3 ราย และพบผู้ป่วยยืนยันที่มีอาการเข้าได้กับโรคเส้นประสาทอักเสบ (Guillain Barre syndrome: GBS) จำนวน 3 ราย และจังหวัดเพชรบูรณ์มีรายงานผู้ติดเชื้อไวรัสซิกาสะสมมากที่สุด เป็นอันดับที่ 4 ใน 43 จังหวัด โดยพบผู้ป่วยในอำเภอหล่มสักมากที่สุด จำนวน 84 ราย ร้อยละ 84.85 พบหญิงตั้งครรภ์ที่ติดเชื้อไวรัสซิกาจำนวน 3 ราย ร้อยละ 3.57

การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์สามารถทำได้เช่นเดียวกับการป้องกันโรคไข้เลือดออก เช่น กางมุ้ง ทายากันยุง ทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย เป็นต้น ทั้งนี้ กระทรวงสาธารณสุขได้ดำเนินการมาตรการต่างๆ ในการเฝ้าระวังป้องกันไม่ให้หญิงตั้งครรภ์ติดเชื้อไวรัสซิกา โดยเฉพาะอย่างยิ่งมาตรการด้านการสื่อสา รความเสี่ยงประชาสัมพันธ์ข้อมูล โรคติดเชื้อไวรัสซิกาในรูปแบบต่างๆและหลากหลายช่องทางให้หญิงตั้งครรภ์เกิดความตระหนักในการดูแลตนเองไม่ให้ เกิดการติดเชื้อไวรัสซิกา อย่างไรก็ตามหญิงตั้งครรภ์จะให้ความสนใจในช่วงเวลาที่โรคติดเชื้อไวรัสซิการะบาดในพื้นที่เท่านั้น เมื่อสถานการณ์กลับเข้าสู่ภาวะปกติ หญิงตั้งครรภ์ดูแลตนเองป้องกันไม่ให้ถูกยุงกัดด้วยวิธีต่างๆลดลงไม่เกิดความต่อเนื่อง จะเห็นได้จากการพบหญิงตั้งครรภ์ติดเชื้อไวรัสซิกามีแนวโน้มสูงขึ้น และมีโอกาสพบ

ภาวะแทรกซ้อนต่อทารกในครรภ์เพิ่มขึ้น

การดูแลตนเองในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์เกิดจากทักษะในการดูแลตนเอง ส่งผลให้หญิงตั้งครรภ์ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้อย่างเหมาะสม หากหญิงตั้งครรภ์สามารถตัดสินใจว่าพฤติกรรมนั้นๆ มีคุณค่ากับตนเองก็จะเกิดการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการดูแลป้องกันตนเองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ปัจจัยสำคัญ ที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อพฤติกรรมสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ประกอบด้วย 1) ความรอบรู้ด้านสุขภาพ (Health Literacy) 2) การแสวงหาข้อมูลทางสุขภาพ (Health Information Seeking) และ 3) การสนับสนุนทางสังคม (Social Supports)ดังนั้น ความรอบรู้ด้านสุขภาพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพและผลลัพธ์สุขภาพรวมทั้งมีอิทธิพลโดยตรงและโดยอ้อมทางบวกต่อคุณภาพชีวิตของหญิงตั้งครรภ์

ด้วยความรอบรู้ด้านสุขภาพเป็นหัวใจสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับการส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรค เนื่องจากสภาวะการเจ็บป่วยมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ประกอบกับปัจจัยหลายๆด้าน ทั้งด้านตัวบุคคล สังคม เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม การพัฒนาทักษะความรอบรู้ด้านสุขภาพอยู่เสมอจึงจะเป็นหนทางช่วยให้เป็นคนทันโลกและทันโรค โดยอาศัยการเพิ่มพูนความรู้และทักษะให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงของโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ เพื่อให้หญิงตั้งครรภ์มีความรอบรู้ด้านสุขภาพ มีศักยภาพ ในการดูแลสุขภาพตนเองได้ รวมทั้งยังจะช่วยแนะนำสิ่งที่ถูกต้องให้กับบุคคลใกล้ชิดครอบครัว ชุมชน และสังคมได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความรอบรู้ด้านสุขภาพและประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลในการพัฒนาความรอบรู้ด้านสุขภาพระดับบุคคล และเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิผลการจัดการการสร้างเสริมสุขภาพและการป้องกันโรคติดต่อและภัยสุขภาพของประชาชนในทุกกลุ่มวัย โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนี้

1. อธิบายความรอบรู้ด้านสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์
2. ศึกษาชุดประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีแนวคำถามสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับโรคติดเชื้อไวรัสซิกา ผู้ให้ข้อมูลรวมทั้งสิ้น 40 คน เป็นกลุ่มหญิงตั้งครรภ์ในช่วงการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสซิกา (เดือนมิถุนายน – ตุลาคม พ.ศ. 2559) จำนวน 14 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก และกลุ่มหญิงวัยเจริญพันธุ์ในช่วงไม่เกิดการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสซิกา จำนวน 26 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์แก่นสาระและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านข้อมูลและวิธีการรวบรวมข้อมูล

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไป กลุ่มหญิงตั้งครรภ์ในช่วงการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสซิกา (เดือนมิถุนายน – ตุลาคม พ.ศ. 2559) จำนวน 14 คน มีอายุ 22-36 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและปริญญาตรี ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป อาศัยอยู่กับคู่สมรส มีบุตร 1-2 คน ส่วนใหญ่ไม่มีประวัติการป่วยโรคไข้เลือดออกและการแท้งบุตร กลุ่มหญิงวัยเจริญพันธุ์ในช่วงไม่เกิดการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสซิกา จำนวน 26 คน ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบอาชีพเกษตรกร อาศัยอยู่กับคู่สมรส มีบุตร 2 คน ส่วนใหญ่ไม่มีประวัติการป่วยโรค

ไข้เลือดออกและการแท้งบุตร

ความรอบรู้ด้านสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความรอบรู้ด้านสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ สามารถอธิบายการจำแนกระดับการพัฒนาความรอบรู้ด้านสุขภาพตามคุณลักษณะ 6 ด้าน ดังนี้

1. การเข้าถึงข้อมูลสุขภาพและบริการสุขภาพ (Access)

หญิงตั้งครรภ์สามารถเลือกแหล่งข้อมูลและสารสนเทศการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ถูกต้อง สืบค้นข้อมูลจากระบบอินเทอร์เน็ตด้วยอุปกรณ์ที่ทันสมัย และมีการตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งต่างๆกับผู้เชี่ยวชาญทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือก่อนนำมาปฏิบัติ สรุปได้ว่าหญิงตั้งครรภ์มีความรอบรู้ด้านสุขภาพในด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพและบริการสุขภาพอยู่ในระดับวิจารณญาณ (Critical Health Literacy)

2. ความรู้ความเข้าใจ (Cognitive)

หญิงตั้งครรภ์มีความเข้าใจวิธีการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกา สามารถอธิบายถึงวิธีการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาโดยไม่ให้ยุงกัดและการตัดวงจรของยุงลายที่เป็นยุงพาหะนำโรค ซึ่งสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสซิกา สรุปได้ว่าหญิงตั้งครรภ์มีความรอบรู้ด้านสุขภาพในด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับปฏิสัมพันธ์ (Interactive Health Literacy)

3. ทักษะการสื่อสาร (Communication skill)

หญิงตั้งครรภ์สามารถศึกษาข้อมูล คำแนะนำการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาจากสื่อที่มีการประชาสัมพันธ์ในอินเทอร์เน็ต และสามารถถ่ายทอดหรือบอกต่อให้กับบุคคลอื่นๆปฏิบัติตามได้ สรุปได้ว่าหญิงตั้งครรภ์มีความรอบรู้ด้านสุขภาพในด้านทักษะการสื่อสารอยู่ในระดับปฏิสัมพันธ์ (Interactive Health Literacy)

4. ทักษะการตัดสินใจ (Decision skill)

หญิงตั้งครรภ์สามารถเลือกวิธีการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ และพิจารณาเลือกวิธีที่สามารถปฏิบัติได้เหมาะสมกับตนเอง และสภาพแวดล้อมของที่อยู่อาศัย รวมทั้งหลีกเลี่ยงสารเคมีที่อาจส่งผลต่อสุขภาพของตนเองและสมาชิกในครอบครัว สรุปได้ว่าหญิงตั้งครรภ์มีความรอบรู้ด้านสุขภาพในด้านทักษะการตัดสินใจอยู่ในระดับวิจารณญาณ (Critical Health Literacy)

5. การรู้เท่าทันสื่อ (Media literacy)

หญิงตั้งครรภ์สามารถตรวจสอบความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือของข้อมูลการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านสุขภาพ เพื่อลดความเสี่ยงจากการได้รับข้อมูลที่ไม่ถูกต้องและเกิดผลเสียต่อสุขภาพของตนเองและผู้อื่น สรุปได้ว่าหญิงตั้งครรภ์มีความรอบรู้ด้านสุขภาพด้านการรู้เท่าทันสื่ออยู่ในระดับปฏิสัมพันธ์ (Interactive Health Literacy)

6. การจัดการตนเอง (Self-management)

หญิงตั้งครรภ์มีการจัดการตนเองโดยมีแผนการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาตลอดระยะเวลาในการตั้งครรภ์ และกำหนดเป้าหมายไม่ให้เกิดโรคติดเชื้อไวรัสซิกาในขณะตั้งครรภ์ ส่งผลให้เกิดการมีพฤติกรรมการป้องกันโรคอย่างต่อเนื่อง สรุปได้ว่าหญิงตั้งครรภ์มีความรอบรู้ด้านสุขภาพด้านการจัดการตนเองอยู่ในระดับปฏิสัมพันธ์ (Interactive Health Literacy)

ชุดประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์

ชุดประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกา หญิงตั้งครรภ์มีชุดประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยมีความ

เข้าใจว่า โรคติดเชื้อไวรัสซิกาเป็นโรคที่คล้ายโรคไข้เลือดออก มียุงลายเป็นยุงพาหะนำโรค ลักษณะอาการที่พบจะมีไข้ผื่น ซึ่งมีความรุนแรงมากกว่าโรคไข้เลือดออก โดยเฉพาะกลุ่มหญิงตั้งครรภ์ที่ติดเชื้อไวรัสซิกาจะส่งผลกระทบต่อทารกในครรภ์ ทำให้พบความผิดปกติ ได้แก่ ความพิการ ภาวะศีรษะเล็กแต่กำเนิด และทำให้เกิดการแท้งบุตรได้ วิธีการป้องกันโรคปฏิบัติได้เช่นเดียวกันกับโรคไข้เลือดออก หญิงตั้งครรภ์ใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นช่องทางในการสืบค้นข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามยังพบว่าหญิงตั้งครรภ์จะแสวงหาข้อมูล เมื่อรับรู้ว่าตนเองเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดโรคหรืออยู่ในช่วงที่เกิดการระบาดของโรค รวมทั้งเป็นผู้รอรับข้อมูลจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุข และสื่อที่มีการประชาสัมพันธ์ทางช่องทางต่างๆ นอกจากนี้หญิงตั้งครรภ์จะเลือกวิธีการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาที่สามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ทำได้ง่าย เหมาะสมกับตนเอง เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของที่อยู่อาศัย และสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะวิธีการป้องกันโรคที่ได้รับคำแนะจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุข ในชุดประสบการณ์จะเห็นได้ว่า สิ่งที่มีส่วนช่วยให้เกิดความตระหนักในการดูแลป้องกันตนเองไม่ให้เกิดการติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ คือ การสนับสนุนทางสังคม ได้แก่ การดูแลสภาพแวดล้อม ทั้งภายในและภายนอกบ้านไม่ให้มีแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายโดยครอบครัว การจัดกิจกรรม การรณรงค์ป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาในชุมชนโดยได้รับความร่วมมือจากประชาชน แกนนำสุขภาพ และหน่วยงานในพื้นที่ การให้บริการของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขทั้งเชิงรุกในชุมชนและเชิงรับในสถานบริการ

อภิปรายผลการวิจัย จากผลการศึกษาความรอบรู้ด้านสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ความรอบรู้ด้านสุขภาพรวมทุกองค์ประกอบ พบว่า หญิงตั้งครรภ์ เป็นผู้มีความรอบรู้ด้านสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาอยู่ในระดับปฏิสัมพันธ์ (Interactive Health Literacy) คือ หญิงตั้งครรภ์มีการดูแลสุขภาพตนเองไม่ให้เกิดโรคติดเชื้อไวรัสซิกาตลอดระยะเวลาการตั้งครรภ์ โดยใช้วิธีการป้องกันที่เหมาะสมและสามารถปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง และอาจจะมี การปฏิบัติตนตามหลักแนวทางการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาได้ถูกต้องบ้าง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากแนวทางที่ดำเนินการเพื่อสร้างและพัฒนาความรอบรู้ด้านสุขภาพยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาได้ในทิศทางที่ดีขึ้น นอกจากนี้การดำเนินงานยังขาดความต่อเนื่องของการดำเนินกิจกรรมอื่นๆ เนื่องจากมีภารกิจด้านอื่นๆ ไม่สามารถจัดสรรเวลาดำเนินกิจกรรมที่ต่อเนื่องได้ และยังขาดติดตามประเมินผลการดำเนินงาน โดยตามแนวคิดของการสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพที่จะทำให้สามารถรับมือหรือเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงของสภาพสังคมได้ ประชาชนจะต้องมีความรอบรู้ตั้งแต่ความรอบรู้ด้านสุขภาพระดับพื้นฐาน ระดับการปฏิสัมพันธ์ และระดับวิจารณญาณ จึงจะสามารถเชื่อมโยงกับผลลัพธ์ด้านสุขภาพที่เกิดขึ้นของประชาชนในภาพรวมได้ชัดเจนควบคู่ไปกับผลลัพธ์ด้านสุขภาพของแต่ละบุคคล โดยมีความสามารถที่จะประยุกต์ใช้ข้อมูลข่าวสารในการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบข้อมูลสารสนเทศด้านสุขภาพที่มีอยู่ และสามารถจัดการสถานการณ์ปัญหาแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพตนเองเพื่อให้สามารถตัดสินใจและเลือกปฏิบัติ ในการสร้างเสริมและรักษาสุขภาพของตนเองให้คงดีอย่างต่อเนื่อง

ผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานการประเมินความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพของประชาชนกลุ่มเป้าหมายการดำเนินงาน (วัยเรียน และวัยทำงาน) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ของกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ พบว่าระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพตามหลัก 3อ.2ส. ของกลุ่มวัยทำงานอายุ 15-59 ปี ภาพรวมประเทศระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพตามหลัก 3อ.2ส. ส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 50.73 รองลงมาอยู่ในระดับไม่ดี ร้อยละ 41.94 และระดับดีมาก ร้อยละ 7.33 เมื่อจำแนกรายองค์ประกอบทั้ง 6 องค์ประกอบของความรอบรู้ด้านสุขภาพ พบว่า ส่วนใหญ่มีความรอบรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับไม่ดีใน 3 องค์ประกอบ คือ การเข้าถึงข้อมูลและบริการทางสุขภาพ ร้อยละ 45.05 การสื่อสารเพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญด้านสุขภาพ ร้อยละ 76.64 และการรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ ร้อยละ

48.85 ส่วนองค์ประกอบที่อยู่ในระดับดีมาก คือ ความรู้ ความเข้าใจทางสุขภาพ ร้อยละ 40.29 และการตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้อง ร้อยละ 57.58 และมีเพียงองค์ประกอบเดียวที่อยู่ในระดับพอใช้ คือ การจัดการเงื่อนไขทางสุขภาพตนเอง ร้อยละ 43.07

จากผลการศึกษาชุดประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ ผลการศึกษาพบว่า หญิงตั้งครรภ์ได้รับข้อมูลโรคติดเชื้อไวรัสซิกาจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน การรับฟังข่าวทางโทรทัศน์ การประชาสัมพันธ์ผ่านเสียงตามสายในชุมชน แผ่นพับ สื่อประชาสัมพันธ์ความรู้ต่างๆ ที่มีการเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต และสังคมออนไลน์ โดยเลือกใช้วิธีการป้องกันโรคที่สามารถทำได้ง่าย เหมาะสมกับตนเอง เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ของที่อยู่อาศัย หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี จะเห็นได้ว่าผลการศึกษาในเบื้องต้นมีความสอดคล้องกับการศึกษาการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ความรู้ และพฤติกรรมการป้องกันโรคและภัยสุขภาพของประชาชนไทย ประจำปี 2559 ของ วิชาญ ปาวัน และคณะ พบว่า ประชาชนรับรู้ข้อมูลข่าวสารมากที่สุดจากโทรทัศน์/เคเบิลทีวี รองลงมาเป็นสื่อบุคคล และการศึกษาผลการสำรวจทัศนคติ ความเห็นของประชาชน DDC Poll เรื่อง“โรคติดเชื้อไวรัสซิกา” ปี 2559 ครั้งที่ 1 ของสำนักสื่อสารความเสี่ยงและภัยสุขภาพ พบว่า ประชาชนในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค ส่วนใหญ่รู้จัก/เคยได้ยินโรคติดเชื้อไวรัสซิกา รวมทั้งทราบว่ายุงลายเป็นยุงพาหะนำโรค กลุ่มหญิงตั้งครรภ์เป็นกลุ่มเสี่ยงและมีความรุนแรงทำให้ทารกมีภาวะศีรษะเล็ก การป้องกันโรคนี้ส่วนใหญ่ใช้วิธีทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย การที่หญิงตั้งครรภ์มีพฤติกรรมการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาเนื่องมาจากการได้รับข้อมูลเกี่ยวกับโรคติดเชื้อไวรัสซิกาทำให้เกิดความตระหนักในการป้องกันตนเอง สอดคล้องกับการศึกษาปัจจัย ที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคไวรัสซิกาในหญิงตั้งครรภ์ อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร ของกู้เกียรติ ก้อนแก้ว และคณะ พบว่า ปัจจัยความรู้ การรับรู้ข่าวสาร การรับรู้ความรุนแรง การรับรู้ประโยชน์ และการรับรู้อุปสรรคต่อการเกิดโรค เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์

ข้อสังเกตที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งจากผลการศึกษา นอกจากการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโรคติดเชื้อไวรัสซิกาจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ยังพบว่าหญิงตั้งครรภ์มีการสืบค้นแสวงหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต โดยใช้อุปกรณ์ที่ทันสมัย แสดงให้เห็นว่าหญิงตั้งครรภ์มีทักษะในการแสวงหาข้อมูล และสามารถใช้เทคโนโลยีในการเข้าถึงข้อมูลทางด้านสุขภาพได้ ดังนั้น ระดับการศึกษาจึงเป็นปัจจัยส่วนบุคคลของหญิงตั้งครรภ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาแบบจำลองการส่งเสริมคุณภาพของ Pender ที่กล่าวว่าระดับการศึกษามีผลต่อการปฏิบัติพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ผู้ที่มีการศึกษาสูงจะมีโอกาสแสวงหาสิ่งที่มีประโยชน์หรือเอื้ออำนวยต่อการปฏิบัติพฤติกรรมสุขภาพ รวมทั้งสอดคล้องกับแนวคิดทัศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัยของประภาเพ็ญ สุวรรณ ที่กล่าวว่าระดับการศึกษาเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ระดับการศึกษาทำให้บุคคลมีสติปัญญาสามารถทำความเข้าใจต่อข้อมูลข่าวสารได้ดี สามารถเรียนรู้เรื่องโรคและแผนการรักษามีทักษะในการแสวงหาข้อมูล และมีโอกาสแสวงหาแหล่งประโยชน์ที่เอื้อต่อสุขภาพ สอดคล้องกับการศึกษาความรอบรู้ด้านสุขภาพของหญิงตั้งครรภ์ในนอร์เวย์จากกระดานการสนทนาทางเว็บไซต์ของ Eva Haukeland Fredriksen et al ศึกษา พบว่า อินเทอร์เน็ตเป็นหนึ่งในแหล่งข้อมูลที่เติบโตเร็วที่สุดสำหรับหญิงตั้งครรภ์ การมีปฏิสัมพันธ์ในกระดานสนทนาบนเว็บไซต์มีอิทธิพลต่อความรอบรู้ด้านสุขภาพของมารดาในแง่ของความรู้ และสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพที่เพิ่มขึ้นการรับรู้ที่เพิ่มขึ้นในการส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันสุขภาพ

การอยู่อาศัยกับคู่สมรส ครอบครัว เป็นปัจจัยส่วนบุคคลของหญิงตั้งครรภ์ที่มีส่วนสนับสนุนดูแลช่วยป้องกันไม่ให้ตนเองติดเชื้อไวรัสซิกา ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาแบบจำลองเชิงสาเหตุคุณภาพชีวิตของหญิงตั้งครรภ์

ของตติรัตน์ เตชะศักดิ์ศรี และคณะ ที่กล่าวว่าหญิงตั้งครรภ์ที่มีอายุเฉลี่ยอยู่ในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น จึงมีวุฒิภาวะในการใช้ชีวิตร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งส่วนใหญ่มีความพร้อมในการตั้งครรภ์ จึงสามารถปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในขณะตั้งครรภ์ และหญิงตั้งครรภ์ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ร่วมกันกับสามีและอยู่ร่วมกันแบบครอบครัวขยาย จึงได้รับการดูแลช่วยเหลือ และการสนับสนุนในขณะตั้งครรภ์ ทำให้หญิงตั้งครรภ์มีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างดี

นอกจากนี้ยังพบว่า กิจกรรมการรณรงค์ป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิการูปแบบต่างๆในชุมชน ด้วยความร่วมมือของเครือข่ายสุขภาพในชุมชน ได้แก่ ผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) สมาชิกชุมชน หน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ สามารถสนับสนุนการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาให้กับหญิงตั้งครรภ์ในการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาการมีส่วนร่วมในการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกของประชาชน อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ของ ไพรัตน์ ห้วยทราย และคณะ พบว่า การสนับสนุนทางสังคม มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการป้องกัน และควบคุมโรคไข้เลือดออกของประชาชน เจ้าหน้าที่สาธารณสุขเป็นบุคลากรทางด้านสุขภาพที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ได้ให้บริการประชาชนทั้งเชิงรุกในชุมชนและเชิงรับในสถานบริการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสซิกา สอดคล้องกับการศึกษาโรคติดเชื้อไวรัสซิกากับการตั้งครรภ์: บทบาทพยาบาลอนามัยชุมชนในการป้องกันโรคของญนัท วอลเตอร์ และคณะ ที่กล่าวว่าพยาบาลอนามัยชุมชนมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ในการป้องกันโรคให้แก่ประชาชนในชุมชน โดยเฉพาะกลุ่มหญิงวัยเจริญพันธุ์ และหญิงตั้งครรภ์ที่อยู่ในชุมชน โดยการให้ความรู้และสร้างความตระหนักเกี่ยวกับโรคติดเชื้อไวรัสซิกา เพื่อป้องกันผลกระทบและความรุนแรงที่จะเกิดขึ้นกับทารกในครรภ์ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากบุคลากรทางด้านสาธารณสุขเป็นผู้มีองค์ความรู้ด้านสุขภาพและเป็นบุคลากรที่ประชาชนในพื้นที่ ให้ความศรัทธาและเชื่อมั่นในการดูแลสุขภาพ ส่งผลให้เกิดความร่วมมือและปฏิบัติตามคำแนะนำในการดูแลสุขภาพ

สรุปผลการวิจัย

ความรอบรู้ด้านสุขภาพการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์อยู่ในระดับปฏิสัมพันธ์ (Interactive Health Literacy) และอาจจะมีการปฏิบัติตนตามหลักแนวทางการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาได้ถูกต้องบ้าง ทั้งนี้แนวทางการสร้างและพัฒนาความรอบรู้ด้านสุขภาพที่เพียงพอจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการป้องกัน โรคติดเชื้อไวรัสซิกาได้ในทิศทางที่ดีขึ้น จึงต้องมีการดำเนินงานพัฒนาการสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพให้ประชาชนตั้งแต่ความรอบรู้ด้านสุขภาพระดับพื้นฐาน ระดับปฏิสัมพันธ์ และระดับวิจารณญาณ จึงจะสามารถเชื่อมโยงกับผลลัพธ์ ด้านสุขภาพที่เกิดขึ้นของประชาชนในแต่ละบุคคล เพื่อให้สามารถตัดสินใจและเลือกปฏิบัติในการสร้างเสริมและรักษาสุขภาพของตนเองให้คงดีอย่างต่อเนื่อง

ประสบการณ์การป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาของหญิงตั้งครรภ์ โรคติดเชื้อไวรัสซิกาเป็นโรคที่คล้ายโรคไข้เลือดออก มีสาเหตุจากเชื้อไวรัส ยุงลายเป็นยุงพาหะนำโรค ลักษณะอาการของโรค คือ ไข้ ผื่น ความรุนแรงของโรคบุคคลทั่วไปจะทำให้เกิดความผิดปกติทางระบบประสาท กลุ่มหญิงตั้งครรภ์อาจจะส่งผล ต่อบุตรในครรภ์ทำให้เกิดความพิการในการมองเห็น การได้ยิน ภาวะศีรษะเล็กแต่กำเนิด และทำให้เกิดการแท้งบุตรได้ วิธีการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกา เช่น การนอนกางมุ้ง ทายากันยุง ทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย เป็นต้น หญิงตั้งครรภ์สามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตโดยใช้เทคโนโลยีในการเข้าถึงข้อมูลทางด้านสุขภาพ และได้รับข้อมูลโรคติดเชื้อไวรัสซิกาจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน การรับฟังข่าวทางโทรทัศน์ การประชาสัมพันธ์ผ่านเสียงตามสายในชุมชน แผ่นพับ สื่อประชาสัมพันธ์ความรู้ต่างๆที่มีการเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ตและสังคมออนไลน์ ซึ่งเลือกใช้วิธีการ

ป้องกันโรคที่สามารถทำได้ง่าย เหมาะสมกับตนเอง และสภาพแวดล้อมของที่อยู่อาศัย หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี รวมทั้งหญิงตั้งครรภ์ได้รับการสนับสนุนการป้องกันโรคติดเชื้อไวรัสซิกาในรูปแบบต่างๆจากคู่สมรส ครอบครัว เจ้าหน้าที่สาธารณสุข อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากมูลนิธิพระบรมราชานุสรณ์พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวและสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ให้ความกรุณาชี้แนะข้อมูลทางวิชาการที่เป็นประโยชน์อย่างดียิ่ง ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สาธารณสุข และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านอำเภอหล่มสักทุกท่านที่ให้สนับสนุนข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษาครั้งนี้ รวมถึงผู้ให้ข้อมูลทุกคนที่ให้ความร่วมมือ และยินยอมให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาครั้งนี้ จนทำให้วิจัยนี้สำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมโรค. (2560). **สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสซิกา ประเทศไทย ประจำสัปดาห์ที่ 1 วันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2560.**

กรมควบคุมโรค. (2561). **สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสซิกา ประเทศไทย.**

กองสุขศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. (2559). **การเสริมสร้างและประเมินความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์นิวธรรมการพิมพ์(ประเทศไทย) จำกัด.

กองสุขศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. (2560). **รายงานการประเมินความรอบรู้ด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ ของประชาชนกลุ่มเป้าหมายการดำเนินงาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์นิวธรรมการพิมพ์(ประเทศไทย) จำกัด.

กู้เกียรติ ก้อนแก้ว, ฐิติวรดา สังเกตุ, ศยามล ภูพิศ. (2562). "ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคไวรัสซิกาในหญิงตั้งครรภ์ อำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร". **วารสารวิชาการสาธารณสุข.** 28(2). 255-262.

ขวัญเมือง แก้วดำเกิง, นฤมล ตรีเพชรศรีอุไร. (2554). **ความฉลาดทางสุขภาพ กองสุขศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์นิวธรรมการพิมพ์(ประเทศไทย) จำกัด.

ญนัท วอลเตอร์, อาภรณ์ ภู่พัทธยากร, ปฐมามาศ โชติบัณ. (2561). "โรคติดเชื้อไวรัสซิกากับการตั้งครรภ์: บทบาทพยาบาลอนามัยชุมชนในการป้องกันโรค". **วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้.** 312-321.

ตติรัตน์ เตชะศักดิ์ศรี, สุพิศ ศิริอรุณรัตน์, พิริยา ศุภศรี, วรรณทนา ศุภสีมานนท์, นารีรัตน์ บุญเนตร, ชรริน ขวัญเนตร. (2560). "แบบจำลองเชิงสาเหตุคุณภาพชีวิตของหญิงตั้งครรภ์". **วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้.** 28-46.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2526). **ทัศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร.

ไพรัตน์ ห้วยทราย, ดร.ธนูย์สิญจน์ สุขเสริม, ดร.กฤษณ์ ขุนลึก. (2559). "การมีส่วนร่วมในการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกของประชาชน อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์". **วารสารวิชาการแพรวากาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์.** 64-80.

วิชาญ ปาวัน, กรัณฑรัตน์ บุญช่วยธนาสิทธิ์, จักรกฤษณ์ พลราชม, มาสริน ศุกลปักษ์. (2560). "การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ความรู้ และพฤติกรรมการป้องกันโรคและภัยสุขภาพของประชาชนไทย ประจำปี 2559". **วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ.** 11(1) 70-79.

สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (2559). **ผลการสำรวจทัศนคติ ความเห็นของประชาชน DDC Poll เรื่อง "โรคติดเชื้อไวรัสซิกา" ปี 2559 ครั้งที่ 1.**

Buathong R, Hermann L, Thaisomboonsuk B, Rutvisuttinunt W, Klungthong C, Chinnawirotpisan P,et al. (2015). Detection of Zika Virus Infection in Thailand, 2012-2014. **The American journal of tropical medicine and hygiene.** 93(2), 380 – 383.

Carolan, M., Gill, G. K. & Streel, C. (2012). Women's Experiences of Factors that Facilitate or Inhibit Gestational Diabetes Self-Management. **BMC Pregnancy Childbirth.** 18, 1-12

Chinn, D. & McCarthy, C. (2013). All Aspects of Health Literacy Scale (AAHLS): Developing a Tool to Measure Functional, Communicative and Critical Health Literacy in Primary Healthcare Settings. **Patient Education and Counseling.** 90(2), 247–253.

Eva Haukeland Fredriksen, Janet Harris, Karen Marie Moland. (2016). Web-based Discussion Forums on Pregnancy Complaints and Maternal Health Literacy in Norway: A Qualitative Study. **Journal of medical internet research.** 18(5), 1-8.

Pender, N.J., Murdaugh, C.L. and Parsons, M.A. (2006). **Health Promotion in Nursing Practice.** 5st ed. New Jersey: Pearson Education.

Shieh, C., McDaniel, A. & Ke, I. (2009). Information-Seeking and Its Predictors in Low-Income Pregnant Women. **Journal of Midwifery and Women's Health.** 54(5), 364-372.

Wold Health Organization. (2017). **Situation Report Zika virus, Microcephaly and Guillain-Barré syndrome. Retrieved 15 March 2017** (Online). http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254714/1/zikasitrep10Mar17-eng.pdf?ua=1, January 20, 2018.

สมบัติทางกายภาพของดินจอมปลวกในสวนยางพาราของพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

Physical Properties of Termite Mound Soil in Para Rubber Plantation of Mueang District, Trang Province

ศราวุฒิ ชูโลก[1*], นวรัตน์ สีตะพงษ์[1], วีรยุทธ ทองคง[2], นัสรีน ดอต๊ะ[3]

Sarawut Chulok[1*], Nawarat Seetapong[1], Nasreen Dortha[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินจอมปลวกในสวนยางพารา โดยเก็บตัวอย่างดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ในพื้นที่ 3 ตำบล ของอำเภอเมือง จังหวัดตรัง พบว่า อนุภาคของดินจอมปลวกเป็นดินทรายแป้ง และดินเหนียว มีความชื้นและความหนาแน่นของดินสูง ดินจอมปลวกมีสภาพเป็นกรดอ่อน และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในระดับที่ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ส่วนดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร อนุภาคของดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย และมีค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดินได้ดี ในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรจึงสามารถนำดินมาคลุกเคล้ากับดินจอมปลวก เพื่อทำให้ดินสามารถกักเก็บความชื้น ดูดซับน้ำ และแร่ธาตุอาหารได้ดีขึ้น

คำสำคัญ : ดินจอมปลวก, ความชื้นในดิน, การซึมน้ำ, ความหนาแน่นดิน

Abstract

The objective of this research was to study the physical properties of termite mound soils in para rubber plantations. Collecting termite mound soil and soil at distances 5 meters from the mound base of 3 sub-districts in Mueang District, Trang Province. Showed that the particles of the termite mound soils were silty and clay soils with high moisture and density. The termite mound soils is weakly acidic and the electrical conductivity is at a level that does not affect the growth and production of plants. The soil is 5 meters away from the mound base, most of the soil particles are sandy soil and has good water absorption coefficient. For soil improvement for agriculture, so it can be mixed with the termite mound soils to enable the soil to retain moisture, absorb water and nutrients better.

Keywords : termite mound soil, soil moisture, soil permeability, soil density

[1]อาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[3]ผู้ช่วยนักวิจัย สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail :** choolok@gmail.com

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยโดยมีพื้นที่ปลูกเป็นอันดับสองของโลกประมาณ 12.56 ล้านไร่ รองจากประเทศอินโดนีเซียซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดประมาณ 20.56 ล้านไร่ พื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ จากการสำรวจในปี พ.ศ.2549 พบว่ามีพื้นที่ปลูก 10.96 ล้าน ถึงแม้ว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกเป็นอันดับสองของโลกแต่เป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากเป็นอันดับหนึ่งของโลกโดยมีสัดส่วนการผลิตประมาณร้อยละ 34 ของปริมาณการผลิตทั้งหมดและมีสัดส่วนการส่งออกประมาณร้อยละ 47 ของการส่งออกยางทั้งหมดของโลกคิดเป็นผลผลิตประมาณ 2.77 ล้านตัน มูลค่า 3.55 แสนล้านบาท โดยรายงานว่าส่วนใหญ่ส่งออกไปยังประเทศจีน ญี่ปุ่น มาเลเซียสหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้ และประเทศอื่น ๆ ปัจจุบันเกษตรกรซึ่งประกอบอาชีพการทำสวนยางกำลังได้รับความเดือดร้อนเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการลดลงของปริมาณน้ำยาง และส่งผลต่อการส่งออกผลิตภัณฑ์ยาง ไม้ยางพาราแปรรูปและผลิตภัณฑ์ โดยรายงานว่าปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นจากอาการผิดปกติของต้นยาง อันเนื่องมาจากปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพเช่น ความสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดิน ความชื้นในดินความร้อน สารเคมีหรือสารพิษตกค้างในดิน พายุหรือฟ้าผ่า หรือการปลูกในสภาพที่เหมาะสมแก่การเกิดโรคนอกจากนี้โรคที่เกิดจากเชื้อรา เชื้อแบคทีเรียและแมลงศัตรู ได้แก่ ปลวก หนอนทราย เพลี้ยหอย ไรศัตรูพืชจัดเป็นศัตรูที่สำคัญอีกประการหนึ่งของยางพารา (วีรยุทธ ทองคง และคณะ, 2552)

ในสวนยางมีปลวกหลายชนิดอาศัยอยู่ส่วนใหญ่อาศัยกัดกินรากพืชที่ตายแล้วเป็นอาหาร และให้ประโยชน์ในการสร้างอินทรียวัตถุลงในดินมีเพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่ทำลายรากยาง คือ coptotermes curvignathus พื้นที่ในภาคใต้ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยสวนยางพารา จนทำให้เกิดทรัพยากรที่มีคุณค่า และมีบทบาทที่สำคัญต่อวิถีการดำรงชีวิตเกษตรกร โดยส่วนใหญ่ยางพารามักพบเจอในภาคใต้ของประเทศไทยเป็นส่วนใหญ่ และสามารถพบจอมปลวกได้ในพื้นที่สวนยางพาราโดยทั่วไป ดังนั้นก่อนที่จะทำการเพาะปลูกจะมีการไถทำลาย ถ้าเป็นจอมปลวกที่มีขนาดใหญ่จะเป็นอุปสรรคต่อการเกษตรกรรมที่จะปรับระดับพื้นที่ และหลังจากปรับพื้นที่แล้วดินเหล่านี้ ยังเป็นดินที่ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช ต้องมีการปรับปรุงดินก่อนที่จะทำการปลูกพืช เพื่อที่จะยืนยันถึงคุณสมบัติ และคุณภาพของดินจอมปลวก และคุณประโยชน์ของดินจอมปลวก ซึ่งต้องการการทำวิจัยเชิงลึก เพื่อทำความเข้าใจด้านสมบัติทางกายภาพของดินจอมปลวกเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อการนำดินจอมปลวกไปใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านการเกษตร และในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งนำไปเป็นส่วนผสมหรือวัตถุดิบเพื่อมาสร้างนวัตกรรมใหม่ โดยองค์ความรู้เหล่านี้ย่อมมีความสำคัญ สำหรับการค้นหาแนวทางที่เหมาะสมเพื่อทดแทนจอมปลวกที่มีอยู่จำกัดควบคู่กับการรักษาวิถีชีวิตการทำสวนยางพารา

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินจอมปลวกในสวนยางพาราของพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ศึกษาในพื้นที่ 3 บริเวณ (ภาพที่ 1) ได้แก่ ตำบลนาบินหลา ตำบลนาโยงใต้ และตำบลบ้านโพธิ์



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างดินจอมปลวก อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ.2561 ทำการเก็บตัวอย่างดินจอมปลวกส่วนด้านในของจอมปลวก 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ดินจอมปลวกชั้นบน ดินจอมปลวกชั้นกลาง และดินจอมปลวกชั้นล่าง และเก็บตัวอย่างดินบริเวณโดยรอบจอมปลวกห่างจากฐานในระยะห่าง 5 เมตร รวมถึงเก็บข้อมูลค่า pH ดิน และสภาพการนำไฟฟ้าของดินอีกด้วย



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 แสดงการเก็บข้อมูล (ก) เก็บข้อมูลค่า pH ดิน ด้วยเครื่องวัดค่า pH ดิน Digital 4 In 1
(ข) เก็บตัวอย่างข้อมูลค่าสภาพนำไฟฟ้าดินด้วยเครื่องวัด EC ดิน ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI98331





(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะจอมปลวก (ก) ตำบลนาบินหลา (ข) ตำบลนาโยงใต้ (ค) ตำบลบ้านโพธิ์

ในพื้นที่ตำบลนาบินหลา จอมปลวกในสวนยางพารามีขนาดความสูงประมาณ 0.85 เมตร เส้นรอบวงฐานจอมปลวก 7 เมตร (ภาพที่ 3 ก) จากการสังเกตลักษณะของดินในพื้นที่ศึกษา พบว่า ดินจอมปวกมีสีน้ำตาลส้ม และภายในจอมปลวกจะมีจาวปลวกขนาดเล็ก ๆ กระจายอยู่ภายในจอมปลวก ซึ่งจาวปลวกมีลักษณะแข็ง แห้ง และมีสีน้ำตาลอ่อน ภายในจาวปลวกมีตัวปลวกอาศัยอยู่ จอมปลวกในพื้นที่ตำบลนาโยงใต้ มีขนาดความสูงประมาณ 0.7 เมตร เส้นรอบวงแนวฐานจอมปลวก 5.5 เมตร (ภาพที่ 3 ข) จากการสังเกตลักษณะของดินในพื้นที่ศึกษา พบว่า ดินจอมปลวกมีสีน้ำตาลเข้ม บริเวณจอมปลวกส่วนกลางทอดยาวไปจนถึงจอมปลวกส่วนล่างจะมีจาวปลวกอยู่ มีลักษณะแข็ง แห้ง และมีสีน้ำตาลเข้ม ภายในจาวปลวกมีตัวปลวกอาศัยอยู่ และจอมปลวกในพื้นที่ตำบลบ้านโพธิ์ มีขนาดความสูงประมาณ 1.2 เมตร เส้นรอบวงแนวฐานจอมปลวก 3 เมตร (ภาพที่ 3 ค) จากการสังเกตลักษณะของดินในพื้นที่ศึกษาพบว่า ดินมีสีน้ำตาลเข้ม และภายในจอมปลวกจะมีจาวปลวก ขนาดเล็ก ๆ กระจายอยู่ภายในจอมปลวก ซึ่งจาวปลวกมีลักษณะแข็ง แห้ง และมีสีน้ำตาลเข้ม ภายในจาวปลวกมีตัวปลวกอาศัยอยู่ นำตัวอย่างดินมาศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินจอมปลวกดังนี้

1. เตรียมตัวอย่างดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ตัวอย่างละ 100 กรัม อบตัวอย่างดินในตู้อบ ใช้อุณหภูมิในการอบที่ 105 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักดินแห้งที่ได้ นำค่าที่ได้จากการชั่งดินก่อนเข้าเตาอบ และหลังออกจากเตาอบ ไปคำนวณหาค่าปริมาณน้ำในดิน



ภาพที่ 4 อบตัวอย่างดินเพื่อการทดลองหาค่าปริมาณน้ำในดิน

2. เตรียมตัวอย่างดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร จำนวน 200 กรัม บรรจุลงในเครื่องมือทดลองแบบความดันน้ำคงที่ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของเครื่องมือทดลองแบบความดันน้ำคงที่เพื่อหาพื้นที่หน้าตัด และปริมาตรของตัวอย่างดิน แล้วเติมน้ำลงไป จับเวลาการไหลผ่านของน้ำเป็นเวลา 5 นาที (ภาพที่ 5) นำค่าปริมาณการไหลผ่านของน้ำคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดิน



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดิน

3. เตรียมตัวอย่างดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร จำนวน 200 กรัม บรรจุลงในกล่องบรรจุดินวัดความสูงของดินก่อนการทดลอง นำบล็อกไม้ทรงสี่เหลี่ยม และขวดบรรจุดินที่มีน้ำหนักรวมกัน 1 กิโลกรัม (ภาพที่ 6) วางบนตัวอย่างดินเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง วัดความสูงของดิน บันทึกผลนำค่าที่ได้จากการทดลอง

คำนวณหาค่าความหนาแน่นของดิน



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างการทดลองหาค่าความหนาแน่นของดิน

4. เตรียมตัวอย่างดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร 500 กรัม อบหรือตากแดดให้แห้ง ใส่ในตะแกรงที่เรียงซ้อนกันตามลำดับดังนี้ เบอร์ 4 20 60 100 200 และ Pan นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้เทใส่ลงบนตะแกรงชั้นบนสุด ปิดฝาแล้วเขย่า ใช้เวลาในการเขย่า 10 นาที

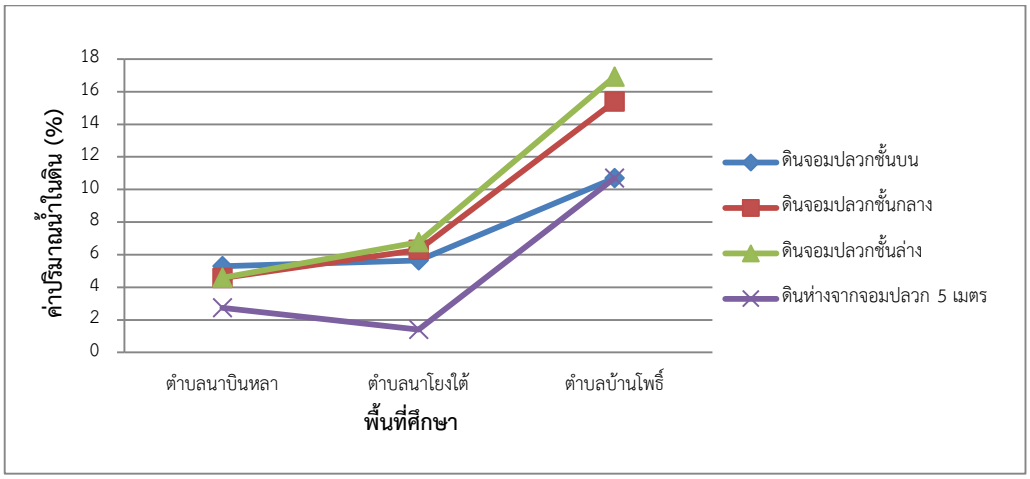


ภาพที่ 7 การทดลองหาขนาดอนุภาคดินโดยใช้ตะแกรงที่เรียงซ้อนกันตามลำดับดังนี้ เบอร์ 4 20 60 100 200 และ Pan

สรุปผลการวิจัย

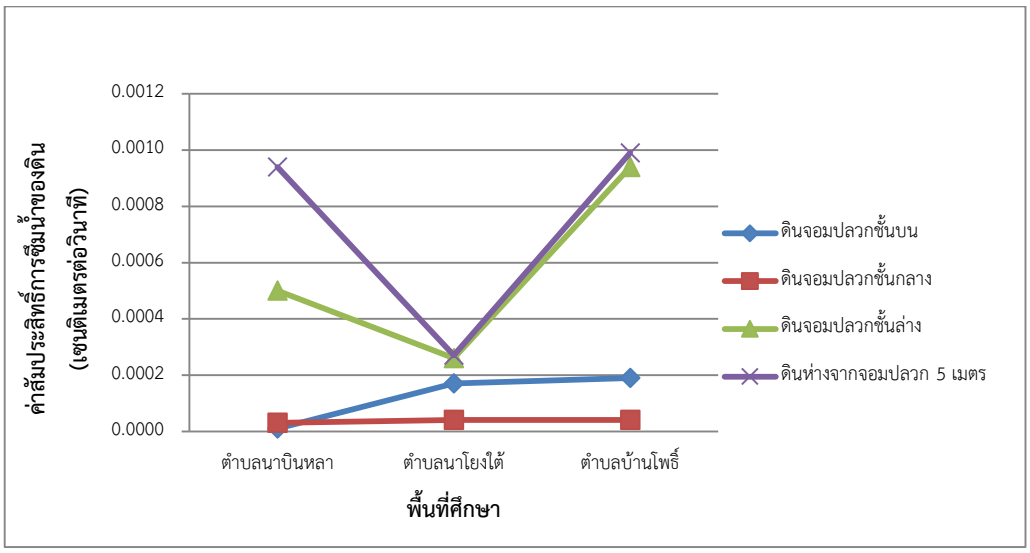
จากการเก็บตัวอย่างดินจอมปลวกส่วนด้านในของจอมปลวก 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ดินจอมปลวกชั้นบน ดินจอมปลวกชั้นกลาง และดินจอมปลวกชั้นล่าง รวมถึงเก็บตัวอย่างดินบริเวณโดยรอบจอมปลวกห่างจากฐานในระยะห่าง 5 เมตร เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของดิน จากการทดลองหาค่าปริมาณน้ำในดิน (ภาพที่ 8) เมื่อนำ

ดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร อบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ดินจอมปลวกชั้นล่างของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 บริเวณจะมีค่าปริมาณน้ำในดินมากกว่าดินจอมปลวกชั้นอื่น ๆ และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร มีค่าปริมาณของน้ำในดินน้อยกว่าดินจอมปลวก



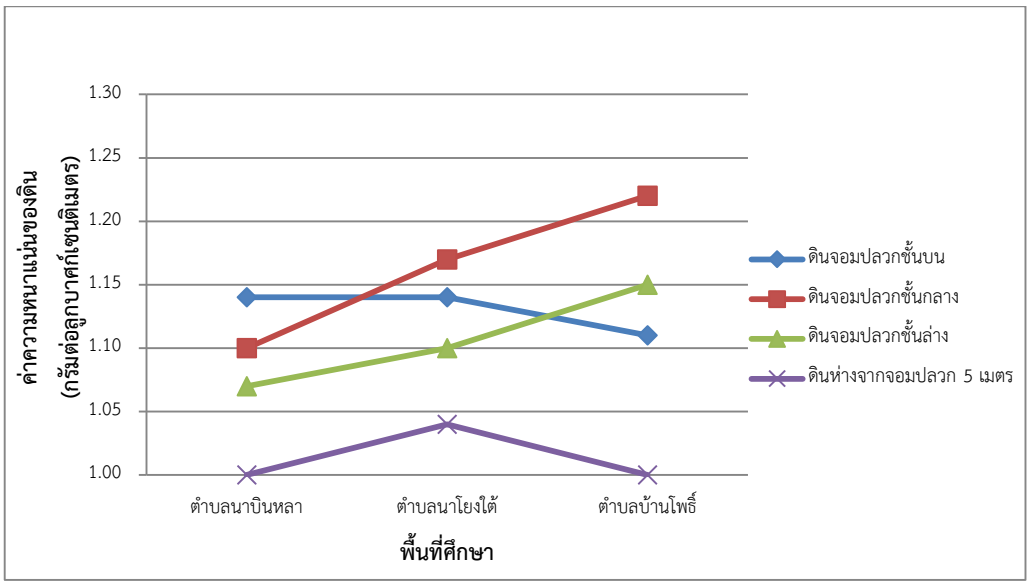
ภาพที่ 8 แสดงค่าปริมาณน้ำในดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

จากการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดิน เมื่อนำดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ไปทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำด้วยเครื่องมือทดสอบแบบความดันน้ำคงที่ พบว่า ดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 บริเวณจะมีค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำในดินมากกว่าดินจอมปลวก (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

จากการทดลองหาค่าความหนาแน่นของดิน (ภาพที่ 10) พบว่า ดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 บริเวณจะมีค่าความหนาแน่นของดินน้อยกว่าดินจอมปลวก



ภาพที่ 10 แสดงค่าความหนาแน่นของดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

จากการทดสอบหาค่าสภาพนำไฟฟ้าในดิน (มิลลิซีเมนต์ต่อเมตร) ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าในดิน (โอห์มต่อเมตร) และค่า pH ของดินในบริเวณพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดตรัง สภาพนำไฟฟ้า และสภาพต้านทานไฟฟ้าของวัสดุธรรมชาติที่มีความเกี่ยวพันกับตะกอนดิน พบว่า ดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ทั้ง 3 ตำบลของพื้นที่ศึกษาเป็นดินที่ไถพรวนที่ดี และค่า pH ของดินอยู่ระหว่างความเป็นกรดอ่อนจนถึงดินเป็นกลาง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติของดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร

พื้นที่ศึกษา	ตำแหน่งที่ศึกษา	ค่าสภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์ต่อเมตร)	ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (โอห์มต่อเมตร)	ค่า pH
ตำบลนาบินหลา	ดินจอมปลวกชั้นบน	11.83	84.51	7.0
	ดินจอมปลวกชั้นกลาง	10.93	91.46	7.0
	ดินจอมปลวกชั้นล่าง	11.27	88.76	7.0
	ดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร	11.47	87.21	6.5

พื้นที่ศึกษา	ตำแหน่งที่ศึกษา	ค่าสภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์ต่อเมตร)	ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (โอห์มต่อเมตร)	ค่า pH
ตำบลนาโยงใต้	ดินจอมปลวกชั้นบน	11.07	90.36	7.0
	ดินจอมปลวกชั้นกลาง	11.83	84.51	7.0
	ดินจอมปลวกชั้นล่าง	11.13	89.82	7.0
	ดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร	11.60	86.21	7.0
ตำบลบ้านโพธิ์	ดินจอมปลวกชั้นบน	11.13	89.82	6.5
	ดินจอมปลวกชั้นกลาง	11.47	87.21	6.5
	ดินจอมปลวกชั้นล่าง	11.13	89.82	6.5
	ดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร	11.27	88.76	6.5

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ดินผ่านตะแกรงในดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร

พื้นที่ศึกษา	ตำแหน่งที่ศึกษา	เปอร์เซ็นต์ที่ดินผ่านตะแกรง					
		No.4	No.20	No.60	No.100	No.200	Pan
ตำบลนาบินหลา	ดินจอมปลวกชั้นบน	73.0	36.2	22.4	12.6	4.0	1.2
	ดินจอมปลวกชั้นกลาง	73.0	34.6	23.4	19.2	6.8	0.6
	ดินจอมปลวกชั้นล่าง	67.6	26.8	16.4	12.6	3.0	0.6
	ดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร	79.0	27.6	11.0	7.6	2.2	0.2
ตำบลนาโยงใต้	ดินจอมปลวกชั้นบน	70.0	24.2	11.2	7.6	1.8	0.4
	ดินจอมปลวกชั้นกลาง	72.8	25.4	12.4	9.2	3.4	0.6
	ดินจอมปลวกชั้นล่าง	73.0	34.6	23.4	19.2	6.8	0.6
	ดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร	90.2	48.2	22.4	13.2	2.8	0.2
ตำบลบ้านโพธิ์	ดินจอมปลวกชั้นบน	70.0	24.2	11.2	7.6	1.8	0.4
	ดินจอมปลวกชั้นกลาง	73.0	34.6	23.4	19.2	6.8	0.6
	ดินจอมปลวกชั้นล่าง	73.0	36.2	22.4	12.6	4.0	1.2
	ดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร	90.2	48.2	22.4	13.2	2.8	0.2

จากเปอร์เซ็นต์ที่ไหลผ่านตะแกรงในดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ในบริเวณพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดตรัง พบว่า ดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร โดยขนาดเม็ดดินมีขนาดเล็กกว่า 0.075 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นดินจำพวกทรายแป้ง และดินเหนียว โดยดินจอมปลวกจะมีเปอร์เซ็นต์ผ่านมากกว่าดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ทั้ง 3 บริเวณพื้นที่ศึกษา

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินจอมปลวกในสวนยางพาราของพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง โดยการสำรวจลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของชั้นดิน และศึกษาสมบัติทางกายภาพของดิน พบว่า ขนาดอนุภาคดินของดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร มีขนาดเล็กว่า 0.075 มิลลิเมตร เมื่อนำผลของขนาดของอนุภาคดินที่ทดลองได้ไปเทียบกับตารางเกณฑ์การจัดกลุ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคดิน (Poppe L.J. et al., 2000) สรุปได้ว่า ดินจอมปลวก และดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร เป็นดินทรายแป้ง และดินเหนียว ดินจอมปลวกจะมีความชื้นสูงกว่าดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร อีกทั้งดินจอมปลวกจะมีความหนาแน่นมากกว่าดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ซึ่งดินจอมปลวกอุ้มน้ำได้น้อยเมื่อได้รับน้ำในแต่ละครั้ง เนื่องจากมีการซึมน้ำที่น้อยกว่า

สมบัติทางฟิสิกส์ของดินจอมปลวกไม่เพียงแต่จะมีความหนาแน่นทึบกว่า แต่ยังมีการซึมน้ำที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดินห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องสมบัติของดินจอมปลวกที่จำกัดความเจริญเติบโตของพืชของ อำนาจ สุวรรณฤทธ์ และคณะ (2517) วิธีการปรับปรุงดินบริเวณจอมปลวก โดยการปรับระดับดิน และไถพรวนเพื่อทำลายความแน่นทึบของดินในบริเวณจอมปลวกนั้นไม่เพียงพอ ทั้งนี้ เพราะเมื่อดินได้รับน้ำ น้ำส่วนใหญ่จะซึมลงดินบริเวณที่อยู่ห่างจากจอมปลวก 5 เมตร และมีน้ำส่วนน้อยที่ซึมลงดินจอมปลวก เพราะดินจอมปลวก จะมีการซึมน้ำได้แย่กว่าดินบริเวณที่ห่างจากจอมปลวก 5 เมตร ฉะนั้นจึงควรทำการไถพรวนและคลุกเคล้าดิน ให้ดินจอมปลวกและดินบริเวณที่ห่างจากจอมปลวกให้เข้ากันเพื่อเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารที่ดีขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องผลของการใช้ดินจอมปลวกต่อผลผลิตพริกขี้หนู (Capsicum frutesces Linn.) พันธุ์ฮอตเวฟ และงานวิจัยของ พินิจ มังกร และคณะ (2557) การใส่ดินจอมปลวกทุกอัตราไม่ทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของพริกแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใส่ดินจอมปลวก แต่มีแนวโน้มที่ทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของพริกเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สำหรับเครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

แก้วอรรจน์ คุณปาจรีย์. และคณะ (2557). "การศึกษาเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของดินจอมปลวกกับดินเดิม." ใน **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 14-16 พฤษภาคม 2557 จังหวัดขอนแก่น.** 1,559-1,564.

ธงชัย สุธีรศักดิ์. (2560). **ฟิสิกส์ประยุกต์กับการวิเคราะห์ตะกอนดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภูเก็ต. ภูเก็ตเซ็นเตอร์พริ้นท์.

ธายุกร พระบำรุง. และคณะ (2559). "สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจอมปลวกบางประการที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกผักที่บ้านดอนจำปา ตำบลโพนงาม อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม" ใน **การประชุมวิชาการ "มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 12"** 619-629.

พินิจ มังกร. และคณะ. (2557). "ผลของการใช้ดินจอมปลวกต่อผลผลิตพริกขี้หนู (Capsicum frutesces Linn.) พันธุ์ฮอต เวฟ." วารสารเกษตรพระวรุณ. (ปีที่ 11 ฉบับที่ 1), 9-17.

วีรยุทธ ทองคง. และคณะ. (2552). "ปลวกในระบบนิเวศสวนยางพารา." วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. (ปีที่ 12 ฉบับที่ 2), 34-42.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และคณะ. (2517). สมบัติของดินจอมปลวกที่ จำกัดความเจิญเติบโตของพืช. กรุงเทพฯ : คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Poppe L.J. et al. (2000). **Chapter 1: Grain-size analysis of marine sediments: methodology and data processing** (Online). https://pubs.usgs.gov/of/2000/of00-358/graphics/chapter1/c1f9chrt.gif, December 5, 2019

คุณภาพน้ำจากเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตเทศบาลตำบลยุโปและตำบลตาเซะ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

Water Quality of Drinking Water Filter Machine in School at Yopo Municipality and Taseh Subdistrict , Muang Distric , Yala Province

วารินทร์ ศรีพงษ์พันธุ์กุล[1], นิธิ พลไชย[1], และซูไรยา อูมา[2]

Warin Sriphongphankul[1], Nithi Phonchai[1], and Suraiya Uma[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการของน้ำจากเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียน และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวน 4 โรงเรียน คือ โรงเรียนในเขตเทศบาลตำบลยุโป จำนวน 2 โรงเรียน และโรงเรียนในเขตตำบลตาเซะ จำนวน 2 โรงเรียน แต่ละโรงเรียนจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ น้ำก่อนและหลังผ่านชุดเครื่องกรองน้ำ ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม มีค่าความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 6.12 ความขุ่น เฉลี่ยเท่ากับ 1.48 NTU ความกระด้าง เฉลี่ยเท่ากับ 15.60 mg/L คลอไรด์ เฉลี่ยเท่ากับ 3.80 mg/L และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เฉลี่ยเท่ากับ 24.48 MPN/100 mL และน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มมีค่าความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 6.50 ความขุ่น เฉลี่ยเท่ากับ 0.31 NTU ความกระด้าง เฉลี่ยเท่ากับ 16.34 mg/Lคลอไรด์ เฉลี่ยเท่ากับ 3.93 mg/L และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เฉลี่ยเท่ากับ 221.25 MPN/100 mL

เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องกรองน้ำดื่มที่ติดตั้งของโรงเรียนมีจำนวน 1 โรงเรียน ที่สามารถลดค่าความขุ่นได้ ไม่น้อยกว่า 80.0 % แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ 2543 พบว่า คุณภาพน้ำดื่มที่ผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นค่าความเป็นกรดด่างและโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นควรมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มอย่างต่อเนื่องทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

คำสำคัญ: น้ำดื่ม, เครื่องกรองน้ำ, ประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำดื่ม, คุณภาพน้ำดื่ม

[1]อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding author, E-mail: warin.s@yru.ac.th

Abstract

This research with a purpose of water quality analysis, physical, chemical and biological aspects of drinking water filter machine from school, and the compare the efficiency of drinking water filter machine in school by water sampling in 4 schools which are 2 schools in Yupo municipality and 2 schools in Tase district each school will collect 2 water samples which are water before and after passing through the water filter in December 2018 and January 2019. The results showed that the quality of water before passing through the filter for drinking water pH average 6.12, turbidity average 1.48 NTU, hardness average 15.60 mg/L, chloride average 3.80 mg/L and coliform bacteria average 24.48 MPN/100 mL and the water after passing through the filter for drinking water pH average 6.50, turbidity average 0.31 NTU, hardness average 16.34 mg/L, chloride average 3.93 mg/L and coliform bacteria average 221.25 MPN/100 mL.

The comparing the efficiency of drinking water filters installed at that school, only 1 school can reduce the turbidity by not less than 80.0%, but when compared with the standard criteria of drinking water quality of the World Health Organization in 2000 found that the quality of drinking water through most drinking water filters is within the standard except pH and coliform bacteria which are not within the standard criteria, therefore, drinking water quality should by monitoring regularly and safety of consumers.

Keywords: drinking water, water filter, efficiency of drinking water filter purifier, drinking water quality

บทนำ

โลกของเราประกอบด้วยพื้นดินและพื้นน้ำ ส่วนใหญ่เป็นพื้นน้ำประมาณ 3 ส่วนและพื้นดิน 1 ส่วน น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด น้ำจึงเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งด้านการอุปโภคบริโภค อีกทั้งน้ำยังเป็นองค์ประกอบหลักของร่างกายมนุษย์ร้อยละ 70 และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองจากออกซิเจน น้ำมีประโยชน์ต่อมนุษย์ที่สำคัญคือ ช่วยให้อวัยวะต่างๆ ภายในร่างกายทำงานได้ปกติและมีประสิทธิภาพ ถ้าหากร่างกายขาดน้ำหรือเสียความสมดุลของน้ำในร่างกายก็จะเกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยด้วย เช่น ถ้าร่างกายขาดน้ำจะทำให้ผิวหนังแห้งหรือแตกได้ ดังนั้นเมื่อคนเราดื่มน้ำที่เพียงพอก็จะทำให้ร่างกายเปล่งปลั่ง และสามารถป้องกันโรคบางชนิดได้ นอกจากนี้คนเรายังสามารถนำน้ำมาใช้ในการอุปโภคคือการทำความสะอาดร่างกาย และการทำความสะอาดเสื้อผ้า สิ่งของ เครื่องใช้ต่างๆ เพื่อให้มีสุขอนามัยที่ดี (เมธี สายสุข, 2557) น้ำที่มนุษย์นำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคส่วนใหญ่มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ซึ่งในอดีตแหล่งน้ำดังกล่าวจะมีความสะอาดและเพียงพอต่อการบริโภค แต่อาจต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงโดยเฉพาะการฆ่าเชื้อโรคซึ่งสามารถกระทำได้โดยวิธีการต้ม แต่ในขณะที่ในปัจจุบันมนุษย์ยังต้องอาศัยแหล่งน้ำดิบเหล่านี้เพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคประกอบกับการพัฒนาทางอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมเพิ่มขึ้น (วริศรา ปี

อาทิตย์ และ อลงกรณ์ วงศ์หมั่น, 2557) ดังนั้นความเจริญก้าวหน้าของสังคม เศรษฐกิจ การทองเที่ยว การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมในสภาวะปัจจุบันก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ การระบายอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ ปริมาณขยะตกค้างสะสมในปริมาณมาก การตกค้างของสารพิษในสิ่งแวดล้อม ตลอดจนปัญหาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศ ซึ่งปัญหาเหล่านั้นส่งผลทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม (ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์ และ ศิวพันธุ ชูอินทร, 2555)

ปัจจุบันพบว่าน้ำที่นำมาบริโภคต้องมีความสะอาดและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ส่วนหนึ่งอาจนำวิธีที่สามารถลดต้นทุนเครื่องการติดตั้งเครื่องกรองน้ำ แต่เครื่องกรองน้ำนั้นมีความหลากหลาย และมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาเป็นส่วนประกอบของเครื่องน้ำ อีกทั้งยังพบว่าโรงเรียนได้มีการติดตั้งเครื่องกรองน้ำไว้สำหรับเป็นน้ำดื่มให้แก่นักเรียนในโรงเรียน แต่ประสิทธิภาพอาจมีแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยเกี่ยวกับแหล่งน้ำดิบที่ผ่านเครื่องกรองน้ำและอาจส่งต่อคุณภาพการใช้งานของเครื่องกรองน้ำอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตเทศบาลตำบลยุโปและตำบลตาเซะ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของน้ำที่ออกจากเครื่องกรองน้ำดื่มทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ และเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการน้ำสะอาดเพื่อบริโภคอย่างปลอดภัย ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถนำเสนอให้กับทางโรงเรียนได้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้เครื่องกรองน้ำดื่ม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการของน้ำจากเครื่อกรองน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตเทศบาลตำบลยุโปและตำบลตาเซะ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องกรองน้ำของโรงเรียนในเขตเทศบาลตำบลยุโปและตำบลตาเซะ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) โดยการสำรวจ (Survey) และทดลอง (Experriment) ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องกรองน้ำของโรงเรียน จำนวน 4 โรงเรียน โรงเรียนละ 2 ตัวอย่าง คือ น้ำก่อนและน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำ และทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามวิธีใน Standard Method for the Examination of Water and Wastewater ของ APHA and AWWA (2005) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำและวิธีวิเคราะห์

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	วิธีวิเคราะห์
ความเป็นกรด-ด่าง	Electrometric method
ความขุ่น	Nephelometer
ความกระด้าง	EDTA Titrimetric method
คลอไรด์	Argentrometric method
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	Multiple Tube Fermentation Technique

2) ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตเทศบาลตำบลยุโบและตำบลตาเซะ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

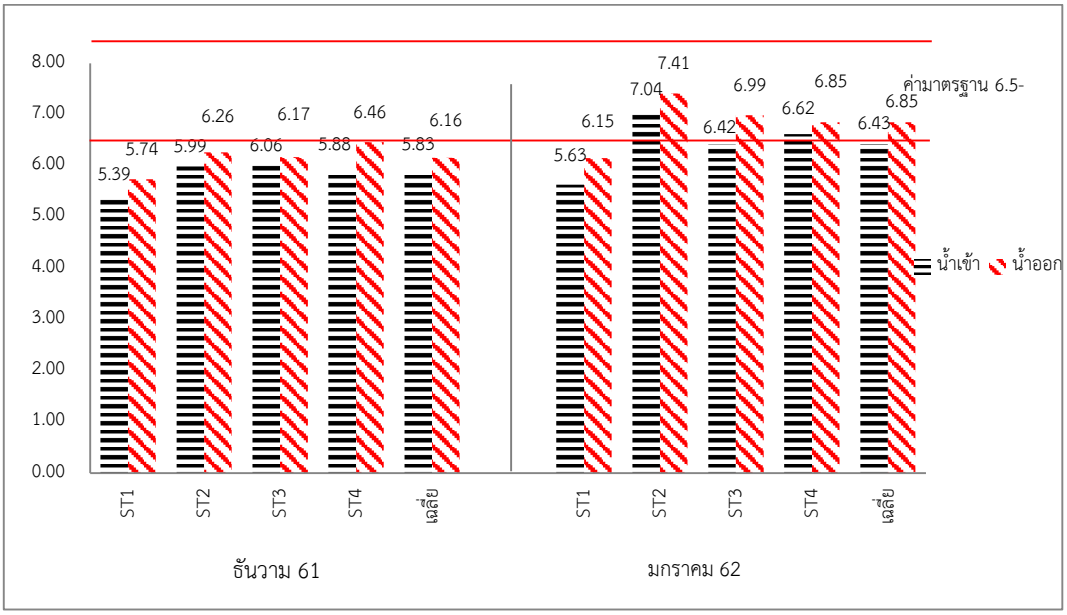
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตเทศบาลตำบลยุโบและตำบลตาเซะ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากโรงเรียน โรงเรียนละ 2 ตัวอย่าง คือ น้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม และน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนเข้าระบบเครื่องกรองน้ำดื่มและหลังออกจากระบบเครื่องกรองน้ำดื่ม

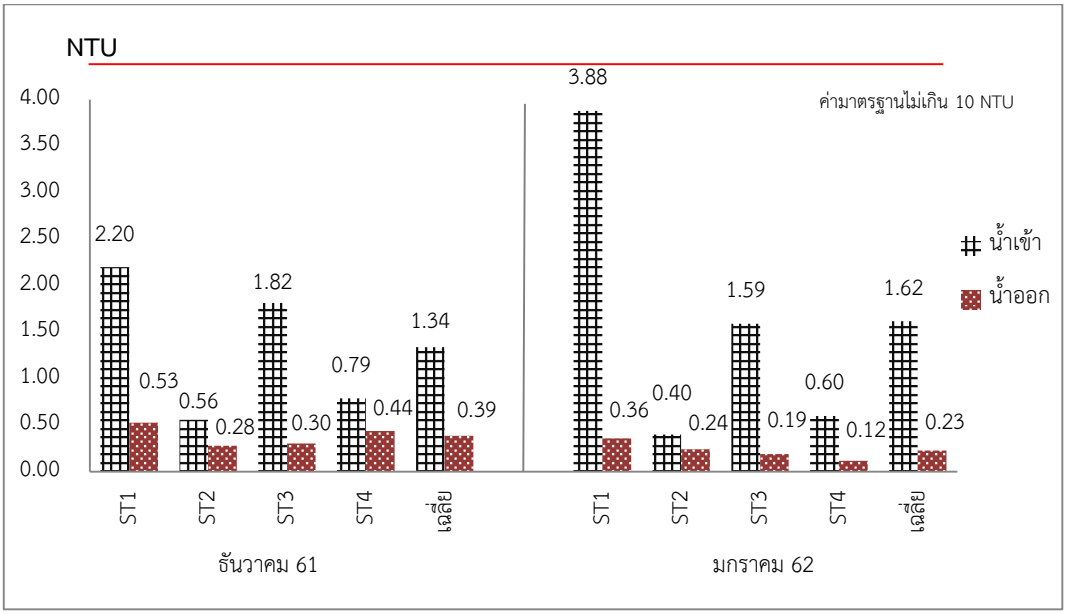
เดือน	พารามิเตอร์	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ									
		TS 1		TS 2		TS 3		TS 4		เฉลี่ย	
		น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
ธ.ค.61	ความเป็นกรดด่าง	5.39	5.79	5.99	6.26	6.06	6.17	5.88	6.46	5.80	6.16
	ความขุ่น	2.20	0.52	0.55	0.28	1.82	0.30	0.79	0.44	1.34	0.39
	ความกระด้าง	29.00	25.67	0.00	25.33	32.67	0.00	20.35	18.00	20.50	17.25
	คลอไรด์	7.99	6.82	1.66	3.49	4.82	5.32	2.32	1.82	3.36	4.36
	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	61.00	31.00	30.00	46.50	4.50	4.50	3.00	4.00	24.62	21.50
ม.ค.62	ความเป็นกรดด่าง	5.63	6.15	7.04	7.41	6.42	6.99	6.62	6.85	6.43	6.85
	ความขุ่น	3.88	0.36	0.40	0.24	1.59	0.19	0.50	0.12	1.29	0.18
	ความกระด้าง	24.70	16.70	0.00	26.70	20.00	0.00	16.00	15.30	15.18	14.68
	คลอไรด์	7.32	6.99	0.66	1.99	4.32	4.32	1.32	0.66	3.41	3.49
	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	30.00	80.00	17.00	1600	50.00	<2.00	<2.00	<2.00	19.80	421.00

จากการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดด่างของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มและหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม จำนวน 2 ครั้ง คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และดือนมกราคม พ.ศ.2562 พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ซึ่งในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 มีค่าความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 5.80 และในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 มีค่าความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 6.43 และค่าความเป็นกรดด่างของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ค่าความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 6.16 และในเดือนมกราคม พ.ศ 2562 ของค่าความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 6.85 และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2543 ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม และค่าความเป็นกรดด่างของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาที่กำหนด และบางตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแสดงดังภาพที่ 1



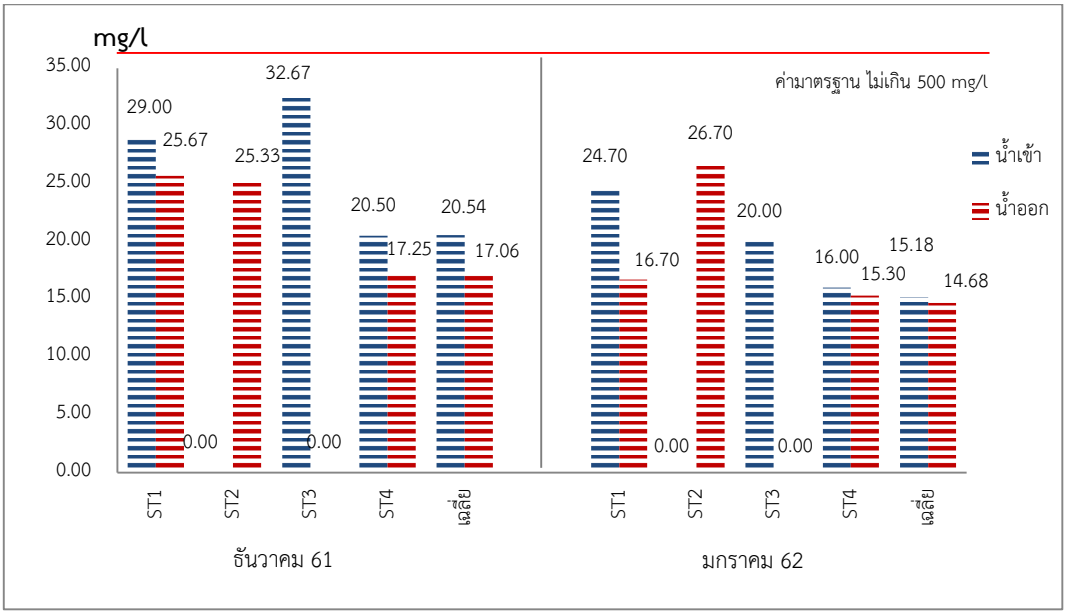
ภาพที่ 1 ค่าความเป็นกรดด่างน้ำก่อนเข้าระบบและหลังออกจากระบบเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียน

จากการวิเคราะห์ค่าความขุ่นของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มและหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม จำนวน 2 ครั้ง คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และดือนมกราคม พ.ศ.2562 พบว่า ค่าความขุ่นของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ในเดือนธันวาคม พ.ศ 2561 มีค่าความขุ่น เฉลี่ยเท่ากับ 1.34 NTU และในเดือนมกราคม พ.ศ 2562 มีค่าความขุ่น เฉลี่ยเท่ากับ 1.29 NTU และค่าความขุ่นของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ในเดือนธันวาคม พ.ศ 2561 ของค่าความขุ่น เฉลี่ยเท่ากับ 0.39 NTU และ ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ของค่าความขุ่น เฉลี่ยเท่ากับ 0.18 NTU และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2543 พบว่า ค่าความขุ่นของน้ำของก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม และค่าความขุ่นหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดังภาพที่ 2



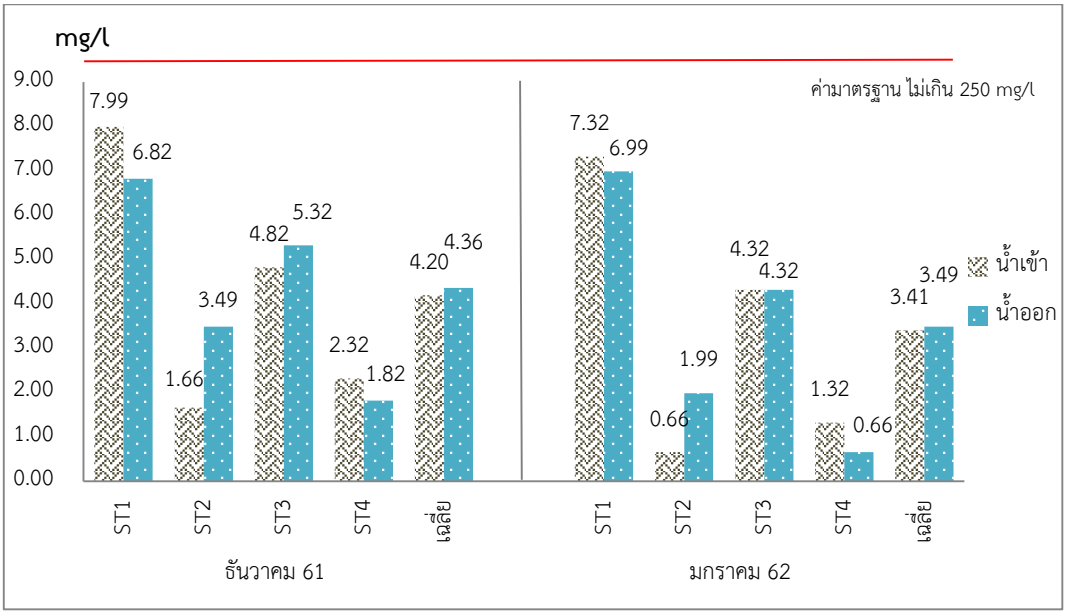
ภาพที่ 2 ค่าความขุ่นของน้ำหลังออกจากระบบและหลังออกจากระบบเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียน

จากการวิเคราะห์ค่าความกระด้างของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มและหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม จำนวน 2 ครั้ง คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และดือนมกราคม พ.ศ.2562 พบว่า ค่าความกระด้างของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 มีค่าความกระด้าง เฉลี่ยเท่ากับ 20.50 mg/L และในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 มีค่าความกระด้าง เฉลี่ยเท่ากับ 15.18 mg/L และค่าควากระด้างของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ซึ่งในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ของค่าความกระด้างมีเฉลี่ยเท่ากับ 17.25 mg/L ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ของค่าความกระด้าง เฉลี่ยเท่ากับ 14.68 mg/L และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2543 พบว่า ค่าความกระด้างของน้ำของก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม และค่าความกระด้างหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แสดงดังภาพที่ 3



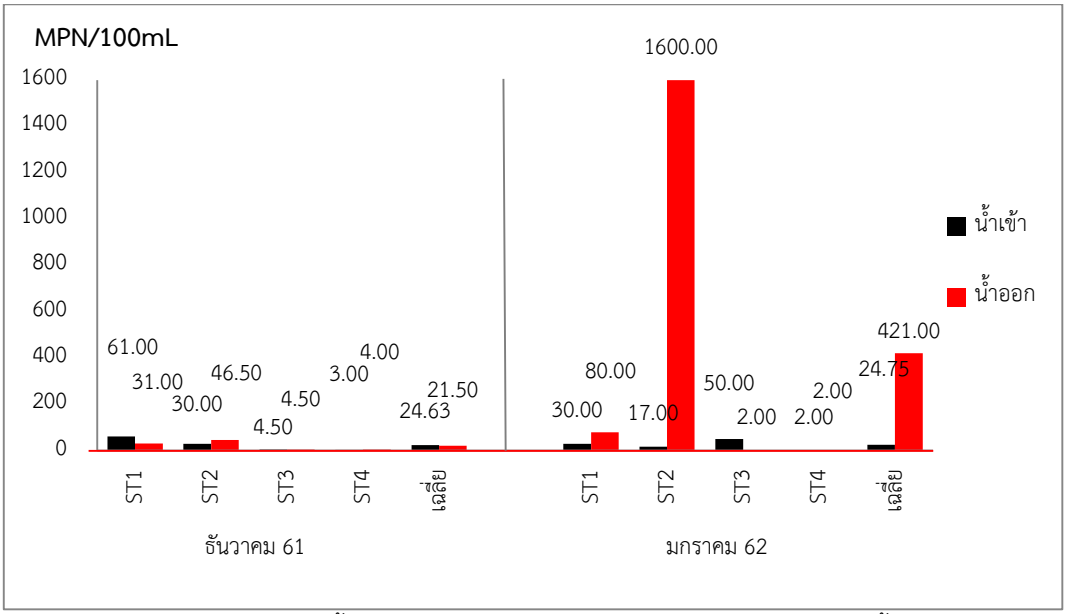
ภาพที่ 3 ค่าความกระด้างของน้ำหลังออกจากระบบและหลังออกจากระบบเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียน

จากการวิเคราะห์คลอไรด์ของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มและหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม จำนวน 2 ครั้ง คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และดือนมกราคม พ.ศ.2562 พบว่า ค่าคลอไรด์ของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มในเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 มีของค่าคลอไรด์ เฉลี่ยเท่ากับ 3.36 mg/L และในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 มีของค่าคลอไรด์ เฉลี่ยเท่ากับ 3.14 mg/L และค่าคลอไรด์ ของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ซึ่งในเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 ของค่าคลอไรด์ เฉลี่ยเท่ากับ 4.36 mg/L และในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ของค่าคลอไรด์ เฉลี่ยเท่ากับ 3.49 mg/L และ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2543 พบว่าค่าคลอไรด์ของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม และค่าคลอไรด์หลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ค่าคลอไรด์ของน้ำหลังออกจากระบบและหลังออกจากระบบเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียน

จากการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่มและหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม จำนวน 2 ครั้ง คือ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และดือนมกราคม พ.ศ.2562 พบว่า ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ซึ่งในเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เฉลี่ยเท่ากับ 24.62 MPN/100 mL และ ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียแบคทีเรีย เฉลี่ยเท่ากับ 19.80 MPN/100 mL และค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ซึ่งในเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เฉลี่ยเท่ากับ 21.50 MPN/100mL และในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เฉลี่ยเท่ากับ 421.00 MPN/100 mL และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2543 พบว่า ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ของน้ำของก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม และค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำดื่ม ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ค่าปริมารโคลิฟอร์มในน้ำหลังออกจากระบบและหลังออกจากระบบเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียน

แต่เมื่อประสิทธิภาพเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียนทั้ง 4 จุด พบว่า เครื่องกรองน้ำดื่มที่สามารถลดค่าความขุ่นได้มากที่สุด คือ TS 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.68 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ TS 1, TS 4 และ TS 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.34, 64.09 และ 44.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถลดค่าความกระด้างได้มากที่สุด คือ TS 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ TS 1 และ TS 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.93 และ 7.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถลดค่าคลอไรด์ได้มากที่สุด คือ TS 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ TS 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.57 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้มากที่สุด คือ TS 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.59 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพเครื่องกรองน้ำดื่มของโรงเรียน

จุดเก็บตัวอย่าง	% ค่าประสิทธิภาพ			
	ความขุ่น	ความกระด้าง	คลอไรด์	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย
TS 1	83.34	21.00	9.57	24.59
TS 2	44.21	-	-	-
TS 3	85.68	60.00	-	-
TS 4	64.09	7.96	35.78	-

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วง ซึ่งได้รับการสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการศึกษาวิจัยจากทางหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

ดาริวรรณ เศรษฐีธรรม, และเนตรนภา เจียระแมะ. (2555). สถานการณ์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่ม และภาชนะที่ให้บริการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพส่วนตำบล จังหวัดมหาสารคาม.วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5(3).

ธนาวัฒน์ รักกมล. ปุญญพัฒน์ ไชยมล์. สุธีร์ อินทร์ษา และวรารรณินี ราชสงฆ์. (2555). คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องกรอง ทำน้ำเย็นในมหาวิยาลัยทักษิณ : (ม.ป.ท)

นุชวรา องศารา. จีราภรณ สังขผุด. และสุมาลี เลี่ยมทอง. (2554). คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, ม.ป.ท

นรา ระวาดชัย. และวรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำดื่มจากตู้หยอดเหรียญอัตโนมัติ : (ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์).มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ม. ป. ท

ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา. โสภนา วงศ์ทอง. พงศธร ปานทอง และนพมาศ จงสวัสดิ์วัฒนา. (2559) . การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. ม. ป. ท.

วาสนา กีรติจำเริญ. (2546). เครื่องกรองน้ำ. การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี, 32(127), 25-29

วริศรา ปีอาทิตย์และอลงกรณ์. (2557). คุณภาพน้าดื่มจากเครื่องผลิตน้าดื่มหยอดเหรียญ. มหาวิทยาลัยนเรศวร. ม. ป. ท

ศวิตา รัตนะ. เสนอ เพ่งบุญ. สุทร สุรบรรณ์. วิทวัส พิสิฐจ้านง และวารินทร์ สมานธารณ์ . (2545). การพัฒนาเครื่องกรองน้ำโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. ครั้งที่ 40, 4-7 กุมภาพันธ์ 2545.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: ม. ป. พ

ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์. ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และรชาดา บัวไพร. (2555). แนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืน จังหวัดสมุทรสงคราม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สุบัณฑิต นิ่มรัตน และวีรพงศวุฒิพันธุชัย. (2557). คุณภาพทางด้านกายภาพและจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวด ใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ม.ป.ท

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของกระจุกดาว M29

Analysis of Physical Properties of Star Cluster M29

มักกียะห์ โชติวานิชยกุล[1*], นิสวยบะห์ ตีหานา[1], ฮัมเสาะ ลือมานั๊ะ[1], ตอริก เฮ็งปิยา[2], สมกรณ์ ชัยวรากรณ์[3]

Makkiyah Chotvanichayakun[1*], Nisuaibah Tihana[1], Hamsoh Leumana[1], Torik Hengpiya[2], Sommkorn Chaiwarakorn[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเล่มนี้เป็นการศึกษาภาพถ่ายจากการสังเกตการณ์ที่ได้ทำการเก็บข้อมูล ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา สงขลา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ด้วยเทคนิคการถ่ายภาพซีซีดี โฟโตเมตรี ที่เชื่อมต่อกับกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน (B) และสีที่ตามองเห็น (V) หาค่าโชติมาตรปรากฏและวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวเปิด M29 ในงานนี้ได้ทำการศึกษาหาระยะทาง อายุ และค่าอุณหภูมิสีของดาว ผลที่ได้จากการคำนวณพบว่ากระจุกดาวเปิด M29 มีระยะทาง 1096 พาร์เซก มีอายุโดยประมาณ 12.8×10^7 ปี (12.8 Myr) และค่าอุณหภูมิสีของดาวประมาณ 14694.5 เคลวิน ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ 4.5 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของฐานข้อมูลดาว (SIMBAD Astronomical Data Base) ซึ่งความคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากภาพถ่ายที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์หรือการใช้ซอฟต์แวร์แยกฟิลเตอร์ สภาพอากาศในขณะที่ถ่ายภาพกระจุกดาว หรือปัจจัยอื่นๆ

คำสำคัญ: กระจุกดาวเปิด, อายุ, ระยะทาง

---

[1]นักศึกษา สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]เจ้าหน้าที่สารสนเทศดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

[3]อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** makkiyah.y@yru.ac.th

Abstract

This research aims to study the images taken from Regional Observatory for the Public, Songkhla. National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization). The imaging technique is CCD Photometric Technique, connected to a 0.7m diameter reflector telescope through the blue filter (B) and visible color (V). The study finds apparent magnitude and analyzes the physical properties of M29 open cluster. In this work, distance, age, and temperature of the star are found. The result obtained from the calculations shows that the M29 open cluster has the distance of 1,096 parsecs with an approximate age of 12.8×10^7 years (12.8 Myr), and the color temperature of the star is about 14694.5 Kelvin, which has a discrepancy of approximately 4.5% when compared to the standard value of the star database (SIMBAD Astronomical Data Base). The discrepancy may be caused by the images obtained from telescopes, or separation filter software, weather conditions, or others.

Keywords: Open cluster, age, distance

บทนำ

ดาราศาสตร์เป็นสาขาวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับวัตถุท้องฟ้าที่สังเกตเห็นบนท้องฟ้าในยามค่ำคืน ส่วนใหญ่เป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นธาตุไฮโดรเจน ดาวฤกษ์มีพลังงานในตัวเองและเป็นแหล่งกำเนิดธาตุต่างๆ แต่ดาวฤกษ์มีความแตกต่างกันคือ มวล อุณหภูมิผิว สีผิวหรืออายุ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบทางเคมี ขนาด ระยะห่าง ความสว่างและระบบดาว ซึ่งดาวฤกษ์ที่อาศัยอยู่ร่วมกันจะมีการเคลื่อนที่สอดคล้องกัน และอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เท่ากันจะเรียกว่ากระจุกดาว (Star Cluster) (ดำรงธรรม มณีพงษสวัสดิ์, 2532)

การศึกษาดาวฤกษ์จะศึกษาจากกระจุกดาว กระจุกดาวเป็นแหล่งการรวมตัวของดาวฤกษ์หลายร้อยดวง โดยเกิดจากการอยู่ด้วยกันด้วยแรงดึงดูดจากความโน้มถ่วง กระจุกดาวแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กระจุกดาวเปิด (Open Cluster) และกระจุกดาวทรงกลม (Globular Cluster) โดยดาวฤกษ์ในกระจุกดาวจะมีการเคลื่อนที่ และระยะห่างเท่ากันทุกดวงตลอดจนการก่อตัวกำเนิดดาวฤกษ์ที่ก่อกำเนิดขึ้นมาพร้อมๆกัน โดยการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจและมุ่งศึกษากระจุกดาว M29 ซึ่งอยู่ในกลุ่มดาวหงส์ (Cygnus) เป็นประเภทกระจุกดาวเปิด กระจุกดาวเปิดคือดาวฤกษ์จำนวนหลายพันดวงที่รวมกลุ่มกันอยู่ในเมฆโมเลกุลขนาดยักษ์ชุดเดียวกัน และมีแรงโน้มถ่วงดึงดูดต่อกันและกันอย่างหลวมๆ เมื่อส่องดูด้วยกล้องโทรทรรศน์จะสามารถมองเห็นดาวแต่ละดวงแยกกันอย่างชัดเจน และในกระจุกดาวบางกลุ่มก็สามารถมองเห็นดาวแต่ละดวงได้ด้วยตาเปล่า (มติพล ตั้งมติธรรม, 2559)

โดยการศึกษาในช่วงหลังนี้พบว่ากระจุกดาว มีความสนใจต่อการศึกษาสมบัติต่างๆเป็นอย่างมาก เช่น ชนิดของสเปกตรัมของดาวฤกษ์ ระยะทาง อายุของกระจุกดาว และค่าอุณหภูมิสีของดาว ดังนั้นการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษากระจุกดาว M29 ในครั้งนี้จะทำการศึกษาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวดังกล่าว โดยใช้โปรแกรม Aperture Photometry Tool ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเพื่อศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับระยะทาง คำนวณหาอายุ และหาค่าอุณหภูมิสีของดาวในกระจุกดาว M29 เพื่อเป็นฐานข้อมูลให้แก่ผู้ที่มีความสนใจศึกษากระจุกดาว M29 และนำไปต่อยอดให้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกับกระจุกดาวอื่นๆได้ด้วยเพื่อให้เกิดการศึกษากระจุกดาวต่อไป

วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์หาค่าโชติมาตรปรากฏของกระจุกดาว M29
2. เพื่อวิเคราะห์หาระยะทาง คำนวณหาอายุ และค่าอุณหภูมิของดาวในกระจุกดาว M29

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อนำค่าโชติมาตรปรากฏของกระจุกดาว M29 ไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะคำนวณหาค่าระยะทางและอายุของกระจุกดาวได้
2. เพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบและทำให้ทราบถึงความความเปลี่ยนแปลงระยะทางของกระจุกดาวและอายุขัยของกระจุกดาวได้

ทฤษฎี และกรอบแนวคิด

การศึกษาวิจัยจะมีทฤษฎีและกรอบแนวคิดแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

1. กระจุกดาว (Star Cluster) กระจุกดาวเป็นกลุ่มของดาวฤกษ์จำนวนมากที่อยู่ใกล้กัน เนื่องจากมีแรงโน้มถ่วงของดาวแต่ละดวงกระทำซึ่งกันและกันกระจุกดาวบางกลุ่มจะอยู่แบบกระจัดกระจายอย่างหลวมๆ แต่บางกลุ่มก็จะอยู่รวมกันแบบหนาแน่น เมื่อสังเกตการณ์การเคลื่อนที่ของดาวที่เป็นสมาชิกของกระจุกดาว ก็พบว่ามีการเคลื่อนที่สอดคล้องกัน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าดาวแต่ละดวง น่าจะมีจุดกำเนิดร่วมกัน ดังนั้นจากการสังเกตการณ์ของนักดาราศาสตร์สามารถแบ่งกระจุกดาวได้ 2 ประเภทคือ

กระจุกดาวเปิด (Open Cluster) กระจุกดาวเปิดหรือกระจุกดาวกาแลกติก เป็นกระจุกดาวที่พบมากบริเวณระนาบกาแล็กซีมีสมาชิกประกอบด้วยดาวฤกษ์อยู่รวมกันอย่างหลวมๆ มีจำนวนสมาชิกประมาณ 10-100 ดวงขึ้นไป เมื่อมองผ่านกล้องโทรทรรศน์จะสามารถเห็นดาวแต่ละดวงได้อย่างชัดเจน และในกระจุกดาวบางกลุ่มสามารถมองเห็นดาวแต่ละดวงแยกกันอยู่ได้ด้วยตาเปล่า

กระจุกดาวทรงกลม (globular cluster) เป็นแหล่งรวมของดวงดาวที่มีรูปร่างเป็นทรงกลม โคจรไปรอบ ๆ แกนกลางกาแล็กซี ดาวฤกษ์ในกระจุกดาวทรงกลมมีแรงโน้มถ่วงดึงดูดต่อกันค่อนข้างมาก ทำให้เกิดการรวมตัวเป็นกลุ่มทรงกลมมีความหนาแน่นของดาวค่อนข้างสูงโดยเฉพาะในจุดศูนย์กลาง บางครั้งเรียกชื่อโดยย่อเพียงว่า "globular" (มติพล ตั้งมติธรรม, 2559)

2. คำนวณหาค่าแมกนิจูดปรากฏ (Apparent Magnitude) จากสมการที่ 1(ดำรงธรรม มณีพงษสวัสดิ์, 2532)

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log\left(\frac{F_1}{F_2}\right) \qquad (1)$$

เมื่อ m_1 คือ ดาวดวงที่ 1

m_2 คือ ดาวดวงที่ 2

โดยใช้ค่าแมกนิจูดปรากฏเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับดาวอ้างอิง จากนั้นหาค่าดัชนีสี (B-V)

3. คำนวณหาระยะทางของกระจุกดาวจากสมการตามสมการที่ 2 (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

$$d = 10^{\left(\frac{m-M+5}{5}\right)} \qquad (2)$$

เมื่อ M คือ โชติมาตรสัมบูรณ์

m คือ โชติมาตรปรากฏ

d คือ ระยะห่างของกระจุกดาว M29 กับโลกในหน่วยพาร์เซก

4. คำนวณหาอายุของกระจุกดาวจากสมการ (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

$$t = 10^{10}\ \text{years} \left[\frac{M}{M_{sun}}\right]^{-2.5} \qquad (3)$$

เมื่อ M_{sun} คือ โชติมาตรปรากฏของดวงอาทิตย์ (มีค่าคงที่เท่ากับ 4.85×10^{-6} pc)

M คือ มวลของกระจุกดาว

t คือ สเกลเวลานิวเคลียร์ของดาวฤกษ์

5. เมื่อคำนวณหาค่าดัชนีสีได้แล้วก็จะคำนวณหาค่าอุณหภูมิสีของดาวได้ดังสมการที่ 4 (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

$$T_{color} = \frac{7200}{(B\text{-}V)+0.64} \qquad (4)$$

เมื่อ T_{color} คือ ค่าอุณหภูมิของดาว ในหน่วยเคลวิน (K)

วิธีดำเนินการวิจัย

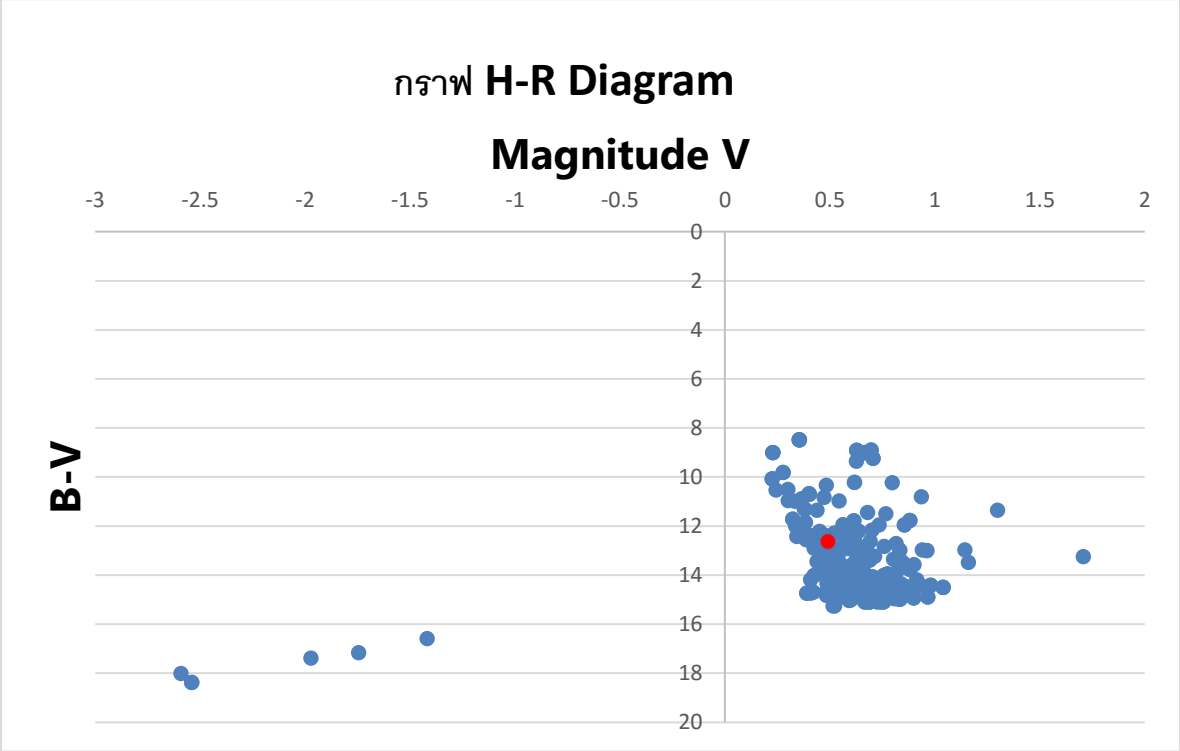
การศึกษาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของกระจุกดาว M29 ทำการเก็บข้อมูลการวิจัยที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา โดยการถ่ายภาพด้วยกล้องซีซีดี โฟโตเมตรี (CCD Photometry) ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน (B) และแสงที่ตามองเห็น (V) ที่ต่อเขากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ที่มีระบบตามดาวอัตโนมัติ ในวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ.2562 ในช่วงเวลา 19.00 น. ถึง 19.30 น. ถ่ายภาพผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน (B) และแสงที่ตามองเห็น (V) ทุกๆ 15 วินาที ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นภาพถ่ายกระจุกดาว M29 และภาพที่ได้จะถูกนำมากำจัดสัญญาณรบกวน (Reduction Image) ด้วยโปรแกรม AstroImageJ และทำการวัดแสงด้วยเทคนิคโฟโตเมตรี (Photometry) ด้วยโปรแกรม Aperture Photometry Tool v.2.4.7 ที่ใช้ในการหาข้อมูลได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 1 ภาพกระจุกดาวเปิด M29

ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายภาพกระจุกดาวเปิด M29 ผ่าน filter B และ filter V ด้วยซีซีดี โฟโตเมตรี นำมาวิเคราะห์หาระยะทางและอายุขัยของกระจุกดาวเปิด M29 โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลกระจุกดาวเปิด M29 ด้วยโปรแกรม Aperture Photometry Tool สามารถคำนวณหาค่าโชติมาตรปรากฏฟิลเตอร์ B และฟิลเตอร์ V

จากนั้นหาหา B-V เพื่อนำไปสร้างกราฟ H-R Diagram จากการวัดแสงดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M29 ได้ข้อมูลดาวฤกษ์จำนวน 367 ดวง โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกปรับค่าให้อยู่ในรูปของโซติมาตรปรากฏทั้ง 2 ช่วงความยาวคลื่น และนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีสี (B-V) และเขียน กราฟ HR Diagram ของกระจุกดาว M29 พร้อมทั้งนำมาเปรียบเทียบกับ HR Diagram มาตรฐานของดาวฤกษ์ในแถบลำดับหลัก เพื่อหาจุด Turnoff point ดังภาพที่ 2 (ไพบูลย์ ทองเชื้อ 2549)



ภาพที่ 2 กราฟ H-R Diagram และจุด Turnoff Point

จากภาพที่ 2 สามารถวิเคราะห์ค่าโซติมาตรปรากฏในช่วงความยาวคลื่นแสงสีที่ตามองเห็น คำนวณหาระยะทางจากสมการที่ 2 ได้ประมาณ 1096 พาร์เซก คำนวณอายุของกระจุกดาว M29 ได้เท่ากับ12.8×10^{7} ปี (12.8 Myr) และเมื่อวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิสีของดาวจากสมการที่ 4 พบว่าดาวฤกษ์มีค่าอุณหภูมิสีของดาวประมาณ 14694.5 เคลวิน

ผลการวิจัยที่ได้จากการสังเกตการณ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลกระจุกดาวเปิด M29 ด้วยโปรแกรม Aperture Photometry Tool สามารถคำนวณหาค่าโชติมาตรปรากฏฟิลเตอร์ B และฟิลเตอร์ V จากนั้นหาค่า B-V เพื่อนำไปสร้างกราฟ H-R Diagram ต่อไป

โดยคำนวณหาค่าโชติมาตรปรากฏได้จากสมการที่ 5 (ดำรงธรรม มณีพงษสวัสดิ์, 2532)

$$m_1 - m_2 = 2.5 \log (b_1/b_2) \quad (5)$$

จากการถ่ายภาพกระจุกดาวเปิด M29 ซึ่งกระจุกดาวนี้มีดาวจำนวน 367 ดวง ที่จะทำการวิเคราะห์ปริมาณต่าง ๆ โดยข้อมูลเบื้องต้นของดาวอ้างอิงจากโปรแกรม Aladin ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Stars	RA	Dec	B	V
Reference star	20 2359.598	+38 31 46.28	10.8	10.5

ตารางที่ 1 ตารางข้อมูลเบื้องต้นของดาวอ้างอิง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์หาค่าโชติมาตรปรากฏของกระจุกดาวเปิด M29 หาได้จากโปรแกรม ATP ผลปรากฏจะได้ค่าแมกนิจูดและค่าโชติมาตรปรากฏในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) และสีเหลือง (V) เพื่อได้ค่าโชติมาตรปรากฏและหาค่าโชติมาตรสัมบูรณ์

นอกจากนี้ยังได้ทำการทดลองวิเคราะห์คำนวณหาระยะทาง อายุ และค่าอุณหภูมิสีของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเปิด M29 ด้วยวิธีการสร้างกราฟ H-R Diagram พบว่ากระจุกดาวเปิด M29 อยู่ห่างจากโลกประมาณ 1096 พาร์เซกคำนวณหาอายุได้ประมาณ 12.8×10^7 ปี (12.8 Myr) และคำนวณหาค่าอุณหภูมิสีของดาวประมาณ 14694.5 เคลวิน ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 4.5 % ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการศึกษาวัตถุอื่นได้

สรุปผล

การศึกษาภาพถ่ายกระจุกดาวจากกล้องโทรทรรศน์เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.7 เมตร ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดสงขลา เพื่อวิเคราะห์หาข้อมูลกระจุกดาวเปิด M29 ของ filter (B) และ filter (V) โดยใช้เทคนิคซีซีดี โฟโตเมตรี จากการวิเคราะห์หาค่าโชติมาตรปรากฏ และดัชนีสีของกระจุกดาวเปิด M29 เพื่อหาระยะทางและอายุของกระจุกดาว พบว่า คำนวณหาระยะทางของกระจุกดาว M29 ได้ประมาณ 1096

พาร์เซก คำนวณหาอายุได้ประมาณ 12.8×10^{7} ปี (12.8 Myr) และคำนวณหาค่าอุณหภูมิสีได้ประมาณ 14694.5 เคลวิน ในการคำนวณหาระยะทาง อายุของกระจุกดาว และค่าอุณหภูมิสีของดาวฤกษ์ในกระจุกดาวนี้ มีความคลาดเคลื่อนประมาณ 4.5 % เมื่อเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลมาตรฐานของฐานข้อมูล (SIMBAD Astronomical Data Base) ซึ่งความคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากภาพถ่ายที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์หรือการใช้ซอฟต์แวร์แยกฟิลเตอร์ สภาพอากาศในขณะที่ถ่ายภาพกระจุกดาว หรือปัจจัยอื่นๆ

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาด้วยวิธีการวัดสเปกตรัมของกระจุดดาว M29 เพื่อคำนวณหาความเร็วในแนวรัศมี

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเล่มนี้ เริ่มศึกษาหาข้อมูลวิเคราะห์ผลและศึกษาการจัดรายงาน จนกระทั่งสำเร็จลุลวงไปด้วยดีด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในด้านต่างๆอย่างดียิ่งจาก นายตอริก เฮ็งปิยา เจ้าหน้าสารสนเทศดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ชี้แนะแนวทางในการจัดเก็บข้อมูล อีกทั้งยังเสนอชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิจัยเล่มนี้ ในโอกาสนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความกรุณาในงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณอาจารย์สมกรณ์ ชัยวรากรณ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานและให้คำปรึกษาเพื่อประกอบการทำวิจัยรวมถึงชี้แนะข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

ยุพยงค์ สินทมครบุรี. (2541). การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวเปิด M 41โดยเทคนิค ซี ซี ดี โฟโตเมตรี. (Online). http://cmuir.cmu.ac.th, 26 ตุลาคม 2561.

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (2561). กระจุกดาวเปิด (Onlline). http://www.lesa.biz, 28 ตุลาคม 2561.

อำนวย เสน่ดี. (2548). วิวัฒนาการของกระจุกดาวเปิด M45 โดยเทคนิค ซี ซี ดี โฟโตเมตรี. (Online). http://cmuir.cmu.ac.th, 26 ตุลาคม 2561.

สุพรรณี ไพรศรีจันทร์. (2549) สมบัติทางกายภาพของกระจุกดาวปิด M15. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนฟิสิกส์) : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพบูลย์ ทองเชื้อ. (2549) การสร้างและวิเคราะห์แผนภาพเอช-อาร์ของกระจุกดาวเปิด M35. วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชา ฟิสิกส์) : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญรักษา สุนทรธรรม. ดาราศาสตร์ฟิสิกส์ (พิมพ์ครั้งที่ 1). หน่วยพิมพ์เอกสารวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550. M29. **Simbad Astronomical Database.** (2019) [Online]. Available: http://simbad.unistra.fr/simbad/sim-basic?Ident=M29&submit=SIMBAD+search (2019,Nov 11)

มติพล ตั้งมติธรรม. (2559). คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ.ม.ป.ท:ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน).

อุบัติการณ์และความรู้เรื่องการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวพื้นที่หาดราไวย์ จังหวัดภูเก็ต : การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ

Incidence and Knowledge of First Aid among Tourist Boat Drivers in Rawai beach area, Phuket Province: Toxic Jellyfish Injuries.

พรรณทิวา สุวรรณมานพ*,วริศรา รอดบุตร*,ศุภิกา วงศ์อุทัย,ชญานิศ ลือวานิช,อุไรวรรณ ไกรนรา มูรานิชิ, ลดาวัลย์ ยะศนพและวนิดา กสิคุณ

บทคัดย่อ

แม้ว่าอุบัติการณ์การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษของนักท่องเที่ยวบริเวณพื้นที่หาดราไวย์จะต่ำแต่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี ผลการศึกษาอุบัติการณ์การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษในระหว่างเดือนมกราคม-พฤศจิกายน ปี พ.ศ 2562 พบจำนวนผู้บาดเจ็บทั้งหมด 14 ราย จำแนกเป็นเพศชาย 7 รายและเพศหญิง 7 ราย ไม่พบการเสียชีวิต ชนิดของแมงกะพรุนที่พบในพื้นที่หาดราไวย์ได้แก่ แมงกะพรุนไฟและแมงกะพรุนกล่อง จากข้อมูลรอยโรคของผู้บาดเจ็บ พบว่าอุบัติการณ์เกิดจากการสัมผัสแมงกะพรุนไฟมากกว่าแมงกะพรุนกล่อง และพบมากที่สุดในพื้นที่เกาะราชา ลักษณะอาการและอาการแสดงมีหลายรูปแบบ ได้แก่ ผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อนตามตัว แขนและขา ด้วยเหตุนี้การปฐมพยาบาลเบื้องต้นจึงจำเป็นสำหรับการยับยั้งความรุนแรงและอาการบาดเจ็บ การศึกษาระดับความรู้และทักษะเชิงปฏิบัติสำหรับการปฐมพยาบาลในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยว จำนวน 70 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง พบว่า ระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดแมงกะพรุนพิษและความรู้การปฐมพยาบาลเบื้องต้นอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ =2.64, S.D =1.96) คิดเป็นร้อยละ 41.05 และระดับทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติตามหลักวิชาการอยู่ในระดับทักษะปฏิบัติควรปรับปรุง ($\bar{x}$=1.97, S.D= 1.44) คิดเป็นร้อยละ 50.86 แม้ว่าผู้ขับเรือนำเที่ยวมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฐมพยาบาลแต่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการทั้งหมด ดังนั้นการให้ความรู้เกี่ยวกับการปฐมพยาบาลที่ถูกต้องและการดูแลรักษาผู้ที่สัมผัสแมงกะพรุนให้กับกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวจึงเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยลดอาการบาดเจ็บ นอกจากนี้ข้อมูลเหล่านี้ยังเป็นประโยชน์สำหรับใช้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวังและมาตรการการป้องกันเป็นแนวปฏิบัติที่ดีต่อไป

คำสำคัญ: อุบัติการณ์, การปฐมพยาบาล, แมงกะพรุน, การบาดเจ็บ, ผู้ขับเรือนำเที่ยว

[1-2]นักศึกษา สาขาสาธารณสุขศาสตร์ ม.ราชภัฏภูเก็ต

[3-5]อาจารย์ประจำสาขาสาธารณสุขศาสตร์ ม.ราชภัฏภูเก็ต

[6-7]นักวิชาการสาธารณสุข รพ.สต.ราไวย์

*Corresponding author, E-mail: Suphiga.w@pkru.ac.th

Abstract

Although the incidence of tourist's injuries from exposure to toxic jellyfish in Rawai beach area were low, it occurs throughout the year. The study result of the injury incidence from exposure to toxic Jellyfish in Rawai beach area during January to November 2020 found totally 14 patients including 7male and 7 females. There was no deadly report case. The type of Jellyfishes which found on Rawai Beach area were *Chrysaora* spp. (true jellyfish) and *Cnidaria: Cubozoa* (box jellyfish). Due to patient's skin lesion data show incidence from true jellyfish more than box jellyfish and mostly occur in Racha island. Sign and symptoms show rashes, burning pain through body, arm and legs. Therefore, first aid is necessary for inhibition of severity and symptoms. The study of Knowledge and practice of first aid among 70 tourist boat drivers by purposive sampling found that knowledge of jellyfish's type and first aid was intermediate level ($\bar{x}$ = 2.64, S.D = 1.96) at 41.05 percentage and the practice level of first aid with academic principles should improve ($\bar{x}$ = 1.97, S.D= 1.44) at 50.86 percentage. Although tourist boat drivers had a basic knowledge about first aid but it is not totally correct as principle. Then, education of correctly first aid and treatment for patient exposed to toxic jellyfish in tourist boat drivers was important to decrease injuries symptoms. In addition, this data is useful for being a guideline of surveillance and prevention measures, being standard operating procedure afterward.

Keywords: Incidence,First aid , Jellyfish, injuries, Tourist Boat Drivers

บทนำ

หาดราไวย์ จังหวัดภูเก็ต เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชายหาดกว้างรองจากหาดป่าตอง เป็นพื้นที่ชายหาดสำหรับขึ้นเรือนำนักท่องเที่ยวไปยังเกาะต่าง ๆ เช่น เกาะเฮ เกาะราชาและเกาะบอน เป็นต้น ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ในขณะลงเที่ยวเกาะ คือ การสัมผัสแมงกะพรุนขณะลงเล่นน้ำและการไม่ฟังคำเตือนจากผู้ขับเรือนำเที่ยว ลงเล่นน้ำเขตพื้นที่เสี่ยงที่มีแมงกะพรุน จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บขึ้น จากการรายงานของศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามัน สำรวจชนิดแมงกะพรุนที่พบเจอตลอดทั้งปี พบแมงกะพรุน 2 ชนิด ซึ่งเป็นแมงกะพรุนพิษ ได้แก่แมงกะพรุนพิษชนิดแมงกะพรุนกล่องและแมงกะพรุนพิษชนิดแมงกะพรุนไฟ ซึ่งแมงกะพรุนทั้งสองชนิดนี้จะมีสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน เช่น แมงกะพรุนกล่อง พบสายพันธุ์ *Morbakka fenneri* และ *Chiropsoides buitendijki* ซึ่งจะมีลักษณะตัวโปร่งใส หรือสีฟ้าอ่อน รูปร่างคล้ายร่มหรือระฆังคว่ำและแมงกะพรุนไฟ พบสายพันธุ์ *Chrysaora* sp. ,*Physalia utriculus* ,*Porpita porpita* และ *Pelagia panopyra* (1) ลักษณะตัวและหนวดเป็นสีแดงหรือสีส้ม ด้านบนมีจุดสีขาวรูปร่างคล้ายร่ม หนวดยื่นออกมาทางด้านล่างยาวกว่าลำตัว เป็นต้น กลไกการปล่อยพิษแมงกะพรุนทั้งสองชนิดจะปล่อยพิษผ่านทางเข็มพิษที่บรรจุอยู่ในแคปซูล ที่เรียกว่า นีมาโตซีส (nematocyst) ซึ่งกระจายอยู่ทุกส่วนทั่วไปของแมงกะพรุนโดยเฉพาะหนวดแมงกะพรุนพิษ การสัมผัสทำให้บาดเจ็บในหลายระดับขึ้นอยู่กับความต้านทานของแต่ละบุคคลและปริมาณ

พิษที่ได้รับ ทั้งนี้บริเวณที่สัมผัสมีอาการได้หลากหลายตั้งแต่ระคายเคือง มีผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อน แน่นหน้าอก บวม เกิดแผลไหม้อย่างรุนแรงและถึงขั้นเสียชีวิต (2)

จากข้อมูลสถิติของสำนักระบาดวิทยา รายงานการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษในพื้นที่เขตชายฝั่งทะเลอันดามัน ในระหว่างปี พ.ศ. 2542–2561 พบว่า จังหวัดระนอง พังงา และตรัง ยังไม่มีรายงานผู้ป่วยเสียชีวิตหรือบาดเจ็บรุนแรง จังหวัดกระบี่มีรายงานผู้ที่บาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุน จำนวน 3 ราย เป็นนักท่องเที่ยวชาวออสเตรเลีย ไทย ฝรั่งเศสและเสียชีวิต จำนวน 1 ราย ซึ่งเป็นนักท่องเที่ยวชาวสวีเดน และจังหวัดสตูลมีรายงานผู้เสียชีวิต จำนวน 1 ราย เสียชีวิตขณะทำการประมง (3) สำหรับสถานการณ์จังหวัดภูเก็ตพื้นที่หาดป่าตอง พ.ศ.2561 พบจำนวนผู้บาดเจ็บ 217 ราย (8) และบันทึกไม่เป็นทางการจากเทศบาลตำบลราไวย์พบนักท่องเที่ยวสัมผัสแมงกะพรุนไม่ทราบชนิดขณะลงเล่นน้ำบริเวณเกาะราชาและบาดเจ็บเพียงเล็กน้อยจำนวน 2 ราย (4) อย่างไรก็ตามแม้ว่าอุบัติการณ์นักท่องเที่ยวบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนในพื้นที่มีเพียงเล็กน้อยแต่พิษของแมงกะพรุนย่อมทำให้เกิดการเจ็บปวด ฉะนั้นการตั้งรับเชิงรุกต้องมุ่งเน้นให้การช่วยเหลือนักท่องเที่ยว คือ การปฐมพยาบาลเบื้องต้นเพื่อยับยั้งพิษของแมงกะพรุน จากปัญหาและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่มักเกิดขึ้นขณะลงเกาะ การดูแลนักท่องเที่ยวที่สัมผัสพิษแมงกะพรุนนอกจากเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยบริเวณชายหาด (6) แล้วยังเป็นหน้าที่ของผู้ขับเรือนำเที่ยวด้วย แต่ปัญหาของผู้ขับเรือนำเที่ยวส่วนใหญ่ยังขาดข้อมูลความรู้ในการดูแลรักษาและการปฐมพยาบาลเบื้องต้นที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

การปฐมพยาบาลตามหลักวิชาการอย่างรวดเร็วและเหมาะสมจะช่วยเพิ่มโอกาสในการลดการเจ็บปวดและมีโอกาสในการรอดชีวิตสูง แต่ในขณะเดียวกันหากผู้ขับเรือนำเที่ยวให้การช่วยเหลือที่ผิดวิธีหรือแม้กระทั่งไม่ช่วยอะไร อาจเป็นเหตุให้เพิ่มโอกาสในการเสียชีวิตมากขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยใช้วิธีการปฐมพยาบาลผู้สัมผัสพิษแมงกะพรุน คือ การใช้น้ำส้มสายชูเป็นหลัก โดยการราดบริเวณที่ถูกพิษอย่างน้อย 30 วินาที สามารถหยุดการทำงานของโปรตีนพิษได้ แต่นั่นหมายถึง กรณีที่ถุงพิษยังไม่ได้ยิงเข็ม แต่หากถุงพิษยิงเข็มแล้ว การใช้น้ำส้มสายชูจะยิ่งทำให้เพิ่มเปอร์เซ็นในการรับพิษ (2) ผู้ปฐมพยาบาลจึงจำเป็นต้องมีความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการดูแลผู้สัมผัสพิษแมงกะพรุนและชนิดของแมงกะพรุน เพื่อลดความผิดพลาดในการปฐมพยาบาล ดังนั้นการศึกษาอุบัติการณ์และความรู้เรื่องการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวพื้นที่ตำบลราไวย์ กรณีการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยสร้างความรู้ การดูแลรักษาผู้ที่สัมผัสแมงกะพรุนและสร้างความตระหนักให้กับกลุ่มนักท่องเที่ยว ตลอดจนใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการเฝ้าระวังและมาตรการในการป้องกันในการปฏิบัติที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1.เพื่อสำรวจอุบัติการณ์การบาดเจ็บการสัมผัสแมงกะพรุน บริเวณชายหาดพื้นที่ในตำบลราไวย์

2.เพื่อศึกษาระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดของแมงกะพรุน การปฐมพยาบาลเบื้องต้นและทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติ : การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยว

วิธีดำเนินการวิจัย

1.ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือกลุ่มสมาคมผู้ขับเรือนำเที่ยวหาดราไวย์ ประกอบด้วย ผู้ขับเรือหางยาวและเรือสปีดโบ๊ท มีสมาชิกรวมกันทั้งสิ้น 80 คน โดยการวิจัยครั้งนี้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง อาศัยคำนวณขนาดตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน จากตารางสำเร็จรูปของเครซี่และมอร์แกนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งจะได้กลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 66 คน แต่อย่างไรก็ตามเพื่อลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น จึงเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีก 5% ซึ่งจะได้กลุ่มตัวอย่างผู้ขับเรือนำเที่ยวทั้งสิ้น 70 คน และพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้เข้าร่วมงานวิจัยโดยความสมัครใจ

2.สถานที่เก็บข้อมูล

สมาคมผู้ขับเรือนำเที่ยวบริเวณท่าเทียบเรือหาดราไวย์ และสถานที่วิเคราะห์ข้อมูลวิจัย คือ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลราไวย์และอาคารศูนย์แพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

3.เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แบบสอบถามซึ่งดัดแปลงมาจากแบบบันทึกข้อมูลผู้บาดเจ็บที่โดนแมงกระพรุนพิษของสำนักงานระบาดวิทยาและได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลราไวย์ ประกอบด้วย

3.1.1 ชนิดและลักษณะแมงกะพรุน

3.1.2 ลักษณะบาดแผล ความรุนแรงของความบาดเจ็บ อาการ

3.1.3 สถานที่และสภาพแวดล้อมที่เกิดเหตุ

3.1.4 การปฐมพยาบาลเบื้องต้นและการส่งต่อ

3.2 แบบประเมินความรู้เกี่ยวกับชนิดของแมงกะพรุน การปฐมพยาบาลเบื้องต้นและทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติ : การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยว โดยการใช้แบบสอบถามความรู้และแบบประเมินทักษะการปฐมพยาบาลซึ่งผ่านการตรวจสอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลราไวย์ ประกอบด้วยคำถาม 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ขับเรือนำเที่ยว

ส่วนที่ 2 ระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดแมงกะพรุนพิษและความรู้การปฐมพยาบาลเบื้องต้นสำหรับการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ

ส่วนที่ 3 ระดับทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติตามหลักวิชาการ

4.การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

การสำรวจอุบัติการณ์การบาดเจ็บการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในทุกวันที่ 3,10,17 และ 24 พฤศจิกายน 2562 รวม 4 สัปดาห์และในแต่ละสัปดาห์จะเก็บข้อมูลครบทั้งกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถามซึ่งดัดแปลงมาจากแบบบันทึกข้อมูลผู้บาดเจ็บที่โดนแมงกระพรุนพิษของสำนักงานระบาดวิทยา สัมภาษณ์กลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวและประเมินความรู้และทักษะการการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยว จำนวน 70 คน โดยไม่กำหนดชนิดแมงกะพรุน

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ในการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมเอกสารทางวิชาการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ ตำรา บทความวิชาการ บทความวิจัย รายงานวิจัย ตลอดจนเก็บข้อมูลย้อนหลังการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ไม่กำหนดชนิดแมงกะพรุน จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลใกล้เคียงพื้นที่หาดราไวย์ ไลฟ์การ์ดหน้าหาดและสำนักงานเทศบาลตำบลราไวย์

5.การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.เพื่อสำรวจอุบัติการณ์การบาดเจ็บการสัมผัสแมงกะพรุนบริเวณชายหาดพื้นที่ในตำบลราไวย์

ลงสำรวจอุบัติการณ์การบาดเจ็บการสัมผัสแมงกะพรุน บริเวณชายหาดพื้นที่ในตำบลราไวย์เป็นการสำรวจแบบภาคตัดขวางและการศึกษาระบาดวิทยาเชิงพรรณนา โดยการสัมภาษณ์แบบต่อหน้าตัวแทนกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวและไลฟ์การ์ดหน้าหาด สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในทุกวันที่ 3,10,17 และ 24 พฤศจิกายน 2562 รวม 4 สัปดาห์ รวมถึงการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 โดยใช้แบบสอบถามซึ่งดัดแปลงมาจากแบบบันทึกข้อมูลผู้บาดเจ็บที่โดนแมงกระพรุนพิษของสำนักงานระบาดวิทยา (7) ดังนี้

5.1.1 ชนิดและลักษณะแมงกะพรุน

5.1.2 ลักษณะบาดแผล ความรุนแรงของความบาดเจ็บ อาการ

5.1.3 สถานที่และสภาพแวดล้อมที่เกิดเหตุ

5.1.4 การปฐมพยาบาลเบื้องต้นและการส่งต่อ

5.2.เพื่อศึกษาระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดของแมงกะพรุน การปฐมพยาบาลเบื้องต้นและทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติ : การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยว โดยการใช้แบบสอบถามและ

แบบประเมินทักษะการปฐมพยาบาลที่ผ่านการตรวจสอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลราไวย์ ซึ่งประกอบคำถาม 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ขับเรือนำเที่ยว

ส่วนที่ 2 ระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดแมงกะพรุนพิษและความรู้การปฐมพยาบาลเบื้องต้น ข้อคำถาม 25 ข้อ ดังนี้

-ความรู้เกี่ยวกับชนิดแมงกะพรุนพิษ

-ความรู้เกี่ยวกับการปฐมพยาบาลการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยน้ำส้มสายชู

-ความรู้เกี่ยวกับการปฐมพยาบาลการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยผักบุ้งทะเล

-ความรู้เกี่ยวกับการปฐมพยาบาลการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยสิ่งของใกล้ตัว

ในการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Excel 2013 ในการคำนวณ โดยใช้สถิติเสนอผลเป็น ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลความหมายของค่าคะแนนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ความรู้ระดับดีมาก หมายถึง คะแนนร้อยละ 81 ขึ้นไป ความรู้ระดับดี หมายถึง คะแนนร้อยละ 61-80 ความรู้ระดับปานกลาง หมายถึง คะแนนร้อยละ 41-60 ความรู้ระดับต่ำ คะแนนร้อยละ 21-40 และความรู้ระดับต่ำมาก น้อยกว่า 20

ส่วนที่ 3 ระดับทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติตามหลักวิชาการแยะตามประเด็น ข้อคำถาม 10 ข้อ ดังนี้

-ทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยน้ำส้มสายชู

-ทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยผักบุ้งทะเล

-ทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยสิ่งของใกล้ตัว

-ทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) ในกรณีที่ผู้สัมผัสแมงกะพรุนหมดสติ

โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการคำนวณ Excel 2013 ในการคำนวณ โดยใช้สถิติเสนอผลเป็น ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลความหมายของค่าคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ สามารถปฏิบัติได้ดี หมายถึง คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป สามารถปฏิบัติได้พอใช้ หมายถึง คะแนนร้อยละ 60-79 และควรปรับปรุงการปฏิบัติ หมายถึง คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุบัติการณ์และความรู้เรื่องการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวพื้นที่หาดราไวย์ จังหวัดภูเก็ต : การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์เป็นดังนี้

1.สำรวจอุบัติการณ์การบาดเจ็บการสัมผัสแมงกะพรุน บริเวณชายหาดพื้นที่ในตำบลราไวย์

ผลจากการสำรวจอุบัติการณ์การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนในพื้นที่หาดราไวย์ในปี พ.ศ 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคม-พฤศจิกายน พบจำนวนผู้บาดเจ็บ 14 ราย จำแนกเป็นเพศชาย 7 รายและเพศหญิง 7 ราย ไม่พบการเสียชีวิต และเป็นอุบัติการณ์ที่ลดลงในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา จากการสืบค้นข้อมูลย้อนหลัง 2 ปี พบอุบัติการณ์การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ ในปี พ.ศ. 2560 พบผู้ที่บาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษจำนวน 24 ราย จำแนกเป็นเพศชาย 13 ราย เพศหญิง 11 ราย และในปี พ.ศ. 2561 พบผู้บาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษเพิ่มขึ้นจากปี 2560 พบจำนวนทั้งสิ้น 28 ราย จำแนกเป็นเพศหญิง 17 ราย เพศชาย 11 ราย โดยชนิดแมงกะพรุนที่พบมากที่สุดในพื้นที่คือ แมงกะพรุนไฟ ช่วงเวลาในการพบแมงกะพรุนในพื้นที่ราไวย์สามารถพบได้ตลอดทั้งปี แต่จะพบมากช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ของทุกปี (ตารางที่1) เนื่องจากเป็นช่วงต้นของการเปลี่ยนฤดูกาลจึงทำให้มีแมงกะพรุนเข้ามาในพื้นที่จำนวนมาก นักท่องเที่ยวจึงมีโอกาสได้รับการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษเพิ่มขึ้น

2.เพื่อศึกษาระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดของแมงกะพรุน การปฐมพยาบาลเบื้องต้นและทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติ : การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยว

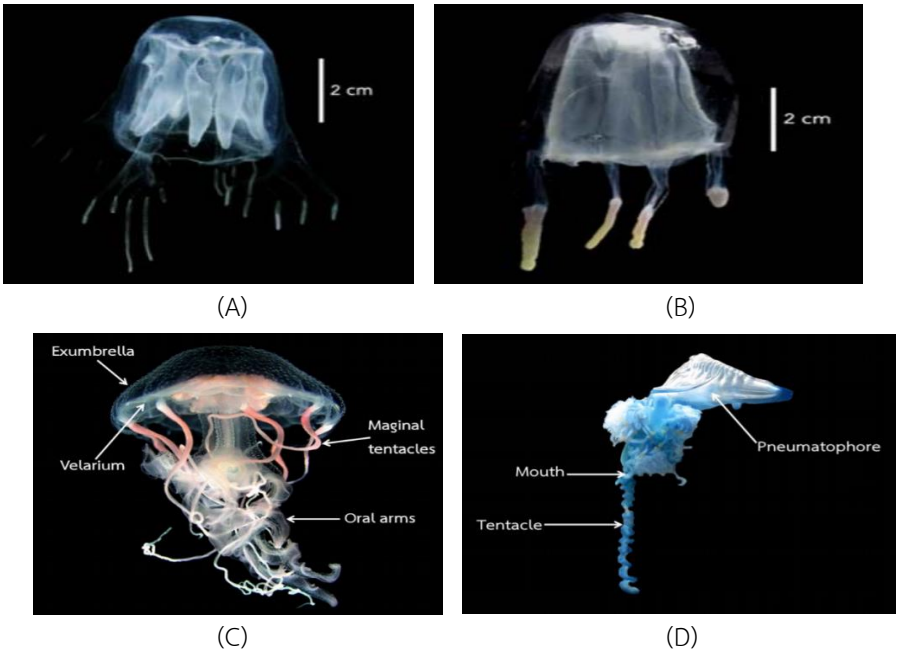
การศึกษาระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดของแมงกะพรุนและทักษะการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวจำนวน 70 ราย โดยแบ่งเป็นกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวประเภทเรือหางยาวจำนวน 43 ราย คิดเป็นร้อยละ 61.43 และขับเรือ สปีดโบ๊ท จำนวน 27 ราย คิดเป็นร้อยละ 38.57 และเมื่อศึกษาระดับความรู้และทักษะเชิงปฏิบัติสำหรับการปฐมพยาบาล พบว่า ระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดแมงกะพรุนพิษและความรู้การปฐมพยาบาลเบื้องต้น คิดเป็นร้อยละ 41.05 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ 2.64, S.D 1.96) และระดับทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติตามหลักวิชาการ คิดเป็นร้อยละ 50.86 ซึ่งอยู่ในทักษะปฏิบัติควรปรับปรุง ($\bar{x}$1.97, S.D 1.44) และเมื่อพิจารณาทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติแยกประเด็น พบว่าผู้ขับเรือนำเที่ยวมีทักษะการปฐมพยาบาลการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยน้ำส้มสายชู ปฏิบัติได้ดี (84.29%) ทักษะการปฐมพยาบาลการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยผักบุ้งทะเล ระดับปรับปรุง (11.43%) ทักษะการปฐมพยาบาลการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยสิ่งของใกล้ตัว ระดับปรับปรุง (32.86%) และทักษะการปฏิบัติการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) ในกรณีหมดสติ ระดับปรับปรุง (28.57%) เหตุที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากในอดีตที่ผ่านมาผู้ขับเรือนำเที่ยวได้รับการฝึกอบรมการช่วยฟื้นคืนชีพ จำนวน 43 ราย คิดเป็นร้อยละ 61.43 รองลงมาได้รับการอบรมการปฐมพยาบาลเรื่องพิษจากสัตว์ทะเล จำนวน 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 4.29 และไม่เคยผ่านการอบรม จำนวน 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 34.29 จากข้อมูลดังกล่าวจึงสะท้อนได้ว่า แม้ว่าผู้ขับเรือนำเที่ยวเคยผ่านการอบรมการปฐมพยาบาลแต่ความเป็นจริงไม่เคยมีประสบการณ์การช่วยฟื้นคืนชีพและบางรายผ่านการฝึกอบรมมาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 ปีและไม่ได้รับการอบรมอย่างต่อเนื่อง เมื่อทำการวัดระดับความรู้และทักษะการปฐมพยาบาลจึงอยู่ในระดับปานกลางและระดับควรปรับปรุง อีกทั้งผู้ขับเรือนำเที่ยวส่วนใหญ่เคยผ่านประสบการณ์ให้การช่วยเหลือนักท่องเที่ยวที่บาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนมาแล้ว 68 รายและอีก 2 รายไม่เคยมีประสบการณ์ เมื่อแบ่งทักษะการเลือกวิธีการปฐมพยาบาลส่วนใหญ่จะนิยมใช้ผักบุ้งทะเล จำนวน 44

ราย คิดเป็นร้อยละ 62.86 เลือกใช้น้ำส้มสายชูในการปฐมพยาบาลมีเพียง 18 ราย คิดเป็นร้อยละ 25.71 และทำเพียงแค่ราดน้ำทะเล 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 8.57 จึงทำให้ระดับความรู้และทักษะอยู่ในระดับที่ต้องได้รับการพัฒนา

อภิปรายผล

1.ผลจากการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเพื่อสำรวจอุบัติการณ์การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพื้นที่หาดราไวย์ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รพ.สต ราไวย์ กลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยว ไลฟ์การ์ดและสถานพยาบาลใกล้เคียง พบอุบัติการณ์การบาดเจ็บการสัมผัสแมงกะพรุนในช่วง 2 ปีที่ผ่านมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง 2561 พบว่าในปี พ.ศ. 2560 พบผู้ที่บาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษจำนวน 24 ราย ดังที่แสดงในตารางที่ 1 ลักษณะอาการแสดงของผู้ได้รับบาดเจ็บมากที่สุดคือ ผื่นแดงตามมือ แขน ขาและปวดแสบ ปวดร้อนและบวมแดงซึ่งลักษณะอาการดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการสัมผัสแมงกะพรุนไฟดังรูปที่ 1(C) และ (D) (8) และในปี พ.ศ. 2561 พบผู้บาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษเพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมา จำนวน 28 ราย และได้สำรวจชนิดแมงกะพรุน พบว่าการบาดเจ็บเกิดจากการสัมผัสแมงกะพรุนไฟ จากสถิติจำนวนผู้ที่ได้รับการบาดเจ็บจากแมงกะพรุนไฟจะพบช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับระบบนิเวศทางทะเลที่ว่าแมงกะพรุนไฟจะมีมากในช่วงเข้าฤดูฝนไปถึงฤดูหนาว จังหวัดภูเก็ตจะมีช่วงฤดูฝนถึงฤดูหนาวตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ของทุกปีและเป็นช่วงได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย จึงเป็นไปได้ว่าเป็นช่วงรอยต่อฤดูกาลที่แมงกะพรุนไฟอาจถูกพัดเข้ามาหากินในพื้นที่จำนวนมาก ประจวบกับแมงกะพรุนไฟชอบอยู่ในน้ำลึก ลักษณะการท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ตเป็นแบบลงเที่ยวเกาะจึงมีโอกาสสูงที่ทำให้นักท่องเที่ยวได้รับการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนไฟเกิดขึ้นในพื้นที่ อีกทั้งนักท่องเที่ยวบางกลุ่มไม่ปฏิบัติตามคำเตือนหรือคำแนะนำของผู้ขับเรือนำเที่ยว

สำหรับอุบัติการณ์ในปี พ.ศ. 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 พบจำนวนผู้บาดเจ็บ 14 ราย ไม่พบการเสียชีวิต และเป็นอุบัติการณ์ที่ลดลงจากปีที่ผ่านมา ดังรูปที่ 2 เป็นที่น่าสนใจที่พื้นที่หาดราไวย์และพื้นที่ใกล้เคียงเช่นหาดป่าตองไม่มีการรายงานผู้ที่บาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนกล่องในพื้นที่ แม้ว่าแมงกะพรุนกล่องจะเป็นแมงกะพรุนที่พบได้ตลอดทั้งปีในฝั่งทะเลอันดามัน แต่เมื่อศึกษาพฤติกรรมแมงกะพรุนกล่อง พบว่าจะชอบอาศัยที่บริเวณระดับน้ำทะเลลึกไม่เกิน 2 เมตร ลักษณะเป็นหาดน้ำนิ่งไม่ลาดชันและจะพบได้ตลอดทั้งวันแต่ช่วงเวลาเย็นไปถึงกลางคืนจะพบมากเนื่องจากเป็นช่วงที่แมงกะพรุนกล่องออกหากิน ช่วงเวลาที่แมงกะพรุนออกหากิน สภาพอากาศและฤดูกาลจะผันตรงกับจำนวนของแมงกะพรุน จึงเป็นไปได้ว่าแมงกะพรุนกล่องสามารถพบได้ในทุกพื้นที่ จังหวัดกระบี่เป็นพื้นที่ที่มีนักท่องเที่ยวเสียชีวิตจำนวน 1 ราย จากการสัมผัสแมงกะพรุนกล่องชนิดหนวดเส้นเดียวซึ่งลงเล่นน้ำบริเวณเกาะลันตา จากการสืบค้นข้อมูลทราบได้ว่าช่วงเวลาที่ลงเล่นน้ำเป็นช่วงกลางวันหลังฝนตก จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการสัมผัสแมงกะพรุนกล่องขึ้น เหตุที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องมาจากแมงกะพรุนกล่องมักจะถูกพัดมาตามสายน้ำหรือเกลียวคลื่นในช่วงหลังฝนตกหรือมีลมมรสุมเข้ามาตามช่วงของฤดูกาล อีกทั้งผู้เสียชีวิตเป็นเด็กผู้หญิง อายุ 11 ปี ความต้านทานของร่างกายน้อยและปริมาณพิษที่ได้รับจำนวนมากจึงนำไปสู่การเสียชีวิต

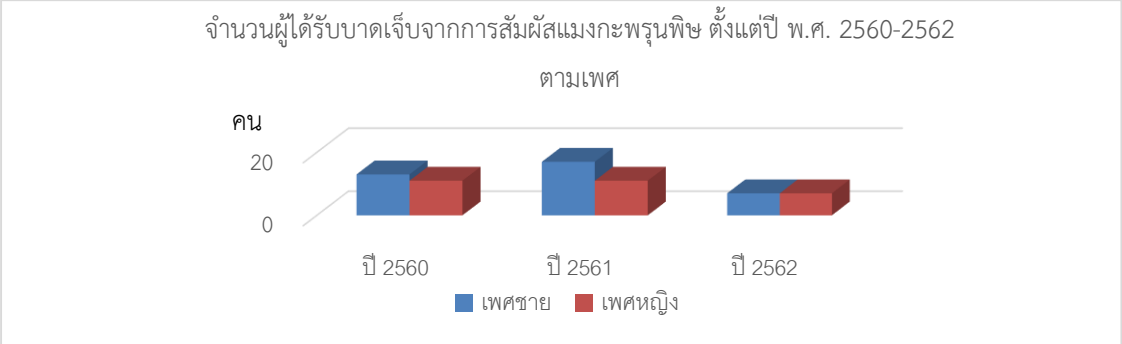


รูปที่ 1 (A) แมงกะพรุนกล่องสายพันธุ์ *Chiropsoides buitendijki* (B) แมงกะพรุนกล่องสายพันธุ์ *Morbakka fenneri*
(C) แมงกะพรุนไฟสายพันธุ์ *Pelagia panopyra* (D) แมงกะพรุนไฟสายพันธุ์ *Physalia utriculus* (9)

จังหวัดสุราษฎร์ธานีแม้ว่าจะตั้งอยู่ฝั่งทะเลอ่าวไทยแต่เป็นพื้นที่ที่สามารถเจอพบแมงกะพรุนกล่องเป็นจำนวนมาก อีกทั้งสถานการณ์การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนกล่องพบถึงขั้นเสียชีวิตจำนวน 2 ราย ในปี พ.ศ. 2557 และ 2558 และลักษณะที่เกิดเหตุอยู่ที่เกาะพะงันและเกาะสมุย (10) อย่างไรก็ตามแม้ว่าพื้นที่หาดราไวย์จะไม่มีการรายงานการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนกล่องแต่ก็ไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ว่าไม่มีแมงกะพรุนกล่องในพื้นที่ แต่อาจเป็นไปได้ว่าลักษณะการท่องเที่ยวเกาะในพื้นที่ราไวย์เป็นแบบ ond day trip (ลงเกาะเช้าเย็นเข้าฝั่ง) ซึ่งอาจทำให้นักท่องเที่ยวไม่ได้พบเจอแมงกะพรุนกล่องในพื้นที่ขณะเที่ยวเกาะ จากงานวิจัยของประเทศออสเตรเลียยืนยันว่าเวลาที่พบแมงกะพรุนกล่องมากที่สุดคือ 15.00-17.59 น. (11) จึงเป็นไปได้ว่าอุบัติการณ์การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนกล่องจึงไม่พบในพื้นที่ และจากข้อมูลช่วงเวลาการพบแมงกะพรุนกล่องจะพบช่วงเวลาเย็นไปถึงกลางคืนมากที่สุด ข้อมูลดังกล่าวจึงสอดคล้องกับการเสียชีวิตของชาวประมงในพื้นที่จังหวัดสตูล เนื่องจากจังหวัดสตูลเป็นพื้นที่ที่นิยมออกล่าแมงกะพรุนลอดช่องแทนการออกหาปลาในท้องทะเล เนื่องจากราคาดีและเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งไทยและต่างประเทศ ชาวประมงจะจับแมงกะพรุนกันในเวลากลางคืนด้วยการล่อด้วยแสงไฟสีเขียว จึงเป็นไปได้ที่ขณะทำให้การประมงล่าแมงกะพรุนลอดช่อง แมงกะพรุนกล่องอาจติดเข้ามาในอวด และเมื่อสัมผัสหรือได้รับพิษแมงกะพรุนเข้าสู่ร่างกายจึงทำให้เสียชีวิตขณะทำการประมง (2)

ปัญหาของการสำรวจอุบัติการณ์ในพื้นที่คือทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เป็นทางการ และไม่ได้รับแจ้งจากนักท่องเที่ยวที่บาดเจ็บหรือผู้ให้การช่วยเหลือ เนื่องจากผู้ปฐมพยาบาลส่วนใหญ่คือกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวซึ่งเป็นกลุ่มชาวบ้านที่ขับเรือ (ดังรูปที่3) เมื่อเกิดการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนจึงไม่ได้

มีการรายงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำแค่เพียงปฐมพยาบาลเบื้องต้นเท่านั้น (6) อีกทั้งนักท่องเที่ยวเมื่อได้รับการปฐมพยาบาลแล้วมีอาการดีขึ้นก็ไม่เข้ารับการรักษาต่อที่สถานพยาบาล ยกเว้นกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการรุนแรงจึงมีการส่งต่อไปยังสถานพยาบาลและบันทึกไว้ในเวชระเบียนของสถานพยาบาลนั้นๆ ดังนี้การศึกษาอุบัติการณ์การบาดเจ็บการสัมผัสแมงกะพรุน บริเวณชายหาดพื้นที่ในตำบลราไวย์นี้น่าจะต่ำกว่าความเป็นจริงดังที่แสดงเหตุผลไว้ข้างต้น (5)



รูปที่ 2 แสดงจำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ จำแนกตามเพศ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2560-2562

2.ผลจากการศึกษาระดับความรู้ผู้ขับเรือนำเที่ยวเกี่ยวกับชนิดแมงกะพรุน พบว่า จำนวนผู้ขับเรือนำเที่ยวในพื้นที่หาดราไวย์ที่เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 70 ราย โดยจำแนกเป็นกลุ่มผู้ขับเรือนำเที่ยวประเภทเรือหางยาว จำนวน 43 ราย และขับเรือสปีดโบ๊ท จำนวน 27 ราย โดยกลุ่มผู้ขับเรือหางยาวเป็นกลุ่มชาวบ้านที่นำเรือส่วนตัวมาประกอบอาชีพซึ่งแตกต่างจากกลุ่มผู้ขับเรือสปีดโบ๊ทที่เป็นกลุ่มเรือเอกชนที่มีการบริหารจัดการและขึ้นทะเบียนเป็นบริษัทนำเที่ยวและเมื่อศึกษาระดับความรู้และทักษะที่เกี่ยวกับการปฐมพยาบาลเบื้องต้น ผู้ขับเรือหางยาวมีความรู้ที่ใช้สำหรับการปฐมพยาบาลในกรณีที่บาดเจ็บจากแมงกะพรุนพิษตามหลักวิชาการระดับปานกลาง ร้อยละ 40.98 โดยมีความรู้ชนิดแมงกะพรุนและปฐมพยาบาลโดยใช้ผักบุ้งทะเล เนื่องจากผู้ขับเรือนำเที่ยวมีประสบการณ์ขับเรือนำเที่ยว 5-10 ปี จำนวน 30 คน รองลงมาขับเรือนำเที่ยวมากกว่า 10 ปีขึ้นไป จำนวน 28 คน และขับเรือนำเที่ยว 1-5 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86, 40 และ 17.14 ตามลำดับ จึงสามารถบรรยายลักษณะบาดแผลที่สัมผัสแมงกะพรุนและชนิดแมงกะพรุนที่พบเห็นได้ เช่นแผลจากการสัมผัสแมงกะพรุนกล่องจะลึกและเป็นเส้นๆแตกต่างจากแมงกะพรุนไฟที่จะเป็นผื่น เป็นปื้นแดง เป็นต้น

สำหรับผู้ขับเรือสปีดโบ๊ทมีความรู้ที่ใช้สำหรับการปฐมพยาบาลในกรณีที่บาดเจ็บจากแมงกะพรุนพิษตามหลักวิชาการอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 41.16 ซึ่งไม่แตกต่างจากกลุ่มผู้ขับเรือหางยาว แต่เมื่อประเมินทักษะกลับพบว่าผู้ขับเรือสปีดโบ๊ทมีทักษะที่ดีกว่าผู้ขับเรือหางยาว คิดเป็นร้อยละ 53.33 และ49.30 ตามลำดับ เนื่องจากผู้ขับเรือกลุ่มนี้จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องการปฐมพยาบาลตามหลักวิชาการ ซึ่งเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นสำหรับผู้ขับเรือสปีดโบ๊ท ที่ต้องผ่านการอบรมการปฐมพยาบาลและการป้องกันอุบัติเหตุทางน้ำ ตามกฎระเบียบข้อบังคับที่กรมเจ้าท่า

กำหนดขึ้น จึงจะสามารถปฏิบัติงานได้ (6) จึงทำให้กลุ่มนี้มีความรู้การปฐมพยาบาลตามหลักวิชาการที่ดีกว่ากลุ่มผู้ขับเรือหางยาวที่เป็นกลุ่มชาวบ้าน

ผลจากการศึกษาทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติพบว่าผู้ขับเรือนำเที่ยวประเภทเรือหางยาวเลือกใช้ผักบุ้งทะเลในการปฐมพยาบาล ซึ่งผู้ขับเรือหางยาวจะมีขั้นตอนใช้การล้างพิษแมงกะพรุนด้วยน้ำทะเลก่อนจากนั้นนำผักบุ้งทะเลที่สามารถหาได้ตามชายฝั่งมาขยี้และบีบเอาน้ำราดตรงบริเวณที่สัมผัสแมงกะพรุน แต่มีผู้ขับเรือหางยาวบางรายนำผักบุ้งทะเลมาขยี้แล้วโปะทับลงบนบาดแผล ซึ่งการนำผักบุ้งทะเลมาปฐมพยาบาลผู้ที่บาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นสำหรับคนเรือหรือชาวประมง ในตำราแพทย์แผนไทยยืนยันข้อเท็จจริงว่าผักบุ้งทะเลสามารถแก้พิษแมงกะพรุนได้และในทางวิทยาศาสตร์มีการพิสูจน์สารในผักบุ้งทะเลมีสรรพคุณหรือสารที่สำคัญที่สามารถยั้บยั้งพิษของแมงกะพรุน ลดการอักเสบและออกฤทธิ์ลดอาการปวดที่เกิดอาการแพ้ เช่น ฮีสตามีน (histamine) ซีโรโทนิน (serotonin) และไคนิน (kinins) เป็นต้น(10) ซึ่งยืนยันกับงานวิจัยเชิงการทดลองทางคลินิกใช้รักษาพิษแมงกะพรุนโดยใช้ผักบุ้งทะเล 1 เปอร์เซ็น มีฤทธิ์รักษาอาการแพ้พิษ ตุ่มแดงและอาการคันลดลงเนื่องจากสารสำคัญดังกล่าวไปยับยั้งการทำลายโปรตีน Proteolytic และ hemolytic ของพิษแมงกะพรุนได้ ในทางกลับกันกลับพบว่ากระบวนการปฐมพยาบาลด้วยผักบุ้งทะเลที่ผู้ขับเรือนำเที่ยวนิยมทำนั้น ควรกระทำหลังจากที่ใช้น้ำส้มสายชูราดบริเวณที่สัมผัสหรือบาดเจ็บก่อนแล้วจึงใช้ผักบุ้งทะเล แต่การใช้ผักบุ้งทะเลให้ถูกวิธีนั้น ควรล้างทำความสะอาดผักบุ้งทะเลแล้วน้ำใบมาคั้นทาตรงแผล และไม่ควรถูหรือโปะลงแผลโดยตรง เพราะอาจจะเกิดผลเสียมากกว่าผลดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งใบผักบุ้งทะเลที่นำมาใช้มีสารหรือเชื้อโรคปนเปื้อนจะทำให้แผลอักเสบติดเชื้อมากยิ่งขึ้น (12) ฉะนั้นกระบวนการปฐมพยาบาลด้วยผักบุ้งทะเลที่ผู้ขับเรือนำเที่ยวกระทำนั้นอาจไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการแต่ยืนยันประเด็นผักบุ้งทะเลสามารถแก้พิษแมงกระพรุนได้จริง



(A) (B)

รูปที่ 3 (A) การปฐมพยาบาลด้วยน้ำส้มสายชูผู้บาดเจ็บจากแมงกะพรุนไฟ (B) การปฐมพยาบาลด้วยเครื่องช่วยหายใจและประคบน้ำแข็งเพื่อลดปวด ราดน้ำส้มสายชู กรณีที่นักท่องเที่ยวหายใจติดขัด (8)

สำหรับทักษะกับการปฐมพยาบาลเบื้องต้นตามหลักวิชาการโดยใช้น้ำส้มสายชู ผู้ขับเรือนำเที่ยวส่วนใหญ่จะนำผู้ที่สัมผัสแมงกะพรุนขึ้นเรือและนำเข้าฝั่ง ผู้ขับเรือนำเที่ยวจะไม่มีการประเมินอาการเบื้องต้นแต่จะช่วยปฐม

พยาบาลด้วยการใช้น้ำส้มสายชูฉีดพ่นตรงบริเวณที่บาดเจ็บ โดยรูปแบบการปฐมพยาบาลด้วยน้ำส้มสายชูจะใช้หัวสเปรย์ฉีดน้ำละอองฝอยฉีดตรงบาดแผลแทนการราดหรือแทบริเวณที่บาดเจ็บเป็นเวลา 30 วินาที ซึ่งรูปแบบดังกล่าวผู้ขับเรือนำเที่ยวให้เหตุผลว่าสเปรย์ฉีดฝอยจะทำให้น้ำส้มสายชูกระจายไปทั่วบริเวณที่สัมผัสหรือที่มีบาดแผล อีกทั้งเป็นการประหยัดและสามารถลดต้นทุนเรื่องการซื้อน้ำส้มสายชูได้ ในทางแพทย์การแก้พิษแมงกะพรุนด้วยน้ำส้มสายชู เริ่มต้นจากกลไกการทำงานของพิษของแมงกะพรุนบรรจุในอยู่ในแคปซูล (Capsule) ที่เรียกว่ามาโตซีส (nematocyst) ซึ่งกระจายอยู่ทุกส่วนทั่วไปของแมงกะพรุน โดยเฉพาะส่วนหนวด (tentacle) เมื่อสัมผัสถูกเหยื่อเข็มพิษจะถูกยิงออกมาเจาะผิวหนัง ซึ่งพิษแมงกะพรุนเป็นโปรตีนชนิดนึงที่สามารถแพร่เข้าไปในเซลล์ต่างๆได้ เช่น เลือด ผิวหนังหรือเซลล์ประสาท ดังรูปที่ 1 (8) การใช้น้ำส้มสายชูราดตรงบริเวณที่ถูกพิษแมงกะพรุน จะทำให้เกิดการปรับความสภาพความเป็นกรด-ด่าง พิษของแมงกะพรุนที่เป็นโปรตีนทำให้โครงสร้างเปลี่ยนไป โดยกรดอะมิโน (amino acid) ในโมเลกุลของโปรตีนมีพันธะเพปไทด์ (peptide bond) ซึ่งจะไม่ถูกทำลายแต่มีเพียงพันธะไฮโดรเจนที่ถูกทำลายเท่านั้นจึงทำให้เกิดการคลายตัว (unfolded) เป็นโครงสร้างใหม่จึงมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ทำให้เอนไซม์นั้นหยุดทำงาน (inactive) จึงทำให้ช่วยบรรเทาอาการปวดแสบปวดร้อนและพิษของแมงกะพรุนได้ (13) และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้น้ำส้มสายชูกลับพบว่าผู้ขับเรือนำเที่ยวขาดความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับข้อห้ามหรือข้อจำกัดการใช้น้ำส้มสายชู ซึ่งการเลือกใช้น้ำส้มสายชูและไม่เป็นอันตรายต้องกรณีที่ถุงพิษยังไม่ได้ยิงเข็ม แต่หากถุงพิษยิงเข็มแล้ว การใช้น้ำส้มสายชูจะยิ่งทำให้เพิ่มเปอร์เซ็นในการรับพิษมากขึ้นด้วย ซึ่งประเด็นนี้ผู้ขับเรือนำเที่ยวสะท้อนองค์ความรู้เดิมที่มีว่าการใช้น้ำส้มสายชูสามารถยับยั้งพิษของแมงกะพรุนได้ทุกชนิด

ตารางที่ 1 จำนวนนักท่องเที่ยวที่บาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษ พื้นที่หาดราไวย์ จังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่ปี 2560-2562

เดือน	ปีที่เกิดเหตุ							
	2560		2561		2562			
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย		หญิง	
					ชนิดแมงกะพรุน		ชนิดแมงกะพรุน	
					แมงกะพรุนกล่อง	แมงกะพรุนไฟ	แมงกะพรุนกล่อง	แมงกะพรุนไฟ
มกราคม	1	1	2	0	0	2	0	3
	แมงกะพรุนไฟ		แมงกะพรุนไฟ					
กุมภาพันธ์	0	0	0	4	0	0	0	0
			แมงกะพรุนไฟ					
มีนาคม	0	0	0	0	0	0	0	0
เมษายน	0	0	0	0	0	0	0	3
พฤษภาคม	0	0	1	1	0	0	0	0
			ไม่ทราบชนิด					

เดือน	ปีที่เกิดเหตุ							
มิถุนายน	0	0	1	2	0	0	0	0
			แมงกะพรุนไฟ					
กรกฎาคม	3	5	0	0	0	0	0	0
	แมงกะพรุนไฟ							
สิงหาคม	0	0	0	2	0	0	0	0
			ไม่ทราบชนิด					
กันยายน	4	2	3	5	0	3	0	1
	แมงกะพรุนไฟ		แมงกะพรุนไฟ					
ตุลาคม	5	3	0	0	0	2	0	0
	แมงกะพรุนไฟ							
พฤศจิกายน	0	0	3	3	0	0	0	0
			แมงกะพรุนไฟ					
ธันวาคม	0	0	1	0	0	0	0	0
			แมงกะพรุนไฟ					
รวม	13	11	11	17	0	7	0	7
รวมทั้งหมด	**24**		**28**		**7**		**7**	

สรุปผลการวิจัย

การสำรวจอุบัติการณ์การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนของนักท่องเที่ยวบริเวณพื้นที่หาดราไวย์ เช่น เกาะเฮ เกาะราชาและเกาะบอน เกิดขึ้นตลอดทั้งปี แมงกะพรุนที่สามารถพบเจอพื้นที่หาดราไวย์ ได้แก่ แมงกะพรุนไฟและแมงกะพรุนกล่อง (6) ผลจากการสำรวจอุบัติการณ์การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนในปี พ.ศ 2562 พบจำนวนผู้บาดเจ็บ 14 ราย จำแนกเป็นเพศชาย 7 รายและเพศหญิง 7 ราย ไม่พบการเสียชีวิต (5) จากการตรวจสอบรอยโรคจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษในพื้นที่ พบบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนไฟแต่ไม่พบข้อมูลการสัมผัสแมงกะพรุนกล่อง อาการที่พบการบาดเจ็บเล็กน้อย มีผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อน (2) ลักษณะการปฐมพยาบาลผู้ขับเรือนำเที่ยวจะปฐมพยาบาลด้วยน้ำส้มสายชูและผักบุ้งทะเล

การศึกษาระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดของแมงกะพรุน การปฐมพยาบาลและทักษะเชิงปฏิบัติการปฐมพยาบาลพบว่า ระดับความรู้เกี่ยวกับชนิดแมงกะพรุนพิษและความรู้การปฐมพยาบาลเบื้องต้น คิดเป็นร้อยละ 41.05 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางและระดับทักษะการปฐมพยาบาลเชิงปฏิบัติตามหลักวิชาการ คิดเป็นร้อยละ 50.86 ซึ่งอยู่ในระดับทักษะปฏิบัติควรปรับปรุง ผู้ขับเรือนำเที่ยวยังขาดความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้น้ำส้มสายชู โดยคิดว่าการ

ราดน้ำส้มสายชูบริเวณที่ถูกพิษอย่างน้อย 30 วินาที สามารถหยุดการทำงานของโปรตีนพิษของแมงกะพรุนทุกชนิดได้ แต่ไม่ทราบว่าการใช้น้ำส้มสายชูนั่นหมายถึงกรณีที่ถุงพิษยังไม่ได้ยิงเข็ม แต่หากถุงพิษยิงเข็มแล้ว การใช้น้ำส้มสายชูจะยิ่งทำให้เพิ่มเปอร์เซ็นในการรับพิษมากขึ้นด้วย และทักษะปฏิบัติการปฐมพยาบาลการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนด้วยผักบุ้งทะเล พบว่าผู้ขับเรือนำเที่ยวมีทักษะการปฏิบัติที่ผิด คือ การนำผักบุ้งทะเลโปะลงแผลโดยตรง แต่สามารถยืนยันได้ว่าผักบุ้งทะเลสามารถแก้พิษแมงกะพรุนได้จริง

กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)

ในงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาอย่างยิ่ง จากอาจารย์ศุภิกา วงศ์อุทัย อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำสาขาสาธารณสุขศาตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลราไวย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดภูเก็ต สำนักงานเทศบาลตำบลราไวย์ สำนักงานเทศบาลป่าตอง และกลุ่มสมาคมผู้ขับเรือนำเที่ยวหน้าหาดราไวย์ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อมูลและให้ความร่วมมือจนวิจัยเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

(1) ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามัน จังหวัดภูเก็ต. (2559). **แมงกะพรุน.** (ออนไลน์). https://km.dmcr.go.th, 18 ตุลาคม 2562.

(2) วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา. (2562). **การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุนพิษในเขตชายหาดบางแสนจังหวัดชลบุรี : อาการทางคลินิกและมาตรการป้องกัน.** (ออนไลน์). https://www.tcithaijo.org, 2 ตุลาคม 2562.

(3) สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2558). **การบาดเจ็บและเสียชีวิตจากแมงกะพรุนพิษ.** (ออนไลน์). http://www.boe.moph.go.th, 18 ตุลาคม 2562.

(4) ฝ่ายอุบัติเหตุฉุกเฉิน เทศบาลตำบลราไวย์. (2562). **รายงานการบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุน.** สืบค้นวันที่ 10ตุลาคม 2562.

(5) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลราไวย์. (2562). **ระบบโปรแกรมฐานข้อมูลโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลราไวย์.** สืบค้นวันที่ 4 ตุลาคม 2562.

(6) เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยบริเวณชายหาดราไวย์ (ไลฟ์การ์ด). (2562). **การสัมภาษณ์การปฐมพยาบาลผู้บาดเจ็บจากสัมผัสแมงกะพรุนในพื้นที่หาดราไวย์** ณ วันที่ 3,10,17 และ 24 พฤศจิกายน 2562.

(7) สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2551). แบบบันทึกข้อมูลผู้บาดเจ็บที่โดนแมงกระพรุนพิษ. (ออนไลน์). https://km.dmcr.go.th, 20 ตุลาคม 2562.

(8) ศูนย์ป้องกันและสาธารณภัยตำบลป่าตอง. (2562). **การบาดเจ็บจากการสัมผัสแมงกะพรุน** ณ วันที่ 20 ตุลาคม 2562.

(9) ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามัน จังหวัดภูเก็ต. (2555). **ชนิดและการแพร่กระจายของแมงกะพรุนพิษบริเวณชายฝั่งจังหวัดภูเก็ต.** (ออนไลน์), 19 ตุลาคม 2562

(10) สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2560). ***รายงานเฝ้าระวังการบาดเจ็บจากแมงกระพรุนพิษ.*** (ออนไลน์). http://www.boe.moph.go.th, 20 ตุลาคม 2562.

(11) Bart J Currie, Susan P Jacups. Prospective study of *Chironex fleckeri* and other box jellyfish stings in the Top End of Australia is Northern Territory. Med J Aust2005: 183 (11): 631-638

(12) ธรรมาภรณ์ บุญวิสุทธิ์. **Jellyfish strings. (**ออนไลน์). http://www. www.errama.com, 18 ตุลาคม 2562.

(13) พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และนิธิยา รัตนปนนท์. **การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน.** (ออนไลน์). http://www.foodnetwork solution.com, 18 ตุลาคม 2562.

การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับบำบัดสีในน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

PRODUCTION OF ACTIVATED CARBON FORM COCONUT SHELLS FOR COLOR TREATMENT APPLICATION IN PALM OIL MILL WASTEWATER

กาญจนา ขำเกิด[1], ขจรพงศ์ หีตเพ็ง[1], พงษ์ศักดิ์ นพรัตน์[1,2*]

Kanjana Kamkerd[1], Khajornpong Heetpeng, Pongsak Noparat[1,2*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาถ่านกัมมันต์ และศึกษาการบำบัดสีของน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยการนำกะลามะพร้าวมาเผาที่อุณหภูมิ 400, 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวมีความชื้น ร้อยละ 4.00, 6.00, 2.00, 2.00 และ 3.00 ปริมาณสารระเหย ร้อยละ 74.17, 63.77, 57.73, 57.03 และ 49.27 ปริมาณเถ้า ร้อยละ 6.37, 14.30, 17.25, 21.30 และ 24.70 ปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 15.47, 15.93, 23.02, 19.67 และ 23.03 ตามลำดับ และมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ เท่ากับ 574, 747, 790, 812 และ 816 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ การเผาถ่านกัมมันต์ที่ดี คือ เผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ เท่ากับ 790 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อนำไปบำบัดสีของน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มด้วยวิธีการดูดซับแบบกะ พบว่า ถ่านกัมมันต์ปริมาณ 0.5 กรัม สามารถกำจัดสีของน้ำเสีย ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ได้ดีที่สุดร้อยละ 25.73 ที่เวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งจากการศึกษาค่าไอโอดีนนัมเบอร์นั้น ถ่านกัมมันต์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านดูดกลิ่นอับชื้น กรองน้ำ และกำจัดสารมลพิษต่าง ๆ

คำสำคัญ: ถ่านกัมมันต์, กะลามะพร้าว, การกำจัดสี

---

[1]นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

[2]อาจารย์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

[*]**Corresponding author, E-mail:** pongsak@sru.ac.th

Abstract

The purpose of this research were to study the optimum temperature of producing activated carbon and color removal from palm oil mill wastewater. The production of activated carbon by carbonization coconut shells at 400, 500, 600, 700 and 800 ºC for 1 hr. The activated carbon have moisture content were 4.00, 6.00, 2.00, 2.00 and 3.00%, volatile content were 74.17, 63.77, 57.73, 57.03 and 49.27%, ash content were 6.37, 14.30, 17.25, 21.30 and 24.70% and fixed carbon content were 15.47, 15.93, 23.02, 19.67 and 23.03%, respectively. The iodine number value were 574, 747, 790, 812 and 816 mg/g, respectively. The best operational temperature was 600 ºC. The iodine number value of the activated carbon was 790 mg/g. The determination of color removal from palm oil mill wastewater using batch adsorptions. It was found that in batch adsorptions, the maximum efficiency of color removal from 50 ml of wastewater was 25.73% at the amount of activated carbon of 1.5 g for 24 hr. From the study results of the iodine number value, the activated carbon can be used to adsorb household odors, water filter and remove the pollutants.

Keywords: activated carbon, coconut shell, color removal

บทนำ

ถ่านกัมมันต์ (Activated charcoal) คือ ถ่านที่อยู่ในรูปคาร์บอนอสัณฐาน (Amorphous carbon) ชนิดหนึ่งที่ผลิตขึ้นมาเป็นพิเศษโดยผ่านการกระตุ้น (Activation) เพื่อทำให้ถ่านมีความเป็นรูพรุน และมีพื้นที่ผิวที่สูง เหมาะแก่การดูดซับ ถ่านกัมมันต์ประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีอยู่ ประมาณ ร้อยละ 87-97 โดยน้ำหนัก และอาจมีองค์ประกอบอื่นอยู่บ้าง เช่น ออกซิเจน ไฮโดรเจน กำมะถัน และไนโตรเจน เป็นต้น แต่ธาตุเหล่านี้จะรวมกันไม่เกิน ร้อยละ 20 ขององค์ประกอบทั้งหมด (สุภาพร รัตนพันธ์, 2557) จากการจำแนกถ่านกัมมันต์สามารถแบ่งชนิดถ่านกัมมันต์ได้ตามเกณฑ์ต่าง ๆ แบ่งตามชนิดของตัวกระตุ้น แบ่งตามขนาดรูพรุนบนผิวคาร์บอน แบ่งตามความหนาแน่นของถ่านกัมมันต์ แบ่งตามชนิดสารที่ถูกดูดซับ แบ่งตามรูปร่างลักษณะ และแบ่งตามค่าความเป็นกรด-ด่างเมื่อละลายน้ำ แต่ในทางปฏิบัติกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์ สามารถแบ่งเป็น 2 วิธี คือ วิธีการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยการกระตุ้นทางกายภาพ และวิธีการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีการกระตุ้น ด้วยสารเคมี (กิตติธัช ชัยประสิทธิ์ และคณะ, 2559) สำหรับการใช้อุณหภูมิเป็นตัวกระตุ้นทางกายภาพ พบว่า มีการใช้อุณหภูมิการคาร์บอไนซ์สูงประมาณ 400-850 องศาเซลเซียส (Virginia and Adrian, 2012) และบางวัตถุดิบใช้อุณหภูมิการคาร์บอไนซ์สูงถึง 1,000 องศาเซลเซียส

กะลามะพร้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากชุมชนในบาง ตำบลบางใบไม้ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้นำมาศึกษาเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่า และลดปัญหาในการกำจัดทิ้งด้วยการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นเพื่อผลิตถ่านกัม

มันต์ โดยพบว่า ทางชุมชนได้นำกะลามาเผาถ่านในถังน้ำมัน ๒๐๐ ลิตร แล้วนำถ่านกะลาที่เผาแล้วส่งขายให้กับโรงงานผลิตถ่านอัดแท่งในราคากิโลกรัมละ 5-7 บาท เมื่ออัดแท่งแล้วจะมีราคากิโลกรัมละ 10-14 บาท เพิ่มเป็น 2 เท่า แต่ทางผู้วิจัยได้นำกะลามะพร้าวไปผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็นกิโลกรัมละ 100 บาท โดยมีมูลค่าเพิ่มขึ้น 10 เท่า

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมของประเทศไทยส่งผลให้เกิดการเพิ่มจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ มากมายซึ่งน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ หากไม่มีการบำบัดจะส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม และต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น กระทรวงอุตสาหกรรมจึงได้มีการออกกฎหมายกำหนดค่ามาตรฐานของน้ำทิ้งจากโรงงาน เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าบีโอดี ค่าซีโอดี ค่าสี และกลิ่น เพื่อเป็นการควบคุมปัญหามลพิษที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่นำไปผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อเป็นพลังงานทดแทนและช่วยลดต้นทุนในการผลิตทางหนึ่งแล้วก็ตาม แต่ก็ยังเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายทาง เนื่องจากน้ำทิ้งที่ออกจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพยังมีค่าซีโอดีในปริมาณที่สูงรวมทั้งสีและกลิ่น (พงษ์ศักดิ์ นพรัตน์ และคณะ, 2560)

ดังนั้น งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาวิธีการกระตุ้นทางกายภาพโดยศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว และประยุกต์ใช้ถ่านกัมมันต์ในการบำบัดสีในน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการเตรียมกะลามะพร้าว

นำกะลามะพร้าวที่ได้จากชุมชนในบาง ตำบลบางใบไม้ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มาตากแดดให้แห้ง และทำให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 3-5 เซนติเมตร จากนั้นชั่งกะลามะพร้าวปริมาณ 200 กรัม ใส่ในหม้อเครื่องปั้นดินเผา ปริมาตร 500 มิลลิลิตร และปิดผาก่อนนำไปเข้าเตาเผา

2. วิธีการเตรียมถ่านกัมมันต์

เผากะลามะพร้าวที่เตรียมไว้ในเตาเผาควบคุมอุณหภูมิ โดยเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส โดยเผากะลามะพร้าวที่อุณหภูมิละ 3 ซ้ำ ตามลำดับ วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่าการดูดซับไอโอดีน ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านกัมมันต์ และนำถ่านทางการค้าเป็นถ่านอัดแท่งผลิตจากกะลามพร้าวที่เผาในถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร มาศึกษาเพื่อเปรียบเทียบและหาสภาวะที่เหมาะสมในการเผา (สุภาพร รัตนพันธ์, 2557)

3. การวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์

1) การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

อบถ้วยสแตนเลสที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง วางไว้ให้อุณหภูมิลดลงในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก ชั่งถ่านตัวอย่างหนักประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยสแตนเลสที่เตรียมไว้ นำไปอบที่

อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง วางไว้ให้อุณหภูมิลดลงในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก (สุภาพร รัตนพันธ์ และคณะ, 2557) คำนวณร้อยละของปริมาณความชื้น จากสูตร

ร้อยละความชื้น = [(น้ำหนักก่อนอบ-น้ำหนักหลังอบ)/น้ำหนักก่อนอบ] ×100

2) การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

นำถ้วยกระเบื้องเผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง วางไว้ให้อุณหภูมิลดลงในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก จากนั้นชั่งถ่านตัวอย่างหนัก 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องที่เตรียมไว้ นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง วางไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก คำนวณหาร้อยละของปริมาณเถ้า จากสูตร

ร้อยละเถ้า = [(น้ำหนักหลังเผา)/น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น] ×100

3) การคำนวณหาร้อยละปริมาณสารระเหย

นำถ้วยกระเบื้องเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นจากนั้น ชั่งถ่านตัวอย่างหนัก 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องที่เตรียมไว้ นำไปเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที วางไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก คำนวณหาร้อยละของปริมาณเถ้า จากสูตร

ร้อยละสารระเหย = [(น้ำหนักก่อนเผา-น้ำหนักหลังเผา)/น้ำหนักก่อนผา] ×100

4) การคำนวณปริมาณคาร์บอนคงตัว

ปริมาณคาร์บอนคงตัว คือ ส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ หลังจากที่กำจัดความชื้น สารระเหย และเถ้า คำนวณจากสูตร

ร้อยละปริมาณคาร์บอนคงตัว = 100-ร้อยละเถ้า-ร้อยละสารระเหย

4. วิธีการวิเคราะห์ไอโอดีน

วิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับปริมาณไอโอดีน ค่าการดูดซับปริมาณไอโอดีนต่อน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ ทดสอบโดยใช้วิธีการไตเตรทแบบไอโอโดเมทรี (Iodometry) เพื่อหาปริมาณของไอโอดีนที่ถ่านกัมมันต์ดูดซับไว้โดยใช้สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) เป็น ไตแตรนท์ การทดสอบตามมาตรฐานของ American Society for Testing and Materials (ASTM) D 4607-86 ค่าที่ได้เรียกว่า ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกรัม (mg/g) (Zollinger., 1991)

5. การหาค่าการดูดซับสีในกระบวนการดูดซับแบบกะ

นำถ่านกัมมันต์ปริมาณ 0.5, 1, 1.5, และ 2 กรัม แช่ลงในน้ำเสียจริงจากโรงงานปริมาตร 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำตัวอย่างไปกรอง และนำตัวอย่างที่ผ่านการกรองไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง EMC-11-UV Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร (ยุวรัตน์ เงินเย็น และขนิษฐา คำวิลัยศักดิ์, 2556) คำนวณประสิทธิภาพการกำจัดสี จากสูตร

$$\% \text{ removal} = [(Abs_0 - Abs_t)/Abs_0] \times 100$$

เมื่อ Abs_0 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเสียเริ่มต้น

Abs_t คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเสียภายหลับการดูดซับ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

คุณลักษณะของถ่านทางการค้าและถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

จากการนำกะลามะพร้าวมาเผาเพื่อผลิตถ่านกัมมันต์ โดยใช้ถ่านทางการค้าและถ่านที่เผาด้วยอุณหภูมิ 400, 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส พบว่า มีคุณลักษณะของถ่านทางการค้าและถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวดังแสดงในตารางที่ 1 โดยประมาณมีค่าความชื้นค่อนข้างน้อย ซึ่งมีค่าความชื้นน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่น้อยกว่าร้อยละ 8 นอกจากนี้มีปริมาณสารอินทรีย์ที่สามารถระเหยที่อุณหภูมิสูงอยู่มากและมีปริมาณคาร์บอนคงตัวไม่ต่างกันมาก

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของถ่านทางการค้าและถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

คุณลักษณะของถ่านกัมมันต์ (ร้อยละ)	อุณหภูมิที่เผาถ่าน (องศาเซลเซียส)					
	ถ่านทางการค้า*	400	500	600	700	800
ความชื้น	6.00±0.58	4.00±0.28	6.00±0.25	2.00±0.06	2.00±0.08	3.00±0.11
สารระเหย	56.40±2.08	74.17±1.10	63.77±2.74	57.73±2.22	57.03±0.45	49.27±4.14
เถ้า	24.60±1.84	6.37±1.67	14.30±3.82	17.25±3.18	21.30±2.40	24.70±1.84
คาร์บอนคงตัว	13.00±2.08	15.47±1.04	15.93±2.25	23.02±2.05	19.67±2.06	23.03±2.18
การสูญเสียของถ่านกัมมันต์	ND	61.4±1.67	68.12±0.52	74.76±0.95	76.32±4.74	82.17±1.74

*ถ่านทางการค้าผลิตจากกะลามะพร้าว (ND = not determined)

การสูญเสียของถ่านกัมมันต์

เนื่องจากกะลามะพร้าว 200 กรัม ที่ได้ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 400, 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า น้ำหนักกะลามะพร้าวหลังเผามีปริมาณคงเหลือ คือ 77.20, 63.75, 50.48, 47.36 และ 35.26 กรัม ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละการสูญเสียเท่ากับ ร้อยละ 61.4, 68.12, 74.76, 76.32 และ 82.17 ตามลำดับ

จากการทดลองในเบื้องต้น พบว่าถ่านที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส บดยากกว่าถ่านที่อุณหภูมิ 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส แสดงว่าจำนวนถ่านคาร์บอนในองค์ประกอบอยู่กันแน่นกว่าถ่านที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จึงมีความสามารถในการดูดซับไอโอดีนน้อยกว่าถ่านที่อุณหภูมิ 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะมีค่าการสูญเสียของถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้น (ปัญญา มณีจักร, 2560)

การวิเคราะห์ค่าไอโอดีนนัมเบอร์

ไอโอดีนนัมเบอร์เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถของถ่านกัมมันต์ในการดูดซับ ซึ่งการหาปริมาณของไอโอดีนนัมเบอร์ที่ถูกดูดซับบนถ่านกัมมันต์โดยไอโอดีนนัมเบอร์สามารถจับกับพื้นผิวของรูพรุนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 1 นาโนเมตร ค่าไอโอดีนนัมเบอร์เป็นค่าตัวเลขหนึ่งที่บอกถึงปริมาณพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ แต่ไม่ใช่พื้นที่ผิวที่แท้จริงเพราะไม่ได้รวมถึงพื้นที่ผิวภายในรูพรุนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 1 นาโนเมตร พื้นที่ผิวจากการดูดซับไอโอดีนต่างไปจากพื้นที่ผิวที่แท้จริงมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านกัมมันต์ (ชลธิดา ประจักษ์สูตร และลักษณะมณี คูบุญญาอารักษ์, 2554) ซึ่งถ่านที่ได้ทำการวิเคราะห์นี้ก็เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ได้ทำการหาค่าการดูดซับไอโอดีนของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว โดยการนำกะลามะพร้าวไปเผาที่อุณหภูมิ 400, 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าการดูดซับไอโอดีนที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิที่เผาถ่าน (องศาเซลเซียส)	ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (มิลลิกรัมต่อกรัม)
ชุดควบคุม (ถ่านทางการค้า)	708.77±3.55[b]
400	573.97±25.68[a]
500	746.85±9.23[c]
600	789.50±19.92[d]
700	811.58±8.65[d]
800	816.15±11.72[d]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

การดูดซับไอโอดีนของถ่านที่เผาในช่วงอุณหภูมิ 400-800 องศาเซลเซียส พบว่า การดูดซับไอโอดีนของถ่านที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 700-800 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกรัม แสดงถึงอุณหภูมิมีผลทำให้เกิดรูพรุนขึ้น เนื่องจากสารระเหยง่ายหรือน้ำมันดิบถูกขจัดออกไป และมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิการคาร์บอไนซ์สูงขึ้น (เกศสิริ เหล่าวชิระสุวรรณ, 2551) จึงทำให้ถ่านกัมมันต์ที่ได้เหมาะสำหรับนำไปบำบัดสารมลพิษในน้ำ เช่น สีย้อม โลหะหนัก และสารฆ่าแมลง เนื่องจากถ่านกะลาจะมีรูพรุนหนาแน่นอยู่เต็มพื้นที่และมีรูพรุนขนาดใหญ่

การศึกษาการดูดซับสีในกระบวนการดูดซับแบบกะ

กระบวนการดูดซับ คือ กระบวนการที่อะตอม โมเลกุลหรือไอออนของสารที่ถูกดูดซับเข้ามายึดเกาะอยู่บริเวณพื้นผิวอนุภาคของตัวดูดซับด้วยแรงทางเคมีหรือฟิสิกส์ โดยสมบัติของตัวดูดซับต้อง เป็นวัสดุที่มีรูพรุน และมีพื้นที่ผิวจำเพาะมาก เช่น ถ่านกัมมันต์ โดย ถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับชั้นดีที่ถูกนำมาใช้เป็นอย่างมากในการกำจัดสารพิษต่าง ๆ สามารถดูดซับสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ได้หลายชนิด เนื่องจากมีโครงสร้างที่เป็นรูพรุนสูงมีพื้นที่ผิวมาก ถ่านกัมมันต์เป็นวัสดุที่โครงสร้าง รูพรุนมีความซับซ้อน สามารถผลิตได้จากวัสดุทุกชนิดที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ โดยวัตถุดิบที่ใช้ใน การผลิตถ่านกัมมันต์ทางการค้า ได้แก่ ถ่านหิน ลิกไนต์ และกะลามะพร้าว เป็นต้น (ยุวรัตน์ เงินเย็น และคณะ, 2556)

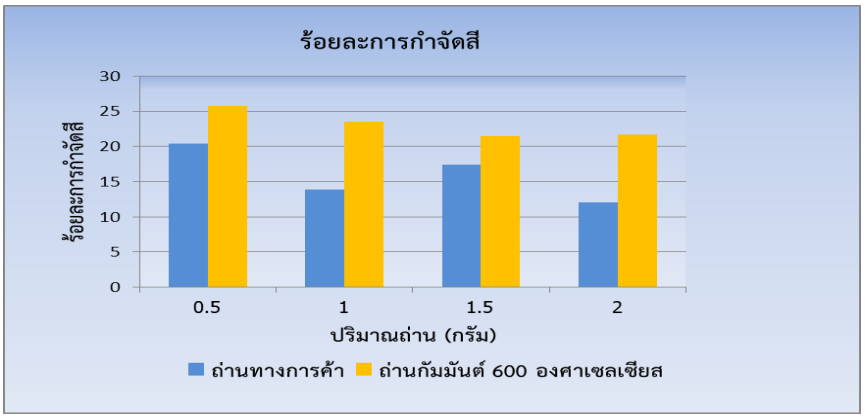
ร้อยละการกำจัดสีในน้ำเสียด้วยถ่านทางการค้าปริมาณต่าง ๆ พบว่าถ่านทางการค้าปริมาณ 0.5, 1, 1.5, และ 2 กรัม มีร้อยละประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงสุด คือ 20.40, 17.41, 13.84 และ 12.01 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 8.95, 8.91, 8.87 และ 8.85 ตามลำดับ ซึ่งถ่านทางการค้าปริมาณ 0.5 กรัม มีความสามารถในการกำจัดสีได้ดีที่สุด ร้อยละ 20.40 และถ่านทางการค้าปริมาณ 2 กรัม จะมีความสามารถในการกำจัดสีได้น้อยที่สุด ร้อยละ 12.01 และร้อยละการกำจัดสีในน้ำเสียด้วยถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวปริมาณต่าง ๆ พบว่าถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ปริมาณ 0.5, 1, 1.5, และ 2 กรัม มีร้อยละประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงสุด ร้อยละ 25.73, 23.49, 21.69 และ 21.48 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 8.94, 8.88, 8.85 และ 8.82 ตามลำดับ ซึ่งถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ปริมาณ 0.5 กรัม จะมีความสามารถในการกำจัดสีได้ดีที่สุด ร้อยละ 25.73 และถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ปริมาณ 1.5 กรัม จะมีความสามารถกำจัดสีได้น้อยที่สุด ร้อยละ 21.48 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ร้อยละการกำจัดสีในน้ำเสียของถ่านทางการค้าและถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่เวลา 24 ชั่วโมง

ปริมาณถ่าน (กรัม)	ร้อยละการกำจัดสี		ค่า pH	
	ถ่านทางการค้า	ถ่านที่ 600˚C	ถ่านทางการค้า	ถ่านที่ 600˚C
0.5	20.40±0.04^{d}	25.73±0.04^{d}	8.95	8.94
1	13.84±0.04^{b}	23.49±0.00^{c}	8.91	8.88
1.5	17.41±0.04^{c}	21.48±0.00^{a}	8.87	8.85
2	12.01±0.04^{a}	21.69±0.00^{b}	8.85	8.82

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีในกระบวนการดูดซับแบบกะของถ่านทางการค้าและถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่ปริมาณ 0.5, 1, 1.5, และ 2 กรัม ตามลำดับ ต่อน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม 50 มิลลิลิตร ที่เวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวมีร้อยละการกำจัดสีในน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มได้ดีกว่าถ่านทางการค้าเท่ากับ 0.80, 0.60, 0.81, และ 0.55 เท่า ตามลำดับ ซึ่งสามารถเห็นได้ชัดเจนว่า ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่ได้ทำการทดลองมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีในน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มได้ดีกว่าถ่านทางการค้า (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ร้อยละการกำจัดสีในน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มระหว่างถ่านทางการค้ากับถ่านกัมมันต์ที่ 600 องศาเซลเซียส ที่เวลา 24 ชั่วโมง

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวเผาที่อุณหภูมิ 400, 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการเผาถ่านกัมมันต์ คือ อุณหภูมิ

600 องศาเซลเซียส มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 789.50 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีความชื้น ร้อยละ 2.00 ปริมาณสารระเหย ร้อยละ 57.73 ปริมาณเถ้า ร้อยละ 17.25 และปริมาณคาร์บอนคงตัว ร้อยละ 23.02

ค่าร้อยละการกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยใช้ถ่านกัมมันต์ปริมาณ 0.5, 1, 1.5 และ 2 กรัม ต่อปริมาณน้ำเสีย 50 มิลลิลิตร พบว่า ถ่านทางการค้ามีค่าการกำจัดสี ร้อยละ 20.40, 13.84, 17.41, 12.01 และถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวมีค่าการกำจัดสี ร้อยละ 25.73, 23.49, 21.48, และ 21.69 ตามลำดับ ดังนั้น ปริมาณถ่านกัมมันต์ 0.5 กรัม ที่เวลา 24 ชั่วโมง สามารถกำจัดสีได้ดีที่สุด ร้อยละ 25.73

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 ตำบลบางใบไม้ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างสำหรับทำการวิจัย และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

เอกสารอ้างอิง

กิตติธัช สัจจากุล, พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์, ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ และนิคม แหลมสัก. (2559). **การผลิตถ่านไม้ไผ่คุณภาพสูงเพื่อพัฒนาเป็นถ่านกัมมันต์โดยใช้เตาเผาดัดแปลงจากถังน้ำมัน.** ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกศสิริ เหล่าวชิระสุวรรณ. (2551). "การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากฟางข้าว แกลบ และชานอ้อย โดยการกรตุ้นทางเคมีด้วยกรดฟอสฟอริก". **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย,** 28(4), 84-98.

ชลธิชา ประจักษ์สูตร์ และลักษมณี คูบุญญอารักษ์. (2554). **การเตรียมถ่านกัมมันต์จากกาแฟคั่วบด**. รายงานโครงการ. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปัญญา มณีจักร. (2556). "การพัฒนาถ่านกัมมันต์จากลูกหูกวางเพื่อดูดซับโครมียม (III) ไอออนจากน้ำเสียในการวิเคราะห์ค่า COD". **รายงานสืบเนื่องจากงานประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยรังสิต วันที่ 4 เมษายน 2556**. ปทุมธานี: สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต, 119-129.

พงษ์ศักดิ์ นพรัตน์, วัชรี รวยรื่น, เนตรนภา เรืองภาณุพันธ์ และนิสากร สุขหิรัญ. (2560). "สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักร่วมของไฮโดรไลเซตชีวมวลต้นจากและน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม". **วารสารเทคโนโลยีภาคใต้**, 10(2), 109-117.

มงคล ดำรงศรี และต่อพงศ์ กรีธาชาติ. (2546). “การลดสีจากน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วของโรงงานเยื่อและกระดาษโดยกระบวนการดูดซับด้วยแอคติเวเตทคาร์บอน”. **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 สาขาวิศวกรรมศาสตร์และสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ วันที่ 3-7 กุมภาพันธ์ 2546**. กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 261-268.

ยุวรัตน์ เงินเย็น และขนิษฐา คำวิลัยศักดิ์. (2556). “ถ่านกัมมันต์จากวัสดุชีวมวลของประเทศไทย”. **วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 40(2), 267-283.

สุภาพร รัตนพันธ์. (2551). “การเตรียมและลักษณะจำเพาะของถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด”. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**, 17(3), 13-21.

Virginia, H. M., and Adrián, B. P., (2012). **Li-gnocellulosic precursors used in the synthesis of activated ccarbon: characterization techniques and applications in the wastewater treatment**. InTech Europe, Croatia.

Zollinger, H., (1991). Colour chemistry synthesis properties and application of organic dyes and pigments, **VCH New York**, 92-102.

การศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก

The Study of Replacement of Milk with Soy Milk in Donut Cake Product

ธิดารัตน์ ผลบรรจง, ชุติมณฑน์ แก้วเกลี้ยง[2], ศศินา บุญจันทร์[2], สุรีย์พร กังสนันท์[1]*

Tidarat Polbanjong[2], Chutimon Kaewkliang[2], Sasina Boonjan[2], Sureeporn Kangsanant[1*]

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ทดแทนนมวัวด้วยน้ำนมถั่วเหลือง มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสูตรมาตรฐานของโดนัทเค้ก 3 สูตร ศึกษาปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองเพื่อทดแทนนมวัว 5 ระดับคือที่ระดับร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ของปริมาณนมวัวในสูตร รวมถึงศึกษาต้นทุนในการผลิต ผลการศึกษาเพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานพบว่าสูตรมาตรฐานของการผลิตโดนัทเค้กประกอบด้วย แป้งสาลีอเนกประสงค์ 140 กรัม ผงฟู 4 ช้อนชา เกลือป่น ½ ช้อนชา น้ำตาลทราย 200 กรัม นมวัวรสจืด ¼ ถ้วยตวง ไข่ไก่ 4 ฟอง เนยสดรสจืด 200 กรัม และเบกกิ้งโซดา ¼ ช้อนชา มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าสูตรอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การศึกษาปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองที่เหมาะสม 5 ระดับโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คน ผลการศึกษาพบว่า เมื่อปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวเพิ่มขึ้นในทุกระดับการทดแทน ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($p\geq0.05$) โดยผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก สามารถใช้นมวัวทดแทนนมถั่วเหลืองได้ร้อยละ 100 โดยที่ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ต้นทุนในการผลิตโดนัทเค้กที่มีการทดแทนนมวัวด้วยนมถั่วเหลืองร้อยละ 100 มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 2.73 บาท/ชิ้น

คำสำคัญ: โดนัทเค้ก นมวัว น้ำนมถั่วเหลือง

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: kangsanant.s@gmail.com

Abstract

The development of donut cake substituted milk with soymilk aimed to study the standard recipes of donut cake, soymilk as a substitute for milk at various levels (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) and donut cake production cost. The results showed that the standard recipe consisted of wheat flour 140g, baking powder 4 teaspoon, salt ¼ teaspoon, sugar 200g, milk 60 ml, 4 eggs, butter 200g and baking soda ¼ teaspoon. This recipe received the highest acceptance score. The tastes and texture score showed statistically significant different (p≥ 0. 05) higher acceptant score compared to other standard recipes. The study on the appropriated amount at five levels of soymilk conducted by 9- point hedonic scale on appearance color taste texture and overall acceptability (n= 50). Increasing of soymilk in donut cake up to 100% showed non- significant on acceptant score compared to control. The Donut cake substituted soymilk for milk at 100% had production cost 2.43 baht per piece.

Keyword: Donut cake, milk, soymilk

บทนำ

โดนัท (doughnut) จัดเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อย่างหนึ่ง ที่ทำให้สุกโดยการทอดหรือการอบ มีเนื้อลักษณะคล้ายเค้ก เป็นขนมที่ทานได้ง่าย เหมาะกับทุกโอกาสจึงทำให้โดนัทได้รับความนิยมสูงในกลุ่มวัยรุ่น และกลุ่มคนทั่วไป โดนัทจึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำรายได้สูงให้แก่ผู้ประกอบการทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือโดนัทยีสต์ และโดนัทเค้ก (วรรณิภา พาณิชกรกุล, 2558) โดนัทเค้กมีแป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลัก และส่วนผสมอื่นได้แก่ ผงฟู น้ำตาล เกลือ ไขมัน ไข่ น้ำนม และวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส นอกจากนี้ในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กยังมีส่วนผสมของน้ำนมวัว ซึ่งปัจจุบันพบว่า มีกลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่มที่แพ้น้ำนมวัวไม่สามารถย่อยแลคโตสในนมวัวได้ (lactose intolerant) เนื่องจากระบบย่อยอาหารในร่างกายไม่สามารถผลิตเอนไซม์แลคเตส (lactase) ได้เพียงพอ จึงมีงานวิจัยหลากหลายสถาบันที่นำวัตถุดิบอื่น ๆ มาทดแทนนมวัว เช่น การนำผลิตภัณฑ์นมจากพืชมาใช้บริโภคทดแทนนมวัว (ธฤตา กิติศรีปัญญา, 2561) การนำนมถั่วเหลืองมาแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม (จิรนาถ บุญคง และนงค์นุช วงษ์แก้ว, 2548) และการนำน้ำนมข้าวโพดมาใช้ในการผลิตพุดดิ้งแทนนมวัว (ฤทัย เรืองธรรมสิงห์, พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่ง และน้องนุช ศิริวงศ์, 2559)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดทดแทนนมวัวด้วยน้ำนมถั่วเหลือง เนื่องจากน้ำนมถั่วเหลือง เป็นแหล่งโปรตีนที่มีปริมาณสูง มีสารอาหารใกล้เคียงกับน้ำนมวัว นอกจานี้ยังประกอบไปด้วยสารสำคัญช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบประสาท ช่วยเพิ่มความจำ มีส่วนช่วยลดการก่อตัวของไขมันและคอเลสเตอรอลในหลอดเลือด ช่วยลดความเสี่ยงโรคกระดูกเสื่อมและยังไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้นมวัว เนื่องจากไม่มีน้ำตาลแลคโตสซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดอาการ

ท้องอืด ท้องเสีย (ธฤตา กิติศรีปัญญา, 2561) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำน้ำนมถั่วเหลืองมาทดแทนน้ำนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วเหลือง นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์โดนัท รวมไปถึงการลดต้นทุนในการผลิตเนื่องจากนมถั่วเหลืองมีราคาถูกกว่านมวัวและเพื่อเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้แก่ผู้บริโภคอีกทางหนึ่งด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรมาตรฐานของโดนัทเค้ก

ศึกษาสูตรมาตรฐานของโดนัทเค้ก 3 สูตร (ตารางที่ 1) โดยการนำสูตรมาตรฐานทั้ง 3 สูตร สูตรที่ 1 Foodtravel tv (2558) สูตรที่ 2 วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์ (2561) สูตรที่ 3 เกศยา ยงภูมิพุทธา และ สุดารัตน์ กระแสสินธุ์ (2552) ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการ 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นนักศึกษาหลักสูตรคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบรวม จากนั้นนำผลการทดสอบการยอมรับ มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้านค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ทำการคัดเลือกสูตรมาตรฐานของโดนัทเค้ก ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรมาตรฐานของโดนัทเค้ก

วัตถุดิบ	**สูตรที่ 1**	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
แป้งสาลีอเนกประสงค์	160 กรัม	160 กรัม	140 กรัม
ผงฟู	4 ช้อนชา	4 ช้อนชา	4 ช้อนชา
เกลือป่น	-	½ ช้อนชา	½ ช้อนชา
น้ำตาลทราย	120 กรัม	100 กรัม	200 กรัม
นมสดรสจืด	100 กรัม	135 กรัม	¼ ถ้วยตวง
ไข่ไก่	2 ฟอง	2 ฟอง	4 ฟอง
กลิ่นวนิลา	-	1 ช้อนชา	-
เนยสดรสจืด	-	100 กรัม	200 กรัม
เนยสดรสเค็ม	50 กรัม	-	-
เบกกิ้งโซดา	-	-	¼ ช้อนชา

ที่มา : สูตรที่ 1 Foodtravel tv (2558)
สูตรที่ 2 วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์ (2561)
สูตรที่ 3 เกศยา ยงภูมิพุทธา และ สุดารัตน์ กระแสสินธุ์ (2552)

2. วิธีการเตรียมโดนัทเค้ก

ส่วนผสมที่ใช้ในการเตรียมโดนัทเค้ก ได้แก่ แป้ง 140 กรัม ผงฟู 8 กรัม เกลือ 4 กรัม น้ำตาล 200 กรัม ไข่ไก่ 4 ฟอง นมถั่วเหลือง 55 กรัม เนยละลาย 200 กรัม นำแป้ง ผงฟู และเกลือผสมรวมกัน ตีไข่ไก่ และน้ำตาลทรายให้ขึ้นฟู เติมแป้งสลับกับการเติมนมถั่วเหลืองจนส่วนผสมทั้งหมดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เติมเนยละลาย จากนั้นนำส่วนผสมเทลงในเครื่องทำโดนัทไฟฟ้า เป็นเวลา 3 นาที

3. การศึกษาการทดแทนน้ำนมวัวด้วยน้ำนมถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก

การทดแทนนมวัวด้วยน้ำนมถั่วเหลือง ในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก โดยใช้ปริมาณน้ำนมที่ระดับ ร้อยละ 0, 25, 50, 75, และ 100 ของปริมาณนมวัวในส่วนผสมสูตรมาตรฐาน ที่คัดเลือกได้โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นนักศึกษาหลักสูตรคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความนุ่ม) และความชอบรวม จากนั้นนำผลการทดสอบ การยอมรับ มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้านค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ทำการคัดเลือกระดับการทดแทนนมวัวด้วยนมถั่วเหลือง ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

4. ศึกษาต้นทุนในการผลิตโดนัทเค้ก

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำโดนัทเค้กทดแทนนมวัวด้วยน้ำนมถั่วเหลือง มาคำนวณหาต้นทุน เปรียบเทียบกับสูตรปกติเพื่อจะได้ทราบถึงต้นทุนทั้งหมด ที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดนัทเค้กทดแทนนมวัวด้วยน้ำนมถั่วเหลือง ตามวิธีการของลักขณา ตันเจริญ (2553)

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยวิธี ANOVA ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลศึกษาสูตรมาตรฐานของโดนัทเค้ก

การศึกษาสูตรมาตรฐานของโดนัทเค้ก 3 สูตร โดยวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ผลการศึกษาพบว่าคะแนนการยอมรับทางประสามสัมผัส ในด้านสี กลิ่นรส และความชอบรวม ของสูตรมาตรฐานทั้ง 3 สูตร ไม่มีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ พบว่า สูตรที่ 1 ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 2 และ 3 (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสของโดนัทเค้กสูตรมาตรฐานสูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยโดนัทเค้กสูตรที่ 3 ของ เกศยา ยงภูมิพุทธา และสุดารัตน์ กระแสสินธุ์ (2552) ประกอบไปด้วย แป้งสาลีอเนกประสงค์ 140 กรัม ผงฟู 4 ช้อนชา เกลือป่น ½ ช้อนชา น้ำตาลทราย 200 กรัม นมวัวรสจืด ¼ ถ้วยตวง ไข่ไก่ 4 ฟอง เนยสดรสจืด 200 กรัม และเบกกิ้งโซดา ¼ ช้อนชา จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้คัดเลือกโดนัทเค้กสูตรมาตรฐานสูตรที่ 3 เพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กสูตรมาตรฐาน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**สูตรที่ 1**	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ลักษณะปรากฏ	8.00 ± 0.85^{a}	7.62 ± 0.98^{b}	7.62 ± 0.83^{b}
สี	7.92 ± 0.94^{b}	7.78 ± 0.91^{b}	7.66 ± 0.98^{b}
กลิ่นรส	7.52 ± 1.12^{b}	7.94 ± 0.95^{b}	7.64 ± 1.15^{b}
รสชาติ	7.04 ± 1.45^{b}	7.44 ± 1.24^{ab}	7.64 ± 1.13^{a}
เนื้อสัมผัส	7.04 ± 1.61^{b}	7.50 ± 1.24^{ab}	7.84 ± 1.15^{a}
ความชอบรวม	7.46 ± 1.16^{b}	7.50 ± 0.88^{b}	7.84 ± 1.11^{b}

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50)
- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
- สูตรที่ 1 Foodtravel tv (ม.ป.ป)
- สูตรที่ 2 วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์(2561)
- สูตรที่ 3 เกศยา ยงภูมิพุทธา และ สุดารัตน์ กระแสสินธุ์(2552)

2. ผลศึกษาปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กทดแทนน้ำนมถั่วเหลือง

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**ระดับการทดแทนน้ำนมถั่วเหลือง (ร้อยละ)**				
	0	**25**	**50**	**75**	**100**
ลักษณะปรากฏ	7.46 ± 0.88^{b}	7.76 ± 0.79^{b}	7.60 ± 0.92^{b}	7.66 ± 1.11^{b}	7.80 ± 0.83^{b}
สี	7.42 ± 0.97^{b}	7.52 ± 1.01^{b}	7.36 ± 1.00^{b}	7.54 ±1.01^{b}	7.72 ± 0.83^{b}
กลิ่นรส	6.76 ± 1.47^{b}	6.96 ± 1.53^{b}	7.24 ±1.54^{b}	7.28 ±1.16^{b}	7.04 ± 1.62^{b}
รสชาติ	6.66 ± 1.72^{b}	7.34 ± 1.27^{a}	7.34 ± 1.34^{a}	7.36 ± 1.43^{a}	7.12 ±1.67^{ab}
เนื้อสัมผัส	7.14 ± 1.19^{b}	7.46 ± 1.03^{b}	7.56 ± 1.07^{b}	7.50 ± 1.05^{b}	7.30 ± 1.28^{b}
ความชอบรวม	7.18 ± 1.20^{b}	7.48 ± 0.93^{b}	7.60 ± 0.90^{b}	7.64 ±1.04^{b}	7.50 ± 1.26^{b}

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50)

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 3 การศึกษาปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมเพื่อทดแทนน้ำนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนน้ำนมวัวเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) แต่ในด้านของรสชาติ การเพิ่มปริมาณของน้ำนมถั่วเหลืองมีผลให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองผงทดแทนนมผงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยการศึกษาพบว่าสามารถใช้นมถั่วเหลืองผงแทนนมผงได้ ร้อยละ 100 โดยที่ผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (สิรินาถ ตัณฑเกษม และสุภางค์ เรืองฉาย, 2558)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($p>0.05$) สามารถเพิ่มระดับการทดแทนน้ำนมถั่วเหลืองได้ถึงร้อยละ 100 โดยที่ยังเป็นที่รองรับของผู้บริโภค ทั้งนี้ปริมาณนมถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของโดนัทเค้ก ผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 1 ดังนั้นจึงคัดเลือกโดนัทเค้กทดแทนนมวัวร้อยละ 100 เพื่อศึกษาต้นทุนในการผลิตต่อไป



ภาพที่ 1 โดนัทเค้กที่มีการทดแทนนมวัวด้วยน้ำนมถั่วเหลือง

3. ผลศึกษาต้นทุนในการผลิตโดนัทเค้ก

ตารางที่ 4 การคิดต้นทุนการผลิตโดนัทเค้กจากน้ำนมถั่วเหลืองร้อยละ 100

วัตถุดิบ	ราคา (บาท)	น้ำหนัก (กรัม/การผลิต 1 ครั้ง)		ต้นทุน (บาท/การผลิต 1 ครั้ง)	
		สูตรมาตรฐาน	สูตรทดแทน	สูตรมาตรฐาน	สูตรทดแทน
แป้งสาลี	31 (1,000 g)	140 กรัม	140 กรัม	4.34 บาท	4.34 บาท
เบกกิ้งโซดา	24 (300 g)	1 กรัม	1 กรัม	0.08 บาท	0.08 บาท
น้ำตาลทราย	21 (1,000 g)	200 กรัม	200 กรัม	4.2 บาท	4.2 บาท
ผงฟู	7 (30 g)	8 กรัม	8 กรัม	1.86 บาท	1.86 บาท
ไข่ไก่	4	4 ฟอง	4 ฟอง	16 บาท	16 บาท
เนยละลาย	180 (1,000 g)	200 กรัม	200 กรัม	36 บาท	36 บาท
เกลือ	6 (500 g)	2 กรัม	2 กรัม	0.02 บาท	0.02 บาท
นมถั่วเหลือง	45.97 (1,000 g)	-	55 กรัม	-	2.52 บาท
นมวัว	24 (400 g)	55 กรัม	-	3.3 บาท	-
รวม				65.8 บาท	65.02 บาท

การคิดต้นทุนในการผลิต คำนวณจาก วิธีการของ ลักขณา ตันเจริญ (2553) คือ

ต้นทุนการผลิตโดนัทเค้กสูตรมาตรฐาน

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

= 65.8 + 56.25 + 15

= 137.05 บาท

1 สูตรจะได้โดนัทเค้ก 50 ชิ้น

= 137.05 / 50

= 2.74 บาท / ชิ้น

ต้นทุนการผลิตโดนัทเค้กจากน้ำนมถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

= 65.02 + 56.25 + 15

= 136.27 บาท

1 สูตรจะได้โดนัทเค้ก 50 ชิ้น

= 136.27 / 50

= 2.73 บาท / ชิ้น

การคำนวณต้นทุนในการผลิตแสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กมีต้นทุนแตกต่างเพียงเล็กน้อยแต่เป็นการทำให้โดนัทเค้กมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูง เนื่องจากน้ำนมถั่วเหลืองอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย โปรตีนและเถ้าในปริมาณสูง (ธฤตา กิติศรีปัญญา,2561)

เอกสารอ้างอิง

เกศยา ยงภูมิพุทธา และสุดารัตน์ กระแสสินธุ์. (2552). **ครัวการอาชีพวังไกลกังวล** (online). https://www.dltv.ac.th/teachplan/lists/13/90010, 10 ธันวาคม 2561.

จิรนาถ บุญคง และนงค์นุช วงษ์แก้ว. (2548). การผลิตไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลือง**.** วารสารเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 1(1), 31-40.

ธฤตา กิติศรีปัญญา. (2561). **ผลิตภัณฑ์นมจากพืชกับการใช้บริโภคทดแทนนมวัว** (Online). https://bit.ly/2HllWBQ, 10 ธันวาคม 2561.

มณีศร สมใจสระแก้ว. (2558). **เบเกอรี่เพื่ออาชีพ.** เล่มที่ 4. คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.

ฤทัย เรืองธรรมสิงห์, พรทิพย์ ปิยะสุวรรณยิ่ง และน้องนุช ศิริวงศ์. (2559). การพัฒนาสูตรพุดดิ้งนมสดทดแทนด้วยน้ำนมข้าวโพด. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข.** 44(2), 345-354.

วรรณิภา พาณิชกรกุล. (2558). **การทำโดนัทยีสต์และสังขยาใบเตย.** เอกสารวิจัย คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.

ลักขณา ตันเจริญ. (2553). **การคำนวณต้นทุนการผลิต** (Online). https://sites.google.com/a/ttc.ac.th/industryaccounting/1-laksna-khxng-kickar-xutsahkrrm/14?overridemobile=true&fbclid, 17 ธันวาคม 2560.

วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์. (2561). **เอกสารประกอบการสอน วิชาขนมอบ.** หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

สิรินาถ ตัณฑเกษม และ สุภางค์ เรืองฉาย. (2558). “ผลของการใช้นมถั่วเหลืองผงทดแทนนมผงต่อคุณภาพของขนมปัง”. **ว.วิทยาศาสตร์เกษตร.** 46. 3 (พิเศษ), 409-412.

Foodtravel.tv. (2558). **โดนัทเค้ก** (online). http://www.foodtravel.tv, 10 ธันวาคม 2561.

การปรับปรุงคุณภาพน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยชุดกรองน้ำแบบสวมหัวก๊อก

Improment of water quality from Information Technology Buiding at Yala Rajabhat University by commercial filtration

วารินทร์ ศรีพงษ์พันธุ์กุล[1*], นิธิ พลไชย[2] และนูรมา ดีนา[3]

Warin Sriphongphankul[1*], Nithi Phochai[2] and Nurma Deena[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดกรองน้ำแบบสวมหัวก๊อกที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด จำนวน 5 ชุดกรอง ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา มีค่าความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 5.58 ความขุ่น เฉลี่ยเท่ากับ 54.50 NTU ของแข็งละลายน้ำ เฉลี่ยเท่ากับ 26.50 mg/L ความกระด้าง เฉลี่ยเท่ากับ 34.00 mg/L คลอไรด์ เฉลี่ยเท่ากับ 8.60 mg/L เหล็กของน้ำ เฉลี่ยเท่ากับ 0.01 mg/L แมงกานีส เฉลี่ยเท่ากับ 0.03 mg/L และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เฉลี่ยเท่ากับ 2.00 MPN/100 mLส่วนคุณภาพน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก พบว่า ค่าความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยระหว่าง 5.51-587 ความขุ่น เฉลี่ยระหว่าง 32.00-59.30 NTU ของแข็งละลายน้ำ เฉลี่ยระหว่าง 25.40-27.20 mg/L ความกระด้าง เฉลี่ยระหว่าง 11.30-31.60 mg/L คลอไรด์ เฉลี่ยระหว่าง 7.32-8.97 mg/L เหล็ก เฉลี่ยระหว่าง ND-0.03 mg/L แมงกานีส เฉลี่ยระหว่าง 0.02-0.03 mg/L และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เฉลี่ยระหว่าง 2.00-3.00 MPN/100 mL เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดกรองน้ำแบบสวมก๊อกระหว่างอัตราการไหล 2 ระดับ พบว่า อัตราการไหลแบบกรองช้ามีประสิทธิภาพโดยรวมดีกว่าอัตราการไหลแบบกรองเร็ว แต่เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพเกี่ยวกับการลดส่วนใหญ่สามารถลดค่าเหล็กได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ความกระด้าง ความขุ่น ของแข็งละลายน้ำ คลอไรด์ และแมงกานีส ตามลำดับ ยกเว้นค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังการปรับปรุงด้วยชุดกรองน้ำแบบสวมก๊อกกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคของกรมอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2550 พบว่า ส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ยกเว้นความขุ่นและโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ทั้งนี้เนื่องจากชุดกรองแบบสวมก็อกเป็นลักษณะชุดกรองที่เป็นสารกรองที่มีคุณสมบัติในการลดหรือกำจัดได้บางพารามิเตอร์เท่านั้น ยังไม่มีชุดกรองแบบเมมเบรนที่สามารถลดเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้ได้ จึงอาจเหมาะแก่การนำมาเป็นชุดกรองน้ำเพื่อการอุปโภคเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ, เครื่องกรองน้ำ,เครื่องน้ำแบบสวมก๊อก

[1]อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** warin.s@yru.ac.th

Abstract

This research to study of purpose for analyze water quality in physical, chemical and biological aspects at Information Technology Buildings, Yala Rajabhat University and compare the efficiency of the 5 commercial filtreation available in market. Water quality from Information Technology Buildings, Yala Rajabhat University with the pH value average was 5.58, turbidity average was 54.50 NTU, dissolved solids average was 26.50 mg/L, hardness average was 34.00 mg/L chloride average was 8.60 mg/L iron average was 0.01 mg/L manganese average was 0.03 mg/L and coliform bacteria average was 2.00 MPN/100 mL.

The water quality after improvement with tap water filter with the pH between average 5.51-5.87, turbidity between average 32.00-59.30 NTU. dissolved solids between average 25.40-27.20 mg/L hardness between average 11.30-31.60 mg/L chloride between average 7.32-8.97 mg/L iron between average ND-0.03 mg/L manganese between average 0.02-0.03 mg/L and coliform bacteria. between average 2.00-3.00 MPN/100 mL when comparing the efficiency of tap water filter between the 2 flow rates, it is found that slow filter than fast filter. But when considering the efficiency of most decreasing, iron value can be reduced the best, followed by hardness, turbidity, dissolved solids, chloride and manganese respectively, except for coliform bacteria.

When comparing the water quality after the improvement with tap water filter with the drinking water quality standard criteria of the World Health Department in 2007, it is found that most of the standards are met. Except turbidity and coliform bacteria that did not pass the standard criteria This is because the filter element is a type of filter which is a filter that has the ability to reduce or eliminate certain parameters only. There is no membrane filter that can reduce these bacteria. Therefore it may be suitable to be used as a water filter set for consumption alone.

Keyword: water quality, water filtration, commercial filtration

บทนำ

น้ำ เป็นทรัพยากรธรรมชาติทรัพยากรหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ทั้งมนุษย์ พืชและสัตว์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตทั้งหลายมีความจำเป็นต้องบริโภคน้ำที่มีความสะอาดและเพียงพอ เพื่อสุขภาพที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ที่ต้องดื่มน้ำเป็นประจำ (เมทินี น้อยเรือน และคณะ, 2559) แต่ปัจจุบันพบว่าแหล่งน้ำดิบส่วนใหญ่ถูกปนเปื้อนด้วยสารพิษต่างๆ ทำให้แหล่งน้ำดิบบางแห่งไม่สามารถนำมาใช้ในด้านการอุปโภคบริโภคได้ (ศวิตา รัตนาเสนอเพ่งบุญ และคณะ, 2545) ทั้งนี้จากการสำรวจขององค์การอนามัยโลกพบว่า ประชาชนส่วนใหญ่เจ็บป่วยจากการบริโภคน้ำที่ปนเปื้อนและก่อให้เกิดโรค เช่น โรคอุจจาระร่วง โรคบิด และโรคอหิวาตกโรค ปีละ 1,800 ล้านคน อีกทั้งยังพบผู้เสียชีวิตปีละ 5 คน ส่วนประเทศไทยพบผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วง และโรคบิด โดยมีสาเหตุจากการดื่มน้ำ

ที่ไม่สะอาดทั่วประเทศ 1 ล้านกว่าคน ปัญหาที่ทำให้น้ำดื่มไม่มีคุณภาพส่วนใหญ่เกิดจากแหล่งน้ำดิบที่นำมาผลิตเป็นน้ำประปามักจะมีการปนเปื้อนจากสารพิษต่างๆ เช่น น้ำใต้ดินมักปนเปื้อนด้วยเหล็ก แมงกานีส แมกนีเซียม แคลเซียม เป็นต้น และหากเป็นน้ำผิวดินมักจะถูกปนเปื้อนด้วย ของแข็งแขวนลอย สาหร่าย และเชื้อโรค (ดิษฐิเดช ราชแพทยาคม และ ภัทรา วงษ์พันธ์กมล, 2551)

จากสภาพปัญหาน้ำที่มีการปนเปื้อนสารพิษ ทำให้มนุษย์คิดค้นเครื่องมือ อุปกรณ์ในการทำน้ำให้สะอาด ได้แก่ เครื่องกรองน้ำ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้น้ำสะอาดและสามารถนำมาดื่มได้อย่างปลอดภัย เครื่องกรองน้ำบางชนิดสามารถทำให้น้ำมีรสที่ดีขึ้น และบางชนิดก็สามารถใช้กำจัดสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำได้ดี เครื่องกรองน้ำมีหลายประเภทโดยแบ่งตามการใช้งานและสารกรองที่ใช้ เช่น เครื่องกรองน้ำที่ใช้ถ่านคาร์บอน เครื่องกรองน้ำที่ใช้หลักการกลั่น และเครื่องกรองน้ำที่ใช้หลักการตกตะกอน เป็นต้น (วาสนา กีรติจำเริญ, 2546) เครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อกเป็นอีกประเภทที่ประชาชนสามารถซื้อหาและนำมาใช้เป็นเครื่องกรองน้ำที่มีขนาดเล็ก สามารถพกพาได้สะดวก และมีราคาถูก ซึ่งวิธีการใช้งานง่ายเพียงสวมเข้าไปที่หัวก๊อกน้ำเพื่อกรองน้ำที่ไหลผ่านก๊อก ตัวไส้กรองอาจมีแต กต่างขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ใส่เข้าไปที่หัวก๊อกจึงอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำมีความแตกต่างกันด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจเกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อกที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับของผู้บริโภคในการตัดสินใจในการเลือกซื้อเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อกต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดกรองน้ำแบบสวมหัวก๊อกที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) โดยการสำรวจ (Survey) และทดลอง (Experriment) ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาอัตราการไหลของเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก

การศึกษาอัตราการไหลของน้ำจากชุดกรองน้ำแบบสวมหัวก๊อก โดยใช้วิธีของเมธี สายสุข และคณะ (2557) สามารถจำแนกได้เป็น 2 ระดับ คือ การกรองช้าและการกรองเร็ว ดังนี้

1) การกรองช้า มีอัตราการไหลระหว่าง 1-2 ลิตร/นาที

2) การกรองเร็ว มีอัตราการไหลระหว่าง 3-7 ลิตร/นาที่

ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{อัตราการไหล 1 นาที} = \frac{\text{ปริมาณน้ำ}}{\text{เวลา}}$$

2. การเก็บตัวอย่างน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบแยกหรือแบบจ้วง ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำก่อนและหลังผ่านเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อกที่วางขายตามท้องตลาด จำนวน 5 ชุดกรอง

3. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามวิธีใน Standard Method for the Examination of Water and Wastewater ของ APHA and AWWA (2005) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำและวิธีวิเคราะห์

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	วิธีวิเคราะห์
ความเป็นกรด-ด่าง	Electrometric method
ของแข็งละลายน้ำ	Electrometric method
ความขุ่น	Nephelometer
ความกระด้าง	EDTA Titrimetric method
คลอไรด์	Argentrometric method
เหล็ก	Phenantheroline method
แมงกานีส	Persulfate method
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	Multiple Tube Fermentation Technique

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากของอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และน้ำหลังจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยชุดกรองน้ำแบบสวมก๊อก โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ความขุ่น ของแข็งละลายน้ำ ความกระด้าง คลอไรด์ เหล็ก และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำประปาจากของอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มีค่าความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 5.58 ความขุ่นเฉลี่ยเท่ากับ 54.50 NTU ของแข็งละลายน้ำ เฉลี่ยเท่ากับ 26.50 mg/L ความกระด้าง เฉลี่ยเท่ากับ 34.00 mg/L คลอไรด์ เฉลี่ยเท่ากับ 8.60 mg/L เหล็ก เฉลี่ยเท่ากับ 0.01 mg/L แมงกานีส 0.03 mg/L และโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 MPN/100 mL ส่วนคุณภาพน้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ยระหว่าง 5.51-587 ความขุ่น เฉลี่ยระหว่าง 32.00-59.30 NTU ของแข็งละลายน้ำ เฉลี่ยระหว่าง 25.40-27.20 mg/L ความกระด้าง เฉลี่ยระหว่าง 11.30-31.60 mg/L คลอไรด์ เฉลี่ยระหว่าง 7.32-8.97 mg/L เหล็ก เฉลี่ยระหว่าง ND-0.03 mg/L แมงกานีส เฉลี่ยระหว่าง 0.02-0.03 mg/L และโคลิ

ฟอร์มแบคทีเรีย เฉลี่ยระหว่าง 2.00-3.00 MPN/100 mL เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล

พารามิเตอร์	มาตรฐานคุณภาพน้ำ	น้ำก่อน	น้ำหลังผ่านเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก									
			TM 1		TM 2		TM 3		TM 4		TM 5	
			กรองช้า	กรองเร็ว	กรองช้า	กรองเร็ว	กรองช้า	กรองเร็ว	กรองช้า	กรองเร็ว	กรองช้า	กรองเร็ว
กรด-ด่าง (pH unit)	7.0-8.5	5.58	5.57	5.71	5.50	5.51	5.55	5.37	5.51	5.79	5.87	5.82
ความขุ่น (NTU)	5	54.50	51.10	53.80	41.80	46.70	44.50	57.60	58.60	59.30	32.00	32.40
ของแข็งละลายน้ำ (mg/L)		26.50	26.90	26.60	27.20	27.10	26.30	26.20	26.30	26.20	25.40	25.80
ความกระด้าง (mg/L)	ไม่เกิน 200	34.00	31.60	17.30	11.30	14.30	15.30	21.30	16.60	19.60	15.60	14.10
คลอไรด์ (mg/L)	250	8.60	7.32	7.32	7.82	7.32	7.66	7.32	7.32	7.32	8.97	8.48
เหล็ก (mg/L)	ไม่เกิน 0.5	0.01	ND	0.05	ND	0.02	0.007	0.02	ND	ND	0.004	0.006
แมงกานีส (mg/L)	ไม่เกิน 0.3	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 mL)	ต้องไม่พบ	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00

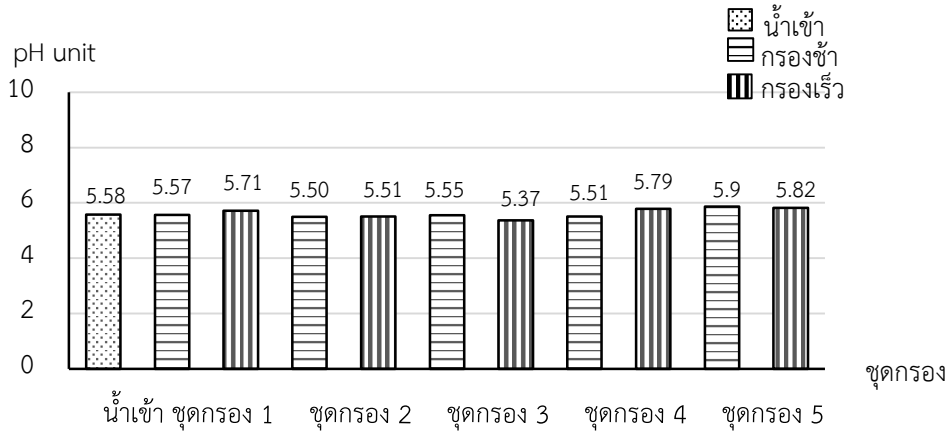
เพื่อการบริโภคของกรมควบคุมมลพิษ ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ยกเว้นความเป็นกรดด่าง ความขุ่น และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย แสดงผลดังตารางที่ 2 และภาพที่ 1 – ภาพที่ 8

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนผ่านเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก และน้ำผ่านเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก

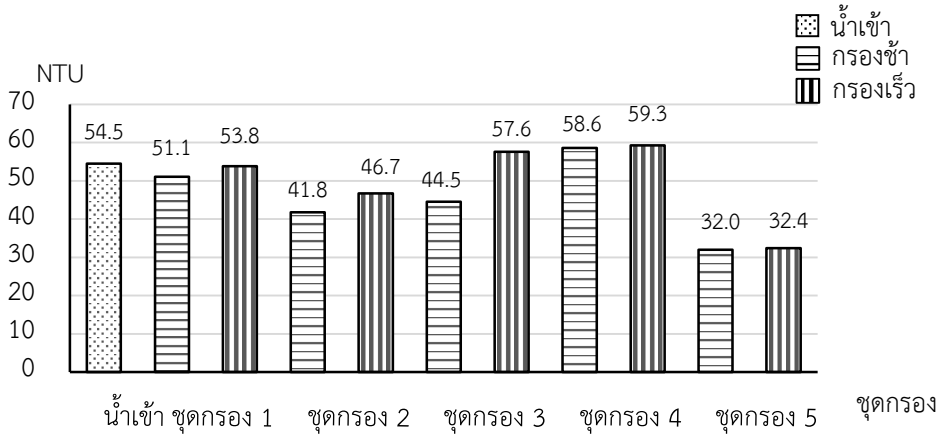
หมายเหตุ

กรองช้า หมายถึง มีอัตราการไหลระหว่าง 1-2 ลิตร/นาที

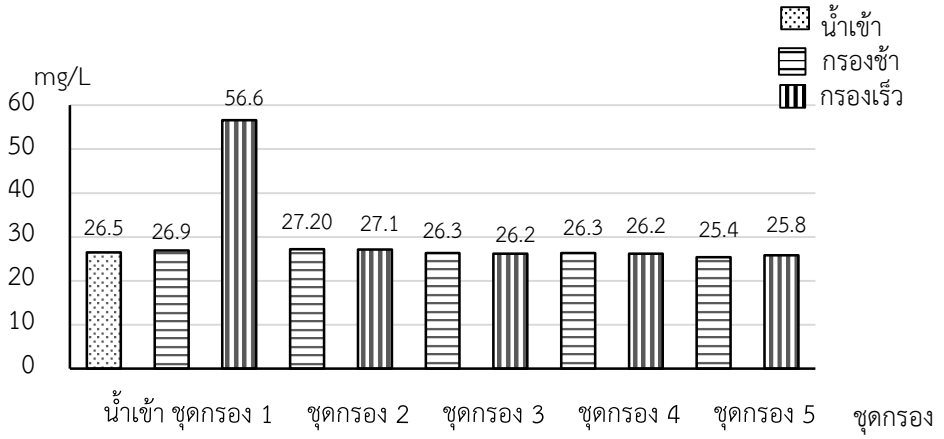
กรองเร็ว หมายถึง มีอัตราการไหลระหว่าง 3-7 ลิตร/นาที



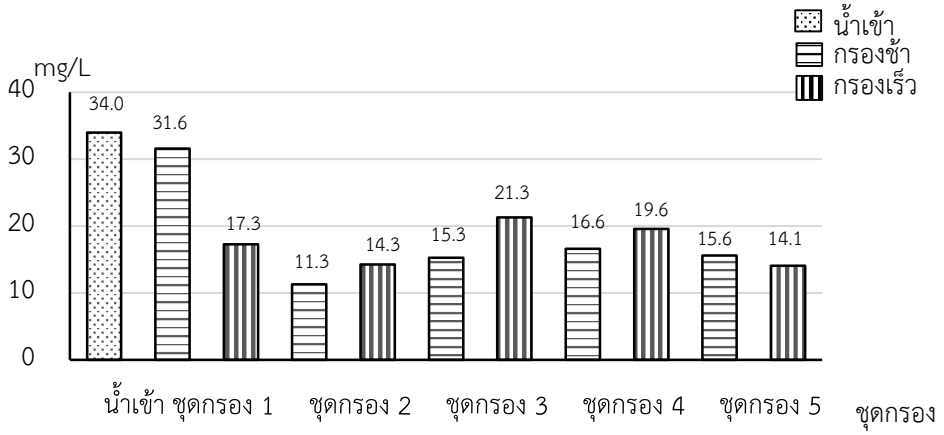
ภาพที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและน้ำหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก



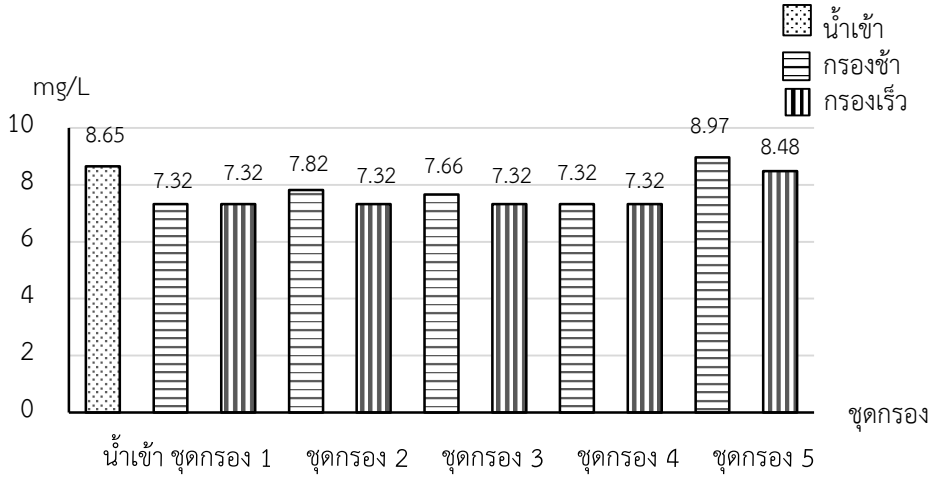
ภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความขุ่นของน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและน้ำหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก



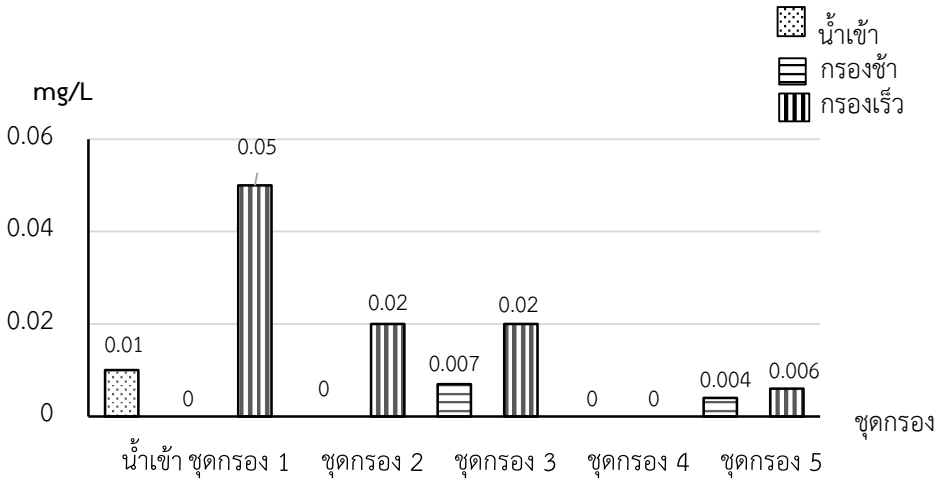
ภาพที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและน้ำหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก



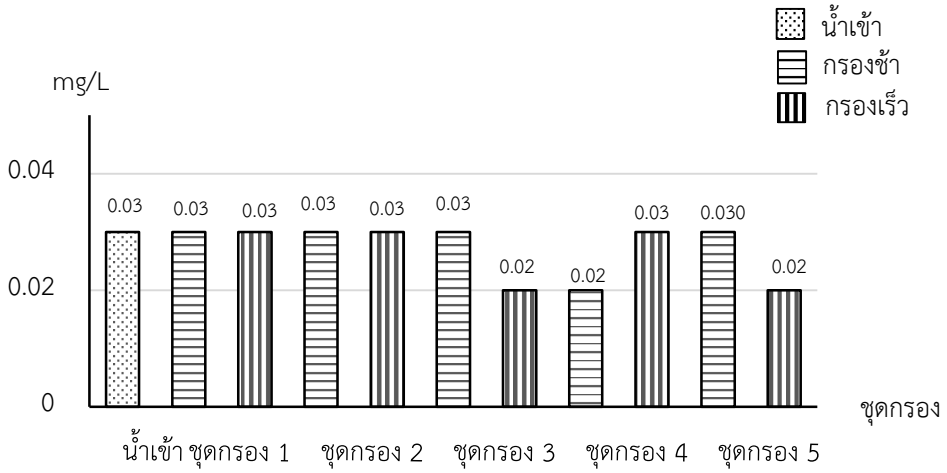
ภาพที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและน้ำหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก



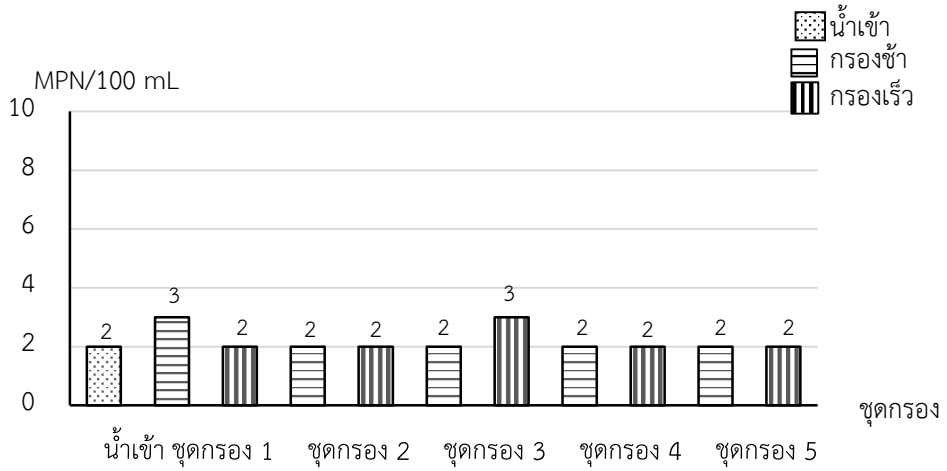
ภาพที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์คลอไรด์ของน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและน้ำหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก



ภาพที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์เหล็กของน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและน้ำหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก



ภาพที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์แมงกานีสของน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและน้ำหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก



ภาพที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและน้ำหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยเครื่องกรองน้ำแบบสวมก๊อก

ประสิทธิภาพของชุดกรองน้ำแบบสวมก๊อก

จากการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกรองน้ำแบบสวมหัวก๊อก จำนวน 5 ชุดกรอง พบว่า ชุดกรองน้ำแบบสวมหัวก๊อก ส่วนใหญ่สามารถลดเหล็กได้ดีที่สุดคือ TM 1, TM 2, TM 4 แบบกรองช้า มีประสิทธิภาพ 100.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาสามารถลดความกระด้างคือ TM 2 แบบกรองเร็ว มีประสิทธิภาพ 88.0 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำแบบสวมหัวก๊อก

พารามิเตอร์	% ประสิทธิภาพ									
	TM 1		TM 2		TM 3		TM 4		TM 5	
	กรองช้า	กรองเร็ว	กรองช้า	กรองเร็ว	กรองช้า	กรองเร็ว	กรองช้า	กรองเร็ว	กรองช้า	กรองเร็ว
ความขุ่น	8.7	4.2	23.2	15.5	27.1	9.3	7.0	6.1	52.8	50.3
ของแข็งละลายน้ำ	2.5	4.6	2.8	2.1	2.5	3.1	2.6	3.2	5.6	4.9
ความกระด้าง	-	32.2	56.0	88.0	56.0	78.0	53.0	42.2	56.0	62.0
คลอไรด์	19.7	19.7	33.0	33.0	4.5	-	4.5	-	-	-
เหล็ก	100.0	0	100.0	-	42.8	0	100.0	100.0	60.0	40.0
แมงกานีส	-	33.3	-	-	-	-	-	-	-	-
โคลิฟอร์มลแบคทีเรีย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ

กรองช้า หมายถึง มีอัตราการไหลระหว่าง 1-2 ลิตร/นาที

กรองเร็ว หมายถึง มีอัตราการไหลระหว่าง 3-7 ลิตร/นาที

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยใช้ชุดกรองน้ำแบบสวมก๊อก พบว่า คุณภาพน้ำประปาจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศมีปัญหาเกี่ยวกับค่าความขุ่นของน้ำไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค แต่เมื่อนำชุดกรองน้ำแบบสวมก๊อกมาปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาจากอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่า ส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคของกรมควบคุมมลพิษ ยกเว้น ความขุ่นและโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์ และคณะ (2555) ที่ศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า ค่าความขุ่นของน้ำคลองย่อย อยู่ระหว่าง 2.7-58.3 NTU และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วง ซึ่งได้รับการสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการศึกษาวิจัยจากทางหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

กัลยา ชวนคิด. (2544). ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดเหล็กและแมงกานิสของสารกรองในเครื่องกรองน้ำแบบง่าย. (วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

จอมจันทร์ นทีวัฒนา, ศิริลักษณ์ สันพา, ศิโรรัตน์ สุใจยา, ควองวู คิม และ วิชัย เทียรถาวร. (2560). การสำรวจคุณภาพและประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแหล่งน้ำดื่มชุมชน.(1).1-11

ชินวัฒน์ เรือนใหม่. (2555). ปัจจัยที่มีอิทธิพลคุณภาพน้ำประปาที่ผลิตได้ของชุมชน 4 หมู่ อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

ดิษฐิเดช รายแพทยาคม และ ภัทรา วงศ์พันธ์กมล. (2551). เครื่องกรองน้ำราคาประหยัดสำหรับชุมชน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา)

นรา ระวาดชัย, วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำดื่มจากตู้หยอดเหรียญอัตโนมัติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

นภดล ธีรภัทรางกูร.(2556). เปรียบเทียบประสิทธิผลการให้บริการงานประปาระหว่างชุมชนที่มีและไม่มีระบบกรองน้ำในขบวนการผลิตขององค์การบริหารส่วนตำบลลำเพียก อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา. (ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

เมที สายสุข,สิทธิศักดิ์ จัดสม และกิตติชัย คำเครือ .(2557). การออกแบบและสร้างเครื่องงน้ำอุปโภคบริโภคในครัวเรือน. (ปริญญาวิทยานิพนธ์บัณฑิต,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา)

ศวิตา รัตนะ, เสนอ เพ่งบุญ, สุทรสุรบรรณ์ วิทวัส, พิสิฐจ้านง และ วารินทร์ สมานธารณ์. (2545). การพัฒนาเครื่องกรองน้ำโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร.การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตรสาขาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40, 4-7 กุมภาพันธ์ 2545 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และ รชาดา บัวไพร. (2555). คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่อำเภอบางคนทีจังหวัดสมุทรสงคราม.(วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา)

อนามัยกรม.(2553). เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ {ออนไลน์].สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2561, จาก http://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/isPDF/2556/nre_2556_02_ FullPaper.pdf

การใช้ประโยชน์จากกากมะพร้าวผงทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยา

The Utilization of Coconut Flesh-Meal Powder Substituted Wheat Flour in the Puff Thai Custard Product

พรชัย พุทธรักษ์[1]* กูราณี กุสุหลง[2] วาลิด อะหลี[2] และศศิธร สุเหร็น[2]

Pornchai Puttarak[1]* Kuranee Kusulong[2] Walid Alee[2] and Sasithon Suren[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของพัฟฟ์สังขยา และการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยกากมะพร้าวผงในผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยา ปริมาณร้อยละ 10, 20 และ 30 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scaler จากการศึกษาพบว่า สูตรพัฟฟ์สังขยาที่มีส่วนผสมของแป้งสาลีอเนกประสงค์ 300 กรัม ผงฟู 3 กรัม น้ำตาลทราย 20 กรัม เกลือ 3.33 กรัม น้ำ 110 กรัม และเนยขาว 100 กรัม ไข่ไก่ 54 กรัม น้ำปูนใส 50 กรัม แบะแซ 15 กรัม ได้รับการคัดเลือกเป็นสูตรมาตรฐาน ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก จากการศึกษาการใช้ปริมาณผงกากมะพร้าวที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์แป้งพัฟฟ์สังขยา พบว่า ปริมาณผงกากมะพร้าวที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์แป้งพัฟฟ์สังขยาที่ร้อยละ 20 ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

คำสำคัญ: พัฟฟ์, สังขยา, กากมะพร้าว

[1]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Corresponding author, E-mail: chaitarak414@gmail.com

Abstract

The objective of this research is to study the basic formula of puff Thai custard and substitution of wheat flour with Coconut flesh-meal powder in puff products 10, 20 and 30 percent substitution of wheat flour with 9-point hedonic scaler sensory tests. The study showed that the Thai custard puff contained 300 grams of all-purpose wheat flour, 3 grams of baking powder, 20 grams of sugar, 3.33 grams of salt, 110 grams of water and 100 grams of shortening, 54 grams of egg, 50 grams of limewater and 15 grams of corn syrup was chosen as the standard formula which had the scores in the medium to high levels. From the study of the suitable amount of Coconut flesh-meal powder for substitution of wheat flour in the Thai custard puff products, it was found that the suitable amount of Coconut flesh-meal powder for the substitution of wheat flour in the Thai custard puff products was 20 percent. Tested consumers accepted maximum sensory acceptance with the scores in ranging from the moderation to high levels.

Key words: Puff, Thai Custard, Coconut Flesh-Meal

บทนำ

พัฟฟ์เพรสตรี้ เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ประกอบด้วยแป้งสาลี ไขมัน และน้ำเป็นส่วนผสมหลัก อาจมีไข่เกลือ และกรดอ่อน ๆ เป็นส่วนผสมหรือไม่มีก็ได้ ผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในประเภทแป้งเพสตรี้ ได้แก่ พัฟฟ์เพสตรี้ (Puff Pastry/พายชั้น) ชอร์ตเพสตรี้ (Short Pastry/พายร่วน) และครีมพัฟฟ์ (Cream Puff) ซึ่งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันในวิธีการผสมแป้งกับไขมัน ลักษณะของผลิตภัณฑ์เมื่ออบสุกแล้ว เช่น พัฟฟ์เพสตรี้จะมีลักษณะเป็นชั้นพองกรอบ พายจะมีลักษณะร่วนแตกง่าย และครีมพัฟฟ์จะมีลักษณะพองกลมมีไส้ในกลวง (นัดดา หงส์วิวัฒน์, 2550)

ปัจจุบันมะพร้าวเป็นผลไม้ที่เพาะปลูกภายในประเทศไทยมีจำนวนมากเพื่อวัตถุประสงค์ใช้ประโยชน์ต่อครัวเรือนและด้านอุตสาหกรรมอาหารโดยผลอ่อนใช้บริโภคเป็นอาหารและทำเครื่องดื่มต่าง ๆ และผลแก่จะนำไปคั้นเป็นกะทิเพื่อใช้ในการประกอบอาหารคาวและหวาน (ชญาภัทร์ กี่อาริโย, 2556) กากมะพร้าวเป็นแหล่งที่ดีของเส้นใยอาหาร (dietary fiber) โดยมีปริมาณใยอาหารสูงถึง 60% โดยน้ำหนัก ซึ่งจำแนกเป็นเส้นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ 56% และเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ 4% จึงสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตภัณฑ์ขนมอบและผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (Functional food) โดยมีรายงานว่าใยอาหารช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้แก่โรคเบาหวาน หลอดเลือดหัวใจ และมะเร็งลำไส้ นอกจากนี้ กระบวนการผลิตกากมะพร้าวผงไม่ซับซ้อนและลงทุนต่ำ จึงสามารถผลิตได้ทั้งในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และขนาดเล็ก เนื่องจากกากมะพร้าวเป็นผลพลอยได้หรือวัสดุเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตกะทิ (Trinidad และคณะ, 2006)

ดั้งนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำกากมะพร้าวผง มาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยาเพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของพัฟฟ์สังขยา และเพื่อศึกษาปริมาณกากมะพร้าวผงที่เหมาะสมในแป้งพัฟฟ์สังขยา เพื่อเพิ่มมูลค่าและขยายการใช้ประโยชน์ของกากมะพร้าวผงจากกากมะพร้าวที่เหลือทิ้ง มาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยา ให้เป็นทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภคต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรพื้นฐานของพัฟฟ์สังขยา

คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการผลิตพัฟฟ์ทั้ง 3 สูตร โดยทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผู้บริโภค ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิมที่เป็นนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ จำนวน 50 คน นำพัฟฟ์สังขยาที่อบสุกแล้วบรรจุในถุงพลาสติก ทำการติดรหัสตัวอย่างจากการสุ่ม จากนั้นเสิร์ฟให้กับผู้ทดสอบพร้อมน้ำดื่ม ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรสรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบข้อมูลด้วยสถิติ One-Way ANOVA โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ทำการคัดเลือกตัวอย่างพัฟฟ์สังขยาที่ได้คะแนนการยอมรับสูงสุดเพื่อทำการทดลองในวัตถุประสงค์ถัดไป โดยมีส่วนผสมและ ขั้นตอนการเตรียม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานแป้งพัฟฟ์สังขยาทั้ง 3 สูตร

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งชั้นนอก			
1. แป้งสาลีอเนกประสงค์	300 กรัม	700 กรัม	350 กรัม
2. น้ำตาลทราย	20 กรัม	40 กรัม	12.5 กรัม
3. เกลือ	3.3 กรัม	3.3 กรัม	1 กรัม
4. ผงฟู	3 กรัม	2 ช้อนชา	-
5. น้ำเปล่า	110 กรัม	-	100 กรัม
6. นมสด	-	-	30 กรัม
7. ไข่ไก่	54 กรัม	60 กรัม	54 กรัม
8. เนยขาว	100 กรัม	-	-
9. น้ำมันพืช	-	200 กรัม	85 กรัม
10. น้ำปูนใส	50 กรัม	300 กรัม	-
11. แบะแซ	15 กรัม	100 กรัม	-

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งชั้นใน			
1. แป้งอเนกประสงค์	200 กรัม	300 กรัม	400 กรัม
2. ไข่แดง	27 กรัม	-	-
3. เนยขาว	100 กรัม	-	-
4. น้ำมันพืช	50 กรัม	150 กรัม	150 กรัม

ที่มา : สูตรที่ 1 จาก สิรินีร์ แซ่ตัน (2556)
สูตรที่ 2 จาก สุนิษา หลงละเลิง (2561)
สูตรที่ 3 จาก เกศยา ยงภูมิพุทธา และคณะ (2552)

วิธีการเตรียมแป้งพัฟฟ์

วิธีการทำแป้งชั้นนอก

1. นำแป้งสาลี ผงฟู ใส่น้ำตาลทราย เกลือ น้ำเปล่า น้ำปูนใส ไข่ไก่ แบะแซ มาผสมรวมกัน ตีให้เข้ากันพอประมาณ ใส่เนยละลายลงไปทีละนิดจนหมด นวดแป้งด้วย ความเร็วต่ำ 20 นาที ชั่งแป้งที่นวดเสร็จแล้วตัดแบ่งเป็นก้อนเท่า ๆ กัน

2. แผ่แป้งชั้นนอกออก นำแป้งชั้นในมาใส่ตรงกลาง หุ้มให้มิด ปั้นเป็นก้อนกลม แผ่แป้งออกให้แบน คลุมด้วย ผ้าขาวบางชุบน้ำหมาด ๆ พักแป้งไว้ 15 นาที นำแป้งที่พักไว้มาโรยแป้งนวลให้ทั่ว ใช้ไม้คลึงแป้งแผ่แป้งตามแนวยาว แล้วม้วนออกนอกตัวให้แน่น

3. คลึงแผ่นแป้งตามแนวยาวอีกครั้ง แล้วม้วนให้แน่น ตัดแบ่งแป้งให้ได้ขนาดเท่ากัน นำแป้งมาคลึงแผ่ตามแนวยาว ใส่ไส้สังขยาลงไปตรงกลาง แล้วจับจีบให้รอบ นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำออกมาทาไข่แดงให้ทั่ว แล้วนำไปอบต่ออีก 10 นาที นำออกจากเตาอบ พักไว้ให้เย็น

วิธีการทำแป้งชั้นใน

1. ตีไข่แดง ใส่เนยละลายลงไปทีละนิดผสมให้เข้ากัน สลับกับน้ำมัน จนหมด
2. ใส่แป้งสาลีลงไปผสมให้เข้ากัน
3. ชั่งแป้งที่ผสมเสร็จแล้ว แบ่งเป็นก้อนเท่า ๆ กัน

2. ศึกษาปริมาณผงกากมะพร้าวที่เหมาะสมในแป้งพัฟฟ์สังขยา

วิธีการเตรียมผงกากมะพร้าว

1. นำกากมะพร้าวที่คั้นน้ำกะทิออกจากการแปรรูป
2. นำไปอบในตู้อบลมร้อน 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลาเวลา 12 ชั่วโมง นำกากมะพร้าวที่ได้พักไว้ให้เย็น

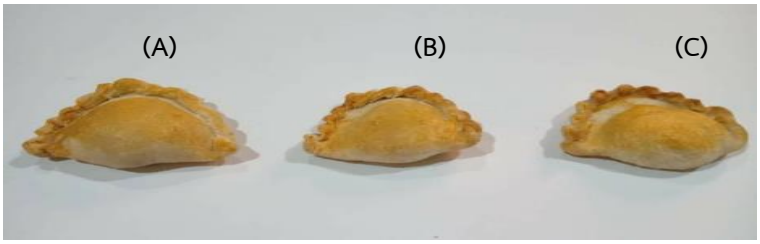
3. จากนั้นนำกากมะพร้าวไปบดในเครื่องปั่นแห้ง ครั้งละ 8 วินาที 5 รอบ

4. นำไปร่อนด้วยตะแกรงร่อนแป้งขนาด 60 เมท จะได้ส่วนที่เป็นแป้งกากมะพร้าว (ชญาภัทร์ กี่อาริโย, 2556)

นำผงกากมะพร้าวมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของปริมาณแป้งสาลีในส่วนผสมทั้งหมด โดยทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผู้บริโภค ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 50 คน นำพัฟฟ์สังขยาที่อบสุกแล้วบรรจุในถุงพลาสติก ทำการติดรหัสตัวอย่างจากการสุ่ม จากนั้นเสิร์ฟให้กับผู้ทดสอบพร้อมน้ำดื่ม ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมจากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้านค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบข้อมูลด้วยสถิติ One-Way ANOVA ทำการคัดเลือกแป้งพัฟฟ์สังขยาที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากมะพร้าวบางส่วนที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. การคัดเลือกสูตรพื้นฐานพัฟฟ์สังขยา 3 สูตร



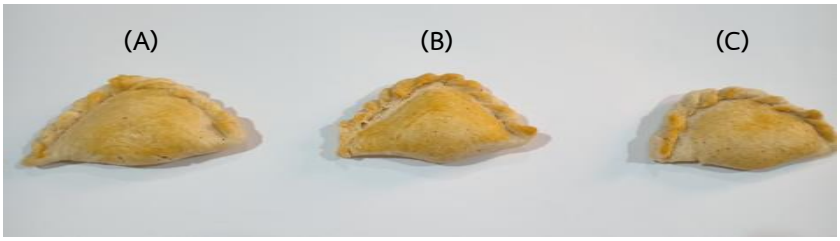
ภาพที่ 1 พัฟฟ์สังขยา (A) สูตรที่ 1 (B) 2 และ (C) สูตรที่ 3

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยาสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบ**		
	สูตร 1	**สูตร 2**	**สูตร 3**
ลักษณะปรากฏ	7.78±1.03[a]	7.24±1.13[b]	6.98±0.97 [b]
สี	7.86±0.92 [a]	7.28±1.06[b]	7.02± 1.05[b]
กลิ่น	7.40±0.92 [a]	7.22±0.61[ab]	6.98±0.65[b]
กลิ่นรส	7.76±0.98 [a]	7.08±0.92 [b]	6.94±0.95[b]
รสชาติ	8.02±0.76 [a]	7.32±0.91 [b]	7.06±0.99 [b]
เนื้อสัมผัส	7.88±0.84 [a]	7.42±0.85 [b]	7.16±0.93 [b]
ความชอบโดยรวม	8.08±0.75[a]	7.46±0.83[b]	7.06±1.01[c]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. การศึกษาปริมาณผงกากมะพร้าวที่เหมาะสมในแป้งพัฟฟ์สังขยา



ภาพที่ 2 (A) ร้อยละ 10 (B) ร้อยละ 20 (C) ร้อยละ 30

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปริมาณผงกากมะพร้าวที่เหมาะสมในแป้งพัฟฟ์สังขยา

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณผงกากมะพร้าว (ร้อยละ)		
	10	20	30
ลักษณะปรากฏ	06.8±0.86[a]	7.92±1.04[a]	**7.46±0.83[b]**
สี	8.00±0.67[a]	7.96±0.83[a]	7.52±0.90[b]
กลิ่น	7.84±0.65[ab]	8.06±0.81[a]	7.66±0.77[b]
กลิ่นรส	7.90±0.62[a]	7.96±0.98[a]	7.62±1.04[a]
รสชาติ	8.00±0.78[a]	7.70±1.01[a]	7.28±1.03[b]
เนื้อสัมผัส	7.94±0.84[a]	8.00±0.96[a]	7.48±0.99[b]
ความชอบโดยรวม	8.14±0.63[a]	8.18±084[a]	7.66±1.04[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการผลิตพัฟฟ์ทั้ง 3 สูตร โดยทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผู้บริโภค ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ความเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า การคัดเลือกสูตรพื้นฐานพัฟฟสังขยา สูตรที่ 1 ของ (สิรินีร์ แซ่ตัน, 2556) ได้รับการยอมรับสูงที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม สูงกว่าพัฟฟ์สังขยา สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลาง ถึงชอบมาก จึงคัดเลือกสูตรที่ 1 เพื่อทำการทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป ดังตารางที่ 2

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยาที่ใช้ผงกากมะพร้าวทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 พบว่า พัฟฟ์สังขยาที่มีปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงกากมะพร้าวที่ร้อยละ 20 มีคะแนน การยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงกว่าร้อยละ 30 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผู้วิจัยจึงคัดเลือกพัฟฟ์สังขยาที่มีปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงกากมะพร้าวที่ร้อยละ 20 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป ดังตารางที่ 3

จากการทดแทนผงกากมะพร้าว ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนผงกากมะพร้าวมากขึ้น ทำให้แป้งไม่เกาะตัวกันเป็นก้อน เนื่องจากในผงกากมะพร้าวไม่มีกลูเตน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชญาภัทร์ กี่อาริโย และคณะ (2556) ที่ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของแป้งมะพร้าวจากการนำแป้งมะพร้าวมาวิเคราะห์องค์ประกอบ

ทางเคมีเปรียบเทียบกับแป้งสาลี พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมะพร้าวและแป้งสาลีมีความแตกต่างกัน โดยแป้งมะพร้าวที่ได้มีปริมาณไขมันและเถ้าสูงกว่าแป้งสาลี และพบว่าปริมาณความชื้น โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตของแป้งมะพร้าวต่ำกว่าแป้งสาลี จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ของแป้งมะพร้าวและแป้งสาลี คือ คาร์โบไฮเดรตซึ่งแป้งมะพร้าวมีปริมาณที่มาก ทำให้ไม่สามารถพิจารณานำแป้งมะพร้าวมาใช้ทดแทนแป้งสาลีได้ แต่ปริมาณโปรตีนของแป้งมะพร้าวที่ต่ำกว่าแป้งสาลีทำให้เป็นข้อจำกัดในการนำแป้งมะพร้าวมาทดแทนแป้งสาลี ทั้งในผลิตภัณฑ์ขนมปังและเค้ก ซึ่งโปรตีนของแป้งสาลีจะส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ จึงต้องมีการทดลองหาปริมาณการทดแทนที่เหมาะสม นอกจากนี้แป้งมะพร้าวยังมีปริมาณเถ้าสูงกว่าแป้งสาลีแสดงให้เห็นว่าแป้งมะพร้าวมีปริมาณแร่ธาตุมากกว่า

เอกสารอ้างอิง

เกศยา ยงภูมิพุทธา, และสุดารัตน์ กระแสสินธุ์. (2552). **ครัวการอาชีพวังไกลกังวล.** โครงการ e-Leaming เพื่อพัฒนาอาชีพตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี.

ชญาภัทร กี่อาริโย, ถนนท์ แดงสังวาลย์, และศศิธร ป้อมเชียงพิณ. (2556). **การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ด้วยแป้งมะพร้าวจากส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการสกัดน้ำมันออก.** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

นัดดา หงส์วิวัฒน์. (2550). **เบเกอรี่เป็นอาชีพ.** ม.ป.ท. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แสงแดด.

สิรินีย์ แซ่ตัน. (2556). **ตำราประกอบการสอนวิชาอาหาร-ขนม.** วิทยาลัยสารพัดช่างตรัง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 กระทรวงศึกษาธิการ.

Trinidad, T.P., Mallillin, A.C., Valdez, D.H., Loyola, A.S., Askali-Mercado, F.C., Castillo, J.C., Encabo, R.R., Masa, D.B., Maglaya, A.S. and Chua, M.T., (2006). **Dietary Fiber from Coconut Flour**: A Functional Food, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 7:309-317.

สมบัติของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ใช้กาวพอลิยูรีเทนจากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

PROPERTIES OF FIBERBOARD BASED ON RUBBER WOOD SAWDUST BONDED WITH POLYURETHANE ADHESIVE BASED ON MODIFIED USED PALM OIL

อนุธิดา สุวรรณ[1],อนุวัติ แซ่ตั้ง[2], ณัฐพนธ์ อุทัยพันธุ์[3], นิธินาถ แซ่ตั้ง[1*]

Anutida Suwan[1],Anuwat Saetung[2], Nattapon Uthaipan[3], Nitinart Saetung[1*]

บทคัดย่อ

กาวพอลิยูรีเทนชนิดใหม่ประสบความสำเร็จในการสังเคราะห์จากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว และผ่านการทดสอบการเตรียมแผ่นใยไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา น้ำมันปาล์มที่ใช้แล้วดัดแปรสังเคราะห์ผ่านปฏิกิริยาอิพอกซิเดชั่นและไฮดรอกซิเลชั่นในขั้นตอนเดียว โดยศึกษาเวลาการทำปฏิกิริยา 2 - 8 ชั่วโมง โครงสร้างทางเคมีของน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปรได้รับการยืนยันเครื่อง FTIR และ ^{1}H-NMR ค่าไฮดรอกซิลสูงสุดของน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปรคือ 180 mgKOH/g ที่เวลาการทำปฏิกิริยา 8 ชั่วโมง แผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราถูกเตรียมขึ้นจากการใช้กาวพอลิยูรีเทนจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วในการติดประสานได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปริมาณกาวพอลิยูรีเทน (25 - 60% โดยน้ำหนักของขี้เลื่อยไม้ยางพารา) และดัชนีไอโซไซยาเนต (100 - 180) จากการสังเกตพบว่าแผ่นไม้อัดมีรูปร่างสมบูรณ์ที่มีการใช้กาวพอลิยูรีเทน 45 - 60% โดยน้ำหนักของขี้เลื่อยไม้ยางพารา การเพิ่มปริมาณกาวพอลิยูรีเทนจะทำให้เกิดการยึดเกาะที่ดีเยี่ยม ให้แผ่นไม้อัดมีความแข็งแรงในการดัดงอสูงและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นสูง ยิ่งไปกว่านั้นการเพิ่มปริมาณกาวพอลิยูรีเทนช่วยเพิ่มความต้านทานต่อน้ำที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ค่าความต้านทานการดัดงอ ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นและความต้านทานต่อน้ำก็เพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มดัชนีไอโซไซยาเนต ผลการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าพอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วสามารถนำมาใช้เป็นกาวพอลิยูรีเทนที่สามารถทำหน้าที่เป็นตัวประสานสำหรับแผ่นไม้อัดคอมโพสิต

คำสำคัญ:น้ำมันปาล์มใช้แล้ว, พอลิออล, กาวพอลิยูรีเทน, ขี้เลื่อย, แผ่นไม้อัด

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

[2]ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

[3]วิทยาลัยนานาชาติยางพาราไทย-จีน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

[*]**Corresponding author, E-mail:** nitinart.s@psu.ac.th

Abstract

Novel polyurethane adhesive was successfully synthesized from used palm oil (UPO) and was further tested for preparing fiberboard based on rubber wood sawdust. Modified used palm oil (MUPO) was synthesized *via* epoxidation and hydroxylation in a single step. The reaction time of 2-8 hours was studied. The chemical structure of MUPO was confirmed by FTIR and ^{1}H-NMR spectroscopy. The highest OH value of MUPO was 180 mgKOH/g with 8 h of reaction time. The new fiberboard based on rubber wood sawdust bonded with polyurethane adhesive based on used palm oil was prepared. The effects of polyurethane adhesive content (25 – 60 %wt of rubber wood sawdust) and NCO index (100 -180) were investigated. It was observed that the fiberboard had a perfect shape with a range of polyurethane adhesive 45 – 60 % wt of rubber wood sawdust. Increasing the polyurethane adhesive content gave an excellent binding with a high bending strength and high elastic modulus of fiberboard. In addition, increasing the polyurethane adhesive content improved water resistance increasing. Moreover, the bending strength, elastic modulus and water resistance were improved with increasing the NCO index. These results demonstrated that polyol based on used palm oil can be used as adhesive polyurethane that can serve as binder for composite fiberboard.

Keywords: Used palm oil, Polyol, Polyurethane adhesive, Sawdust, Particleboard

บทนำ

แผ่นไม้ทดแทนไม้ธรรมชาติ (Wood-based Panel) ที่ผลิตมาจากเศษวัสดุหรือเส้นใยต่าง ๆ มาอัดขึ้นเป็นแผ่นไม้เพื่อทดแทนการใช้ไม้ธรรมชาติซึ่งหาได้ยากและมีราคาสูงในปัจจุบัน โดยมีหลายงานวิจัยที่ใช้เศษวัสดุจากธรรมชาติในการผลิตเป็นแผ่นไม้ทดแทนไม้ธรรมชาติ เช่น เส้นใยป่านศรนารายณ์ (Nuñez, Aranguren, & Berglund, 2006), เส้นใยปาล์มน้ำมัน (Badri, *et al*., 2006), เข็มสน (Gupta, *et al*., 2010), ไม้ไผ่ (Hermawan, *et al*., 2011) และขี้เลื่อย (Kamel *et al*., 2008; Suoware *et al*., 2019) โดยเฉพาะอย่างยิ่งขี้เลื่อยจากไม้ยางพารา (Rubber wood sawdust) จัดว่าเป็นหนึ่งในตัวเลือกในการนำมาผลิตไม้อัด บางส่วนขี้เลื่อยจากไม้ยางพาราสามารถนำไปหมุนเวียนใช้ในการผลิตและเป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้พลังงานความร้อนได้ แต่ยังคงมีบางส่วนที่ถูกเผาทิ้งซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการผลิตเป็นไม้อัดจึงช่วยลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งและมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าของ ขี้เลื่อยไม้ยางพาราได้อีกด้วย

ในกระบวนการผลิตไม้อัดจำเป็นต้องใช้กาวทำหน้าที่เป็นตัวยึดประสานระหว่างเส้นใย เพื่อให้ได้ไม้อัดที่มีคุณภาพดีเหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภทนั้น โดยกาวสังเคราะห์ที่นิยมใช้มากที่สุด คือกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เนื่องจากสามารถใช้งานได้ง่าย ราคาถูก ทนทานต่อสภาพอากาศและความร้อน อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร แต่กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์มีข้อเสียที่สำคัญ คือสารฟอร์มัลดีไฮด์ที่อยู่ในรูปของเหลวก็จะกลายสภาพเป็นสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ซึ่งมองไม่เห็นแต่สามารถได้กลิ่นสารระเหยนี้ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อทางเดินหายใจและระคายเคืองผิวหนัง อาจทำให้เกิดอาการหอบหืดและความผิดปกติของระบบการเจริญพันธุ์ได้ (Arts,*et al*., 2006) ดังนั้นในการลดปริมาณสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ส่วนใหญ่จะเน้นไปที่การปรับปรุงพัฒนากาวหรือสารยึดติดเพื่อทดแทนการใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์

กาวพอลิยูรีเทน (Polyurethane adhesive) เป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่สามารถใช้ในการผลิตไม้อัด เนื่องจากมีสมบัติด้านความเหนียวติดที่ดี สามารถติดกับวัสดุได้หลากหลายชนิด เตรียมได้ไม่ยากและไม่มีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ที่ระเหยได้ การเตรียมกาวพอลิยูรีเทนสามารถเตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างพอลิออลกับไอโซไซยาเนต โดยส่วนใหญ่พอลิออลที่ใช้ผลิตมาจากปโตรเลียมที่นับวันจะมีแนวโน้มลดลงจนขาดแคลน และมีราคาที่สูงขึ้น จึงมีการพัฒนาพอลิออลจากพืชที่ให้น้ำมันเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นแหล่งวัตถุดิบที่ปลูกทดแทนได้ โดยน้ำมันปาล์มเป็นหนึ่งในน้ำมันที่มีการบริโภคมากที่สุดในโลก และทำให้มีน้ำมันปาล์มใช้แล้วเหลือทิ้งมากเช่นกัน โดยส่วนใหญ่แล้วน้ำมันปาล์มที่ใช้แล้วมักจะใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบของไบโอดีเซล เพื่อเป็นการลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและอันตรายต่อสุขภาพ มีรายงานวิจัยอยู่น้อยมากที่มีการนำน้ำมันปาลมใช้แล้วมาเตรียมเปนพอลิออล(Riyapan *et al*., 2019) โดยเฉพาะอยางยิ่งการนำพอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วมาใช้งานในรูปแบบของกาว (Adhesive) ทำหน้าที่เปนตัวประสาน (Binder) กับวัสดุตาง ๆ เพื่อใช้เปนวัสดุเชิงประกอบ (Composite)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการนำน้ำมันปาล์มใช้แล้วมาเตรียมเป็นพอลอิออลเพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมกาวพอลิยูรีเทนใช้เป็นตัวประสานในการเตรียมแผ่นไม้อัด (Fiber Board) จากขี้เลื่อยไม้ยางพาราและทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมพอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

รวบรวบน้ำมันปาลมใชแลว และทำการกรองใหสะอาดกอนนำไปดัดแปรเปนน้ำมันพอลิออล นำน้ำมันปาลมใช แล่วที่สะอาด (250 กรัม, 0.3 โมล) มาทำการสังเคราะหพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้วแบบขั้นตอนเดียวผานปฏิกิริยาอิพอกซิเดชั่น ตามด้วยไฮดรอกซิเลชั่น โดยใชไฮโดรเจนเปอรออกไซด (146.05 กรัม, 4.3 โมล) รวมกับกรดฟอรมิกมากเกินพอ (67.94 กรัม, 1.5 โมล) ในขั้นตอนเดียว ที่อุณหภูมิ 70^{O}C กวนด่วยความเร็ว 200 รอบต่อนาที โดย

ทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 2, 4 และ 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นตั้งของผสมให้เย็นแล้วล้างกรดออกด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แยกชั้นของน้ำมันออกมาด้วยสารละลายเอทิลอะซีเทต นำสารละลายน้ำมันไปกำจัดน้ำด้วยแมกนีเซียมซัลเฟต หลังจากนั้นระเหยตัวทำละลายออก แล้วนำพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้ว (Modified used palm oil (MUPO) based polyol) มาวิเคราะห์ Iodine value, OH value, Acid number และวิเคราะห์โครงสร้างโดยเทคนิค ^{1}H-NMR และ FT-IR เปรียบเทียบกับน้ำมันปาล์มใช้แล้วก่อนดัดแปร

2. การสังเคราะห์กาวพอลิยูรีเทนจากพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

เตรียมกาวพอลิยูรีเทนจากปฏิกิริยาแบบควบแน่น (Condensation polymerization) ระหว่างเมทิลีนไดฟีนิลไดไอโซไซยาเนต (Methylene diphenyl diisocyanate, MDI) และพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้วควบคุมระดับดัชนีไอโซไซยาเนต (NCOindex) เท่ากับ 100 ทำการผสมที่อุณหภูมิห้องและกวนด้วยเครื่องกวนสารละลายที่ความเร็ว 500 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปใช้งาน

3. การเตรียมแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

3.1 การศึกษาสัดส่วนของกาวพอลิยูรีเทนในการเตรียมแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ทำการศึกษาปริมาณกาวพอลิยูรีเทนที่ร้อยละ 15, 25, 35, 45 และ 60 โดยน้ำหนักของปริมาณขี้เลื่อยไม้ยางพารา โดยควบคุมระดับดัชนีไอโซไซยาเนต (NCO index) เท่ากับ 100 ดังสูตรในตารางที่ 1 ทำการผสมกาวพอลิยูรีเทนกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา และทำการอัดขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์ขนาดความหนา 13X13 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดความดัน ที่อุณหภูมิ 110 °C เป็นเวลา 30 นาที ขั้นตอนการเตรียมแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา ดังแสดงในรูปที่ 1 นำแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา มาทดสอบความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ความต้านทานต่อการดัดงอแบบ 3 จุด และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น

ตารางที่ 1 สัดส่วนของของกาวพอลิยูรีเทนในการเตรียมแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

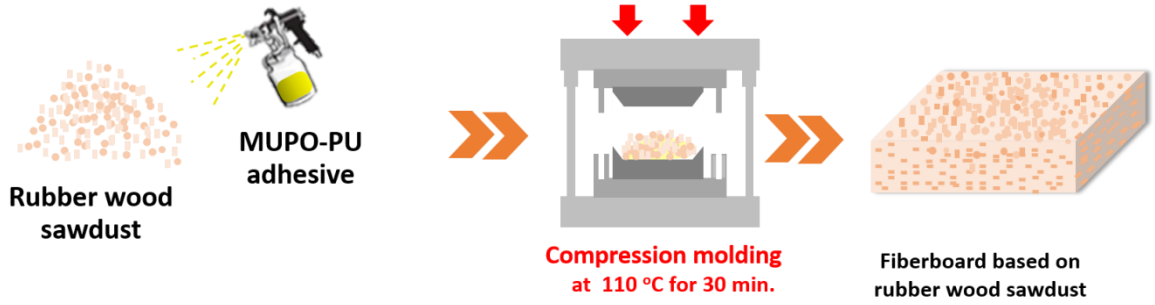
Ingradients	Quantity (part by weight)				
	APU15	APU25	APU35	APU45	APU60
Rubber wood sawdust	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
MUPO	10.79	17.96	25.16	32.33	43.12
MDI	4.21	7.03	9.85	12.66	16.88

3.2 การศึกษาระดับดัชนีไอโซไซยาเนตของกาวพอลิยูรีเทนในการเตรียมแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ทำการศึกษาระดับดัชนีไอโซไซยาเนตเท่ากับ 100, 120, 150, และ 180 โดยควบคุมปริมาณกาวพอลิยูรีเทนที่ร้อยละ 45 โดยน้ำหนักของปริมาณขี้เลื่อยไม้ยางพาราดังสูตรในตารางที่ 2 ทำการผสมกาวพอลิยูรีเทนกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา และทำการอัดขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์ขนาดความหนา 13X13 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดความดันที่อุณหภูมิ 110 °C เป็นเวลา 30 นาที นำแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา มาทดสอบความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ความต้านทานต่อการดัดงอแบบ 3 จุด และค่าโมดูลัสยืดหยุ่น

ตารางที่ 2 แผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่แปรปริมาณกาวพอลิยูรีเทน

Ingradients	Quantity (part by weight)			
	NCO:100	NCO:120	NCO:150	NCO:180
Rubber wood sawdust	100.00	100.00	100.00	100.00
MUPO	32.33	30.63	28.36	26.39
MDI	12.66	14.37	16.64	18.60



รูปที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ใช้กาวพอลิยูรีเทนจากพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

4. การทดสอบ

4.1 การทดสอบสมบัติของพอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

- การทดสอบค่าไอโอดีน (Iodine values) หรือตรวจวัดปริมาณพันธะคู่ในโครงสร้างของน้ำมันด้วยเทคนิคการไทเทรตตามมาตรฐาน ISO 3961-2009
- การทดสอบค่ากรด (Acid values) หรือตรวจวัดปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันด้วยเทคนิคการไทเทรตตามมาตรฐาน ISO660-2009
- การทดสอบค่าไฮดรอกซิล (OH values) หรือตรวจวัดจำนวนของหน่วยค่าไฮดรอกซิลในโครงสร้างน้ำมันด้วยเทคนิคการไทเทรตตามมาตรฐาน ISO14900-2001

- เครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy) (Tensor 207 Fourier Transform Infrared Spectrometer, Bruker Company, Germany) ในช่วงเลขคลื่น 4000 - 400 cm^{-1} โดยเทคนิคแบบส่องผ่าน (Transmission) วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของน้ำมันปาล์มใช้แล้วและพอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้
- เครื่องนิวเคลียรแมกเนติกเรโซแนนซสเปกโทรสโคป (Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Spectroscopy) (Oxford 500 MHz Superconducting Magnet, Varian, USA) โดยการเจือจางตัวอย่างด้วยคลอโรฟอร์ม-ดี ($CDCl_3$) วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของน้ำมันปาล์มใช้แล้วและพอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้

4.2 การทดสอบสมบัติของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

- ความหนาแน่น (Density) ทำการทดสอบหาค่าความหนาแน่นตามมาตรฐาน ASTM D7264 ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตรและยาว 50 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึง 0.01 กรัมคำนวณหาค่าความหนาแน่นดังแสดงในสมการที่ (1)

$$\text{ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \times 10^{6} \quad \frac{m}{v} \qquad (1)$$

เมื่อ m คือ มวลของชิ้นทดสอบ (กิโลกรัม)

v คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์เมตร)

- การดูดซึมน้ำ (Water absorption) ทดสอบการดูดซึมน้ำตามมาตรฐาน ASTM D7264 ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตรและยาว 50 มิลลิเมตร แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20±2 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำค่าความหนาของชิ้นทดสอบก่อนและหลังแช่น้ำมาคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำ ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$\text{การดูดซึมน้ำ (\%)} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \qquad (2)$$

เมื่อ t_1 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

t_2 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

- ความต้านต่อการดัดงอและโมดูลัสยืดหยุ่น (Bending strength and elastic modulus) ทดสอบความต้านแรงดันและโมดูลัสยืดหยุ่นตามมาตรฐาน ASTM D7264 ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตรและยาว 120 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal testing machine) โหมดการ

ดัดงอแบบ 3 จุด (Three-pointed bending) โดยระยะห่างระหว่างแท่นรองรับด้านล่างทั้งสองเท่ากับ 70 มิลลิเมตรใช้ความเร็วในการกดประมาณ 10 มิลลิเมตร/นาที คำนวณหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (Elastic modulus) และความแข็งแกร่งต่อการโค้งงอ (*Flexural* strength) ดังแสดงในสมการที่ (3) และ (4) ตามลำดับ

$$E_f \text{ (MPa)} = \frac{L^3 m}{4bh^3} \quad (3)$$

$$\sigma \text{ (MPa)} = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (4)$$

เมื่อ *P* คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

L คือ ระยะห่างของแท่นรองรับ (มิลลิเมตร)

M คือ แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง (นิวตัน)

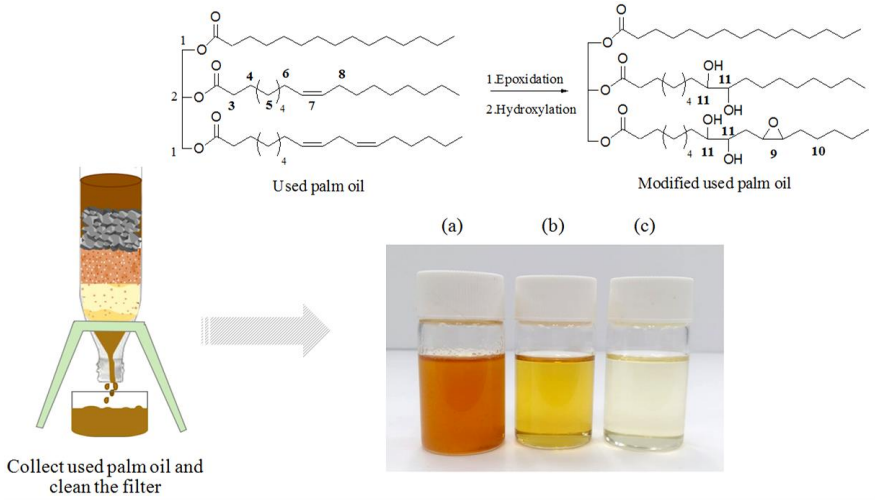
B คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

H คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

5. ผลและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สมบัติของพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

พอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วที่เตรียมขึ้นมีสีเหลืองใสเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันปาล์มใช้แล้วหลังกรองและก่อนกรอง ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2

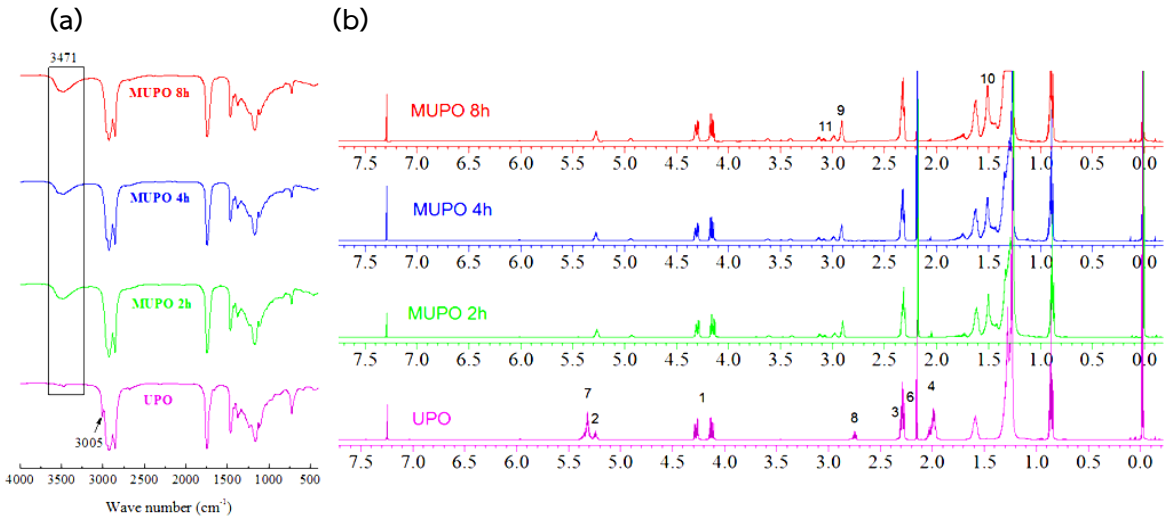


รูปที่ 2 (a) น้ำมันปาล์มใช้แล้ว, (b) น้ำมันปาล์มใช้แล้วหลังกรอง, และ (c) น้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปร

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพพอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

Samples	Iodine value (mgI_2/g)	OH value (mgKOH/g)	Acid value (mgKOH/g)
UPO	73.01	0.00	1.77
MUPO, 2h	0.22	162.18	1.80
MUPO, 4h	0.22	173.37	1.94
MUPO, 8h	0.13	180.62	1.70

สมบัติทางกายภาพของพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้ว ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าค่า Iodine number ของน้ำมันปาล์มใช้แล้วมีค่าสูงสุดคือ 73.01 mgI_2/g หลังจากทำปฏิกิริยาดัดแปลงโครงสร้างโดยผ่านปฏิกิริยาปฏิกิริยาอิพอกซิเดชันตรงตำแหน่งพันธะคู่ของน้ำมันปาล์มเปลี่ยนพันธะคู่เป็นหมู่ฟังก์ชันอิพอกซี และเมื่อทำปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชั่นบริเวณหมู่ฟังก์ชันอิพอกซีจะเกิดการเปิดวงเป็นหมู่ไฮดรอกซิล ดังนั้นจึงส่งผลค่า Iodine number ลดต่ำลง และเมื่อเวลาในการทำปฏิกิริยานานขึ้นจาก 2 ชม. เป็น 8 ชม. มีค่า Iodine number เท่ากับ 0.22 และ 0.13 mgI_2/g ตามลำดับ สอดคล้องกับค่า OH value ที่เพิ่มสูงขึ้นสูงสุดที่ระยะเวลาการทำปฏิกิริยา 8 ชั่วโมง เท่ากับ 180.62 mgKOH/g ส่วนค่ากรดของพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้เปรียบเทียบกับน้ำมันปาล์มใช้แล้วมีค่าใกล้เคียงกัน

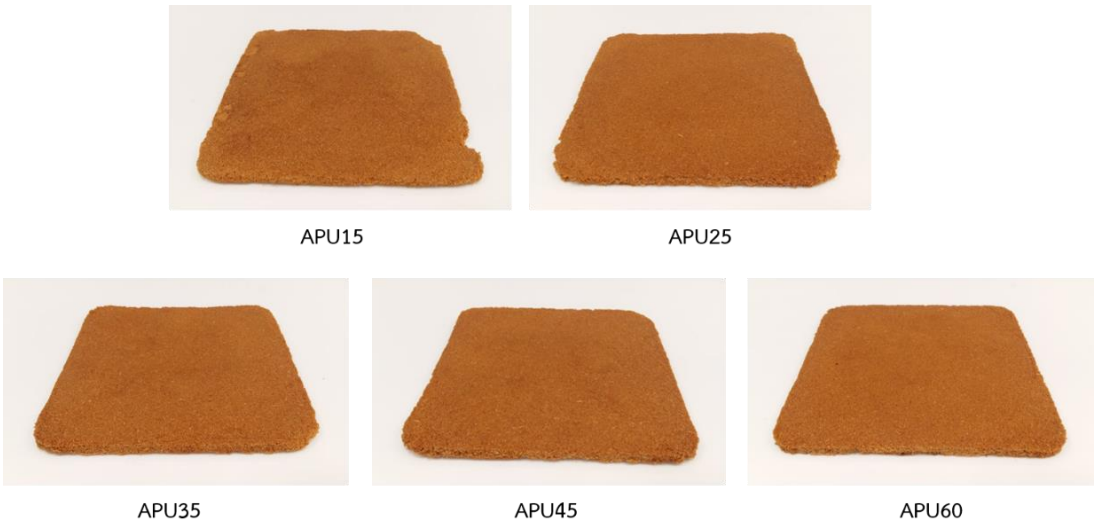


รูปที่ 3 (a) FTIR สเปคตราของน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปรและ (b) ^{1}H-NMR สเปคตราของน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปร

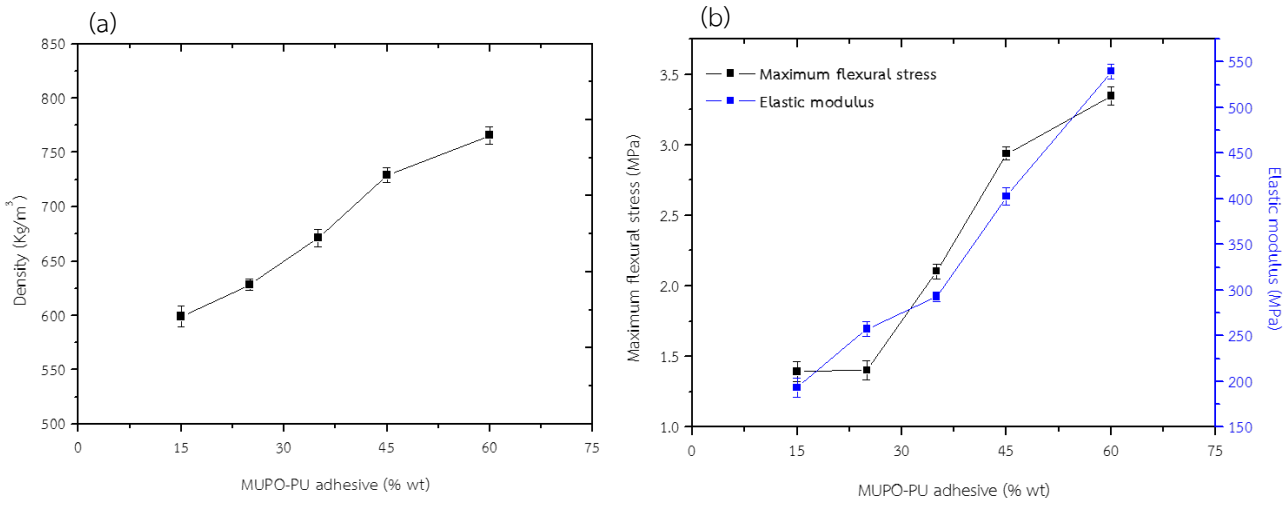
เมื่อนำพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้วมาวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเทคนิค FTIR เปรียบเทียบกับน้ำมันปาล์มใช้แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3(a) ปรากฏพีคใหม่ที่ความยาวคลื่นสัญญาณที่ 3471 cm^{-1} ที่บ่งบอกถึงหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เป็นการยืนยันให้ทราบว่าพันธะคู่ในน้ำมันปาล์มถูกเปลี่ยนเป็นหมู่ไฮดรอกซิลหลังจากทำปฏิกิริยาอิพอกซิเดชั่นและไฮดรอกซิเลชั่น โดยพบว่า สเปกตรัมของของพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้วที่เวลาทำปฏิกิริยา 8 ชม. จะมีพื้นที่ใต้กราฟที่แสดงถึงหมู่ไฮดรอกซิล (OH groups) มากกว่าพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้วที่เวลาทำปฏิกิริยา 4 ชม. และ 2 ชม. ตามลำดับ สอดคล้องกับการวิเคราะห์โครงสร้างของพอลิออลน้ำมันปาล์มใช้แล้วด้วยเทคนิค ^{1}H-NMR ดังแสดงในรูปที่ 3(b) สเปคตรัมของพอลิออลน้ำมันปาล์มไม่ปรากฏสเปคตรัมที่ตำแหน่ง 5.3-5.4 ppm (7) ซึ่งเป็นสัญญาณของหมู่ฟังก์ชันโอเลฟินิก (Olefinic) หรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในน้ำมันปาล์ม และปรากฏสัญญาณใหม่ที่ตำแหน่ง 3.0-3.2 ppm (11) ซึ่งเป็นสัญญาณของเมไทลที่ติดกับ 2° ไฮดรอกซิลแสดงถึงหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิล แต่อย่างไรก็ตามยังคงปรากฏสัญญาณของหมู่อีพอกซีที่โปรตอนเคมิคัลชิฟท์ 2.80-3.00 ppm (9) และที่ 1.40-1.55 ppm (10) ซึ่งเป็นสัญญาณของเบต้า-เมทิลลีนโปรตอนที่ติดกับหมู่อีพอกไซด์ (ß-CH_2 adjacent to epoxy group) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์ที่มากเกินพอ ทำให้เกิดปฏิกิริยาผันกลับเปลี่ยนหมู่ไฮดรอกซิลบางส่วนเป็นหมู่อิพอกไซด์ (Riyapan, *et al.,* 2019) อย่างไรก็ตามหมู่อิพอกไซด์ในโครงสร้างนี้ไม่สามารถตรวจพบด้วยเทคนิค FTIR ทั้งนี้คาดว่าน่าจะมีปริมาณอยู่เพียงน้อยเท่านั้นซึ่งหมู่อิพอกไซด์ที่เกิดขึ้นในโครงสร้างของพอลิออลนี้ไม่ได้รบกวนปฏิกิริยาในระบบการเตรียมพอลิยูรีเทนแต่อย่างใด นอกไปจากนี้การมีหมู่อิพอกไซด์อาจมีผลช่วยให้โครงสร้างพอลิออลมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นได้อีกด้วย

5.2 สมบัติของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ลักษณะของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่แปรสัดส่วนกาวพอลิยูรีเทนร้อยละ 15-60 ของปริมาณขี้เลื่อยไม้ยางพาราดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่าที่ปริมาณกาวพอลิยูรีเทนร้อยละ15 มีลักษณะเป็นแผ่นที่ไม่สมบูรณ์โดยเฉพาะบริเวณขอบแผ่น ที่ปริมาณกาวพอลิยูรีเทนร้อยละ 45 และ 60 ให้ลักษณะแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราเต็มชิ้นไม่มีการหลุดร่อนบริเวณขอบ



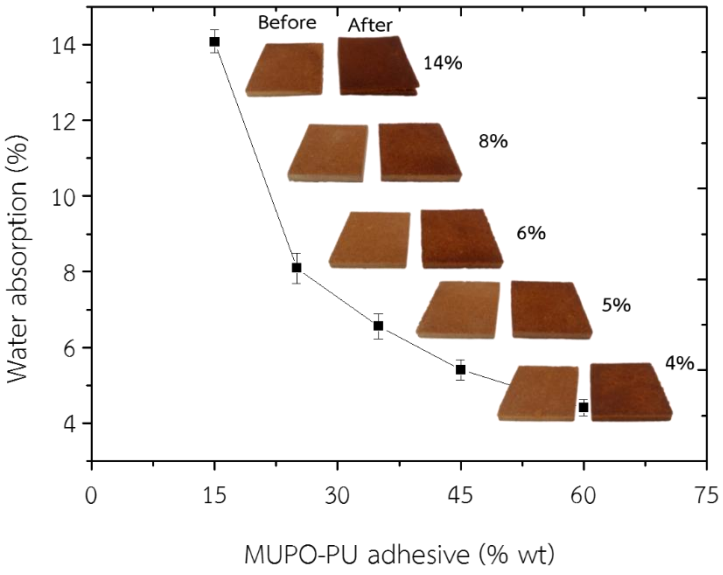
รูปที่ 4 ลักษณะของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่สัดส่วนกาวพอลิยูรีเทนระดับต่าง ๆ



รูปที่ 5 ผลของปริมาณกาวพอลิยูรีเทนต่อสมบัติของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา (a) ความหนาแน่น (b) ความต้านทานต่อการดัดงอและโมดูลัสยืดหยุ่น

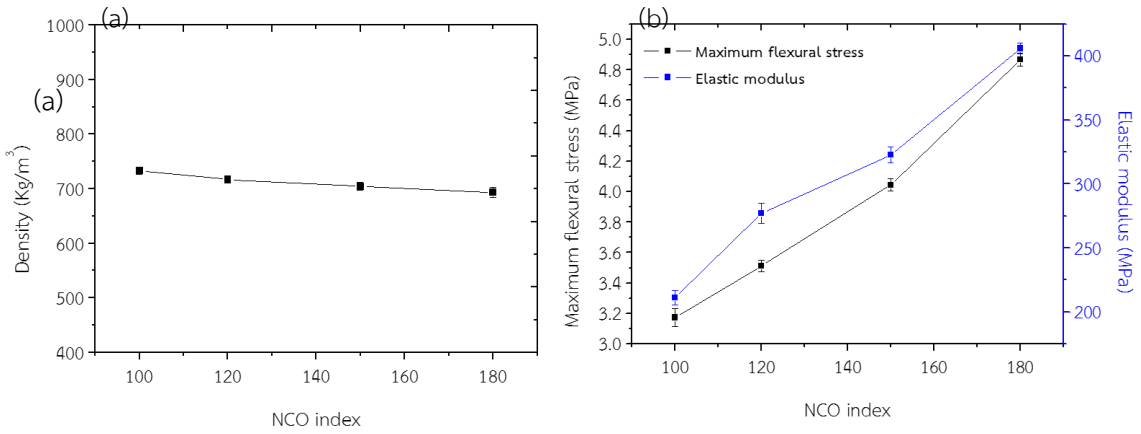
จากรูปที่ 5(a) พบว่าเมื่อปริมาณกาวพอลิยูรีเทนเพิ่มขึ้นค่าความหนาแน่นของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณกาวที่เพิ่มขึ้นช่วยเพิ่มการยึดเกาะกันของขี้เลื่อยได้มากขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น และรูปที่ 5(b) ค่าความต้านทานต่อการดัดงอและโมดูลัสยืดหยุ่นมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ตามปริมาณกาวพอลิยูรีเทนที่เพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณกาวพอลิยูรีเทนร้อยละ 15, 25, 35, 45 และ 60 มีค่าความต้านทานต่อการดัดงอ 1.39, 1.41, 2.10, 2.94 และ 3.35 MPa ตามลำดับ สอดคล้องกับค่า

โมดูลัสยืดหยุ่นมีค่า 193, 257, 293, 403, และ 540 MPa ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากพันธะยูรีเทน (-NH-CO-O-) ในกาวที่เตรียมขึ้นสามารถเกิดพันธะเชื่อมโยงกับหมู่ไฮดรอกซิลบนโครงสร้างเซลลูโลสและลิกนินของขี้เลื่อยไม้ยางพารา ซึ่งนั้นส่งผลให้แผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ได้มีความแข็งแรงที่เพิ่มมากขึ้น (Shen, *et al*., 2012)



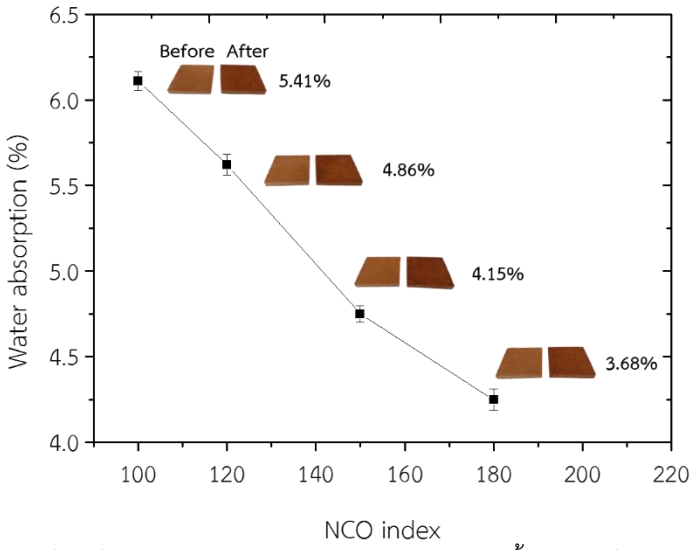
จากรูปที่ 6 พบว่าเมื่อปริมาณกาวพอลิยูรีเทนเพิ่มขึ้นค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารามีแนวโน้มลดลงจากค่าสูงสุดที่ร้อยละ14 ลงมาเหลือร้อยละ 4 เป็นมาจากการเพิ่มปริมาณกาวพอลิยูรีเทนช่วยให้เกิดการยึดติดที่ดีระหว่างขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นผลทำให้ช่องว่างภายในของแผ่นไม้อัดลดลง ส่งผลการดูดซับน้ำลดต่ำลง สอดคล้องกับค่าความหนาแน่นของของแผ่นไม้อัดที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณกาวพอลิยูรีเทนที่เพิ่มมากขึ้น

รูปที่ 6 ผลของปริมาณกาวพอลิยูรีเทนต่อการดูดซึมน้ำของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา



รูปที่ 7 ผลของระดับดัชนีไอโซไซยาเนตของกาวพอลิยูรีเทนต่อสมบัติของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา (a) ความหนาแน่น (b) ความต้านทานต่อการดัดงอและโมดูลัสยืดหยุ่น

ผลการศึกษาระดับดัชนีไอโซไซยาเนตของกาวพอลิยูรีเทน 100, 120, 150 และ 180 ที่ปริมาณกาวพอลิยูรีเทนร้อยละ 45 ของปริมาณขี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่าค่าความหนาแน่นของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารามีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 7(a) ทั้งอาจเนื่องมาจากควบคุมน้ำหนักรวมของกาวพอลิยูรีเทนและปริมาณขี้เลื่อยไม้ยางพาราให้คงที่จึงไม่ส่งผลให้ความหนาแน่นของแผ่นไม้อัดเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญและรูปที่ 7(b) ที่ระดับดัชนีไอโซไซยาเนตของกาวพอลิยูรีเทน 100, 120, 150 และ 180 มีค่าความต้านทานต่อการดัดงอ 3.17, 3.51, 4.04, และ 4.86 MPa ตามลำดับ และให้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น 211, 277, 323 และ 406 MPa ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการมีปริมาณไอโซไซยาเนตอิสระ (Free isocyanates) ที่มากขึ้น โดยไอโซไซยาเนตอิสระดังกล่าวสามารถเกิดปฏิกิริยากับหมู่ที่มีความว่องไวบนพื้นผิวของขี้เลื่อย (Cui, *et al*., 2017) และความแข็งแรงของกาวพอลิยูริเทนที่เพิ่มขึ้นจากการเกิดพันธะพันธะไฮโดรเจนที่เพิ่มขึ้นจากพันธะยูรีเทนและพันธะยูเรียเป็นส่วนที่แข็ง (hard segment) ของกาวพอลิยูรีเทน ส่งผลทำให้แผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารามีความแข็งแรงที่เพิ่มมากขึ้น ความแข็งแรงของกาวที่เพิ่มขึ้นจากปริมาณไอโซไซยาเนตอิสระเพิ่มขึ้นช่วยให้การยึดติดระหว่างขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพิ่มสูงขึ้น ยังส่งให้การดูดซึมน้ำของแผ่นไม้อัดลดลงตามปริมาณไอโซไซยาเนตอิสระเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ผลของระดับดัชนีไอโซไซยาเนตของกาวพอลิยูรีเทนต่อการดูดซึมน้ำของแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

6. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้สามารถเตรียมพอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วผ่านปฏิกิริยาอิพอกซิเดชันและไฮดรอกซิเลชันในแบบขั้นตอนเดียว มีค่าไฮดรอกซิลสูงสุดที่ปริมาณ 180 mgKOH/g โดยใช้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 8 ชั่วโมง พอลิออลจากน้ำมันปาล์มใช้สามารถนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมกาวพอลิยูรีเทนเพื่อใช้เป็นตัวประสานในการเตรียมแผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา ปริมาณกาวพอลิยูรีเทนที่เหมาะสมที่ให้แผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารามีรูปร่างสมบูรณ์ไม่เกิดการหลุดร่อนที่ปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 45 – 60 โดยน้ำหนักของปริมาณขี้เลื่อยไม้ยางพารา การเพิ่มปริมาณกาวพอลิยูรีเทนและระดับดัชนีไอโซไซยาเนต จะช่วยเพิ่มสมบัติการยึดติดระหว่างขี้เลื่อยไม้ยางพาราได้เพิ่มสูง ให้สมบัติด้านความต้านทานต่อการดัดงอและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นมีค่าเพิ่มสูงขึ้นและค่าการดูดซับน้ำลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทุนอุดหนุนการศึกษาเป็นผู้ช่วยวิจัย ปีการศึกษา 2561 สัญญาเลขที่ 1-2561-02-014 และทุนงบประมาณแผ่นดิน (แผนบูรณาการวิจัยและนวัตกรรม) ปี 2562 รหัสโครงการ SAT620137S

เอกสารอ้างอิง

1. Arts, J. H. E., Rennen, M. A. J., De Heer, C.(2006). Inhaled formaldehyde: Evaluation of sensory irritation in relation to carcinogenicity. RegulatoryToxicology andPharmacology.44 (2), 144-160.

2. Badri, K. H., Mat Amin, K. A., Othman, Z., Manaf, H. A., Khalid, N. K. (2006). Effect of filler-to-matrix blending ratio on the mechanical strength of palm-based biocomposite boards. **Polymer International**. 55 (2), 190-195.
3. Cui, S., Luo, X., Li, Y. (2017). Synthesis and properties of polyurethane wood adhesives derived from crude glycerol-based polyols. **International Journal of Adhesion and Adhesives**. 79, 67-72.
4. Gupta, M., Monika, C., Khatoon, N., Singh, B. (2010). Composite boards from isocyanate bonded pine needles. **Journal of Applied Polymer Science**. 118 (6), 3477-3489.
5. Hermawan, A., Ohuchi, T., Fujimoto, N. (2011). Manufacture of three-layer wood–porcelain stone composite board reinforced with bamboo fiber. **Materials & Design**. 32 (4), 2485-2489.
6. Kamel, S., Adel, A. M., El-Sakhawy, M., Nagieb, Z. A. (2008). Mechanical properties and water absorption of low-density polyethylene/sawdust composites. **Journal of Applied Polymer Science**. 107 (2), 1337-1342.
7. Malik, M., Kaur, R. (2018). Mechanical and Thermal Properties of Castor Oil–Based Polyurethane Adhesive: Effect of TiO_2 Filler. **Advances in Polymer Technology**. 37 (1), 24-30.
8. Nuñez, A. J., Aranguren, M. I., Berglund, L. A. (2006). Toughening of wood particle composites-Effects of sisal fibers. **Journal of Applied Polymer Science**. 101 (3), 1982-1987.
9. Riyapan, Duangporn., Saetung, Anuwat., and Saetung, Nitinart. (2019). A Novel Rigid PU Foam Based on Modified Used Palm Oil as Sound Absorbing Material. **Journal of Polymers and the Environment**. 27, 1693-1708.
10. Suoware, T. O., Edelugo, S. O., Ezema, I. C. (2019). Impact of hybrid flame retardant on the flammability and thermomechanical properties of wood sawdust polymer composite panel. **Fire and Materials**. 43 (4), 335-343.
11. Shen, T., Lu, M., Liang, L., Zhou, D. (2012). Mechanical and thermal properties of eucalyptus fiber composites bonding by blocked polyurethane adhesive. **Journal of Applied Polymer Science.** 125 (2), 984-991.

การใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพด

The use of sucralose as a sweetener in waffles supplemented with corn cobs powder

ยงยุทธ์ ลีสง่า[2], กมลวรรณ รองเดช[2], มาลีณา ยีดำ[2] และ สุรีย์พร กังสนันท์[1]

Yongyut Leesanga[2], Kamonwan Rongdech[2], Maleena Yeedum[2] and Sureeporn kangsanant[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพด ศึกษาต้นทุนการผลิตวาฟเฟิลเสิมผงซังข้าวโพด และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพด โดยศึกษาการใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลระดับร้อยละ 25 50 75 และ100 เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความหวานของน้ำตาลทราย ผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมซังข้าวโพดที่มีการใช้ซูคราโลสที่ระดับร้อยละ 100 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมซังข้าวโพดที่ใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 11.44 บาทต่อชิ้น ผู้บริโภคทั่วไปในอำเภอเมืองสงขลา จำนวน 150 คนให้การยอมรับผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลร้อยละ 96 โดยมีเหตุผลการยอมรับเพราะรสชาติแปลกใหม่ และหากมีผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมซังข้าวโพดและใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล วางจำหน่ายในท้องตลาดผู้บริโภคร้อยละ 87 มีความยินดีที่จะซื้อผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ: วาฟเฟิล ผงซังข้าวโพด ซูคราโลส

Abstract

This research aimed to study the amount of sucralose as a sweetener in waffles with corncob supplement product, cost of production and consumer's acceptability test. Sucralose was study at 25%, 50%, 75% and 100% of sugar sweetness level. Waffles with corncob supplement using 100% sucralose showed none statistically significant different ($p \geq 0.05$) on apparent, color, flavor and taste compared to other sucralose levels. The production cost of waffles with corncob supplement and 100% sucralose is 11.44 baht per piece. Ninety-six percent of consumers (n=150) participated in this study accepted waffles with corncob powder supplement and 100% sucralose caused exotic flavor. The consumers were willing to buy corncob waffle with 100% sucralose if available in market for 87%.

Keywords: waffles, corn cobs powder, sucralose.

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: kangsanant.s@gmail.com

บทนำ

วาฟเฟิล (waffle) เป็นขนมลายตาราง คำว่าวาฟเฟิลเดิมทีมาจากภาษาดัตช์ ว่า wafel ซึ่งอ่านออกเสียงเหมือนคำว่า waffle ในปัจจุบัน เดิมวาฟเฟิลจะมีลักษณะคล้ายเค้กแต่แบนกว่า ส่วนผสมหลัก ได้แก่ แป้งสาลี น้ำตาล ไข่และนม จากนั้นนำส่วนผสมมาราดบนแผ่นเหล็กแบน ๆ ที่ร้อน แต่บางแหล่งก็กล่าวว่าเกิดขึ้นโดยผู้อพยพชาวฮอลแลนด์กลุ่มหนึ่งที่กำลังแล่นเรือไปแสวงโชคในอเมริกา เมื่อประมาณปี ค.ศ 1620 และเป็นผู้ที่ทำให้วอฟเฟิลเป็นที่รู้จักกันในเวลาต่อมาจนปัจจุบัน (เดอะวอฟเฟิล, 2562) ในปัจจุบันนี้ การดำเนินชีวิตที่เร่งรีบจนไม่ค่อยมีเวลาในการให้ความสำคัญด้านการรับประทานอาหารมากนัก จึงทำให้ผู้บริโภคหันมาสนใจอาหารว่างกลุ่มเบเกอรี่มากขึ้น แต่อาหารว่างในกลุ่มเบเกอรี่นั้นเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง แต่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ อาหารว่างกลุ่มเบเกอรี่หนึ่งในนั้นคือ วาฟเฟิล วาฟเฟิลเป็นขนมที่สามารถหาซื้อได้ตามห้างสรรพสินค้าหรือตลาดสดและยังประทานได้ง่ายอีกด้วย และอาหารว่างกลุ่มเบเกอรี่มีน้ำตาลทรายเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ประโยชน์ของน้ำตาลนั้น ส่วนมากใช้เป็นสารในการปรุงแต่งรสชาติของอาหาร น้ำตาลให้ความหวาน ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่น้ำตาลก็ยังมีโทษโดยความหวานของน้ำตาล หากเกิดการสะสมในร่างกายมากเกินไป จะทำให้น้ำตาลสะสมในเลือด ส่งผลต่อโรคต่างๆ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ระบบการย่อยอาหารไม่ดี ดังนั้นจึงได้มีการใช้ซูคราโลสมาทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพด โดยซูคราโลสมีความหวานเป็น 600 เท่าของน้ำตาล (กัณฑ์พนท์ จุฑาพชราภรณ์, 2558) ซูโครสคราโลสมีลักษณะเป็นผลึกแข็งสีขาวร่วน ละลายน้ำได้ดี ไม่มีรสขม ทนความร้อนในกระบวนการทำอาหารได้ ไม่มีผลต่อระดับของอินซูลินและระดับน้ำตาล ไม่มีผลข้างเคียง ไม่มีพิษสะสมในร่างกาย ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง ไม่มีผลต่อยีน ไม่มีผลต่อทารกในครรภ์ หรือหญิงให้นมบุตร ไม่มีผลต่อระดับอินซูลินและระดับน้ำตาล จากประโยชน์ของซูคราโลสที่ได้กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาการนำซูคลาโลสมาใช้เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่รักษ์สุขภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณซูคราโลสที่เหมาะสมต่อในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิล

1.1 วิธีเตรียมผงซังข้าวโพด

นำซังข้าวโพดหวานมาต้มในน้ำเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำซังข้าวโพดที่ผ่านการต้มมาปั่นกับน้ำเป็นเวลา 2 นาที ด้วยเครื่องปั่นอาหาร จากนั้นกรองแยกส่วนกากเพื่อนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิที่ 55 องศาเป็นเวลา 18 ชั่วโมง นำซังข้าวโพดที่ผ่านการอบแห้งมาปั่นละเอียดด้วนเครื่องปั่นอาหารแบบแห้งและร่อนผ่านตระแกรงขนาด 60 เมซ เก็บรักษาผงซังข้าวโพดในภาชนะที่แห้งและปิดสนิท

1.2 วิธีการเตรียมวาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพด

วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมวาฟเฟิล ได้แก่ แป้งสาลีอเนกประสงค์ เกลือ ผงฟู ไข่ไก่ เนยสดรสจืด ผงซังข้าวโพด น้ำเปล่า ซูคราโลสผสมส่วนผสมที่เป็นของแข็งทั้งหมดเข้าด้วยกัน จากนั้นผสมส่วนผสมที่เป็นของเหลว เท

ส่วนผสมของแป้งวาฟเฟิลลงในเครื่องทำวาฟเฟิล ใช้ความร้อนระดับ 2 เป็นเวลา 4 นาที โดยใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ระดับร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความหวานของน้ำตาลทราย

1.3 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยผู้ทดสอบชิมเป็นบุคคลทั่วไปในจังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ทางด้านประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้านค่าเฉลี่ย และคัดเลือกวาฟเฟิลที่มีการใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูงที่สุดเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. ศึกษาต้นทุนของการผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส

ศึกษาต้นทุนในการผลิตวาฟเฟิลโดยใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทราย โดยคำนวณจากวิธีการของ ลักขณา ตันเจริญ (2553) ดังนี้

ต้นทุนการผลิตทั้งสิ้น = วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายการผลิต

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ต่อผลิตภัณฑ์วาฟเฟิล จำนวน 150 คน โดยการสุ่มแบบบังเอิญ ใช้แบบสอบเป็นเครื่องมือในการทดลอง ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลการบริโภค และข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ โดยประเมินคุณภาพทางด้านลักษณะ โดยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม จากนั้นนำผลการทดสอบการยอมรับ มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้านค่าเฉลี่ย

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1.ผลการศึกษาปริมาณในการทดแทนความหวานด้วยซูคราโลสในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพด



25% 50% 75% 100%

ภาพที่ 1 วาฟเฟิลที่ทดแทนความหวานด้วยซูคราโลสในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพด

การศึกษาปริมาณซูคราโลสในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมซังข้าวโพด โดยใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทราย ที่ระดับร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ร้อยละของระดับความหวานเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลทราย การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และกลิ่นรส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณซูคราโลสเพิ่มขึ้น มีผลให้ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น โดยผู้บริโภคให้การยอมรับการใช้ซูคราโลสในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลที่ระดับร้อยละ 100 ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดที่ใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทรายที่ระดับต่างๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**ปริมาณซูคราโลส (ร้อยละ)**			
	25	**50**	**75**	**100**
ลักษณะปรากฏ	6.30±0.98^{a}	6.30±1.23^{a}	6.70±1.31^{a}	6.93±1.08^{a}
สี	6.73±1.01^{a}	6.63±1.21^{a}	7.00±1.14^{a}	6.96±1.06^{a}
กลิ่น	6.83±1.20^{a}	6.76±1.27^{a}	6.70±1.05^{a}	7.06±1.01^{a}
กลิ่นรส	6.36±1.29^{a}	6.20±1.29^{a}	6.20±0.99^{a}	6.73±1.17^{a}
รสชาติ	5.33±1.68^{c}	6.06±1.41^{bc}	6.33±1.47^{ab}	6.90±1.34^{a}
เนื้อสัมผัส	4.93±1.74^{c}	5.36±1.75^{bc}	6.26±1.85^{ab}	6.36±1.88^{a}
ความชอบโดยรวม	5.83±1.48^{b}	6.33±1.34^{ab}	6.60±1.35^{a}	6.86±1.35^{a}

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาฐาน (n=30)
- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตวาฟเฟิลเสิมผงวังข้าวโพดและใช้สารความหวานทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส

ตารางที่ 2 ต้นทุนการผลิตวาฟเฟิลที่มีการเสริมผงซังข้าวโพดร้อยละ 8 และสูตรที่มีการใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานร้อยละ 100

วัตถุดิบ	ราคา(บาท)	น้ำหนัก		ต้นทุน	
		สูตรไม่ใช้ซูคราโลส	สูตรซูคราโลส	สูตรไม่ใช้ซูคราโลส	สูตรซูคราโลส
แป้งสาลีอเนกประสงค์	32บาท/กิโลกรัม	285	285	9.12	9.12
น้ำตาลทราย	22บาท/กิโลกรัม	200	-	4.4	-
เกลือ	18 บาท/330 กรัม	6.25	6.25	0.32	0.32
ผงฟู	75 บาท/ 400 กรัม	4	4	0.72	0.72
ไข่ไก่	3.2 บาท/ฟอง	170	255	12.8	19.2
เนยสดรสจืด	180บาท/กิโลกรัม	75	75	13.5	13.5
ผงซังข้าวโพด	-	22.8	22.8	-	-
ซูคราโลส	66 บาท/ 25 กรัม	-	0.34	-	0.9
น้ำเปล่า	-	-	200	-	-
รวม				40.86	43.76

ต้นทุนในการผลิตวาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดร้อยละ 8 สูตรไม่ใช้ซูคราโลส

ค่าใช่จ่ายในการการผลิต : ขั้นตอนการอบใช้เวลา 20 นาที การต้มซังข้าวโพด 30 นาที

ค่าแก๊ส 345 บาทต่อการใช้ 180 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน [(345/180) x 0.5] = 0.95 บาท/ครั้ง

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

= 40.86 + 12.5 + 0.95

= 54.89 บาท

วาฟเฟิล 1 สูตรจะได้วาฟเฟิล 5 ชิ้น

= 54.89 / 5

= 10.98 บาท/ชิ้น

ต้นทุนในการผลิตวาฟเฟิลทีมีการเสริมผงซังข้าวโพดร้อยละ 8 และใช้ซูคราโลสทดแทนน้ำตาลร้อยละ 100

ค่าใช่จ่ายในการการผลิต : ขั้นตอนการอบใช้เวลา 20 นาที

การต้มซังข้าวโพด 30 นาที

ค่าแก๊ส 345 บาทต่อการใช้ 180 ชั่วโมง คิดเป็นเงิน [(345/180) x 0.5] = 0.95 บาท/ครั้ง

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

= 43.76+ 12.5 + 0.95

= 57.79 บาท

วาฟเฟิล 1 สูตรจะได้วาฟเฟิล 5 ชิ้น

= 57.79 / 5

= 11.56 บาท/ชิ้น

จากการคำนวณต้นทุนในการผลิตวาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดร้อยละ 8 และใช้ซูคราโลสทดแทนน้ำตาลร้อยละ 100 มีต้นทุนสูงกว่าต้นทุนในการผลิตวาฟเฟิลสูตรไม่ใช้ผงซังข้าวโพดร้อยละ 6.81 เนื่องจากมีการเพิ่มปริมาณไข่ไก่ให้มีความนุ่ม แต่อย่างไรผงซังข้าวโพดยังมีใยอาหารซึ่งทำให้เมื่อรับประทานผงซังข้าวโพดทำให้อิ่มนานขึ้น และซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานที่ไม่มีพลังงานสำหรับคนที่เป็นโรคเบาหวาน

3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส

ตารางที่ 3 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส

ข้อมูล	**จำนวน (ร้อยละ)**
เพศ	
ชาย	27
หญิง	73
อายุ	
ต่ำกว่า 18 ปี	1
18-25 ปี	78
26-35 ปี	18
36-45 ปี	1
46-55 ปี	1
55 ปีขึ้นไป	1

ตารางที่ 4 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส (ต่อ)

ข้อมูล	**จำนวน (ร้อยละ)**
อาชีพ	
นักเรียน	0
นักศึกษา	78
พนักงานบริษัท	0
พนักงานประจำ/พนักงานชั่วคราว	8
ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	13
ข้าราชการ/พนักงานราชการ	0
เกษตรกร	0
พ่อบ้าน/แม่บ้าน	1
อื่นๆ	0
ระดับการศึกษา	
ประถมศึกษา	0
มัธยมศึกษา/ปวช.	9
อนุปริญญา/ปวส.	11
กำลังศึกษาปริญญาตรี/ปริญญาตรี	81
สูงกว่าปริญญาตรี	0
อื่นๆ	0
รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 5000 บาท	57
5000 – 10000 บาท	27
10,001 – 15000 บาท	13
มากกว่า 15000 บาท	3

ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 73 ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 18 – 25 ปี คิดเป็นร้อยละ 78 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอาชีพนักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 78 สำหรับข้อมูลทางการศึกษา พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 81 กำลังศึกษาปริญญาตรี/ปริญญาตรี มีรายได้อยู่ในระดับต่ำกว่า 5,000 บาท /เดือน คิดเป็นร้อยละ 57

ตารางที่ 5 ข้อมูลการบริโภคผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส

ข้อมูล	**จำนวน (ร้อยละ)**
ท่านเคยรับประทานวาฟเฟิลหรือไม่	
เคย	99
ไม่เคย	1
ท่านเคยรับประทานวาฟเฟิลชนิดใด	
วาฟเฟิลจากแป้งสาลี	68
วาฟเฟิลไอศกรีม	63
วาฟเฟิลฮ่องกง	27
อื่น ๆ	0

ตารางที่ 6 ข้อมูลการบริโภคผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส(ต่อ)

ข้อมูล	**จำนวน (ร้อยละ)**
ความถี่ในการรับประทานวาฟเฟิลต่อสัปดาห์	
1 ครั้ง/สัปดาห์	10
2 -3 ครั้ง/สัปดาห์	1
มากกว่า 2 -3 ครั้ง/สัปดาห์	1
แล้วแต่โอกาส	85
เหตุผลในการรับประทานวาฟเฟิล	
ราคาไม่แพง	33
อร่อย	55
หาซื้อได้ง่าย	41
สะดวกในการบริโภค	3
อื่น ๆ	0
โดยทั่วไปท่านรับประทานวาฟเฟิลจากแหล่ง	
ทำบริโภคเอง	39
ร้านสะดวกซื้อ	63
ห้างสรรพสินค้า	55
ตลาดสด	0
อื่น ๆ	0

ข้อมูลการรับประทานวาฟเฟิลพบว่าส่วนใหญ่ผู้บริโภคเคยรับประทานวาฟเฟิลคิดเป็นร้อยละ 99 ซึ่งวาฟเฟิลส่วนใหญ่ที่รับประทานเป็นวาฟเฟิลจากแป้งสาลี คิดเป็นร้อยละ 68 ผู้บริโภคจะรับประทานวาฟเฟิลแล้วแต่

โอกาส คิดเป็นร้อยละ 85 เหตุผลที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทาน วาฟเฟิลเพราะอร่อย คิดเป็นร้อยละ 55 ส่วนใหญ่ผู้บริโภคจะซื้อวาฟเฟิลจากร้านสะดวกซื้อ คิดเป็นร้อยละ 63

ตารางที่ 7 ข้อมูลการบริโภคผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส

ข้อมูล	**จำนวน (ร้อยละ)**
ท่านเคยรับประทานผงซังข้าวโพดหรือไม่	
เคย	7
ไม่เคย	93
รูปแบบของผงซังข้าวโพดที่เคยรับประทาน	
วาฟเฟิล	80
ขนมกรุบกรอบ	20
อื่น ๆ	0
เหตุผลในการรับประทานผงซังข้าวโพดหรือผลิตภัณฑ์จากผงซังข้าวโพด การใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้	
ความแปลกใหม่	40
ความเคย	40
อื่น ๆ	20

ตารางที่ 8 ข้อมูลการบริโภคผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส(ต่อ)

ข้อมูล	**จำนวน (ร้อยละ)**
ท่านเคยรับประทานซูคราโลสหรือไม่	
เคย	73
ไม่เคย	27
รูปแบบของซูคราโลสที่เคยรับประทาน	
เครื่องดื่ม	91
ใช้เป็นส่วนผสมในของหวาน	9
ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารคาว	0
อื่น ๆ	0
เหตุผลในการรับประทานซูคราโลสหรือผลิตภัณฑ์จากผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส	
คุณค่าทางโภชนาการ	59
อร่อย	23
ความเคยชิน	18
อื่น ๆ	0

จากข้อมูลรับประทานผงชังข้าวโพดและซูคราโลสพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่เคยรับประทานผงชังข้าวโพด คิดเป็นร้อยละ 93 ส่วนผู้บริโภคที่เคยรับประทานผงชังข้าวโพดในรูปแบบวาฟเฟิล คิดเป็นร้อยละ 80 เหตุผลที่รับประทานผงชังข้าวโพดเพราะมีความแปลกใหม่ คิดเป็นร้อยละ 40 สำหรับผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยรับประทานซูคราโลส คิดเป็นร้อยละ 73 ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะรับประทานในรูปแบบเครื่องดื่ม คิดเป็นร้อยละ 91 เหตุผลในการรับประทานซูคราโลสหรือผลิตภัณฑ์จากผงชังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลสเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการ คิดเป็นร้อยละ 59

ตารางที่ 9 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงชังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส

คุณลักษณะ	ระดับความชอบ(ร้อยละ)					คะแนนเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ชอบมาก	ชอบ	เฉยๆ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบมาก	
ลักษณะปรากฏ	27	58	14	1	1	4.10±0.68
สี	16	74	8	1	1	4.03±0.58
กลิ่น	25	53	19	2	1	4.00±0.77
กลิ่นรส	11	60	24	4	1	3.79±0.68
รสชาติ	9	59	25	6	1	3.72±0.74
เนื้อสัมผัส(ความนุ่ม/ความแน่น)	15	36	32	16	1	3.47±0.97
ความชอบโดยรวม	14	61	23	1	1	3.84±0.70

จากการทดสอบการยอมรับของรับผู้ที่บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงชังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนการยอมรับทางลักษณะปรากฏอยู่ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.10±0.68 ส่วนคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น กลิ่นรสและรสชาติอยู่ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.03±0.58, 4.00±0.77, 3.79±0.68และ3.72±0.74 ทางด้านเนื้อสัมผัส(ความนุ่ม/ความแน่น) อยู่ที่ระดับค่าเฉลี่ย 3.47±0.97 ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนการยอมรับความชอบโดยรวมอยู่ที่ระดับค่าเฉลี่ย 3.84±0.70

ตารางที่ 10 ผลการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส หรือไม่	
ยอมรับ	96
ไม่ยอมรับ	4
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้เพราะเหตุใด	
อร่อย	36
รสชาติแปลกใหม่	57
สะดวกการบริโภค	24
คุณค่าทางอาหาร	51
อื่น ๆ	0
ท่านไม่ยอมรับเพราะเหตุใด	
ไม่คุ้นเคย	33
รสชาติไม่เป็นที่ชื่นชอบ	67
ลักษณะเนื้อสัมผัสแปลกไป	0
กลิ่นรสไม่พึงประสงค์	0
อื่น ๆ	0
หากผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลสมีวางจำหน่าย (ดังตัวอย่าง) ในราคา 20 บาท (1 ชิ้น) ท่านยินดีจะซื้อหรือไม่	
ซื้อ	87
ไม่ซื้อ	0
ไม่แน่ใจ	13

ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับวาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส คิดเป็นร้อยละ 96 ส่วนใหญ่ที่ยอมรับเพราะรสชาติแปลกใหม่ คิดเป็นร้อยละ 57 สำหรับข้อมูลการซื้อ/ไม่ซื้อพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่จะซื้อวาฟเฟิลเสริมผงซังข้าวโพดและทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลสในราคา 20 บาท (1ชิ้น) คิดเป็นร้อยละ 87

สรุปผลการทดลอง

ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงที่สุดโดยวาฟเฟิลที่มีการทดแทนความหวานด้วยซูคราโลสที่ระดับร้อยละ 100 พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับการทดแทนสูงที่สุด การเสริมแป้งสาลีด้วยผงซังข้าวโพดร้อยละ 8 และการทดแทนความหวานด้วยซูคราโลสร้อยละ 100 ในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิล มีต้นทุนการผลิต 11.56 บาท/ชิ้นเมื่อนำผลิตภัณฑ์

วาฟเฟิลเสริมผงชังข้าวโพดและใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลด้วยซูคราโลส มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน ผู้บริโภคให้การยอมรับวาฟเฟิลอยู่ที่ระดับความชอบ ปานกลาง โดยที่ผู้บริโภคยินดีซื้อผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลเสริมผงชังข้าวโพดและใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลด้วย ซูคราโลส ร้อยละ 86.67

เอกสารอ้างอิง

กัณฑ์พนท์ จุฑาพชราภรณ์. (2558). "**เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ ซูคราโลส (Sucralose) สารทดแทนความหวาน**" (Online). www.healthymax.co.th, 1 พฤศจิกายน 2562.

เดอะวาฟเฟิล. (2562). "**เจาะประวัติศาสตร์ ต้นกำเนิด ขนมวาฟเฟิล**" (Online). https://bit.ly/2Ehi03E, 1 พฤศจิกายน 2562.

วรารัตน์ สานนท์, ทัศนีย์ ลิ่มสุวรรณ และ ลี่ลี อิงศรีสว่าง. (2552). **การพัฒนาขนมหมอแกงไขลดพลังงานและปรับปรุงสัดสวนกรดไขมันดวยซูคราโลส และกะทิธัญพืช.** ภาควิชากรรมสาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิญญา เจริญกูล. (2558). "ผลของการใช้ซูคราโลสร่วมกับโพลีเดกซ์โทรสทดแทนน้ำตาลต่อคุณภาพของมัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอก"**. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร.** 46(3)(พิเศษ), 297-300.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา

Factors Related to Mental Health Status of the Older Residents Living in the Social Welfare Institution of Yala Povince

มุสตูรา ยะโกะ[1*], พิศมัย หอมจำปา[2], นูรีย๊ะ ล่าเตะเกะ[3], ฮูดา แวหะยี[4], โรซวรรณา เซฟโฆลาม[5]
Mustura Yacob[1*], Pissamai Homjampa[2], Nuriya Latekeh[3], Hooda Waehayi[4], Roswanna Safkolam[5]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะสุขภาพจิต และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 32 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota Sampling) เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์ ครอบคลุมข้อมูลส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพ และข้อมูลสุขภาพจิตตามแบบประเมินสุขภาพจิตผู้สูงอายุ ฉบับสั้น (T-GMHA-15) และเครื่องมือวัดสัดส่วนของร่างกาย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ไคสแควร์ ผลการวิจัย พบว่า ผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ (เพศหญิง ร้อยละ 50.0, อายุเฉลี่ย(SD) = 74.5(7.4) ปี, จบการศึกษาระดับประถมศึกษาและต่ำกว่า ร้อยละ 65.6, มีภูมิลำเนาอยู่ที่ภาคใต้ ร้อยละ 62.5, มีโรคประจำตัวร้อยละ 68.8) มีภาวะสุขภาพจิต อยู่ในระดับปกติ (ค่าเฉลี่ย(SD = 48.7(5.6)) โดยพบระดับสุขภาพจิตเมื่อเปรียบเทียบกับคนทั่วไปทั้งในระดับสูงกว่า เท่ากับคนทั่วไป และต่ำกว่า คิดเป็นร้อยละ 53.1, 34.4, และ 12.5 ตามลำดับ ผู้สูงอายุกลุ่มนี้มีคะแนนสุขภาพจิตอยู่ในระดับมากที่สุดในเรื่องรู้สึกภูมิใจในตนเอง (ร้อยละ 75.0) แต่ยังมีผู้สูงอายุที่มีความรู้สึกทางด้านลบ ในเรื่องการมีความรู้สึกกังวลใจมากที่สุด (ร้อยละ 15.6) การศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างระดับสุขภาพจิตกับปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยด้านภาวะสุขภาพ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการดำเนินการแก้ไขปัญหาสุขภาพจิตควรเน้นในกลุ่มผู้สูงอายุเพศชาย ผู้สูงอายุในกลุ่มอายุ 70-79 ปี เนื่องจากมีสัดส่วนของผู้มีสุขภาพจิตอยู่ในระดับปกติและต่ำกว่าคนปกติมากกว่ากลุ่มอื่นๆ โดยควรเน้นเรื่อง การจัดการความเครียด การสนับสนุนทางสังคมของผู้สูงอายุด้วยกันเอง และผู้สูงอายุกลุ่มนี้ควรจะได้รับการสร้างเสริมภาวะโภชนาการเป็นการเร่งด่วน

คำสำคัญ: ภาวะสุขภาพจิต ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิต ผู้สูงอายุ สถานสงเคราะห์คนชรา
institution for older residents.

[1,3,4]อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาการธุรกิจสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
[5]อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[*]E-mail: mustura.y@yru.ac.th, darunee_9@hotmail.com

Abstract

This study examines mental health status and factors related to mental health status of the older residents aged ≥60 year. Participants comprised 32 older residents who were drawn using quota sampling. Data collection used interview guide to collect data on personal information, health status and mental health status using the 15-Item Thai Geriatric Depression Scale (T-GMHA-15), as well as anthropometric measurement tools. Data analysis used descriptive statistics, i.e., frequency, percentage, mean and standard deviation. Test of the difference among factors related to mental health status used Chi-square test. Findings indicated the participating older residents (women = 50.0%, mean age(SD) = 74.5(7.4) y, having primary education and lower = 65.6%, having a home of origin in the South Region = 62.5%, having chronic illness = 68.8%) had normal mental status (mean(SD) = 48.7(5.6)). Their mental health statuses were better than, similar likely to, and lower than general population, 53.1%, 34.4%, and 12.5%, respectively from high to low. Their perceived the highest level in being proud of oneself (75.0%). However, some of them reflected negativity in having worrisome at the highest level (15.6%). Our study did not find differences of mental health condition to factors of demographic characteristic and health status. Results have some implications in that solutions to enhance mental health status of the older residents in the social welfare institution should be targeted to men, 70-79 y group. Importantly, findings from this research study also indicate the need to find urgent solution to promote stress management and nutrition status promotion among this population group.

Keywords: Mental health status, Factors related to mental health status, Older adults, Social welfare

บทนำ

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยมีอายุยืนยาวขึ้น เนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางการแพทย์และสาธารณสุขเป็นผลทำให้จำนวนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นจากในปี พ.ศ. 2503 จนถึงปัจจุบัน และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นต่อไปในอนาคต ข้อมูลการคาดประมาณประชากรไทยของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า พ.ศ.2503 มีประชากรสูงอายุ 1.5 ล้านคนของประชากรทั้งหมด ต่อมาในระยะ 50 ปี คือ ปี พ.ศ. 2552 ประชากรสูงอายุเพิ่มขึ้นเป็น 7.6 ล้านคน (วิไลวรรณ ทองเจริญ, 2558) ปี พ.ศ. 2557 ประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปในประเทศไทยมีประมาณ 10.0 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 15.3 ของประชากรทั้งหมด (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม, 2557) บ่งชี้ว่าประเทศไทยก้าวเข้าสู่ "สังคม

ผู้สูงอายุ” (Ageing society) อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีประชากรสูงอายุมากกว่าร้อยละ 10.0 ของประชากรทั้งหมด ถึงแม้ว่าการแพทย์และสาธารณสุขจะมีความก้าวหน้ามากขึ้น แต่การเข้าสู่วัยสูงอายุมักมาพร้อมกับภาวะสุขภาพและการทำหน้าที่ของร่างกายเสื่อมถอยลงไปตามอายุขัย ดังนั้น จึงมีประชากรสูงอายุจำนวนมากที่ต้องใช้ชีวิตอยู่กับร่างกายที่มีความเสื่อมถอยไปตามวัย ส่งผลทำให้การปฏิบัติภารกิจในชีวิตประจำวันทำได้น้อยลงหรือช้าลง ภาวะความเจ็บป่วยต่างๆ เข้ามาแทนที่ (ทัศนี ญาณะ, 2557) ซึ่งส่งผลต่อด้านจิตใจ อารมณ์ และสังคมตามมา เมื่อภาวะสุขภาพเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อมถอยลง อาจทำให้ผู้สูงอายุเกิดโรคต่างๆ เช่น ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน ถ้าไม่ได้รับการดูแลรักษาร่างกายให้เหมาะสมกับภาวะของโรค อาจเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านภาวะสุขภาพจิต อารมณ์ หากบุคคลใดมีจิตใจดี อารมณ์ดี สุขุม บุคคลนั้นจะหน้าตาสดชื่น แจ่มใส ดูอ่อนกว่าวัย ตรงกันข้ามกับบุคคลที่มีอารมณ์ไม่คงที่ ซึ่งจะมีความเครียดสูง ผู้ที่อารมณ์เครียดอยู่เสมอจะทำให้เกิดโรคหรือป่วยรุนแรงได้ (พรรณธร เจริญกุล, 2555) ซึ่งแต่ละช่วงวัยของผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของร่างกาย พฤติกรรม เจตคติต่อสังคม การเปลี่ยนแปลงตามวัยนี้เป็นกลไกธรรมชาติ เมื่ออายุมากขึ้น ร่างกายที่ใช้มานาน ย่อมเสื่อมถอยเป็นธรรมดา หากผู้สูงอายุยอมรับความจริงตามธรรมชาตินี้ ความมีอายุจะไม่ใช่ปัญหา องค์การอนามัยโลกได้กล่าวไว้ว่า (Word Health Organization, 2562) ผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่า 20% ต้องทนทุกข์ทรมานจากความผิดปกติทางจิตหรือระบบประสาท ความผิดปกติทางจิตและระบบประสาทที่พบมากที่สุดในกลุ่มอายุนี้คือภาวะสมองเสื่อมและภาวะซึมเศร้า ซึ่งพบประมาณ 5% - 7% ของประชากรสูงอายุของโลก ภาวะซึมเศร้าและความวิตกกังวลเป็นโรคทางจิตเวชที่พบมากที่สุดในช่วงปลายของชีวิต การเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุหมายถึงการเพิ่มขึ้นของโรคที่เกี่ยวข้องกับอายุโดยตรง เช่น ภาวะสมองเสื่อมและภาวะสุขภาพจิตที่ไม่ดีเช่น ภาวะซึมเศร้า ความวิตกกังวล การฆ่าตัวตาย ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ (Parkar, 2015)

ประเทศไทยมีการจัดสวัสดิการรองรับผู้สูงอายุที่อยู่ในภาวะยากลำบาก ขาดผู้อุปการะดูแล มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2496 ในปัจจุบันมีสถานสงเคราะห์คนชราของรัฐ จำนวนทั้งสิ้น 25 แห่ง มีผู้สูงอายุในความดูแลเกือบสี่พันคน โดยคิดเป็นประมาณร้อยละ 1.0 ของจำนวนประชากรสูงอายุ ที่มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่าผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์มีภาวะเครียดจากการปรับตัวเข้าให้กับสังคมและสิ่งแวดล้อมในบริบทการดูแลของสถาบัน ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมที่เคยอาศัยอยู่กับครอบครัวในบริบทของชุมชน และเป็นกลุ่มที่มีแนวโน้มในการเกิดปัญหาสุขภาพจิตได้มากกว่าผู้สูงอายุที่ยังอาศัยอยู่กับครอบครัว จากการศึกษา ปัจจัยทำนายภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุ 2 แห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 192 คน (Tosangwarn, Clissett & Blake, 2018) พบว่าผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์มีปัญหาสุขภาพจิต ได้แก่ ภาวะซึมเศร้าร้อยละ 41.5% ซึ่งสูงมากกว่าการศึกษาในผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ในบริบทสังคมวัฒนธรรมของประเทศทางตะวันตก และพบว่าปัจจัยทำนายภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุกลุ่มนี้ คือ ความรู้สึกเป็นมลทินภายในจิตใจที่มาอยู่อาศัยในบ้านพักคนชรา การเคารพตนเอง และการได้รับแรงสนับสนุนทางสังคม จากการศึกษาเชิงคุณภาพเกี่ยวกับประสบการณ์ความสุขและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ

ความสุขของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชราในเขต ภาคใต้ (นูรซาฮีดา เจ๊ะมามะ, 2559) ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพแบบปรากฏการณ์วิทยาแบบเฮอร์มินิวติก ครอบคลุมผู้สูงอายุผู้ให้ข้อมูล จำนวน 10 คน เป็นผู้หญิงและผู้ชายจำนวนเท่ากัน ครอบคลุมเพศ มีอายุระหว่าง 60-81 ปี นับถือศาสนาพุทธ 8 คน และนับถือศาสนาอิสลาม 2 คน พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อประสบการณ์ความสุขของผู้สูงอายุกลุ่มนี้ คือ 1) การมีกิจกรรมให้เข้าร่วม 2) การมีสิ่งแวดล้อมที่ดี 3) การได้รับ การตอบสนองด้านปัจจัยพื้นฐาน 4) การมีภาพลักษณ์ต่อตนเองดี/ภูมิใจในตนเอง และเป็นที่ยอมรับ ของสังคม 5) การมีเพื่อน และ 6) การมีความสัมพันธ์ที่มีความหมาย

จากสถานการณ์ดังกล่าว ทำให้ประเทศไทยมีการเตรียมการเพื่อรองรับการดูแลประชากรสูงอายุที่เพิ่มมากขึ้น โดยมีการจัดทำแผนระยะยาวสำหรับผู้สูงอายุแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 จะเป็นแนวทางให้หน่วยงานรับผิดชอบดำเนินงานด้านผู้สูงอายุ ได้นำไปสู่การปฏิบัติ เพื่อพัฒนาให้ผู้สูงอายุไทยมีคุณภาพชีวิตที่ดีมากยิ่งขึ้น (กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่งคงของมนุษย์, 2553) ซึ่งศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุหลายแห่งได้ดำเนินการการให้บริการสวัสดิการสังคมแก่ผู้สูงอายุ โดยกิจกรรมประกอบด้วย การส่งเสริมการจัดกิจกรรมทางสังคมผู้สูงอายุ การให้บริการในศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุ และการให้บริการในศูนย์บริการผู้สูงอายุ รวมทั้งการเสริมสร้างโอกาสใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้สูงอายุ เพื่อทำประโยชน์และสร้างรายได้ (สำนักบริการสวัสดิการสังคม, 2558) กิจกรรมเหล่านี้ทำให้ผู้สูงอายุได้ใช้เวลาให้เป็นประโยชน์ ส่งผลให้สุขภาพจิตดีขึ้นและเป็นการสร้างคุณค่าในตนเอง ซึ่งปัญหาสุขภาพจิตเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญ ดังนั้นการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา จึงมีความสำคัญสำหรับการสร้างเสริมให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา

คำถามการวิจัย

1. ภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชราอยู่ในระดับใด
2. ปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะสุขภาพจิต และเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่

ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มมตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่อาศัยในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา จำนวน 70 คน

กลุ่มตัวอย่าง การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควต้า (Quota sampling) จำนวน 32 คน ผู้หญิง 16 คน และผู้ชาย 16 คน ตามคุณสมบัติ ดังนี้

1. อายุ 60 ปีขึ้นไป
2. สามารถสื่อสารและเข้าใจภาษาไทยดี
3. มีความสมัครใจและยินดีให้ความร่วมมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

เครื่องมือที่ 1 แบบสัมภาษณ์ แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1.1 ข้อมูลส่วนบุคคล เป็นข้อคำถามข้อมูลทั่วไปของบุคคลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ศาสนา สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา รายได้ และภูมิลำเนาเดิม

1.2 ข้อมูลภาวะสุขภาพ เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลสุขภาพของบุคคล ได้แก่ การมีโรคประจำตัว การได้รับการตรวจร่างกายประจำปี

1.3 แบบประเมินสุขภาพจิตผู้สูงอายุ ฉบับสั้น (Thai Geriatric Mental Health Assessment Tool หรือ T-GMHA-15) ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข มีองค์ประกอบในการประเมิน 15 ข้อ แต่ละข้อให้เลือกตอบ โดยมีคำตอบเป็นมาตรวัดแบบประมาณค่า 4 ระดับ คือ 1 = ไม่เลย 2 = เล็กน้อย 3 = มาก และ 4 = มากที่สุด โดยมีคะแนนรวมอยู่ในช่วง 15-60 คะแนนโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามเกณฑ์ที่กรมสุขภาพจิตกำหนด ดังนี้

50-60	คะแนน	หมายถึง สุขภาพจิตสูงกว่าคนทั่วไป
43-49	คะแนน	หมายถึง สุขภาพจิตเท่ากับคนทั่วไป
42	คะแนน หรือน้อยกว่า	หมายถึง สุขภาพจิตต่ำกว่าคนทั่วไป

เครื่องมือที่ 2 เครื่องมือประเมินภาวะสุขภาพจากองค์ประกอบทางร่างกาย ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index : BMI) ประกอบด้วย

2.1 เครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐานในระบบดิจิทัลโดยใชเสกลเป็นกิโลกรัม

2.2 เครื่องวัดส่วนสูง เป็นเครื่องวัดส่วนสูงมาตรฐานโดยใช้เสกลเป็นเซ็นติเมตร

สำหรับค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index : BMI) มีวิธีการคำนวณและแปลผลค่าดัชนีมวลกายจากข้อมูลน้ำหนัก และส่วนสูง ดังนี้

สูตรคำนวณ ดัชนีมวลกาย = น้ำหนัก (กิโลกรัม)/ ส่วนสูง (เมตร)^2

น้อยกว่า 18.5 กิโลกรัม/ตารางเมตร	หมายถึง น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์
18.5 - 22.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร	หมายถึง ปกติ
23.0 - 24.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร	หมายถึง ท้วม หรือน้ำหนักเกิน
25.0 – 29.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร	หมายถึง อ้วน
มากกว่า 30 กิโลกรัม/ตารางเมตร	หมายถึง อ้วนแบบรุนแรง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ใช้ค่าไคสแควร์ (Chi-Square Test) ทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับภาวะสุขภาพจิต และภาวะสุขภาพกับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้จัดประชุมชี้แจงวัตถุประสงค์ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการวิจัยและประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัย รวมทั้งแจ้งถึงการดำเนินการวิจัยจะเป็นไปตามความสมัครใจของกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวม ไม่ระบุถึงชื่อของผู้สูงอายุที่ให้ข้อมูล ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมวิจัยสามารถยุติการเข้าร่วมวิจัย ณ จุดเวลาใดก็ได้โดยจะไม่ก่อให้เกิดผลเสียใดๆ ต่อผู้เข้าร่วม ซึ่งผู้วิจัยได้แจ้งด้วยวาจาต่อผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนการดำเนินการวิจัย และจะมีการปกปิดข้อมูลที่ได้รับไว้เป็นความลับใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาแบ่งนำเสนอเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา ภาวะสุขภาพและสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์บ้านพักคนชรา จังหวัดยะลา และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ จังหวัดยะลา มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ครอบคลุมผู้สูงอายุที่มีอายุ 60-90 ปี มีอายุเฉลี่ย(SD) *74.5(7.4)* ปี โดยมีอายุระหว่าง 70-79 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.6 รองลงมา คือ ช่วงอายุระหว่าง 60-69 คิดเป็นร้อยละ 31.3 และช่วงอายุระหว่าง 80-89 คิดเป็นร้อยละ 28.1 ตามลำดับ โดยครึ่งหนึ่งของผู้สูงอายุที่ศึกษาเป็นผู้สูงอายุเพศหญิง คิดเป็นร้อย

ละ 50.0 ผู้สูงอายุนับถือศาสนาพุทธมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 90.6 ศาสนาอิสลาม คิดเป็นร้อยละ 6.3 และศาสนาคริสต์ คิดเป็นร้อยละ 3.1 ผู้สูงอายุมีสถานภาพหม้าย มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.1 มีการศึกษาระดับประถมศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.5 รองลงมาระดับมัธยมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 31.3 และมีผู้สูงอายุที่ระบุว่าไม่ได้เรียนหนังสือมีจำนวนมากถึงร้อยละ 28.1 ผู้สูงอายุเกือบทั้งหมดระบุว่าตนเองไม่มีรายได้ คิดเป็นร้อยละ 90.6 สำหรับภูมิลำเนาเดิม พบว่าเป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 62.5 นอกนั้นเป็นผู้สูงอายุที่มีภูมิลำเนาเดิมอยู่ในภูมิภาคอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 37.5 ซึ่งแตกต่างจาก การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ (เกสร มุ้ยจีน, 2558) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้สูงอายุเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเป็นเพศหญิงร้อยละ 71.2 และเพศชายร้อยละ 28.2 อายุ อยู่ในช่วง 60-69 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 64.0 รองลงมาเป็นช่วงอายุ 70-79 ปี และ ช่วงอายุ 80-89 ปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 21.5 และ 14.5 ตามลำดับ สถานภาพสมรส พบกลุ่มตัวอย่างมีสถานภาพสมรสที่เป็นคู่สูงสุด อันดับรองลงมาคือ สถานภาพโสด หม้ายและหย่าร้างตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 28.2, 32.5, 25.5 และ 13.7 ส่วนระดับการศึกษาเรียงลำดับจากจำนวนร้อยละสูงสุดไปต่ำสุดของกลุ่มตัวอย่างได้เป็นระดับประถมศึกษา ระดับต่ำกว่าประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. และปริญญาตรี โดยคิดเป็นร้อยละ 71.2, 11.2, 8.0, 5.2 และ 3.7 ตามลำดับ รายได้ส่วนใหญ่ผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างไม่มีรายได้เป็นของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 33.0 และมีรายได้เป็นของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 67.0 ดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	16	50.0
หญิง	16	50.0
2. อายุ (ปี) *ค่าเฉลี่ย(SD) = 74.5(7.4) ค่าต่ำสุด = 62.0 ปี ค่าสูงสุด = 87.0 ปี*		
60-69	10	31.3
70-79	13	40.6
80-89	9	28.1
3. ศาสนา		
พุทธ	29	90.6
คริสต์	1	3.1
อิสลาม	2	6.3

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
4. สถานภาพการสมรส		
โสด	6	18.8
สมรส	6	18.8
หม้าย	9	28.1
หย่า	5	15.6
แยกกันอยู่	6	18.8
5. ระดับการศึกษา		
ไม่ได้เรียน	9	28.1
ประถมศึกษา	12	37.5
มัธยมศึกษา/ปวช.	10	31.3
อนุปริญญา/ปวส.	1	3.1
6. รายได้		
ไม่มี	29	90.6
มี	3	9.4
7. ภูมิลำเนาเดิม		
ภาคใต้	20	62.5
ภาคอื่น	12	37.5

2. ภาวะสุขภาพและภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์

ภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ พบว่า ผู้สูงอายุเพียงร้อยละ 53.1 มีภาวะโภชนาการปกติ โดยมีค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index-BMI) อยู่ในระดับ ปกติ เป็นผู้ที่มีภาวะโภชนาการเกิน ร้อยละ 15.6 เป็นโรคอ้วน ร้อยละ 12.5 และเป็นโรคอ้วนอันตราย ร้อยละ 6.3 รวมกันถึงร้อยละ 34.4 และนอกจากนี้ยังพบผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 12.5 สำหรับการมีโรคประจำตัว พบว่าผู้สูงอายุมากกว่าครึ่งมีโรคประจำตัว ร้อยละ 68.8 โรคประจำตัวที่พบอันดับแรก ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง การตรวจสุขภาพประจำปีของผู้สูงอายุ พบว่ามีผู้สูงอายุเพียง ร้อยละ 9.4 ที่ระบุว่ามีการตรวจสุขภาพทุกปี มากกว่าครึ่งหนึ่งระบุว่ามีการตรวจบางครั้ง ร้อยละ 56.3 และมีผู้สูงอายุถึงมากกว่าหนึ่งในสามที่ไม่เคยตรวจสุขภาพเลย ร้อยละ 34.4 ด้านโรคประจำตัวของผู้สูงอายุ แตกต่างจากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุที่ได้รับเบี้ยยังชีพ อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร (ภัทรพงษ์ เกตุคล้าย, 2555) พบว่า กลุ่มตัวอย่างไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 52.22 และมีโรคประจำตัว ร้อยละ 47.78 ดังตาราง 2

ตาราง 2 ภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์

ภาวะสุขภาพ	จำนวน	ร้อยละ
1. ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)		
น้อยกว่า 18.5	4	12.5
18.5 - 22.9	17	53.1
23.0 - 24.9	5	15.6
25.0 – 29.9	4	12.5
มากกว่า 30	2	6.3
2. โรคประจำตัว		
ไม่มี	10	31.3
มี	22	68.8
3. การตรวจสุขภาพประจำปี		
ตรวจทุกปี	3	9.4
ตรวจบางครั้ง	18	56.3
ไม่เคยตรวจเลย	11	34.4

ภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ พบว่า คะแนนสุขภาพจิตอยู่ในระดับมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ รู้สึกภูมิใจในตนเอง ร้อยละ 75.0 พึงพอใจกับความสามารถของตนเอง ร้อยละ 62.5 และรู้สึกว่าชีวิตมีความหมาย ร้อยละ 53.1 เมื่อ พิจารณารายข้อพบว่า ยังมีผู้สูงอายุจำนวนหนึ่งที่มีความรู้สึกทางด้านลบ โดยเฉพาะในเรื่องการมีความรู้สึกกังวลใจมากที่สุดจำนวน 5 คน ร้อยละ 15.6 รองลงมา คือ การไม่ได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนหรือคนอื่น ๆ ในสังคมในยามที่ต้องการ โดยตอบว่าไม่เลยจำนวน 4 คน ร้อยละ 12.5 นอกนั้น พบว่ามีผู้สูงอายุอย่างน้อย 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.3 ที่รับรู้ทางด้านลบในเรื่อง การมีความรักและผูกพันต่อกันของสมาชิกในสถานสงเคราะห์ การมีความรู้สึกยินดีกับความสำเร็จของคนอื่น และการมีความรู้สึกว่าชีวิตของตนเองมีความหมาย กล่าวคือยังคงมีคุณค่าและมีประโยชน์

ส่วนระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ พบว่ามีค่าเฉลี่ยระดับสุขภาพจิต(SD)เท่ากับ 48.7(5.6) โดยพบว่าผู้สูงอายุมากกว่าครึ่งหนึ่งมีสุขภาพจิตอยู่ในระดับสูงกว่าคนทั่วไป ร้อยละ 53.1 และมากกว่าหนึ่งในสามมีสุขภาพจิตอยู่ในระดับเท่ากับคนทั่วไป ร้อยละ 34.4 และเป็นที่น่าสังเกตว่าผู้สูงอายุในกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 4 คน ร้อยละ 12.5 มีระดับภาวะสุขภาพจิตต่ำกว่าคนทั่วไป ดังตาราง 3

ตาราง 3 จำนวนและร้อยละของผู้สูงอายุจำแนกตามภาวะสุขภาพจิตผู้สูงอายุ

ภาวะสุขภาพจิต	ไม่เลย n(%)	เล็กน้อย n(%)	มาก n(%)	มากที่สุด n(%)
1. ท่านรู้สึกว่าชีวิตท่านมีความหมาย (มีคุณค่ามีประโยชน์)	2(6.3)	6(18.8)	7(21.9)	17(53.1)
2. ท่านรู้สึกว่าชีวิตของท่านมีความสุข	0(0.0)	6(18.8)	10(31.3)	16(50.0)
3. ท่านรู้สึกกังวลใจ	19(59.4)	7(21.9)	1(3.1)	5(15.6)
4. ท่านพอใจต่อการผูกมิตรหรือเข้ากับบุคคลอื่น	0(0.0)	5(15.6)	17(53.1)	10(31.3)
5. ท่านมีสัมพันธภาพที่ดีกับเพื่อน	0(0.0)	4(12.5)	15(46.9)	13(40.6)
6. ท่านเห็นว่าปัญหาส่วนใหญ่เป็นสิ่งที่ท่านสามารถแก้ไขได้	1(3.1)	4(12.5)	14(43.8)	13(40.6)
7. ท่านสามารถทำใจยอมรับได้สำหรับปัญหาที่ยากจะแก้ไข (เมื่อมีปัญหา)	1(3.1)	5(15.6)	14(43.8)	12(37.5)
8. ท่านรู้สึกยินดีกับความสำเร็จของคนอื่น	2(6.3)	2(6.3)	13(40.6)	15(46.9)
9. ท่านรู้สึกเห็นอกเห็นใจเมื่อผู้อื่นมีทุกข์	1(3.1)	2(6.3)	12(37.5)	17(53.1)
10. ท่านพึงพอใจกับความสามารถของตนเอง	1(3.1)	1(3.1)	10(31.3)	20(62.5)
11. ท่านรู้สึกภูมิใจในตนเอง	0(0.0)	1(3.1)	7(21.9)	24(75.0)
12. ท่านมีเพื่อนหรือคนอื่น ๆ ในสังคมคอยช่วยเหลือท่านเมื่อท่านต้องการ	4(12.5)	6(18.8)	14(43.8)	8(25.0)
13. สมาชิกในสถานสงเคราะห์มีความรักและผูกพันต่อกัน	2(6.3)	5(15.6)	15(46.9)	10(31.3)
14. ถ้าท่านป่วยท่านมั่นใจว่าสถานสงเคราะห์แห่งนี้จะดูแลท่านเป็นอย่างดี	1(3.1)	5(15.6)	16(50.0)	10(31.3)
15. สมาชิกในสถานสงเคราะห์ให้ความช่วยเหลือท่าน	0(0.0)	2(6.3)	20(62.5)	10(31.3)
ระดับสุขภาพจิต		**n(%)**		
ต่ำกว่าคนทั่วไป (0-42 คะแนน)		4(12.5)		
เท่ากับคนทั่วไป (43-49 คะแนน)		11(34.4)		
ดีกว่าคนทั่วไป (50-60 คะแนน)		17(53.1)		
ค่าเฉลี่ย(SD)= 48.7 (5.6),				
คะแนนต่ำสุด = 32, คะแนนสูงสุด = 57)				

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วน คือ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับระดับสุขภาพจิต และความสัมพันธ์ระหว่างภาวะสุขภาพกับระดับสุขภาพจิต

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์

ผลการศึกษาความความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ พบว่า ระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุแตกต่างกันไปตามช่วงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (χ^2 = 7.924, df = 4, p<.05) จากข้อมูลสนับสนุนพบว่าผู้สูงอายุในกลุ่มอายุ 60-69 ปีมีสัดส่วนของผู้มีสุขภาพจิตที่สูงกว่าคนทั่วไป ร้อยละ 60.0 มากกว่าผู้สูงอายุในกลุ่มอายุ 70-79 ปี ร้อยละ 46.2 และผู้สูงอายุในกลุ่มอายุ 80-89 ปี ร้อยละ 55.6 ระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุกลุ่มนี้แตกต่างกันไปตามเพศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (χ^2 = 0.153, df = 2, p<.05) ผู้สูงอายุเพศหญิง มีสัดส่วนของผู้มีสุขภาพจิตที่สูงกว่าคนทั่วไป ร้อยละ 56.2 มากกว่าผู้สูงอายุเพศชาย ร้อยละ 50.0 ระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุแตกต่างกันไปตามภูมิลำเนา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (χ^2 = 0.371, df = 2, p<.05) ผู้สูงอายุที่มีภูมิลำเนาภาคอื่นๆ มีสัดส่วนของผู้มีสุขภาพจิตที่สูงกว่าคนทั่วไป ร้อยละ 58.3 มากกว่าผู้สูงอายุมีภูมิลำเนาภาคใต้ มีสัดส่วนของผู้มีสุขภาพจิตที่สูงกว่าคนทั่วไป ร้อยละ 50.0 และพบว่าระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุแตกต่างกันไปตามการมีรายได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (χ^2 = 0.529, df = 2, p<.05) ผู้สูงอายุที่มีรายได้ มีสัดส่วนของผู้มีสุขภาพจิตที่สูงกว่าคนทั่วไป ร้อยละ 66.7 มากกว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีรายได้ มีสัดส่วนของผู้มีสุขภาพจิตที่สูงกว่าคนทั่วไป ร้อยละ 51.7

ผลการทดสอบความความสัมพันธ์ระหว่างระดับสุขภาพจิตกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้สูงอายุโดยใช้ไคสแควร์ (Chi-square test) พบว่า

1. ปัจจัยด้านเพศ พบว่า เพศไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.928)

2. ปัจจัยด้านอายุ พบว่า อายุไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.094)

3. ปัจจัยด้านศาสนา พบว่า ศาสนาไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.445)

4. ปัจจัยด้านสถานภาพสมรส พบว่า สถานภาพสมรสไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.184)

5. ปัจจัยด้านระดับการศึกษา พบว่า ระดับการศึกษาไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.640)

6. ปัจจัยด้านภูมิลำเนา พบว่า ภูมิลำเนาไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.831)

7. ปัจจัยด้านการมีรายได้ พบว่า การมีรายได้ไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.768) ดังตาราง 4

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์

ปัจจัยส่วนบุคคล	ระดับสุขภาพจิตเมื่อเทียบกับคนปกติ			รวม	df	χ^2	p
	ต่ำกว่า n(%)	เท่ากัน n(%)	สูงกว่า n(%)	n(%)			
1. เพศ							
- ชาย	2(12.5)	6(37.5)	8(50.0)	16(100.0)	2	0.153	0.928
- หญิง	2(12.5)	5(31.2)	9(56.2)	16(100.0)			
2. กลุ่มอายุ (ปี)							
- 60-69	1(10.0)	3(30.0)	6(60.0)	10(100.0)	4	7.924	0.094
- 70-79	0(0.0)	7(53.8)	6(46.2)	13(100.0)			
- 80-89	3(33.3)	1(11.1)	5(55.6)	9(100.0)			
3. ศาสนา							
- พุทธ	4(13.8)	10(34.5)	15(51.7)	29(100.0)	4	3.723	0.445
- ศาสนาอื่นๆ (คริสต์และอิสลาม)	0(0.0)	1(100.0)	2(100.0)	(100.0)			
4. สถานภาพสมรส							
- โสด	1(16.7)	2(33.3)	3(50.0)	6(100.0)	8	11.316	0.184
- สมรส	1(16.7)	0(0.0)	5(83.3)	6(100.0)			
- หม้าย	0(0.0)	5(55.6)	4(44.4)	9(100.0)			
- หย่า	0(0.0)	1(20.0)	4(80.0)	5(100.0)			
- แยกกันอยู่	2(33.3)	3(50.0)	1(16.7)	6(100.0)			
5. ระดับการศึกษา							
- ไม่ได้รับการศึกษา	0(0.0)	4(44.4)	5(55.6)	9(100.0)	6	4.272†	0.640
- ประถมศึกษา	3(25.0)	3(25.0)	6(50.0)	12(100.0)			
- มัธยมศึกษา/ปวช.	1(10.0)	4(40.0)	5(50.0)	10(100.0)			
- อนุปริญญา/ปวส.	0(0.0)	0(0.0)	1(100.0)	1(100.0)			

ปัจจัยส่วนบุคคล	ระดับสุขภาพจิตเมื่อเทียบกับคนปกติ			รวม	df	χ^2	*p*
	ต่ำกว่า n(%)	เท่ากัน n(%)	สูงกว่า n(%)	n(%)			
6. ภูมิลำเนา							
- ภาคใต้	3(15.0)	7(35.0)	10(50.0)	20(100.0)	2	0.371†	0.831
- ภาคอื่นๆ	1(8.3)	4(33.3)	7(58.3)	12(100.0)			
7. การมีรายได้							
- ไม่มี	4(13.8)	10(34.5)	15(51.7)	29(100.0)	2	0.529†	0.768
- มี	0(0.0)	1(33.3)	2(66.7)	3(100.0)			

*$p<0.05$, †Fisher's Exact Test

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านภาวะสุขภาพกับระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์

ผลการทดสอบความความสัมพันธ์ระหว่างระดับสุขภาพจิตกับภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์พบว่า

1. ปัจจัยด้านค่าดัชนีมวลกาย พบว่า ค่าดัชนีมวลกายไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.686)

2. ปัจจัยด้านโรคประจำตัว พบว่า โรคประจำตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.533)

3. ปัจจัยด้านการตรวจร่างกายประจำปี พบว่า การตรวจร่างกายประจำปีไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.330) ดังตาราง 5

ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านภาวะสุขภาพกับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์

ภาวะสุขภาพ	ระดับสุขภาพจิตเมื่อเทียบกับคนปกติ			รวม	df	χ^2	*p*
	ต่ำกว่า n(%)	เท่ากัน n(%)	สูงกว่า n(%)	n(%)			
1. ค่าดัชนีมวลกาย							
ไม่ปกติ (ต่ำกว่าและสูงกว่าปกติ)	2(13.3)	4(26.7)	9(60.0)	15(100.0)	2	0.755†	0.686
ปกติ (18.5.-22.9 กิโลกรัม/ตร.เมตร)	2(11.8)	7(41.2)	8(47.1)	17(100.0)			

ภาวะสุขภาพ	ระดับสุขภาพจิตเมื่อเทียบกับคนปกติ			รวม n(%)	df	χ^2	*p*
	ต่ำกว่า n(%)	เท่ากัน n(%)	สูงกว่า n(%)				
2. โรคประจำตัว							
ไม่มี	2(20.0)	4(40.0)	4(40.0)	10(100.0)	2	1.260†	0.533
มี	2(9.1)	7(31.8)	13(59.1)	22(100.0)			
3. การตรวจสุขภาพประจำปี							
ตรวจเป็นประจำทุกปี	1(9.1)	3(27.3)	7(63.6)	11(100.0)	4	4.607†	0.330
ตรวจเป็นบางครั้งและไม่เคยตรวจ	3(14.33)	8(38.1)	10(47.6)	21(100.0)			

*$p<0.05$, †Fisher's Exact Test

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะสุขภาพจิต และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา โดยใช้แบบประเมินสุขภาพจิตผู้สูงอายุ ฉบับสั้น (Thai Geriatric Mental Health Assessment Tool หรือ T-GMHA-15) ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข มีคำถามทั้งหมด 15 ข้อ สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ คะแนนสุขภาพจิตสูงสุด คือ ผู้สูงอายุรู้สึกภูมิใจในตนเอง โดยตอบมากที่สุด ร้อยละ 75.0 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาวะทางจิตของผู้สูงอายุชายแดนใต้ (อุบลทิพย์ ไชยแสง, 2561) พบว่า ผู้สูงอายุมีการยอมรับตนเอง มากที่สุด และระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ อยู่ในระดับสุขภาพจิตดีกว่าคนทั่วไป ร้อยละ 53.1 ระดับสุขภาพจิตเท่ากับคนทั่วไป ร้อยละ 34.4 และระดับสุขภาพจิตต่ำกว่าคนทั่วไปร้อยละ 12.5 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับสุขภาพจิตเท่ากับ 48.72 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.584 สอดคล้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุไทย (รักษพล สนิทยา, 2555) พบว่า ผู้สูงอายุมีภาวะสุขภาพจิตดีเป็นสัดส่วนสูงสุด ร้อยละ 46.06 และสอดคล้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ (เกสร มุ้ยจีน, 2558) พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับสุขภาพจิตเท่ากับ 43.48 ซึ่งแปลผลอยู่ในเกณฑ์สุขภาพจิตเท่ากับคนทั่วไป

2. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา จังหวัดยะลา การทดสอบความความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ พบว่า ระดับสุขภาพจิตของกลุ่มช่วงอายุ 60-69 ปี อยู่ในระดับดีกว่ากลุ่มช่วงอายุ 70 – 79 และกลุ่มช่วงอายุ 80-89 ซึ่ง

สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยเรื่องการดูแลสุขภาพและภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุไทย (พิมพิสุทธิ์ บัวแก้ว และรติพร ถึงฝั่ง, 2559) พบว่า ระดับความสุขของผู้สูงอายุไทยในกลุ่มช่วงอายุ 60 – 69 ปีมีค่าเฉลี่ยดีกว่า กลุ่มช่วงอายุ 70 – 79 ปีและ 80 ปีขึ้นไป สำหรับด้านภูมิลำเนา พบว่า ผู้สูงอายุที่มีภูมิลำเนาในภาคอื่นๆ มีระดับสุขภาพจิตดีกว่าผู้สูงอายุที่มีภูมิลำเนาในภาคใต้ ร้อยละ 58.3 และร้อยละ 50.0 ตามลำดับ

ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา ภูมิลำเนา และการมีรายได้และภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา ไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ (เกสร มุ้ยจีน, 2558) พบว่า ปัจจัยด้านสถานภาพสมรสส่งผลให้ระดับสุขภาพจิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และปัจจัยด้านรายได้ส่งผลให้ระดับสุขภาพจิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนั้น Pearl S. (1985) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ: การใช้บริการสุขภาพและบริการสุขภาพจิต พบว่า ภาวะสุขภาพร่างกายและจิตใจที่ไม่ดีมีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในชีวิตของผู้สูงอายุ และ Trollor (2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความชุกของความผิดปกติทางจิตในผู้สูงอายุในออสเตรเลีย พบว่า การมีอายุที่มากขึ้นและไม่เคยแต่งงานมีผลทำให้ปัญหาทางอารมณ์ลดน้อยลง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและปฏิบัติการ ควรให้มีการจัดโครงการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุที่ครอบคลุมทั้งด้านร่างกายและด้านจิตใจ เนื่องจากมีผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัวค่อนข้างสูง คือ ร้อยละ 68.8 ควรส่งเสริมกิจกรรมนันทนาการหรือจิตบำบัดแก่ผู้สูงอายุที่มีคะแนนระดับสุขภาพจิตต่ำกว่าคนทั่วไป และส่งเสริมผู้สูงอายุที่มีความสามารถด้านต่างๆ ได้ถ่ายทอดความรู้ เพื่อให้ผู้สูงอายุมีบทบาททางสังคมและเป็นที่ยอมรับมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรศึกษาเพิ่มเติมด้านระยะเวลาที่เข้าพักอาศัยของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ฯ ซึ่งคาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ฯ

3. การดำเนินการแก้ไขปัญหาสุขภาพจิตควรเน้นในกลุ่มผู้สูงอายุเพศชาย และผู้สูงอายุในกลุ่มอายุ 70-79 ปี เนื่องจากมีสัดส่วนของผู้มีสุขภาพจิตอยู่ในระดับปกติและต่ำกว่าคนปกติมากกว่ากลุ่มอื่นๆ โดยควรเน้นเรื่อง การจัดการความเครียด การสนับสนุนทางสังคมของผู้สูงอายุด้วยกันเอง และผู้สูงอายุกลุ่มนี้ควรจะได้รับการสร้างเสริมภาวะโภชนาการเป็นการเร่งด่วน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่งคงของมนุษย์, (2553). **แผนผู้สูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2545-2564).** ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เทพเพ็ญวานิสย์

กรมสุขภาพจิต, กระทรวงสาธารณสุข. **แบบประเมินสุขภาพจิตผู้สูงอายุ ฉบับสั้น 15 ข้อ (T-GMHA-15).**

เกสร มุ้ยจีน. (2558). **"ปัจจัยที่มีผลต่อระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ"**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน), 306-318.

ทัศนี ญาณะ, บรรณาธิการ. (2557). **การดูแลผู้สูงอายุแบบบูรณาการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : สถาบันวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพชุมชน.

นูรซาฮีดา เจ๊ะมามะ. (2559). **ประสบการณ์ความสุขของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชราในเขตภาคใต้.** วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรรณธร เจริญกุล. (2555). **การดูแลผู้สูงอายุ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : รุ่งแสงการพิมพ์

พิมพิสุทธิ์ บัวแก้ว และรติพร ถึงฝั่ง. (2559). "**การดูแลสุขภาพและภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุไทย**". วารสารสมาคมนักวิจัย. (ปีที่ 21 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม), 94-109.

รักษพล สนิทยา. (2555). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุไทย**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประชากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิไลวรรณ ทองเจริญ. (2558). **ศาสตร์และศิลป์การพยาบาลผู้สูงอายุ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอ็นพีเพรส.

สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. (2557). **การสูงวัยของประชากรไทย พ.ศ.2557.** (ออนไลน์)**.** http://www.ipsr.mahidol.ac.th/ipsr/Contents/Books/FullText/2014/2014-Population-Aging-Poster.pdf. 8 ธันวาคม 2562.

สำนักบริการสวัสดิการสังคม. (2558). **การให้บริการสวัสดิการสังคมแก่ผู้สูงอายุ โดยกิจกรรมประกอบด้วยการส่งเสริมการจัดกิจกรรมทางสังคมผู้สูงอายุ**. (ออนไลน์). http://www.bsws.go.th/modules.php?m=newsupdate_ public&op=detailnewsupdate&NUID=51

อุบลทิพย์ ไชยแสง. (2561) **ปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาวะทางจิตของผู้สูงอายุชายแดนใต้.** การประชุมวิชาการระดับชาติ (ครั้ง ที่ 4) และนานาชาติ (ครั้งที่ 2) เรื่อง การวิจัยและนวตกรรมด้านสุขภาพ โดยเครือข่ายสถาบันวิชาการสาธารณสุข และเทคโนโลยีทางการแพทย์ (สว.สท.). 725-740.

Julian N.Trollor, et.al. (2007)**. Prevalence of Mental Disorders in the Elderly: The Australian National Mental Health and Well-Being Survey.** The American Journal of Geriatric Psychiatry Volume 15, Issue 6, June 2007, Pages 455-466.

Pearl S, et al. (1985). **Mental Health of the Elderly: Use of Health and Mental Health Services.** Journal of The American Geriatric Society**.** April 1985. Pages 228-236.

Shubhangi R. Parkar. **(**2015**). Elderly Mental Health: Needs.** Mens Sana Monographs. 2015 Jan-Dec;13(1):91-9

Suhathai Tosangwarna, Philip Clissettb, and Holly Blake. (2018). **Predictors of depressive symptoms in older adults living in care homes in Thailand**. (Online). https://www.elsevier.com/locate/ apnu. December 28, 2019.

Word healh organization. (2019**). Mental health of older adult**. (Online). https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-of-older-adults. December 8, 2019.

การพัฒนากระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสมจากผักตบชวา

Development of a Optimal Fuel Briquette Production Process From Water Hyacinth

อดุลย์สมาน สุขแก้ว[1*], อาอีซะห์ แกแซแอ[2] ,มูฮำมัดคอยรี หะยีบากา[1], , ฟาอิซ อีแต[2]

Adulsman Sukkaew[1*], Aresah Kaesaeear[2], Muhammadkhoiree Hayeebaka[1], , Faiz Etae[2]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำผักตบชวามาผ่านกระบวนการแปรสภาพด้วยวิธีการเผาไหม้ แล้วขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในอัตราส่วนของผักตบชวาต่อแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 10:1, 5:1 และ 3:1 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าการใช้อัตราส่วนที่ 5:1 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด โดยวัสดุสามารถยึดเกาะได้ดีเมื่อเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ จากนั้นนำเชื้อเพลิงที่คัดเลือกได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM D3286 พบว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากผักตบชวามีค่าความร้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 4,475.87 -5,326.79 kcal/kg และมีปริมาณความชื้น ปริมาณขี้เถ้า ปริมาณสารระเหย และคาร์บอนคงตัวอยู่ในช่วงร้อยละ 1.25-2.34, 2.13-4.57, 75.86-87.90 และ 4.78-13.55 ตามลำดับ เพราะฉนั้นการใช้ผักตบชวาจึงมีศักยภาพที่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งสู่การเป็นแหล่งพลังงานทดแทนในอนาคตได้

คำสำคัญ: เชื้อเพลิงอัดแท่ง, ผักตบชวา, การเผาไหม้

Abstract

The objective of this research was to study the optimum ratio of water hyacinth processing through the combustion process. Then forming was compressed fuel rod using tapioca starch as a binder, In the ratio of water hyacinth to cassava flour 10:1, 5:1 and 3:1 respectively. It was found that the ratio of 5: 1 gave the best results in providing briquette fuel with the best adhesion compared to other ratios. After that, the selected fuels were analyzed for fuel properties according to ASTM D3286 standards. It was found that the fuel briquette production from the water hyacinth had the heat values in the range of 4,475.87 to 5,326.79 Kcal/kg and the moisture content, Ashes content, volatile substances and carbon remained stable content range were 1.25-2.34, 2.13-4.57, 75.86-87.90 and 4.78-13.55 percentage, respectively. The study found that the water hyacinth has sufficient potential to be used as a briquette fuel to become a renewable energy in the future.

Keywords: Fuel Briquette, Water Hyacinth, Combustion

[1]อาจารย์สาขาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

[2]นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

[*]**Corresponding author, E-mail:** adulsman.s@yru.ac.th

บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญกับการดำเนินชีวิตในปัจจุบันและอนาคต ในประเทศไทยมีอัตราการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในความจำเป็นของพลังงานต้องมีแหล่งทรัพยากรพลังงานที่เพียงพอกับความต้องการ หนึ่งในแหล่งทรัพยากรพลังงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานกลุ่มชีวมวลกลุ่มฟืนและแกลบ มีอัตราอัตราการประยุกต์ใช้สูงถึงร้อยละ 10.1 ของปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด การใช้เชื้อเพลิงประเภทฟืนไม้เป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ทรัพยากรป่าไม้ลดลง โดยในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่เพียงประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ดินทั้งหมด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานอย่างอื่นมาใช้ทดแทนเพื่อลดปัญหาดังกล่าว แหล่งพลังงานทดแทนที่หาได้ง่ายและมีศักยภาพสูงในประเทศไทย คือ พลังงานชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นพลังงานชีวมวลสามารถช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงฟืนไม้ได้และยังช่วยแก้ปัญหาการกำจัดของเสียและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ การใช้พลังงานจากชีวมวลยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน เนื่องจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิตลอดวัฏจักรชีวิตมีค่าเท่ากับศูนย์ ชีวมวลจึงเป็นแหล่งพลังงานที่เหมาะสมต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน การแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นพลังงานที่นิยมรูปแบบหนึ่ง คือ การอัดขึ้นรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งเป็นวิธีที่มีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากและสามารถทำได้ง่ายในชุมชน ได้เชื้อเพลิงที่จุดติดไฟทำได้ง่ายกว่าฟืนและถ่านและยังเป็นพลังงานสะอาด ได้มีการวิจัยทดลองนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลายชนิดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง เช่น เปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุด ขี้เถ้าแกลบผสมผักตบชวาและกะลามะพร้าว (Ku Ahmad, et al., 2019) ซึ่งเชื้อเพลิงที่ได้จากงานวิจัยเหล่านี้มีสมบัติสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนฟืนไม้ได้เป็นอย่างดี ผักตบชวาเป็นวัชพืชชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมาก โดยปัจจุบันวิธีการจัดการผักตบชวาสามารถทำได้โดยการนำไปใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงโค แพะ ไก่ และเป็ด และแปรรูปเป็นพลังงานได้จากการอัดขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล แล้วศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวัชพืชผลิตถ่านเชื้อเพลิง ศึกษาคุณสมบัติและองค์ประกอบของถ่านอัดแท่งผักตบชวา ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสมจากผักตบชวา โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในสภาวะต่างๆระหว่างผักตบชวาที่ผ่านการเผาไหม้กับแป้งที่เป็นตัวผสาน แล้วทำการวิเคราะห์ปริมาณความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณขี้เถ้า ปริมาณสารระเหย และคาร์บอนคงตัวอยู่ เพื่อสามารถเป็นใช้ทดแทนเชื้อเพลิงทดแทนกลุ่มเชื้อเพลิงพลังงานประเภทอื่นๆ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิเคราะห์วัตถุดิบที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง

การอัดแท่งเชื้อเพลิงในงานวิจัยนี้ใช้วิธีอัดขึ้นรูป โดยใช้น้ำแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานที่สามารถยึดเกาะวัสดุให้เป็นเนื้อเดียวและเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพได้วัตถุดิบที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงได้แก่ ผักตบชวาบดซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักของเชื้อเพลิง และแป้งมันสำปะหลังซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประสาน โดยวัดค่าความร้อนของวัตถุดิบตามมาตรฐาน ASTM D3286 (Ajimotokan, et al., 2019)

การอัดแท่งเชื้อเพลิง

นำผักตบชวาจากสวนของเกษตรกรที่เหลือทิ้งมาผึ่งแดดประมาณ 3-5 วัน ให้แห้ง จากนั้นนำมาเข้าเครื่องย่อยผ่านตะแกรงขนาด 1.8 มิลลิเมตร และเก็บผักตบชวาที่ย่อยบรรจุใส่ภาชนะบรรจุตัวอย่าง ส่วนการเตรียมตัวประสานน้ำแป้งมันสำปะหลัง โดยการเตรียมแป้งมันสำปะหลังและน้ำในสัดส่วน แป้งมันสำปะหลัง 80 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร มาให้ความร้อน และกวนจนมีลักษณะเหนียวข้นเป็นแป้งเปียก แล้วทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้อัตราส่วนผสมผักตบชวาบดตากแห้งต่อน้ำแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนผักตบชวากับแป้งมันสำปะหลัง 10:1, 5:1 และ 3:1 ตามลำดับ

นำผักตบชวาผสมน้ำแป้งมันสำปะหลังที่เตรียมไว้ด้วยอัตราส่วนต่างๆ ไปอัดแท่งเชื้อเพลิงอัดแท่งให้อยู่ในรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร แล้วนำไปผึ่งแดดเพื่อลดความชื้นและทำให้เชื้อเพลิงประสานกัน โดยวางบนพื้นปูนซีเมนต์กลางแจ้งเพื่อรับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง ใช้เวลาผึ่งแดดประมาณ 5-7 วัน และอบต่อที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหลักคงที่ (Mendoza Martinez, et al., 2019)

การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเทคนิคของการผลิตแท่งเชื้อเพลิง

การวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิงนำเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง ไปวิเคราะห์หาสมบัติด้านเชื้อเพลิง โดยวิเคราะห์ค่าความร้อน ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3286 ปริมาณความชื้นวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3173 ปริมาณเถ้าวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3174 ปริมาณสารระเหยวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3175 และคาร์บอนคงตัว วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3176 (Navalta, et al., 2019 ; Song, et al., 2019 ; Wang, et al., 2019)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์วัตถุดิบในการอัดแท่งเชื้อเพลิง พบว่าค่าความร้อนของผักตบชวาบด น้ำ และแป้งมันสำปะหลังที่วัดตามมาตรฐาน ASTM D3286 เท่ากับ 4,475.87 -5,326.79 kcal/kg ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวา พบว่า ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 4,117-4,426 cal/g เมื่อพิจารณาค่าความร้อนจะพบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีแนวโน้มระหว่างอัตราส่วนผสมอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนของผักตบชวาและแป้งมันสำปะหลังในแท่งเชื้อเพลิงแห้ง จะพบว่าปริมาณแป้งมันสำปะหลังในแท่งเชื้อเพลิงที่ตากแห้งแล้วมีสัดส่วนเพียงประมาณ 3-15 % โดยน้ำหนัก

ผลการอัดแท่งเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงชีวมวลสามารถอัดขึ้นรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ทุกอัตราส่วนผสม จากการตรวจสอบด้วยสายตา พบว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีความแน่นและสามารถคงรูปได้ดีตั้งแต่อัตราส่วนผสมผักตบชวา: แป้งมันสำปะหลัง เท่ากับ 5 :1

โดยความเหนียวจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนน้ำแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ดี เมื่อนำไปผึ่งแดดแล้ว แท่งเชื้อเพลิงที่ได้จะมีลักษณะใกล้เคียงกันทุกอัตราส่วน เมื่อทดลองบีบด้วยมือจะไม่กะเทาะแตกออกจากกัน ตัวอย่างแท่งเชื้อเพลิงแสดงอยู่ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากผักตบชวา

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเทคนิคของการผลิตแท่งเชื้อเพลิง

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของแท่งเชื้อเพลิงจากถ่านผักตบชวาบดกับแป้งมันสำปะหลัง

องค์ประกอบของเชื้อเพลิง	อัตราส่วนที่1 10:1	อัตราส่วนที่ 2 5:1	อัตราส่วนที่ 3 3:1
ปริมาณค่าความชื้น (%)	2.34	1.34	1.25
ปริมาณค่าขี้เถ้า (%)	2.31	3.45	4.57
ปริมาณสารระเหย (%)	75.86	87.90	79.63
ปริมาณคาร์บอนคงตัว (%)	4.78	13.55	10.75

จากตารางที่ 1 จะพบว่าค่าความชื้น ค่าขี้เถ้า ค่าสารระเหย และค่าคาร์บอนคงตัวของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่อัตราส่วนการผสมต่าง ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 3 ร้อยละ 1.25-2.34, 2.13-4.57, 75.86-87.90 และ 4.78-13.55 ตามลำดับ ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำของเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งสามารถจุดติดไฟได้ง่ายโดยสัดส่วนติดไฟอยู่ระหว่าง 50.5-78.2 นาที ระยะเวลาที่มีกลิ่นและควันอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 2-5 นาทีแรกของการเผาไหม้ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการนำผักตบชวามาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งโดยวิธีการอัด โดยใช้น้ำและแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน พบว่าประสิทธิภาพการพัฒนากระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสมจาก

ผักตบชวา โดยใช้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดจากผักตบชวาต่อแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 5:1 มีค่าความร้อน 5,326.79 kcal/kg ปริมาณความชื้น 1.34 ปริมาณขี้เถ้า 3.45 ปริมาณสารระเหย 87.90 และมีปริมาณคาร์บอนคงตัว 13.55 ร้อยละโดยน้ำหนัก

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์อดุลย์สมาน สุขแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่คอยอบรมสั่งสอน ชี้แนะ แนวทางในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนคอยช่วยเหลือทางด้านวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ทางผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ หลักสูตรเทคโนโลยีพลังงานทดแทนคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ได้อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่สำหรับดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Ajimotokan, H. A., Ehindero, A. O., Ajao, K. S., Adeleke, A. A., Ikubanni, P. P., & Shuaib-Babata, Y. L. (2019). Combustion characteristics of fuel briquettes made from charcoal particles and sawdust agglomerates. *Scientific African, 6*, e00202.

Ku Ahmad, K. Z., Sazali, K., & Kamarolzaman, A. A. (2018). Characterization of fuel briquettes from banana tree waste. *Materials Today: Proceedings, 5*(10, Part 2), 21744-21752.

Mendoza Martinez, C. L., Sermyagina, E., de Cassia Oliveira Carneiro, A., Vakkilainen, E., & Cardoso, M. (2018). Production and characterization of coffee-pine wood residue briquettes as an alternative fuel for local firing systems in Brazil. *Biomass and Bioenergy, 123*, 70-77.

Navalta, C. J. L. G., Banaag, K. G. C., Raboy, V. A. O., Go, A. W., Cabatingan, L. K., & Ju, Y.-H. (2020). Solid fuel from Co-briquetting of sugarcane bagasse and rice bran. *Renewable Energy, 147*, 1941-1958.

Song, X., Zhang, S., Wu, Y., & Cao, Z. (2019). Investigation on the properties of the bio-briquette fuel prepared from hydrothermal pretreated cotton stalk and wood sawdust. *Renewable Energy*.

Wang, T., Li, Y., Zhi, D., Lin, Y., He, K., Liu, B., & Mao, H. (2019). Assessment of combustion and emission behavior of corn straw biochar briquette fuels under different temperatures. *Journal of Environmental Management, 250*, 109399.

การใช้ประโยชน์จากแป้งเมล็ดขนุนและผงซังขนุนในไอศกรีมและโคนไอศกรีม

Utilization of Jackfruit Seeds Flour and Jackfruit Pulp Powder in Ice Cream and Ice Cream Cone

นพดล ไชยเซ่ง[2], เกษศิลป์ ดำมี[2] , จุฑามาศ โพธิ์สีสด[2] , และ สุรีย์พร กังสนันท์[1*]

Noppadon Chaiseng[2], Ketsin Dammee[2], Jutamas Phoseesod[2], and Sureeporn Kangsanant[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมผงซังขนุนในไอศกรีมและโคนไอศกรีม และทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนในผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีม รวมถึงการศึกษาต้นทุนในการผลิต โดยในการวิจัยมีศึกษาการเสริมผงซังขนุนในไอศกรีมที่ระดับร้อยละ 2 4 6 และ 8 ส่วนในผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีมศึกษาศึกษาการเสริมผงซังขนุนที่ระดับร้อยละ 2 4 6 8 และ 10 และการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนที่ระดับร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 จากนั้นทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการเสริมผงซังขนุนที่เหมาะสมในไอศกรีมคือระดับร้อยละ 2 การทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในโคนไอศกรีม พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงที่สุดที่ระดับการทดแทนร้อยละ 50 ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับระดับการทดแทนอื่น นอกจากนี้การเสริมผงซังขนุนในโคนไอศกรีม พบว่า ปริมาณการเสริมซังขนุนในโคนไอศกรีมที่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดที่ระดับร้อยละ 2 ต้นทุนในการผลิตไอศกรีมเสริมซังขนุนมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 2.2 บาทต่อก้อน และโคนไอศกรีมที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุน ร้อยละ 50 และเสริมซังขนุนร้อยละ 2 มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.7 บาทต่อโคน

คำสำคัญ: เมล็ดขนุน, ซังขนุน, ไอศกรีม, โคนไอศกรีม

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาประจำหลักสูตร สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** kangsanant.s@gmail.com

Abstract

This research objected to study the supplementation of in jackfruit pulp powder ice cream, jackfruit seed flour in ice cream cones and production cost. In the research, jackfruit pulb powder was studied in ice cream at a levels 2, 4, 6 and 8 percent. In the ice cream cone product, the studies of the supplementation of jackfruit pulb powder at the levels of 2, 4, 6, 8 and 10 and substitution of wheat flour with jackfruit seed flour at the levels of 10, 20, 30, 40 and 50 percent. A 9-point hedonic scale was used for overall liking test on appearance, color, taste, texture and overall acceptability. The results showed that the optimum amount of jackfruit pulb powder supplemented in ice cream was two percent. The ice cream cone supplemented with jackfruit seed flour at 50 percent received non significantly acceptant score compeared to other levels ($p>0.05$) and the optimum amount of jackfruit pulb powder supplemented in ice cream cone was 2 percent. The ice cream with 2 percent jackfruit pulb powder had production cost of 2.2 baht per scoop and ice cream cone with 50% jackfruit seed flour and 2% jackfruit ice cream has a production cost of 1.7 baht per cone.

Keywords: Jackfruit seed, Jackfruit pulp powder, Ice cream, Ice cream cone

บทนำ

ไอศกรีม (ice cream) เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ประกอบด้วยครีม นม น้ำตาล สารที่ให้กลิ่นรส เจลาตินหรือสารที่ทำให้คงตัวและอิมัลซิไฟเออร์ ซึ่งอาจใช้ไข่แดงและเติมหางนมผงลงไป นำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมกันแล้วจึงนำไปปั่นที่อุณหภูมิต่ำ (รัชนี ตันฑะพานิชกุล, 2542) ปัจจุบันความนิยมในการบริโภคไอศกรีมนั้นเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ไอศกรีมเป็นของหวานชนิดหนึ่งที่มีกลิ่น รสชาติ และสีสันให้เลือกมากมาย โดยผลิตภัณฑ์ไอศกรีมสามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย และโดยการบริโภคไอศกรีมนิยมการรับประทานควบคู่กับโคนไอศกรีม โดยโคนไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์กลุ่มหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับแครกเกอร์ซึ่งถือเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มขนมปังกรอบ มีลักษณะเนื้อกรอบ ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมีหลากหลายชนิด เพื่อเป็นการเพิ่มประโยชน์ต่อสุขภาพในการบริโภคไอศกรีม จึงได้มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ได้ศึกษาการผลิตไอศกรีมเพื่อสุขภาพ โดยการนำวัตถุดิบที่เป็นผลผลิตทางการเกษตรมาเป็นส่วนผสม เช่น มะขาม ขิง เสาวรส เป็นต้น (นันทพร อัคนิจ, 2554) เพื่อเป็นการเพิ่มความหลากหลายและเพิ่มประโยชน์ให้แก่ไอศกรีมผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะนำเมล็ดขนุนและซังขนุนซึ่งเป็นส่วนที่ไม่นิยมรับประทานแต่ยังคงมีคุณค่าทางโภชนาการอยู่มาก โดยแป้งเมล็ดขนุนมีปริมาณใยอาหารสูง (ภัศรา กังอุบล และสุชานุช ดีจริง, 2557)

นอกจากนี้ซังขนุนเป็นส่วนที่อุดมไปด้วยใยอาหาร โดยมีปริมาณใยอาหาร 7.51 กรัมต่อซังขนุนแห้ง 100 กรัม (สุภิญยาฐ์ ชินชัย, 2536)

ขนุน เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี และให้ผลผลิตต่อเนื่องเป็นเวลานาน มีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว ภายในผลขนุนประกอบไปด้วยส่วนของเนื้อขนุน เมล็ดขนุน และซังขนุน ขนุนสุกมีกลิ่นรสเฉพาะตัวที่เป็นเอกลักษณ์ มีความหอมหวาน มีใยอาหารเมื่อรับประทานจะช่วยระบาย ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะนิยมรับประทานเนื้อขนุนสด ส่วนที่ไม่นิยทรับประทานได้แก่ ส่วนของเมล็ดและซังขนุน ซึ่งยังคงคุณค่าทางโภชนาการแต่มีการนำไปใช้ประโยชน์น้อย เมล็ดขนุนมีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นแหล่งพลังงานที่ดี เมล็ดขนุน 100 กรัม ให้พลังงาน 153 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 5.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 32.2 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม (สุภาภรณ์ ปิติพร, 2562) และซังขนุนมีลักษณะเป็นเส้นใย มีกลิ่นหอม รสหวาน โดยซังขนุน 100 กรัม ให้พลังงาน 122 แคลอรี่ โปรตีน 1.40 กรัม คาร์โบไฮเดรต 29.20 กรัม แคลเซียม 21 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 13 กรัม เบต้าแคโรทีน 13 กรัม (จันทนา ขัดเต๋า พรพรรณ ไตรปิ่นเพชร และกิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2554) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเมล็ดขนุนและซังขนุนมาใช้ประโยชน์โดยเตรียมเมล็ดขนุนในรูปแบบของแป้งและเตรียมซังขนุนในรูปแบบของผงซังขนุน โดยศึกษาทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนและการเสริมผงซังขนุนในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเมล็ดขนุนและซังขนุน และยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่ห่วงใยสุขภาพ และยังสามารถเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเมล็ดขนุนและซังขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ ได้อีกทางหนึ่งด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1.การเตรียมซังขนุน

นำซังขนุนมาล้างทำความสะอาด ล้างแล้วพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ ปั่นซังขนุนกับน้ำในสัดส่วน 1:1 แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ชั่วโมงด้วยตู้อบแห้งแบบลมร้อน หลังจากนั้นบดให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องบดอาหาร และร่อนผ่านตระแกรง 100 เมซ เก็บรักษาในภาชนะที่แห้งและปิดสนิท

2.การเตรียมแป้งเมล็ดขนุน

นำเมล็ดขนุนมาล้างทำความสะอาด ต้มในน้ำเดือด ในอัตราส่วนเมล็ดขนุน 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 4 ลิตร เป็นระยะเวลา 30 นาที ลอกเปลือกหุ้มเมล็ดสีขาวครีมและสีน้ำตาลออกจนหมด ล้างน้ำ หั่นเป็นแผ่นปนาประมาณ 1 มม. และนำไปอบแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง นำมาบดด้วยเครื่องบดแล้วร่อนด้วยตะแกรง 100 เมซ เก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทและแห้ง

3. ศึกษาปริมาณการเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

นำซังขนุนมาเป็นส่วนผสมของการผลิตไอศกรีม โดยนำผงซังขนุนมาเสริมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ระดับร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด และทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความเนียนของไอศกรีม) และความชอบรวม โดยผู้ประเมินเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 30 คน ใช้วิธี 9-point hedonic scale ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดเพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

4. ศึกษาปริมาณการเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีม

นำซังขนุนที่ได้จากการผลิตผงซังขนุนมาเป็นส่วนผสมในการผลิตโคน โดยนำผงซังขนุนมาเสริมในผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีมที่คัดเลือกได้จากข้อที่4 ที่มีปริมาณ 2, 4, 6, 8 และ 10 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ โดยผู้ประเมินที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการใช้ คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดเพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

5. ศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีม

นำแป้งเมล็ดขนุนที่มาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีม โดยทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในโคนไอศกรีม ที่มีปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของปริมาณแป้งสาลีทั้งหมด และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบ โดยผู้ประเมินที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการใช้ คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale ทำการคัดเลือกระดับการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนที่ผู้บริโภคได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดเพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

6. ศึกษาต้นทุนการผลิตที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีม

นำวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากเมล็ดขนุนและซังขนุนมาคำนวณหาต้นทุน ตามวิธีการ (ลักขณา ตันเจริญ, 2533) มีสูตรโดยทั่วไป คือ

ต้นทุนการผลิต = วัตถุดิบที่ใช้ไปในการผลิต + ค่าแรงงานทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ด้วยวิธี ANOVA ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1.ศึกษาปริมาณการเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

การศึกษาปริมาณการเสริมซังขนุนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม โดยศึกษาปริมาณการเสริมซังขนุนที่ระดับร้อยละ 2, 4, 6, และ 10 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อปริมาณซังขนุนเพิ่มขึ้นผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

โดยผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับระดับการทดแทนซังขนุนที่ระดับร้อยละ 2 สูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณซังขนุนในไอศกรีมทำให้ไอศกรีมมีรสชาติที่เปรี้ยวมากขึ้น ทั้งนี้การเสริมซังขนุนเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ เนื่องจากซังขนุนมีคุณทางโภชนาการ ได้แก่ พลังงาน 122 แคลลอรี่ โปรตีน 1.40 กรัม คาร์โบไฮเดรต 29.20 กรัม แคลเซียม 21 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 13 กรัม เบต้าแคโรทีน 13 ไมโครกรัม และใยอาหาร 7.51 กรัม (จันทนา ขัดเต๋า พรพรรณ ไตรปิ่นเพชร และกิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2554; สุภิญยาฐ์ ชินชัย, 2536) จากผลการศึกษาผู้วิจัยจึงคัดเลือกไอศกรีมที่มีการเสริมซังขนุนร้อยละ 2 เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 1 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมเสริมซังขนุน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**ปริมาณซังขนุนในไอศกรีม (%)**			
	2	**4**	**6**	**8**
ลักษณะปรากฏ	7.50±0.73^{a}	7.03±0.85^{b}	6.93±0.82^{b}	6.93±0.78^{b}
สี	7.40±0.81^{a}	7.16±0.64^{ba}	6.80±0.80^{cb}	6.73±0.78^{c}
กลิ่น	7.20±0.85^{a}	6.70±0.72^{b}	6.60±0.67^{b}	6.60±0.72^{b}
กลิ่นรส	7.23±0.67^{a}	6.56±0.77^{b}	6.40±0.77^{b}	6.33±0.60^{b}
รสชาติ	7.23±0.72^{a}	6.30±0.65^{b}	6.30±0.65^{b}	6.30±0.53^{b}
เนื้อสัมผัส	7.40±089^{a}	6.96±0.85^{b}	6.86±0.81^{b}	6.86±0.68^{b}
ความชอบโดยรวม	7.66±0.66^{a}	7.03±0.76^{b}	6.53±0.62^{c}	6.53±0.68^{c}

หมายเหตุ -ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=30)

-อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. การศึกษาปริมาณการเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีม

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสมัผัสของโคนไอศกรีมเสริมซังขนุน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรการเสริมซังขนุนในโคนไอศกรีม (%)				
	2	4	6	8	10
ลักษณะที่ปรากฏ	7.24±1.42^{a}	6.86±1.39^{ab}	6.92±1.33^{ab}	6.64±1.27^{b}	6.50±1.41^{b}
สี	7.40±1.37^{a}	7.06±1.01^{ab}	6.80±1.39^{b}	6.68±1.05^{b}	6.60±1.41^{b}
กลิ่น^{ns}	6.74±1.78	6.74±1.17	6.62±1.38	6.32±1.68	6.18±1.42
กลิ่นรส	6.92±1.62^{a}	6.86±1.24^{a}	6.72±1.49^{ab}	6.28±1.66^{ab}	6.20±1.57^{b}
รสชาติ	7.16±1.55^{a}	6.98±1.11^{ab}	6.98±1.39^{ab}	6.40±1.47^{cb}	6.18±1.69^{c}
เนื้อสัมผัส	7.00±1.61^{a}	7.10±1.40^{a}	6.90±1.40^{a}	6.54±1.47^{ab}	6.20±1.76^{b}
ความชอบโดยรวม	7.24±1.49^{a}	7.12±1.23^{ab}	7.00±1.49^{ab}	6.68±1.25^{ab}	6.56±1.47^{b}

หมายเหตุ - ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50)
- อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยส้าคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 2 การศึกษาปริมาณการเสริมซังขนุนที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีม ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale พบว่า เมื่อเพิ่มซังขนุนในโคน ไอศกรีมผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางประสามสมัผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับการ เสริมซังขนุนร้อยละ 2 สูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสสามารถเสริมซังขนุน ได้ถึงระดับร้อยละ 6 แต่คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq.05$) เมื่อปริมาณการเสรมิซังขนุนเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาพบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณซงัขนุนท้าให้ สีของโคนมีสีเข้มขึ้น รสชาติของโคนไอศกรีมมีความเปรี้ยวของซังขนุนท้าให้รสชาติของโคนไอศกรีม เปลี่ยนไปเล็กน้อย จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงคัดเลือกโคนไอศกรีมเสริมซังขนุนที่ร้อยละ 2 เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.ศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีม

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโคนไอศกรีมทดแทนแป้งเมล็ดขนุน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในโคนไอศกรีม (%)				
	10	20	30	40	50
ลักษณะที่ปรากฏ^{ns}	7.93±0.73	7.96±0.96	7.73±0.82	7.70±0.95	7.90±0.84
สี^{ns}	7.93±0.82	7.93±0.82	7.76±0.93	7.66±0.84	7.93±0.90
กลิ่น^{ns}	7.93±0.63	8.00±0.83	7.80±0.76	8.13±0.73	8.16±0.64
กลิ่นรส^{ns}	7.86±0.86	8.06±0.69	7.93±0.78	7.90±0.95	8.10±0.75
รสชาติ^{ns}	8.10±0.88	8.03±0.99	8.16±0.98	8.13±0.77	7.90±0.71
เนื้อสัมผัส^{ns}	8.16±0.79	7.96±0.92	8.03±0.88	8.03±0.88	7.93±0.82
ความชอบโดยรวม^{ns}	8.20±0.76	8.36±0.55	8.23±0.67	8.26±0.63	8.23±0.72

หมายเหตุ - ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=30)

การศึกษาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีม โดยศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนที่ระดับร้อยละ 10, 20, 30, 40, และ 50 (ตารางที่ 3) ทดสอบการยอมรับด้วยวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับโคนไอศกรีมที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนที่ระดับร้อยละ 10, 20, 30, 40, และ 50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งเมล็ดขนุนทำให้ค่าการพองตัว ของแป้งเพิ่มขึ้นทำให้ส่วนผสมมีความหนืด ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมล็ดขนุนมีโปรตีนสูงทำให้ขั้นตอนการอบแป้งมีปริมาณของโปรตีนที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้โปรตีนจับกับโมเลกุลของแป้งจึงทำให้แป้งไม่สามารถขยายตัวได้ (ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก นงนุช รักสกุลไทยและดวงเดือน กุลวิลัย, 2541) ผลิตภัณฑ์โคนไอศกรีมที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนสามารถเพิ่มระดับการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนได้ถึงร้อยละ 50 ทั้งนี้แป้งเมล็ดขนุนมีคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งให้พลังงาน 153 กิโล แคลอรี โปรตีน 5.5 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 32.2 กรัม ฟอสฟอรัส 105 มิลลิกรัม วิตามิน บี 1 1.74 มิลลิกรัมและ ไนอะซิน 3.2 มิลลิกรัม นอกจากนี้จากการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนในผลิตภัณฑ์บราวนี่ พบว่า บราวนี่ที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนปริมาณร้อยละ 35 มีพลังงานและคาร์โบไฮเดรตลดลงแต่มีแคลเซียมและใยอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ไม่มีการใช้แป้งเมล็ดขนุน (ภัศรา กงอุบล และสุชานุช ดีจริง, 2556) ดังนั้นจึงคัดเลือกโคนไอศกรีมทดแทนแป้งเมล็ดขนุนที่ร้อยละ 50 เพื่อใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 1 โคนไอศกรีมทีมีแป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลี

4.ศึกษาต้นทุนการผลิตที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมซังขนุน

ตารางที่ 4 การคิดต้นทุนการผลิตไอศกรีมจากที่มีการเสริมซังขนุน 2%

วัตถุดิบ	ราคา(บาท)	น้ำหนัก (กรัม/การผลิต 1 ครั้ง		ต้นทุน (บาท/การผลิต 1 ครั้ง)	
		สูตรมาตรฐานไอศกรีม	สูตรเสริมซังขนุน 2%	สูตรมาตรฐานไอศกรีม	สูตรเสริมซังขนุน 2 %
นมข้นจืด	22 (405 g)	500 กรัม	500 กรัม	27.16 บาท	27.16 บาท
วิปปิ้งครีม	130 (1,000 g)	250กรัม	250 กรัม	32.5 บาท	32.5 กรัม
น้ำตาลทราย	22 (1,000 g)	160 กรัม	160 กรัม	3.52 บาท	3.52 บาท
เกลือ	4 (220 g)	0.5 กรัม	0.5 กรัม	0 บาท	0 บาท
ไข่ไก่(ไข่แดง)	4 (50 g)	45 กรัม	45 กรัม	3.6 บาท	3.6 บาท
เจลาติน	79 (100 g)	5 กรัม	5 กรัม	3.93 บาท	3.93 บาท
กลิ่นวนิลา	25 (148 g)	2 กรัม	2 กรัม	0.33 บาท	0.33 บาท
น้ำเปล่า	13 (1,500 g)	120 กรัม	120 กรัม	1.04 บาท	1.04 บาท
ซังขนุน	-	-	20 กรัม	-	1 บาท
รวม				72.08 บาท	73.05 บาท

การคิดต้นทุนในการผลิต คำนวณจาก วิธีการของ ลักขณา ตันเจริญ (2553) คือ

ชังขนุนสด 1 กิโลกรัม ได้ชังขนุนอบแห้ง 300 กรัม

ค่าไฟ 14 ชม คิดเป็น 15 บาท

ต้นทุนการผลิตไอศกรีมสูตรมาตรฐาน

ต้นทุนการผลิต = ค่าแรงทางอ้อม + ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

ค่าใช้จ่ายในการผลิต : ขั้นตอนการปั่นไอศกรีมใช้เวลา 2 ชม. = 75 + 72.08

= 147.08 บาท

จะได้ไอศกรีมประมาณ 65 ก้อน = 147.08/65

= 2.2 บาท/ก้อน

ต้นทุนการผลิตไอศกรีมเสริมชังขนุน 2%

ค่าใช้จ่ายในการผลิต : ขั้นตอนการปั่นไอศกรีมใช้เวลา 2 ชม.

ต้นทุนการผลิต = ค่าแรงทางอ้อม + ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต = 75 + 73.05

= 148.05 บาท

จะได้ไอศกรีมประมาณ 65 ก้อน = 148.05/65

= 2.2 บาท/ก้อน

ตารางที่ 5 การคิดต้นทุนการผลิตโคนไอศกรีมจากที่มีทดแทนแป้งเมล็ดขนุน 50% และเสริมซังขนุน 2%

วัตถุดิบ	ราคา	น้ำหนัก (กรัม/การผลิต 1 ครั้ง		ต้นทุน (บาท/การผลิต 1 ครั้ง	
		สูตรมาตรฐานโคนไอศกรีม	สูตรแป้งเมล็ดขนุน 50% + ซังขนุน 2%	สูตรมาตรฐานโคนไอศกรีม	สูตรแป้งเมล็ดขนุน 50% + ซังขนุน 2%
แป้งสาลี	25 (1,000 g)	130 กรัม	65 กรัม	3.25 บาท	1.13 บาท
แป้งเมล็ดขนุน	60 (1,300 g)	-	65 กรัม	-	3 บาท
เกลือ	4 (220 g)	1 กรัม	1 กรัม	0.01 บาท	0.01 บาท
น้ำตาลทราย	22 (1,000 g)	61 กรัม	61 กรัม	1.34 บาท	1.34 บาท
กะทิ	53 (1,000 g)	113 กรัม	113 กรัม	6 บาท	6 บาท
น้ำปูนใส	-	20 กรัม	20 กรัม	-	-
ไข่ไก่	4	1 ฟอง	1 ฟอง	4 บาท	4 บาท
น้ำเปล่า	13 (1,500 g)	10 กรัม	10 กรัม	0.08	0.08 บาท
ซังขนุน	-	-	7 กรัม	-	0.35 บาท
รวม				14.60 บาท	14.57 บาท

ต้นทุนการผลิตโคนไอศกรีมสูตรมาตรฐาน

ค่าใช้จ่ายในการผลิต : ขั้นตอนการทำโคนใช้เวลา 2 ชม.

ต้นทุนการผลิต = ค่าแรงทางอ้อม + ค่าวัตถุดิบในการผลิต = 75 + 14.60

= 89.6 บาท

1 สูตรจะได้โคนไอศกรีม 50 อัน = 89.6/50

= 1.7 บาท/โคน

ต้นทุนการผลิตโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุน 50% และซังขนุน 2%

ค่าใช้จ่ายในการผลิต : ขั้นตอนการทำโคนใช้เวลา 2 ชม.

ต้นทุนการผลิต = ค่าแรงทางอ้อม + ค่าวัตถุดิบ = 75 + 14.57

= 89.57 บาท

จะได้โคนไอศกรีม 50 โคน = 89.57/50

= 1.7 บาท/โคน

* รวมต้นทุนที่ได้จากไอศกรีมและโคน = ไอศกรีม + โคน

= 2.2 + 1.7 รวม

= 3.9 บาท

จากการคำนวณต้นทุนในการผลิตไอศกรีมสูตรที่มีการเสริมซังขนุนร้อยละ 2 มีต้นทุนสูงกว่าสูตรมาตรฐานเพียงเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามสูตรที่มีการเสริมซังขนุนมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ยังมีประโยชน์ต่อร่างกายทำหน้าที่ของทางเดินอาหารส่วนต้น ช่วยในการขับถ่ายของลำไส้ใหญ่ ผลดีต่อเยื่อบุผิวในลำไส้ ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด ส่วนต้นทุนการผลิตโคนไอศกรีมที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนร้อยละ 50 และเสริมซังขนุนร้อยละ 2 มีต้นทุนต่ำกว่าสูตรมาตรฐานเพียงเล็กน้อย และสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนและเสริมซังขนุนก็มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยแป้งเมล็ดขนุนมีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นแหล่งพลังงานที่ดี ซึ่งให้พลังสูงถึง 153 กิโลแคลอรี่ มีโปรตีน 5.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 32.2 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม (วิวรณ์ วงศ์อรุณา, 2561) แป้งเมล็ดขนุนสามารถนำไปทดแทนในผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของแป้งสาลีได้ เนื่องจากแป้งเมล็ดขนุนสามารถดูดซึมน้ำได้ดีกว่าแป้งสาลี และผงซังขนุนมีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์สามารถนำมาเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมต่างๆได้ ทำให้ขนมมีกลิ่น และกลิ่นรสที่แปลกใหม่

เอกสารอ้างอิง

จันทนา ขัดเต๋า, พรพรรณ ไตรปิ่นเพชร และกิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. (2544). การเสริมใยอาหารจากซังขนุนผงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก และคุกกี้**. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 19(1), 17-25.

ตรีชฎา อุทัยดา. (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเพื่อสุขภาพจากผลผลิตทางการเกษตรในท้องถิ่น. **วารสารเกษตรพระวรุณ**. 10(1), 39-48.

นันทพร อัคนิจ. (2554). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมสมุนไพร.** เอกสารวิจัย เสนอต่อคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก นงนุช รักสกุลไทยและดวงเดือน กุลวิลัย. (2541). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุณภาพข้าวเกรียบกุ้ง. **อาหาร**. 28(2), 125-132.

ภัศรา ก่งอุบล และสุชานุช ดีจริง. (2557). การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งเมล็ดขนุนในผลิตภัณฑ์บราวนี่. **คหกรรมศาสตร์ มศว.** 12(1), 1-24.

รัชนี ตันฑะพานิชกุล. (2542). **เคมีอาหาร**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ลักขณา ตันเจริญ. (2553). **การคำนวณต้นทุนการผลิต** (Online). https://sites.google.com/a/ttc.ac.th/industryaccounting/1-laksna-khxng-kickar xutsahkrrm/14?overridemobile=true&fbclid, 17 ธันวาคม 2560.

วิวรณ์ วงศ์อรุณ. (2561). **มูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์อาหารจากของเหลือใช้ในชุมชน: เมล็ดขนุน.** รายงานการวิจัย เสนอต่อคณะอุตสาหกรรมการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

สุภาภรณ์ ปิติพร. (2562). “ขนุน ผลไม้ยิ่งใหญ่ ยาล้างลำไส้ของไทยแท้”. **ศูนย์อาชีพและธุรกิจมติชน (Matichon Academy)**(Online). https://www.matichonacademy.com/content/health/article_17675, 15 พฤศจิกายน 2562.

สุภิญยาฐ์ ชินชัย. (2536). **การใช้ซังขนุนแห้งเพื่อเพิ่มใยอาหารในขนมทองม้วน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย.

การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด

Utilization of Soybean Meal Powder Substituted Wheat Flour in Fried Pun Klib Product

พรชัย พุทธรักษ์[1*], วันฉัตร ศิริสาร[1], ขนิษฐา อโนทัย[2] และบุญดาริกา จามจุรี[2]

Pornchai Puttarak[1*], Wanchat Sirisarn[1], Kanitta Anothai[2] and Boondarika Jmajuree[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานของไส้ปั้นขลิบทอด และปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด ด้วยวิธีการทดแทนกากถั่วเหลืองผงในปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40, และ 50 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale จากการศึกษา พบว่า สูตรไส้ปั้นขลิบทอดที่ประกอบด้วย เนื้อปลา 250 กรัม รากผักชี 4 กรัม กระเทียม 6 กรัม พริกไทย 2 กรัม เกลือ 4 กรัม น้ำตาลปี๊บ 100 กรัม น้ำตาลทราย 50 กรัม ถั่วสิสง 50 กรัม หอมแดง 100 กรัม น้ำเปล่า 50 กรัม และน้ำมันพืช 25 กรัม ได้รับการคัดเลือกเป็นสูตรพื้นฐาน และได้รับคะแนนยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด มีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด พบว่า ปริมาณกากถั่วเหลืองผง ร้อยละ 20 ผู้ทดสอบให้คะแนนยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

คำสำคัญ: กากถั่วเหลือง, ปั้นขลิบทอด

[1]ชื่ออาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]ชื่อนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

***Corresponding author, E-mail:** chaitarak414@gmail.com

Abstract

The objective of this research is to study the standard formula of Pun Klib Tord. The amount of soybean meal powder for substituting wheat flour by 10, 20, 30, 40, and 50 percent in the product of Pun Klib Tord with 9-point hedonic scale sensory quality tests. 250 grams of steamed mackerel meat, 4 grams of coriander root, 6 grams of garlic, 2 grams of pepper, 4 grams of salt, 100 grams of palm sugar, 50 grams of soy beans, 50 grams of sugar, 50 grams of water, 100 grams of shallot and 25 grams of water. Standard formula had the highest sensory acceptance score which has scores in the medium to high level. When studying the optimum amount of soybean meal powder for substituting of wheat flour in Pun Klib Tord products, it was found that 20 percent of soybean flour content had the highest sensory score in which, had the molerate acceptance scores.

Keywords: Soybean Meal**,** Fried Pun Klib

บทนำ

ปั้นขลิบทอดเป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่มีรูปร่างคล้ายกะหรี่ปั๊บ แต่ต่างกันที่มีขนาดเล็กกว่า และไม่มีลวดลายเป็นชั้น ๆ ไส้ที่นิยมมีอยู่ 2 ไส้ คือ ไส้ไก่ และไส้ปลา ลักษณะของแป้งจะมีความกรอบและแข็งมากกว่ากะหรี่ปั๊บ พอดีคำ นิยมรับประทานควบคู่กับน้ำชาหรือเครื่องดื่ม (ทัศนีย์ โรจนไพบูลย์ และอโนทัย โรจนไพบูลย์, 2542) ในปัจจุบันหาซื้อได้ค่อนข้างง่าย แต่เนื่องจากปั้นขลิบมีส่วนประกอบของแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูงผู้วิจัยจึงคิดที่นำกากถั่วเหลืองเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตเต้าหู้ ส่วนใหญ่มักนำไปแปรรูปเป็นอาหารสัตว์หรือขายให้กับโรงงานอาหารสัตว์ซึ่งจะขายได้ในราคาต่ำ กากถั่วเหลืองมีโปรตีนถึงร้อยละ 45-50 การนำกากถั่วเหลืองมาแปรรูปเป็นกากถั่วเหลืองผง จะเป็นการเพิ่มมูลค่า และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น (ยุพร พืชกมุทร, 2548)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญที่จะค้นหาสูตรพื้นฐานไส้ปั้นขลิบทอดและเห็นความสำคัญที่จะใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความแปลกใหม่ สามารถเพิ่มคุณค่าของกากถั่วเหลือง และเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของไส้ปั้นขลิบทอด
2. เพื่อศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรพื้นฐานของไส้ปั้นขลิบทอด

คัดเลือกสูตรพื้นฐานโดยการนำสูตรพื้นฐานไส้ปั้นขลิบทอดทั้ง 3 สูตร มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิมเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 30 คน ทำการทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เพื่อคัดเลือกเป็นสูตรมาตรฐานในการทดลองขั้นต่อไป โดยมีส่วนผสมและขั้นตอนการเตรียมไส้ปั้นขลิบทอด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของสูตรพื้นฐานในการทำไส้ปั้นขลิบทอดไส้ปลา 3 สูตร

ส่วนผสม	**ปริมาณส่วนผสม (กรัม)**		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
เนื้อปลา	250	250	250
รากผักชี	4	4	4
กระเทียม	5	6	6
พริกไทย	6	1	2
ข่า	5	-	-
เกลือ	-	4	4
น้ำปลา	35	-	-
น้ำตาลปี๊บ	120	150	100
น้ำตาลทราย	-	50	50
ถั่วสิสง	50	50	50
หอมใหญ่	40	100	-
หอมแดง	50	125	100
น้ำเปล่า	-	-	50
น้ำมันพืช	25	25	25

ที่มา: สูตรที่ 1 จาก เอี่ยมวิวัฒน์กิจ ชูเรืองสุข (2559)

สูตรที่ 2 จาก Food MThai (2561)

สูตรที่ 3 จาก นิตยสาร M&M แม่และเด็ก (2543)

1.1 วิธีการเตรียมไส้ปั้นขลิบทอด

นำปลาไปล้างให้สะอาดแล้วนำไปนึ่งจนสุก

↓

นำไปโขลกให้เนื้อปลาขึ้นฟู

↓

นำเนื้อปลาไปผัดจนแห้ง

↓

นำส่วนผสมทั้งหมด (ยกเว้นเนื้อปลา) ไปผัดรวมกัน

↓

ผัดจนส่วนผสมและเครื่องปรุงเป็นสีน้ำตาลอ่อนเหนียวข้น

↓

ใส่เนื้อปลาลงผัดจนกระทั่งส่วนผสมเข้ากันดี ชิมรสชาติ แล้วปั้นเป็นก้อนกลม น้ำหนักก้อนละ 4 กรัม

ที่มา : เอี่ยมวิวัฒน์กิจ ชูเรืองสุข (2559)

1.2 วิธีการเตรียมแป้งปั้นขลิบทอด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สูตรมาตรฐานแป้งปั้นขลิบทอดของ พรชัย พุทธรักษ์ (2559) อ้างถึงใน โนลือมา สาเม๊าะ และฟารีดา สือแม (2559) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สูตรมาตรฐานแป้งปั้นขลิบทอด

ส่วนผสมแป้งปั้นขลิบทอด	**ปริมาณส่วนผสม (กรัม)**
แป้งสาลีเอนกประสงค์	500
น้ำมันพืช	125
น้ำตาลทราย	50
น้ำเปล่า	200

วิธีการทำแป้งปั้นขลิบทอด

ร่อนแป้งสาลี ผสมแป้ง น้ำตาลทราย และน้ำมันให้เข้ากัน

↓

นวดส่วนผสมทุกอย่างจนเป็นเนื้อเดียวกัน พักแป้ง 15 นาที

↓

แบ่งแป้งเป็นก้อนกลม น้ำหนัก 5 กรัม แผ่ให้บาง ห่อด้วยไส้ที่ปั้นไว้ ขลิบริม

2. ศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง

ส่วนประกอบ	**ปริมาณ (ร้อยละ)**
ความชื้น	10
โปรตีน	44
ไขมัน	1
เยื่อใย	7.0
เถ้า	6.0
แคลเซียม	0.25
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.20

ที่มา: สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ (2539)

2.1 วิธีการเตรียมกากถั่วเหลืองผงเพื่อใช้ในการทดแทนแป้งสาลี

นำกากถั่วเหลืองจำนวน 4 กิโลกรัม มาต้มในน้ำเดือดปริมาณ 1,500 ลิตรที่อุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วกรองจนสะเด็ดน้ำ

↓

นำกากถั่วเหลืองที่ได้มาอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-12 ชั่วโมง

↓

นำกากถั่วเหลืองมาบดละเอียดโดยเครื่องบดละเอียดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh

↓

นำแป้งกากถั่วเหลืองผงมาทดแทนแป้งสาลีในแป้งปั้นขลิบสูตรพื้นฐาน

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก สิริรัตน์ จงฤทธิพร และคณะ (2556)

2.2 วิธีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผง

ผลิตแป้งปั้นขลิบทอดที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผง โดยใช้กากถั่วเหลืองผงทดแทนที่ปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40, และ 50 (โดยน้ำหนักแป้ง) แล้วทำการผลิตแป้งปั้นขลิบทอดตามสูตรมาตรฐาน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบชิมเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบข้อมูลทางด้วยสถิติ One-Way ANOVA ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอดที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผงที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด

ผลการวิจัย

1. ผลการคัดเลือกสูตรมาตรฐานของไส้ปั้นขลิบทอดจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของไส้ปั้นขลิบทอด 3 สูตร ด้วยวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของไส้ปั้นขลิบทอด สูตรที่ 3 สูงกว่า สูตรที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมี

คะแนนการยอมรับสูงกว่า สูตรที่ 2 ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในส่วนของคะแนนการยอมรับด้านด้านกลิ่นรส และเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับไส้ปั้นขลิบทอด ทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกไส้สูตรที่ 3 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด มีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก มาทำการทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป

ตารางที่ 4 ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของไส้ปั้นขลิบทอดจากสูตร 3 สูตร

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	**สูตรที่ 1**	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ลักษณะปรากฏ	7.20±0.80^{b}	7.43±0.85^{b}	7.73±0.69^{a}
สี	7.10±0.80^{b}	7.36±0.88^{ab}	7.66±0.84^{a}
กลิ่น	7.10±0.80^{b}	7.23±0.85^{b}	7.70±0.65^{a}
กลิ่นรส	7.10±0.84^{a}	7.13±1.07^{a}	7.56±0.67^{a}
รสชาติ	6.30±0.74^{b}	7.43±0.77 ^{b}	7.66±0.80 ^{a}
เนื้อสัมผัส	7.13±0.81^{a}	7.36±0.88^{a}	7.46±0.89^{a}
ความโดยชอบรวม	7.06±0.78^{b}	7.26±0.90^{ab}	7.60±0.85^{a}

หมายเหตุ - ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด



10 20 30 40 50

ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอดที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผง

จากการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด ที่ปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และและความชอบโดยรวม ของแป้งปั้นขลิบทอดที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผงที่ปริมาณร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีคะแนนการยอมรับสูงกว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผงที่ปริมาณร้อยละ 30, 40 และ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคัดเลือกสูตรกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีที่ปริมาณร้อยละ 20 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 5 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอดที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผง

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณกากถั่วเหลืองผง (ร้อยละ)				
	10	20	30	40	50
ลักษณะปรากฏ	7.56±0.72^{a}	7.46±0.81^{a}	6.83±0.94^{b}	6.56±0.81^{b}	6.43±0.72^{b}
สี	7.46±0.73^{a}	7.50±0.90^{a}	7.10±0.84^{ab}	6.73±0.86^{b}	6.76±0.77^{b}
กลิ่น	7.60±0.62^{a}	7.46±0.81^{a}	7.10±0.84^{b}	6.80±0.80^{cd}	6.63±0.71^{d}
กลิ่นรส	7.43±0.72^{a}	7.43±0.81^{a}	7.00±0.74^{b}	6.53±0.62^{c}	6.60±0.85^{c}
รสชาติ	7.56±0.89^{a}	7.43±0.93^{ab}	7.00±0.90^{bc}	6.73±0.82^{c}	6.60±0.72^{c}
เนื้อสัมผัส	7.50±0.62^{a}	7.36±0.92^{a}	6.83±0.91^{b}	6.50±0.90^{b}	6.46±0.81^{b}
ความชอบรวม	7.60±0.62^{a}	7.43±0.89^{a}	6.96±0.85^{b}	6.63±0.85^{bc}	6.53±0.77^{c}

หมายเหตุ - ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า สูตรไส้ปั้นขลิบทอดที่ประกอบด้วย เนื้อปลา 250 กรัม รากผักชี 4 กรัม กระเทียม 6 กรัม พริกไทย 2 กรัม เกลือ 4 กรัม น้ำตาลปี๊บ 100 กรัม น้ำตาลทราย 50 กรัม ถั่วสิสง 50 กรัม หอมแดง 100 กรัม น้ำเปล่า 50 กรัม และน้ำมันพืช 25 กรัม ได้รับการคัดเลือกเป็นสูตรมาตรฐาน และได้รับคะแนนยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

ปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด พบว่า ปริมาณกากถั่วเหลืองผงร้อยละ 10 ผู้ทดสอบให้คะแนนยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก แต่ไม่มีความแตกต่างกับปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่ ร้อยละ 20 ดังนั้นผู้วิจัยจึงคัดเลือกสูตรกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีที่ปริมาณร้อยละ 20 ในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด

การอภิปรายผล

เมื่อศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อแป้งปั้นขลิบมีความแข็ง และแห้งมาก เมื่อนำไปทอดแป้งจะแตก ทั้งนี้เป็นเพราะโปรตีนกลูเต็นที่อยู่ในแป้งสาลีลดลงทำให้แป้งดูดซับน้ำมากขึ้น แต่ทำให้มีความยืดหยุ่นน้อยลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการทดแทนแป้งสาลีที่ปริมาณ ร้อยละ 20 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด พบว่า ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้ปั้นขลิบทอดให้มีความหลากหลายมากขึ้น และควรศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบทอด เพื่อนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารในการจัดจำหน่ายต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ โรจนไพรบูลย์ และอโนทัย โรจนไพรบูลย์. (2542). **เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีอาหารและเครื่องดื่มหน่วยที่ 7.** มหาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

นิตยสาร M&M แม่และเด็ก. (2543). **สูตรขนมปั้นขลิบ 6 ไส้**. เข้าถึงจาก https://cooking.kapook.com, (วันทที่ได้สืบค้นข้อมูล: 13 ตุลาคม 2561).

โนลือมา สาเม๊าะ และฟารีดา สือแม. (2559). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปั้นขลิบรสข้าวยำ.** สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์อาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

บุษรินทร์ เหมทานนท์. (2555). **ขนมปั้นสิบคุณยาย**. เข้าถึงจาก http:// www.punsibkunyay.blogspot.com (วันที่ได้สืบค้นข้อมูล: 18 ตุลาคม 2561).

ยุพร พืชกมุทร. (2548). **การผลิตขนมทองม้วนจากกากถั่วเหลืองที่ได้จากการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง**, การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตรครั้งที่ 7 เรื่องเทคโนโลยีอาหารก้าวไกลนาไทยสู่ครัวโลก, ศูนย์ประชุมนานาชาติไบเทค, กรุงเทพมหานคร, 22-24 มิถุนายน.

สิริรัตน์ จงฤทธิพร และคณะ. (2556). **การใช้แผ่นฟิมล์และการฉีดพ่นไคโตซานผสมสารสกัดกระเทียมในการถนอมผลิตภัณฑ์ประมง.** กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. (2539). **การตรวจสอบความสุกดิบของกากถั่วเหลือง**. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอี่ยมวิวัฒน์กิจ ชูเรืองสุข. (2551). **ขนมปั้นขลิบทอด.** เข้าถึงจาก https://www.gotoknow. (วันที่ได้สืบค้นข้อมูล: 10 ตุลาคม 2561).

Food MThai. (2561). **สูตรขนมปั้นสิบ หยิบกินสะดวกชิ้นพอดีคำ.** เข้าถึงจาก https:// food.mthai.com (วันที่ได้สืบค้นข้อมูล: 13 ตุลาคม 2561).

สภาวะสุขภาพช่องปาก ความรู้ และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก ของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต

ORAL HEALTH STATUS ORAL HEALTH, KNOWLEDGE AND ORAL HEALTH CARE BEHAVIOR AMONG GRADE 4-6 STUDENT, MAIKHOA SUB-DISTRICT, TALANG DISTRICT, PHUKET

บีบิลฮัม หลงมุสอ[1*], รุสลีซา อาหะมะ[2], อุไรวรรณ ไกรนรา มูรานิชิ[3], จำนรรจ์ พีระศุภวัต[4], สาศิณีย์ เสนาบุญ[5]

Uraiwan Krainara Muranishi[1*], Beebilham Longmuso[2], Ruslisa Ahama[3], Jamnun Perasupawat [4], Sasinee Senabun[5]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะสุขภาพช่องปาก ระดับความรู้และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้การดูแลสุขภาพช่องปาก และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงจากโรงเรียนแห่งหนึ่งที่มีปัญหาสภาวะสุขภาพช่องปากมากที่สุดจำนวน 49 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการตรวจสุขภาพช่องปาก และแบบสอบถามความรู้และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก ผ่านการทดสอบดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือวิจัย (IOC) เท่ากับ 0.98 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ความรู้และพฤติกรรมด้วยสถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

ผลการศึกษาพบว่า เด็กนักเรียนมีปัญหาสภาวะสุขภาพช่องปากมาก เป็นดังนี้ มีโรคฟันผุ ร้อยละ 87.8 และโรคเหงือกอักเสบทั้งหมด ร้อยละ 73.5 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 53.1 ส่วนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 63.3 และความสัมพันธ์ของความรู้กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก พบว่า ความรู้การดูแลสุขภาพช่องปาก มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.342$, P-value = 0.016 โรงเรียน ผู้ปกครอง และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจึงควรร่วมมือให้ความรู้ด้านการดูแลสุขภาพช่องปากและส่งเสริมทักษะการแปรงฟันในกลุ่มเด็กนักเรียนอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้สุขภาพช่องปากดีขึ้นได้

คำสำคัญ: สภาวะสุขภาพช่องปาก, ความรู้, พฤติกรรม, การดูแลสุขภาพช่องปาก

[1-2] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[3]อาจารย์สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[4] นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไม้ขาว

[5] เจ้าพนักงานทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไม้ขาว

[*]**Corresponding author, E-mail:** russliza1234@gmail.com

Abstract

This study aim to examine oral health status, knowledge and oral health care behavior among grade 4-6 student, Maikhoa sub-district, Talang district, Phuket and examine the correlation between knowledge and behavior The student was selected by purposive sampling technique as the school with highest oral health problem in this area. The reseach instrument include the oral health examination and oral health knowledge and behavior questionair with approve index of item – objective congruence (IOC= 0.98) The data was analysed by frequency, percentage, mean and standard deviation. The correlation was analysed by Pearson's Product Moment Correlation Coefficient.

The result showed student with higher oral health problem such as dental caries (87.8%) and gingivitis (73.5%) respectively. Most student have moderate level of knowledge (53.1%) and moderate level of oral health care behavior (63.3%) The correlation between knowledge and behavior showed that knowledge related to oral health care behavior with a statistically significant. (r = 0.342, P-value = 0.016) School, parent and health promotion hospital should coparate for oral health care education and promote teeth brushing behavior among student continuously that would be helpful for oral health status.

Keywords: oral health status, knowledge, behavior, oral health care

บทนำ

สุขภาพช่องปากและฟันที่ดีเป็นสิ่งสำคัญต่อความเป็นอยู่ที่ดี ฟันที่แข็งแรงจะช่วยให้รับประทานอาหารได้สะดวก ช่วยให้บุคลิกดูดี และพูดได้อย่างชัดถ้อยชัดคำ พฤติกรรมและปัจจัยเสี่ยงด้านสุขภาพช่องปากในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ ซึ่งมีความแตกต่างกันตามกลุ่มวัยและบริบทของสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ดังนั้นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้ได้ข้อมูลสภาวะในช่องปาก พฤติกรรมและปัจจัยเสี่ยงต่อสุขภาพช่องปากคือการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปาก (มารุต ภู่เพนียด, 2562) โรคฟันผุเป็นโรคที่พบทั่วไปในทุกวัย ปัจจัย 4 ประการที่ทำให้เกิดโรคฟันผุ ได้แก่ แผ่นคราบจุลินทรีย์ อาหารประเภทแป้ง น้ำตาล ตัวฟัน และเวลา ซึ่งแบคทีเรียที่พบในช่องปากจะทำปฏิกิริยากับคราบ (Plaque) ที่ติดค้างขจัดออกไปได้ไม่หมดอยู่ตามซอกฟันและผิวเคลือบฟัน เกิดเป็นกรดและย่อยสลายอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล ทำให้ฟันสูญเสียแร่ธาตุและเกิดการทำลายโครงสร้างของฟันอาจทำให้ฟันแตกเป็นรู เป็นช่อง หากปล่อยทิ้งไว้โดยไม่ทำการรักษา และถ้าลุกลามมากขึ้นอีก จะทำให้เกิดความเจ็บปวด หรือฟันเป็นหนองจนอาจต้องถอนฟันในที่สุด (โฉมไฉไล เอกจิตต์, 2553) นักเรียนประถมศึกษาเป็นกลุ่มที่จำเป็นต้องได้รับการสร้างเสริมสุขภาพช่องปากเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นช่วงวัยที่กำลังเปลี่ยนจากชุดฟันน้ำนมเป็นฟันแท้ โดยเฉพาะกลุ่มประถมศึกษาตอนปลายอายุ 10-12 ปี จะมีฟันแท้ขึ้นครบจำนวน 28 ซี่ (นัฐวุฒิ โนนเภา, 2561) และยังพบการเกิดโรคในช่องปากที่เป็นปัญหาสำคัญระดับประเทศ จากการสำรวจภาวะทันตสุขภาพครั้งที่ 8 ในปี พ.ศ. 2560 แสดง

ให้เห็นว่าในระดับประเทศเด็กนักเรียนอายุ 12 ปี มีสภาวการณ์เกิดฟันผุสูงถึงร้อยละ 52.0 และมีค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด 1.4 ซี่ต่อคน เป็นฟันผุที่ยังไม่ได้รับการรักษาร้อยละ 31.5 มีฟันอุดร้อยละ 31.1 และมีการสูญเสียฟันร้อยละ 3.0 และมีสภาวะเหงือกอักเสบสูงกว่าการสำรวจในครั้งที่ 7 ในปี พ.ศ. 2555 จากร้อยละ 50.3 เป็นร้อยละ 66.3 และพฤติกรรมการแปรงฟันร้อยละ 86.5 แปรงฟันหลังตื่นนอนตอนเช้าทุกวัน ส่วนการแปรงฟันหลังอาหารกลางวัน พบว่า ร้อยละ 13.3 ที่แปรงฟันหลังอาหารกลางวันที่โรงเรียนทุกวัน ร้อยละ 31.4 แปรงบางวัน ร้อยละ 55.3 ตอบว่าไม่เคยแปรงเลยสำหรับการแปรงฟันก่อนนอนซึ่งเป็นช่วงเวลาสำคัญที่จะช่วยป้องกันโรคฟันผุ (สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย, 2561)

สภาวะทันตสุขภาพของเด็กนักเรียนอายุ 10-12 ปี โรงเรียนแห่งหนึ่งในพื้นที่เขตรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ในปี 2559-2561 พบว่าสภาวการณ์เกิดฟันผุในพื้นที่สูงกว่าในระดับประเทศ โดยสภาวการณ์เกิดฟันผุเป็นร้อยละ 55.17, 68.97, 58.76 ค่าเฉลี่ยฟันผุ ถอน อุด 1.17, 1.29, 2.04 ซี่ต่อคน และมีสภาวะเหงือกอักเสบร้อยละ 63.47, 41.38, 52.57 ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นปัญหาการดูแลสุขภาพช่องปาก โดยเฉพาะพฤติกรรมการทำความสะอาดช่องปาก ซึ่งเด็กนักเรียนในกลุ่มนี้จะมีฟันแท้ขึ้นครบ 28 ซี่และมีปัญหาโรคฟันผุเพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต โดยเลือกโรงเรียนที่มีปัญหาสุขภาพช่องปากมากที่สุด เพื่อศึกษาระดับความรู้ และพฤติกรรม และได้นำผลการวิจัยครั้งนี้ไปพัฒนารูปแบบและโปรแกรมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กนักเรียนในพื้นที่ให้ดียิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptiven Research) ระยะเวลาการศึกษาวิจัยอยู่ในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2562 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นเด็กนักเรียน ในเขตความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไม้ขาว คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงเลือกโรงเรียนที่นักเรียนมีปัญหาสภาวะสุขภาพช่องปากมากที่สุดในช่วงระยะเวลา 3 ปีย้อนหลัง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มตัวอย่าง 1 โรงเรียน จำนวน 49 คน แยกเป็นเพศชายจำนวน 25 คน และเพศหญิงจำนวน 24 คนที่มีความยินดีในการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ 1. แบบบันทึกการตรวจสภาวะสุขภาพช่องปาก ฝ่ายทันตกรรมของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไม้ขาว 2. แบบสอบถามที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นโดยศึกษาจาก แนวคิด และรายงานวิจัยต่างๆ จำนวน 1 ชุด ซึ่งแบบสอบถามได้ผ่านการตรวจค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือวิจัย (IOC) โดยการปรับมาตรฐานจากทันตแพทย์เชี่ยวชาญ พยาบาลวิชาชีพชำนาญงาน อาจารย์สาขาสาธารณสุขศาสตร์ และนำมาวิเคราะห์ เพื่อหาความตรงของผู้ตรวจ ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

ด้านที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ นักเรียนอาศัยอยู่กับใคร จำนวนมื้ออาหารหลัก รับประทานขนมระหว่างมื้อ นักเรียนรับประทานอาหารว่างระหว่างวันชนิดไหนบ่อย

ที่สุด นักเรียนดื่มเครื่องดื่มชนิดไหนบ่อยที่สุด นักเรียนแปรงฟันวันละกี่ครั้ง ในรอบ1 ปีที่ผ่านมานักเรียนไปพบทันตบุคคลากรกี่ครั้ง

ด้านที่ 2 แบบสอบถามความรู้เรื่องสุขภาพช่องปาก จำนวน 10 ข้อ เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ ถูก ผิด เกณฑ์การแปลผลระดับความรู้การดูแลสุขภาพช่องปากพิจารณาโดยการนำเกณฑ์ของ บลูม (Bloom, 1967) มาปรับใช้ ดังนี้

คะแนนร้อยละระหว่าง	0 -33.33	หมายถึง นักเรียนมีความรู้อยู่ในระดับน้อย
คะแนนร้อยละระหว่าง	33.34-66.6	หมายถึง นักเรียนมีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง
คะแนนร้อยละระหว่าง	66.7-100	หมายถึง นักเรียนมีความรู้อยู่ในระดับมาก

ด้านที่ 3 แบบสอบถามพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก จำนวน 10 ข้อ เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบติบางครั้ง ไม่ได้ปฏิบัติ ซึ่งเกณฑ์การแปลผลระดับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากพิจารณาโดยการนำเกณฑ์ของ บลูม (Bloom, 1967) มาปรับใช้ ดังนี้

คะแนนร้อยละระหว่าง	0 -6.66	หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมอยู่ในระดับน้อย
คะแนนร้อยละระหว่าง	6.67-13.33	หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง
คะแนนร้อยละระหว่าง	13.34-20	หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมอยู่ในระดับมาก

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลทั่วไป สภาวะสุขภาพช่องปาก ความรู้ พฤติกรรมที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptiven Research) โดยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความรู้และพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก ทดสอบด้วยสถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ประโยชน์และความเสี่ยงที่จะได้รับจากการเข้าร่วมวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างสามารถยุติการเข้าร่วมการวิจัยได้ตลอดเวลา ข้อมูลส่วนบุคคลในการตอบแบบสอบถามผู้วิจัยจะเก็บเป็นความลับ และไม่ส่งผลกระทบใดๆ ต่อกลุ่มตัวอย่าง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป (N=49)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1.เพศ		
ชาย	25	51.0
หญิง	24	49.0

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
2.ชั้นประถมศึกษาปีที่		
ปีที่ 4	14	28.6
ปีที่ 5	11	22.4
ปีที่ 6	24	49.0
3.นักเรียนอาศัยอยู่ ๆกับใคร		
พ่อแม่	41	83.7
พี่ชาย/พี่สาว	0	0
ปู่ ย่า ตา ยาย	6	12.2
ลุง ป้า น้า อา	2	4.1
4.จำนวนมื้ออาหารหลัก		
1 มื้อ/วัน	4	8.2
2 มื้อ/วัน	16	32.7
3 มื้อ/วัน	29	59.2
5.รับประทานขนมระหว่างมื้อ		
1 ครั้ง/วัน	5	10.2
2 ครั้ง/วัน	16	32.7
3 ครั้ง/วัน	12	24.4
มากกว่า 3 มื้อ/วัน	16	32.7
6. นักเรียนรับประทานอาหารว่างระหว่างวันชนิดไหน		
ขนมขบเคี้ยว	19	38.8
ขนมไทย	2	4.1
ผลไม้	14	28.6
ช็อกโกแลต	9	18.3
เยลลี่	5	10.2
7.นักเรียนดื่มเครื่องดื่มชนิดไหนบ่อยที่สุด		
น้ำอัดลม	24	49.0
น้ำหวาน	15	30.6
ชาที่ผสมนมข้นหวาน	10	20.4

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
8.นักเรียนแปรงฟันวันละกี่ครั้ง		
1 ครั้งตอนเช้า	16	32.7
2 ครั้งตอนเช้า ก่อนนอน	18	36.7
3 ครั้งตอนเช้า เที่ยง ก่อนนอน	15	30.6
9.ในรอบ 1 ปี ที่ผ่านมานักเรียนไปพบทันตบุคคลากรกี่ครั้ง		
1 ครั้ง/ปี	9	18.4
2 ครั้ง/ปี	4	8.2
มากกว่า 2 ครั้ง	6	12.2
ไม่เคย	30	61.2

จากข้อมูลทั่วไปพบว่า นักเรียนชายและหญิงมีจำนวนใกล้เคียงกัน จำแนกตามชั้นปีชั้นปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 28.6 ชั้นปีที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 22.4 และชั้นปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 49.0 ส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับพ่อแม่ คิดเป็นร้อยละ 83.7 รองลงมาอาศัยอยู่กับปู่ ย่า ตา ยาย คิดเป็นร้อยละ 12.2 และอาศัยอยู่กับลุง ป้า น้า อา คิดเป็นร้อยละ 4.1 รับประทานอาหารมื้อหลัก 3 มื้อต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 59.2 2 มื้อต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 32.7 และ 1 มื้อต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 10.6 รับประทานอาหารระหว่างมื้อมากกว่า 3 มื้อต่อวัน และ 2 มื้อต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 32.7 3 มื้อต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 24.4 และ 1 มื้อ ต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 10.2 อาหารว่างระหว่างมื้อที่นักเรียนรับประทานบ่อยที่สุดคือ ขนมขบเคี้ยว คิดเป็น ร้อยละ 38.8 รองลงมา คือ ผลไม้ คิดเป็นร้อยละ 28.6 ช็อกโกแลต คิดเป็นร้อยละ 18.3 เยลลี่ คิดเป็นร้อยละ 10.2 และอาหารระหว่างมื้อที่นักเรียนรับประทานน้อยที่สุด คือ ขนมไทย คิดเป็นร้อยละ 4.1 เครื่องดื่มที่นักเรียนดื่มบ่อยที่สุด คือ น้ำอัดลม คิดเป็นร้อยละ 49.0 รองลงมา คือ น้ำหวาน คิดเป็นร้อยละ 30.6 และชาที่ผสมนมข้นหวาน คิดเป็นร้อยละ 20.4 นักเรียนส่วนใหญ่แปรงฟันวันละ 2 ครั้งต่อวันในตอนเช้าและก่อนนอน คิดเป็นร้อยละ 36.7 แปรงฟันวันละ 1 ครั้งในตอนเช้า คิดเป็นร้อยละ 32.7 แปรงฟันวันละ 3 ครั้งในตอนเช้ากลางวันและก่อนนอน คิดเป็นร้อยละ 30.6 ในรอบ 1 ปีทีผ่านมานักเรียนไม่เคยไปพบทันตแพทย์ คิดเป็นร้อยละ 61.2 พบทันตแพทย์ปีละ 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 18.4 พบทันตแพทย์มากกว่า 2 ครั้งต่อปี คิดเป็นร้อยละ 12.2 และพบทันตแพทย์ปีละ 2 ครั้ง คิดเป็นไร้อยละ 8.2

ตารางที่ 2 สภาวะสุขภาพช่องปากของกลุ่มตัวอย่าง (N=49)

สภาวะสุขภาพช่องปาก	มี		ไม่มี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ฟันผุ	43	87.8	6	12.2
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	11	78.6	3	21.4
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	11	100.0	0	0
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	21	87.5	3	12.5
เหงือกอักเสบ	36	73.5	13	26.5
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	11	78.6	3	21.4
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	12	100.0	0	0
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	16	66.7	8	33.3

จากตารางพบว่า เด็กนักเรียนมีโรคฟันผุทั้งหมด ร้อยละ 87.8 เมื่อพิจารณาอัตราฟันผุตามช่วงชั้นพบว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ร้อยละ 100.0 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ร้อยละ 87.5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 78.6 ตามลำดับ และมีโรคเหงือกอักเสบทั้งหมด ร้อยละ 73.5 แยกเป็นชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ร้อยละ 100.0 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 78.6 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ร้อยละ 66.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ระดับความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง (N=49)

ระดับความรู้การดูแลสุขภาพช่องปาก	จำนวน	ร้อยละ
ระดับความรู้น้อย	10	20.4
ระดับความรู้ปานกลาง	26	53.1
ระดับความรู้มาก	13	26.5

จากการศึกษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 53.1 รองลงมา นักเรียนที่มีความรู้ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 26.5 และนักเรียนที่มีความรู้ระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 20.4 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ความรู้ในรายข้อพบว่า ข้อที่นักเรียนมีความรู้ ในระดับมากที่สุด คือ อาหารที่มีรสหวานทำให้เกิดฟันผุ คิดเป็นร้อยละ 85.7 รองลงมาคือ โรคฟันผุมีสาเหตุมาจากเชื้อโรคในช่องปาก คิดเป็นร้อยละ 75.5 การใช้ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์จะช่วยป้องกันการเกิดโรคฟันผุได้ คิดเป็นร้อยละ 73.5 ส่วนข้อความรู้ที่นักเรียนตอบถูกน้อยที่สุด คือ วิธีแปรงฟันที่ถูกต้องคือแปรงถูไปถูมาให้ทั่วทุกซี่ ทุกด้าน คิดเป็นร้อยละ 18.4

ตารางที่ 4 ระดับพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง (N=49)

ระดับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก	จำนวน	ร้อยละ
พฤติกรรมอยู่ในระดับน้อย (คะแนน 0-6.66)	6	12.2
พฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง (คะแนน 6.67-13.33)	31	63.3
พฤติกรรมอยู่ในระดับมาก (คะแนน 13.34-20)	12	24.5

จากการศึกษาพบว่า พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 63.3 รองลงมาคือ พฤติกรรมอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 24.5 และพฤติกรรมอยู่ในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 12.2 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กนักเรียนในรายข้อพบว่า ข้อที่ปฏิบัติเป็นประจำมากที่สุดคือ นักเรียนใช้ยาสีฟันที่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์ คิดเป็นร้อยละ 51.0 รองลงมาคือ นักเรียนใช้เวลาในการแปรงฟันครั้งละ 2-3 นาที คิดเป็นร้อยละ 42.9 ส่วนรายข้อที่ปฏิบัติเป็นประจำน้อยที่สุดคือ นักเรียนใช้ไหมขัดฟันในการทำความสะอาดซอกฟันและด้านข้างของฟัน และเมื่อนักเรียนรับประทานของหวาน นักเรียนจะแปรงฟันหรือบ้วนปากทันที คิดเป็นร้อยละ 18.4

ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก

ตัวแปร	**ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก**	**P-value**	**ความสัมพันธ์**
ความรู้	0.342	0.016	สัมพันธ์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความรู้กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ความรู้การดูแลสุขภาพช่องปาก มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r = 0.342, P-value = 0.016)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนพบประเด็นที่มีความสำคัญดังนี้ เด็กนักเรียนมีการรับประทานขนมขบเคี้ยว น้ำอัดลมและน้ำหวาน และมีพฤติกรรมการแปรงฟันในแต่ละวันน้อย นอกจากนี้มีนักเรียนจำนวนมากไม่เคยพบ ทันตแพทย์เลย ประเด็นเหล่านี้เป็นประเด็นที่ควรส่งเสริมให้ความรู้ทางสุขศึกษาเพิ่มมากขึ้น เพราะการรับประทานขนมขบเคี้ยวน้ำอัดลมและน้ำหวานมีผลทำให้เกิดโรคฟันผุได้ เนื่องจากในขนมขบเคี้ยวมีแป้งเป็นหลัก ในน้ำอัดลมและน้ำหวานมีปริมาณน้ำตาลอยู่ในระดับสูง ส่วนพฤติกรรมการแปรงฟันน้อยในแต่ละวัน ส่งผลให้มีการสะสมของคราบหินปูน ถ้าไม่ขจัดคราบเหล่านี้ออกไปในแต่ละวันจะเป็นตัวเร่งทำให้เกิดคราบหินปูนและฟันผุเร็วขึ้น และการที่นักเรียนไม่ไปพบทันตแพทย์เพื่อทำการรักษามีส่วนทำให้มีโรคเกี่ยวกับช่องปากเพิ่มขึ้น เพราะนักเรียนไม่สามารถรักษาโรคในช่องปากในระยะเริ่มแรกได้ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลสภาวะสุขภาพช่องปากของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต มีฟันผุมากกว่าครึ่ง ร้อยละ 87.8 และมีโรคเหงือกอักเสบ ร้อยละ 73.5 พบว่าเด็กมีพฤติกรรมชอบรับประทานขนมขบเคี้ยว น้ำอัดลม การดูแลสุขภาพช่องปากไม่ถูก

วิธี และเด็กส่วนใหญ่ไม่เคยไปพบทันตแพทย์ เช่นเดียวกับการศึกษา พฤติกรรมการกินที่มีผลต่อสุขภาพช่องปากของเด็กวัยรุ่นตอนต้น ในจังหวัดนครปฐม มีฟันผุมากกว่าครึ่ง ร้อยละ 61.54 และมีโรคอักเสบน้อยกว่า ร้อยละ 15.39 เนื่องจากเด็กมีพฤติกรรมการรับประทานขนมขบเคี้ยวกรุบกรอบ นมรสหวาน นมเปรี้ยว นมปั่น ของหวาน ลูกอม ไอศกรีม น้ำอัดลม และเด็กส่วนใหญ่ไม่เคยไปพบทันตแพทย์เลย (วิชัย ศรีคำ, 2560)

จากการศึกษาระดับความรู้และพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพช่องปากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 53.1 และ 63.3 ซึ่งความรู้การดูแลสุขภาพช่องปากที่เด็กนักเรียนตอบถูกมากที่สุดคือ อาหารที่มีรสหวานทำให้เกิดโรคฟันผุ โรคฟันผุมีสาเหตุมาจากเชื้อโรคในช่องปาก การใช้ยาสีฟันที่ผสมฟลูออไรด์ช่วยป้องกันการเกิดโรคฟันผุ และความข้อความรู้ที่ตอบถูกน้อยที่สุดคือ วิธีที่แปรงฟันที่ถูกต้องคือแปรงถูไปถูมาให้ทั่วทุกซี่ทุกด้าน และพฤติกรรมที่การดูแลสุขภาพช่องปากที่เด็กนักเรียนตอบถูกมากที่สุดคือ นักเรียนใช้ยาสีฟันที่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์ นักเรียนใช้เวลาในการแปรงฟันครั้งละ 2-3 นาที และพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติน้อยที่สุดคือ นักเรียนใช้ไหมขัดฟันในการทำความสะอาดซอกฟันและด้านข้างของฟัน และเมื่อนักเรียนรับประทานของหวานนักเรียนจะแปรงฟันหรือบ้วนปากทันที ทักษะการแปรงฟันที่ถูกวิธีมีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณคราบจุลินทรีย์ และการเกิดโรคฟันผุ แม้นักเรียนจะมีพฤติกรรมแปรงฟันอย่างสม่ำเสมอเพียงใด แต่หากแปรงไม่ถูกวิธีก็ไม่สามารถป้องกันการเกิดคราบจุลินทรีย์และโรคฟันผุได้อย่างมีประสิทธิภาพ การแปรงฟันที่ถูกต้องนั้นต้องแปรงให้ทั่วครบทุกตำแหน่ง ในช่องปาก และขัดขจัดคราบเศษอาหารออกให้หมด การป้องกันฟันผุจึงมีประสิทธิภาพ (มารุต ภู่เพนียด, 2562) ดังนั้นควรพัฒนาความรู้และพฤติกรรมโดยการจัดโครงการหรือโปรแกรมสุขศึกษาซึ่งให้ความรู้ในเรื่องการแปรงฟันที่ถูกวิธี วิธีการใช้ไหมขัดฟัน พฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก เช่นเดียวกับการศึกษาประสิทธิผลของการส่งเสริมความรู้และพฤติกรรมด้านทันตสุขภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-5 ในโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลา ก่อนเข้าร่วมโครงการมีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 71.1 และ 51.1 พบว่าข้อคำถามที่ตอบถูกมากที่สุดคือ อาหารข้อใดทำให้เกิดโรคฟันผุมากที่สุด (ปณัฐฐา สุธรรมประจักษ์, 2561)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความรู้การดูแลสุขภาพช่องปากกับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต พบว่า ความรู้การดูแลสุขภาพช่องปาก มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.342$, P-value = 0.016) เช่นเดียวกับการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนท่ามะขามวิทยา ตำบลดอนทราย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ความรู้ในการดูแลสุขภาพช่องปากมีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปาก ($r = 0.763$, p-value <0.01) (บรรพต โหมงโก้ว, 2560)

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถสะท้อนให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ครูผู้ดูแลงานอนามัยโรงเรียน และผู้ปกครองควรมุ่งเน้นการให้ความรู้ด้านการดูแลช่องปากให้เด็กนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมทักษะการแปรงฟันที่ถูกวิธีเพื่อพัฒนาพฤติกรรมการดูแลช่องปากของเด็กนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น รวมไปถึงทางโรงเรียนและผู้ปกครองควรมี

แนวทางในส่งเสริมเด็กนักเรียนให้ลดการบริโภคขนมหวาน น้ำหวาน น้ำอัดลมต่างๆอันจะส่งผลให้ปัญหาสภาวะช่องปากของเด็กนักเรียนในพื้นที่ลดลง นอกจากนี้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติมถัดไป คือควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรคฟันผุ และมีการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากในเด็กชั้นประถมศึกษาของโรงเรียนอื่นๆในพื้นที่และควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้ปกครองต่อการฝึกทักษะบุตรหลานในการดูแลสุขภาพช่องปาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ต่างๆ นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ และเจ้าพนักงานทันตสาธารณสุขของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไม้ขาว ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ

ขอขอบพระคุณ ทันตแพทย์เชี่ยวชาญ พยาบาลวิชาชีพชำนาญงาน และอาจารย์สาขาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

เอกสารอ้างอิง

มารุต ภู่พะเนียด, สุวิทย์ คุณาวิศรุต. (2562). **ปัจจัยทางสังคมและพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์ กับสภาวะสุขภาพช่องปากของเด็กวัยเรียน.** วารสารราชพฤกษ์, 17 (3). 75-82.

โฉมไฉไล เอกจิตต์. (2553) **โรคฟันผุ**. (online) https://www.si.mahidol.ac.th/siriraj_online/thai_version/Health_detail.asp?id=99, 10 ธ.ค. 2562

นัฐวุฒิ โนนเภา. (2561). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการทำความสะอาดช่องปากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี**. วารสารทันตาภิบาล, 29 (1). 26-35.

สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2561). **รายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติครั้งที่ 8 ประเทศไทย พ.ศ. 2560.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท สามเจริญพาณิชย์ (กรุงเทพ) จำกัด

วิชัย ศรีคำ, ศุภรัศมิ์ อัศวพรธนภัทร์, และพิศมร กองสิน. (2560). **พฤติกรรมการกินที่มีผลต่อสุขภาพในช่องปากของเด็ก นักเรียนวัยรุ่นต้อนต้นในจังหวัดนครปฐม.** วารสารสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2 (1). 1-13

ปณัฐฐา สุธรรมประจักษ์. (2561). **ประสิทธิผลของการส่งเสริมความรู้ด้านทันตสุขภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-5 ในโรงเรียนศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดยะลา.** วารสารทันตาภิบาล, 29 (2). 69-82.

บรรพต โหมงโก้ว. (2560). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนท่ามะขามวิทยา ตำบลดอนทราย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี.** วารสารหัวหินสุขใจไกลกังวล, 2 (2). 23-24.

ผลของสารเพิ่มความเข้ากันได้ต่อสมบัติเชิงกลของเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์จากการเบลนด์ระหว่างพอลิโพรไพลีนกับยางครัมบ์

EFFECT OF COMPATIBILIZER ON MECHANICAL PROPERTIES OF THERMOPLASTIC ELASTOMER FROM POLYPROPYLENE AND CRUMB RUBBER BLENDS

ณัฐกร ขุนทอง[1], จุฑาทิพย์ อาจชมภู[2], เดี่ยว สายจันทร์[2], สุวัฒน์ รัตนพันธ์[3*]

Nattakorn Khunthong[1], Jutatip Artchomphoo[2], Diew Saijun[2], Suwat Rattanapan[3*]

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ สารเพิ่มความเข้ากันได้ที่สนใจศึกษามี 3 ชนิด ได้แก่ ยางธรรมชาติ (NR) ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ 20 % โมล (ENR20) และ มาลิอิกแอนไฮไดรด์ (MA) แปรปริมาณที่ระดับ 1, 3, 5, 7 และ 9 phr และศึกษาผลของสัดส่วนการเบลนด์ระหว่างพอลิโพรไพลีน (PP) และยางครัมบ์ (CRM) ที่ระดับ 70/30, 50/50, และ 30/70 และ CRM ที่ใช้ขนาด 30 เมช การใช้ NR, MA และ ENR-20 ช่วยปรับปรุงให้สมบัติเชิงกลของ TPE เพิ่มขึ้น MA ที่ 3 phr จะให้สมบัติความทนทานต่อแรงดึงสูงที่สุด และ MA ช่วยปรับปรุงความทนทานต่อแรงดึงและการฉีกขาดของเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ (TPE) สูงกว่าสารเพิ่มความเข้ากันได้ชนิดอื่นๆ ความแข็งของ TPE ที่ได้อยู่ในช่วง 95-99 shore A สมบัติ %การเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารเพิ่มความเข้ากันได้ที่เพิ่มมากขึ้น สัดส่วนของยางครัมบ์ที่เพิ่มขึ้นมีผลให้สมบัติเชิงกลของ TPE มีค่าลดลง และสมบัติความทนทานต่อแรงดึงของ TPE หลังบ่มเร่งจะมีค่าสูงขึ้นทั้งกรณีของใช้และไม่ใช้ MA เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้

คำสำคัญ: สารเพิ่มความเข้ากันได้, เทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์, พอลิโพรไพลีน, ยางครัมบ์

---

[1] นักศึกษาสาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2] อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[3] อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก สาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

*Corresponding author, E-mail: suwat.r@rmutsv.ac.th

Abstract

This research is interested to study the effect of type and quantity of compatibilizer. There are 3 types of compatibilizer to be studied: natural rubber (NR), 20% of epoxidized natural rubber (ENR20), and maleic anhydride (MA) varying at level 1, 3, 5, 7 and 9 phr and study the effect of blending ratio between PP/CRM at 70/30, 50/50, and 30/70 and CRM using 30 mesh. It was found that the use of NR, MA, and ENR20 help to improve TPE's mechanical properties. The use of MA at 3 phr will give the highest tensile strength. The use of MA as compatibilizer will Improve the tensile and tear resistance of TPE higher than other types of compatibilizer. The hardness of TPE obtained in the range of 95-99 shore A. Percentage change of properties after aging by oven was increased when increasing compatibilizer. The results showed that the higher the amount of crumb rubber the lower the mechanical properties of TPE. Percentage change of tensile properties after aging by oven was increased both in the case of using and not using MA as compatibilizer.

Keywords: Compatibilizer, Thermoplastic Elastomer, Polypropylene, Crumb Rubber

บทนำ

ปัจจุบันวัสดุเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ (Thermoplastic Elastomers: TPEs) เป็นที่รู้จักในอุตสาหกรรมต่างๆกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีสมบัติเด่น คือ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการผสมกันระหว่างยางและพลาสติก สามารถนำไปผ่านกระบวนการขึ้นรูปและสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้เหมือนเทอร์โมพลาสติกในขณะที่มีสมบัติยืดหยุ่นได้แบบยาง ณ อุณหภูมิที่นำไปใช้งานจากสมบัติเด่นดังกล่าวทำให้เทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์มีการนำมาใช้งานกันอย่างกว้างขวางและเริ่มเข้ามาแทนที่อุตสาหกรรมการผลิตยางแบบเก่าคือการทำยางเชื่อมโยงหรือยางวัลคาไนซ์ รวมทั้งสามารถนำไปใช้ทดแทนพอลิเมอร์อื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการผสมเทอร์โมพลาสติกและยางด้วยอัตราส่วนต่างๆกัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติแตกต่างกันไปตามความต้องการ และกระบวนการผลิตเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ไม่ยุ่งยากมีขั้นตอนการผลิตน้อยกว่าเทอร์โมเซต สามารถใช้กับเครื่องมือแปรรูปเทอร์โมพลาสติกทั่วๆไปได้ โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มขั้นตอนในการเชื่อมโยง หรือวัลคาไนซ์ จากการที่ยางเทอร์โมพลาสติกสามารถใช้ผลิตชิ้นงานที่สมบัติได้เหมือนยางและยังใช้กระบวนการในการผลิตที่สั้นลง อีกทั้งยังนำของเสียในกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่ได้ (recycle) ในทุกขั้นตอน นำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต ทำให้ในปัจจุบันผู้ประบอกการในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วโลกนิยมเลือกใช้ยางเทอร์โมพลาสติกมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องใช้ในสำนักงาน เครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือน และอุปกรณ์ช่าง เป็นต้น พอลิโพรไพลีน (polypropylene, PP) นับว่าเป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการนำมาผลิตเป็นเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ เนื่องจาก PP เป็นเทอร์โมพลาสติกที่จัดอยู่ในประเภทที่มีการใช้งานใน

ปริมาณสูง และสามารถใช้งานได้หลากหลาย ในขณะที่ยางล้อรถยนต์ซึ่งเป็นผลผลิตจากยางธรรมชาติ มีอายุการใช้งานจำกัด ไม่มีการเสื่อมสลายได้เองตามธรรมชาติยากแก่การกำจัดเศษซาก โดยเฉพาะประเทศไทยยังไม่มีการกำจัดยางล้อรถอย่างเป็นระบบจึงก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงมีผู้ที่พยายามคิดค้นการนำเศษยางเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ในรูปของ "ยางครัมบ์" (crumb rubber, CRM) ซึ่งอยู่ในรูปผงที่มีหลายขนาดมักจะนำไปใช้เป็นสารตัวเติม เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการผลิตยางบางประเภท ปัจจุบันมีนักวิจัยพยายามที่จะคิดค้นวิธีการนำยางครัมบ์มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เพิ่มปริมาณการใช้ยางครัมบ์ในกระบวนการผลิตมากขึ้น ใช้ยางครัมบ์ผสมกับพลาสติกรีไซเคิลเพื่อเตรียมเป็นวัสดุมุงหลังคา (ณัฐพงศ์ และคณะ, 2551) ใช้ยางครัมบ์เป็นสารตัวเติมในของผสมระหว่างยางเอทิลีนโพรพิลีนไดอีนและยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (สราวุธ และคณะ, 2559) และ ใช้ยางครัมบ์จากยางสังเคราะห์ SBR ผสมกับพอลิโพรไพลีนรีไซเคิล (Kakroodi *et al*, 2012) ในปัจจุบันการศึกษาหรือการพัฒนาวัสดุเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์มีการศึกษากันมาก และการพัฒนาวัสดุประเภทนี้จะมุ่งเน้นไปในลักษณะต้องการให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ TPE เป็นแบบเฟสของยางจะเป็นอนุภาคที่มีการวัลคาไนซ์กระจายตัวอยู่ในเฟสของพลาสติกซึ่งเป็นเฟสต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เสถียร และให้สมบัติเชิงกลที่ดีขึ้น ยาง CRM เป็นยางผงภายในอนุภาคของยางผงเหล่านี้มีการวัลคาไนซ์อยู่แล้วคาดว่าเมื่อนำมาผสมกับ PP น่าจะได้ TPE ที่มีลักษณะที่เรียกว่า เทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ (Thermoplastic Vulcanized, TPV)

ดังนั้นการเตรียมเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์จากการเบลนด์ระหว่าง PP กับ CRM เพื่อปรับปรุงสมบัติด้อยของยางครัมบ์ และปรับปรุง PP ให้มีสมบัติการยืดหยุ่นให้ดีขึ้น ลดปัญหาการกำจัดขยะยางวัลคาไนซ์ และเป็นแนวทางการผลิตเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ในเชิงพาณิชย์ เพื่อทดแทนเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ชนิดอื่นๆ ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับยางครัมบ์ และเป็นวัสดุต้นแบบสำหรับทำผลิตภัณฑ์ใหม่ๆต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ยางและสารเคมี

พอลิโพรไพลีน (Polypropylene, PP) ลักษณะเป็นเม็ดสีขาวขุ่น มีความหนาแน่น 0.95 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีจุดหลอมประมาณ 150-170 °C **ยางธรรมชาติ** (Natural Rubber, NR) เป็นยางแท่ง (Standard Thai Rubber, STR 5L) ผลิตโดยองค์การส่วนยาง (นาบอน) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ **ยางครัมบ์** (Crumb Rubber, CRM) ลักษณะเป็นเม็ดสีดำเล็กๆ โดยเกรดที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีความหนาแน่น 1.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ผลิตและจำหน่ายโดยบริษัท แสงไทยผลิตยาง จำกัด **ยางธรรมชาติอิพอกไซด์** (Epoxidized Natural Rubber, ENR) เป็นยางธรรมชาติอิพอกไซด์ที่มีปริมาณหมู่อิพอกซิเดชัน 20 เปอร์เซ็นโมล (ENR20) เป็นชนิดที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ ใช้ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ **มาลิอิกแอนไฮไดรด์** (Maleic Anhydride, MA) ผลิตโดยบริษัท Alfa Aesar ใช้เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้

2. ศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ระหว่างพอลิโพรไพลีนและยางครัมบ์

เตรียมเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ (thermoplastic elastomers, TPEs) จากการเบลนด์ระหว่างพลาสติกพอลิโพรไพลีน (polypropylene, PP) และยางครัมบ์ขนาด 30 เมช (crumb rubber, CRM30) แปรชนิดสารเพิ่มความเข้ากันได้ 3 ชนิด ได้แก่ ยางธรรมชาติ (NR) ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ 20 %โมล (ENR20) และ มาลิอิกแอนไฮไดรด์ (MA) โดยสารเพิ่มความเข้ากันได้แต่ละชนิดแปรปริมาณที่ระดับ 1, 3, 5, 7 และ 9 phr ใช้สัดส่วนระหว่าง PP/CRM เท่ากับ 50/50 บดผสมด้วยเครื่องบดผสมแบบปิดขนาด 510 มิลลิลิตร ใช้ Fill factor เท่ากับ 0.7 และความเร็วการผสม 60 รอบต่อนาที ขึ้นรูปเป็นแผ่นเรียบด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก ทดสอบสมบัติความทนทานต่อแรงดึง (tensile strength) และความสามารถในการยืด ณ จุดขาด (elongation at break) ตามมาตรฐาน ASTM D 412 และความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM D 2240 ความต้านทานต่อการฉีกขาดมาตรฐาน ASTM D624 และสมบัติความทนทานต่อการเสื่อมเนื่องจากอากาศร้อน (aging) ตามมาตรฐาน ASTM D537 ตามลำดับ

3. ศึกษาผลของสัดส่วนการเบลนด์ระหว่าง PP/CRM ต่อสมบัติของ TPE

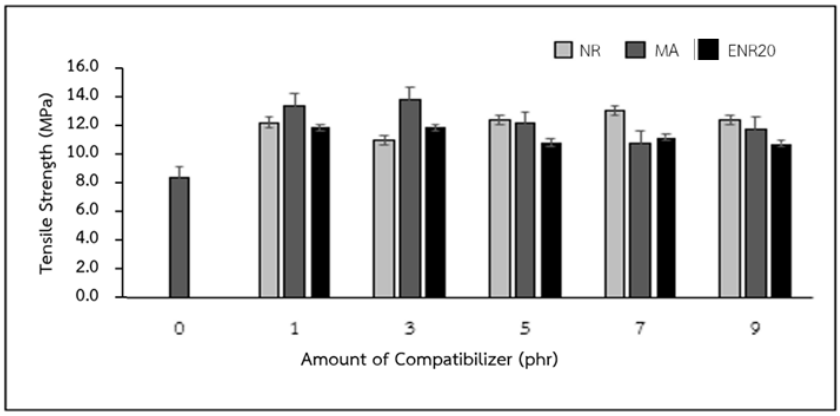
เลือกสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองข้างต้น นำมาศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนการเบลนด์ระหว่าง PP/CRM30 ที่ระดับ 70/30, 50/50, และ 30/70 ตามลำดับ นำไปทดสอบเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

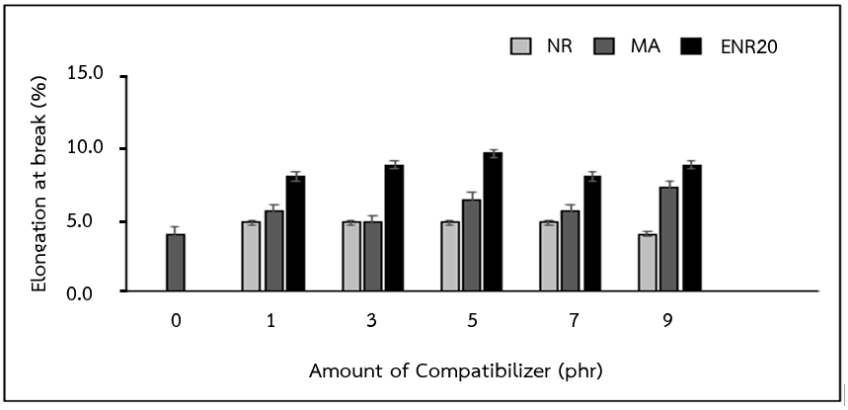
1. ผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ระหว่าง PP และ CRM

ผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ของ TPE จากคู่เบลนด์ระหว่าง PP และ CRM ใช้สารเพิ่มความเข้ากันได้ 3 ชนิด ได้แก่ ยางธรรมชาติ (NR) มาลิอิกแอนไฮไดรด์ (MA) และยางธรรมชาติอิพอกไซด์ 20 % โมล (ENR20) แปรปริมาณที่ระดับ 1, 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นโดยน้ำหนัก ใช้สัดส่วนระหว่าง PP/CRM30 เท่ากับ 50/50 ใช้ Fill factor เท่ากับ 0.7 และความเร็วการผสม 60 รอบต่อนาที ได้ผลการทดลองดังภาพ 1 – ภาพ 5 พบว่าการใช้ NR, MA และ ENR20 เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ทุกปริมาณจะช่วยให้ค่าความทนทานต่อแรงดึงและความสามารถยืดได้จนขาดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ (Jose *et al.*, 2010; Toth *et al*., 2015) และเมื่อเปรียบเทียบการใช้ทั้ง 3 ชนิดพบว่า MA ที่ 3 phr จะให้สมบัติความทนทานต่อแรงดึงสูงที่สุดคือ 13.99 MPa อันเนื่องมาจาก MA มีหมู่ที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา สามารถหลอมและเกิดปฏิกิริยาที่บริเวณผิวประจัญ (interface) ระหว่าง PP และ CRM ได้ ด้วยเหตุนี้ยังส่งผลให้ความทนทานต่อแรงดึงและการฉีกขาดของคู่เบลนด์นี้สูงกว่าสารเพิ่มความเข้ากันได้ชนิดอื่นๆ ดังภาพ 3

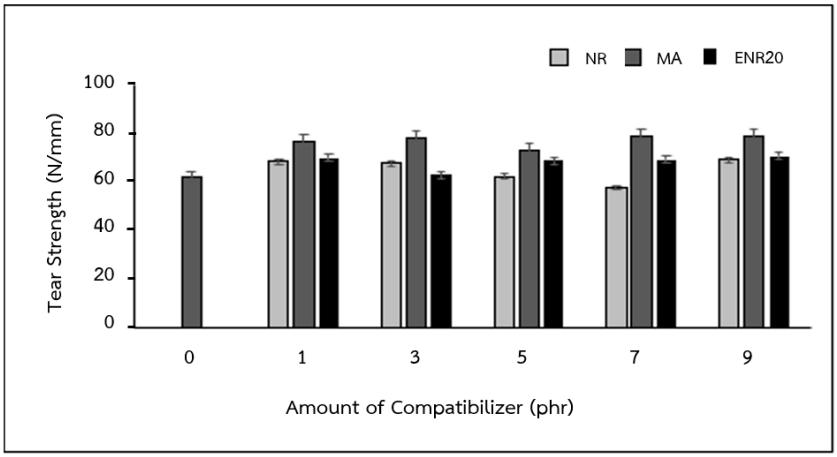
การใช้ ENR20 ส่งผลให้ความสามารถในการยืดจนขาดสูงกว่าการใช้สารเพิ่มความเข้ากันได้ชนิดอื่นๆ อันเนื่องมาจากยาง ENR20 มีหมู่ฟังก์ชันที่ว่องไวและสามารถเกิดปฏิกิริยาที่บริเวณผิวประจัญ (interface) ระหว่าง PP และ CRM ได้เช่นเดียวกับ MA ในขณะเดียวกันยาง ENR20 มีความเป็นยางหรือยืดหยุ่นได้มากกว่า MA จึงสามารถยืดได้มากกว่าดังผลการทดลองในภาพ 2



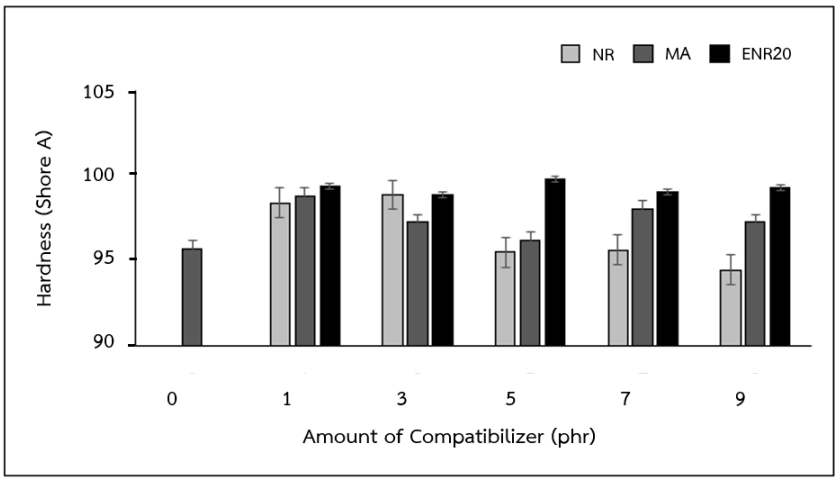
ภาพ 1 ผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ต่อความทนทานต่อแรงดึงของ TPE



ภาพ 2 ผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ต่อความสามารถในการยืดจนขาดของ TPE

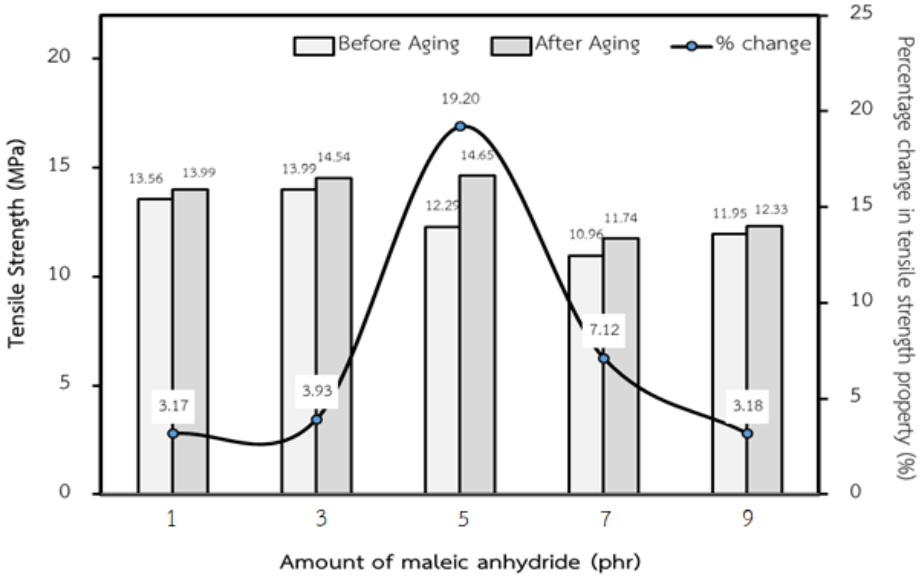


ภาพ 3 ผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ต่อความต้านทานต่อการฉีกขาดของ TPE



ภาพ 4 ผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ต่อความแข็งของ TPE

สมบัติความแข็งพบว่า ความแข็งของ TPE ที่ได้อยู่ในช่วง 95-99 shore A และการใช้ ENR20 จะให้ค่าความแข็งแนวโน้มมากกว่า MA และ NR ตามลำดับ ณ ที่ปริมาณการใช้เท่ากัน อย่างไรก็ตามสมบัติความแข็งของ TPE จะขึ้นอยู่กับส่วนส่วนของคู่เบลนด์เป็นหลัก สำหรับในตอนนี้เป็นเป็นการศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ที่สัดส่วนเดียวกัน ค่าของความแข็งที่ได้จึงมีค่าที่ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

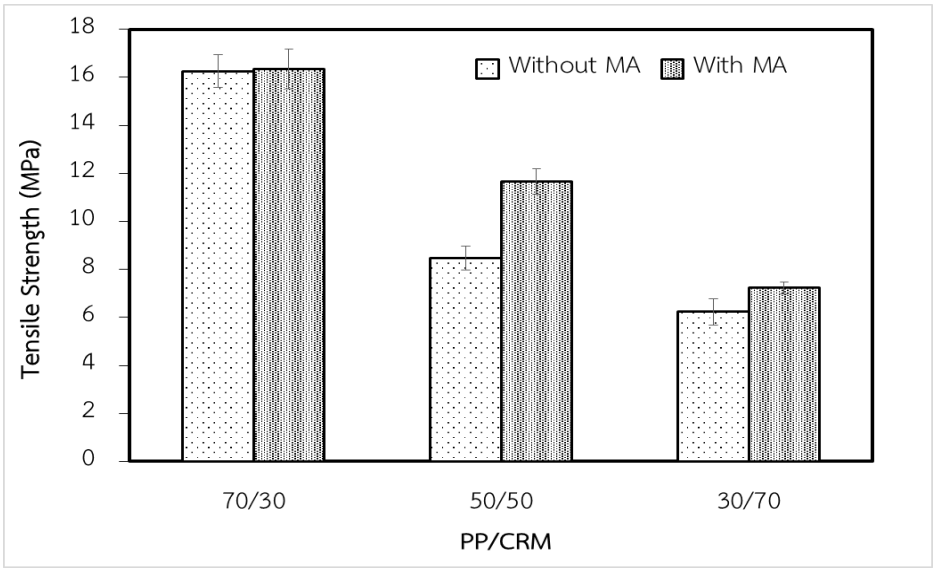


ภาพ 5 ผลของปริมาณ MA ต่อความทนทานต่อแรงดึงของ TPE ก่อนและหลังการบ่มเร่ง

จากผลการทดลองในภาพ 5 จะเห็นว่าสมบัติความทนทานต่อแรงดึงของ TPE ที่ใช้ MA เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ที่ปริมาณ 1, 3, 5, 7 และ 9 phr ค่าสมบัติความทนทานต่อแรงดึงหลังบ่มเร่งที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จะมีค่าสูงขึ้นทุกปริมาณของ MA ทั้งนี้อาจเนื่องจากระหว่างที่ TPE ถูกบ่มเร่ง MA (T_m = 53 °C) บางส่วนที่กระจายใน PP สามารถหลอมและไหลมายังบริเวณผิวประจัญระหว่าง PP และ CRM ส่งผลให้ให้ค่าความทนทานต่อแรงดึงของ TPE เพิ่มขึ้น และจากภาพ 5 ยังพบอีกว่าเมื่อปริมาณ MA ที่ใช้เพิ่มมากขึ้น ค่า %การเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย และจะเห็นได้ชัดที่ปริมาณ MA 5 phr เป็นปริมาณที่ %การเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากที่สุด และค่า %การเปลี่ยนแปลงจะลดลงเมื่อปริมาณ MA มากกว่า 5 phr จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าหลังจากที่ TPE ได้รับอุณหภูมิการบ่มเร่งไประยะหนึ่ง ปริมาณ MA บางส่วนเท่านั้นที่สามารถหลอมและไหลซึมไปยังบริเวณผิวประจัญได้

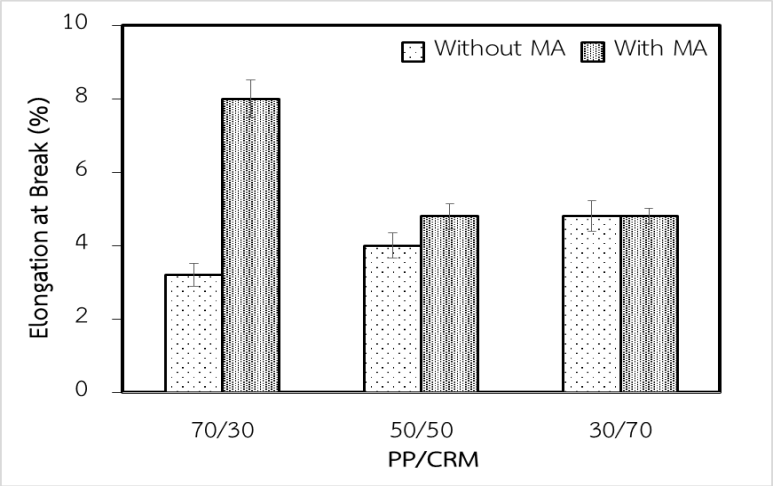
2. ผลของสัดส่วนการเบลนด์ระหว่าง PP และ CRM ต่อสมบัติของ TPE

จากภาพ 6 – ภาพ 9 เป็นสมบัติเชิงกลของ TPE เป็นการศึกษาผลของสัดส่วนเบลนด์ระหว่าง PP และ CRM ที่ระดับ PP/CRM เท่ากับ 70/30, 50/50 และ 30/70 โดยน้ำหนัก และทำการเปรียบเทียบผลของการไม่ใช้และใช้ MA ปริมาณ 3 phr เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ พบว่าการใช้ MA จะช่วยปรับปรุงให้สมบัติความทนทานต่อการดึงและค่าความสามารถในการยืดเพิ่มขึ้นทุกสัดส่วนการเบลนด์ ดังแสดงในภาพ 6 และภาพ 7 และเมื่อปริมาณสัดส่วนของยางครัมบ์เพิ่มขึ้นค่าสมบัติความทนทานต่อแรงดึง ความทนทานต่อการฉีกขาด และความแข็งมีค่าลดลง (Jose *et al.,* 2010; Toth *et al*., 2015) ในขณะที่ความสามารถมารถในการยืดจนขาดมีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้น

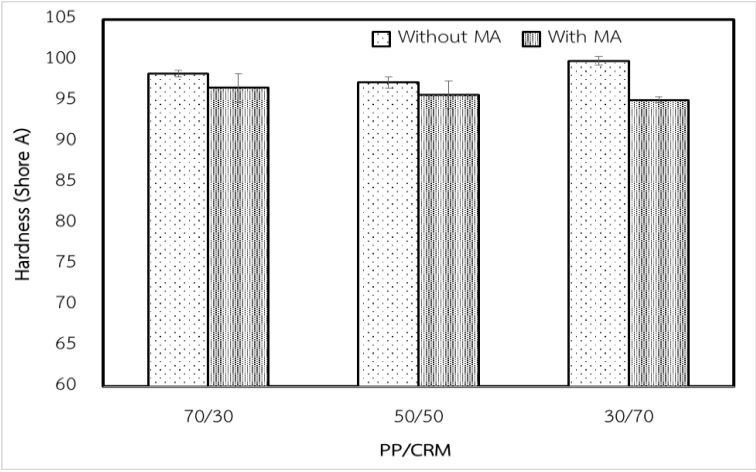


ภาพ 6 ผลของสัดส่วนระหว่าง PP และ CRM ต่อสมบัติความทนทานต่อแรงดึงของ TPE

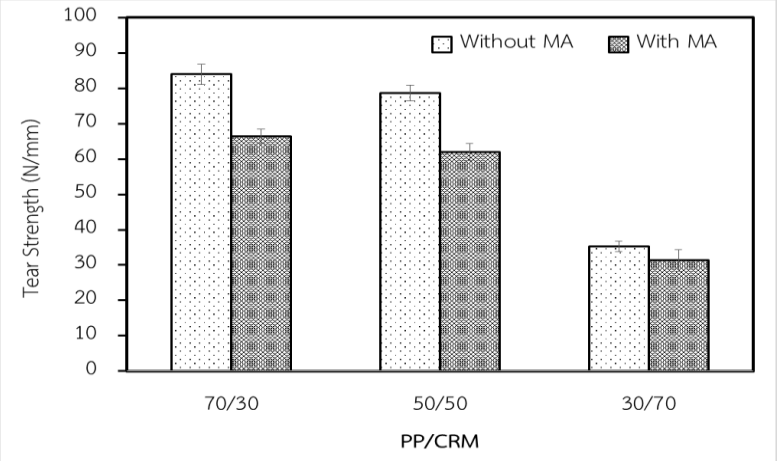
สัดส่วนของ PP มีผลต่อความต้านทานต่อการฉีกขาด เมื่อสัดส่วนของ PP เพิ่มจะให้ค่าความทนทานต่อการฉีกขาดเพิ่มขึ้นด้วย ดังแสดงในภาพ 9 ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ยาง CRM ในสัดส่วนที่น้อยกว่าพลาสติก PP อนุภาคของยาง CRM สามารถกระจายตัวได้ดีในเฟสของ PP ซึ่งเป็นเฟสต่อเนื่องดังนั้นสมบัติเชิงกลโดยส่วนใหญ่จะมาจากสมบัติของพลาสติกเป็นหลัก และเมื่อปริมาณ CRM มากกว่า 50 ส่วน โอกาสที่สมบัติเชิงกลจะมาจาก PP เป็นหลักก็จะน้อยลง จึงส่งผลให้เมื่อปริมาณ CRM มากขึ้นสมบัติเชิงกลของ TPE จึงมีค่าลดลง การใช้สารเพิ่มความเข้ากันได้สามารถช่วยปรับปรุงให้สมบัติเชิงกลของ TPE ที่ได้ดีขึ้น



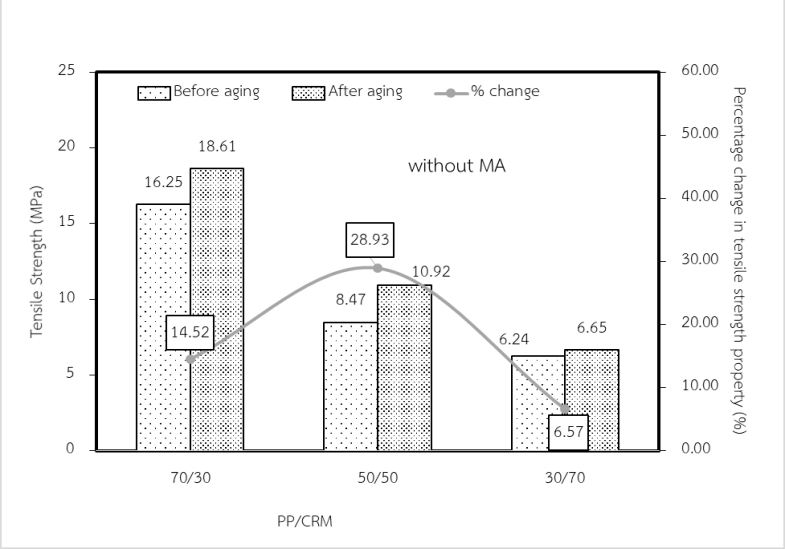
ภาพ 7 ผลของสัดส่วนระหว่าง PP และ CRM ต่อสมบัติความสามารถในการยืดจนขาดของ TPE



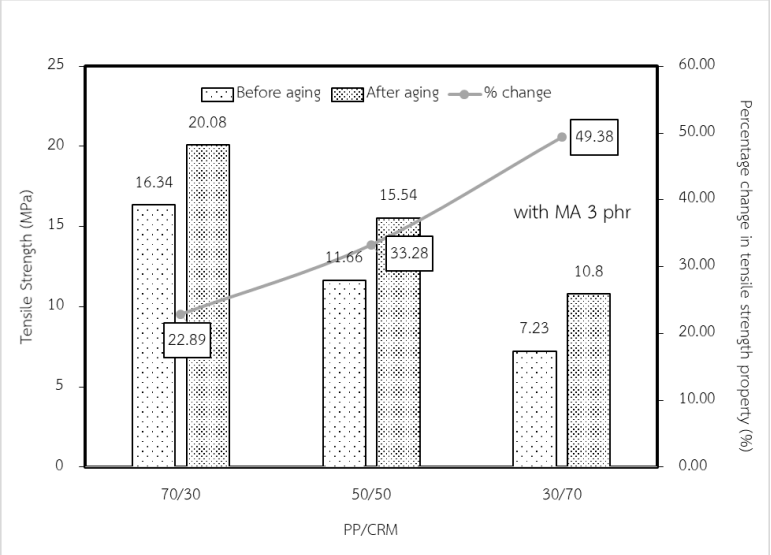
ภาพ 8 ผลของสัดส่วนระหว่าง PP และ CRM ต่อสมบัติความแข็งของ TPE



ภาพ 9 ผลของสัดส่วนระหว่าง PP และ CRM ต่อสมบัติความทนทานต่อการฉีกขาดของ TPE



ภาพ 10 ผลของสัดส่วนระหว่าง PP และ CRM ต่อสมบัติความทนทานต่อแรงดึงของ TPE ก่อนและหลังการบ่มเร่ง ไม่ใช้สารเพิ่มความเข้ากันได้



ภาพ 11 ผลของสัดส่วนระหว่าง PP และ CRM ต่อสมบัติความทนทานต่อแรงดึงของ TPE ก่อนและหลังการบ่มเร่ง ใช้ MA เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้

จากผลการทดลองในภาพ 10 และภาพ 11 พบว่าสมบัติความทนทานต่อแรงดึงของ TPE หลังบ่มเร่งจะมีค่าสูงขึ้นทั้งกรณีของใช้และไม่ใช้ MA เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ สำหรับกรณีการไม่ใช้ MA เป็นสารช่วยเพิ่มความเข้ากันได้ ค่า %การเปลี่ยนแปลงของสมบัติจะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณสัดส่วนของยาง CRM เพิ่มขึ้นดังผลการทดลองในภาพ 10 ในขณะที่เมื่อใช้ MA เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ ค่า %การเปลี่ยนแปลงของสมบัติจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสัดส่วนของยาง CRM เพิ่มขึ้นดังผลการทดลองในภาพ 11 ทั้งนี้อาจเนื่องจากระหว่างที่ TPE ถูกบ่มเร่ง MA บางส่วนที่กระจายใน PP สามารถหลอมและไหลมายังบริเวณผิวประจัญระหว่าง PP และ CRM ส่งผลให้ให้ค่าความทนทานต่อแรงดึงของ TPE เพิ่มขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การใช้ NR, MA และ ENR20 เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ทุกปริมาณจะช่วยให้ค่าความทนทานต่อแรงดึงและความสามารถยืดได้จนขาดเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบการใช้ทั้ง 3 ชนิดพบว่า MA ที่ 3 phr จะให้สมบัติความทนทานต่อแรงดึงสูงที่สุดคือ 13.99 MPa และความทนทานต่อแรงดึงและการฉีกขาดของคู่เบลนด์นี้สูงกว่าสารเพิ่มความเข้ากันได้ชนิดอื่นๆ การใช้ ENR20 ส่งผลให้ความสามารถในการยืดจนขาดสูงกว่าการใช้สารเพิ่มความเข้ากันได้ชนิดอื่นๆ ความแข็งของ TPE ที่ได้อยู่ในช่วง 95-99 shore A และการใช้ ENR20 จะให้ค่าความแข็งแนวโน้มมากกว่า MA และ NR ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสมบัติความแข็งของ TPE จะขึ้นอยู่กับส่วนส่วนของคู่เบลนด์เป็นหลัก ผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเข้ากันได้ที่สัดส่วนเดียวกัน ค่าของความแข็งที่ได้จึงมีค่าที่ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ค่า %การเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารเพิ่มความเข้ากันได้ (MA) ที่เพิ่มมากขึ้น และจะเห็นได้ชัดที่ปริมาณ MA 5 phr เป็นปริมาณที่ %การเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากที่สุด และค่า %การเปลี่ยนแปลงจะลดลงเมื่อปริมาณ MA มากกว่า 5 phr

สัดส่วนของยางครัมบ์ที่เพิ่มขึ้นมีผลให้สมบัติความทนทานต่อแรงดึง ความทนทานต่อการฉีกขาด และความแข็งมีค่าลดลง ในขณะที่ความสามารถมารถในการยืดจนขาดมีค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้น สัดส่วนของ PP มีผลต่อความต้านทานต่อการฉีกขาด เมื่อสัดส่วนของ PP เพิ่มจะให้ค่าความทนทานต่อการฉีกขาดเพิ่มขึ้น และสมบัติความทนทานต่อแรงดึงของ TPE หลังบ่มเร่งจะมีค่าสูงขึ้นทั้งกรณีของใช้และไม่ใช้ MA เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ กรณีไม่ใช้ MA เป็นสารช่วยเพิ่มความเข้ากันได้ ค่า %การเปลี่ยนแปลงของสมบัติจะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณสัดส่วนของยาง CRM เพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อใช้ MA เป็นสารเพิ่มความเข้ากันได้ ค่า %การเปลี่ยนแปลงของสมบัติจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสัดส่วนของยาง CRM เพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา เจ้าหน้าที่ สาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช สำหรับการให้การสนับสนุนทั้งความรู้และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตลอดจนโครงการสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพงศ์ นิธิอุทัย จักรพงษ์ รักษาพราหมณ์ และ อทอตยา โต๊ะสัน. (2551). "การเตรียมวัสดุมุงหลังคาจากยางครัมบ์และพลาสติกรีไซเคิล". **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6. (พ.ค.),** 537-542.

สราวุธ ประเสริฐศรี กนกวรรณ กุระกนก นัฐพล สุขพันธ์ และปราณี นุ้ยหนู. (2559). "ผลของอัตราส่วนยางครัมบ์และแคลเซียมคาร์บอเนตต่อสมบัติเชิงกลและทางความร้อนของยางผสมระหว่างยางเอทิลีนโพรพิลีนไดอีนและยางธรรมชาติอิพอกไซด์". **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**, 18 (3), 50-59.

Jose, J., Nag, A., Nando, G., and Nah, C. (2010). Preparation and Characterization of Blends Derived from Waste Polypropylene and Crumb Rubber Powder. **Advanced Materials Research**, 123-125.

Ramezani Kakroodi, A., Leduc, S., González-Núñez, R., and Rodrigue, D. (2012). "Mechanical Properties of Recycled Polypropylene/SBR Rubber Crumbs Blends Reinforced by Birch Wood Flour." **Polymers and Polymer Composites**, 20, 439-444.

Toth, B., Varga, C., and Bartha, L. (2015). Olefin–maleic-anhydride copolymer based additives: A novel approach for compatibilizing blends of waste polyethylene and crumb rubber. **Waste Management**, (38), 65-71.

การใช้กากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก

The use of soybean meal powder substituted for wheat flour in cake donuts

ชุติมณฑน์ แก้วเกลี้ยง[2], ธิดารัตน์ ผลบรรจง[2], ศศินา บุญจันทร์[2], สุรีย์พร กังสนันท์[1]*

Chutimon Kaewkliang[2], Tidarat Polbanjong[2], Sasina Boonjan[2], Sureeporn Kangsanant[1]*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ระดับร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 ศึกษาการขึ้นฟูของโดนัทเค้กและต้นทุนในการผลิต การศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก โดยวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับ ในระดับการทดแทนที่ระดับร้อยละ 10 – 30 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตามผู้บริโภคให้การยอมรับลดลงเมื่อปริมาณแป้งกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นที่ระดับร้อยละ 40-50 เนื่องจากโดนัทเค้กมีกลิ่นถั่วเหลืองที่แรงขึ้น และมีเนื้อสัมผัสที่แห้งและแน่นแข็งมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณกากถั่วเหลืองมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของโดนัทเค้กมีความแน่น และขึ้นฟูมากขึ้นเนื่องจากปริมาตรของแป้งกากถั่วเหลือง ผลศึกษาต้นทุนการผลิตโดนัทเค้กจากกากถั่วเหลืองที่ระดับร้อยละ 30 มีต้นทุนในการผลิตเท่ากับ 2.41 บาทต่อชิ้น โดยที่โดนัทเค้กสูตรดั้งเดิมมีต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 2.42 บาทต่อชิ้น

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง, กากถั่วเหลือง, โดนัทเค้ก

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: kangsanant.s@gmail.com

Abstract

The objectives of this research is to study the use of soybean meal flour sunstituted of wheat flour in donut cake products at the level of 0, 10, 20, 30, 40, and 50 percent, swelling of donut cake and donut cake production cost. The appropriated amount of soybean meal flour at various levels and the consumer's acceptability test were studied. A 9-point hedonic scale was used for acceptability test on appearance color taste texture and overall acceptability. The results showed that the substitution of soybean meal flour at level 10%-30% show non significance different ($p \geq 0.05$) on appearance color taste texture and overall acceptability score. However, the acceptant score was decreased as a levels of soybean meal flour increased up to 50% caused soybean flavor, dry and more hardness texture. Moreover, hardness and swelling were increased as a levels of soybean meal flour increased. The production cost of Donut cake with 30% soybean meal flour was 2.41 baht per piece. While original recipe had production cost 2.42 baht per piece.

Keywords: Soybean, Soybean Meal, Cake donuts

บทนำ

โดนัท เป็นแป้งทอดหรืออบมีเนื้อคล้ายขนมเค้ก หน้าตาคล้ายห่วงยาง โดนัทมีทั้งมีไส้และไม่มีไส้ขึ้นอยู่กับชนิดของโดนัทนั้น ๆ ส่วนผสมที่สำคัญ คือ แป้งสาลี น้ำตาล ไข่ ไขมัน โดยการเอาไขมันเนยหรือไขมันจากพืช และส่วนผสมอื่น ๆ ที่นำมาปรุงแต่งให้เกิดกลิ่นรส (แม่บ้าน, 2560) ส่วนผสมหลักของโดนัทคือแป้งสาลี และส่วนผสมอื่นได้แก่ผงฟู น้ำตาล เกลือ ไขมัน ไข่ น้ำนม และวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส แป้งสาลีมีองค์ประกอบของโปรตีนกลูเตน ซึ่งโปรตีนชนิดนี้ทำให้เกิดอาการแพ้ในผู้บริโภคบางกลุ่ม ทำให้ไม่สามารถรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของแป้งสาลีได้เมื่อรับประทานกลูเตนเข้าไป ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายสร้างแอนติบอดี ต่อต้านโปรตีนดังกล่าวส่งผลให้เยื่อบุของลำไส้เล็กถูกทำลาย ดังนั้น ผู้ป่วยด้วยโรคแพ้กลูเตน จึงไม่สามารถดูดซึมสารอาหารได้ และต้องหลีกเหลี่ยงผลิตภัณฑ์อาหารที่มีกลูเตนเป็นส่วนประกอบ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนใหญ่มีแป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งมีองค์ประกอบของโปรตีนกลูเตน จึงมีงานวิจัยหลากหลายที่นำวัตถุดิบอื่น ๆ มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่างๆ เช่น การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสีนิลในเค้กแครอทงาดำ (ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค, ปภาวรินท์ คิงวิ และปณัฐชา ชื่นจิต, 2557) การใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก (สุภาวิณี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ, 2557) และการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง (ปิยะรัชช์ กุลเมธีและคณะ, 2553) เป็นต้น

กากถั่วเหลือง เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตเต้าหู้ส่วนใหญ่มักนำไปแปรรูปเป็นอาหารสัตว์จึงทำให้กากถั่วเหลืองมีมูลค่าต่ำทั้งที่ในกากถั่วเหลืองมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 45-50 การนำกากถั่วเหลืองมาแปรรูปหรือใช้ในการผลิตอาหารจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าและแนวทางในการใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ (รัตนาภรณ์ ถาแก้ว และ วารุณอร จันต๊ะอิน, 2551) ด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่สูงของกากถั่วเหลืองคือมี โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใย เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีน ซึ่งโปรตีนในกากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนคุณภาพดีและยังประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ปริมาณสารอาหารที่สำคัญในกากถั่วเหลืองแสดงดังตารางที่ 1 จึงได้มีการศึกษาอย่างแพร่หลายในการนำกากถั่วเหลืองมาใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น การผลิตนัตโต (natto) และเทมเป้ (tempeh) โดยพบว่าได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเช่นเดียวกันกับการใช้ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (กานดา แซ่จิว, 2547) ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กกำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตจากแป้งสาลี ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการน้อย และอาจก่อให้เกิดอาการแพ้ได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการนำกากถั่วเหลืองมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก ซึ่งมีระดับการทดแทนที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 (โดยน้ำหนักแป้ง) เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองที่เป็นวัตถุดิบเหลือใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์โดนัท โดยเพิ่มปริมาณโปรตีน และใยอาหาร และเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้มากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของกากถั่วเหลือง

องค์ประกอบ	**ปริมาณ(ร้อยละ)**
ความชื้น	3.84
โปรตีน	29.98
ไขมัน	18.61
เส้นใย	11.24
เถ้า	3.84

ที่มา : พรผกา โทนุสิน (2540) อ้างถึงใน สุกัญญา อมรานันทศักดิ์ (2548)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตโดนัทเค้ก

1.1 วิธีการเตรียมกากถั่วเหลืองผง

เตรียมกากถั่วเหลืองผงตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก รัตนาภรณ์ ถาแก้ว และ วารุณอร จันต๊ะอิน (2551) นำกากถั่วเหลืองที่เหลือจากกระบวนการผลิตนมถั่วเหลือง อบแห้งอุณหภูมิ 50±5 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน และนำกากถั่วเหลืองมาลดขนาดด้วยเครื่องบดอาหารแบบแห้งจากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช เก็บรักษาในภาชนะที่แห้งและปิดสนิท

1.2 การเตรียมโดนัท

ส่วนผสมที่ใช้ในการเตรียมโดนัทเค้ก ได้แก่ แป้งสาลีอเนกประสงค์ 140 กรัม ผงฟู 8 กรัม เกลือ 2 กรัม น้ำตาล 200 กรัม ไข่ไก่ 4 ฟอง นมถั่วเหลือง 55 กรัม เนยละลาย 200 กรัม นำแป้ง ผงฟู และเกลือผสมรวมกัน ตีไข่ไก่และน้ำตาลทรายให้ขึ้นฟู เติมแป้งสลับกับการเติมนมถั่วเหลืองจนส่วนผสมทั้งหมดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เติมเนยละลาย จากนั้นนำส่วนผสมเทลงในเครื่องทำโดนัทไฟฟ้า เป็นเวลา 3 นาที

1.3 การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยกากถั่วเหลืองผง

ผลิตโดนัทเค้กที่มีการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวตามวิธีการของ ธิดารัตน์ ผลบรรจง และคณะ (2562) ศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผงในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก โดยใช้ปริมาณกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ของปริมาณแป้งสาลีในสูตร โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และ ความชอบรวม จากนั้นนำผลการทดสอบ การยอมรับ มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้านค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป คัดเลือกระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วเหลือง ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. ศึกษาการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ทดแทนกากถั่วเหลือง

นำผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ ร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 วัดการขึ้นฟู จำนวน 10 ชิ้น / ระดับการทดแทน ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์

3. ศึกษาต้นทุนในการผลิตโดนัทเค้ก

นำวัตถุดิบที่ใช้ในการทำโดนัทเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลือง มาคำนวณหาต้นทุน เพื่อจะได้ทราบถึงต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดนัทเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองและทดแทนนมสดด้วยน้ำนมถั่วเหลือง มีสูตรโดยทั่วไป คือ

ต้นทุนการผลิตทั้งสิ้น = วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรงทางตรง + ค่าใช้จ่ายการผลิต

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan’s New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตโดนัทเค้ก

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลือง

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรทดแทนกากถั่วเหลือง (%)					
	0	10	20	30	40	50
ลักษณะปรากฏ	7.47 ± 0.86^{a}	7.40 ± 0.77^{a}	7.53 ± 0.94^{a}	7.60 ± 0.93^{a}	7.30 ± 1.06^{a}	7.10 ± 1.03^{a}
สี	7.73 ± 0.78^{a}	7.67 ± 0.71^{a}	7.60 ± 1.00^{ab}	7.63 ± 0.93^{ab}	7.30 ± 0.70^{ab}	7.17 ± 1.02^{b}
กลิ่นรส	8.10 ± 0.84^{a}	7.57 ± 1.14^{ab}	7.60 ± 1.07^{ab}	7.63 ± 0.93^{ab}	7.37 ± 0.93^{b}	7.43 ± 1.01^{b}
รสชาติ	7.97 ± 1.00^{a}	7.80 ± 1.03^{ab}	7.40 ± 0.97^{bc}	7.50 ± 0.90^{ab}	6.97 ± 1.00^{c}	7.67 ± 0.88^{ab}
เนื้อสัมผัส	7.63 ± 0.93^{a}	7.57 ± 0.90^{a}	7.27 ± 0.98^{ab}	7.37 ±1.00^{ab}	6.97 ± 1.10^{b}	7.10 ± 0.84^{ab}
ความชอบรวม	7.80 ± 0.80^{a}	7.83 ± 0.87^{a}	7.70 ± 0.99^{a}	7.47 ± 0.94^{ab}	7.13 ± 0.90^{b}	7.00 ± 0.95^{b}

หมายเหตุ : - ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=30)

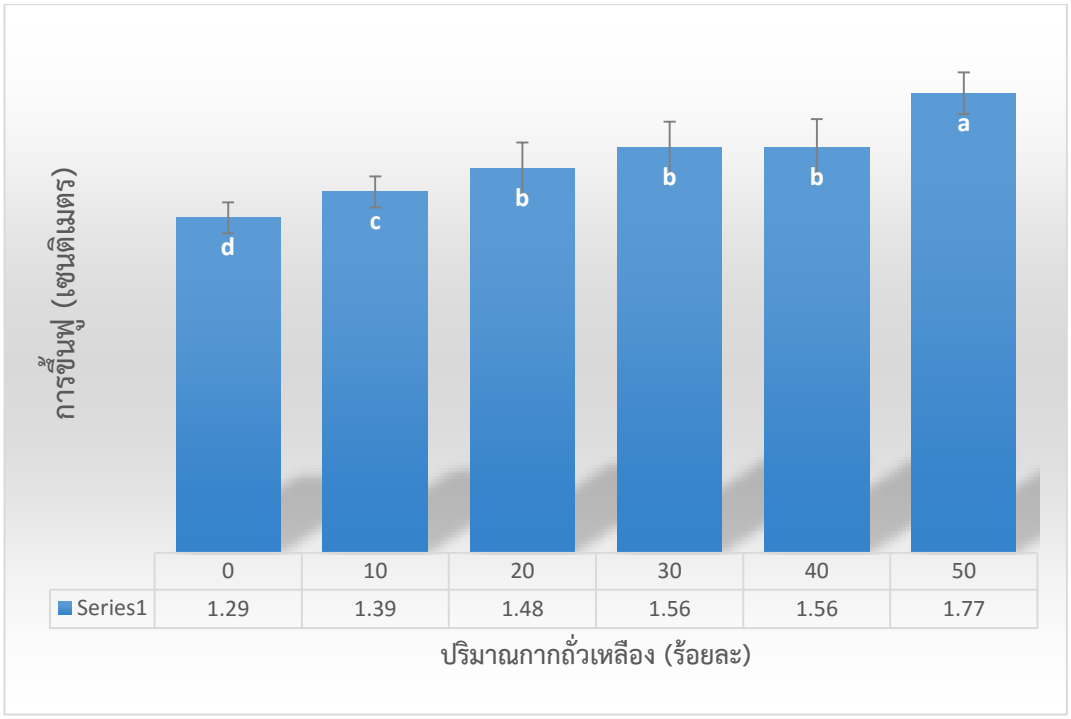
- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก โดยวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับ ในระดับการทดแทนที่ระดับร้อยละ 10 – 30 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ($p\geq0.05$) (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตามผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กลดลงเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองจนถึงระดับร้อยละ 40 และ 50 ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กมีผลทำให้โดนัทเค้กมีกลิ่นถั่วเหลืองแรงขึ้น ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของปริมาณกากถั่วเหลืองมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของโดนัทเค้กมีความแน่นแข็งและผิวโดนัทแห้งแตก (ภาพที่ 2) ส่งผลให้คะแนนการยอมรับทางลักษณะเนื้อสัมผัสลดลงด้วยเช่นกัน โดยบริโภคผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าเนื้อสัมผัสมีความแน่นและหยาบเพิ่มขึ้น ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก สอดคล้องกับผลการทดแทนกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก (สุภาวิณี แสนทวีสุข และมารีน่า สันเต๊ะ, 2557) กล่าวคือ สามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กที่ระดับร้อยละ 30 ซึ่งเป็นระดับที่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับสูงที่สุด การเพิ่มปริมาณกากถั่วเหลืองมีผลทำให้ปริมาณใยอาหารในบัตเตอร์เค้กเพิ่มขึ้น ซึ่งใยอาหารจะเป็นตัวดูดซับน้ำไว้ ทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณกากถั่วเหลือง มีผลให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง ผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กจึงมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งและหยาบขึ้น เมื่อปริมาณกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับที่พบการการเพิ่มกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่มีการลดปริมาณแป้งสาลีและทดแทนด้วยกากถั่วเหลืองในขนมปัง มีผลทำให้ขนมปังมีความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นทำให้กลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนที่ทำหน้าที่ทำให้โครงสร้างของขนมปังมีความ

ยืดหยุ่นลดลงด้วยเช่นกัน ส่งผลให้ขนมปังมีความแน่นแข็งมากขึ้น ปริมาตรจำเพาะลดลงเมื่อปริมาณกากถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้น (ปิยะรัชช์ กุลเมธี และคณะ, 2553)

2. การศึกษาการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ทดแทนกากถั่วเหลือง

จากภาพที่ 2 การศึกษาการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ทดแทนกากถั่วเหลือง ปริมาณร้อยละ 10 และ 50 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ในปริมาณร้อยละ 20, 30 และ 40 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าโดนัทเค้กที่มีการใช้กากถั่วเหลืองปริมาณมากขึ้น มีผลทำให้โดนัทมีการขึ้นฟูเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การขึ้นฟูที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการเพิ่มปริมาณแป้งกากถั่วเหลือง โดยแป้งกากถั่วเหลืองมีปริมาตรที่มากกว่าแป้งสาลีเมื่อเปรียบเทียบโดยน้ำหนักที่เท่ากัน จึงทำให้โดนัทเค้กมีการขึ้นฟูที่มากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณกากถั่วเหลืองในสูตร



ภาพที่ 2 โดนัทเค้กที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับต่าง ๆ



0 10 20 30 40 50

ปริมาณกากถั่วเหลือง (ร้อยละ)

ภาพที่ 3 โดนัทเค้กที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับต่าง ๆ

3. การศึกษาต้นทุนในการผลิตโดนัทเค้ก

ตารางที่ 3 การคิดต้นทุนการผลิตโดนัทเค้กจากกากถั่วเหลือง ร้อยละ 30

วัตถุดิบ	ราคา (บาท)	น้ำหนัก (กรัม/การผลิต 1 ครั้ง)		ต้นทุน (บาท/การผลิต 1 ครั้ง)	
		สูตรดั้งเดิม	สูตรแป้งกากถั่วเหลือง	สูตรดั้งเดิม	สูตรนมถั่วเหลือง
แป้งสาลี	31 (1,000 g)	140 กรัม	98 กรัม	4.34 บาท	3.04 บาท
กากถั่วเหลือง	-	-	42 กรัม	-	0.97 บาท
เบกกิ้งโซดา	24 (300 g)	1 กรัม	1 กรัม	0.08 บาท	0.08 บาท
น้ำตาลทราย	21 (1,000 g)	200 กรัม	200 กรัม	4.2 บาท	4.2 บาท
ผงฟู	7 (30 g)	8 กรัม	8 กรัม	1.86 บาท	1.86 บาท
ไข่ไก่	4	4 ฟอง	4 ฟอง	16 บาท	16 บาท
เนยละลาย	180 (1,000 g)	200 กรัม	200 กรัม	36 บาท	36 บาท
เกลือ	6 (500 g)	2 กรัม	2 กรัม	0.02 บาท	0.02 บาท
นมถั่วเหลือง	45.97 (1,000 g)	55	55	2.52 บาท	2.52 บาท
รวม				65.02 บาท	64.69 บาท

การคิดต้นทุนในการผลิต คำนวณจาก วิธีการของ ลักขณา ตันเจริญ (2553)

ต้นทุนการผลิตโดนัทเค้กสูตรดั้งเดิม

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรง

= 65.02 + 56.25

= 121.27 บาท

1 สูตรจะได้โดนัทเค้ก 50 ชิ้น

= 121.27 / 50

= 2.42 บาท / ชิ้น

ต้นทุนการผลิตโดนัทเค้กจากกากถั่วเหลือง

กากถั่วเหลืองสด 3 กิโลกรัม ได้กากถั่วเหลืองอบแห้ง 645 กรัม

ค่าใช้จ่ายในการผลิต (คิดเป็นต้นทุนของกากถั่วเหลือง) : อบกากถั่วเหลืองใช้ระยะเวลา 14 ชั่วโมง คิดเป็นเงินค่าไฟ 15 บาท

ต้นทุนการผลิต = ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต + ค่าแรง

= 64.69 + 56.25

= 120.94 บาท

1 สูตรจะได้โดนัทเค้ก 50 ชิ้น

= 120.94 / 50

= 2.41 บาท / ชิ้น

การคำนวณต้นทุนในการผลิตแสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กทั้งสองแบบมีต้นทุนที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กสูตรทดแทนมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงกว่า เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใย ในปริมาณที่สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีน ซึ่งโปรตีนในกากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนคุณภาพดีและยังประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย

เอกสารอ้างอิง

กานดา แซ่จิว. (2547). **การใช้ประโยชน์จากโอคาราเพื่อทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค, ปภาวรินท์ คิงวิ และปณัฐชา ชื่นจิต. (2557). "ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสีนิลต่อคุณภาพด้านกายภาพและประสาทสัมผัสของเค้กแครอทงาดำ". ใน **การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 52 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 4-7 กุมภาพันธ์ 2557.** 311-318.

ธิดารัตน์ ผลบรรจง, ชุติมณฑน์ แก้วเกลี้ยง, ศศินา บุญจันทร์ และสุรีย์พร กังสนันท์. (2562). "การศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก". ใน **งานประชุมวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5, 6-7 กุมภาพันธ์ 2563**. นครศรีธรรมราช.

ปิยะรัชช์ กุลเมธี, อภิญญา จันทรวัฒนะ, หทัยชนก ศรีประไพ และภัทรพร เศรษฐโชดึก. (2553). การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง**. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. 20 (มกราคม – เมษายน), 97-105.

แม่บ้าน. (2560). **วิธีเตรียมทำโดนัท** (Online). https://www.maeban.co.th/บทความ/943/product.php, 15 กรกฎาคม 2562.

รัตนาภรณ์ ถาแก้ว และ วารุณอร จันต๊ะอิน. (2551). **การทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองในเส้นข้าวซอย.** เชียงใหม่:คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลักขณา ตันเจริญ. (2553). **การคำนวณต้นทุนการผลิต** (Online). https://sites.google.com/a/ttc.ac.th/industryaccounting/, 17 ตุลาคม 2562.

สุกัญญา อมรานันทศักดิ์. (2548). การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากถั่วเหลืองใผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู. **ปัญหาพิเศษ** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันเกษม.

สุภาวิณี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ. (2557)**.** "ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก". **ว.วิทยาศาสตร์เกษตร.** 45 (พฤษภาคม – สิงหาคม), 453-456.

สมรรถภาพทางกายของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา

: กรณีศึกษาสาขาพลศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

The Physical Fitness of Physical Education Undergraduate students

: A Case Study of Physical Education major, Songkhla Rajabhat University

จีรนันท์ แก้วมา[1*], พลากร นัคราบัณฑิต[2]

Jeeranan Kaewma[1*], Palakorn Nakkarabuntid[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 107 คน ได้มาจากการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรของยามาเน่และการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือวิจัยคือแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาส่วนใหญ่มีสมรรถภาพทางกาย ด้านองค์ประกอบของร่างกายโดยมีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์สมส่วน ด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด อยู่ในระดับดี สมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัว อยู่ในระดับปานกลาง และสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนบน อยู่ในระดับต่ำ จากผลการศึกษาควรมีการส่งเสริมให้นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีกิจกรรมการ ออกกำลังกายเพื่อสร้างเสริมหรือพัฒนาสมรรถภาพทางกายในด้านความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนบนที่พบว่าอยู่ในระดับต่ำ

คำสำคัญ: สมรรถภาพทางกาย, นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต, พลศึกษา

[1]อาจารย์ วิทยาลัยนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** jeeranan.ka@skru.ac.th

Abstract

This research aimed to study the physical fitness of undergraduate students in physical education major. The sample was 107 students from Songkhla Rajabhat University, selected by using Yamane formula and simple random sampling. The physical fitness test and standard for people between 19 to 59 years old was used for the instrument. The data was analyzed by using frequency and percentage. The result indicated that the physical fitness of undergraduate students in physical education major of Songkhla Rajabhat University were slender level in body mass index, good level in cardio-respiratory function and lower muscle strength, medium level in flexibility and low level in upper muscle strength. In conclusion, this finding showed that the undergraduate students in physical education major of Songkhla Rajabhat University should be improved or developed the physical fitness by using exercise activity for upper muscle strength which was low level.

Keywords: Physical Fitness, Undergraduate, Physical Education

บทนำ

สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) ถือเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมความสามารถทางด้านร่างกาย (Shephard and Lavallee, 1978; ACSM, 1998; Hastad and Lacy, 1998) สำหรับบุคคลทั่วไป สมรรถภาพทางกายที่ดีจะช่วยให้สามารถปฏิบัติภารกิจต่างๆ ในชีวิตประจำวัน การออกกำลังกาย การเล่นกีฬา และแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โดยสมรรถภาพทางกายสามารถจำแนกตามจุดมุ่งหมายได้เป็น 2 ประเภท (Dwyer and Davis, 2008) คือ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health-related physical fitness) อันประกอบด้วยสัดส่วนร่างกาย (Body composition) ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (Cardiorespiratory endurance) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) และความอ่อนตัว (Flexibility) และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ 5 องค์ประกอบข้างต้น และพลังหรือกำลังของกล้ามเนื้อ (Muscle power) ความเร็ว (Speed) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) การทรงตัวหรือความสมดุล (Balance) ระยะเวลาปฏิกิริยา (Reaction time) และการประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและระบบประสาท (Coordination)

จากความสำคัญของสมรรถภาพทางกายที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562) เล็งเห็นความสำคัญของการทดสอบสมรรถภาพทางกายและการประเมินสมรรถภาพทางกายของประชาชนไทย จึงได้จัดทำแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับประชาชน อายุ 19 - 59 ปี เพื่อเผยแพร่ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ การเล่นกีฬาและการออกกำลังกายเป็นการส่งเสริมระบบทำงานของร่างกาย รวมถึงการส่งเสริมสุขภาพจิตที่ดี โดยคาดว่า การประเมิน

สมรรถภาพทางกายด้วยแบบทดสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานและเหมาะสมตามวัยจะทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานด้านสมรรถภาพทางกาย และยังใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมด้านสุขภาพและภาวะโภชนาการให้เหมาะสมตามวัยได้

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้เปิดหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาพลศึกษา ในปีการศึกษา 2558 โดยมีความมุ่งหมายเพื่อสร้างบัณฑิตครูสาขาพลศึกษาให้มีคุณภาพ (คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2558) อย่างไรก็ตามในการที่จะเป็นครูพลศึกษาที่ดีและมีคุณภาพนั้น ต้องผ่านการเรียนการสอนในเรื่องเกี่ยวกับการสร้างเสริมสุขภาพ การออกกำลังกาย และการกีฬา เป็นส่วนใหญ่ คณะผู้วิจัยซึ่งเป็นหนึ่งในบุคลากรผู้สอนพลศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา กรณีศึกษาสาขาพลศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการดำเนินการส่งเสริมการมีกิจกรรมทางกายและการออกกำลังกายในการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายสำหรับนักศึกษาสาขาพลศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ปีการศึกษา 2562 จำนวน 145 คน

กลุ่มตัวอย่าง คณะผู้วิจัยได้คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ปีการศึกษา 2562 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5 จากสูตรของยามาเน่ (Yamane, 1973) ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

แทนค่าในสูตร

เมื่อ n = ขนาดของประชากรกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size)

N= จำนวนประชากร (Population)

e = ระดับความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง (Precision) ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 0.05

$$n = \frac{145}{1+145(0.05)^2}$$

$$n = 106.4220$$

จากการกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรคำนวณของยามาเน่ ได้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษาประมาณ 107 คน หลังจากนั้นคณะผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา พ.ศ. 2562 (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562) จำนวน 4 องค์ประกอบ 6 รายการทดสอบ ซึ่งคณะผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้โดยไม่ได้ทำการเปลี่ยนแปลงใดๆ สำหรับคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ผ่านการหาคุณภาพของรายการทดสอบในด้านความตรงและความเชื่อมั่น ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย รายการทดสอบสมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี และคุณภาพของแบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย	**รายการทดสอบสมรรถภาพทางกาย สำหรับประชาชน อายุ 19-59 ปี**	**คุณภาพของแบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย**	
		ค่าความตรง (Validity)	ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)
1.องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition)	1.ชั่งน้ำหนัก (Weight)	-	-
	2.วัดส่วนสูง (Height)	-	-
	นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index :BMI)	0.89	0.96
2.ความอ่อนตัว (Flexibility)	3. นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and Reach)	1.00	0.95
3.ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle Streng and Endurance)	4. แรงบีบมือ (Hand Grip Strength)	0.92	0.89
	5. ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (30 Seconds Chair Stand)	0.96	0.91
4. ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (Cardiovascular Endurance)	6. ยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที (3 Minutes Step Up and Down)	0.88	0.89

การวิเคราะห์ข้อมูล คณะผู้วิจัยนำผลการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบสมรรถภาพทางกายมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยการแจกแจงความถี่ และร้อยละ โดยใช้เกณฑ์สมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา พ.ศ. 2562 (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562) ซึ่งเกณฑ์สมรรถภาพทางกายจำแนกเป็นตามเพศ ช่วงอายุ และระดับสมรรถภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างเกณฑ์สมรรถภาพทางกายจำแนกเป็นตามเพศ ช่วงอายุ และระดับสมรรถภาพ

อายุ (ปี)	เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายรายการ นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and Reach) (เซนติเมตร)									
	เพศชาย					เพศหญิง				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
19-24	1 ลงมา	2-8	9-16	17-23	24 ขึ้นไป	4 ลงมา	5-12	13-19	20-26	27 ขึ้นไป
25-29	1 ลงมา	2-8	9-15	16-22	23 ขึ้นไป	3 ลงมา	4-11	12-18	19-25	26 ขึ้นไป
30-34	0 ลงมา	1-7	8-14	15-21	22 ขึ้นไป	2 ลงมา	3-9	10-16	17-22	23 ขึ้นไป
35-39	-1 ลงมา	0-6	7-14	15-21	22 ขึ้นไป	0 ลงมา	1-7	8-14	15-21	22 ขึ้นไป
40-44	-2 ลงมา	-1-5	6-12	13-19	20 ขึ้นไป	-2 ลงมา	-1-5	6-13	14-20	21 ขึ้นไป
45-49	-4 ลงมา	-3-3	4-11	12-18	19 ขึ้นไป	-2 ลงมา	-1-5	6-12	13-19	20 ขึ้นไป
50-54	-5 ลงมา	-4-2	3-10	11-17	18 ขึ้นไป	-3 ลงมา	-2-3	4-10	11-17	18 ขึ้นไป
55-59	-6 ลงมา	-5-1	2-9	10-16	17 ขึ้นไป	-4 ลงมา	-3-3	4-10	11-17	18 ขึ้นไป

(ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลสรุปได้ตามแผนภาพต่อไปนี้

กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง แล้วทำการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งชี้แจงรายละเอียดการประเมินสมรรถภาพทางกายเพื่อประกอบการตัดสินใจของกลุ่มตัวอย่าง

↓

นัดหมายผู้ช่วยดำเนินการวิจัยเพื่อประชุม อธิบายและชี้แจงรายละเอียดเพื่อให้เข้าใจวัตถุประสงค์ ลำดับขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนข้อตกลงต่างๆ ระหว่างการวิจัย

↓

ทดสอบสมรรถภาพทางกายของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา พ.ศ. 2562 (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)

↓

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากรายการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยการแจกแจงความถี่ และร้อยละ โดยใช้เกณฑ์สมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับการทดสอบสมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี แบ่งเป็น 6 รายการทดสอบ ดังนี้

1.ชั่งน้ำหนัก (Weight)

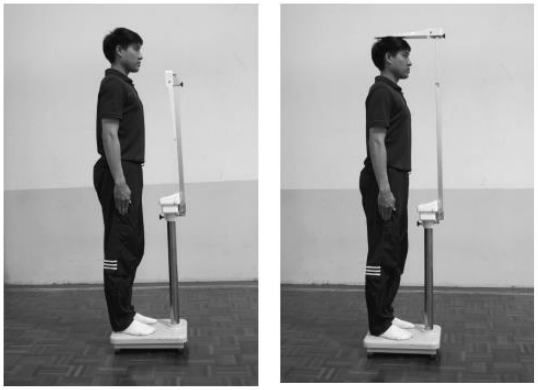
2. วัดส่วนสูง (Height) นำค่าน้ำหนักและส่วนสูงที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index :BMI)

3. นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and Reach)

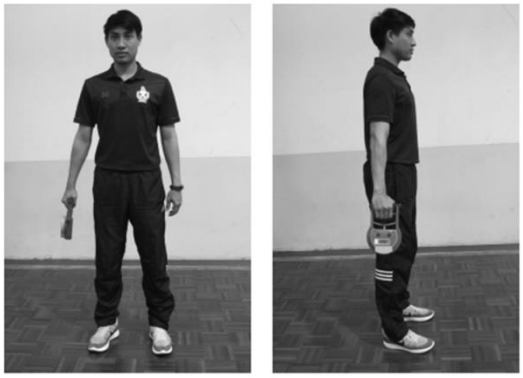
4. แรงบีบมือ (Hand Grip Strength)

5. ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (30 Seconds Chair Stand)

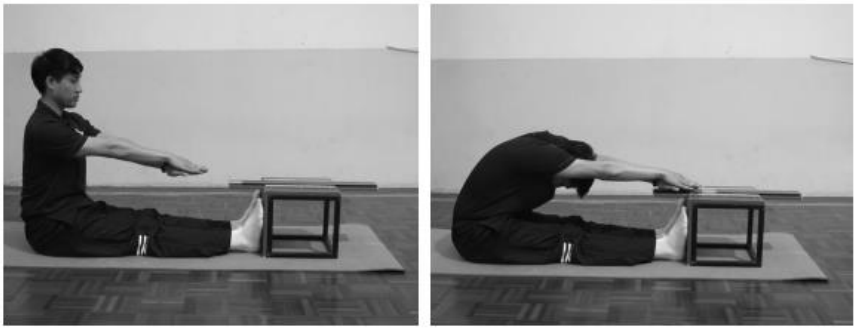
6. ยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที (3 Minutes Step Up and Down)



ภาพที่ 2 รายการทดสอบชั่งน้ำหนัก และวัดส่วนสูง (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)



ภาพที่ 3 รายการทดสอบแรงบีบมือ (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)



ภาพที่ 4 รายการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)



ภาพที่ 5 รายการทดสอบยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)



ภาพที่ 6 รายการทดสอบยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาสมรรถภาพภาพทางกายของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาพบว่า ตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาส่วนใหญ่มีสมรรถภาพทางกายด้านองค์ประกอบของร่างกายอยู่ในเกณฑ์สมส่วน ด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด อยู่ในระดับดี สมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัว อยู่ในระดับปานกลาง และสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและความ

อดทนของกล้ามเนื้อส่วนบน อยู่ในระดับต่ำ เมื่อเทียบกับเกณฑ์สมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา พ.ศ. 2562 (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา , 2562) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำแนกตามรายการประเมินและรายการทดสอบ (n = 107)

สมรรถภาพทางกาย	รายการทดสอบ	ผลประเมิน	จำนวน	ร้อยละ
1.องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition)	1.ชั่งน้ำหนัก (Weight) 2.วัดส่วนสูง (Height) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index :BMI)	*ผอมมาก*	0	0.00
		ผอม	24	22.43
		สมส่วน	*79*	*73.83*
		ท้วม	4	3.74
		อ้วน	0	0.00
		รวม	107	100
2.ความอ่อนตัว (Flexibility)	3. นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and Reach)	*ต่ำมาก*	0	0.00
		ต่ำ	2	1.86
		ปานกลาง	*67*	*62.62*
		ดี	23	21.50
		ดีมาก	15	14.02
		รวม	107	100
3.ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนบน (Muscle Streng and Endurance)	4. แรงบีบมือ (Hand Grip Strength)	ต่ำมาก	0	0.00
		ต่ำ	*60*	*56.07*
		ปานกลาง	19	17.76
		ดี	20	18.69
		ดีมาก	8	7.48
		รวม	107	100
3.ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนล่าง (Muscle Streng and Endurance)	5. ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (30 Seconds Chair Stand)	ต่ำมาก	0	0.00
		ต่ำ	8	7.48
		ปานกลาง	15	14.02
		ดี	*59*	*55.14*
		ดีมาก	25	23.36
		รวม	107	100.00

สมรรถภาพทางกาย	รายการทดสอบ	ผลประเมิน	จำนวน	ร้อยละ
4.ความอดทนของระบบหัวใจ	6. ยืนยกเข่าขึ้นลง 3 นาที	ต่ำมาก	1	0.93
และไหลเวียนเลือด	(3 Minutes Step Up and	ต่ำ	4	3.74
(Cardiovascular Endurance)	Down)	ปานกลาง	28	26.17
		ดี	*62*	*57.94*
		ดีมาก	12	11.22
		รวม	107	100

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาที่พบว่า นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ส่วนใหญ่มีสมรรถภาพทางกายด้านองค์ประกอบของร่างกายอยู่ในเกณฑ์สมส่วน ด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด อยู่ในระดับดี สมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัว อยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลักสูตรการเรียนการสอนมีกิจกรรมการสร้างเสริมสุขภาพ การออกกำลังกาย และการกีฬาเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้และปฏิบัติจริง ตัวอย่างเช่น รายวิชาทักษะและการสอนว่ายน้ำ ซึ่งเป็นรายวิชาที่ผู้เรียนต้องมีทักษะในการว่ายน้ำและการเป็นผู้สอนว่ายน้ำ

อย่างไรก็ตามผลการศึกษาก็ยังพบว่า นักศึกษามีสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนบน อยู่ในระดับต่ำ เมื่อเทียบกับเกณฑ์สมรรถภาพทางกายของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา (2562) นั้นอาจเนื่องมาจาก กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเสริมความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อในส่วนนี้ ยังมีไม่เพียงพอ หรืออาจเนื่องมาจากสาเหตุอื่น ทั้งนี้อาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเชิงลึกในข้อมูลพื้นฐานการใช้ชีวิตประจำวัน หรือศึกษาปัจจัยอื่นๆ เพิ่มเติมโดยใช้สถิติวิเคราะห์อื่นต่อไป

ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างเสริมสมรรถภาพทางกายในด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนบนที่พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ดังตัวอย่างการจัดโปรแกรมหรือกิจกรรมเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนบน ของ สุนิภา ยุวกิจนุกูล (2555) ที่ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของวัยรุ่นที่มีสมรรถภาพทางกายต่ำ โดยกิจกรรมในโปรแกรมออกกำลังกายประกอบด้วยท่าพื้นฐาน 5 ท่า (5BX: 5 Basic Exercises) ของกองทัพอากาศแคนาดา ผลการศึกษาพบว่า หลังเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกาย 10 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างมีการพัฒนาของสมรรถภาพทางกายในด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบน (จากการทดสอบแรงบีบมือ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวอย่างการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักของ สบสันติ์ มหานิยม (2555) จากรายงานวิจัยเรื่องผลของการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักสำหรับนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการฝึกด้วยน้ำหนัก จำนวน 141 คน ซึ่งพบว่า หลังการใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักที่กำหนดขึ้นในระยะเวลา 14 สัปดาห์ นิสิตมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนแตกต่างจากก่อนใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการศึกษาของ จักรกฤษณ์ พิเดช (2561) ที่จัดโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อส่วนบนในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนชาย ซึ่งก็พบว่าหลังการทดลองใช้

โปรแกรมการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาส่วนใหญ่มีสมรรถภาพทางกาย ด้านองค์ประกอบของร่างกายอยู่ในเกณฑ์สมส่วน ด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และด้านความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด อยู่ในระดับดี สมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัว อยู่ในระดับปานกลาง และสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนบนอยู่ในระดับต่ำ สามารถใช้ผลการวิจัยเป็นข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการออกกำลังกายในด้านที่ตัวอย่างนักศึกษาที่มีสมรรถภาพทางกายอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

ข้อเสนอแนะ

1. นำผลวิจัยไปใช้ในการพิจารณากำหนดหรือคัดเลือกกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายให้เหมาะสมกับนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2. เป็นแนวทางในการจัดทำฐานข้อมูลสุขภาพด้านสมรรถภาพทางกายสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา สถาบันการศึกษาอื่นๆ
3. ศึกษาผลของโปรแกรมออกกำลังกายหรือกิจกรรมการออกกำลังกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา ในการทำวิจัยครั้งต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้การสนับสนุนการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ขอบคุณทีมผู้ช่วยวิจัยในการทดสอบและบันทึกผลสมรรถภาพทางกาย และขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตสาขาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่เข้าร่วมการทดสอบสมรรถภาพทางกายอย่างเต็มกำลังความสามารถ

เอกสารอ้างอิง

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. (2558). มคอ.2 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา (5ปี) หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2558.

จักรกฤษณ์ พิเดช. (2561). **ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อส่วนบนในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนชาย**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สบสันติ์ มหานิยม. (2555). **ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและสัดส่วนร่างกายของนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกด้วยน้ำหนัก.** รายการการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา. (2562). **แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี**. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

สุนิภา ยุวกิจนุกูล. (2555). **ผลของการใช้โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายของวัยรุ่นที่มีสมรรถภาพทางกายต่ำ.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

American College of Sports Medicine. (1998). **ACSM fitness book**. 2nd ed. Champaign, IL : Human Kinetics.

Dwyer, G.B. and Davis, S.E. (2008). **ACSM's health-related physical fitness assessment manual**. 2nd ed. Philadelphia : Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.

Hastad, D.N. and Lacy, A.C. (1998). **Measurement and evaluation in physical education and exercise science**. 3rd ed. Boston : Allyn and Bacon.

Shephard, R.J. and Lavallee, H. (1978). **Physical fitness assessment: principles, practice, and application.** Springfield, Ill.: Thomas.

Yamane, T. (1973). **Statistics: An Introductory Analysis**. 3rd ed. Harper and Row: New York.

การแก้ปัญหารอยแตกของยางหูรองเท้าแตะในอุตสาหกรรมด้วยการเติมสารป้องกันการเสื่อมสภาพ

Solving crack problem of rubber slipper ears in the industry by adding antioxidant

กรกมล สิทธิพงค์[1] ชุตามาศ รัตนคช[2] และ สุรเดช มัจฉาเวช[3]*

Konkamon Sittipong[1] Chutamas Rattanakod[2] and Suradet Matchawet[3]*

บทคัดย่อ

เตรียมยางคอมปาวด์สำหรับทำยางหูรองเท้าแตะจากการเบลนด์ยาง BR:CALPREN:STR5L:NBR ที่สัดส่วน 10:12:40:38 ในเครื่องผสมแบบปิด โดยทำการศึกษาสัดส่วนของปริมาณสารป้องกันการเสื่อมสภาพระหว่าง Bemox กับ Wax ที่สัดส่วนปริมาณ 1.0:1.0, 1.2:1, 1.4:1, 1.6:1, 1.0:1.2, 1.0:1.4 เตรียมยางคอมปาวด์สำหรับทำยางหูรองเท้าแตะจากการเบลนด์ยาง BR:CALPREN:STR5L:NBR ที่สัดส่วน10:12:40:38 ในเครื่องผสมแบบปิด โดยทำการศึกษาสัดส่วนของปริมาณสารป้องกันการเสื่อมสภาพระหว่าง Bemox กับ Wax ที่สัดส่วนปริมาณ 1.0:1.0, 1.2:1, 1.4:1, 1.6:1, 1.0:1.2, 1.0:1.4 และ 1.0:1.6 จากการทดลองพบว่าที่สัดส่วนของ Bemox กับ Wax ที่ปริมาณ 1.0:1.4 จะให้ชิ้นทดสอบที่มีสมบัติที่ดีที่สุดโดยไม่เกิดรอยแตกเลยในทุก ๆ การทดสอบที่บริเวณต่างกัน ได้แก่ บริเวณไลน์การผลิต (สภาวะอากาศมีความร้อนและความชื้นสูง) บริเวณเครื่องอัดในห้องปฏิบัติการ (สภาวะที่มีความร้อน) และบริเวณอ่างน้ำ (สภาวะที่มีความชื้นสูง) นอกจากนี้สำหรับสมบัติเชิงกลของยาง ไม่ว่าจะเป็นค่าโมดูลัส ความต้านทานต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดจนขาด และความทนทานต่อการฉีกขาด ที่ใช้สัดส่วนของ Bemox กับ Wax ที่ปริมาณ 1.0:1.4 ยังให้ค่าที่ผ่านค่ามาตรฐานของยางหูรองเท้าแตะ อย่างไรก็เมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติสมบัติเชิงกลกับการใช้ปริมาณสารป้องกันการเสื่อมสภาพที่ปริมาณอื่น พบว่ายางหูรองเท้าแตะทุกสัดส่วนการใช้สารป้องกันการเสื่อมสภาพให้ค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากการทดสอบสมบัติเชิงกลยังคงเป็นการทดสอบสมบัติของยางวัลคาไนซ์ที่ไม่ได้ผ่านสภาวะเร้าดังเช่นการทดสอบการดูรอยแตกของยางที่ผ่านการอัดขึ้นรูปเป็นหูรองเท้าแตะ ทำให้ผลของสารป้องกันการเสื่อมสภาพแสดงไม่ชัดเจน

[1, 2] นักศึกษา สาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[3]อาจารย์ นักศึกษา สาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

*Corresponding author, E-mail: suradet.m@rmutsv.ac.th

Abstract

The compounding of rubber slipper ears was prepared from rubber blends of BR: CALPREN: STR5L: NBR in an internal mixer at blend ratio 10: 12: 40: 38. The antioxidant ratios between Bemox and Wax at 1.0:1.0, 1.2:1, 1.4:1, 1.6:1, 1.0:1.2, 1.0:1.4 and 1.0:1.6 were studied. It was found that the antioxidant ratio at 1.0: 1.4 gave highest properties without cracking of the specimen in every testing area such as line production area (high temperature and humidity), compression zone (high temperature), and water bath (high humidity). Moreover, the mechanical properties (i.e., modulus, tensile strength, elongation at break and tear strength) of 1.0: 1.4 ratio showed higher values than the standard values of rubber slipper ears in the industry. However, all of the antioxidant ratios showed insignificant different in mechanical properties because the rubber specimens for mechanical testing did not put in high temperature and humidity with activated to degradation.

Keywords : Rubber slipper ears, Crack problem, Rubber blend, Antioxidant

บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมรองเท้าเป็นอุตสาหกรรมมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมากประเภทหนึ่ง โดยเป็นแหล่งรายได้และสามารถนำเงินตราต่างประเทศเข้ามาในประเทศ และในภาคอุตสาหกรรมรองเท้าสามารถแบ่งออกเป็นอุตสาหกรรมย่อยได้อีกหลายประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตรองเท้ายางและพลาสติก รองเท้ากีฬา รองเท้าแตะ รองเท้าหนังแท้ รองเท้าหนังเทียมและรองเท้าอื่น ๆ รวมทั้งส่วนประกอบรองเท้า อุตสาหกรรมรองเท้าเป็นอุตสาหกรรมที่มีโครงสร้างการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก การผลิตยังคงอาศัยแรงงานและทักษะความชำนาญของแรงงานอยู่มาก ขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอนยังไม่สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตได้ เนื่องจากสินค้ามีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบบ่อยตามแฟชั่น ทำให้ยากต่อการนำเครื่องจักรมาใช้ในการผลิต จากเหตุผลและข้อจำกัดดังกล่าว จึงทำให้โรงงานเกิดปัญหาหลาย ๆ อย่างตามมาแต่ปัญหาที่พบมากที่สุดคือ การเกิดปัญหารอยแตกของยางหูรองเท้าและการบลูม โดยการเกิดรอยแตกของยางหูรองเท้าแตะจะมีลักษณะเกิดเป็นรอยหรือเป็นเส้นเล็ก ๆ ตามหูรองเท้าเมื่อมีการใช้งานไปนาน ๆ ก็จะทำให้เกิดเป็นรอยแตกที่ใหญ่ขึ้นและเห็นได้ชัดเจนตามหูรองเท้า ดังนั้นปัญหาการเกิดรอยแตกของยางหูรองเท้าแตะจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมรองเท้าที่ต้องแก้ไขไม่ให้ยางหูรองเท้าเกิดการแตก โดยงานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาการเติมสารป้องกันการเสื่อมสภาพลงไปในสูตรร่วมกับสารเคมีต่าง ๆ ในสูตรของยางหูรองเท้าแตะ โดยทำการเตรียมยางคอมเปาวด์จากการเบลนด์ระหว่างยาง BR:CALPREN:STR5L:NBR ตามสัดส่วนที่กำหนด และทำการแปร

ปริมาณสัดส่วนของสารป้องกันการเสื่อมสภาพ 2 ชนิดคือ Bemox กับ Wax และนำชิ้นตัวอย่างที่ได้ไปวางที่สภาวะต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นปฏิกิริยาของยางให้เกิดการเสื่อมสภาพ

วิธีการวิจัย

1. การเบลนด์ยางและเตรียมยางคอมปาวด์

นำยางบิวทาไดอีน (BR) ยางคลอพรีน (CALPRENE) ยางแท่ง (STR5L) ยางไนไตรน์ (NBR) และสารคู่ควบไซเลน (SI-69) ตามปริมาณดังแสดงในตารางที่ 1 ทำการบดผสมในเครื่องผสมแบบปิดที่ 43 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที เพื่อทำการเบลนด์ผสมให้ยางเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นบดผสมต่อร่วมกันกับสารเคมีที่เหลือนอกจากสารตัวเร่งและสารวัลคาไนซ์กำมะถัน เป็นเวลา 6 นาที หลังจากนั้นจึงนำยางออกจากเครื่องผสมแบบปิดตั้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากจากนั้นจึงนำยางคอมปาวด์ที่ได้มาบดผสมกับสารตัวตัวเร่ง MBTS และ TMTM บนเครื่องผสมสองลูกกลิ้ง เป็นเวลา 3 นาที และตามด้วยการใส่ IS เป็นลำดับสุดท้าย บดผสมต่ออีก 2 นาที จึงม้วนพันลูกกลิ้งและรีดแผ่นออกเพื่อนำไปทดสอบสมบัติต่อไป

2. การเตรียมชิ้นทดสอบ

นำยางคอมปาวด์ที่เสร็จแล้วมาตัดให้ได้น้ำหนัก 55 กรัมต่อชิ้น และนำยางคอมปาวด์ที่ตัดเสร็จแล้วนำไปอัดในเครื่องอัดเป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบสมบัติเชิงกล เช่น ความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength), มอดูลัส (Modulus), ความต้านทานต่อการฉีกขาด (Tear strength) และความสามารถในการยืดจนขาด (Elongation at break) และนำไปตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมให้ได้น้ำหนัก 120 กรัมต่อชิ้น เพื่อนำอัดเป็นหูรองเท้าแตะและนำไปทดสอบการเกิดรอยแตกในสภาวะต่าง ๆ เช่น เครื่องอัดห้องปฏิบัติการ (สภาวะที่มีความร้อน) , ไลน์การผลิต (สภาวะอากาศที่มีความร้อนและความชื้นสูง) และ อ่างน้ำ (สภาวะที่มีความชื้นสูง)

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมยางคอมปาวด์

สารเคมี	ปริมาณ (phr)
BR	10
CALPRENE	12
STR 5L	40
NBR	38
SI-69	1.48
$ZnCO_3$	3
Silica	32.5
PEG#4000	3.5
Stearic acid	0.5
Bemox:Wax	1.0:1.0, 1.2:1.0, 1.4:1.0, 1.6:1.0, 1.0:1.2, 1.0:1.4, 1.0:1.6
IS	2.41
MBTS	1.71
TMTM	0.29

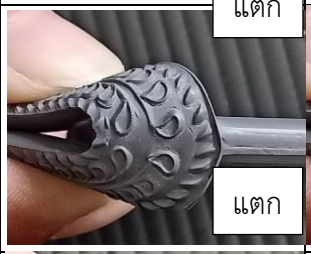
IS: Insoluble Sulphur; MBTS: Benzothiazyl Disulfide; TMTM: Tetramethylthiuram Monosulfide

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์

1. การทดสอบการเกิดรอยแตกในสภาวะต่าง ๆ

นำยางคอมปาวด์ที่ผสม Bemox กับ Wax ที่ปริมาณ 1.0:1.0, 1.2:1.0, 1.4:1.0, 1.6:1.0, 1.0:1.2, 1.0:1.4, 1.0:1.6 และนำตั้งพักไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำอัดเป็นชิ้นงานเพื่อจะนำไปทดสอบการเกิดรอยแตก ที่สภาวะต่าง ๆ ได้แก่ ไลน์การผลิต (สภาวะอากาศที่มีความร้องและความชื้นสูง) เครื่องอัดห้องปฏิบัติการ (สภาวะที่มีความร้อน) อ่างน้ำ (สภาวะที่มาความชื้นสูง) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะการเกิดรอยแตกของสูตรยางที่แปรสัดส่วนของสารป้องกันการเสื่อมสภาพที่วางไว้ในสภาวะแตกต่างกัน

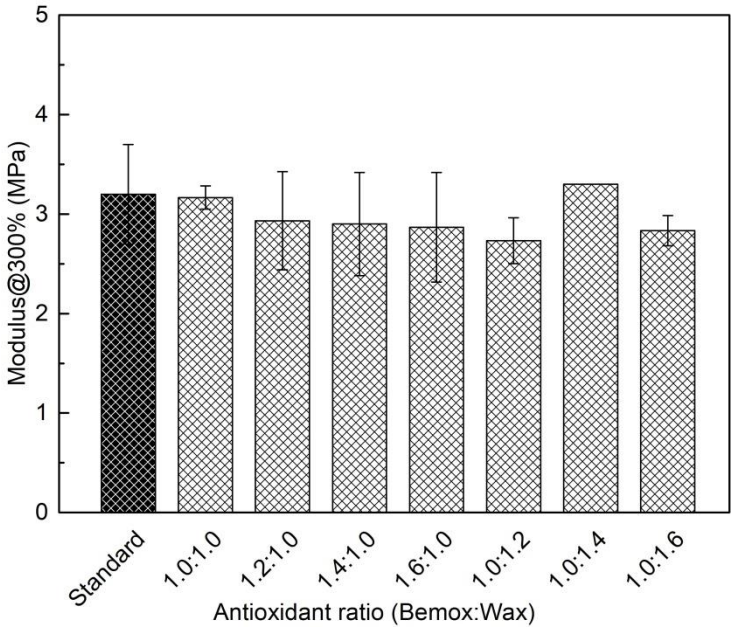
สูตร	ไลน์การผลิต (สภาวะอากาศที่มีความร้อนและความชื้นสูง)	เครื่องอัดห้องปฏิบัติการ (สภาวะที่มีความร้อน)	อ่างน้ำ (สภาวะที่มีความชื้นสูง)
Bemox:Wax 1.0:1.0	 แตก	 แตก	 แตก
Bemox:Wax 1.2:1.0	 แตก	 แตก	 แตก
Bemox:Wax 1.4:1.0	 แตก	 แตก	 แตก
Bemox:Wax 1.6:1.0	 แตก	 แตก	 แตก
Bemox:Wax 1.0:1.2	 แตก	 ไม่แตก	 ไม่แตก

Bemox:Wax 1.0:1.4	 ไม่แตก	 ไม่แตก	 ไม่แตก
Bemox:Wax 1.0:1.6	 แตก	 ไม่แตก	 ไม่แตก

จากตารางที่ 2 แสดงลักษณะการทดสอบการแตกของชิ้นตัวอย่างหูรองเท้าแตะที่ทำการแปรปริมาณสัดส่วนของ Bemox กับ Wax ที่ปริมาณ 1.0:1.0, 1.2:1.0, 1.4:1.0, 1.6:1.0, 1.0:1.2, 1.0:1.4, 1.0:1.6 จากผลการการทดลองโดยการนำชิ้นทดสอบไปทดสอบตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น ไลน์การผลิต (สภาวะอากาศที่มีความร้องและความชื้นสูง) , เครื่องอัดห้องปฏิบัติการ (สภาวะที่มีความร้อน) , อ่างน้ำ (สภาวะที่มีความชื้นสูง) พบว่าชิ้นทดสอบทั้งหมดที่นำไปทดสอบตามสภาวะต่าง ๆ มีการเกิดรอยแตกทุกสัดส่วน ทุกสภาวะเมื่อปริมาณของสัดส่วน Bemox มีปริมาณคงที่เท่ากับ 1.0 และการแตกจะเกิดน้อยลงเมื่อมีปริมาณของ Wax เพิ่มสูงขึ้น และไม่เกิดการแตกขึ้นของชิ้นทดสอบทั้งสามสภาวะเมื่อมีการใช้สัดส่วนระหว่าง Bemox กับ Wax เท่ากับ 1.0:1.4 ทั้งนี้เนื่องจาก Wax เป็นสารป้องการการเสื่อมจากโอโซนที่มีประสิทธิภาพ โดย Wax จะทำหน้าที่เข้าไปเคลือบบนพื้นผิวของยางคอมปาวด์หรือยางหูรองเท้าแตะ ทำให้ป้องกันโอโซนที่จะเข้าไปทำลายโครงสร้างของยางจึงทำให้ยางไม่เกิดรอยแตก (พรพรรณ, 2528)

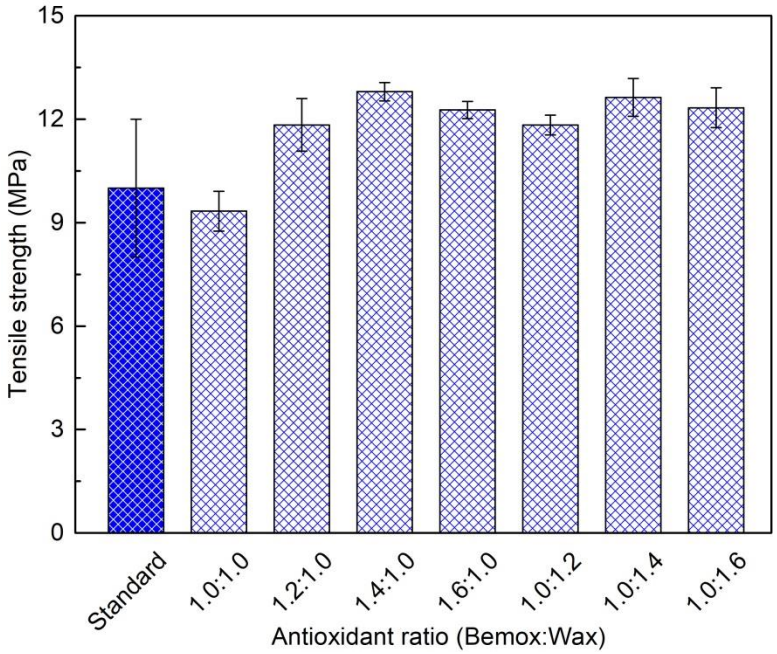
2. สมบัติเชิงกลของชิ้นทดสอบหูยางรองเท้าแตะ

สมบัติเชิงกลของยางคอมปาวด์ในรูปของค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% ความต้านทานต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดจนขาด และความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางหูรองเท้าแตะ ที่ทำการแปรปริมาณสัดส่วนของสารป้องกันการเสื่อมสภาพ Bemox กับ Wax ที่ปริมาณ 1.0:1.0, 1.2:1.0, 1.4:1.0, 1.6:1.0, 1.0:1.2, 1.0:1.4, 1.0:1.6 แสดงดังภาพที่ 1-4



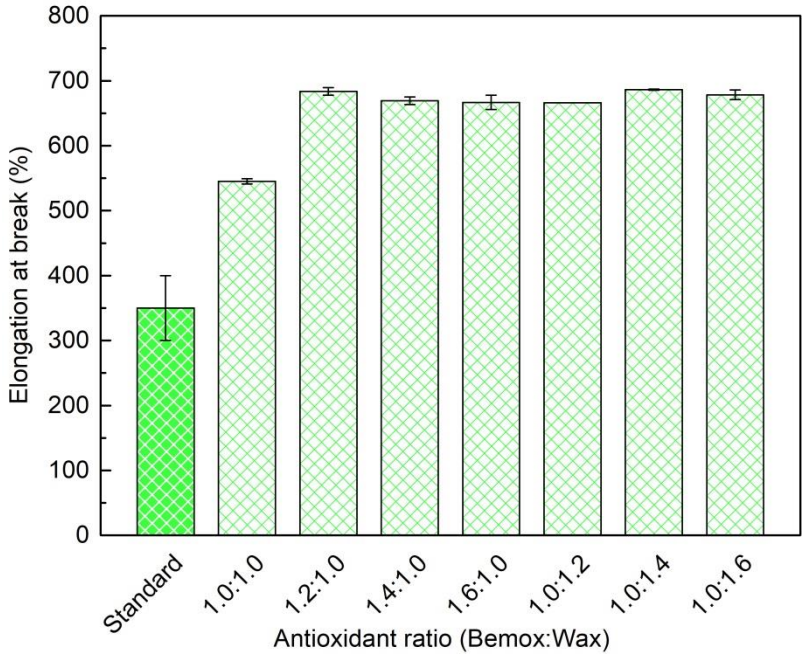
ภาพที่ 1 ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% ของยางที่แปรสัดส่วนสารป้องกันการเสื่อมสภาพ

จากภาพที่ 1 แสดงผลค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% พบว่า ค่าโมดูลัสมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มปริมาณของ Bemox สูงขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะ Bemox เข้าไปขัดขวางการเชื่อมโยงของสายโซ่ในโมเลกุลยาง จึงทำให้ยางไม่ทนต่อแรงดึงที่ระยะยืด 300% โมดูลัส หรือทำให้ยางมีความแข็งแรงลดลง อย่างไรก็ตามที่ปริมาณสัดส่วนการเติม Bemox และ Wax เท่ากับ 1.0:1.4 ซึ่งเป็นปริมาณที่เติม Wax สูงขึ้น จะทำให้ค่าโมดูลัสเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจาก Wax ซึ่งเป็นผลึกของขี้ผึ้งที่อุณหภูมิห้องมีความแข็งระดับหนึ่งเมื่อซึมออกมาที่ผิวของยาง (พรพรรณ, 2528) จึงมีผลทำให้ค่าโมดูลัสของยางเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยได้ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของโรงงาน พบว่า ยางคอมปาวด์ทุกสูตรมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของโรงงาน ซึ่งหมายถึงการใช้สารป้องกันการเสื่อมสภาพทุกสัดส่วนให้สมบัติเชิงกลในด้านค่าโมดูลัสที่ผ่านค่ามาตรฐานของโรงงาน



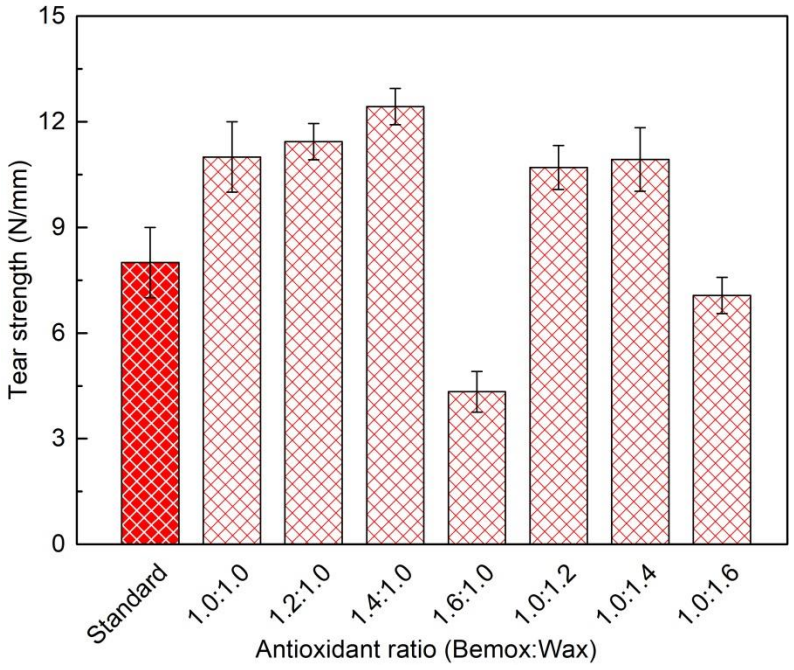
ภาพที่ 2 ความต้านทานต่อแรงดึงของยางที่แปรสัดส่วนสารป้องกันการเสื่อมสภาพ

จากภาพที่ 2 แสดงผลค่าความต้านทานต่อแรงดึงของยางที่แปรสัดส่วนสารป้องกันการเสื่อมสภาพ พบว่าการเพิ่มสัดส่วนปริมาณ Bemox กับ Wax ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย และมีแนวโน้มคงที่เมื่อเพิ่มปริมาณของ Bemox และ Wax เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของโรงงานยังพบว่าทุกสูตรให้ค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอีกทั้งเมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนของสารป้องกันการเสื่อมสูงขึ้นยังให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึงที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 3 ความสามารถในการยืดจนขาดของยางที่แปรสัดส่วนสารป้องกันการเสื่อมสภาพ

จากภาพที่ 3 แสดงผลค่าความสามารถในการยืดจนขาด พบว่า ปริมาณ Bemox ที่เพิ่มขึ้น ค่าความสามารถในการยืดจนขาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและคงที่เมื่อปริมาณสัดส่วนของสารป้องกันการเสื่อมสภาพเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้สามารถอธิบายได้จาก Bemox และ Wax ที่เข้าไปทำให้ยางคอมปาวด์มีความแข็งแรงที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับยาง จึงมีผลทำให้ยางคอมปาวด์นิ่มขึ้น ทำให้ยางมีค่าความสามารถในการยืดจนขาดเพิ่มขึ้นด้วย อีกทั้งจากภาพจะเห็นได้ว่ายางคอมปาวด์ทุกสูตรมีค่าความสามารถในการยืดจนขาดมากกว่าค่ามาตรฐานของโรงงาน ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการยืดหยุ่นที่เพิ่มมากขึ้นของสูตรยางนั่นเอง



ภาพที่ 4 ความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางที่แปรสัดส่วนสารป้องกันการเสื่อมสภาพ

จากภาพที่ 4 แสดงผลค่าความต้านทานต่อการฉีกขาด พบว่าเมื่อปริมาณของ Bemox เพิ่มขึ้น ค่าความต้านต่อการฉีกขาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่จะมีค่าลดต่ำลงมากหากปริมาณการเติม Bemox เท่ากับ 1.6 ทั้งนี้หมายถึงปริมาณของสารที่มากเกินไป จึงอาจมีผลต่อการขัดขวางของสายโซ่โมเลกุลยาง ทำให้ยางคอมปาวด์มีค่าความต้านต่อการฉีกขาดลดลงมากที่สุด ซึ่งผลของการใช้ Bemox ที่เพิ่มสูงขึ้นจะให้ผลที่ใกล้เคียงกับการใช้ Wax ที่ 1.6 phr ที่มีผลทำให้ค่าความต้านทานต่อการฉีกขาดลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของ Wax ที่สูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการการแก้ปัญหารอยแตกของยางหูรองเท้าแตะในอุตสาหกรรมด้วยการเติมสารป้องกันการเสื่อมสภาพพบว่าสูตรที่ใช้สัดส่วนของ Bemox กับ Wax ปริมาณ 1.0:1.4 จะให้สมบัติที่ดีที่สุด โดยที่ชิ้นทดสอบไม่เกิดรอยแตก เนื่องจาก Wax เป็นสารป้องการการเสื่อมจากโอโซน โดย Wax จะทำหน้าที่เข้าไปเคลือบบนพื้นผิวของยางคอมปาวด์หรือยางหูรองเท้าแตะ ทำให้ป้องกันโอโซนที่จะเข้าไปทำลายโครงสร้างของยางจึงทำให้ยางไม่เกิดรอยแตก นอกจากนี้ที่สัดส่วน 1.0:1.4 ยังให้สมบัติเชิงกลโดยรวมที่ดีที่สุดและผ่านค่ามาตรฐานทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นค่ามอดุลัสที่ระยะยืด 300% ค่าความต้านต่อแรงดึง ค่าความสามารถในการยืดจนขาด และค่าความต้านทานต่อการฉีกขาด ดังนั้นปริมาณสัดส่วนของ Bemox กับ Wax ที่ 1.0:1.4 จึงเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหารอยแตกของยางหูรองเท้าแตะในอุตสาหกรรม

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยนี้ลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากอาจารย์ ดร.สุรเดช มัจฉาเวช อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ชี้แนะแนวทางในการวิจัย และขอขอบคุณบริษัทแอดเวนเทจ ฟุตแวร์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินการทดลองทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

พรพรรณ นิธิอุทัย. (2528). สารเคมีสำหรับยาง, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 133-170.

Li, F., Liu, J., W.V. Mars, Tung W. Chan, Lu, Y., Yang, H., Zhang, L. (2015). Crack precursor size for natural rubber inferred from relaxing and non-relaxing fatigue experiments. International Journal of Fatigue, 80, 50–57

Rublon, P., Huneau, B., Verron, E., Saintier, N., Beurrot, S., Leygue, A., Mocuta, C., Thiaudiere, D., Berghezan, D. (2014). Multiaxial deformation and strain-induced crystallization around a fatigue crack in natural rubber. Engineering Fracture Mechanics, 123, 59–69

Schieppati, J., Schrittesser, B., Wondrace, A., Robin, S., Holzner, A., Pinter, G. (2018). Impact of temperature on the fatigue and crack growth behavior of rubbers. Procedia Structural Integrity, 13, 642–647

Trapper, P., Volokh, K.Y. (2008). Cracks in rubber. International Journal of Solids and Structures, 45, 6034–6044

การพัฒนาน้ำอัลคาไลน์จากขี้เถ้า ในพื้นที่อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี

Development Alkaline water from Ashes at Panare District, Pattani Province

วารินทร์ ศรีพงษ์พันธุ์กุล[1] นิธิ พลไชย[1] และกูอามีน่า จูนิ[2]

Warin Sriphongphankul[1] Nitih Phonchai[1] and kuamena juni[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของขี้เถ้าที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นน้ำอัลคาไลน์ และเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของน้ำก่อนทดลองและน้ำหลังจากการผสมกับขี้เถ้า โดยใช้ขี้เถ้า จำนวน 2 ชนิด คือ ขี้เถ้าจากไม้ยางพารา และขี้เถ้าจากกะลามะพร้าว และทำการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างขี้เถ้าต่อน้ำ เป็น 4 ชุดการทดลอง คือ อัตราส่วน 1:20, 2:20, 4:20 และ 8:20 และระยะเวลาเป็น 5 ชุดการทดลอง คือ เวลา 0, 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมง. ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของน้ำอัลคาไลน์ที่เหมาะสม คือ ขี้เถ้าจากกะลามะพร้าวที่อัตราส่วน 8:20 ของระยะเวลา 48 ชม. สภาพความเป็นด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 957 mg/L รองลงมาคือ อัตราส่วน 4:20 ของระยะเวลา 6 ชม. สภาพความเป็นด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 903 mg/L และอัตราส่วน 8:20 ของระยะเวลา 24 ชม. สภาพความเป็นด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 803 mg/L ส่วนคุณภาพน้ำจากขี้เถ้าไม้ยางพารา และขี้เถ้ากะลามะพร้าว ความเป็นกรดด่าง เฉลี่ยระหว่าง 10.51-12.71 ความขุ่น เฉลี่ยระหว่าง 0.681-91.100 NTU ความกระด้าง เฉลี่ยระหว่าง17-176 mg/L สภาพความเป็นด่าง เฉลี่ยระหว่าง 67-957 mg/L และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ตรวจไม่พบ เมื่อพิจารณาน้ำอัลคาไลน์ที่เหมาะสม คือ น้ำอัลคาไลน์จากขี้เถ้ากะลามะพร้าว รองลงมาคือ น้ำอัลคาไลน์จากขี้เถ้าไม้ยางพารา

คำสำคัญ: น้ำอัลคาไลน์, ขี้เถ้า, ประสิทธิภาพ, การพัฒนา

[1]อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding author, E-mail: warin.s@yru.ac.th

Abstract

This research study of objective to study ratio of suitable ashes to alkaline water development and the compare of physical, chemical and biological water quality of the water before experiment and water after mixing with ashes by using 2 types of rubber wood ash and coconut shells ashes and compare the ratio between ashes to water in 4 sets of experiments which are 1:20, 2:20, 4:20 and 8:20 and the time period is 5, the experiment set is 0, 6, 12, 24 and 48 hours. . The study found that the optimum alkaline water efficiency was coconut shells ashes at a ratio of 8:20 for a period of 48 hours average was 957 mg/L, followed by the ratio 4:20 of the 6 hour period alkaline condition average was 903 mg/L and the ratio of 8:20 of the 24 hour period alkalinity average was 803 mg/L The water quality from rubber wood ashes and coconut shell ashes acid alkalinity between average 10.51-12.71, turbidity between average 0.681-91.100 NTU, hardness between average 17-176 mg/L alkalinity between average 67-957 mg/L and coliform bacteria were not detected when the suitable alkaline water was alkaline water from coconut shell ash, followed by alkaline water from rubber wood ashes

Keywords: alkaline water, ashes, Efficiency, development

บทนำ

โลกของเราประกอบด้วยพื้นดินและพื้นน้ำ โดยส่วนที่เป็นพื้นน้ำ มีอยู่ประมาณ 3 ส่วน และเป็นพื้นดิน 1 ส่วนน้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งกับชีวิตของพืช และสัตว์บนโลกรวมทั้งมนุษย์เราด้วย น้ำเป็นทรัพยากรที่สามารถเกิดหมุนเวียนได้ ไม่มีวันหมดสิ้น น้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ร่างกายของมนุษย์ มีส่วนประกอบที่เป็นน้ำมากถึงร้อยละ 70 น้ำถูกกำจัดออกจากร่ายกายโดยทางปัสสาวะ ทางเหงื่อและ ทางอุจจาระ ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องทดแทนน้ำที่สูญเสียไป ด้วยการดื่มน้ำประมาณวันละ 6-8 แก้ว น้ำที่เราดื่มจะต้องไม่มีสารปนเปื้อน (สุวัฒนา พาจะโปะ, 2556) น้ำที่ใช้บริโภคมีประโยชน์ต่อสุขภาพอนามัยหลายประการ ที่สำคัญคือช่วยให้อวัยวะต่างๆ ทำงานได้ปกติและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำงานของระบบต่างๆ ของร่างกาย ดังนั้นถ้าร่างกายขาดน้ำหรือเสียความสมดุลของน้ำในร่างกายก็จะเกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยด้วย เช่น ถ้าร่างกายขาดน้ำจะทำให้ผิวหนังแห้ง หรือแตกได้ ถ้าเราดื่มน้ำเพียงพอก็จะทำให้ร่างกายเปล่งปลั่ง และสามารถป้องกันโรคได้อีกด้วย (เมธี สายสุข, 2557) และทั้งนี้ยังพบว่า น้ำที่มีความเป็นด่างอ่อนๆ จะช่วยในการปรับสมดุลสภาพความเป็นกรด–ด่างภายในร่างกายให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เลือดไม่ต้องไปดึงแคลเซียม และ

แมกนีเซียมออกจากอวัยวะต่างๆ เพื่อรักษาสภาวะสมดุลของร่างกายจึงทำงานได้อย่างปกติ (บริษัท เธียรสุรัตน์ จำกัด, 2561)

ปัจจุบันน้ำด่าง (Alkaline water) เป็นสิ่งที่อยู่ในกระแสนิยมมาระยะหนึ่ง โดยจากกลุ่มคนที่สนับสนุนการดื่มน้ำด่าง ซึ่งน้ำด่างมีคุณประโยชน์ อาทิ การช่วยเร่งกระบวนการเผาผลาญในร่างกาย ลดค่าความเป็นกรดในกระแสโลหิต และช่วยให้ร่างกายดูดซึมสารอาหารได้เร็วขึ้น จึงทำให้ผู้คนได้รับความสนใจเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพกันมากขึ้นมากกว่าการระมัดระวังในการเลือกรับประทานอาหาร หรือการสรรหาวิตามินอาหารเสริมต่างๆ มาบำรุงร่างกาย และอีกทางเลือกหนึ่งเป็นการดูแลสุขภาพ ด้วยการดื่มน้ำด่าง ซึ่งยังสามารถเป็นแนวทางการดูแลสุขภาพแบบเชิงป้องกันไม่ให้ป่วย และทำให้สุขภาพพลานามัยที่ดี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการวิจัยเกี่ยวกับประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาน้ำอัลคาไลน์จากขี้เถ้าในพื้นที่ อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี โดยทำการศึกษาอัตราส่วนของขี้เถ้าที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นน้ำอัลคาไลน์ และเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของน้ำก่อนและน้ำหลังจากผ่านขี้เถ้า และทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในแนวทางการพัฒนาในรูปของการนำวัสดุเหลือที่มีอยู่ในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์แก่ประชาชนในชุมชนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนของขี้เถ้าที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นน้ำอัลคาไลน์
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของน้ำก่อนทดลองและน้ำหลังจากการผสมกับขี้เถ้า

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) โดยการสำรวจ (Survey) และทดลอง (Experriment) ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

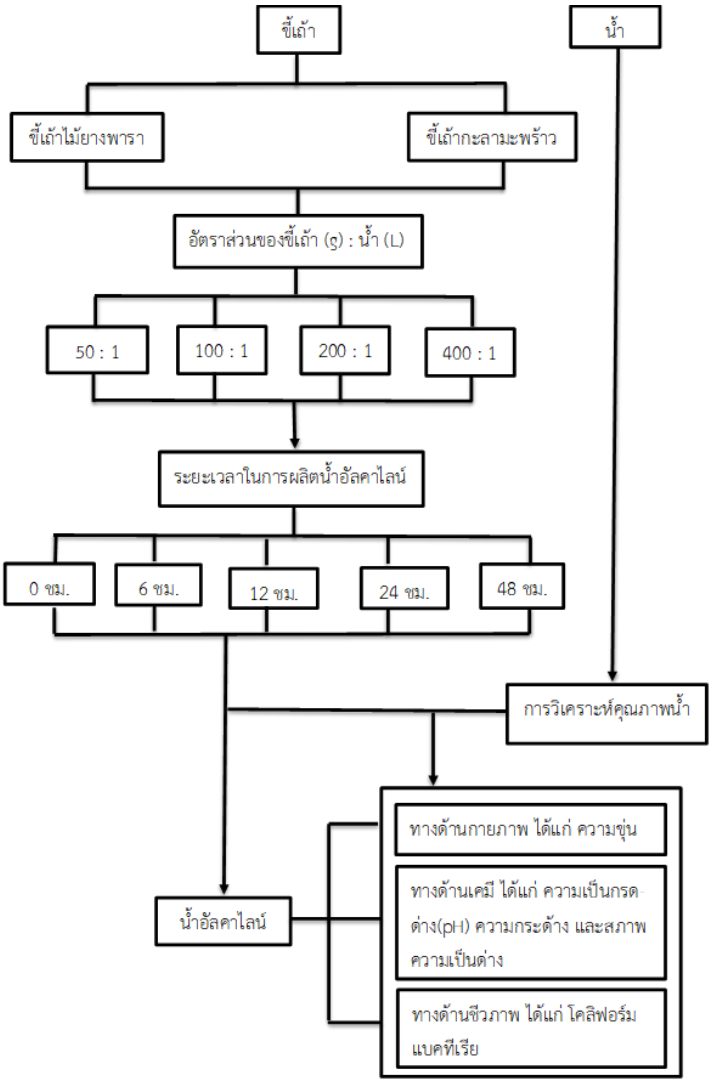
1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของขี้เถ้า และสำรวจข้อมูลขี้เถ้าในเขตพื้นที่อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี

2) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนทดลองและน้ำหลังจากการผสมกับขี้เถ้า และทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามวิธีใน Standard Method for the Examination of Water and Wastewater ของ APHA and AWWA (2005) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำและวิธีวิเคราะห์

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	วิธีวิเคราะห์
ความเป็นกรด-ด่าง	Electrometric method
ความขุ่น	Nephelometer
ความกระด้าง	EDTA Titrimetric method
สภาพความเป็นด่าง	Tritration Method
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	Multiple Tube Fermentation Technique

3) ศึกษาศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาน้ำอัลคาไลน์จากขี้เถ้าในพื้นที่อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการดำเนินการวิจัย

4) เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของน้ำก่อนทดลองและน้ำหลังจากการผสมกับขี้เถ้า

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

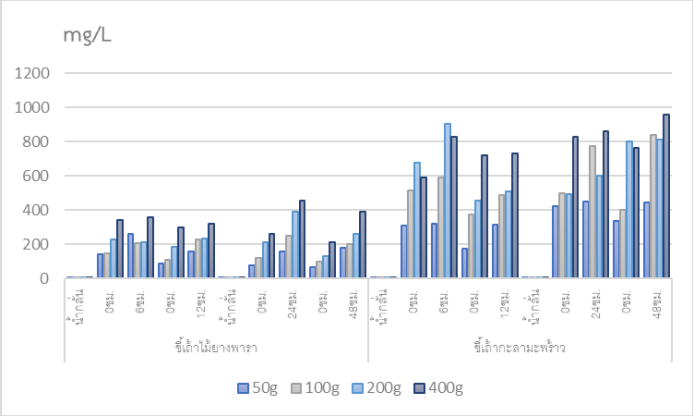
จากการศึกษาวิจัยเรื่อง ประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาน้ำอัลคาไลน์จากขี้เถ้าในพื้นที่ อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ขี้เถ้าไม้ยางพารา และขี้เถ้ากะลามะพร้าว โดยทำการทดลองเพื่อศึกษาอัตราส่วนของขี้เถ้า และระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำอัลคาไลน์ พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความขุ่น ความกระด้าง สภาพความเป็นด่าง และโคลิฟอร์มแบคทีเรียตั้งแต่เดือนธันวาคมพ.ศ. 2561 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 มีรายละเอียดของผลการการศึกษาวิจัยดังนี้

ผลการศึกษาอัตราส่วนของขี้เถ้า และระยะเวลาของการพัฒนาน้ำอัลคาไลน์ที่เหมาะสม

จากการศึกษาอัตราส่วนของขี้เถ้าจำนวน 2 ชนิด คือ ขี้เถ้าไม้ยางพารา และขี้เถ้ากะลามะพร้าวโดยมีอัตราส่วนระหว่างขี้เถ้าต่อน้ำ คือ 1:20, 2:20, 4:20 และ 8:20 และระยะเวลา คือ 0, 6, 12, 24 และ 48 ชม. ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของน้ำอัลคาไลน์ที่เหมาะสม คือ น้ำอัลคาไลน์จากขี้เถ้ากะลามะพร้าวที่อัตราส่วน 8:20 ของระยะเวลา 48 ชม. รองลงมาคือ อัตราส่วนของขี้เถ้ากะลามะพร้าวที่อัตราส่วน 4:20 ของระยะเวลา 6 ชม. และอัตราส่วนของขี้เถ้ากะลามะพร้าวที่อัตราส่วน 8:20 ของระยะเวลา 24 ชม. แสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

ตัวอย่างน้ำ อัตราส่วน	ปริมาณค่าสภาพความเป็นด่าง(mg/L)									
	ตัวอย่างน้ำดิบ	ระยะเวลา(ชม.)				ตัวอย่างน้ำดิบ	ระยะเวลา(ชม.)			
	น้ำกลั่น	0 ชม.	6 ชม.	0 ชม.	12 ชม.	น้ำกลั่น	0 ชม.	24 ชม.	0 ชม.	48 ชม.
ขี้เถ้าไม้ยางพารา										
50 g/L	0	140	260	90	157	0	80	160	67	180
100 g/L	0	150	207	110	227	0	120	250	100	203
200 g/L	0	227	210	183	233	0	213	390	133	263
400 g/L	0	343	360	300	323	0	260	457	210	390
ขี้เถ้ากะลามะพร้าว										
50 g/L	0	310	323	173	313	0	423	450	337	443
100 g/L	0	517	590	377	490	0	497	773	403	840
200 g/L	0	677	903	457	510	0	493	600	800	810
400 g/L	0	593	827	723	733	0	830	860	763	957
Max	0	677	903	723	733	0	830	860	800	957
Min	0	140	207	90	157	0	80	160	67	180



ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ของค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

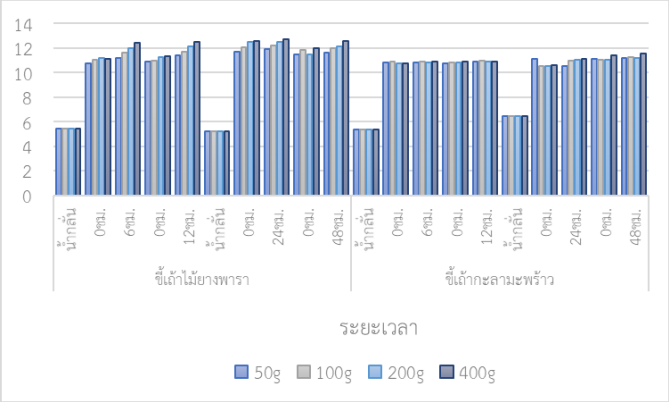
ผลการเปรียบเทียบของคุณภาพน้ำก่อนและน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้า

ค่าความเป็นกรด-ด่าง

จากการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้า จำนวน 2 ชนิด คือ ขี้เถ้าไม้ยางพารา และขี้เถ้ากะลามะพร้าว โดยมีอัตราส่วนระหว่างขี้เถ้าต่อน้ำ คือ 1:20, 2:20, 4:20 และ 8:20 และระยะเวลา คือ 0, 6, 12, 24 และ48 ชม. ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธภาพของคุณภาพน้ำก่อน มีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ยระหว่าง 5.23 – 6.46 และประสิทธิภาพของคุณภาพน้ำจากขี้เถ้ามีค่าความเป็นกรดด่างสูงสุด คือ น้ำอัลคาไลน์ของขี้เถ้าไม้ยางพาราที่อัตราส่วน 8.20 ของระยะเวลา 24 ชม.เฉลี่ยเท่ากับ 12.71 รองลงมาคือ น้ำอัลคาไลน์ของขี้เถ้าไม้ยางพาราที่อัตราส่วน 8.20 ของระยะเวลา 0 ชม., 48 ชม., และ 12 ชม. เฉลี่ยเท่ากับ 12.61, 12.58, และ 12.49 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 3 โดยจะสอดคล้องกับงานวิจัยของ วชิระ คุณาธาทร (2557) ได้ทำการศึกษาพบว่าน้ำด่างมีค่าความเป็นกรดด่าง มากกว่า 7 ขึ้นไป มีความบริสุทธิ์ ไม่มีสิ่งปนเปื้อนสารเคมี และจุลินทรีย์ต่างๆ

ตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

ตัวอย่างน้ำ อัตราส่วน	ปริมาณค่าความเป็นกรดด่าง(pH)									
	ตัวอย่างน้ำต้นต้น	ระยะเวลา(ชม.)				ตัวอย่างน้ำต้นต้น	ระยะเวลา(ชม.)			
	น้ำกลั่น	0ชม.	6ชม.	0ชม.	12ชม.	น้ำกลั่น	0ชม.	24ชม.	0ชม.	48ชม.
ขี้เถ้าไม้ยางพารา										
50g	5.46	10.77	11.19	10.87	11.45	5.23	11.72	11.89	11.45	11.64
100g	5.46	11.06	11.63	10.97	11.73	5.23	12.04	12.21	11.87	11.98
200g	5.46	11.18	11.98	11.23	12.16	5.23	12.50	12.51	11.51	12.16
400g	5.46	11.09	12.43	11.32	12.49	5.23	12.61	12.71	11.97	12.58
ขี้เถ้ากะลามะพร้าว										
50g	5.36	10.79	10.86	10.79	10.91	6.46	11.10	10.55	11.14	11.16
100g	5.36	10.87	10.87	10.81	10.97	6.46	10.51	10.97	11.07	11.30
200g	5.36	10.74	10.83	10.86	10.93	6.46	10.55	11.02	11.06	11.21
400g	5.36	10.78	10.90	10.91	10.92	6.46	10.64	11.13	11.42	11.54
Max	5.46	11.18	12.43	11.32	12.49	6.46	12.61	12.71	11.97	12.58
Min	5.36	10.74	10.83	10.79	10.91	5.23	10.51	10.55	11.06	11.16



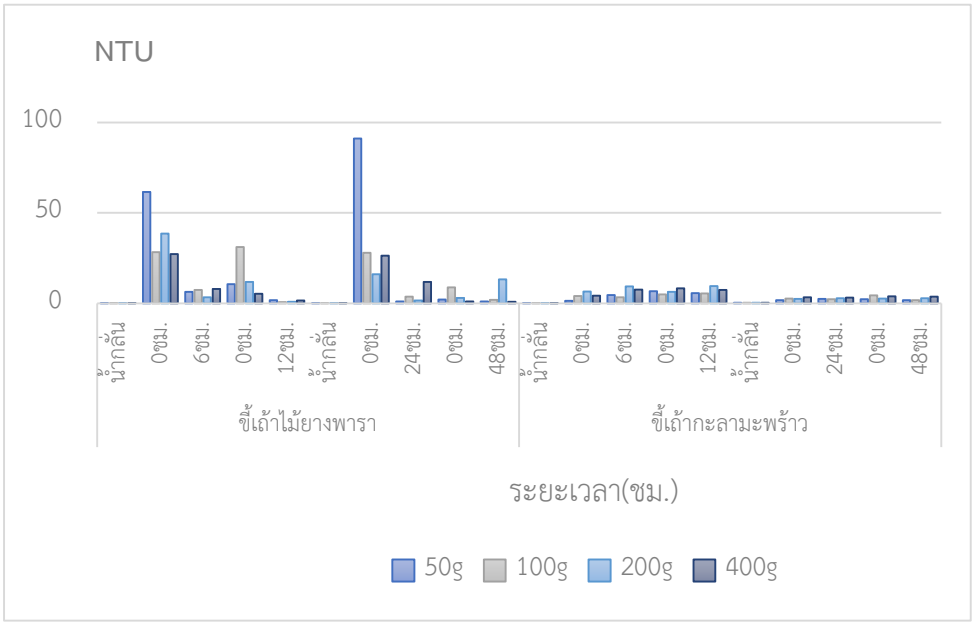
ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

ค่าความขุ่น

จากการวิเคราะห์หาค่าความขุ่นของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากน้ำ จากขี้เถ้าจำนวน 2 ชนิด คือขี้เถ้าไม้ยางพารา และขี้เถ้ากะลามะพร้าว โดยมีอัตราส่วนระหว่างขี้เถ้าต่อน้ำ คือ 1: 20, 2:20, 4:20 8:20 ในช่วงระยะเวลา 0 ชม. 6 ชม. 12 ชม. 24 ชม.และ48 ชม. ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของคุณภาพน้ำก่อน มีค่าความขุ่น เฉลี่ยระหว่าง 0.096 – 0.242 NTU และประสิทธิภาพของคุณภาพน้ำจากขี้เถ้า มีค่าความขุ่นสูงสุดคือ น้ำอัลคาไลน์ของขี้เถ้าไม้ยางพารา ที่อัตราส่วน 1:20 ของระยะเวลา 0 ชม. เฉลี่ยเท่ากับ 91.100 NTU รองลงมาคือ น้ำอัลคาไลน์ของขี้เถ้าไม้ยางพาราที่อัตราส่วน 1:20 ของระยะเวลา 0 ชม., และ 48 ชม. เฉลี่ยเท่ากับ 61.467, 31.133, และ13.167 NTU ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4 และภาพที่ 4 เมื่อทำการศึกษาความขุ่นเกิดจากสารห้อยแขวน สารห้อยแขวนในน้ำซึ่งเป็นสาเหตุของความขุ่นอาจจะมีขนาดตั้งแต่คอลลอยดัล แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสกับอากาศจะเกิดความขุ่นขึ้นและน้ำที่มีความขุ่นมากจะมีผลต่อการนำน้ำนั้นไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

ตารางที่ 4 ค่าความขุ่นของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

ตัวอย่างน้ำ อัตราส่วน	ปริมาณค่าความขุ่น(NTU)									
	ตัวอย่างน้ำดิบ	ระยะเวลา(ชม.)				ตัวอย่างน้ำดิบ	ระยะเวลา(ชม.)			
	น้ำกลั่น	0 ชม.	6 ชม.	0 ชม.	12 ชม.	น้ำกลั่น	0 ชม.	24 ชม.	0 ชม.	48 ชม.
ขี้เถ้าไม้ยางพารา										
50 g/L	0.157	61.467	6.247	10.567	1.697	0.173	91.100	1.090	2.133	1.004
100 g/L	0.157	28.267	7.330	31.133	0.681	0.173	27.967	3.693	8.753	1.890
200 g/L	0.157	38.600	3.283	11.900	0.816	0.173	16.067	1.513	2.977	13.167
400 g/L	0.157	27.233	7.877	5.250	1.493	0.173	26.267	11.867	1.053	0.794
ขี้เถ้ากะลามะพร้าว										
50 g/L	0.096	1.407	4.577	6.727	5.620	0.242	1.703	2.477	2.170	1.727
100 g/L	0.096	3.993	3.367	4.867	5.490	0.242	2.547	2.180	4.460	1.807
200 g/L	0.096	6.590	9.340	6.287	9.563	0.242	2.423	2.850	2.677	2.737
400 g/L	0.096	4.253	7.583	8.300	7.353	0.242	3.383	3.117	3.937	3.733
Max	0.157	61.467	9.340	31.133	9.563	0.242	91.100	11.867	8.753	13.167
Min	0.096	1.407	3.283	4.867	0.681	0.173	1.703	1.090	1.053	0.794



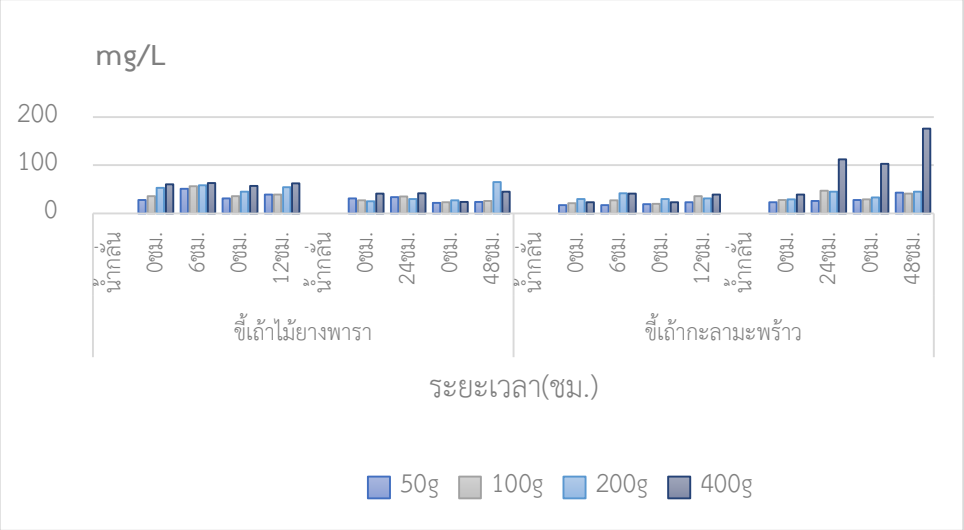
ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่นของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

ค่าความกระด้าง

จากการวิเคราะห์หาค่าความกระด้างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าจำนวน 2 ชนิด คือ ขี้เถ้าไม้ยางพารา และขี้เถ้ากะลามะพร้าว โดยมีอัตราส่วนระหว่างขี้เถ้าต่อน้ำ คือ 1: 20, 2:20, 4:20 8:20 ในช่วงระยะเวลา 0 ชม. 6 ชม. 12 ชม. 24 ชม.และ48 ชม. ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของคุณภาพน้ำก่อน ซึ่งตรวจไม่พบค่าความกระด้าง และประสิทธิภาพของคุณภาพน้ำจากขี้เถ้ามีค่าความกระด้างสูงสุดคือ น้ำอัลคาไลน์ของขี้เถ้ากะลามะพร้าวที่อัตราส่วน 8:20 ของระยะเวลา 48 ชม. เฉลี่ยเท่ากับ 176 mg/L รองลงมาคือ น้ำอัลคาไลน์ของขี้เถ้ากะลามะพร้าวที่อัตราส่วน 8:20 ของระยะเวลา 12 ชม., 0 ชม., และน้ำอัลคาไลน์ของขี้เถ้าไม้ยางพาราที่อัตราส่วน 8:20 ของระยะเวลา 48 ชม. เฉลี่ยเท่ากับ 112, 103, และ 65 mg/L ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 5 และภาพที่ 5 เมื่อทำการศึกษาควากระด้างของน้ำขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการอุปโภค และการใช้งานในด้านต่างๆน้ำที่มีค่าความกระด้างสูงกว่า 100 mg/L เริ่มไม่เหมาะสมที่จะใช้เนื่องจากทำให้สบู่ไม่เป็นฟอง และเกิดตะกรันหินปูนในภาชนะซึ่งสามารถเกิดจากเกลือแคลเซียม และแมกนีเซียมที่มีความสามารถละลายน้ำลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ตารางที่ 5 ค่าความกระด้างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

ตัวอย่างน้ำ	อัตราส่วน	ปริมาณค่าความกระด้าง(mg/L)								
		ตัวอย่างน้ำดิบ	ระยะเวลา(ชม.)				ตัวอย่างน้ำดิบ	ระยะเวลา(ชม.)		
		น้ำกลั่น	0 ชม.	6 ชม.	0 ชม.	12 ชม.	น้ำกลั่น	0 ชม.	24 ชม.	0 ชม.	48 ชม.
ขี้เถ้าไม้ยางพารา											
	50 g/L	0	28	51	31	39	0	31	34	22	24
	100 g/L	0	36	56	36	39	0	27	35	23	26
	200 g/L	0	53	58	45	54	0	25	30	27	65
	400 g/L	0	60	63	57	62	0	41	42	24	45
ขี้เถ้ากะลามะพร้าว											
	50 g/L	0	17	17	19	23	0	23	26	28	43
	100 g/L	0	21	27	20	36	0	28	47	29	41
	200 g/L	0	30	42	30	31	0	29	45	33	45
	400 g/L	0	23	41	23	39	0	39	112	103	176
	Max	0	60	63	57	62	0	41	112	103	176
	Min	0	17	17	19	23	0	23	26	22	24



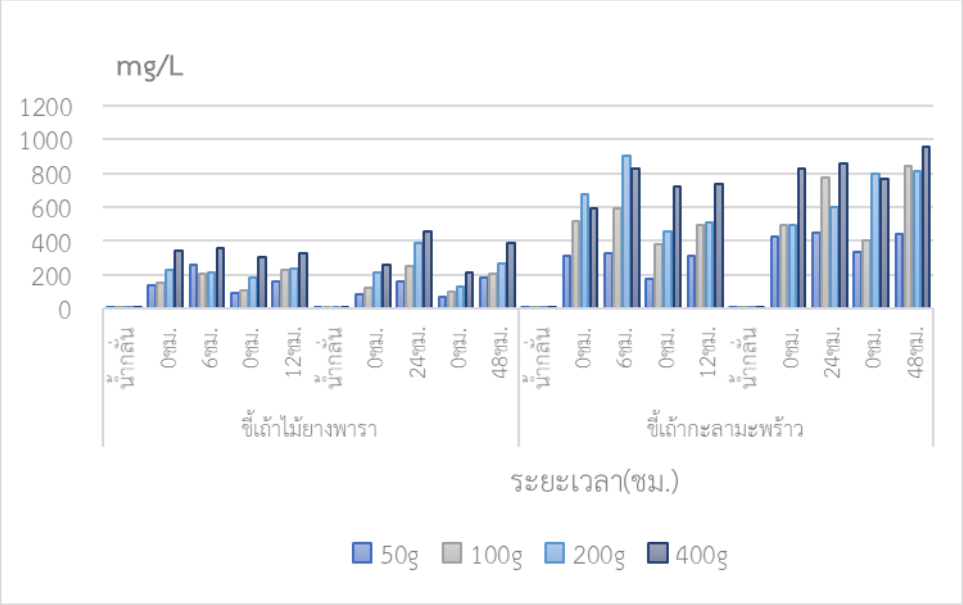
ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าความกระด้างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

ค่าสภาพความเป็นด่าง

จากการวิเคราะห์หาค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าจำนวน 2 ชนิด คือ ขี้เถ้าไม้ยางพารา และขี้เถ้ากะลามะพร้าว โดยมีอัตราส่วนระหว่างขี้เถ้าต่อน้ำ คือ 1: 20, 2:20, 4:20 และ8:20 ในช่วงระยะเวลา 0 ชม. 6 ชม. 12 ชม. 24 ชม.และ48 ชม. ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของคุณภาพน้ำก่อน ตรวจไม่พบค่าสภาพความเป็นด่าง และประสิทธิภาพของคุณภาพน้ำจากขี้เถ้ามีค่าสภาพความเป็นด่างสูงสุดคือ น้ำอัลคาไลน์ของขี้เถ้ากะลามะพร้าวที่อัตราส่วน 8:20 ของระยะเวลา 48 ชม. เฉลี่ยเท่ากับ 957 mg/L รองลงมาคือ น้ำอัลคาไลน์ของขี้เถ้ากะลามะพร้าวที่อัตราส่วน 8:20 ของระยะเวลา 24 ชม., 0 ชม., และ 6 ชม. เฉลี่ยเท่ากับ 860, 830, และ 827 mg/L ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 6 และภาพที่ 6 เมื่อทำการศึกษาสภาพความเป็นด่างของน้ำ ซึ่งมีคุณสมบัติเกี่ยวกับค่าความเป็นกรดด่าง และความกระด้าง น้ำที่มีค่าสภาพความเป็นด่างสูงจะให้ผลผลิตได้ดีและจะมีค่าที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 ค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำดิบ และน้ำจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

ตัวอย่างน้ำ	อัตราส่วน	ปริมาณค่าสภาพความเป็นด่าง(mg/L)									
		ตัวอย่างน้ำดิบ	ระยะเวลา(ชม.)				ตัวอย่างน้ำดิบ	ระยะเวลา(ชม.)			
		น้ำกลั่น	0 ชม.	6 ชม.	0 ชม.	12 ชม.	น้ำกลั่น	0 ชม.	24 ชม.	0 ชม.	48 ชม.
ขี้เถ้าไม้ยางพารา											
	50 g/L	0	140	260	90	157	0	80	160	67	180
	100 g/L	0	150	207	110	227	0	120	250	100	203
	200 g/L	0	227	210	183	233	0	213	390	133	263
	400 g/L	0	343	360	300	323	0	260	457	210	390
ขี้เถ้ากะลามะพร้าว											
	50 g/L	0	310	323	173	313	0	423	450	337	443
	100 g/L	0	517	590	377	490	0	497	773	403	840
	200 g/L	0	677	903	457	510	0	493	600	800	810
	400 g/L	0	593	827	723	733	0	830	860	763	957
	Max	0	677	903	723	733	0	830	860	800	957
	Min	0	140	207	90	157	0	80	160	67	180



ภาพที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จากการวิเคราะห์หาค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าจำนวน 2 ชนิด คือ ขี้เถ้าไม้ยางพารา และขี้เถ้ากะลามะพร้าว โดยมีอัตราส่วนระหว่างขี้เถ้าต่อน้ำ คือ 1: 20, 2:20, 4:20 และ8:20 ในช่วงระยะเวลา 0 ชม.,6 ชม.,12 ชม.,24 ชม., และ 48 ชม. ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของคุณภาพน้ำก่อน และ

ประสิทธิภาพของคุณภาพน้ำจากขี้เถ้าตรวจไม่พบค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย แสดงดังตารางที่ 6 ซึ่งอาจจะเป็นเพราะน้ำก่อนที่ใช้ในการทำน้ำอัลคาไลน์เป็นน้ำที่ปราศจากเชื้อแบคทีเรีย ดังนั้นน้ำก่อนและน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าจึงตรวจไม่พบสิ่งปนเปื้อน

ตารางที่ 7 ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำก่อน และน้ำหลังผ่านจากขี้เถ้าตามอัตราส่วน และระยะเวลา

		ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN)									
ตัวอย่างน้ำ	อัตราส่วน	ตัวอย่างน้ำต้นต้น	ระยะเวลา(ชม.)				ตัวอย่างน้ำต้นต้น	ระยะเวลา(ชม.)			
		น้ำกลั่น	0ชม.	6ชม.	0ชม.	12ชม.	น้ำกลั่น	0ชม.	24ชม.	0ชม.	48ชม.
ขี้เถ้าไม้ยางพารา											
	50g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	100g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	200g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	400g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ขี้เถ้ากะลามะพร้าว											
	50g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	100g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	200g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	400g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วง ซึ่งได้รับการสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการศึกษาวิจัยจากทางหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ สิริสิงห์. (2549). *เคมีของน้ำโสโครกและการวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: วิศาลการพิมพ์.

จันทวัน เบ็ญจวรรณ์. (2561). *ทรัพยากรน้ำ*. ค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2561, (สืบค้นจากเว็บไซต์) http://human.tru.ac.th

จารูวรรณ ขันธฟิน. (2560). *วัสดุในท้องถิ่น*. ค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2561, (สืบค้นจากเว็บไซต์) https://sites.google.com

ธนะรัตน์ ทับทิมไทย. (2557). *วัฒนธรรมการใช้สอย(ขี้เถ้า)*. ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2561, (สืบค้นจากเว็บไซต์) https://reagur.com

บริษัท เธียรรัตน์ จำกัด. (2561) *น้ำอัลคาไลน์น้ำดื่มเพื่อสุขภาพ*. ค้นเมื่อ 27 กันยายน 2561, (สืบค้นจากเว็บไซต์) www.thiensurat.co.th/src/misc/brochure/20140523-TSR-super-alkali-document.pdf

บริษัท ฟิลเตอร์ มาร์ท จำกัด. (2561) *คุณสมบัติของน้ำอัลคาไลน์.* ค้นเมื่อ 23 ตุลาคม 2561, (สืบค้นจาก) www. kinzei.com

บริษัท ลีฟ เฮลท์ตี้ จำกัด. (2561). *น้ำอัลคาไลน์*.ค้นเมื่อ 27 ตุลาคม 2561, (สืบค้นจาก) https://livehealthy.co.th

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. (2551). *คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ* (พิมพ์ครั้งที่ 5).กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วชิระ คุณาธาทร. (2557). *การศึกษาผลของการดื่มน้ำด่างต่อสภาวะสมดุลของเลือดในร่างกาย*.วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ, มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

A. koufman, MD; Nikki Johnston,PhD. (2012). *Potential Benefits of pH 8.8 Alkaline Drinking Water as an Adjunct in the Treatment of Reflux Disease.* พงศาวดาร สงวนลิขสิทธิ์.

การศึกษาพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบชะมวงที่ส่งผลต่อเซลล์สมอง

Phytochemicals and Biological Activities of *Garcinia Cowa* Roxb. Leave Extracted to the Neuroblastoma cell

วีนัส ชาญเชี่ยว[1] ศรัณยา เศรษธนนันท์[1] กุลณสรรค์ สายขุน[2] ชัชวาล สิงหะพล[1*]

Venus Charnchiaw[1] Saranya Sedtananun[1] Kulnasan Saikhun[2] Chatchawan Singhapol[1*]

บทคัดย่อ

ชะมวงเป็นพืชที่พบในป่าร้อนชื้นในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ชะมวงมีสรรพคุณทางยาที่หลากหลายอย่าง เช่น ช่วยในการลดไข้ ขับเสมหะ และลดการกระหายน้ำ รวมถึงมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น การวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษาพฤกษเคมี และฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นของสารสกัดหยาบจากใบชะมวง (*Garcinia Cowa* Roxb.) รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดใบชะมวงที่ส่งผลต่อการตายของเซลล์สมองชนิดนิวโรบลาสโตมาร์ (SH-SY5Y) โดยผลการวิจัยพบว่าในสารสกัดชะมวงที่ผ่านการสกัดด้วยเอทานอล 95% พบสารพฤกษเคมีทั้งหมด 5 กลุ่ม ได้แก่ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ สเตียรอยด์ เทอร์พีนอยด์ และอัลคาลอยด์ และเมื่อทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดแสดงค่าเท่ากับ 2372.30±0.020 mgGAE/100g FW และ 2351.60±0.23 mgRE/100g FW ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ FRAP โดยแสดงค่า IC_{50} ของ DPPH เท่ากับ 0.976 mg/ml และมีค่า FRAP เท่ากับ 3835.50±0.377 mg/AAE/100g DW ต่อมาทำการทดสอบหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่ส่งผลต่อการรอดชีวิตของเซลล์ SH-SY5Y ด้วยวิธีการ MTT Assay พบว่าที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ด้วยความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นั่นส่งผลให้เซลล์ SH-SY5Y มีอัตราการรอดชีวิตที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมจากค่าทางสถิติ

คำสำคัญ: พฤกษเคมี, การต้านอนุมูลอิสระ, การต้านการตายของเซลล์, สารสกัดหยาบ, ชะมวง

---

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800

[2] ศูนย์ซูพีเรีย เอ.อาร์.ที ศูนย์รักษาผู้มีบุตรยากและวินิจฉัยพันธุกรรมตัวอ่อน กรุงเทพมหานคร 10400

[1]Department of Biotechnology, Faculty of *Applied Science*, King mongkut's university of technology north Bangkok, Bangkok 10800

[2]Superior A.R.T. Centre for Assisted Reproduction Technology and Preimplantation Genetic Diagnosis Bangkok 10400

[*]**Corresponding author, E-mail:** chatchawan.singhapol@hotmail.com

Abstract

Chamuang (*Garcinia cowa* Roxb.) is a plant found in tropical forests in Southeast Asia. Chamuang has a variety of medicinal properties, such as helping to reduce fever, expectorant and reduce thirst. Including having antibacterial activity etc. This research therefore studied phytochemistry and the antioxidant activity of the crude extract from Chamuang leaves (*Garcinia Cowa* Roxb), including the effectiveness of Chamuang leaf extract which affects the death of neuroblastoma (SH-SY5Y) brain cells. The results showed that in Chamuang extracted with 95% ethanol, all 5 groups of phytochemistry were found including tannin, flavonoids, steroids, terpenoids and alkaloids. When testing the amount of total phenolic and total flavonoid compounds, it was found as 2372.30 ± 0.020 mgGAE / 100g FW and 2351.60 ± 0.23 mgRE/100g FW, respectively. In addition, the antioxidant activity by DPPH and FRAP method showed that the IC_{50} of DPPH was 0.976 mg / ml and the FRAP was 3835.50 ± 0.377 mg / AAE / 100g DW. The effect of Chamuang extracts has been tested with SH-SY5Y cells for the concentration and treating duration using MTT Assay method. At 4 hours treating with a concentration of 1 mg/ml, SH-SY5Y cells resulted in highest survival rate when compared with control under statistical values.

Keywords: Phtyochemical, Antioxidant, Antiapoptotic, Crude extracted, *Garcinia Cowa* Roxb

บทนำ

สถาบันประสาทวิทยากรมการแพทย์กระทรวงสาธารณสุข (2008) ได้ประมาณการณ์ว่าทุกๆ ปีทั่วโลกจะมีผู้ป่วยสมองเสื่อมรายใหม่เกิดขึ้น จำนวน 4-6 ล้านคน หรือ 1 รายใน 7 วินาที และจากรายงานผลการสำรวจของนายสมศักดิ์ ชุณหรัศมิ์ รายงานจำนวนผู้ป่วยที่มีภาวะสมองเสื่อมของประเทศไทย ในปี 2009 พบว่ามีผู้ป่วยโรคภาวะสมองเสื่อมสูง ถึง 229,100 คน โดยทั่วไปภาวะสมองเสื่อม จะพบมากที่สุดในบุคคลที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป โดย Reitz และคณะ (2011) ได้รายงานอาการหลักที่พบของผู้มีสภาวะสมองเสื่อมมักมีอาการที่คล้ายโรคอัลไซเมอร์ โดยประชากรทั่วโลกประมาณ 24.2 ล้านคน ได้รับความเดือดร้อนจากภาวะสมองเสื่อม และคาดว่าจะเพิ่มเป็นสี่เท่าในทุกๆ 20 ปี โดยสาเหตุหนึ่งของการเกิดสภาวะสมองเสื่อมเกิดได้จากสภาวะ Oxidative stress หรือ สภาวะความเครียดของออกซิเจนซึ่งเกิดมาจากอนุมูลอิสระที่มีผลต่อการเสื่อมของเซลล์ ปัจจุบันการศึกษาวิจัยเพื่อหาสารต้านอนุมูลอิสระจากพืชธรรมชาติ (Natural antioxidants) จึงเข้ามามีบทบาทที่สำคัญเนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระ

หลายชนิดสามารถพบได้ในพืช ซึ่งสามารถเข้ากำจัดออกซิเจนที่อยู่ในรูปอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังมีผลข้างเคียงต่อสุขภาพมนุษย์ค่อนข้างต่ำ (Suwadee et al, 2019)

ชะมวงเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีความน่าสนใจในด้านการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยชะมวงเป็นสมุนไพรที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Gracinia cowa* Roxb. จัดอยู่ในสกุล *Garcinia* วงศ์ *Clusiaeae (Guttiferae)* ซึ่งพืชในวงศ์นี้มักจะได้รับการนำมาตรวจสอบทางด้านการออกฤทธิ์ทางชีวภาพอย่างกว้างขวาง (KiJiao และ Vieira, 2009) ชะมวงจะสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ป่าฝนเขตร้อนของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตก และแอฟริกาตะวันออก อเมริกากลาง รวมถึงอเมริกาใต้ (Panthong et al, 2009) จากงานวิจัยของ Elidahanum H. และคณะ (2015) พบว่าสารสกัดใบชะมวงมีฤทธิ์ที่เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเต้านม (T47D) โดยมีค่า IC_{50} คือ 5.10 ± 1.68 µg / ml และพบการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของเซลล์เมื่อสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จึงชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ว่าสารสกัดใบชะมวงนั้นสามารถใช้เป็นสมุนไพรเพื่อรักษาโรคมะเร็ง อย่างไรก็ดี การออกฤทธิ์ของสารสกัดในพืชอาจออกฤทธิ์ต่างกันในเซลล์ต่างชนิดกัน

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษาพฤกษเคมี และฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นของสารสกัดหยาบจากใบชะมวงรวมถึงศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดใบชะมวงที่ส่งผลต่อการตายของเซลล์สมองชนิดนิวโรบลาสโตมาร์ (SH-SY5Y) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ใบชะมวงต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมและการสกัดใบชะมวง

นำใบชะมวงจาก อำเภอแกลง จังหวัดระยอง เก็บเกี่ยวระหว่างช่วงเดือนมกราคม 2019 มาทำการล้างให้สะอาดและทำการตากจนแห้งก่อนมาทำการใส่ภายในตู้อบลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำใบที่มีลักษณะแห้งกรอบมาบดให้มีขนาดเล็กลงก่อนที่จะนำไปสกัดโดยการแช่หมักด้วย 95% เอทานอลในอัตราส่วน 1:8 เป็นระยะเวลา 7 วัน เมื่อครบเวลานำสารสกัดมากรองด้วยผ้าขาวบางและกรองอีกครั้งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 เพื่อแยกส่วนที่เป็นกากออกจากสารสกัดใบชะมวง ต่อมานำสารสกัดดังกล่าวมาระเหยนำตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสูญญากาศได้สารสกัดหยาบ และนำสารสกัดหยาบไปทำแห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศ ทำการเก็บตัวอย่างในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. การศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมีเบื้องต้น

ทำการศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมีเบื้องต้นทั้งหมด 8 กลุ่มได้แก่

2.1) การตรวจสอบซาโปนิน ด้วยวิธี Froth Test สารสกัด 200 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 4.8 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด 5นาที เติมน้ำกลั่น 2-3 มิลลิลิตร พร้อมเขย่าแรงๆ หากเกิดฟองแสดงว่า พบซาโปนิน

2.2) การตรวจสอบแทนนิน สารสกัด 200 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 3.8 มิลลิลิตร นำไปอุ่น เป็นเวลา 5-10 นาที หยดสารละลาย 10% เฟอร์ริกคลอไรด์ 3-4 หยด สังเกตการเปลี่ยนสีหากปรากฏสีเขียวดำหรือน้ำเงิน แสดงว่าพบแทนนิน

2.3) การตรวจสอบฟลาโวนอยด์ ในการทดสอบฟลาโวนอยด์สามารถทำได้ 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 Shinoda Test สารสกัด 200 ไมโครลิตรเติมน้ำกลั่น3.8 มิลลิลิตร ใส่ลวดแม็กนีเซียม จำนวน 3 ชิ้น นำไปต้ม 5-10 นาที หากปรากฏสารละลายสีเหลือง ส้ม หรือแดงแสดงว่า พบฟลาโวนอยด์ วิธีที่ 2 10% Lead acetate สารสกัด 200 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 10% เลด (II) อะซิเตรทจำนวน 3-4 หยด หากปรากฏตะกอนสีเหลืองเกิดขึ้นแสดงว่า พบฟลาโวนอยด์

2.4) การตรวจสอบแอนทราควิโนน สารสกัด 200 ไมโครลิตร เติมสารละลาย 10% ซัลฟูริก 2 มิลลิลิตร นำไปอุ่น 5 นาที ปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง เติมคลอโรฟอร์ม 2 มิลลิลิตร และสารละลายแอมโมเนีย หากมีการปรากฏสีชมพู แสดงว่าพบแอนทราควิโนน

2.5) การตรวจสอบสเตียรอยด์ สามารถทดสอบได้ 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 Libermann Test สารสกัด 200 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 2.8 มิลลิลตร เติมสารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ 2 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากัน ต่อมาเติมกรดแกลเชียลอะซิติก และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตรตามลำดับ โดยปล่อยลงข้างหลอด หากเกิดสีน้ำเงินหรือเขียว แสดงว่า พบสเตียรอยด์วิธีที่ 2 Keller-Kliani Test สารสกัด 200 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ 1.8 มิลลิลิตร เติมกรดแกลเชียลอะซิติกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร โดยปล่อยลงข้างหลอด หากเกิดสีน้ำตาลแดงขึ้นระหว่างรอยต่อของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริก แสดงว่าพบ สเตียรอยด์

2.6) การตรวจสอบเทอร์พีนอยด์ สารสกัด 200 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 1.8 มิลลิลิตร เติมสารละลายคลอโรฟอร์ม 2 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร โดยปล่อยลงข้างหลอด หากเกิดสีน้ำตาลแดงขึ้นที่ระหว่างรอยต่อของสารละลาย แสดงว่า พบเทอร์พีนอยด์

2.7) การตรวจสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ด้วยวิธี Keller-Kiliani Test สารสกัด 200 ไมโครลิตร ผสมกับปิโตรเลียมอีเทอร์ 2 มิลลิลิตร เติมกรดอะซิติกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร และตามด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร โดยปล่อยลงข้างหลอด เติมสารละลาย 10% เฟอร์ริกคลอไรด์ 2-3 หยด หากเกิดสีฟ้า แสดงว่า พบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์

2.8) การตรวจสอบแอลคาลอยด์ วิธีที่ 1 Dragendoff's Reagent สารสกัด 200 ไมโครลิตร ลงในตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดหรือน้ำกลั่น 2.8 มิลลิลิตร และทำการเติมสารละลาย 2% กรดซัลฟิวริก 3 มิลลิลิตร นำไปอุ่น 2-3 นาที จากนั้นหยดน้ำยาดราเจนดอร์ฟ 2-3 หยด หากพบตะกอนสีส้มแดง แสดงว่า พบแอลคาลอยด์ วิธีที่ 2 28% NH_4OH สารสกัด 200 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 2.8 มิลลิลิตร และทำการเติมสารละลาย 28% แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้สักครู่ หากมีตะกอนเกิดขึ้น แสดงว่า พบแอลคาลอยด์ วิธีที่ 3 Wagner's reagent สารสกัดปริมาตร 200 ไมโครลิตร เติมลงในน้ำกลั่น 1.8 มิลลิลิตร ต่อมาเติมสารละลาย 5% ไฮโดรคลอริก 2 มิลลิลิตรเติมน้ำยา Wagner's reagent 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที หากมีตะกอนสีเหลืองเกิดขึ้น แสดงว่า พบแอลคาลอยด์

3. การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalte assay

เตรียมสารละลายของสารสกัดตัวอย่างที่เจือจางที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 200 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลายโฟลิน-ไซโอแคลทู รีเอเจนท์ (ระดับความเจือจาง 100 เท่าในน้ำกลั่น) 1,500 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติมสารละลาย 6% (w/v) โซเดียมคาร์บอเนต 1,500 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 90 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารฟีนอลิกโดยรวมในรูปของ mgGAE/100g FW โดยนำค่าการดูดกลืนแสงไปเทียบกับกราฟมาตรฐานแกลลิคที่ระดับความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

4. การศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

การเติมสารสกัดใบหยาบใบชะมวงที่ผ่านการการเจือจางให้มีความเข้มข้นอยู่ที่ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 200 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เติม 30% เมทานอล 2.3 มิลลิลิตร 0.5 โมลาร์ โซเดียมไนเตรท 100 ไมโครลิตร และ 0.3 โมลาร์ อะลูมิเนียมคลอไรด์100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติม 1 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 330 ไมโครลิตร ผสมเข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 506 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์โดยรวมในรูปของ mgRE/100g FW โดยนำค่าการดูดกลืนแสงไปเทียบกับกราฟมาตรฐานรูทินที่ระดับความเข้มข้น 0.00, 0.25, 0.50, 1.00, 2.00, และ 3.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ทำการทดสอบซ้ำอีก 2 ครั้ง)

5. การศึกษาความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านอนุมูลอิสระ (FRAP)

ทำการเติมสารสกัดใบหยาบใบชะมวงที่ผ่านการการเจือจางให้มีความเข้มข้นอยู่ที่ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำการดูดสารสกัด 300 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย FRAP ปริมาตร 2.7 มิลลิลิตร ตั้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 596 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ของสารละลายมาตรฐานมาทำกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิก ที่แสดงค่าระหว่างค่า % Inhibition กับความเข้มข้นของสารมาตรฐานหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นทำการคำนวณผลการเป็นสารต้านนอนุมูลอิสระในรูป mg Ascorbic acid/100 FW (ทำการทดสอบซ้ำอีก 2 ครั้ง)

6. การศึกษาการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH

เตรียมสารละลาย DPPH Radical ใน 95% เอทานอล ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปิเปตสารสกัด 200 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย DPPH 1800 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องและเป็นที่มืดระยะเวลา 15 นาที เมื่อครบเวลานำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาทำกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้น 0.00, 0.05, 0.10, 0.20, 0.40 และ 0.60 มิลลิกรัมต่อมิลลิลตร จากนั้นทำการคำนวณผลการเป็นสารต้านนอนุมูลอิสระในรูป (mg Ascorbic acid/100 FW) (ทำการทดสอบซ้ำอีก 2 ครั้ง)

ทำการทดสอบค่าหา IC_{50} โดยทำการเจือจางสารสกัดตัวอย่างให้มีความเข้มข้น 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, และ 4.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หลังจากนั้นปิเปตสารละลายมาตรฐานและสารสกัดตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 200 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย DPPH 1800 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องและเป็นที่มืดระยะเวลา 15 นาที เมื่อครบเวลานำของเหลวใสไปทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาทำกราฟเพื่อหาค่า % Inhibition กับความเข้มข้นของสารสกัดตัวอย่าง จากนั้นคำนวณหาค่า IC_{50} (ทำการทดสอบซ้ำอีก 2 ครั้ง)

7. การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดหยาบต่อเซลล์ SH-SY5Y

นำเซลล์ Neuroblastoma (SH-SY5Y) เลี้ยงใน 96 wellplate ที่ความหนาแน่น 1×10^4 เซลล์ต่อหลุม ทำเพาะเลี้ยง 24 ชั่วโมง ที่ตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และ 5% CO_2 เตรียมอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ผสมกับสมุนไพรตามกำหนด (ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5, 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทดสอบที่ระยะเวลา 1, 2, 3 และ 4 ชั่วโมง) และ (ความเข้มข้น 50, 100, 150, 200, 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง) นำอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ถูกผสมกับสารสกัดไปบ่มในอ่างน้ำร้อนที่ 37 องศาเซลเซียส 30 นาที นำ 96 wellplate ออกมาจากตู้บ่ม ดูดอาหารเลี้ยงเซลล์เดิมออก ทำดูดอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ไม่มีเซรั่มลงไปในหลุมที่เป็น Control และดูดสารสกัดที่ผสมอาหารเลี้ยงเซลล์ใส่ใน 96 wellplate หลุมละ 100 ไมโครลิตรตามความเข้มข้นและหลุมที่กำหนดไว้ ที่ตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และ 5% CO_2 เมื่อครบเวลาทำการเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ถูกผสมด้วยสมุนไพรเป็นอาหารเลี้ยงเซลล์ใหม่ หลุมละ 200 ไมโครลิตร จนครบ 24 ชั่วโมง เตรียม MTT reagent และใส่ลงหลุมหลุมละ 100 ไมโครลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ในที่มืด) หลังจากนั้นเปลี่ยนเป็น DMSO หลุมละ 100 ไมโครลิตร เป็นเวลา 15 นาที พร้อมเขย่า (ในที่มืด) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 570 นาโนเมตร

8. การเปรียบเทียบทางสถิติ

ข้อมูลบางส่วนถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2007 ในการวิเคราะห์ทางสถิติเลือกใช้ การเปรียบเทียบ Anova : Single factor

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมีเบื้องต้น (Preliminary Phytochemical screening)

การตรวจสอบสารทางพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดใบชะมวงในตัวทำละลาย 95% เอทานอล การตรวจสอบจะตรวจสอบสารทั้งหมด 8 กลุ่ม โดยจากการวิจัยพบว่าในสารสกัดใบชะมวงมีกลุ่มสาร 5 กลุ่มได้แก่ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ สเตียรอยด์ เทอร์พีนอยด์ และอัลคาลอยด์ โดยกลุ่มที่พบเป็นจำนวนมากคือสเตียรอยด์และเทอร์พีนอยด์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากใบชะมวงในตัวทำละลาย 95% เอทานอล

กลุ่มสารพฤกษเคมี	วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
ซาโปนิน	Froth test	-
แทนนิน	10% $FeCl_3$	++
ฟลาโวนอยด์	10% Lead (II) acetate	+
	Shinoda test	++
แอนทราควิโนน	Borntraeger reaction	-
สเตียรอยด์	Libermann test	+
	Keller-Kiliani Test	+++
เทอร์พีนอยด์	Salkowski Test	+++
คาร์ดิแอกไกลโคไซด์	Keller-Kiliani + 10% FeCl3 Test	-
อัลคาลอยด์	Dragendroff's reagent	+
	28% NH_4OH	++
	Wangner's reagent	-

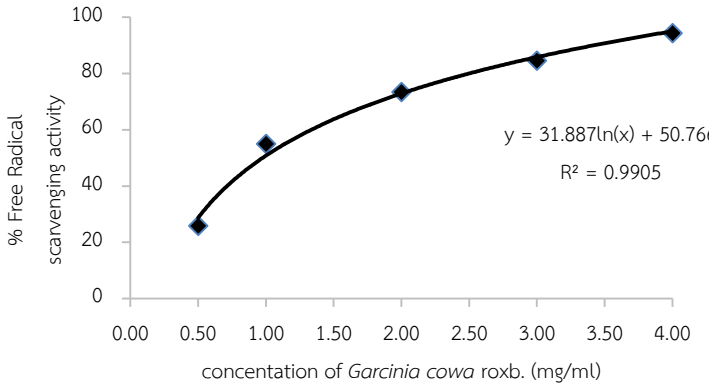
หมายเหตุ : (-) คือไม่พบสารพฤกษเคมี, (+) คือพบปริมาณสารพฤกษเคมีเล็กน้อย, (++) คือพบปริมาณสารพฤกษเคมีปานกลาง, (+++) คือพบสารพฤกษเคมีปริมาณมาก

2. ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยการใช้สารละลาย Folin-Ciocalteu reagent วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ 725 นาโนเมตร เมื่อทำการนำตัวอย่างสารสกัดจากใบชะมวงมาทำการวัดค่าดูดกลืนแสงและเทียบกับกราฟมาตรฐาน คำนวณหาค่าประมาณสารประกอบฟีนอลิกได้ผลเท่ากับ 2372.30±0.02 mgGAE/100gFW และปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่เปรียบเทียบกราฟมาตรฐานรูทินพบว่ามีค่าเท่ากับ 2351.60±0.23 mgRE/100g FW ต่อมามีการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นของสารสกัดหยาบใบชะมวงด้วยวิธี DPPH พบว่าแสดงค่า IC_{50} เท่ากับ 0.976 mg/ml ทั้งนี้ยังมีทำการศึกษาความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี FRAP พบว่ามีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ คือ 3835.50±0.37mg AAE/100g FW จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าสารสกัดใบชะมวงมีสารที่ออกฤทธิ์ทางด้านการต้านอนุมูลอิสระ แต่อย่างไรก็ตามจากผลพฤกษเคมีเรายังตรวจพบสารที่อยู่ในกลุ่มสเตียรอยด์จำนวนมาก รวมถึงมีรายงานของ Ayaz M และคณะ (2017) พบว่า β-sitosterol สามารถเข้าถึงสมองได้อย่างเพียงพอและยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญของ cholinesterases และทำหน้าที่เป็น Scavenger อนุมูลอิสระ ดังนั้นเราจึงทำการศึกษาต่อในวิธีการทดลองต่อไปคือการทดสอบความประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบใบชะมวงที่มีผลต่อเซลล์

สารสกัดตัวอย่าง	IC_{50} (mg/ml)	ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด (mgGAE/100g FW)	ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ (mgRE/100g FW)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้งหมด (FRAP) (mg/AAE/100g DW)
ใบชะมวง	0.976	2372.30±0.020	2351.60±0.23	3835.50±0.377

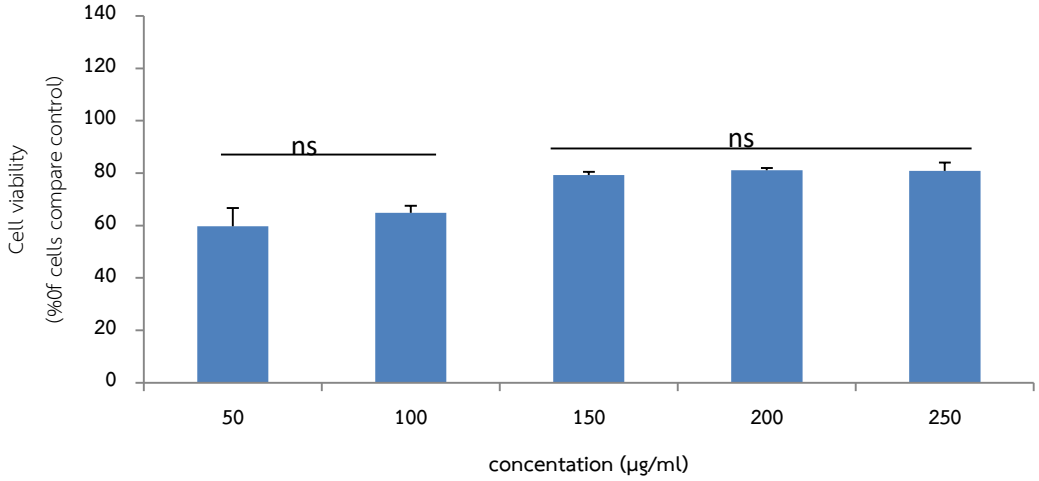
หมายเหตุ ; ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารสกัดใบชะมวง

3.ผลการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดหยาบต่อเซลล์ SH-SY5Y

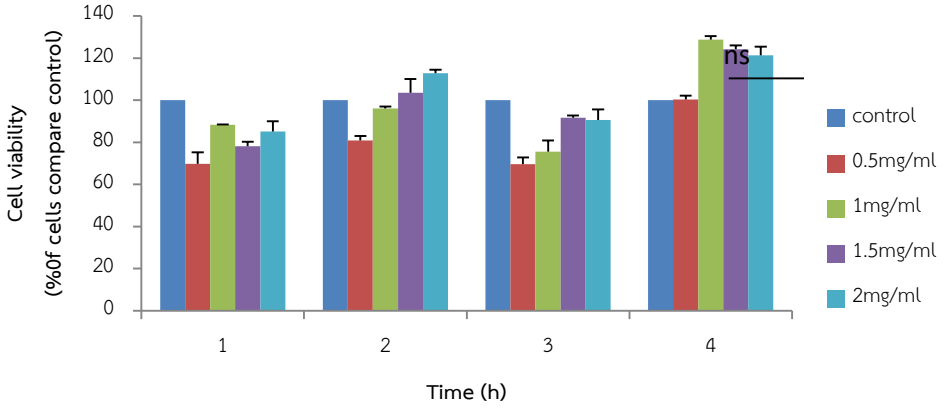
จากการศึกษาพฤกษเคมี และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเราจึงแบ่งการทดสอบประสิทธิของสารสกัดเป็น 2 กลุ่มคือ 1. การทดสอบที่ความเข้มข้นต่ำระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อสังเกตฤทธิ์ของสารกลุ่มที่ออกฤทธิ์ช้าอย่างเช่นสารในกลุ่ม เช่นกลุ่มฟลาโวนอยด์ อัลคาลอยด์ เป็นต้น 2. การทดสอบที่ความเข้มข้นสูง ระยะเวลา 1-4 ชั่วโมง เพื่อสังเกตฤทธิ์ของสารในกลุ่มสารที่สามารถออกฤทธิ์ได้ไว เช่น สารกลุ่มสเตียรอยด์ เป็นต้น



หมายเหตุ; ns : ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ *; แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) **; แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์การทดสอบเซลล์ SH-SY5Y กับสารสกัดใบชะมวงที่ความเข้มข้นต่ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

จากกราฟเมื่อทำการทดสอบเซลล์ด้วยระดับความเข้มข้นต่ำของสารสกัดใบชะมวงคือ 50, 100, 150, 200, 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงแสดงผลว่าเซลล์มีชีวิตรอดในปริมาณที่ลดลดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่เมื่อมีการเพิ่มความเข้มข้นก็พบว่ามีการอัตรารอดของชีวิตเพิ่มขึ้นถึงอย่างไรผลทางสถิติก็แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญซึ่งอาจเป็นผลมาจากใช้สารสกัดที่ความเข้มข้นต่ำเกินไป หรือสารกลุ่มดังกล่าวอาจไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต หรือการยับยั้งการตายของเซลล์ จากการทดลองของ ธิดารัตน์และคณะ (2019) ที่เวลา 24 ชั่วโมงสารสกัดลูกเดือยที่ความเข้มข้น 3-600 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์สร้างกระดูกมนุษย์ แต่ไม่ส่งเสริมการยึดเกาะและการเพิ่มจำนวนของเซลล์สร้างกระดูกมนุษย์เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใส่สารสกัดลูกเดือย แต่เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาเป็น 72 ชั่วโมง พบการส่งเสริมการเพิ่มจำนวนของเซลล์สร้างกระดูกที่ความเข้มข้น 150, 300 และ 600 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้คือที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เซลล์ไม่มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมแต่เริ่มมีแนวโน้มการเจริญเติบโตมากขึ้นตั้งแต่ที่ความเข้มข้น 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



หมายเหตุ; ns : ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ *; แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) **; แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์การทดสอบเซลล์ SH-SY5Y กับสารสกัดหยาบใบชะมวงที่ความเข้มข้นสูง เป็นระยะเวลา 1-4 ชั่วโมง

จากกราฟผลของการทดสอบที่ความเข้มข้นสูง แสดงให้เห็นว่าเมื่อทดสอบสารสกัดใบชะมวงที่ความเข้มข้นสูงเป็นระยะเวลา 1-4 ชั่วโมงนั้น ที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดคือที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีผลต่อการลดลงของเซลล์ SH-SY5Y แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้นเป็น 1, 1.5, 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จะเห็นอัตราการรอดที่มีการเพิ่มมากขึ้นของเซลล์ และมีอัตราการรอดชีวิตสูงที่สุดจะอยู่ในช่วงของชั่วโมงที่ 4 โดยจากการเปรียบค่าทางสถิติในชั่วโมงที่ 4 มีความเข้มข้นที่ส่งผลให้เกิดการรอดที่เพิ่มขึ้นของเซลล์ SH-SY5Y นั้นอยู่ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยเราสามารถสรุปได้ว่าสารสกัดใบชะมวงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระซึ่งอาจเป็นผลมาจากในในกลุ่มของสารพฤกษเคมีเบื้องต้นที่เราพบ เช่น ฟลาโวนอยด์ ฟีนอลิก เป็นต้น และเมื่อทดสอบกับเซลล์ SH-SY5Y พบว่าความเข้มข้นเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ระยะเวลาที่ 4 ชั่วโมง นั้นสารสกัดสามารถออกฤทธิ์ในการเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของเซลล์ SH-SY5Y ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงถึงความสอดคล้องกับผลการทดสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น ในงานวิจัยครั้งนี้ที่มีการพบสารในกลุ่มสเตียรอยด์อยู่ในสารสกัด เนื่องจากสารในกลุ่มสเตียรอยด์เป็นสารที่มีขนาดเล็กจึงทำให้สามารถผ่านเข้าสู่กลไกภายในเซลล์ได้ง่ายและแสดงผลได้ในระยะเวลาสั้นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล และภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สนับสนุน สถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือรวมถึงสารเคมีในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ธิดารัตน์ อังวราวงศ์.และคณะ (2019) ผลของสารสกัดลูกเดือยต่อเซลล์สร้างกระดูกปฐมภูมิของมนุษย์: ความเป็นพิษต่อเซลล์และ การพอกพูนของแคลเซียมในหลอดทดลอง.วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์ ปีที่ 69 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2562., 291-302

สถาบันประสาทวิทยากรมการแพทย์กระทรวงสาธารณสุข. (2008). **แนวทางเวชปฏิบัติภาวะสมองเสื่อม**.(พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข.

Ayaz M., Junaid M., Ullah J. and et al. Anti-Alzheimer's Studies on β-Sitosterol Isolated from Polygonum hydropiper L., Frontiers in Pharmacology. doi: 10.3389/fphar.2017.00697

Elidahanum H., Faras N., Yan W., Fatma S. and Dachriyanus. (2015). Cytotoxicity study of ethanol extract of the stem bark of asam kandis (Garcinia cowa Roxb.) on T47D breast cancer cell line. Asian Pac J Trop Biomed 2015; 5(3): 249-252

Kijjoa A and Vieira L. M. M. (2009). Triterpenes from the plants of the Family Clusiaceae (Guttiferae): Chemistry and biological activities. In: Natural Products. Chemistry, Biochemistry and Pharmacology. (Ed. G. Brahmachari), Alpha Science International Ltd., Oxford, Ch. 13

Panthong,K., Hutadilok-Towatana,N.,Panthong ,A., (2009).Cowaxanthone F, a new tetraoxygenated xanthone, and other antiinflammatory and antioxidant compounds from Garcinia cowa. Canadian Journal of Chemistry87, 1636-1640

Reitz C., Brayne C., Mayeux R. Epidemiology of Alzheimer disease, Nat. Rev.Neurol. 7 (3) (2011) 137–152

Suwadee P., Piyanee R , Udomlak M.(2562). Anti- oxidant activity, phenolic and flavonoid constituents of Crude extracts from Piper ribesioides and Zanthoxylum limonella traditional herbal medicine in Northern Thailand.Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Vol 18, Issue 1, 2019, 25-39

การปรับปรุงเจนเนอเรเตอร์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็ก

GENERATOR IMPROVEMENTS FOR SMALL-HYDROPOWER ELECTRICAL GENERATION

ซูลกิฟลี สิเดะ[1], อดุลย์ ดือเระซอ[1], นูรา มามุ[1], ฮาฟเสาะ ดอเลาะหมิ[1] และ อีลีหย๊ะ สนิโซ[2*]

Zulkiflee Sideh[1], Adul Duerehsor[1], Nura Mamu[1], Hafsoh Dolohmi[1] and Eleeyah Saniso[2*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวงจรของมอเตอร์เครื่องซักผ้าเพื่อใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กมากของชุมชน จากการทดสอบพบว่า เมื่อต่อวงจรแบบกระแสตรง (DC) แล้วปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อในปริมาตรร้อยละ 50 และร้อยละ 100 มอเตอร์เครื่องซักผ้าซึ่งได้ปรับปรุงวงจรสามารถผลิตไฟฟ้าซึ่งมีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 74.07 และ 124.77 วัตต์ ตามลำดับ ที่ความเร็วรอบการหมุนเท่ากับ 810 รอบ/นาที

คำสำคัญ: เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, มอเตอร์เครื่องซักผ้า, กังหันน้ำ, พลังงานน้ำขนาดเล็กมาก

Abstract

This research aimed to improve the circuitry of a washing machine motor to be a generator for small-hydropower systems. The results showed that, when connected to a direct current circuit (DC), the improved motor generated electrical power at 74.07 W and 124.77 W with the releasing of 50% and 100% of the water passing through the pipe, respectively, at a generator speed of 810 rpm.

Keywords: Electrical generator, Washing *machine motor*, Turbine, Small-hydropower.

[1]นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]อาจารย์สาขาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** eleeyah.s@yru.ac.th

บทนำ

พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ซึ่งในอนาคตจะขาดแคลนและมีราคาสูง อีกทั้งพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่นๆ เช่น มีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) มีคุณสมบัติในการดูดกลืนพลังงานความร้อน เมื่อก๊าซมีปริมาณมากขึ้น บรรยากาศโลกจึงดูดกลืนพลังงานความร้อนไว้เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อน (อาคม รวมสุวรรณ, 2557) จึงควรให้ความสนใจไปสู่การจัดหาพลังงานทดแทน ซึ่งพบว่าพลังงานจากน้ำเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นพลังงานทดแทนได้ แต่การพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำมีอุปสรรคใหญ่ การสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ที่ถูกต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กที่มีกำลังไม่เกิน 30 MW จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่มีความเหมาะสม เนื่องจากมีผลกระทบน้อยกว่าและเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็กไม่ซับซ้อนจนเกินไป และส่วนใหญ่สามารถผลิตได้เองในประเทศ เมื่อพิจารณาในระยะยาวแล้วพลังงานน้ำมีต้นทุนการดำเนินงานต่ำกว่าการผลิตพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเฉพาะปัจจุบันนโยบายการพัฒนาไฟฟ้าพลังงานน้ำในประเทศไทยได้มุ่งเน้นการพัฒนาไปยังโครงการขนาดเล็ก เช่น โครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กระดับหมู่บ้าน ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยและสอดคล้องกับแนวทำการพัฒนาอย่างยั่งยืน (สุวิทย์ เพชรห้วยลึก และ ธวัฒน์ชัย เทพนวล, 2557) การออกแบบกังหันน้ำแบบสกรูอาคีเมดีสที่บริเวณทางปล่อยน้ำของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ มีความเหมาะสมที่จะนำกังหันน้ำแบบสกรูอาคีเมดีสมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (วรณี มังคละศิริ และ สุทิน ปิดตาละโพธิ์, 2561)

ประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ที่ละติจูด 5 องศา จัดอยู่ในเขตร้อนมีภูมิศาสตร์เป็นภูเขาและที่ราบลุ่ม มีฝนตกตลอดทั้งปี ซึ่งในปี พ.ศ. 2561 มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยประมาณ 1,456 มิลลิเมตร อยู่ในเกณฑ์ดี มีแม่น้ำและลำธารเกิดขึ้นโดยทั่วไปโดยเฉพาะในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ จึงเหมาะสมสำหรับการพัฒนาระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำในระดับครัวเรือน ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายภาครัฐที่มีการส่งเสริมการพัฒนาไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กโดยการสร้างเขื่อนขนาดเล็กหรือฝายทดน้ำกั้นลำน้ำเพื่อผันน้ำไปยังโรงไฟฟ้าที่อาศัยความแตกต่างของระดับน้ำ ซึ่งไหลลงมาตามทางน้ำไปรวมกันที่อ่างหรือถังเก็บน้ำ แล้วน้ำจะไหลผ่านท่อน้ำแรงดันไปหมุนกังหันน้ำเพื่อขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำลักษณะนี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย การลงทุนต่ำ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองโดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับสายส่งของการไฟฟ้าแบบระบบโดดเดี่ยว (Isolated system) หรือจะเชื่อมต่อเข้ากับระบบสายส่งของการไฟฟ้าที่เรียกว่าระบบเชื่อมต่อกรีด (Grid connected system) (สถานีตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา, 2561)

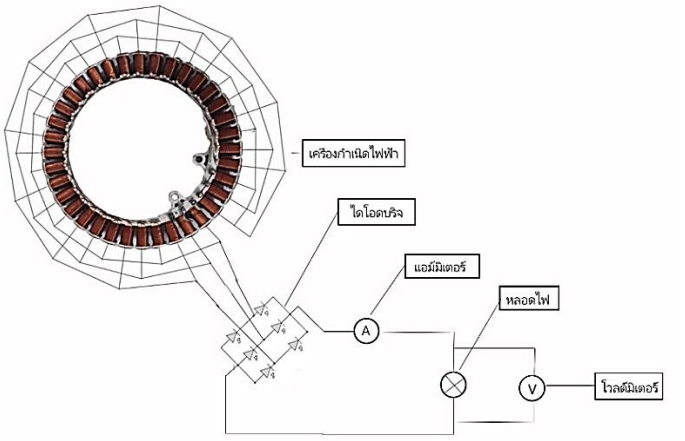
ในขณะที่พื้นที่ตำบลตะปอเยาะ อำเภอยี่งอ จังหวัดนราธิวาส ซึ่งแบ่งเขตการบริหารเป็น 5 หมู่บ้าน อยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอยี่งอประมาณ 6 กิโลเมตร มีถนนลาดยางจากตัวอำเภอไปยังตำบล มีแหล่งน้ำประมาณ 4 แห่ง มีบ่อบาดาลสาธารณะจำนวน 5 แห่ง ภายในตำบลมีครัวเรือนที่มีน้ำประปาใช้จำนวน 1,045 ครัวเรือน มีจำนวน

ประชากรโดยประมาณ 9,107 ครัวเรือน ที่ไม่มีน้ำประปาใช้จำนวน 718 ครัวเรือน และครัวเรือนที่มีไฟฟ้าใช้จำนวน 1,764 ครัวเรือน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำนา ทำสวนยางพารา และสวนผลไม้ (ศูนย์ข้อมูลแห่งประเทศไทย, 2561) ในปี พ.ศ. 2561 ทั้งนี้แต่ละครัวเรือนมีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายอย่าง เช่น หม้อไฟฟ้า ตู้เย็น พัดลม หลอดไฟ และโทรศัพท์ เป็นต้น ส่งผลให้ค่าไฟฟ้าขึ้น แต่ในพื้นที่บริเวณน้ำตกพุเสด็จ มีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ มีน้ำตกไหลเกือบตลอดทั้งปี แต่เนื่องจากพื้นที่บริเวณนั้นไม่มีไฟฟ้าใช้ พลังงานน้ำจึงเป็นสิ่งที่เกิดประโยชน์ต่อคนในชุมชน ซึ่งสามารถนำน้ำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ โดยการผลิตกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดจิ๋ว ซึ่งเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่สามารถประดิษฐ์ได้ง่าย ใช้งบประมาณในการลงทุนต่ำ เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับครัวเรือนในพื้นที่ชนบท (องค์การบริหารตำบลตะปอเยาะ)

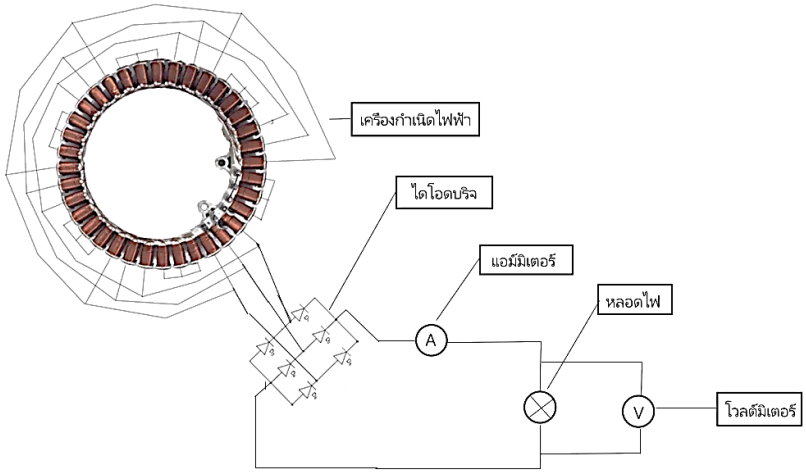
เพื่อแก้ไขปัญหาไฟฟ้าไม่เพียงพอตลอดจนสามารถลดค่าไฟฟ้าในครัวเรือน (องค์การบริหารตำบลตะปอเยาะ) คณะผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงเจนเนอเรเตอร์สำหรับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ ณ ต.ตะปอเยาะ อ.ยี่งอ จ.นราธิวาส

วิธีดำเนินการวิจัย

การปรับปรุงเจนเนอเรเตอร์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ ทำได้โดยเริ่มจากการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้ายี่ห้อ TOSHIBA รุ่น S-DD Inverter ดังภาพที่ 2 โดยการนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้ายี่ห้อ TOSHIBA รุ่น S-DD Inverter แอมป์มิเตอร์ยี่ห้อ Sanwa รุ่น CD711 โวลต์มิเตอร์ยี่ห้อ Union รุ่น UN-810D หลอดไฟฟ้าขนาด 40 วัตต์ และสายไฟฟ้าขนาด 230 V 15 แอมแปร์ มาต่อเป็นวงจร ดังภาพที่ 1 (ก) มาทดลองหมุนซึ่งขับด้วยมอเตอร์ Induction 380 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ต ความเร็วรอบ 1440 รอบ/นาที โดยวัดค่าต่อเนื่องครั้งละ 1 นาที บันทึกข้อมูลแล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 วงจรไฟฟ้า (ก) มอเตอร์ไม่ปรับปรุงแบบวงจรกระแสตรง (DC) และ (ข) มอเตอร์ปรับปรุงวงจรกระแสตรง (DC)

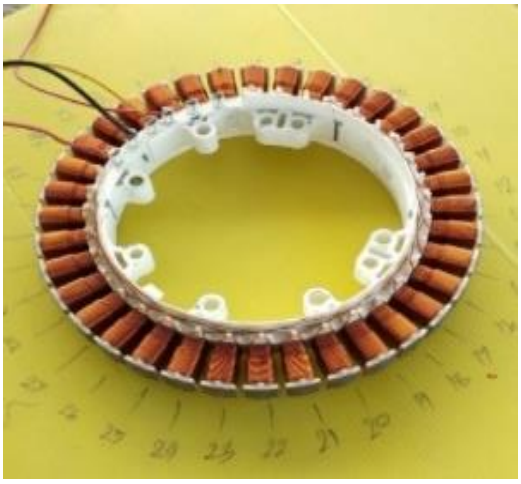
จากนั้นทำการปรับปรุงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้ายี่ห้อ TOSHIBA รุ่น S-DD Inverter โดยการนำมอเตอร์เครื่องซักผ้ามาถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ออก ดังภาพที่ 2 (ค) - (ง) แล้วทำการแบ่งขดลวดของมอเตอร์เครื่องซักผ้าออกเป็น 6 ชุด ชุดละ 6 ขด และตัดเส้นลวดทองแดงของมอเตอร์เครื่องซักผ้าขดที่ 7, 8, 9, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 31, 32 และ 33 ซึ่งเขียนเลขที่ขดลวดได้ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4 จากนั้นทำการต่อเส้นลวดทองแดงของมอเตอร์เครื่องซักผ้าที่ตัดออกโดยการนำขดลวดของเส้นที่ 7, 13, 19, 25 และ 31 มาพันเข้ากับสายไฟ แล้วบัดกรีเชื่อมต่อกันโดย โดยวนสายไฟฟ้าไปตามเข็มนาฬิกา จากนั้นนำสายไฟฟ้าที่บัดกรีทั้งหมดมาบัดกรีเข้ากับขดลวดที่หมายเลข 1 ของชุดขดลวดที่ 1 แล้วต่อสายไฟฟ้าออกเพื่อใช้งาน ต่อมานำเส้นทองแดงของขดลวดที่ 8, 14, 20, 26 และ 32 ที่ตัดมาพันกับสายไฟ แล้วทำการบัดกรีรวมกัน โดยลากสายไฟตามเข็มนาฬิกา จากนั้นนำสายไฟที่บัดกรีทั้งหมดมาบัดกรีขดลวดที่ 2 ของชุดขดลวดที่ 1 แล้วต่อสายไฟออกเพื่อใช้งาน



(ก)



(ข)

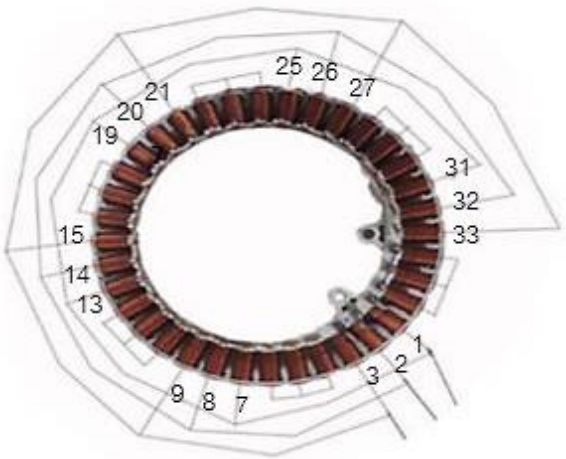


(ค)

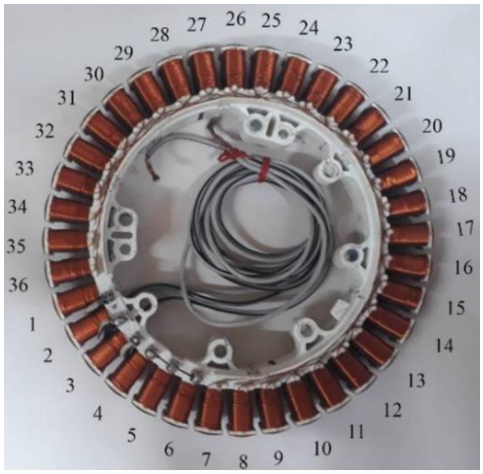


(ง)

ภาพที่ 2 (ก) ชุดมอเตอร์เครื่องซักผ้า (ข) โรเตอร์ (ค) ขดลวด และ (ง) แม่เหล็กของมอเตอร์เครื่องซักผ้ายี่ห้อ TOSHIBA รุ่น S-DD Inverter



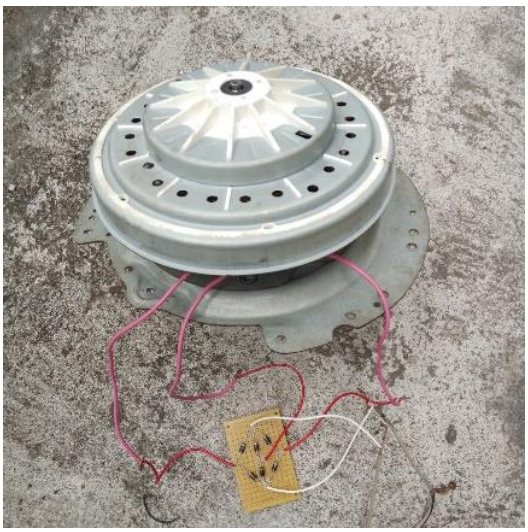
(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 (ก) การแบ่งขดลวดของมอเตอร์เครื่องซักผ้าออกเป็น 6 ชุด และ (ข) ขดลวดที่ทำการตัดเส้นลวดทอดแดงแล้วนำเส้นขดลวดทองแดงของมอเตอร์เครื่องซักผ้าเส้นที่ 9, 15, 21, 27 และ 33 ซึ่งผ่านการตัดไว้แล้วมาพันกับสายไฟ แล้วทำการบัดกรีรวมกัน โดยลากสายไฟตามเข็มนาฬิกา จากนั้นนำสายไฟที่บัดกรีทั้งหมดมาบัดกรีขดลวดที่ 3 ของชุดขดลวดที่ 1 แล้วต่อสายไฟออกเพื่อใช้งาน จากนั้นทำการพันเส้นลวดทองแดงที่ตัด เข้ากับเส้นทองแดงของขดลวดที่ 4, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 22, 23, 24 และขดลวดที่ 28, 29, 30 รวมกันของแต่ละชุดขวดลวด จากนั้นนำเส้นลวดที่พันกันมาพันกับสายไฟแล้วทำการบัดกรี จากนั้นทำสายไฟฟ้าไปบัดกรีเข้ากับขดลวดที่ 34, 35 และ 36 แล้วมาประกอบชิ้นส่วนของมอเตอร์เครื่องซักผ้าทั้งหมดเหมือนตัวเดิมดังภาพที่ 5 ซึ่งมีไดโอดบริด 5 ขา

โดยนำไดโอดบริด 5 ขา มาบัดกรีกับสายไฟสามเส้นที่ต่อออกจากมอเตอร์ เพื่อทำให้ไฟจาก 3 เฟส เป็นไฟ 1 เฟส ดังภาพที่ 4



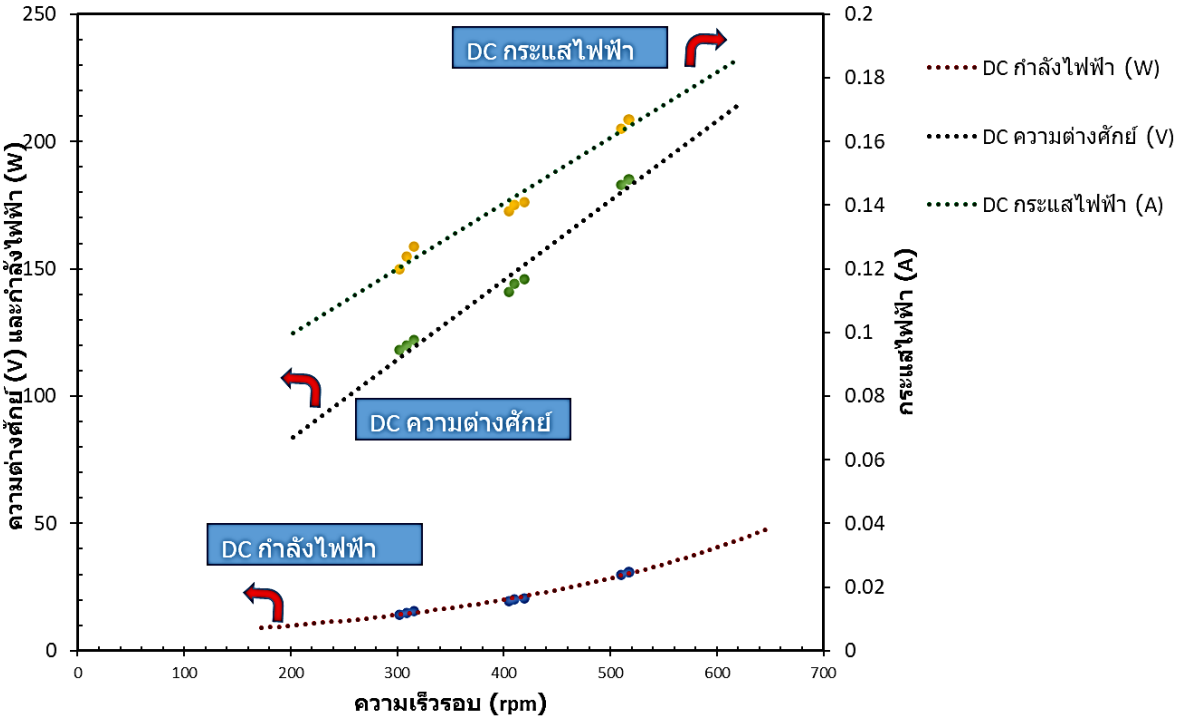
ภาพที่ 4 มอเตอร์เครื่องซักผ้าหลังการประกอบเข้ากับไดโอดบริด 5 ขา (เบอร์ 1N5404 ขนาด 4 แอมแปร์)

แล้วทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้าที่ทำการปรับปรุงแล้ว โดยการนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แอมป์มิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ หลอดไฟฟ้า และสายไฟฟ้า มาต่อแผนวงจรเหมือนดังภาพที่ 4 แล้วทำการวัดรอบความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้ โดยวัดค่าต่อเนื่องครั้งละ 1 นาที บันทึกผลการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

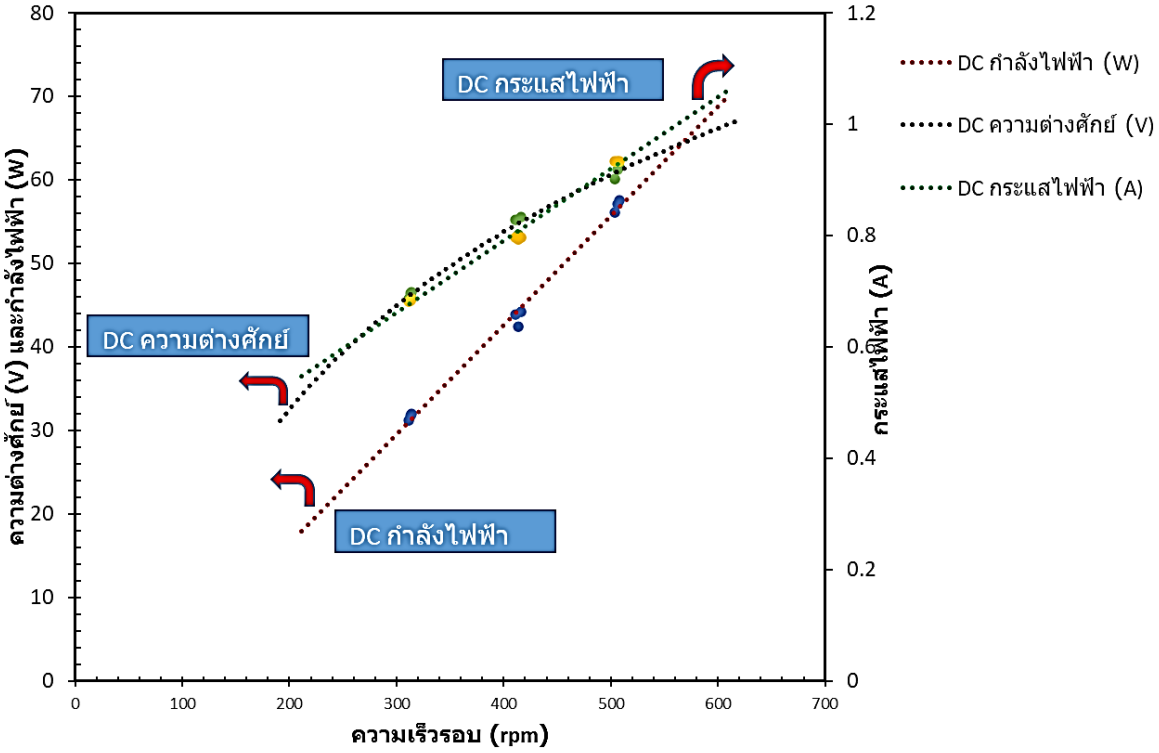
จากการปรับปรุงกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องซักผ้ายี่ห้อ TOSHIBA รุ่น S-DD Inverter เพื่อผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กมากซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การปรับปรุงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้า โดยใช้แอมป์มิเตอร์ยี่ห้อ Sanwa รุ่น CD711 ในการวัดค่ากระแสไฟฟ้า ใช้โวลต์มิเตอร์ยี่ห้อ Union รุ่น UN-810D ในการวัดค่าความต่างศักย์ และใช้เครื่องวัดความเร็วรอบยี่ห้อ Jedto รุ่น DT2236B โดยวัดค่าต่อเนื่องครั้งละ 1 นาที บันทึกผลการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้าที่ปรับปรุงและไม่ปรับปรุงวงจรในระดับห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบค่าความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องซักผ้าที่ไม่ปรับปรุงวงจรเมื่อต่อวงจรของขดลวดแบบกระแสตรง

พิจารณาภาพที่ 5 ผลการทดสอบกรณีที่มอเตอร์เครื่องซักผ้าไม่ปรับปรุงวงจร พบว่า การทดสอบเมื่อต่อวงจรของขดลวดเครื่องซักผ้าแบบกระแสตรง (DC) ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 412 รอบ/นาที ได้ค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.14 แอมแปร์ ค่าความต่างศักย์เท่ากับ 149.33 โวลต์ และค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 22 วัตต์



ภาพที่ 6 ค่าความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องซักผ้าที่ปรับปรุงวงจรเมื่อต่อวงจรของขดลวดแบบกระแสตรง

พิจารณาภาพที่ 6 ผลการทดสอบกรณีที่มอเตอร์เครื่องซักผ้าที่ปรับปรุงวงจร พบว่า การทดสอบเมื่อต่อวงจรของขดลวดเครื่องซักผ้าแบบกระแสตรง (DC) ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 411 รอบ/นาที ได้ค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.80 แอมแปร์ ค่าความต่างศักย์เท่ากับ 54.00 โวลต์ และค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 44 วัตต์

2. ผลการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้าที่ปรับปรุงและไม่ปรับปรุงวงจรในพื้นที่จริง ณ ต.ตะปอเยาะ อ.ยี่งอ จ.นราธิวาส

ทั้งนี้ เมื่อนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กมากอย่างง่ายที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อติดตั้งและทดสอบระบบผลิตไฟฟ้า ณ ต.ตะปอเยาะ อ.ยี่งอ จ.นราธิวาส ซึ่งระหว่างการทดสอบผลิตไฟฟ้าได้บันทึกค่าความเร็วน้ำ ความเร็วรอบของมอเตอร์เครื่องซักผ้า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ เมื่อต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับหลอดไส้ 1 หลอด ขนาด 40 วัตต์ แล้วให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 นาที บันทึกข้อมูลจำนวน 3 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 2

โดยผลของการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบไม่ปรับปรุงวงจร (ปล่อยน้ำไหลครึ่งท่อ) การต่อวงจรแบบกระแสตรง (DC) เฉลี่ยเท่ากับ 684 รอบ/นาที และ 9.63 วัตต์ ตามลำดับ (ปล่อยน้ำไหลเต็มท่อ) การต่อวงจรแบบกระแสตรง (DC) เฉลี่ยเท่ากับ 866 รอบ/นาที และ 23.99 วัตต์ ตามลำดับ ในขณะที่ผลของการทดสอบเครื่อง

กำเนิดไฟฟ้าแบบปรับปรุงวงจร (ปล่อยน้ำไหลครึ่งท่อ) การต่อวงจรแบบกระแสตรง (DC) เฉลี่ยเท่ากับ 642 รอบ/นาที และ 74.07 วัตต์ ตามลำดับ (ปล่อยน้ำไหลเต็มท่อ) การต่อวงจรแบบกระแสตรง (DC) เฉลี่ยเท่ากับ 881 รอบ/นาที และ 124.77 วัตต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้าที่ปรับปรุงและไม่ปรับปรุงวงจร ณ ต.ตะปอ-เยาะ อ.ยี่งอ จ.นราธิวาส

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า / **พารามิเตอร์**	**ไม่ปรับปรุงวงจร**	**ปรับปรุงวงจร**
ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	866	881
ค่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	52.71±2.33	124.77±3.26

ตารางที่ 2 สรุปผลการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้าที่ปรับปรุงและไม่ปรับปรุงวงจร ณ ต.ตะปอ-เยาะ อ.ยี่งอ จ.นราธิวาส

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า / **พารามิเตอร์**	**ไม่ปรับปรุงวงจร**		**ปรับปรุงวงจร**	
	น้ำไหลครึ่งท่อ	น้ำไหลเต็มท่อ	น้ำไหลครึ่งท่อ	น้ำไหลเต็มท่อ
	DC	DC	DC	DC
ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	684	866	642	881
ค่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	9.63±0.556	52.71±2.326	74.07±3.407	124.77±3.260

หมายเหตุ : ท่อทดสอบที่ให้น้ำไหลผ่าน คือ ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 10 นิ้ว ความยาว 1 เมตร วางในแนวระดับซึ่งเชื่อมต่อกับท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 8.5 นิ้ว ความยาว 60 เซนติเมตร วางในแนวดิ่ง (เชื่อมต่อเป็นมุมฉากต่อกัน)

จากผลการวิจัยการปรับปรุงเจนเนอเรเตอร์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็ก ได้ทำการติดตั้งและทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ ต.ตะปอเยาะ อ.ยี่งอ จ.นราธิวาส แสดงให้เห็นว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ปรับปรุงวงจร มีค่ากำลังไฟฟ้ามากกว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ไม่ปรับปรุงวงจร ทั้งนี้เราสามารถทราบผลของการ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบกับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ และความเป็นไปได้ในการลงทุนสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กมากสำหรับชุมชนจากมอเตอร์เครื่องซักผ้า ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับรายงานของกองบรรณาธิการวารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ (อีลีหย๊ะ สนิโซ, 2553) และวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา (อีลีหย๊ะ สนิโซ และ ฮูเซ็ง ชายดานา, 2557) จึงเหมาะสำหรับชุมชนที่อยู่ใกล้แม่น้ำหรือลำธารที่น้ำไหลผ่านตลอดปี หรืออยู่บริเวณเชิงเขาที่ยังไม่มีสายไฟฟ้าเข้าถึงหมู่บ้าน ซึ่งเป็นการลงทุนที่ไม่สูงเมื่อเทียบกับการติดตั้งสายไฟฟ้าของรัฐบาลที่แบ่งตามสัดส่วนการใช้งาน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าที่ต้องการความเร็วรอบต่ำ ๆ ได้ (อัศวเทพ สารปิน และคณะ, 2559)

สรุปผลการวิจัย

การปรับปรุงวงจรของมอเตอร์เครื่องซักผ้าเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กมาก โดยการนำมอเตอร์เครื่องซักผ้ายี่ห้อ TOSHIBA รุ่น S-DD Inverter มาปรับปรุงวงจรขดลวดใหม่ให้ได้กระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นและสามารถชาร์ตเข้าแบตเตอร์รี่ได้ จากการทดลอง ณ บริเวณน้ำตกพุเสด็จ ต.ตะปอเยาะ อ.ยี่งอ จ.นราธิวาส สามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กมาก พบว่า เมื่อปล่อยน้ำผ่านท่อในปริมาตรร้อยละ 50 (ปริมาตรน้ำหนึ่งในสองของท่อ) โดยการต่อวงจรแบบกระแสตรง (DC) มอเตอร์ที่ปรับปรุงวงจรสามารถหาค่ากำลังในการผลิตไฟฟ้าได้เท่ากับ 74.07 วัตต์ และความเร็วรอบสูงสุดเท่ากับ 810.83 รอบ/นาที เมื่อปล่อยน้ำผ่านท่อในปริมาตรร้อยละ 100 (ปริมาตรน้ำเต็มท่อ) โดยการต่อวงจรแบบกระแสตรง (DC) มอเตอร์ที่ปรับปรุงวงจรสามารถหาค่ากำลังในการผลิตไฟฟ้าได้เท่ากับ 124.77 วัตต์ และความเร็วรอบสูงสุดเท่ากับ 810 รอบ/นาที

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากอาจารย์ลุตฟี สือนิ นายฮูเซ็ง ชายดานา และนางสาวนัสรีนา เจ๊ะมะ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีรวมถึงอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณอาจารย์โสภณ เรียงวิวัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคยะลา ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีรวมถึงอำนวยความสะดวกในการใช้ครื่องมือสำหรับทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เครื่องซักผ้าจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์ข้อมูลแห่งประเทศไทย. **ตำบลตะปอเยาะ** (Online). http://Narathiwat. kapook.com/ยี่งอ/ตะปอเยาะ, 25 กรกฎาคม 2561

สถานีตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา. (2561). **สรุปสถานการณ์น้ำประเทศไทย ปี 2561 / Thailand Water Situation in 2018** (Online). http://www.thaiwater.net/current/Yearly Report2018/rain.html, 28 พฤศจกายน 2562

สุวิทย์ เพชรห้วยลึก และ ธวัฒน์ชัย เทพนวล. (2557). "ศักยภาพพลังงานน้ำจากแหล่งน้ำระบบชลประทานเพื่อการผลิตไฟฟ้าในจังหวัดพัทลุง". **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.** 17(3), 203 – 211.

อาคม รวมสุวรรณ. (2557). **เชื้อเพลิงฟอสซิลทำน้ำท่วมโลกอีก 100 ปีนับต่อจากนี้** (Online). https://www.thairath.co.th/content/462723, 27 พฤศจิกายน 2562.

อีลีหย๊ะ สนิโซ. (2553). "พลังงานน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดจิ๋ว : การติดตั้งและทดสอบระบบ ณ มูลนิธิสุข-แก้ว แก้ว แดง". **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.** 13(1), 1 – 9.

อีลีหย๊ะ สนิโซ และฮูเซ็ง ชายดา. (2557). "การพัฒนาไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วที่ระดับน้ำต่ำอย่างง่าย". **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.** 9(1), 31 – 42.

วรณี มังคละศิริ และ สุทิน ปิดตาละโพธิ์. (2561). "การออกแบบกังหันน้ำแบบสกรูอาคีเมดีสสำหรับโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก: กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าขนาดเล็กน้ำหมัน". **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** 26(6), 1050 – 1061.

อัศวเทพ สารปิน, วรจักร์ เมืองใจ และ ธีระศักดิ์ สมศักด. (2559). "การออกแบบและทดสอบสมรรถนะทางเทคนิคของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม่เหล็กถาวร แบบสองโรเตอร์สามสเตเตอร์สำหรับกังหันน้ำแบบไหลขวาง". **วารสารวิชาการปทุมวัน.** 7(19), 15 – 31.

อิทธิพลของระดับน้ำในท่อต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว

The Effect of Water Level on Pico-Hydro Power Generator Performance

มูฮำมัดคอยรี หะยีบากา[1]*, กัรตีนี ยาโงะ[2], นิฟัรฮานาน สะดีกา[2], นัสรู ตืองิ๊ะ[3], ลุตฟี สือนิ[1], อดุลย์สมาน สุขแก้ว[1] และอีลีหย๊ะ สนิโซ[1]

M.Hayibaka[1]*, K.Yangoh[2], N.Sadika[2], N.Tuenga[3], L.Seni[1], A.Sukeaw[1] and E.Saniso[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระดับน้ำในท่อต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว โดยการสร้างฝายกั้นน้ำด้วยปูนซีเมนต์ความสูง 200 เซนติเมตร พร้อมกับติดตั้งท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร ที่ระดับความสูง 90 เซนติเมตร ณ หมู่บ้านลาคอซูแก ต.ตลิ่งชัน อ.บันนังสตา จ.ยะลา ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้มอเตอร์เครื่องซักผ้า ยี่ห้อ โตชิบา รุ่น S - DD GENERATOR ต่อเข้ากับแกนและกังหันน้ำแบบคาปลาน ในระหว่างการทดสอบทำการปรับค่าจำนวนน้ำที่ไหลลงท่อจำนวน 3 ค่า คือ ปล่อยน้ำลงท่อด้วยปริมาณน้ำเต็มท่อ ½ ท่อ และ ¼ ท่อ และทำการวัดความเร็วรอบ ความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า จากการศึกษาพบว่าความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงขึ้นเมื่อระดับน้ำในท่อสูงขึ้น โดยที่ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดมีค่า 516 รอบต่อนาที ที่ระดับน้ำเต็มท่อ และอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.07 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ทั้งนี้การทดสอบที่ระดับน้ำเต็มท่อให้ค่าประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 67.09% ซึ่งมีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 207 โวลต์ 0.18 แอมแปร์ และ 37.26 วัตต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ระดับน้ำในท่อ, สมรรถนะ, เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว

---

[1]อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]นักวิจัย สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

***Corresponding author, E-mail:** muhammadkhoiri.h@yru.ac.th

Abstract

The Objective of this research was to study the effected of water level on performance of pico-hydro power generator. Construct weir with cement had the height of 200 cm and installing PVC pipes diameter of 25 cm at the height of 90 cm above the reference level at La kor Sookae Village, Taling Chan Subdistrict, Bannang Sata District, Yala Province. Which the generator uses the Toshiba brand washing machine model S - DD GENERATOR to connect to the core and the Kaplan turbine. The pico-hydro power generator tested at water level of full pipe, ½ pipe and ¼ pipe. Rotation speed measurement, voltage and current. It was found that increased rotation speed occurrd when the higher water level. The maximum rotation speed about 516 RPM at water level of full pipe and water flow rate of 0.07 m^3/s . The tested at water level of full pipe gave the best result, resulting in maximum generator efficiency of 67.09%. Voltage, current and electric power were 207 V, 0.18 A and 37.26 W, respectively.

Keywords: Water level, Performance, Pico-hydro Power Generator

บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานเพื่อตอบสนองการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นในอัตราที่สูง ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องจัดหาพลังงานในรูปแบบต่างๆ จากต่างประเทศมาใช้และสำรองไว้สำหรับใช้ในอนาคตเป็นจำนวนมาก จากภูมิศาสตร์ของประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นทำให้มีฝนตกชุกและมีป่าไม้อุดมสมบูรณ์เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำลำธารต่างๆ ทั่วทั้งประเทศ การสร้างเขื่อนขนาดใหญ่เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าส่งผลให้ระบบนิเวศวิทยาเปลี่ยนแปลงไป บางปีฝนตกมากแต่พื้นดินไม่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้ทำให้เกิดน้ำท่วมสร้างความเสียหายให้แก่พื้นที่ทางการเกษตรหรือบางปีฝนแล้งเขื่อนไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้สำหรับใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอ

จากปัญหาที่ได้กล่าวข้างต้น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้วางเป้าหมายในการพัฒนาพลังงานทดแทนจากพลังงานน้ำขนาดเล็ก (กำลังผลิตอยู่ระหว่าง 200 kW - 30 MW) ให้ได้ในปริมาณ 376 MW ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan : AEDP2015) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจึงได้ดำเนินงานในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็กที่มีอยู่ภายในประเทศ โดยปัจจุบันโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 22 โครงการ มีกำลังการผลิตรวม 43.32 MW ผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยปีละ 124.32 ล้าน kWh (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2557)

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบกำลังการผลิตรวมในปัจจุบันกับเป้าหมายกำลังการผลิตในอนาคตของพลังงานน้ำขนาดเล็ก จำเป็นต้องมีการสร้างและพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กอีกหลายแห่ง เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตรวมอีกประมาณ 332.68 MW จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่จะพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำ

ขนาดจิ๋ว (กำลังผลิตน้อยกว่า 200 kW) โดยการศึกษาอิทธิพลของระดับน้ำในท่อต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดจิ๋ว เพื่อเป็นอีกทางหนึ่งสำหรับเข้าไปมีส่วนในการผลิตไฟฟ้าและเป็นการตอบสนองตามความต้องการของชุมชนที่ยังขาดไฟฟ้าใช้ อีกทั้งยังเป็นการนำเทคโนโลยีอย่างง่ายที่สามารถหามาได้ในชุมชนมาประยุกต์ใช้



(ก)



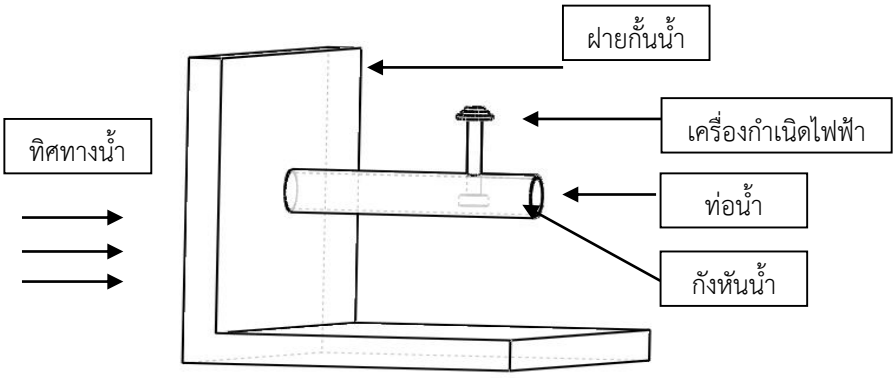
(ข)

รูปที่ 1: (ก) มอเตอร์เครื่องซักผ้ายี่ห้อโตชิบา รุ่น S-DD Generator (ข) กังหันน้ำแบบคาปลาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสำรวจและการเตรียมพื้นที่

ทำการสำรวจพื้นที่ ณ หมู่บ้านลาคอซูแก ต.ตลิ่งชัน อ.บันนังสตา จ.ยะลา และเตรียมพื้นที่สำหรับติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว โดยการสร้างฝายกั้นน้ำด้วยปูนซีเมนต์ความสูง 200 cm พร้อมกับติดตั้งท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 cm ที่ระดับความสูง 90 cm ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2: ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว

2. การออกแบบและการติดตั้ง

ในงานวิจัยเป็นการออกแบบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว โดยการนำมอเตอร์เครื่องซักผ้า ยี่ห้อโตชิบา รุ่น S - DD GENERATOR ดังแสดงในรูปที่ 1(ก) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต่อเข้ากับแกนและกังหันแบบคาปลาน ซึ่งกังหันสร้างขึ้นจากเหล็กแผ่นจำนวน 4 แผ่น ดัดเป็นใบพัดแล้วเชื่อมต่อกับแกนเป็นชุดใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 14 cm. ดังแสดงในรูปที่ 1(ข) ทั้งนี้ใบพัดที่ใช้เป็นลักษณะเดียวกันกับงานวิจัยของอีลีหย๊ะ สนิโซ และคณะ (2555) จากนั้นทำการติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับท่อ PVC ที่อยู่ติดกับฝายกั้นน้ำที่ได้สร้างไว้ก่อนหน้านี้

3. การทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเป็นการทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว โดยการปรับค่าจำนวนน้ำที่ไหลลงท่อจำนวน 3 ค่า คือ ปล่อยน้ำลงท่อด้วยปริมาณน้ำเต็มท่อ ปล่อยน้ำลงท่อด้วยปริมาณน้ำ ½ ของท่อ และปล่อยน้ำลงท่อด้วยปริมาณน้ำ ¼ ของท่อ ในระหว่างการทดสอบทำการวัดความเร็วรอบ ความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า จากการทดสอบนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (η_G) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่วัดได้ กับพลังงานกลของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ธเนศ ไชยชนะ และคณะ, 2554) ดังแสดงในสมการที่ (3)

$$P_{Out} = IV \tag{1}$$

$$P_{in} = 2\pi Nt \tag{2}$$

$$\eta_G = \frac{P_{Out}}{P_{in}} \tag{3}$$

เมื่อ η_G คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (%)

P_{Out} คือ กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (W)

P_{In} คือ พลังงานกลของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (W)

I คือ กระแสไฟฟ้า (A)

V คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)

N คือ ความเร็วรอบ (RPS)

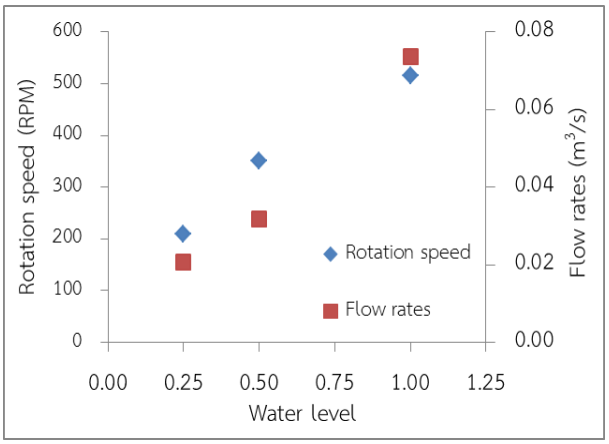
τ คือ แรงบิด (N-m)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในท่อกับค่าต่างๆ ดังนี้

1. ความเร็วรอบ

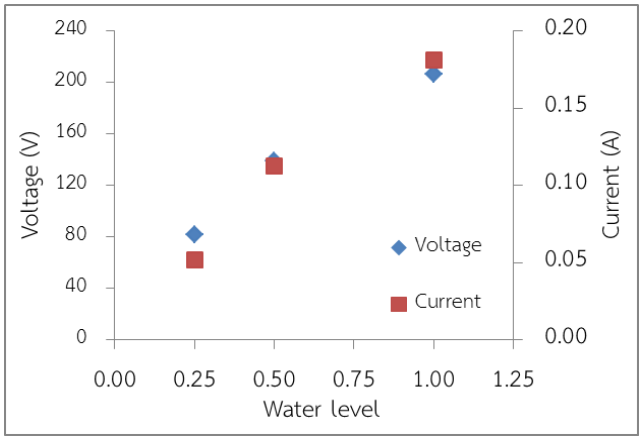
จากผลการวิเคราะห์ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าที่อัตราการไหลของน้ำสูงขึ้นความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะสูงขึ้นด้วย และพบว่าความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงขึ้นเมื่อระดับน้ำในท่อสูงขึ้น เนื่องจากระดับน้ำในท่อมากขึ้น พื้นที่รับแรงน้ำของกังหันมีค่ามากกว่าทำให้รับแรงจากการไหลของน้ำที่มาปะทะกังหันได้ดีกว่า (Abhijit et al., 2012) โดยที่ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดมีค่า 516 RPM ที่ระดับน้ำเต็มท่อ และอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.07 m^3/s ดังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในท่อกับความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอัตราการไหลของน้ำในรูปที่ 3



รูปที่ 3: ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในท่อกับความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอัตราการไหลของน้ำ

2. ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

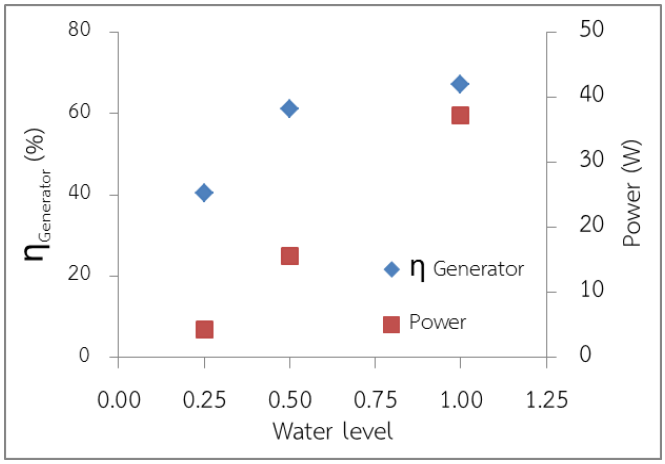
จากผลการวิเคราะห์ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า พบว่าที่ระดับน้ำในท่อสูงขึ้นความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจะสูงขึ้นด้วย เนื่องจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ทำงานดีที่ความเร็วสูง โดยที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 207 V และ 0.18 A ตามลำดับ ที่ระดับน้ำเต็มท่อ ดังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในท่อกับความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในรูปที่ 4



รูปที่ 4: ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในท่อกับความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

3. กำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าจากสมการที่ (1) และประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากสมการที่ (3) พบว่าที่ระดับน้ำในท่อสูงขึ้นกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้ค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอตามระดับน้ำในท่อ แต่ขณะเดียวกันประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อระดับเพิ่มขึ้นจากครึ่งหนึ่งเป็นเต็มท่อ ดังนั้นระดับน้ำในท่อที่เหมาะสมต่อการผลิตไฟฟ้าอยู่ในช่วงระดับน้ำครึ่งท่อถึงระดับน้ำเต็มท่อ โดยที่กำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 37.26 W และ 67.09% ตามลำดับ ที่ระดับน้ำเต็มท่อ ดังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในท่อกับกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรูปที่ 5



รูปที่ 5: ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในท่อกับกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ทั้งนี้ได้ดำเนินการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1 มาวิเคราะห์สมการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระดับน้ำในท่อและอัตราการไหลของน้ำ (Muhammadkhoiri et al., 2018) ตามที่แสดงในสมการที่ (4) (R^2 = 0.9983) และวิเคราะห์สมการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้ากับระดับน้ำในท่อและอัตราการไหลของน้ำตามที่แสดงในสมการที่ (5) (R^2 = 0.9168)

$$\eta_G = 36.82 + 164.73\,(W) - 1827.15\,(Q) \quad (4)$$

$$RMSE = 0.0077$$

$$P_E = 0.017 + 0.36\,(W) - 2.71\,(Q) \quad (5)$$

$$RMSE = 0.0001$$

เมื่อ η_G คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (%)

W คือ ระดับน้ำในท่อ

Q คือ อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s)

P_E คือ กำลังไฟฟ้า (W)

RMSE คือ รากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

ตารางที่ 1: ข้อมูลค่าที่ได้จากการทดลองของอัตราการไหล ความเร็วรอบ ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่ระดับน้ำในท่อต่างๆ

ระดับน้ำในท่อ	ครั้งที่	อัตราการไหล (m^3/s)	ความเร็วรอบ (RPM)	ความต่างศักย์ (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ประสิทธิภาพ (%)
1.00	1	0.07	518	208	0.19	39.52	68.65
	2	0.07	515	205	0.16	32.80	65.02
	3	0.07	516	208	0.18	37.44	67.61
	เฉลี่ย	0.07	516	207	0.18	37.26	67.09
0.50	1	0.03	348	137	0.10	13.70	60.05
	2	0.03	351	139	0.12	16.68	62.24
	3	0.03	352	140	0.11	15.40	61.02
	เฉลี่ย	0.03	350	139	0.11	15.29	61.10
0.25	1	0.02	211	83	0.06	4.98	41.25
	2	0.02	209	81	0.04	3.24	39.38
	3	0.02	211	83	0.05	4.15	40.36
	เฉลี่ย	0.02	210	82	0.05	4.10	40.33

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระดับน้ำในท่อต่อสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว จากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงขึ้นเมื่อระดับน้ำในท่อสูงขึ้น เนื่องจากระดับน้ำในท่อมากขึ้น พื้นที่รับแรงน้ำของกังหันมีค่ามากกว่าทำให้รับแรงจากการไหลของน้ำที่มาปะทะกังหันได้ดีกว่า โดยที่ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดมีค่า 516 RPM ที่ระดับน้ำเต็มท่อ และอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.07 m^3/s

2. ระดับน้ำในท่อที่เหมาะสมต่อการผลิตไฟฟ้าอยู่ในช่วงระดับน้ำครึ่งท่อถึงระดับน้ำเต็มท่อ

3. การทดสอบที่ระดับน้ำเต็มท่อ ให้ค่าประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 67.09% ซึ่งมีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 207 V 0.18 A และ 37.26 W ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายอาหามะ มามะ และนายมะรอมือลี มะแซ ชาวบ้านลาคอซูแก ต.ตลิ่งชัน อ.บันนังสตา จ.ยะลา ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และช่วยเหลือในการทำการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2558). **แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2559 (AEDP2015)** (Online). http://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/AEDP2015.pdf, 6 พฤษภาคม 2562.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2557). ไฟฟ้าพลังน้ำ. ใน **สารานุกรมพลังงานทดแทน.** กรุงเทพมหานคร: มีเดีย เอกซ์เพอร์ทีส อินเตอร์เนชั่นแนล, 261.

อีลีหย๊ะ สนิโซ และคณะ. (2555). "เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วอย่างง่าย : นวัตกรรมสำหรับชนบท". **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้.** 3 (1), 30-36.

ธเนศ ไชยชนะ, อาณัฐ พริกเล็ก และไกรสร เอียดเนตร. (2554). **ภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่นวัตกรรมพลังงานทางเลือกด้านระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กแบบน้ำไหลสำหรับทางน้ำไหลแบบเปิด.** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ภายใต้โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ.

Abhijit Date, Ashwin Date and Aliakbar Akbarzadeh. (2012). "Performance investigation of a simple reaction water turbine for power generation from low head micro hydro resources". **Smart Grid and Renewable Energy.** 3, 239-245.

Muhammadkhoiri Hayibaka, Rotjapun Nirunsin, Churat Tararuk, and Tanate Chaichana. (2018). "Effected of Blade Radius to Characteristics of Undershot Water Wheel". **In The 10th International Conference on Sciences, Technology and Innovation for Sustainable Well-Being (STISWB 2018)**. Vientiane, Lao PDR.

การเพิ่มสมรรถนะกระบวนการสกัดสีย้อมธรรมชาติจากดินและพืชท้องถิ่นยะลา พร้อมพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติเพื่อให้การติดสีมีความสดและติดทน

Enhancement in Natural Dye Extraction from Yala Local Soil and Plants together with Development Natural Dyeing Process for the Freshness and Durability

อรวรรณ ทิพย์มณี[1*], ฮาลีเม๊าะ นิตา[2], อนิศดา มะนุง[2]

Orawan Thipmanee[1*], Halemoh Nita[2], Anisda Manung[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการสกัดและตรวจองค์ประกอบทางเคมีของดินและพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นยะลา ซึ่งให้สีธรรมชาติที่สวยงาม ได้แก่ ดินมายา ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู พร้อมศึกษาวิธีการย้อมสีธรรมชาติให้สีติดทนและสีสดบนผ้า 5 ชนิด (ผ้าเรยอง ผ้าลินิน ผ้ามัสลิน ผ้าคอตตอน และผ้าโทเร) โดยได้ย่อยตัวอย่างดินมายาด้วยวิธีการย่อยแบบเปียกและตรวจวิเคราะห์หาเหล็กในรูปของเหล็กออกไซด์ที่ให้สีน้ำตาลแดงในดินมายาด้วยเทคนิคเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี พบว่าในดินมายามีปริมาณเหล็กค่อนข้างสูงเท่ากับ 8.30 พีพีเอ็ม และตรวจหาความยาวคลื่นของหมู่โครโมฟอร์ที่ให้สีในพืชด้วยวิธีการสกัดที่เหมาะสมโดยตรวจวัดสเปกตรัมด้วยเทคนิคยูวี-วิซิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี พบว่าการสกัดสีจากพืชด้วยเครื่องอัลตราซาวด์โพรบจะให้ประสิทธิภาพการสกัด สีธรรมชาติดีที่สุดและสอดคล้องกับค่ากราวิเมตริก โดยค่าความยาวคลื่นของหมู่โครโมฟอร์ที่ให้สีของดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลูมีค่าเท่ากับ 626, 430, 285 และ 288 นาโนเมตร และค่ากราวิเมทริกมีค่าเท่ากับ 1, 10, 2 และ 13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับขั้นตอนการย้อมสีธรรมชาติให้มีความสดและสีติดทนบนผ้าได้ดีทำได้โดยการใช้สารช่วยย้อมชนิดสารธรรมชาติที่หาได้ง่ายและราคาไม่แพงอีกทั้งไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: สีธรรมชาติ ดินมายา พืชท้องถิ่น โครโมฟอร์ สารช่วยย้อม

---

[1]อาจารย์สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษาสาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** orawan.t@yru.ac.th

Abstract

This research has studied the the extraction method and chemical composition of natural coloration of maya soil, butterfly pea, turmeric, torch ginger and betel leaf for enhancing the lasting color and freshness on five fabrics which are fabric rayon, linen, muslin, cotton and tore. Iron of iron oxide which provided the red brown color in the maya soil was digested based on wet method and measured by using atomic absorption spectrophotometry that found 8.30 ppm. UV-visible spectrophotometry was detected the wavelength of chromophore giving color in plants based on ultrasound probe which gave the good performance of extraction that 626, 430, 285 and 288 nm in the butterfly pea, turmeric, torch ginger and betel leaf, and also corresponding to gravimetric value of 1, 10, 2 and 13 percentage, respectively. The natural disperse dyes in dyeing process provided fresh and long lasting fabric straining dye of the natural. That means a natural substance can further be improved the freshness with long lasting and *does not have* negative *effects* on the *environment.*

Keywords: Natural color, Maya soil, Local plant, Chromophore, Disperse dye

บทนำ

สีธรรมชาติเป็นสีที่สกัดได้จากวัตถุดิบของแหล่งธรรมชาติ เช่น พืช สัตว์ และแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นมาจากกระบวนการตามธรรมชาติและมีบทบาทเกี่ยวข้องกับวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์มายาวนานนับตั้งแต่ สมัยโบราณมนุษย์ได้เรียนรู้ที่จะนำสีจากธรรมชาติมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น ทาสีตามร่างกาย สีของภาชนะเครื่องปั้นดินเผา ย้อมสิ่งทอ เครื่องใช้ เครื่องนุ่งห่ม ภาพวาดฝาผนัง และเป็นส่วนประกอบในพิธีกรรมตามความเชื่อของแต่ละท้องถิ่น การย้อมสีธรรมชาติซึ่งเป็นหนึ่งในภูมิปัญญาท้องถิ่นจึงได้รับการสนับสนุนมากขึ้นจากทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและประชาชนทั่วไป เนื่องจากปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดจากการใช้สีสังเคราะห์และสารเคมีอันตรายรวมทั้งสารเคมีที่ตกค้างและปนเปื้อนในน้ำทิ้งจากกระบวนการฟอกย้อมจะทำให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำธรรมชาติ ปัญหาความปลอดภัยและผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานฟอกย้อมซึ่งเกิดจากการสัมผัสกับสารเคมีและบางประเภทที่เป็นสารก่อมะเร็ง (Mounteer et al., 2019) แต่ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของสีย้อมผ้าจากธรรมชาติคือสีซีดเร็วและมีความคงทนต่อแสงต่ำทำให้ย้อมได้สีไม่เข้ม ไม่สามารถผลิตได้ในปริมาณมาก ไม่สามารถผลิตสีตามที่ตลาดต้องการและคุณภาพการย้อมสีธรรมชาติควบคุมได้ยาก นอกจากนี้พบว่าในการย้อมสีธรรมชาติถ้าไม่มีวิธีการและจิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนย่อมจะกลายเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมได้

ปัจจุบันในจังหวัดยะลามีกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหลายกลุ่มได้พัฒนางานฝีมือโดยการใช้สีย้อมธรรมชาติจากดินและพืชสมุนไพรท้องถิ่น เช่น ดินมายา แก่นขนุน เปลือกมังคุด แต่มีปัญหาในการเลือกและจัดหาวัตถุดิบธรรมชาติ ที่ให้สีสวยงาม ปัญหาที่สำคัญคือสีติดไม่ทน สีไม่สด คุณภาพสีในการย้อมแต่ละครั้งต่ำ สีสามารถชีดจางและมีความคงทนต่อแสงต่ำทำให้สีจากวัตถุดิบธรรมชาติไม่เป็นที่นิยมของกลุ่มผู้ผลิต คุณภาพการย้อมสีธรรมชาติขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการที่ควบคุมได้ยากทั้งนี้เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิดที่นำมาสกัดทำสีย้อมจากธรรมชาติมีการติดสีและความคงทน ต่อการขัดถูหรือแสงไม่เท่ากันและขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและเส้นใยของผ้าที่นำมาใช้ย้อม (Ali et al., 2016)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะพัฒนาสมรรถนะการสกัดสีธรรมชาติจากดินและพืชที่มีความเป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่นยะลา ได้แก่ ดินมายาซึ่งเป็นดินที่มีสีน้ำตาลแดงสวยงามซึ่งพบในวัดถ้ำของจังหวัดยะลาเพียงแห่งเดียว และพืชท้องถิ่นที่ให้สีสวยงาม ได้แก่ ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู ร่วมกับพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติให้มีความสดและติดทนพร้อมทั้งมีการตรวจองค์ประกอบทางเคมีที่ให้สีธรรมชาติเพื่อเป็นข้อมูลช่วยเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ย้อมสีธรรมชาติที่จะมีตลาดส่งออกนอกพื้นที่ต่อไปในอนาคตด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการสกัดที่มีประสิทธิภาพจากดินและพืชของท้องถิ่นยะลา พร้อมศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสีธรรมชาติ คือ เหล็กในดินมายาที่ให้สีน้ำตาลแดงเข้มและความยาวคลื่นของหมู่โครโมฟอร์ที่ให้สีของดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู และการทำให้สีธรรมชาติติดทนและมีสีสดสวยงามบนผ้า 5 ชนิด คือ ผ้าเรยอง ผ้าลินิน ผ้ามัสลิน ผ้าคอตตอน และผ้าโทเร พร้อมศึกษาสารติดสี 2 ชนิดคือสารติดสีธรรมชาติ ได้แก่ น้ำขี้เถ้า น้ำมะขามเปียก น้ำมะนาว น้ำมะกรูด และสารติดสีเคมี ได้แก่ น้ำปูนใส เกลือ สารส้ม เฟอร์รัสซัลเฟต

การตรวจวัดโลหะหนักด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี

การวิเคราะห์โลหะหนักด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรีสามารถทำได้ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยอาศัยการเกิดอะตอมมิกแอบซอร์พชันซึ่งเป็นกระบวนการดูดกลืนแสงโดยอะตอมอิสระธาตุแต่ละชนิด จะดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นจำเพาะและใช้พลังงานตรงกับความยาวคลื่นนี้เพื่อเกิดการทรานซิชันไปที่สถานะกระตุ้น ทำให้ปริมาณแสงที่ออกจากแหล่งกำเนิดตกกระทบเครื่องวัดแสงลดลง (Islam et al., 2016) งานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรไฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น A7000 เพื่อวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของของโลหะหนักในดินมายา

การตรวจวัดสเปกตรัมของรงค์วัตถุพืชด้วยเทคนิคยูวี-วิซิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี

การตรวจวัดความยาวของหมู่โครโมฟอร์ที่ให้สีในพืชด้วยวิธีการสกัดที่เหมาะสมและตรวจวัดสเปกตรัมด้วยเครื่องยูวี-วิซิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Jasco รุ่น 750 โดยการเตรียมสารละลายใสของน้ำสีจากพืชธรรมชาติ ด้วยวิธีการสกัดต่างๆ

การย่อยดินมายา

การวิเคราะห์โลหะหนักด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์นั้นจำเป็นต้องย่อยตัวอย่างให้ได้สารละลายใสด้วยกรดเพื่อให้เกิดไอออนของโลหะโดยจะเกิดการสลายพันธะและโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ (Abata et al., 2019) งานวิจัยนี้ใช้วิธีการย่อยตัวอย่างดินมายาด้วยวิธีการย่อยแบบเปียกโดยชั่งดินมายา 0.5 กรัม เติมกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากัน กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ปรับปริมาตรสารละลายเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำปราศจากไอออนที่มีกรดไนตริก 1 เปอร์เซ็นต์

การสกัดสีธรรมชาติจากพืช

สำหรับการตรวจหาความยาวคลื่นของหมู่โครโมฟอร์ที่ให้สีจากพืชธรรมชาติจำเป็นต้องสกัดรงค์วัตถุที่ให้สีออกมาในรูปสารละลายใส โดยได้ศึกษาวิธีการสกัด 3 วิธี

วิธีที่ 1 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย

ชั่งตัวอย่างพืช 1.00 กรัม เติมอะซิโตน 1 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน จากนั้นกรองและปรับปริมาตรสารละลาย ให้ได้ 50 มิลลิลิตร ด้วย 0.01 โมลาร์ของอะซิโตน แล้วจึงนำสารละลายใสไปวัดสเปกตรัมด้วยเครื่องยูวี-วิซิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์

วิธีที่ 2 การสกัดโดยใช้อัลตราโซนิก

ชั่งตัวอย่างพืช 1.00 กรัม เติมน้ำปราศจากไอออน 50 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์แล้วนำไปวางในเครื่องอัลตราโซนิกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำสารละลายใสไปวัดสเปกตรัม

วิธีที่ 3 การสกัดโดยใช้อัลตราซาวด์โพรบ

ชั่งตัวอย่างพืช 1.00 กรัม เติมน้ำปราศจากไอออน 50 มิลลิลิตร จุ่มโพรบลงในตัวทำละลาย (สภาวะที่ใช้คือความถี่ 80 เฮิรตซ์) เป็นเวลา 15 นาที กรองสารละลายแล้วนำสารละลายใสไปวัดสเปกตรัม

กราวิเมทตริกของพืช

กราวิเมทตริกของพืชจะเป็นพารามิเตอร์ที่ช่วยยืนยันถึงประสิทธิภาพของเทคนิคที่ใช้สกัดโดยจะรายงานเป็น ค่าเปอร์เซนต์ผลผลิตของสีธรรมชาติ คำนวณหาน้ำหนักกากของพืชที่ได้หลังการสกัดทั้ง 3 วิธีข้างต้น โดย

ชั่งน้ำหนักพืช ที่ได้จากการสกัดแล้วนำมาวางบนกระจกนาฬิกาที่ทราบน้ำหนัก จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนักของพืช คำนวณกราวิเมทตริกของพืชจากสูตร

$$\% \text{ ผลผลิตของสีธรรมชาติ} = \frac{\text{สารสกัดจากการย้อมสีธรรมชาติ (กรัม)}}{\text{ปริมาณของพืชที่ใช้ (กรัม)}} \times 100$$

การย้อมสีธรรมชาติจากดินมายา ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู

เนื่องจากสีธรรมชาติที่นำมาย้อมมีคุณสมบัติในการให้สีต่างกันและจำเป็นต้องใส่สารติดสีเพื่อให้ได้สีที่สดและ ติดทนนานบนผ้า งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสารติดสีที่เป็นธรรมชาติและสารเคมี โดยขั้นตอนการย้อมสีคือการชั่งตัวอย่างวัตถุดิบ จากธรรมชาติคือดินมายา ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู (900, 300, 80, 400 และ 42 กรัม) ล้างวัตถุดิบ ที่เป็นพืชให้สะอาดแล้วนำมาสับหรือขยี้ให้ละเอียด นำวัตถุดิบแต่ละชนิดใส่ในกะละมัง เติมน้ำ 1 ลิตร ต้มให้เดือด เป็นเวลา 45 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นและกรอง จากนั้นใส่สารติดสีในน้ำสีและคนให้เข้ากัน นำผ้าใส่ในน้ำสีธรรมชาติแล้วค่อยๆเร่งอุณหภูมิถึงจุดเดือดแล้วพลิกไป-มาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำผ้าผึ่งที่ร่มให้แห้ง

การเพิ่มความติดทนของสีบนผ้า (การผนึกสี)

การย้อมสีธรรมชาติให้ติดทนบนผ้านั้นจำเป็นต้องมีขั้นตอนการผนึกสีเพื่อให้โมเลกุลของของสีติดกับเส้นใยเซลลูโลสของเนื้อผ้าได้ดี โดยใส่คอปเปอร์ซัลเฟต 2 กรัม แล้วกวนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจึงแช่ผ้าเป็นเวลา 10 นาที โดยพลิกกลับไปมาอย่างสม่ำเสมอแล้วนำผ้าขึ้นและนำตากให้แห้งกลางแจ้ง

การทดสอบความคงทนของสี

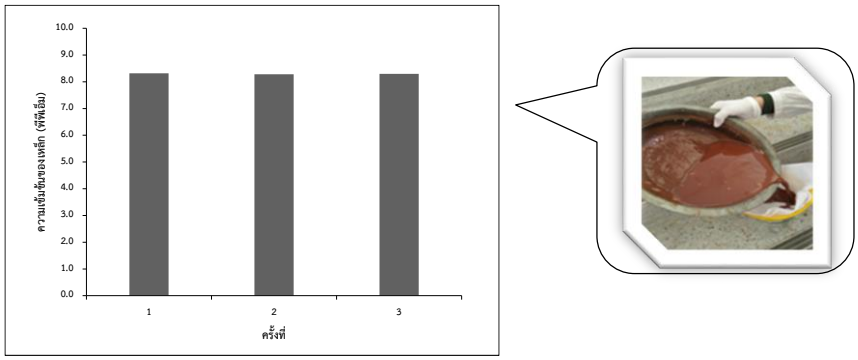
ความคงทนของสีบนเนื้อผ้าสามารถทดสอบได้โดยการซักหลายๆครั้งจนสังเกตพบว่าสีคงที่พร้อมบันทึกสีที่ได้ (Nattaya et al, 2013)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการย่อยดินมายาและการสกัดสีจากพืชด้วยวิธีที่เหมาะสมเพื่อหาองค์ประกอบทางเคมี (เหล็ก) ในดินมายาและช่วงความยาวคลื่นของหมู่โครโมฟอร์ที่ให้สีของพืชในท้องถิ่น และกราวิเมทริกเพื่อหาน้ำหนักกากของพืช จากนั้นจึงศึกษาวิธีการย้อมสีธรรมชาติจากดินมายาและพืชโดยใช้ผ้า 5 ชนิด โดยในขั้นตอนการย้อมจะใช้สารช่วยย้อม 2 ประเภท คือ สารติดสีธรรมชาติที่ราคาถูกและหาได้ง่ายในท้องถิ่นกับสารติดสีเคมีเพื่อพัฒนาให้สีที่ติดบนผ้ามีความสดและติดทนต่อการซักและแสงแดด

ผลการศึกษาหาปริมาณธาตุเหล็กในดินมายา

จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็กในดินมายาโดยใช้วิธีการย่อยแบบเปียกด้วยกรดเปอร์คลอริกพบว่าในดินมายามีธาตุเหล็กในรูปของเหล็กออกไซด์เป็นองค์ประกอบซึ่งให้สีน้ำตาลแดงและตรวจพบเหล็กในปริมาณค่อนข้างสูงเท่ากับ 8.30 พีพีเอ็ม (ภาพประกอบที่ 1) จึงทำให้สีย้อมจากดินมายามีสีน้ำตาลแดงเข้มสวยงาม

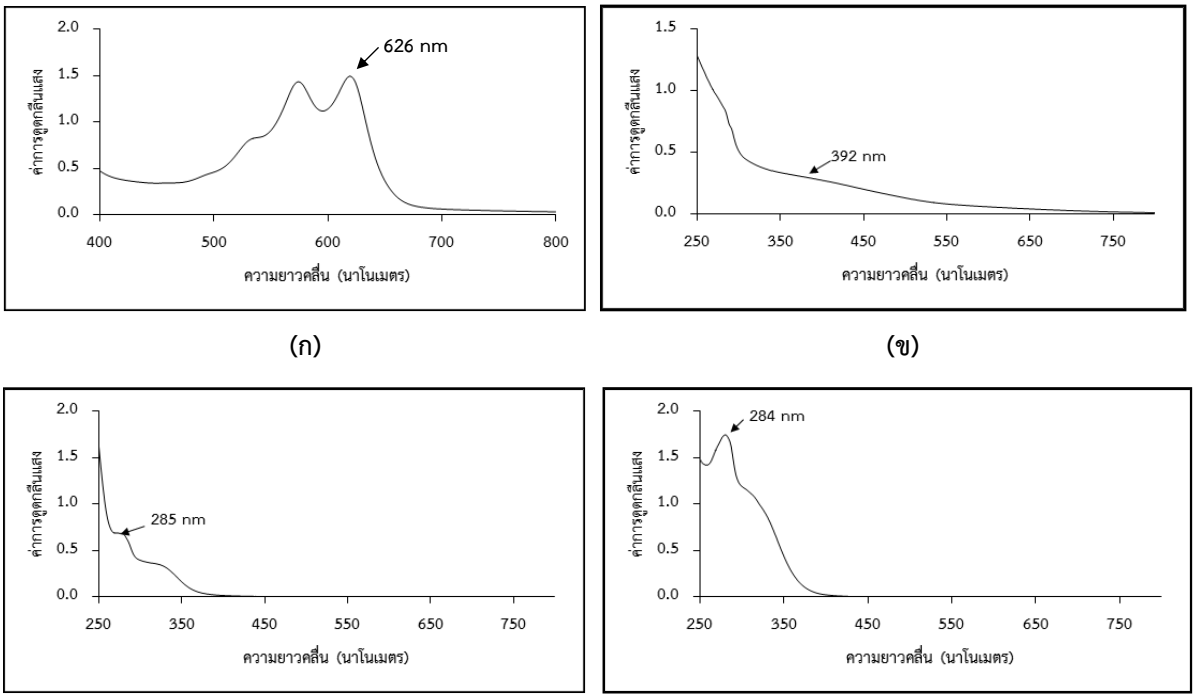


ภาพประกอบที่ 1 ปริมาณเหล็กในดินมายา

ผลการศึกษาความยาวคลื่นของหมู่โครโมฟอร์ที่ให้สีในพืชธรรมชาติ

วิธีที่ 1 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

จากการตรวจหาความยาวคลื่นของหมู่โครโมฟอร์ที่ให้สีของพืช 4 ชนิด ได้แก่ ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์คืออะซิโตนที่มีความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ จากภาพประกอบที่ 2 พบว่าสเปกตรัมที่ได้จะมีรูปร่างต่างกันและให้ค่าความยาวคลื่นของรงค์วัตถุที่ให้สีที่ความยาวคลื่นต่างกัน นั่นคือจะปรากฏที่ความยาวคลื่น 626, 392, 285 และ 284 นาโนเมตร ตามลำดับ



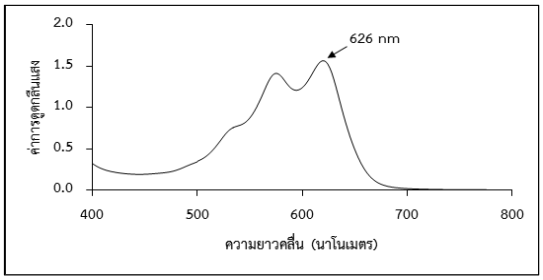
(ก) **(ข)**

(ค) **(ง)**

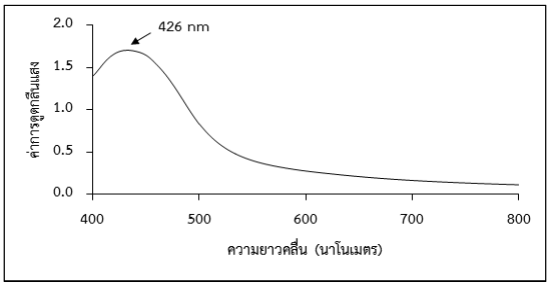
ภาพประกอบที่ 2 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของดอกอัญชัน (ก) ขมิ้น (ข) ดอกดาหลา (ค) และใบพลู (ง)

วิธีที่ 2 การสกัดด้วยเครื่องอัลตราโซนิก

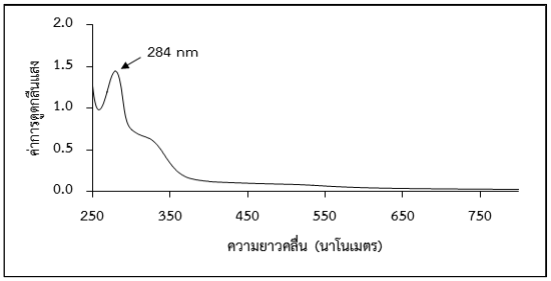
จากการตรวจหาช่วงความยาวคลื่นของหมู่โครโมฟอร์ของพืชที่ให้สี 4 ชนิด ได้แก่ ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู พบว่าสเปกตรัมจะมีรูปร่างต่างกันและให้ค่าความยาวคลื่นของรงค์วัตถุที่ให้สีที่ความยาวคลื่นต่างกัน นั่นคือ จะปรากฏที่ความยาวคลื่น 626, 426, 284 และ 284 นาโนเมตร ตามลำดับ (ภาพประกอบที่ 3)



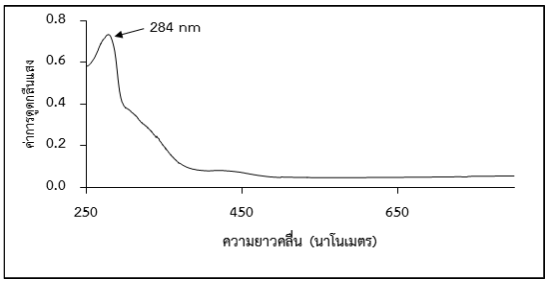
(ก)



(ข)



(ค)

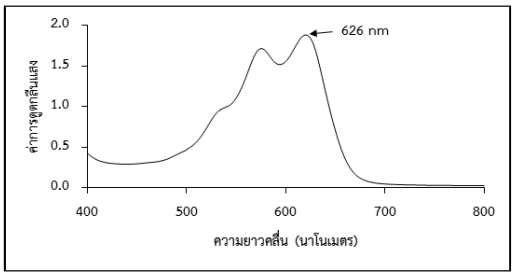


(ง)

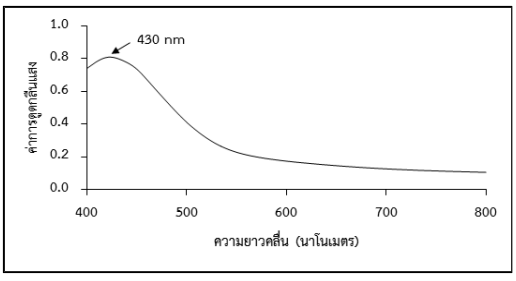
ภาพประกอบที่ 3 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของดอกอัญชัน (ก) ขมิ้น (ข) ดอกดาหลา (ค) และใบพลู (ง)

วิธีที่ 3 การสกัดด้วยเครื่องอัลตราซาวด์โพรบ

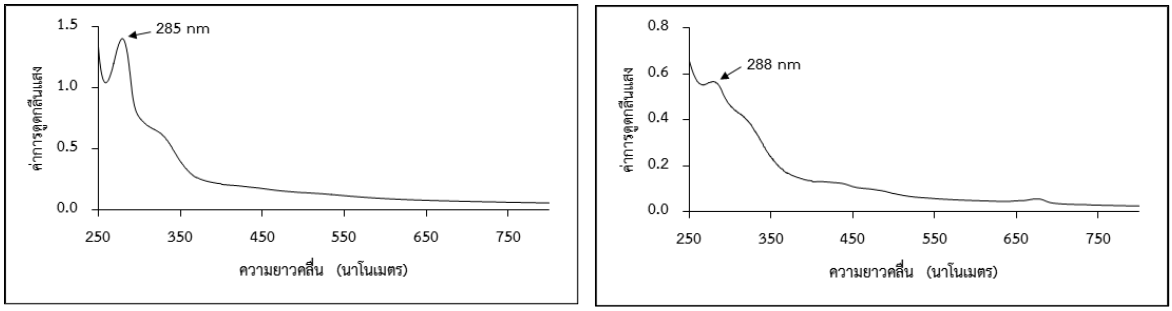
จากการตรวจหาช่วงความยาวคลื่นของหมู่โครโมฟอร์ของพืชที่ให้สี 4 ชนิด ได้แก่ ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู จากภาพประกอบที่ 4 พบว่าสเปกตรัมจะมีรูปร่างต่างกันและให้ค่าความยาวคลื่นของรงค์วัตถุ ที่ให้สีที่ความยาวคลื่นต่างกันนั่นคือจะปรากฏที่ความยาวคลื่น 626, 430, 285 และ 288 นาโนเมตร ตามลำดับ



(ก)



(ข)



(ค) **(ง)**

ภาพประกอบที่ 4 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของดอกอัญชัน (ก) ขมิ้น (ข) ดอกดาหลา (ค) และใบพลู (ง)

ผลการศึกษากราวิเมทตริก

จากการศึกษากราวิเมทตริกของพืชที่ให้สี 4 ชนิด ได้แก่ ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลูที่ได้จากการสกัดทั้ง 3 วิธี ผลจากการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสีธรรมชาติพบว่าวิธีการสกัดด้วยเครื่องอัลตราซาวด์โพรบ มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายและการสกัดด้วยเครื่องอัลตราโซนิก เนื่องความแรงจากการสั่นของโพรบด้วยความถี่และเวลาที่เหมาะสมจะสามารถสกัดรงค์วัตถุของพืชออกมาได้มาก และภายหลังการสกัดพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตน้อยที่สุดนั่นคือสามารถสกัดรงค์วัตถุได้ดีที่สุด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสีธรรมชาติจากการสกัดด้วยตัวทำละลาย เครื่องอัลตราโซนิก และเครื่องอัลตราซาวด์โพรบ

ชนิดของพืช	ปริมาณของพืชที่ใช้ (กรัม)	สารสกัดจากการย้อมสี (กรัม)	% ผลผลิตของสีธรรมชาติ
การสกัดด้วยตัวทำละลาย			
ดอกอัญชัน	1.00	0.04	4
ขมิ้น		0.10	10
ดอกดาหลา		0.06	6
ใบพลู		0.13	13
การสกัดด้วยเครื่องอัลตราโซนิก			
ดอกอัญชัน	1.00	0.06	6
ขมิ้น		0.20	20
ดอกดาหลา		0.08	8
ใบพลู		0.18	18
การสกัดด้วยเครื่องอัลตราซาวด์โพรบ			
ดอกอัญชัน	1.00	0.01	1
ขมิ้น		0.10	10
ดอกดาหลา		0.02	2
ใบพลู		0.13	13

ผลการย้อมสีจากดินมายาและพืชธรรมชาติ

จากการย้อมสีธรรมชาติจากดินมายาและพืช 5 ชนิด ได้แก่ ดินมายา ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และ ใบพลู โดยใช้สารติดสี 2 ประเภท ได้แก่ สารติดสีธรรมชาติและสารติดสีจากสารเคมี และเปรียบเทียบชนิดของผ้าที่แตกต่างกัน 5 ชนิด เพื่อที่จะให้เส้นใยผ้ามีสีที่สม่ำเสมอและคงทนต่อการซักได้มากที่สุด โดยในการย้อมจะมีแบลงค์ของผ้าที่ไม่ใส่สารติดสีในขั้นตอนการย้อมสีเพื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ใส่สารติดสี พบว่าชนิดของผ้าและสารติดสีที่ดีที่สุด จากการย้อมสีด้วยดินมายา ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู คือ ผ้าคอตตอน ผ้าลินิน ผ้าเรยอง ผ้าลินิน และผ้าโทเร โดยใช้สารติดสีเป็นน้ำขี้เถ้า เกลือแกง สารส้ม น้ำมะนาว และน้ำขี้เถ้า ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการย้อมสีธรรมชาติโดยใส่สารติดสีธรรมชาติและสารเคมีในขั้นตอนการย้อม

ชนิดของผ้า	**ผ้าเรยอง**	**ผ้าลินิน**	**ผ้ามัสลิน**	**ผ้าคอตตอน**	**ผ้าโทเร**
สารติดสี / ตัวอย่าง	**สารธรรมชาติ**				
	สารเคมี				
ดินมายา	น้ำมะขามเปียก	น้ำมะขามเปียก	น้ำมะขามเปียก	**น้ำขี้เถ้า**	น้ำมะขามเปียก
	สารส้ม	สารส้ม	น้ำปูนใส	น้ำปูนใส	สารส้ม

ตารางที่ 2 ผลการย้อมสีธรรมชาติโดยใส่สารติดสีธรรมชาติและสารเคมีในขั้นตอนการย้อม (ต่อ)

ชนิดของผ้า	**ผ้าเรยอง**	**ผ้าลินิน**	**ผ้ามัสลิน**	**ผ้าคอตตอน**	**ผ้าโทเร**
สารติดสี / ตัวอย่าง	**สารธรรมชาติ**				
	สารเคมี				
ดอกอัญชัน	น้ำมะกรูด	น้ำมะกรูด	น้ำมะกรูด	น้ำมะกรูด	น้ำมะนาว
	สารส้ม	**เกลือแกง**	เกลือแกง	สารส้ม	เกลือแกง
ขมิ้น	น้ำมะขามเปียก	น้ำมะนาว	น้ำมะนาว	น้ำมะนาว	น้ำมะนาว
	สารส้ม	สารส้ม	สารส้ม	สารส้ม	สารส้ม
ดอกดาหลา	น้ำมะกรูด	**น้ำมะนาว**	น้ำมะกรูด	น้ำมะนาว	น้ำมะนาว
	สารส้ม	สารส้ม	น้ำปูนใส	สารส้ม	สารส้ม
ใบพลู	น้ำมะขามเปียก	น้ำมะกรูด	น้ำมะกรูด	น้ำมะกรูด	**น้ำขี้เถ้า**
	เฟอร์รัสซัลเฟต	เฟอร์รัสซัลเฟต	เฟอร์รัสซัลเฟต	เฟอร์รัสซัลเฟต	สารส้ม

ผลการเพิ่มการติดทนของสีบนผ้า (การผนึกสี)

การผนึกสีจะช่วยให้ผ้าติดสีได้ดีขึ้นสีไม่ซีดจางและช่วยให้สีบนผ้ามีความสดนานขึ้นโดยใช้สารคอปเปอร์ซัลเฟต ทำหน้าที่เป็นสารผนึกสีซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยากับเซลลูโลสเกิดเป็นโครงสร้างร่างแห สีย้อมจึงถูกกักขังไว้ภายในโครงสร้างร่างแหช่วยทำให้สีย้อมมีความคงทนต่อการซักเพิ่มขึ้น โดยใช้เวลาในการผนึกสีเพียง 10 นาที ในการผนึกสีจะมีแบลงค์ของผ้าที่ไม่ใส่สารติดสีในขั้นตอนการย้อมสีเพื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ใส่สารติดสี จากตารางที่ 3 และ 4 พบว่าชนิดของผ้าและสารติดสีที่ดีที่สุดจากการย้อมสีด้วยดินมายา ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู คือ ผ้าคอตตอน ผ้าเทโร ผ้าเรยอง ผ้าเรยอง และผ้าโทเร โดยสารติดสีที่ดีคือสารติดสีธรรมชาติ ได้แก่ น้ำมะกรูด น้ำขี้เถ้า น้ำมะขามเปียก น้ำขี้เถ้า และน้ำขี้เถ้า ตามลำดับ โดยพบว่าผ้าที่ได้จะมีสีที่ติดแน่นกับเส้นใยของเนื้อผ้าและมีสีที่สวยงามสม่ำเสมอ

ตารางที่ 3 ผลการเพิ่มการติดทนของสีบนผ้า (การผนึกสี)

ชนิดของผ้า	**ผ้าเรยอง**	**ผ้าลินิน**	**ผ้ามัสลิน**	**ผ้าคอตตอน**	**ผ้าโทเร**
สารติดสี / ตัวอย่าง	**สารธรรมชาติ**				
	สารเคมี				
ดินมายา	น้ำขี้เถ้า	น้ำขี้เถ้า	น้ำขี้เถ้า	**น้ำมะกรูด**	น้ำมะนาว
	เกลือแกง	สารส้ม	เกลือแกง	เกลือแกง	เกลือแกง
ดอกอัญชัน	น้ำมะนาว	น้ำมะนาว	น้ำมะนาว	น้ำขี้เถ้า	**น้ำขี้เถ้า**
	น้ำปูนใส	สารส้ม	เฟอร์รัสซัลเฟต	เฟอร์รัสซัลเฟต	น้ำปูนใส
ขมิ้น	**น้ำมะขามเปียก**	น้ำมะขามเปียก	น้ำมะกรูด	น้ำมะขามเปียก	น้ำมะกรูด
	เกลือแกง	สารส้ม	เฟอร์รัสซัลเฟต	เฟอร์รัสซัลเฟต	สารส้ม
ดอกดาหลา	**น้ำขี้เถ้า**	น้ำขี้เถ้า	น้ำมะกรูด	น้ำขี้เถ้า	น้ำมะนาว
	เกลือแกง	สารส้ม	เฟอร์รัสซัลเฟต	สารส้ม	เฟอร์รัสซัลเฟต
ใบพลู	น้ำขี้เถ้า	น้ำขี้เถ้า	น้ำขี้เถ้า	น้ำขี้เถ้า	**น้ำขี้เถ้า**
	เกลือแกง	น้ำปูนใส	เกลือแกง	น้ำปูนใส	สารส้ม

ตารางที่ 4 ลักษณะผ้าที่ย้อมสีธรรมชาติแล้วได้สีที่สดและติดทนบนผ้าด้วยสารติดสีธรรมชาติ

สีธรรมชาติ	ลักษณะผ้าที่ย้อมสีธรรมชาติ	ชนิดของผ้า	สารติดสีชนิดสารธรรมชาติ
ดินมายา		ผ้าคอตตอน	น้ำมะกรูด
ดอกอัญชัน		ผ้าโทเร	น้ำขี้เถ้า
ขมิ้น		ผ้าเรยอง	น้ำมะขามเปียก
ดอกดาหลา		ผ้าเรยอง	น้ำขี้เถ้า
ใบพลู		ผ้าโทเร	น้ำขี้เถ้า

ผลิตภัณฑ์มัดย้อมจากสีธรรมชาติท้องถิ่นยะลา

จากการพัฒนาวิธีการสกัดสีธรรมชาติจากดินมายาและพืชท้องถิ่นด้วยวิธีที่เหมาะสมนั่นคือการย่อยดินมายา ด้วยวิธีการย่อยแบบเปียกและสกัดรงค์วัตถุจากพืชด้วยเครื่องอัลตร้าซาวด์โพรบ พร้อมใช้วิธีการย้อมผ้าโดยใส่สารติดสีธรรมชาติในขั้นตอนการย้อมผ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการติดสีบนเนื้อผ้า จากภาพประกอบที่ 5 เป็นตัวอย่างการใช้สีน้ำตาลแดงเข้มจากดินมายาเพื่อย้อมผ้าคอตตอลและใช้สารติดสีธรรมชาติชนิดน้ำมะกรูด พบว่าถุงผ้ามัดย้อมด้วยสีจากดินมายามีสีน้ำตาลแดงเข้มที่สดสวยงามและสีติดทนนาน



ภาพประกอบที่ 5 ผลิตภัณฑ์ถุงผ้ามัดย้อมจากสีธรรมชาติของดินมายา

สรุปผลการวิจัย

การเพิ่มสมรรถนะกระบวนการสกัดสีย้อมธรรมชาติจากดินและพืชในท้องถิ่นยะลาพร้อมพัฒนากระบวนการ ย้อมสีธรรมชาติ (ดินมายา ดอกอัญชัน ขมิ้น ดอกดาหลา และใบพลู) ให้ได้สีที่มีความสดและติดทนบนผ้าชนิดต่างๆ ได้แก่ ผ้าเรยอง ผ้าลินิน ผ้ามัสลิน ผ้าคอตตอน และผ้าโทเร พบว่าการย่อยดินมายาด้วยวิธีการย่อยแบบเปียกเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และใช้สารเคมีปริมาณน้อย โดยตรวจพบปริมาณเหล็กค่อนข้างสูงซึ่งเป็นองค์ประกอบหลัก ที่ให้สีในดินมายาทำให้ได้สีน้ำตาลแดงเข้มสวยงาม สำหรับการสกัดรงค์วัตถุจากพืชธรรมชาติด้วยเครื่องอัลตราซาวด์โพรบซึ่งมีประสิทธิภาพสูงทำให้ได้สเปกตรัมที่คมชัดมากที่สุดและสอดคล้องกับค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของพืชที่มีค่าน้อยที่สุด และเมื่อนำสีธรรมชาติที่สกัดได้ด้วยอัลตราซาวด์โพรบไปย้อมผ้าประเภทต่างๆพบว่าสารติดสีธรรมชาติจะช่วยให้ผ้าที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติมีความสวยงามนั่นคือสีมีความสดและติดทนต่อการซักหรือแสงแดด อีกทั้งยังช่วยลดการใช้สารเคมีที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่สนับสนุนทุนวิจัยและเครื่องมืออุปกรณ์ทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปถ่ายทอดให้แก่ชุมชนท้องถิ่นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Abata, Emmanuel O., Ogunkalu, Oluwasanmi D., Adeoba, Adewale A. and Oluwasina, Emmanuel O. (2019). Evaluation of the heavy metals in tonic creams using the wet acid and dry ashing methods. **Earthline Journal of Chemical Sciences**. 1(Januarya), 37-43.

Ali, Shaukat. , Jabeen, Sobia. , Hussain, Tanveer. , Noor, Sadia and Habibah, Umme. (2016). Optimization of extraction condition of natural dye from pomegranate peels using response surface methodology. **International Journal of Engineering Sciences & Research Technology**. 5(July),
542-548.

Islam, Rafiquel., Foisal, Jannat., Zaman, Hasanuz., Rahman, Musrat., Lisa, Laisa A. and Paul, Kumar. (2016). Pollution assessment and heavy metal determination by AAS in waste water collected from Kushtia industrial zone in Bangladesh. **African Journal of Environmental Science and Technology**. 1(January), 9-17.

Mounteer, Ann H., Arcanjo, Gemima G., Coimbra, Eder Carlos L. and Silva, Laís Miguelina M. (2019). ADMI color and toxicity reductions in raw textile mill effluent and dye mixtures by TiO_2/UV is limited by presence of vat dyes. **Environmental Science and Pollution Research.** 26(February), 4260–4265.

Punrattanasin, Nattaya., Nakpathom, Monthon., Somboon, Buppha., Narumol, Nootsara., Rungruangkitkrai, Nattadon and Mongkholrattanasit, Rattanaphol. (2013). Silk fabric dyeing with natural dye from mangrove bark (*Rhizophora apiculata* Blume) extract**. Industril Crops and products. 49(August), 122-129.**

การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ

Utilization of Soybean Meal Powder Substituted Wheat Flour in Spring Roll Sheet

พรชัย พุทธรักษ์[1*] วันฉัตร, ศิริสาร[1], เกวลิน ไมหมาด[2], ธมลวรรณ แก้วกลับ[2] และสุกาญจนา หลวงพูลศิริ[2]

Pornchai Puttarak[1*], Wanchat Sirisarn[1], kaewailn Maimad[2], Thamonwan kaewklab[2] and Sukanjana Luangpoolsiri[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ และปริมากากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสม สำหรับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ ด้วยวิธีการทดแทนแป้งกากถั่วเหลืองในปริมาณร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 5, 10 และ 15 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale จากการศึกษา พบว่า สูตรแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะประกอบด้วยแป้งสาลี 500 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 125 กรัม แป้งท้าวยายม่อม 5 กรัม เกลือ 5 กรัม และน้ำเปล่า 450 กรัม ได้รับการคัดเลือกเป็นสูตรพื้นฐาน และได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ พบว่า ปริมาณกากถั่วเหลืองผง ร้อยละ 10 ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด มีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

คำสำคัญ: กากถั่วเหลือง, เปาะเปี๊ยะ, แป้งสาลี

Abstract

The objective of this research is to study the basic recipe of spring roll sheet production and the optimal amount of soybean meal powder to replace the wheat flour in spring roll sheet with 0, 5, 10 and 15 percent of soy flour. The sensory quality by using the 9 point preference method was used. Spring roll sheet consists of 500 grams of wheat flour, 125 grams of tapioca flour, 5 grams of Arrowroot flour, 5 grams of salt and 450 grams of water it had the highest sensory scores. The study of the soy flour is suitable for wheat flour substitution in spring roll sheet. It was found that 10 percent of soybean meal powder had the highest sensory acceptability.

Keyword: Soybean Meal, Spring Roll, Wheat Flour

[1]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

***Corresponding author, E-mail:** chaitarak414@gmail.com

บทนำ

เปาะเปี๊ยะ เป็นอาหารว่างของจีนที่ใช้แผ่นแป้งม้วนให้มีลักษณะเป็นแท่งกลมยาว มีส่วนผสมที่สำคัญ คือ แป้ง เกลือ และน้ำ (นันทวัน ชมโฉม, 2551) แผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะเป็นอาหารที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น เปาะเปี๊ยะทอด และเปาะเปี๊ยะสด เป็นอาหารประยุกต์ที่ผสมผสานกันระหว่างวัตถุดิบและสไตล์อาหารตั้งแต่ 2 สัญชาติขึ้นไป โดยคำนึงถึงความลงตัวของรสชาติ และการจัดแต่งหน้าตาของอาหารนั้น ๆ หรืออาจจะกล่าวได้ว่า เป็นอาหารประยุกต์ หรืออาหารลูกครึ่ง เนื่องจากรูปแบบการใช้ชีวิตของคนรุ่นใหม่ที่เปลี่ยนไป หนุ่มสาวยุคใหม่ชอบการผสมผสานของวัฒนธรรม ความโมเดิร์น ความแปลกใหม่ เพื่อตอบสนองความสุขให้ทั้งคนปรุงและคนที่รับประทาน (สุชานุช ยอดชาญและโชติกา โรจนปรีชา, 2559)

ถั่วเหลือง เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลถั่ว (legumes) และน้ำมัน (oilseeds) นิยมบริโภคในประเทศแถบเอเชีย เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีการนำถั่วเหลืองมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำนมถั่วเหลือง เต้าหู้ เต้าฮวย ผลิตเป็นโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น โปรตีนถั่วเหลืองสกัด เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และนำไปเป็นอาหารสัตว์ (สมชาย ประภาวัต, 2533) ในการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองจะได้ส่วนที่ไม่ละลายน้ำ จากกระบวนการแยกน้ำนมถั่วเหลือง เรียกว่า กากถั่วเหลือง นอกจากนี้ยังพบว่าในกากถั่วเหลืองยังประกอบไปด้วยเส้นใยอาหารทั้งประเภทละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ รวมทั้งสารประกอบพฤกษเคมี เช่น ไอโซฟลาโวน ซาโปนิน และมีโปรตีนที่จำเป็น (ยุพร พืชกมุทร, 2548)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ เพื่อให้ได้แผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่มีความแปลกใหม่ สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสูตรฐานพื้นฐานของแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ
2. เพื่อศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสม สำหรับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรพื้นฐานของแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ

ศึกษาการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ โดยนำสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale การวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบข้อมูลด้วยสถิติ One-Way ANOVA โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อใช้เป็น

สูตรพื้นฐานในการทดลองผลิตแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผงบางส่วน โดยสูตรที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาสูตรพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ใช้สูตรที่ต่างกัน 3 สูตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานในการผลิตแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ

วัตถุดิบ	**ปริมาณส่วนผสม (กรัม)**		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
แป้งสาลีเอนกประสงค์	100	500	500
แป้งท้าวยายม่อม	-	5	-
แป้งมันสำปะหลัง	-	125	-
เกลือ	20	5	5
น้ำเปล่า	1000	450	200

ที่มา: ลุงขาว พงษ์บริบูรณ์, 2554 (สูตรที่ 1)
นันทวัน ชมโฉม, 2551 (สูตรที่ 2)
เชาวลี ชุมขำ, 2561 (สูตรที่ 3)

ขั้นตอนวิธีการผลิตแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ

ผสมแป้งสาลี แป้งท้าวยายม่อม แป้งมันสำปะหลังเข้าด้วยกัน

↓

นำเกลือมาละลายกับน้ำเปล่า และนวดให้เข้ากันกับแป้ง

↓

พักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที

↓

นำมาขึ้นรูปบนกระทะโรตี

2. ศึกษาปริมาณแป้งกากถั่วเหลืองที่เหมาะสม สำหรับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ

2.1 วิธีการเตรียมแป้งกากถั่วเหลือง

นำกากถั่วเหลืองมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบลมร้อนจากนั้นนำ กากถั่วเหลือง มาลดขนาดด้วยการบด และร่อนผ่านตะแกรงร่อนแยกขนาด 100 เมช (สุภาวินี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ, 2557)

2.2 วิธีการทดแทนแป้งกากถั่วเหลือง

นำแป้งกากถั่วเหลืองมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนที่ปริมาณร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 5, 10 และ 15 ของปริมาณแป้งสาลีทั้งหมด ทำการติดรหัสตัวอย่างจากการสุ่มรหัส จากนั้นให้ผู้ทดสอบชิม ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม โดยผู้ประเมินเป็นนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ทำการคัดเลือกแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเปาะเปี๊ยะสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร (นันทวัน ชมโฉม, 2551) คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับสูตรที่ 2 มีคะแนนสูงกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคัดเลือกสูตรที่ 2 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด มีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ดังนั้นจึงนำแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะสูตรที่ 2 มาทำการทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร .

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	7.23 ± 0.81^{a}	7.56 ± 0.61^{a}	7.30 ± 0.83^{a}
สี	7.26 ± 0.98^{a}	7.56 ± 0.81^{a}	7.16 ± 0.69^{a}
กลิ่น	7.33 ± 0.92^{b}	7.83 ± 0.79^{a}	7.20 ± 0.84^{b}
กลิ่นรส	7.03 ± 0.92^{b}	7.73 ± 0.78^{a}	7.13 ± 0.68^{b}
รสชาติ	6.66 ± 0.95^{b}	7.90 ± 0.75^{a}	6.96 ± 0.76^{b}
เนื้อสัมผัส	6.83 ± 0.64^{b}	7.53 ± 0.77^{a}	6.96 ± 0.61^{b}
ความชอบโดยรวม	7.13 ± 0.97^{b}	7.90 ± 0.66^{a}	7.16 ± 0.94^{b}

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสม สำหรับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะทดแทนกากถั่วเหลืองผงบางส่วนที่ปริมาณร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 5, 10 และ15 คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ทดสอบให้คะแนนการยอมรับปริมาณกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีบางส่วนที่ปริมาณร้อยละ 10 สูงกว่าปริมาณร้อยละ 5 และ 15 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง ($p<0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมากดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกสูตรแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่มีการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยกากถั่วเหลืองผงที่ปริมาณร้อยละ 10 ดังตารางที่ 2

ผลการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ

A B C



ภาพที่ 1 แผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะจากแป้งกากถั่วเหลือง (A) ร้อยละ 5 (B) ร้อยละ 10 (C) ร้อยละ 15

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผง

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**สูตร**			
	0 %	**5%**	**10%**	**15%**
ลักษณะปรากฏ	6.56 ± 0.62^{c}	6.70 ± 0.65^{c}	7.70 ± 0.83^{a}	7.30 ± 0.79^{b}
สี	6.76 ± 0.93^{c}	6.93 ± 0.69^{bc}	7.60 ± 0.72^{a}	7.23 ± 0.67^{ab}
กลิ่น	6.13 ± 0.77^{c}	6.80 ± 0.92^{b}	7.46 ± 0.89^{a}	6.80 ± 0.76^{b}
กลิ่นรส	6.66 ± 0.66^{b}	6.73 ± 0.73^{b}	7.20 ± 0.76^{a}	7.03 ± 0.76^{ab}
รสชาติ	6.63 ± 0.66^{c}	6.68 ± 0.81^{bc}	7.30 ± 0.79^{a}	7.13 ± 0.77^{ab}
เนื้อสัมผัส	6.33 ± 0.54^{c}	6.96 ± 0.85^{b}	7.56 ± 0.77^{a}	7.16 ± 0.83^{b}
ความชอบโดยรวม	6.56 ± 0.62^{c}	6.96 ± 0.85^{b}	7.66 ± 0.71^{a}	7.30 ± 0.83^{ab}

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ และปริมาณกากถั่วเหลืองผง ที่เหมาะสม สำหรับการทดแทนแป้งสาลีในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ ด้วยวิธีการทดแทนกากถั่วเหลืองผงในปริมาณร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 5, 10 และ 15 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale จากการศึกษา พบว่า สูตรแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่ประกอบด้วยแป้งสาลี 500 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 125 กรัม แป้งท้าวยายม่อม 5 กรัม เกลือ 5 กรัม และน้ำเปล่า 450 กรัม ได้รับการคัดเลือกเป็นสูตรพื้นฐาน และได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด ซึ่งมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองผงที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะ พบว่า ปริมาณกากถั่วเหลืองผง ร้อยละ 10 ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

การอภิปรายผล

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองผงทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมของแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะทดแทนด้วยกากถั่วเหลืองผงร้อยละ 10 สูงที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่มีการทดแทนด้วยกากถั่วเหลืองผงร้อยละ 5 และ15

ด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่น ผู้ทดสอบให้การยอมรับแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่ทดแทนกากถั่วเหลืองผง ร้อยละ 10 มีคะแนนเท่ากับ 7.70 และ7.46 มีคะแนนสูงกว่าแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่ทดแทนกากถั่วเหลืองผงร้อยละ 5 และ 15 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านกลิ่นรส ผู้ทดสอบให้การยอมรับแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่ทดแทนกากถั่วเหลืองผง ร้อยละ 10 มีคะแนนเท่ากับ 7.20 และมีคะแนนสูงกว่าแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่ทดแทนกากถั่วเหลืองผง ร้อยละ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านเนื้อสัมผัส และด้านรสชาติ ผู้ทดสอบให้การยอมรับแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่ทดแทนกากถั่วเหลืองผง ร้อยละ 10 มีคะแนนเท่ากับ 7.56 และ 7.30 มีคะแนนสูงกว่าแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่ทดแทนกากถั่วเหลืองผง ร้อยละ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคัดเลือกสูตรแผ่นแป้งเปาะเปี๊ยะที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองผงที่ปริมาณร้อยละ 10 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้าน อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

เอกสารอ้างอิง

เชาวลี ชุมขำ. (2561). ช่องทางทำกิน ทำง่าย ๆ ขายไม่ธรรมดา. **เดลินิวส์.** 16(25175) (16 กันยายน 2561) อินไฟเควสท์จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

นันทวัน ชมโฉม. (2551). **แผ่นปอเปี๊ยะเสริมสาหร่ายไก**. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ยุพร พืชกมุทร. (2550). การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลือง. **วารสารสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.** ปีที่15 ฉ.1(เม.ย.2550) -ปีที่16 ฉ.1(เม.ย.2551). กรุงเทพมหานคร.

ลุงขาว พงษ์บริบูรณ์. (2554). **ขนมเพิ่มรายได้.** ซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพมหานคร.

สมชาย ประภาวัต. (2533). **การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองเป็นอาหารในประเทศไทย.** วารสารอาหาร ปีที่ 20, ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2533. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพมหานคร.

สุชานุช ยอดชาญ และโชติกา โรจนปรีชา. (2559). **ปอเปี๊ยะทอดไส้เขียวหวานไก่**. ภาควิชาการโรงแรมและการท่องเที่ยวคณะศิลปะศาสตร์, มหาวิทยาลัยสยาม. กรุงเทพมหานคร.

สุภาวิณี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ. (2557). **ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก**. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. อยุธยา.

การประเมินความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียน กรณีศึกษา โรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ เขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช

Knowledge and Behavior Assessment about Solid Waste Management in School : Case Study of Maheyong School, Nakhon Si Thammarat Municipality

อัสมา คุนายา[1] สุนิตา หะยีมะตะโละ[1] สุกัญญา เรืองสุวรรณ์[2] ซันวานี จิใจ[3] เมธิยา หมวดฉิม[3 *]

Asma Khunaya[1] Sunita Hayeemataloh[1] Sukanya Ruangsuwan[2] Sunwanee Jijai[3]and Maytiya Muadchim[3*]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 134 คน ในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ เขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช โดยใช้แบบสอบถามและแบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังอบรม ผลการศึกษาพบว่า ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และพบว่า ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยของนักเรียนก่อน - หลังอบรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ในด้านพฤติกรรมของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบการลดการเกิดขยะมูลฝอยในโรงเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ การคัดแยกขยะมูลฝอย และการนำกลับมาใช้ใหม่อยู่ในระดับน้อย นอกจากนี้ผลการทดสอบทางสถิติพบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนบุคคล (เพศ, ศาสนา ที่อยู่อาศัย จำนวนการเข้าร่วมกิจกรรม และช่องทางการรับรู้) กับพฤติกรรมในการจัดการขยะมูลฝอยของนักเรียน ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการประเมินในครั้งนี้จะนำไปสู่การส่งเสริมกิจกรรมการจัดการขยะในโรงเรียนในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมให้มีการนำขยะมาใช้ซ้ำและกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง

คำสำคัญ: การประเมิน, ความรู้, พฤติกรรม, การจัดการขยะ, โรงเรียน

---

[1] Environmental Science Student, Yala Rajabhat University, Muang, Yala 95000, Thailand.

[2] Division of Public Health and Enviroment, Nakhon Si Thammarat Municipality, Muang, Nakhon Si Thammarat 80000, Thailand.

[3] Lecturer in Environmental Science Yala Rajabhat University, Muang, Yala 95000, Thailand.

[*]**Corresponding author, E-mail:** maytiya20@gmail.com

Abstract

The objective of this study was to assess knowledge and regarding waste management of 134 fifth grade students in Maheyong school, Nakhon Si Thammarat Municipality. The study uses pre-test and post-test written test as the improvement measurement. The results showed that knowledge and understanding about waste management of students after the workshop is increased (p-value < 0.001). In terms of behavior, the student's waste management was at high level. When considering each aspect, it was found that the reduction of waste production was at the highest level. The waste separation and recycling aspect was at a high level. In addition, the statistics revealed that there was correlation between personal background (sex, religion, residency, the number of time students participate in this study's the activities and informational channels) and student's behavior regarding waste management. These results will lead to the next promotion of waste management activities especially the promotion of waste reuse and recycling.

Keywords: Assesssment, Knowledge, Behavior, Waste management, School

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาขยะได้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการขาดกระบวนการจัดการที่ดี การขาดพื้นที่รองรับปริมาณขยะรวมถึงการขาดจิตสำนึก ทำให้พฤติกรรมการทิ้งขยะไม่มีการคัดแยกก่อนทิ้ง ไม่มีการนำขยะมาใช้ประโยชน์ใหม่ (ปนัดดา รุจะศิริ, 2555) โดยเฉพาะในเขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช ประสบปัญหาเกี่ยวกับขยะตกค้างมากกว่า 1.20 ล้านตัน ซึ่งมีรูปแบบการจัดการขยะโดยวิธีการเทกอง โดยเป็นการเทกองแบบมีการควบคุม เพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงพลังงานไฟฟ้าแบบเตาเผากำลังการผลิต 20 MW มีการเก็บขยะจากรถบรรทุกขยะหลายพื้นที่ใน 10 อำเภอของ จ.นครศรีธรรมราช ทยอยขนขยะจำนวนมหาศาล ใช้ระบบการเทกองในการกำจัดขยะวันละประมาณ 265 ตัน มีพื้นที่ 65 ไร่ ตั้งอยู่ใน ต. นาเคียน อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช เป็นขยะในเขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช วันละ 130 ตัน และนอกเขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราชที่นำมากำจัดอีกจำนวน 58 แห่ง ได้แก่ อบต. เทศบาลในเขตพื้นที่อำเภอท่าศาลา สิชล ขนอม และอำเภอใกล้เคียงอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งมีปริมาณขยะรอบนอกต่อวัน 135 ตัน นำมาทิ้งในบ่อฝังกลบขยะภายในศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครศรีธรรมราช (ประชาชาติธุรกิจ, 2561) ซึ่งปัญหาขยะเหล่านี้จะไม่มีวันหมดไปหรือบรรเทาลงได้ถ้าหากไม่มีกระบวนการจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพมากเพียงพอ ดังนั้น การสร้างจิตสำนึกในการจัดการขยะนี้จึงควรเริ่มตั้งแต่วัยเด็ก เพื่อการปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีในการจัดการขยะให้เกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้เป็นไปอย่างถาวรอันจะส่งผลต่อการแก้ปัญหาขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยโรงเรียนถือเป็นสถาบันการศึกษาที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างจิตสำนึกให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก ซึ่งเด็กในช่วงประถมศึกษาจะมีลักษณะพัฒนาการทางสติปัญญาที่เพิ่มขึ้น เด็กจะมีความก้าวหน้าทางด้านความคิด ความเข้าใจและการหาเหตุผล เพื่อมาอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องมากขึ้น (ปนัดดา รุจะศิริ, 2555)

โรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์เป็นโรงเรียนในสังกัดของเทศบาลนครนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ มีนักเรียนจำนวนมากถึง 1,727 คน ทำให้มีปริมาณขยะมูลฝอยจำนวนมากขึ้นด้วยไม่ว่าจะเป็น ขวดพลาสติก หลอด ถุงพลาสติก ตกประมาณวันละ 6-7 ถังต่อวัน โดยส่วนใหญ่แล้วนักเรียนจะทิ้งขยะรวมกันในถังเดียว ส่งผลให้มีขยะมูลฝอยจำนวนมากที่ไม่ได้มีการคัดแยกขยะก่อนทิ้ง ทำให้เกิดปัญหาขยะล้นถังและเกิดความสกปรก (วรวิทย์ สิริกาญจน์, 2562)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะประเมินความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีการจัดอบรมให้ความรู้เรื่อง "การจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียน" ณ โรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ เขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาคือนักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 248 คน ในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ ทำการสุ่มตัวอย่างจากนักเรียนด้วย วิธีการของ ทาโรยามาเน่ (Yamane 1967)

สูตร $n = \frac{N}{1+N(e)^2}$

โดย n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของกลุ่มประชากร

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (0.05)

ดังนั้น ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้ เท่ากับ 154 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ แบบสอบถามและแบบทดสอบก่อนและหลังอบรม ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นมาโดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และงานศึกษาที่เกี่ยวข้องต่างๆ และนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแบบสอบถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยแบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังการอบรม ประกอบด้วยด้วยคำถาม 10 ข้อ (10 คะแนน) ซึ่งเป็นคำถามที่มีตัวเลือก 4 ข้อ และแบบสอบถามประกอบไปด้วย 2 ตอนหลัก ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ เพศ ศาสนา ลักษณะที่อยู่อาศัย จำนวนครั้งในการเข้าร่วมกิจกรรมของโรงเรียนต่อ 1 ภาคเรียน ช่องทางการรับรู้ข่าวสารในการจัดการขยะมูลฝอย

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามวัดค่าของตัวบ่งชี้เกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียนในด้านการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียน รวมคำถามทั้งสิ้น 15 ข้อ โดยมีลักษณะของมาตรวัดเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) และมีลักษณะเป็นข้อความที่ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็น โดยจำแนกออกเป็น 5 ระดับ กำหนดคะแนนตามลำดับ ดังนี้

4 หมายถึง ปฏิบัติมากที่สุด
3 หมายถึง ปฏิบัติมาก
2 หมายถึง ปฏิบัติน้อย
1 หมายถึง ปฏิบัติน้อยที่สุด
0 หมายถึง ไม่เคยปฏิบัติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. นำแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมาตรวจสอบความสมบูรณ์ในการตอบแบบสอบถาม แล้วนำมาวิเคราะห์ ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอในรูปตารางประกอบ เกณฑ์การแปลผล การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยมีเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546) สูตรอันตรภาคชั้น = (คะแนนสูงสุด – คะแนนต่ำสุด) = (4 - 1) = 0.75/4

ค่าเฉลี่ย 3.26 - 4.00 ปฏิบัติมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.25 ปฏิบัติมาก
ค่าเฉลี่ย 1.76 - 2.50 ปฏิบัติน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.75 ปฏิบัติน้อยที่สุด

ค่าคะแนนเฉลี่ยระดับความรู้ความเข้าใจ

คะแนน 0 – 4 ระดับความรู้น้อย
คะแนน 5 – 6 ระดับความรู้พอใช้
คะแนน 7 – 8 ระดับความรู้ดี
คะแนน 9 – 10 ระดับความรู้ดีมาก

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. สถิติพรรณนา วิเคราะห์ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่ออธิบายเชิงพรรณนาข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคลและพฤติกรรม

2. สถิติอนุมาน ใช้ในการทดสอบหาค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลแบบทดสอบความรู้ (ก่อนอบรม – หลังอบรม) ด้วย The Shapiro – Wilk test

2.2 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนน (ก่อนอบรม – หลังอบรม) ด้วย The paired samples Wilcoxon test

2.3 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลด้วย Chi – Square

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 134 คน ในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ เขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช โดยกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้คำนวณ 20 คน เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาที่ใช้อบรมและพื้นที่ที่ใช้ในการอบรมทำให้กลุ่มตัวอย่างน้อยกว่าที่คำนวณไว้ 12.99 % แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	**N=134 (%)**
เพศ	
ชาย	45 (33.58)
หญิง	89 (66.42)
ศาสนา	
พุทธ	120 (89.55)
อิสลาม	14 (10.45)
ลักษณะที่อยู่อาศัย	
บ้านเช่า	10 (7.46)
บ้านพักราชการ/รัฐวิสาหกิจ	1 (0.75)
บ้านตนเอง	123 (91.79)
จำนวนการร่วมกิจกรรม	
ต่ำกว่า 2 ครั้ง	63 (47.01)
3 - 4 ครั้ง	59 (44.03)
5 ครั้งขึ้นไป	12 (8.96)
ช่องทางการรับรู้ข่าวสาร	
หนังสือพิมพ์	31 (9.48)
วิทยุ	27 (8.26)
โทรทัศน์	106 (32.41)
สื่อออนไลน์	94 (28.75)

ข้อมูลทั่วไป	N=134 (%)
ป้ายโฆษณา	66 (20.18)
ไม่เคยรับรู้ข่าวสาร	1 (0.31)
อื่นๆ (กิจกรรม)	2 (0.61)

จากตารางที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 66.42 ส่วนใหญ่เป็นศาสนาพุทธ จำนวน 120 คน คิดเป็นร้อยละ 89.55 ส่วนใหญ่มีลักษณะที่อยู่อาศัยเป็นบ้านตัวเอง จำนวน 123 คน คิดเป็นร้อยละ 91.79 การเข้าร่วมกิจกรรมการคัดแยกขยะของโรงเรียนต่อ 1 ภาคเรียน ส่วนใหญ่ ต่ำกว่า 2 ครั้ง จำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 47.01 รองลงมา 3-4 ครั้ง จำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 44.03 และช่องทางการรับรู้ข่าวสารในการจัดการขยะมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นโทรทัศน์ จำนวน 106 คิดเป็นร้อยละ 32.41 รองลงมาเป็นสื่อออนไลน์ จำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 28.75 รองลงมาป้ายโฆษณา จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 20.18 รองลงมาเป็นหนังสือพิมพ์ จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 9.48 รองลงมาเป็นวิทยุ จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 8.26

ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย ก่อนอบรม และหลังอบรม

จากตารางที่ 2 และ 3 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยก่อนอบรม และหลังอบรม พบว่าค่าคะแนนก่อนอบรม และหลังอบรมมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ โดยค่ากลางของคะแนนก่อนอบรม เท่ากับ 9.00 และหลังอบรม เท่ากับ 9.00 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงแบนมาตรฐานเรขาคณิตของคะแนนก่อนและหลังอบรม เท่ากับ 8.16±1.23 และ 9.09±1.11 คะแนน ซึ่งค่าคะแนนก่อนและหลังอบรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p – value < 0.001)

ตารางที่ 2 จำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยที่ถูกต้องในแต่ละหัวข้อ

ลำดับที่	ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย	N=134 ก่อน		N=134 หลัง	
		ถูก	ผิด	ถูก	ผิด
1	ถังรองรับขยะมูลฝอยประเภทรีไซเคิลมีสีอะไร	124 (92.54)	10 (7.46)	133 (99.25)	1 (0.75)
2	ถังรองรับขยะมูลฝอยประเภททั่วไปมีสีอะไร	111 (82.84)	23 (17.16)	131 (97.76)	3 (2.24)
3	ถังรองรับขยะมูลฝอยประเภทอินทรีย์/ย่อยสลายได้มีสีอะไร	116 (86.57)	18 (13.43)	132 (98.51)	2 (1.49)
4	ท่านคิดว่าข้อใดเป็นปัญหาเกี่ยวกับขยะมูลฝอยมากที่สุด	55	78	67	67

ลำดับที่	ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย	N=134 ก่อน		N=134 หลัง	
		ถูก	ผิด	ถูก	ผิด
		(41.04)	(58.21)	(50.00)	(50.00)
5	ต่อไปนี้ข้อใดที่เป็นขยะมูลฝอยประเภทเดียวกันทั้งหมด	127	7	129	5
		(94.78)	(5.22)	(96.27)	(3.73)
6	บุคคลในข้อใดต่อไปนี้มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	105	29	117	17
		(78.36)	(21.64)	(87.31)	(12.69)
7	ข้อใดเป็นขยะมูลฝอยที่ใช้เวลาในการย่อยสลายนานที่สุด	129	5	131	3
		(96.27)	(3.73)	(97.76)	(2.24)
8	ท่านจะช่วยรักษาความสะอาดในโรงเรียนได้อย่างไร	124	10	132	2
		(92.54)	(7.46)	(98.51)	(1.49)
9	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการลดการใช้โฟม และถุงพลาสติกในโรงเรียน	115	19	123	11
		(85.82)	(14.18)	(91.79)	(8.21)
10	น้ำหมักชีวภาพทำมาจากขยะมูลฝอยประเภท	106	28	129	5
		(79.10)	(20.90)	(96.27)	(3.73)

ตารางที่ 3 แสดงค่าคะแนนการทดสอบก่อนอบรม และหลังอบรมของนักเรียนในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์

ค่าคะแนน	Median	AM	SD	GM	GSD	Range	P - value
ก่อนอบรม	9.00	8.32	1.48	8.16	1.23	3 – 10	< 0.001
หลังอบรม	9.00	9.13	0.88	9.09	1.11	6 - 10	

พฤติกรรมของนักเรียนในโรงเรียนด้านการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์

จากตารางที่ 4 พบว่าพฤติกรรมของนักเรียนในโรงเรียนด้านการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ ด้านการลดการเกิดขยะมูลฝอยในโรงเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก (2.95±0.76) ด้านการนำกลับมาใช้ใหม่โดยรวมอยู่ในระดับน้อย (2.33±0.93) และด้านการคัดแยกขยะมูลฝอยในโรงเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก (2.76 ±0.89) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมัชญา หนูทอง (2556) ที่รายงานว่าพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยด้าน ที่ดีที่สุดคือ ด้านการลดปริมาณขยะมูลฝอย (Reduce) ครัวเรือนเลือกใช้สินค้าที่มีความคงทนถาวร และมีอายุการใช้งานและซื้อสินค้าชนิดเติม (Refill) เพื่อลดปริมาณขยะ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมของนักเรียนในโรงเรียนด้านการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์

ลำดับที่	พฤติกรรม	N=134 การปฏิบัติ 1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.	ระดับ	ลำดับ
ด้านการลดการเกิดขยะมูลฝอยในโรงเรียน									
1	ท่านเลือกซื้อสินค้าที่ไม่ก่อให้เกิดขยะมากเกินความจำเป็น	6	45	70	13	2.67	0.71	มาก	3
2	ท่านเลือกซื้อสินค้าที่ไม่ต้องใช้ถุงพลาสติกเกินความจำเป็น	7	47	54	26	2.74	0.83	มาก	3
3	ท่านร่วมมือกับเพื่อนในการบำเพ็ญประโยชน์โดยการเก็บขยะบริเวณรอบๆ โรงเรียน	3	44	56	31	2.86	0.80	มาก	3
4	ท่านมีการทิ้งขยะลงในถังขยะทุกครั้ง	1	10	48	75	3.47	0.67	มากที่สุด	4
5	ท่านให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการช่วยลดขยะมูลฝอย	4	26	67	37	3.02	0.77	มาก	3
	รวม					2.95	0.76	มาก	3
ด้านการนำกลับมาใช้ใหม่									
1	ท่านนำขวดน้ำพลาสติกที่ผ่านการใช้แล้วนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก	11	52	46	25	2.63	0.88	มาก	3
2	ท่านเก็บถุงพลาสติกในโรงเรียนที่ยังใช้งานได้อยู่นำกลับมาใช้ซ้ำอีก	39	58	21	16	2.10	0.96	น้อย	2
3	ท่านใช้กระติกน้ำแทนขวดน้ำพลาสติกทุกครั้งเมื่อมาโรงเรียน	11	37	50	36	2.83	0.92	มาก	3
4	ท่านเก็บถุงขนมขบเคี้ยว เปลือกลูกอม แก้วพลาสติก ถุงนม เพื่อนำมารีไซเคิลใหม่	46	51	25	12	2.02	0.95	น้อย	2
5	ท่านนำกระดาษหนังสือพิมพ์หรือกล่องกระดาษที่เหลือภายในโรงเรียนนำมาเป็นวัสดุตกแต่งภายในห้องเรียน	40	56	26	12	2.07	0.92	น้อย	2
	รวม					2.33	0.93	น้อย	2
ด้านการคัดแยกขยะมูลฝอยในโรงเรียน									
1	ท่านมีการคัดแยกขยะเปียก ขยะแห้งออกจากกัน	10	53	46	25	2.64	0.87	มาก	3
2	ท่านมีการคัดแยกขยะประเภทวัสดุ พลาสติกก่อนทิ้งลงในถังขยะทั่วไป	5	44	64	21	2.75	0.76	มาก	3

ลำดับที่	พฤติกรรม	N=134 การปฏิบัติ				ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	S.D.	ระดับ	ลำดับ
		1	2	3	4				
3	เมื่อท่านเห็นเศษขยะประเภทถุงขนมขบเคี้ยว เปลือกลูกอม หรือแก้วน้ำอัดลมในโรงเรียน ท่านจะเก็บแล้วนำมาคัดแยกก่อนทิ้งลงถังขยะทั่วไปทุกครั้ง	13	52	52	17	2.54	0.84	มากที่สุด	4
4	ก่อนทิ้งขยะ ท่านคัดแยกประเภทขยะตามที่ทางโรงเรียนจัดประเภทของถังขยะไว้	11	26	60	37	2.92	0.89	มาก	3
5	ท่านมีการคัดแยกขยะประเภทหลอดนีออน และกระป๋องสเปรย์ก่อนทิ้งลงในถังขยะอันตราย	21	22	37	54	2.93	1.09	มากที่สุด	4
	รวม					2.76	0.89	มาก	3

* **ระดับความเหมาะสม** 1 = ปฏิบัติน้อยที่สุด 2 = ปฏิบัติน้อย 3 = ปฏิบัติมาก 4 = ปฏิบัติมากที่สุด

ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมของนักเรียนในโรงเรียนด้านการจัดการขยะมูลฝอยและข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล

จากตารางที่ 5 พฤติกรรมของนักเรียนในโรงเรียนด้านการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ และข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า เพศ ศาสนา ลักษณะที่อยู่อาศัย ช่องทางการรับรู้ข่าวสาร และจำนวนเข้าร่วมกิจกรรม มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน โดยการทดสอบด้วย Chi-Square Test

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมของนักเรียนในโรงเรียนด้านการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ และข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล

ลำดับที่	พฤติกรรม	P - value				
		เพศ	ศาสนา	ลักษณะที่อยู่อาศัย	จำนวนเข้าร่วมกิจกรรม	ช่องทางการรับรู้
ด้านการลดการเกิดขยะมูลฝอยในโรงเรียน						
1	ท่านเลือกซื้อสินค้าที่ไม่ก่อให้เกิดขยะมากเกินความจำเป็น	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
2	ท่านเลือกซื้อสินค้าที่ไม่ต้องใช้ถุงพลาสติกเกินความจำเป็น	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
3	ท่านร่วมมือกับเพื่อนในการบำเพ็ญประโยชน์โดยการเก็บขยะบริเวณรอบๆ โรงเรียน	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
4	ท่านมีการทิ้งขยะลงในถังขยะทุกครั้ง	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

ลำดับที่	พฤติกรรม	P - value				
		เพศ	ศาสนา	ลักษณะที่อยู่อาศัย	จำนวนเข้าร่วมกิจกรรม	ช่องทางการรับรู้
5	ท่านให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการช่วยลดขยะมูลฝอย	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ด้านการนำกลับมาใช้ใหม่						
1	ท่านนำขวดน้ำพลาสติกที่ผ่านการใช้แล้วนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
2	ท่านเก็บถุงพลาสติกในโรงเรียนที่ยังใช้งานได้อยู่นำกลับมาใช้ซ้ำอีก	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
3	ท่านใช้กระติกน้ำแทนขวดน้ำพลาสติกทุกครั้งเมื่อมาโรงเรียน	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
4	ท่านเก็บถุงขนมขบเคี้ยว เปลือกลูกอม แก้วพลาสติก ถุงนม เพื่อนำมารีไซเคิลใหม่	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
5	ท่านนำกระดาษหนังสือพิมพ์หรือกล่องกระดาษที่เหลือภายในโรงเรียนนำมาเป็นวัสดุตกแต่งภายในห้องเรียน	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ด้านการคัดแยกขยะมูลฝอยในโรงเรียน						
1	ท่านมีการคัดแยกขยะเปียก ขยะแห้งออกจากกัน	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
2	ท่านมีการคัดแยกขยะประเภทวัสดุ พลาสติกก่อนทิ้งลงในถังขยะทั่วไป	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
3	เมื่อท่านเห็นเศษขยะประเภทถุงขนมขบเคี้ยว เปลือกลูกอม หรือแก้วน้ำอัดลมในโรงเรียน ท่านจะเก็บแล้วนำมาคัดแยกก่อนทิ้งลงถังขยะทั่วไปทุกครั้ง	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
4	ก่อนทิ้งขยะ ท่านคัดแยกประเภทขยะตามที่ทางโรงเรียนจัดประเภทของถังขยะไว้	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
5	ท่านมีการคัดแยกขยะประเภทหลอดนีออนและกระป๋องสเปรย์ก่อนทิ้งลงในถังขยะอันตราย	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 134 คน ในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ เขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง นับถือศาสนาพุทธ อาศัยอยู่บ้านตัวเอง ช่องทางการรับรู้ข่าวสารในการจัดการขยะมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นโทรทัศน์ และการเข้าร่วมกิจกรรมการคัดแยกขยะของโรงเรียนต่อหนึ่งภาคเรียนต่ำกว่า 2 ครั้ง นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความรู้โดยรวมอยู่ในระดับดี โดยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงแบนมาตรฐานเรขาคณิตของคะแนนก่อนและหลังอบรม เท่ากับ 8.16±1.23 และ 9.09±1.11 คะแนน ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p - value < 0.001$) พฤติกรรมของนักเรียนในโรงเรียนด้านการจัดการขยะมูลฝอย พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการลดการเกิดขยะมูลฝอยในโรงเรียน มีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก (2.95±0.76) รองลงมาคือ ด้านการคัดแยกขยะมูลฝอยในโรงเรียน มีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก (2.76±0.89) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ด้านการนำกลับมาใช้ใหม่ มีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมโดยรวมอยู่ในระดับน้อย (2.33±0.93) นอกจากนี้ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมของนักเรียนในโรงเรียนด้านการจัดการขยะมูลฝอยในโรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ และข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลพบว่า เพศ ศาสนา ลักษณะที่อยู่อาศัย จำนวนเข้าร่วมกิจกรรม และช่องทางการับรู้ข่าวสาร มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมต่างๆ ในการจัดการขยะมูลฝอย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ใคร่ขอขอบพระคุณ กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครนครศรีธรรมราช โรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และหลักสูตรสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

บุญชม ศรีสะอาด. (2546). **การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร.** กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน.

ปนัดดา รุจะศิริ. (2555). **พฤติกรรมการจัดการขยะของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนนานาชาติเทร์ลล์.** การคนควาอิสระตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดลอม) คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดลอม สถาบัน บัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ประชาชาติธุรกิจ. (2561). เมืองคอนร่างTOR ประมูลโรงไฟฟ้าขยะ. (online). https://www.prachachat.net/local-economy/news-239518, 25 ตุลาคม 2561.

พีรนาฏ คิดดี, อานุช แก้ววงค์ และสุดสาคร พุกงาม. (2550). **ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมในการจัดการขยะมูลฝอยของประชาชนในอำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง**. รายงานวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

วรวิทย์ สิริกาญจน์. (2562).ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ เทศบาลนครศรีธรรมราช. **สัมภาษณ์**, 25 กันยายน 2562.

สมัชญา หนูทอง. (2556). **ความรู้และพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยของผู้นำท้องถิ่น: กรณีศึกษา องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอสอยดาวจังหวัดจันทบุรี**. ปัญหาพิเศษตามหลักสูตรรัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารทั่วไป วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพาวิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ.

Yamane, T. (1967). **Statistics, An Introductory Analysis**. 2nd ed. New York : Harper and Row

การวัดระดับและคุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Water level and water quality measurement in Phuket Rajabhat University With the internet of things

ทรงเกียรติ คงดี[1*], ชลพรรณ โรจนาภา[2*]

Songkeit Kongdee[1*], Chollaphan Rotjanapha[2*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดเก็บข้อมูลสถานะแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of things) ซึ่งด้วยมหาวิทยาลัยราชภัฏได้มีการทำการปรับยุทธศาสตร์อุดมศึกษาสู่ความเป็นเลิศ เพื่อพัฒนาไปสู่ Smart University ซึ่งสอดคล้องกับการที่รัฐบาลกำหนดให้จังหวัดภูเก็ตเป็นเมืองอัจฉริยะ Smart City หรือในนาม Phuket Smart City ทางกลุ่มผู้จัดทำได้ใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาใช้ในการพัฒนาและจัดเก็บข้อมูล พื้นฐาน ของแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัย กล่าวคือ เก็บข้อมูลในส่วนของ ปริมาณความสูงของแหล่งน้ำ และ ปริมาณความขุ่นในแหล่งน้ำ เพื่อนำข้อมูลส่งไปจัดเก็บไปยังฐานข้อมูลและส่งไปจัดทำรายงานผลเพื่อใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ต่อไป การวัดระดับและคุณภาพน้ำ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สามารถ แสดงข้อมูลความสูงของน้ำภายในแหล่งน้ำ ปริมาณความขุ่นของน้ำภายในแหล่งน้ำ แบบเรียลไทม์ และได้นำข้อมูลส่งไปยังคลาวด์เพื่อประมวลผล และแสดงผลผ่านทางแอปพลิเคชัน

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, คลาวด์, แอปพลิเคชัน

---

[1]นาย ทรงเกียรติ คงดี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]นาย ชลพรรณ โรจนาภา สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Corresponding author, Email: s5910886116@pkru.ac.th, s5910886113@pkru.ac.th

Abstract

The purpose of this research was to collect water source status in Phuket Rajabhat University. With the Internet of Things (Internet of things), which, with Rajabhat University, has adjusted its higher education strategy to excellence In order to develop into Smart University, which is in line with the government's requirement for Phuket to be Smart City, known as Phuket Smart City, the organizers can use the internet of things to develop and store basic data of water sources in the university. The amount of height of the water source and the amount of turbidity in the water source to bring the data to be stored in the database and to prepare a report for use in water resources management in Phuket Rajabhat University. Water level and water quality measurement In Phuket Rajabhat University With the internet of things, the water height data can be displayed within the water source. The amount of water turbidity within the water source and the data are sent to the cloud for processing and display through the application.

Keywords: The internet of things, cloud, applications

บทนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ได้มีการทำการปรับยุทธศาสตร์อุดมศึกษาสู่ความเป็นเลิศ ตามที่สำนักงานการอุดมศึกษากำหนดให้ ซึ่งทางมหาวิทยาลัยได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ให้มหาวิทยาลัยเป็น Smart University ซึ่งสอดคล้องกับการที่รัฐบาลกำหนดให้จังหวัดภูเก็ตเป็น Smart City (Tan, 2562) หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ได้มีการนำร่องในการนำเทคโนโลยีของสรรพสิ่ง (Internet of Things) กล่าวคือการที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล (Matana, 2561) มาใช้ในการเรียนการสอนและการทำโครงงานของนักศึกษาของหลักสูตร อาทิเช่น การพัฒนาแอปพลิเคชันของการบริหารจัดการฟาร์มผักด้วยเทคโนโลยีของสรรพสิ่ง (นพรัตน์ จันทร์สุวรรณ และ มณฑาทิพย์ ศรีจันทร์, 2561) ซึ่งต่อมาทางหลักสูตรได้มีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีของสรรพสิ่งมาใช้ในการแก้ปัญหาและสนับสนุนการทำงานของมหาวิทยาลัยเพื่อให้สอดคล้องกับการเป็น Smart University อันได้แก่ การแก้ปัญหาทางการจราจร การบริหารจัดการน้ำในคลองที่ผ่านมหาวิทยาลัย การบริหารการใช้ไฟฟ้า น้ำฝนภายในมหาวิทยาลัย และการวัดอุณหภูมิแสงแดด และความชื้นในมหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลที่ได้เหล่านั้นมาวิเคราะห์และสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารต่อไป และสำหรับการพัฒนา “การวัดระดับและคุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง” นี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบดังที่กล่าวมาข้างต้น เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาคุณภาพน้ำ โดยการวัดระดับน้ำ และระดับใสสะอาดในน้ำ ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้ มาเก็บรวบรวม เข้าฐานข้อมูล เพื่อ

มาใช้ในการวิเคราะห์ในการออกแบบและวางแผนการพัฒนาที่ระบบการจัดการบริหารทรัพยากรน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวัดระดับและคุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดเป้าหมายงานวิจัย โดย งานวิจัย “การวัดระดับและคุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง “ มีจุดประสงค์การทำงานวิจัย 3 ข้อ คือ

1. เพื่อวัดระดับของน้ำภายในลำธารหรือหนองน้ำภายในมหาวิทยาลัย
2. เพื่อวัดระดับความขุ่นในน้ำภายในลำธารหรือหนองน้ำภายในมหาวิทยาลัย
3. แสดงผลค่าที่วัดได้ทันทีที่ตัวอุปกรณ์ และ ส่งค่าไปบันทึกที่ฐานข้อมูลต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษา และ ออกแบบการทำงาน ได้เลือกอุปกรณ์เซ็นเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามมารถใช้งานได้ในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มาใช้ดังนี้



ภาพที่ 2 เซนเซอร์วัดความขุ่นของน้ำ (Turbidity sensor water turbidity)

จากภาพที่ 2 ได้เลือกใช้เซนเซอร์วัดความขุ่นของน้ำ โดยมีรายละเอียดดังรี้ ใช้ไฟเลี้ยง 3.3-5V ให้ค่าเอาต์พุตแบบ AnalogหรือDigitalก็ได้ วัดค่าออกมาเป็นโวลต์ เปรียบเทียบความขุ่นอยู่ในช่วง 0-1000 NTUซึ่งตรงกับความต้องการของโปรเจค (ArduinoAll, เซนเซอร์วัดความขุ่นของน้ำ Turbidity sensor water turbidity module water mixing detect, 2562)

จากภาพที่ 3 ได้เลือกใช้โมดูลอัลตราโซนิก (US-015) สามารถใช้วัดระยะทาง ตรวจจับสิ่งกีดขวาง วัดได้แม่นยำในระยะทาง 0.2 - 4 เมตร โดยใช้หลักการคำนวนระยะทางจากสะท้อนกลับของคลื่นเสียงในอากาศ ใช้ไฟ 5 โวลต์ ตัวเซ็นเซอร์มีความสะเถียรมากที่สุดจากการได้ทดลอง และทดสอบ (ArduinoAll, โมดูลวัดระยะทางอัลตราโซนิก US-015 Ultrasonic Module, 2562)



ภาพที่ 3 โมดูลวัดระยะทางอัลตราโซนิก (US-015 Ultrasonic Module)



ภาพที่ 4 หน้าจอแสดงผล LCD ขนาด 16x2

จากภาพที่ 4 ได้เลือกใช้หน้าจอ LCD รุ่น 16x2 (1602 LCD (Yellow Screen))จอแสดงผลข้อความและตัวเลข มาพร้อมโมดูลประมูลผลในตัวเพื่อให้ง่านต่อการใช้งาน เป็นการแสดงผลแบบ2บรรทัดตรงกับจำนวนเซ็นเซอร์ที่ใช้ ตรงตามความต้องการ (ArduinoAll, 1602 LCD (Yellow Screen) 16x2 LCD with backlight of the LCD screen พร้อม I2C Interface, 2562)



ภาพที่ 5 บอร์ดทดลอง (NodeMCU V2 ESP8266)

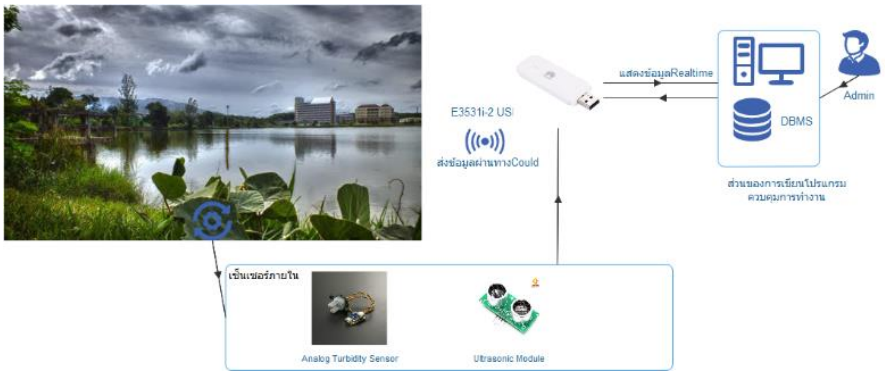
จากภาพที่ 5 ได้เลือกใช้ NodeMCU V2 รุ่นล่าสุด เปลี่ยนจากรุ่นเดิมที่ใช้ชิฟ ESP-12E เป็นชิฟ ESP-12F/N รุ่นล่าสุด ที่ปรับปรุงสายอากาศให้รับส่งสัญญาณได้ดีขึ้น มีขา GPIO PWM I2C 1-Wire ADC และ SPI เพิ่มเข้ามา มีเสาอากาศในตัว บอร์ดมีขนาดเล็กลง บอร์ดกว้าง 2.5CM ใช้ชิฟ USB เบอร์ CP2102 ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อลงโปรแกรม สามารถลง Firmware NodeMCU และเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau และ Arduino ได้ (ArduinoAll, บอร์ดทดลอง NodeMCU V2 NodeMCU V2 ESP8266 Development Kit ESP-12F/N, 2562)



ภาพที่ 6 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino UNO R3)

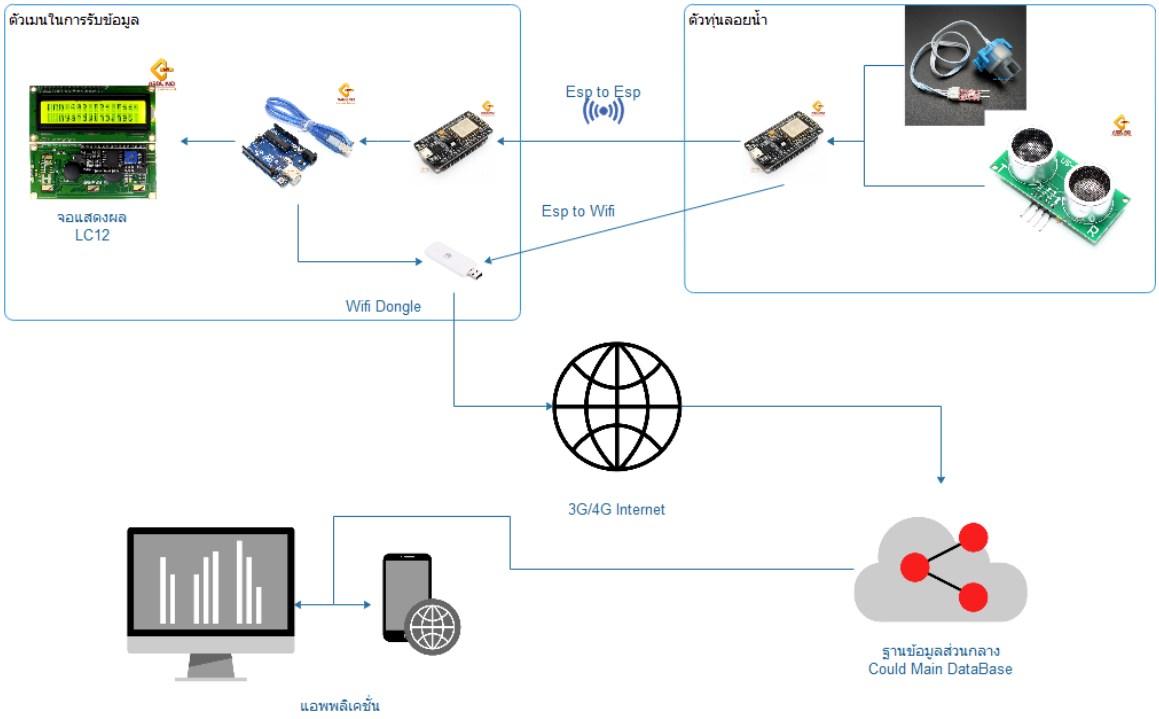
จากภาพที่ 6 ได้เลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino UNO R3) บอร์ดนี้เป็นบอร์ดแนะนำสำหรับผู้ที่เริ่มต้นใช้งาน Arduino เลย เพราะออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายหลายหลาย มีช่องเสียบสายไฟต่าง ๆ ได้สะดวก มี Shield ต่าง ๆ ทำมารองรับเยอะ ใครที่เริ่มต้นอยากทดลอง Arduino อยากทำเป็นตัวต้นแบบต่าง ๆ แนะนำตัวนี้เลยครับ แค่เสียบสาย USB กับเครื่องคอมก็สามารถเขียนโปรแกรมได้แล้ว ไม่ต้องมีอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม (ArduinoAll, Arduino UNO R3 พร้อมสาย USB , 2562)

จากข้อมูลที่ได้กล่าวทั้งหมดได้ออกแบบ System Architecture ออกมาได้ดัง ภาพที่ 7



ภาพที่ 7 System Architecture การวัดระดับและคุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

โดยมีการทำงานภายในโดยการแบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของ ตัวเมนหลักในการรับข้อมูล และตัวทุ่นลอยน้ำรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ ตามภาพที่ 7



ภาพที่ 8 กระบวนการทำงานภายในอุปกรณ์

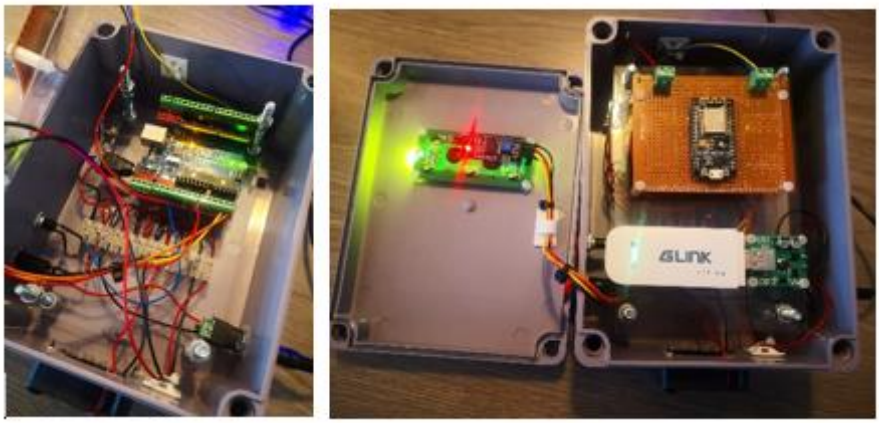
จากภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่า ตัวเมนหลักจะไม่ได้ทำหน้าที่ส่งข้อมูลขึ้นฐานข้อมูลแต่ตัวทุ่นลอยน้ำเป็นตัวส่งข้อมูลขึ้นฐานข้อมูลแทน เพื่อลดภาระการทำงานหนักในส่วนตัวเมนหลัก จึงให้ตัวทุ่นส่งข้อมูล โดยตัวเมนจะทำหน้าที่แสดงค่าสถานะค่าปัจจุบันของเซนเซอร์ และ เป็นแหล่งจ่ายไฟให้ USB Dongle WiFi ที่ส่งสัญญานอินเทอร์เน็ตให้ ตัว Node MCU Esp8266 ที่อยู่ในตัวทุ่นลอยน้ำ ที่รับข้อมูลจากตัวเซนเซอร์ วัดค่าทั้ง 2 ตัว คือ Analog Turbidity Sensor (วัดค่าความขุ่นของน้ำ) และ Ultrasonic Module (วัดค่าความสูงของระดับน้ำ) โดยค่าข้อมูล ที่จะส่งขึ้น กลุ่มฐานข้อมูล และ แอปพลิเคชัน ส่วนกลางของสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 3 ประกอบตัวอุปกรณ์ ในงานวิจัย ตามแบบที่ได้วางแผนไว้ในข้างต้น



ภาพที่ 9 รูปแบบภายนอกของกล่องรับข้อมูล

จากภาพที่ 9 คือรูปลักษณ์ของตัวเมนหลักในการรับข้อมูล ทำหน้าที่จ่ายพลังงานจากภายนอกด้วยการจ่ายไฟด้วย Adapter12V 1A มีปุ่มเปิดปิด 1 ปุ่ม มีปุ่มรีเซตจากภายนอก 1 ปุ่ม และจอแสดงผล 1602 LCD ที่ทำหน้าที่แสดงผลค่าที่วัดได้แบบเรียลไทม์อีก 1 ตัว



ภาพที่ 10 รูปแบบภายในของกล่อง

จากภาพที่ 10 คือภาพภายในของตัวกล่องตัวเมนรับข้อมูล โดยจะแบ่งพื้นที่การทำงานเป็น 2 ชั้น ชั้นแรก (ทางขวาของภาพ) จะเป็นชั้นของ NodeMCU V2 ทำหน้าที่สื่อสารกับอุปกรณ์ ตัวอื่นภายนอก และ USB Dongle WiFi ทำหน้าที่กระจายสัญญาน WiFi ให้อุปกรณ์อื่นภายนอก ชั้นที่ 2 (ทางซ้ายของภาพ) จะเป็นการเดินสายไฟ

ภายในอุปกรณ์ และมี บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก NodeMCU V2 จากชั้นแรกมากส่งข้อมูลไปแสดงผลที่หน้าจอ 1602 LCD



ภาพที่ 11 รูปแบบของทุ่นลอยน้ำภายนอก

จากภาพที่ 11 คืออุปกรณ์ทุ่นลอยน้ำที่ทำหน้าที่วัดค่าและส่งไปยัง กล่องเมน (ภาพที่8) โดยตัวทุ่นลอยน้ำรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่อยู่ภายนอก 2 ตัว คือ เซนเซอร์วัดความขุ่นของน้ำ และโมดูลวัดระยะทางอัลตราโซนิก และทุ่นลอยน้ำจ่ายไฟด้วยโซล่าเซลล์ด้วยการนำไฟไปเก็บในถ่านผ่านวงจรชาร์จ ในภาพที่ 12 และได้เร่งไฟเพิ่มด้วยStep up เป็น 5.1v เพื่อจ่ายไฟเซนเซอร์ ทั้ง 2 ตัว ที่กล่างมาข้างต้นเนื่องจาก NodeMCU V2 จากไฟเซนเซอร์ไม่พอ



ภาพที่ 12 รูปแบบของทุ่นลอยน้ำภายใน

ขั้นตอนที่ 4 นำไปใช้งานเก็บข้อมูล และ แสดงผล การวัดระดับและความใสของน้ำ

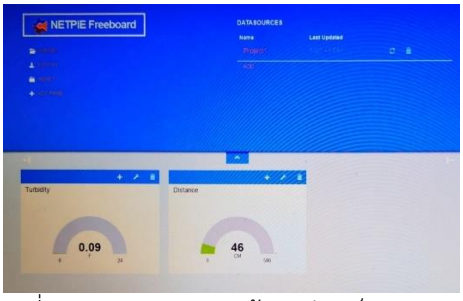


ภาพที่ 13 สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง2ส่วน

จากภาพที่ 13 คือติดตั้งอุปกรณ์ในบริเวณ หลังตึก 10 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยติดตั้ง 2 ส่วน กลางลำธาร และ ภายในอาคาร ระบบทำงานได้ ตามวัตถุประสงค์

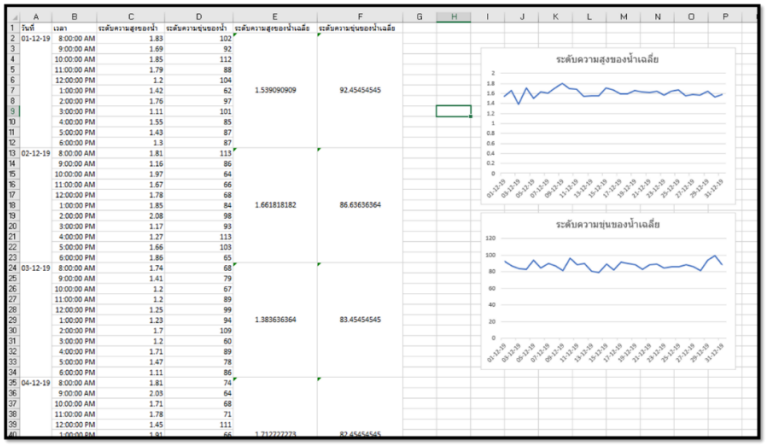
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการได้ศึกษาค้นคว้า “การวัดระดับและคุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง” สามารถเก็บข้อมูลทุก1ชั่วโมงส่งขึ้นออนไลน์ตามภาพที่ 14 และ ได้นำข้อมูลส่ง ไปยังกลุ่มฐานข้อมูลส่วนกลาง และส่งไปยัง กลุ่มแอปพลิเคชันเพื่อจัดดูรายงานแบบสรุปต่อไป



ภาพที่ 14 การแสดงผลของข้อมูลผ่านเว็บบราวเซอร์

จากภาพที่ 14 เป็นการแสดงผลข้อมูลทุก1 ชั่วโมงที่ได้ส่งขึ้น บน Netpie.io โดยการส่งค่าที่วัดได้ทั้ง 2 ค่าขึ้นไปเพื่อที่จะได้นำข้อมูลดูผลที่ได้เพื่อประกอบการตัดสินใจ ในการบริหารจัดการน้ำแก่แก่ผู้ดูแลและควบคุม



ภาพที่ 15 การแสดงผลของข้อมูลผ่านเว็บบราวเซอร์

จากภาพที่ 15 คือการดึงข้อมูลจาก Netpie.io มาลง Excel เพื่อจัดทำเอกสารสรุปผล ส่งให้ผู้ที่มีส่วนรับผิดชอบต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ที่จัดทำขึ้นในชื่อ “การวัดระดับและคุณภาพน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง” จัดทำสำเร็จโดยได้คำปรึกษาจากอาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยมีอาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ทางผู้จัดทำต้องขอบขอบคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

ArduinoAll. (27 ตุลาคม ตุลาคม 2562). *เซนเซอร์วัดความขุ่นของน้ำ Turbidity sensor water turbidity module water mixing detect*. เข้าถึงได้จาก arduinoall: https://www.arduinoall.com/product/560/

ArduinoAll. (27 ตุลาคม 2562). *1602 LCD (Yellow Screen) 16x2 LCD with backlight of the LCD screen พร้อม I2C Interface*. เข้าถึงได้จาก arduinoall: https://www.arduinoall.com/product/545/

ArduinoAll. (27 ตุลาคม 2562). *Arduino UNO R3 พร้อมสาย USB* . เข้าถึงได้จาก arduinoall: https://www.arduinoall.com/product/16/

ArduinoAll. (27 ตุลาคม 2562). *โมดูลวัดระยะทางอัลตราโซนิก US-015 Ultrasonic Module*. เข้าถึงได้จาก arduinoall: https://www.arduinoall.com/product/590/

ArduinoAll. (27 ตุลาคม 2562). *บอร์ดทดลอง NodeMCU V2 NodeMCU V2 ESP8266 Development Kit ESP-12F/N*. เข้าถึงได้จาก arduinoall: https://www.arduinoall.com/product/840/

Matana. (9 มีนาคม 2561). *iot-คืออะไร*. เข้าถึงได้จาก aware: https://www.aware.co.th/iot-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/

TJ Tan. (12 มกราคม 2562). เข้าถึงได้จาก Phuket Smart City: https://www.ifsec.events/sea/visit/news-and-updates/phuket-smart-city

นพรัตน์ จันทร์สุวรรณ และ มณฑาทิพย์ ศรีจันทร์. (2561). อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับแอปพลิเคชันฟาร์มผัก. *การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๑๐*.

ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก

Army Personnel Information Tracking System

ชวัลรัตน์ ศรีนวลปาน[2*], คธาวุธ แก้วมณี[3], วลัยภรณ์ ศรเกลี้ยง[3], รัตยากร ไทยพันธ์[4], อนุสรณ์ โออุไร[5]

Chawanrat Srinounpan[1*], Katawut Kaewmanee[2], Walaiporn Sornkaing[3],

Rattayagon Thaiphun[4], Anusorn Ourai[5]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวคิดในการพัฒนาระบบติดตามการจัดการข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก 2) เพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา รวบรวมข้อมูล ขั้นตอนการจัดการข้อมูลประวัติกำลังพลด้วยกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วมจากกำลังพลที่ปฏิบัติงานในหน้าที่และกำลังพลที่เป็นผู้ใช้งาน โดยการนำเทคโนโลยีมาพัฒนาระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันโดยอาศัยโปรแกรมภาษา PHP และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ รวบรวมความต้องการในระบบงาน วิเคราะห์ความต้องการของระบบงาน ออกแบบความต้องการของระบบ พัฒนาระบบ สร้างระบบ และทดสอบระบบ ผลการศึกษาพบว่า ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ ระบบสามารถช่วยลดเวลา ลดความผิดพลาดในการทำงานของเจ้าหน้าที่ กำลังพลสามารถตรวจสอบข้อมูลของตนเองและจัดการข้อมูลของตนเองได้ตามเวลาที่กำหนด และผลการประเมินความพึงพอใจของกำลังพลผู้ใช้งานจำนวน 60 คน พบว่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47

คำสำคัญ: ระบบติดตาม, การจัดการข้อมูล, สมุดประวัติ, กำลังพลทหารบก

---

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2] นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[4] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[5] พันเอก(พิเศษ) รอง เสธฯ กองทัพภาคที่ 4

[*] **Corresponding author, E-mail:** chawanrat_sri@nstru.ac.th

Abstract

The objective of this research is to 1) study the concept of the development of the Army Personnel History Data Tracking System 2) Increase the efficiency of the Army Personnel History Data Tracking System. This research has studied, collected data, procedures for managing personnel history data using participatory research process from personnel working in the duty and user force. By using technology to develop the Army Personnel History Data Tracking System in the form of a web application using the PHP language and the MySQL database management system, which consists of 6 steps, namely, collecting system requirements, Analyze system requirements, Design system requirements, develop systems, build systems and test systems. Army personnel history data tracking system Able to work efficiently and meet objectives The system can help reduce the time Reducing mistakes in staff work The personnel can check their data and manage their data on time. And the results of the personnel satisfaction evaluation of 60 users, found that satisfaction is at a high level With an average of 4.47

Keywords: tracking system, data management, bookhistory, army personnel

บทนำ

การบริหารงานบุคคล (Personal Management) เป็นการดำเนินการเกี่ยวกับบุคคลในองค์การหรือหน่วยงาน มีกระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้อง คือ การกำหนดนโยบายกฎระเบียบ ข้อบังคับเกี่ยวกับบุคคล การกำหนดตำแหน่ง การกำหนดเงินเดือน การบรรจุแต่งตั้ง การจัดทำทะเบียนประวัติ การจัดสวัสดิการ การให้ออกจากงาน และบำเหน็จบำนาญ

กองทัพบก ได้ออกระเบียบว่าด้วยประวัติ พ.ศ. 2539 เพื่อให้สอดคล้องกับระเบียบกระทรวงกลาโหมว่าด้วย ประวัติ พ.ศ. 2515 และฉบับที่ 2 พ.ศ. 2521 สรุปความว่า ให้มี 1) การจัดทำประวัติรับราชการ 2) การบันทึกรายการลงในแบบประวัติรับราชการ 3) การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับประวัติรับราชการ 4) การย้ายสังกัดของข้าราชการ 5) การตรวจสอบประวัติรับราชการ และ 6) สิทธิเมื่อออกจากราชการ โดยประวัติของข้าราชการถือเป็นเอกสารลับประจำตัวของข้าราชการแต่ละบุคคล ผู้ที่ได้รับการบรรจุเข้ารับราชการทุกนายจะต้องจัดทำประวัติไว้เป็นหลักฐานของทางราชการ เริ่มตั้งแต่บรรจุครั้งแรกจนถึงแก่กรรม แต่ปัจจุบันพบว่าสมุดประวัติรับราชการส่วนใหญ่จะบันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน หรือไม่ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง จึงทำให้สิทธิต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีความล่าช้า สืบเนื่องมาจากการจัดทำประวัติไว้ไม่ดี ขาดการประสานงาน หรือความร่วมมือจากตัวข้าราชการและเจ้าหน้าที่กำลังพลเจ้าของประวัติเอง อีกทั้งข้อมูลทั้งหมดเป็นการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบการจดบันทึกเป็นเอกสาร ทำให้ข้อมูลไม่เป็นระเบียบ แล้วยังสิ้นเปลืองพื้นที่จัดเก็บ เกิดความยุ่งยากในการค้นหาข้อมูลที่ใช้เวลานาน และการนำข้อมูลกลับมาใช้

จากความสำคัญและปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้จัดทำจึงมีแนวทางในการแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยการนำเทคโนโลยีโปรแกรมปัจจุบัน และระบบฐานข้อมูล มาช่วยในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว การบันทึกข้อมูลครั้งแรก เจ้าหน้าที่จัดเก็บข้อมูลลงในระบบจัดการฐานข้อมูล และกำลังพลสามารถจัดการกับข้อมูลบางส่วนของตังเองได้ โดยการใช้

รหัสประจำตัว และรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบ เพื่อเข้าไปตรวจสอบข้อมูลของตัวเอง หากข้อมูลในส่วนใดไม่ถูกต้อง กำลังพลก็สามารถแก้ไขข้อมูลได้ทันที ไม่ต้องเดินทางไปที่หน่วยต้นสังกัด และเจ้าหน้าที่ยังสะดวกต่อการข้อมูลกลับมาใช้งานได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ระบบข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก

2.2 เพื่อพัฒนาระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก

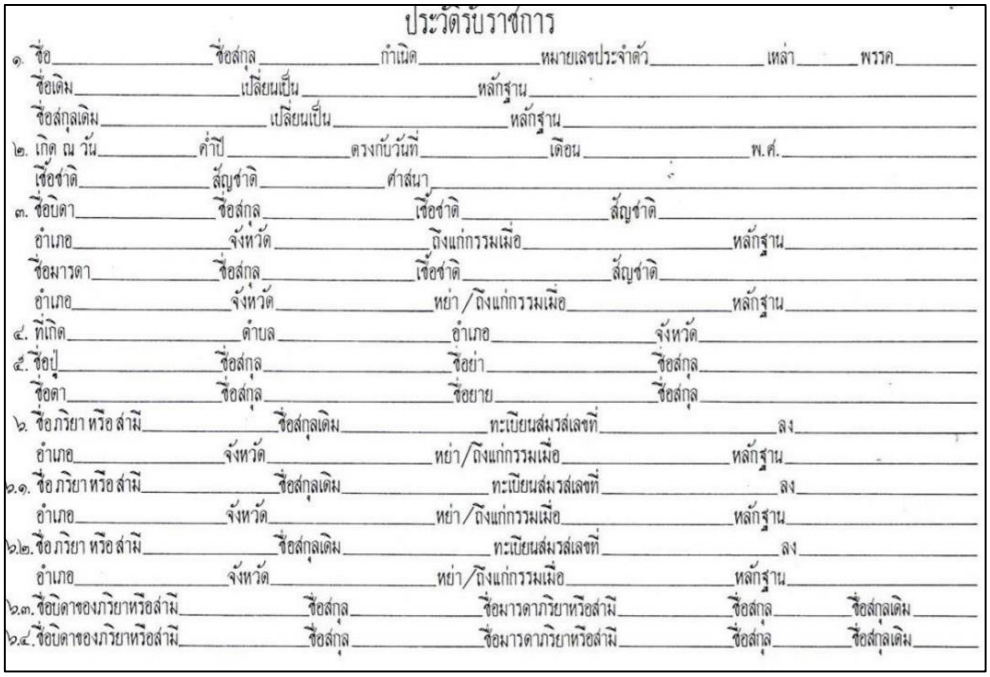
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 สมุดประวัติกำลังพล

ระเบียบกองทัพบกว่าด้วยประวัติ พ.ศ. 2539 เพื่อให้การปฏิบัติเกี่ยวกับประวัติราชการในกองทัพบกเป็นไปด้วยความถูกต้อง เรียบร้อยและเหมาะสมยิ่งขึ้น ทั้งยังสอดคล้องกับระเบียบกระทรวงกลาโหมว่าด้วยประวัติ พ.ศ. 2515 และระเบียบกระทรวงกลาโหม ว่าด้วยประวัติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2521 (กรมสารบรรณทหาร, 2539, หน้า 1) จึงได้กำหนดระเบียบว่าด้วยประวัติของกองทัพบกไว้ โดยการบันทึกรายการลงในแบบประวัติรับราชการ จะต้องให้เจ้าหน้าที่บันทึกประวัติที่ได้รับการแต่งตั้งลงชื่อ และวันเดือนปี กำกับไว้ด้วย การปรับปรุงแก้ไขข้อมูล หรือการบันทึกรายการใดๆ ตามหลักฐานจะกระทำได้เฉพาะเจ้าหน้าที่บันทึกประวัติเท่านั้น (กรมสารบรรณทหาร, 2561, หน้า 56) ตัวอย่างสมุดประวัติสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

1. ยศ ชื่อ นามสกุล เลขประจำตัวประชาชน วั น เดือน ปีเกิด เชื้อชาติ สัญชาติ ศาสนา ภูมิลำเนา
2. การขึ้นทะเบียนทหารกองประจำการ
3. การบันทึกคำสั่งบรรจุเข้ารับราชการ
4. วันที่เริ่มเข้ารับราชการ พร้อมหลักฐานการรับรองของกระทรวงกลาโหม (แบบ ส.ข.๗) สำหรับผู้ซึ่งได้ขึ้นทะเบียนทหารกองประจำการ (ส.ด.๓ หรือ ส.ด.๘) แล้วแต่กรณี
5. การบันทึกรายการเกี่ยวกับตำแหน่ง
6. การบันทึกเวลาราชการเป็นทวีคูณกรณีต่าง ๆ พร้อมบัญชีรับรองแนบไว้
7. การบันทึกการสำเร็จการศึกษา การอบรม การพัฒนาตนเอง ความรู้พิเศษ
8. การบันทึกรายการรับเงินเดือน และเงินเพิ่มพิเศษต่าง ๆ เช่น พ.ส.ร., พ.ป.อ., พ.น.บ., พ.ต.ร., พ.ท.ล. และ พ.ป.อ.ส. เป็นต้น
9. การบันทึกวันลาอุปสมบท ลาไปศึกษา และดูงานในต่างประเทศ
10. การบันทึกรายการได้รับพระราชทานและส่งคืนเครื่องราชอิสริยาภรณ์
11. การบันทึกเกี่ยวกับทายาท เช่น บิดา มารดา คู่สมรส และบุตร
12. บันทึกข้อมูล หรือการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับครอบครัว เช่น การจดทะเบียนสมรส การมีบุตร การหย่า การถึงแก่กรรมของทายาท การย้ายภูมิลำเนา ฯลฯ
13. การจัดทำหนังสือแสดงเจตนาระบุตัวผู้รับเงินช่วยพิเศษ

14. การจัดทำหนังสือแสดงเจตนาระบุตัวผู้รับเงินบำเหน็จตกทอด (กรณีไม่มีทายาท)



ประวัติรับราชการ

๑. ชื่อ_____ชื่อสกุล_____กำเนิด_____หมายเลขประจำตัว_____เหล่า_____พรรค_____
ชื่อเดิม_____เปลี่ยนเป็น_____หลักฐาน_____
ชื่อสกุลเดิม_____เปลี่ยนเป็น_____หลักฐาน_____
๒. เกิด ณ วัน_____ค่ำปี_____ตรงกับวันที่_____เดือน_____พ.ศ._____
เชื้อชาติ_____สัญชาติ_____ศาสนา_____
๓. ชื่อบิดา_____ชื่อสกุล_____เชื้อชาติ_____สัญชาติ_____
อำเภอ_____จังหวัด_____ถึงแก่กรรมเมื่อ_____หลักฐาน_____
ชื่อมารดา_____ชื่อสกุล_____เชื้อชาติ_____สัญชาติ_____
อำเภอ_____จังหวัด_____หย่า/ถึงแก่กรรมเมื่อ_____หลักฐาน_____
๔. ที่เกิด_____ตำบล_____อำเภอ_____จังหวัด_____
๕. ชื่อปู่_____ชื่อสกุล_____ชื่อย่า_____ชื่อสกุล_____
ชื่อตา_____ชื่อสกุล_____ชื่อยาย_____ชื่อสกุล_____
๖. ชื่อภริยา หรือสามี_____ชื่อสกุลเดิม_____ทะเบียนสมรสเลขที่_____ลง_____
อำเภอ_____จังหวัด_____หย่า/ถึงแก่กรรมเมื่อ_____หลักฐาน_____
๖.๑. ชื่อภริยา หรือสามี_____ชื่อสกุลเดิม_____ทะเบียนสมรสเลขที่_____ลง_____
อำเภอ_____จังหวัด_____หย่า/ถึงแก่กรรมเมื่อ_____หลักฐาน_____
๖.๒. ชื่อภริยา หรือสามี_____ชื่อสกุลเดิม_____ทะเบียนสมรสเลขที่_____ลง_____
อำเภอ_____จังหวัด_____หย่า/ถึงแก่กรรมเมื่อ_____หลักฐาน_____
๖.๓. ชื่อบิดาของภริยาหรือสามี_____ชื่อสกุล_____ชื่อมารดาภริยาหรือสามี_____ชื่อสกุล_____ชื่อสกุลเดิม_____
๖.๔. ชื่อบิดาของภริยาหรือสามี_____ชื่อสกุล_____ชื่อมารดาภริยาหรือสามี_____ชื่อสกุล_____ชื่อสกุลเดิม_____

ภาพที่ 1 ตัวอย่างสมุดประวัติกำลังพล

สมุดประวัติกำลังพลจะมีความสำคัญสำหรับนำมาใช้เป็นหลักฐานในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มตั้งแต่บรรจุ ครั้งแรกจนถึงแก่กรรม เช่น

1. การปรับย้ายตำแหน่ง
2. การขอพระราชทานยศทหาร
3. การขอบำเหน็จประจำปี และเงินเพิ่มพิเศษต่างๆ
4. การขอพระราชทานเครื่องราชอิสริยาภรณ์
5. การขอแต่งตั้งเป็น ราชองครักษ์พิเศษ ราชองครักษ์เวร และนายทหารพิเศษ และการขอแต่งตั้งเป็นผู้ดำรงตำแหน่งทางวิชาการ ศจ.,รอง ศจ.,ผช.ศจ.
6. การขอลาอุปสมบท
7. ชี้ประวัติผู้ขอลาออกจากราชการและเกษียณอายุราชการ
8. การออกหนังสือรับรองราชการทัพ เพื่อขอสิทธิตามที่ทางราชการ
9. กำหนด เช่น การขอคะแนนเพิ่ม กรณีเข้าโรงเรียนเตรียมทหาร วิทยาลัยพยาบาล
10. การขอทำบัตรเหรียญชัยสมรภูมิและทายาท เป็นต้น

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาลี ประจักษ์วงศ์ (2555) ได้พัฒนาระบบติดตามงานที่สามารถสั่งงานและติดตามงาน โดยพัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บแอพลิเคชัน ผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้โดยง่าย รวดเร็ว และตรวจสอบความถูกต้องได้ สามารถใช้งานในสถานที่ต่างๆ ที่สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ การติดตามผล การปฏิบัติงาน รายงานความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานได้ และสามารถตรวจสอบได้ว่า การปฏิบัติงานกระทำถึงสถานะใดอยู่ จากผลการทดลองพบว่า ระบบสามารถช่วยลดปัญหาจากระบบงานแบบเดิมลงได้

ณรงค์ ล่ำดี (2560) ได้ทำการพัฒนาระบบติดตามความก้าวหน้างานวิจัย โดยใช้เว็บแอพลิเคชัน ซึ่งพัฒนาระบบด้วยภาษา PHP และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เพื่อเป็นสิ่งอำนวยความสะดวก สามารถสนับสนุนกระบวนการดำเนินการวิจัย ซึ่งผู้ใช้ระบบอาจมีทั้งระดับบุคลากรที่ทำวิจัย และบุคลากรปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการติดตามงานวิจัย โดยผู้ใช้สามารถติดตามขั้นตอนหรือกระบวนการงานวิจัยของตนได้ เช่น ผลการอนุมัติงบประมาณงานวิจัย การติดตามขั้นตอนต่าง ๆ ของการทำงานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการยอมรับระบบโดยประเมินประสิทธิภาพด้วยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินระบบพบว่าอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ระบบติดตามความก้าวหน้างานวิจัยที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริง

Sattahipcity.com (2561) ได้ทำการพัฒนาระบบติดตามเอกสาร X-Track (eXpress Document Tracking) ในหน่วยงาน เพื่อติดตามงานเอกสารทางธุรการว่าอยู่ที่แผนก หรือ ฝ่ายใดในหน่วยงาน ตรวจสอบสถานะ ณ ปัจจุบันว่าเอกสารที่ต้องการทราบ ผ่านการพิจารณา อนุมัติ/ไม่อนุมัติ หรืออยู่ระหว่างการดำเนินการที่จุดไหน ของสายงานเอกสาร เพื่อต้องการเสริมสร้างและพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรภายในหน่วยงานภาครัฐให้สามารถใช้ประโยชน์จากการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ มาประยุกต์ใช้เพื่อการบริหารจัดการงานเอกสารได้อย่างมีประสิทธิภาพได้

สถาบันวิจัยและพัฒนารพีพัฒนศักดิ์ (2562) ได้ทำการพัฒนาระบบติดตามสำนวนคดี สำหรับประชาชน คู่ความ ผู้มีส่วนได้เสีย และผู้เกี่ยวข้องในการติดตามสำนวนคดี สามารถเข้าถึงได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ไม่เสียค่าใช้จ่าย โดยใช้เครื่องมือสื่อสารที่มีอยู่เข้าถึงโปรแกรมเพื่อค้นหาข้อมูลคดีที่ต้องการทราบ เช่น หมายเลขคดีแดง วันนัดพิจารณาวันตัดสิน วันครบอุทธรณ์ วันยื่นอุทธรณ์ วันนัดพิจารณา ผลการส่งหมาย เป็นต้น ทั้งนี้ ผู้ที่ต้องการใช้งานจะต้องทราบหมายเลขคดีดำ เช่น อ1/62 ผบ1/62

อารี อยู่ภู่, วรพจน์ สำราญทรัพย์ และสิริวรรณ ดิษทรัพย์ (2561) ได้ทำการพัฒนาการรายงานและติดตามผลการดำเนินงานโครงการ (PA) ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและทำงานร่วมกันได้พร้อมกันบน คลาวด์คอมพิวติ้ง เพื่อลดเวลาและขั้นตอนการทำงาน สะดวกในการเข้าถึงสามารถติดตามความคืบหน้าและตรวจสอบประวัติการกรอกข้อมูลได้โดยใช้กูเกิ้ลแอปผ่านแอกเคาน์ของมหาวิทยาลัย (Mahidol.edu) ผลการวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้น

ช่วยให้การรายงานผลการ ดำเนินโครงการมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้ที่กรอกข้อมูลรายงานผลการดำเนินงาน หัวหน้าโครงการมีความพึงพอใจในประสิทธิภาพของระบบในระดับดี

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.1 การสัมภาษณ์เชิงลึก

ผู้วิจัยได้เข้าร่วมฟังการสัมมนาของกองทัพภาคที่ 4 เกี่ยวกับการจัดการความรู้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้น จากการนำเสนอรายงานผลการทำงานของเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการขั้นตอนทำงานในการจัดทำทะเบียนประวัติ และการจัดเก็บข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เชิงลึกจากเจ้าหน้าที่ดูแลผู้รับผิดชอบเรื่องการจัดทำข้อมูลประวัติ และเก็บข้อมูลผ่านการสังเกตการทำงานของเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงานประวัติ ทำให้ได้ข้อมูลในเรื่องการจัดทำทะเบียนประวัติกำลังพลทหารบกได้อย่างละเอียดมากยิ่งขึ้น

4.1.2 การศึกษาจากเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเรื่องการจัดทำทะเบียนประวัติกำลังพลทหารบก ทั้งจากเว็บไซต์งานสารบรรณจากกองทัพบก และจากตัวอย่างสมุดประวัติ จนทำให้ได้ข้อมูลของระบบการทำงานเดิม ซึ่งระบบเดิมนั้นจะมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบการจดบันทึกและการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นเอกสาร ทำให้เกิดความยุ่งยากและมีปัญหาของการตรวจสอบข้อมูลที่ใช้เวลานาน จนบางครั้งก็เกิดความผิดพลาด ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบระบบเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านั้น รวมถึงการกำหนดวิธีการดำเนินงานเพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของระบบงานเดิม

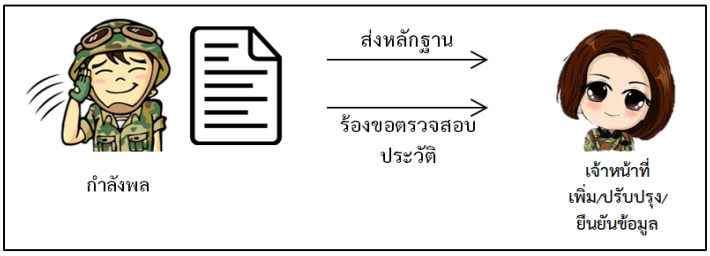
4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการพัฒนาระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกที่มีประสิทธิภาพ ได้ดำเนินการพัฒนาเป็นขั้นตอน ตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) รวบรวมความต้องการในระบบงาน 2) วิเคราะห์ความต้องการของระบบ 3) ออกแบบความต้องการของระบบ 4) พัฒนาระบบ 5) สร้างระบบ และ 6) ทดสอบระบบ

4.2.1 การวิเคราะห์ระบบงาน

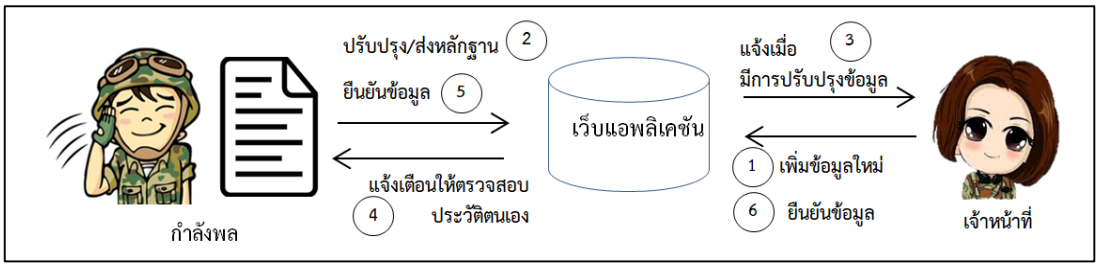
การวิเคราะห์ระบบงานเดิมพบว่า ปัญหาในการเก็บข้อมูลและการตรวจสอบประวัติกำลังพลทหารบก เนื่องจากมีการกำหนดให้กำลังพลทำการตรวจสอบประวัติตนเองปีละ 1 ครั้ง หรือมากกว่านั้นแล้วแต่กรณีเพื่อให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน แต่กำลังพลมีจำนวนมาก และขาดการละเลยในการตรวจสอบประวัติของตนเอง เพราะยุ่งยากจะต้องไปตรวจสอบประวัติของตนเองต่อหน้าเจ้าที่ โดยต้องให้เจ้าหน้าที่เป็นผู้เปิดระบบด้วยตนเอง เจ้าหน้าที่

อาจจะปรับปรุงข้อมูลเอง หรือให้เจ้าของประวัติปรับปรุง แล้วเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ พร้อมลงชื่อในระบบ การติดตามเพื่อให้กำลังพลมาทำการตรวจสอบประวัติก็มีความยุ่งยาก บางครั้งแจ้งไปแล้วแต่ไม่มีการตอบรับจากเจ้าของประวัติทำให้ประวัติไม่เป็นปัจจุบัน โดยรูปแบบการจัดการข้อมูลในระบบงานเดิมสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการจัดการข้อมูลในระบบงานเดิม

ออกแบบระบบงานใหม่ เพื่อปัญหาในการเก็บข้อมูลและการตรวจสอบประวัติกำลังพลทหารบก โดยทำการเก็บข้อมูลประวัติกำลังพลรูปแบบของเว็บแอพลิเคชัน เจ้าของประวัติสามารถใช้งานยืนยันข้อมูลตนเองได้ทุกที่ ทุกเวลา สามารถปรับปรุงแก้ไขประวัติ พร้อมแนบหลักฐานเข้าระบบได้ด้วยตนเอง โดยจะมีเจ้าหน้าที่ที่อำนาจในการตรวจสอบ ลงระบบยืนยันข้อมูลอีกครั้ง สำหรับการกำหนดห่วงเวลาในการตรวจสอบประวัติของตนเอง จะให้ระบบทำการแจ้งเตือนการตรวจสอบประวัติตนเองไปยังกำลังพลตามรอบระยะเวลาที่กำหนดผ่านอีเมล์ และส่งข้อความ (Messenger) จนกว่าเจ้าของประวัติจะเข้ายืนยันระบบ หากเลยเวลาที่กำหนดจะใช้กระบวนการติดตามในรูปแบบข้อบังคับอื่นๆ ต่อไป โดยรูปแบบการจัดการข้อมูลในระบบงานใหม่สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รูปแบบการจัดการข้อมูลในระบบงานใหม่

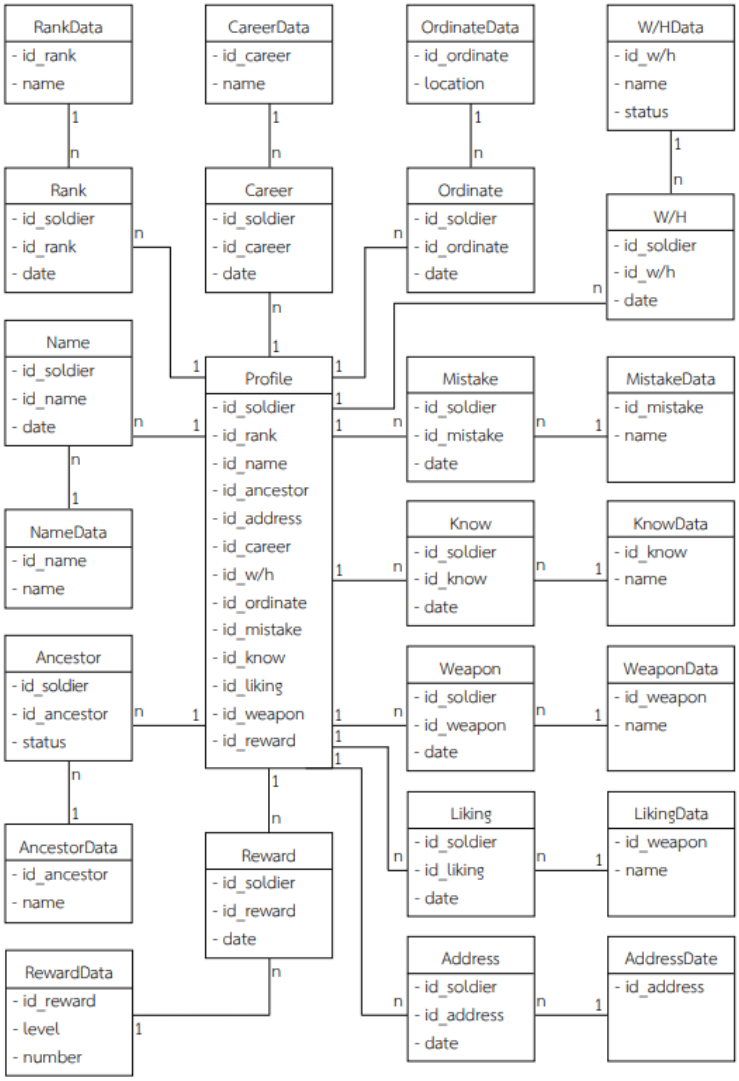
4.2.1 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบประกอบไปด้วย Class Diagram, Activity Diagram และการออกแบบระบบทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ นำเสนอการออกแบบระบบด้วย Deployment Diagram ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก ประกอบด้วย

4.2.2 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบ

4.2.2.1 Class Diagram

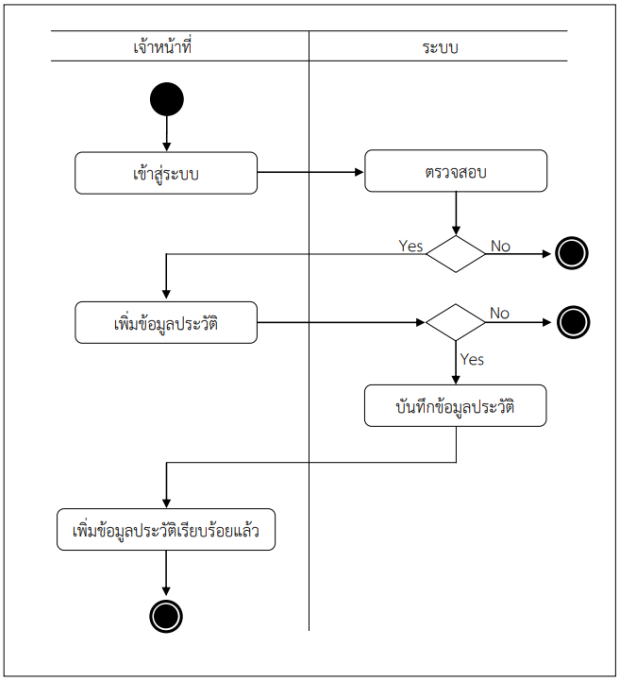
การนำเสนอระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกด้วย Class Diagram เป็นการนำเอากลุ่มอ็อบเจ็คต์ที่ถูกจัดเก็บไว้ในคลาสเดียวกัน จะมีแอตทริบิวต์โอเปอร์เรชั่นความสัมพันธ์และความหมายเหมือนกัน ประกอบด้วยคลาสความสัมพันธ์ระหว่างคลาสสามารถ แสดงรายละเอียดภายในคลาสว่า มีเมธอด ฟิลด์ และแอตทริบิวต์ เป็นอย่างไรบ้าง ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคลาส สามารถนำเสนอขั้นตอนการทำงานของกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้ Class Diagram ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของคลาสในระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก

4.2.2.2 Activity Diagram

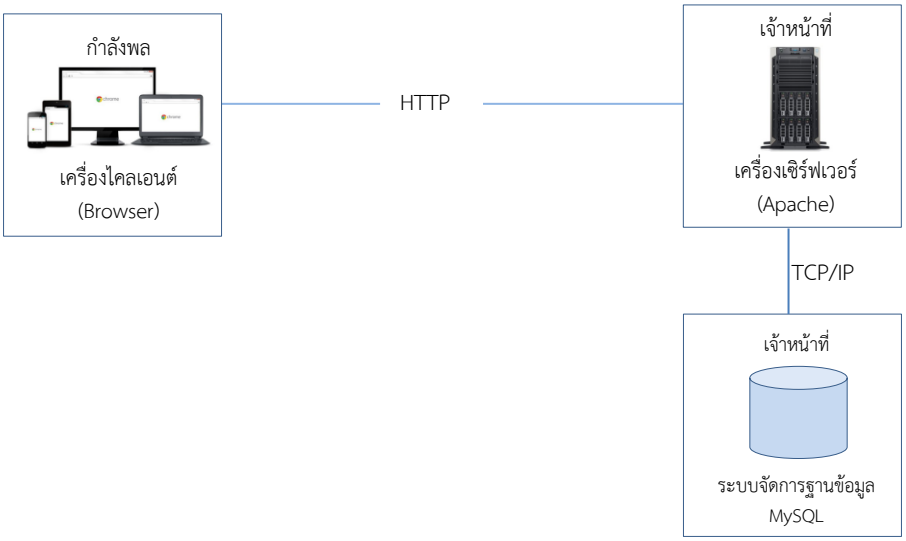
ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกสามารถนำเสนอขั้นตอนการทำงานของกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้ เป็น Activity Diagram ได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การทำงานของ Activity Diagram

4.2.2.3 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ

ประกอบด้วยเครื่องไคลเอนต์ โดยมี Browser เพื่อใช้ในการเข้าสู่อินเทอร์เน็ตผ่านโปรโตคอลที่ชื่อว่า TCP/IP โดยได้จำลองเครื่องตนเองเป็น Server ผ่านโปรแกรมที่ชื่อว่า Apache และเชื่อมต่อ ไปยัง Database Server เพื่อติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL ซึ่งสามารถจำลองการทำงานได้ดังภาพที่ 6

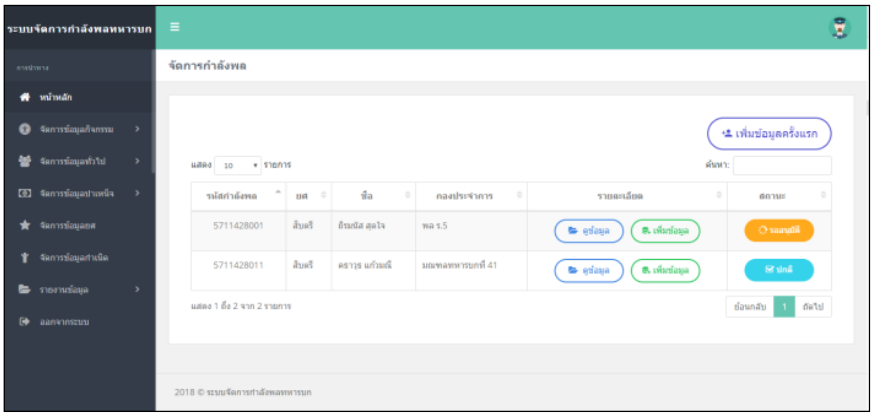


ภาพที่ 6 การทำงานของ Deployment Diagram

ผลการดำเนินงาน

1. ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก

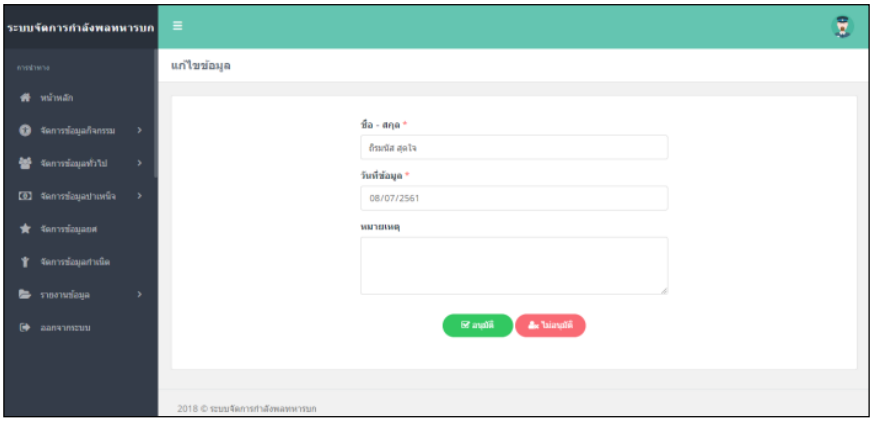
ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกที่อยู่ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยอาศัยโปรแกรมภาษา PHP และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ซึ่งตัวอย่างของระบบสามารถแสดงเป็นภาพได้ ดังภาพที่ 7-9



ภาพที่ 7 หน้าหลักในการจัดการข้อมูลกำลังพล



ภาพที่ 8 การเพิ่มข้อมูลชื่อ



ภาพที่ 9 หน้าอนุมัติข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากกำลังพล

2. ผลการประเมิน

ผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับที่ดีมาก มีค่าเฉลี่ยที่ 4.56 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ระบบใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ที่ 4.80 รองลงมาคือ เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์ มีค่าเฉลี่ยที่ 4.60 ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินคุณภาพระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก

รายการประเมิน	ผลประเมินคุณภาพสื่อ		
	$\bar{X}$	SD.	ความหมาย
1. เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์	4.60	0.52	ดีมาก
2. ระบบใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน	4.80	0.42	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้เมนู สี ภาพ ตัวอักษร	4.50	0.53	ดีมาก
4. มีการจัดการความปลอดภัยหรือกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างเหมาะสม	4.50	0.53	ดีมาก
5. ระบบมีเสถียรภาพสามารถเข้าใช้งานได้ตลอดเวลา	4.40	0.52	ดี
ภาพรวม	**4.56**	**0.50**	**ดีมาก**

ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกโดยผู้ใช้ซึ่งเป็นกลุ่มกำลังพล จำนวน 60 คน พบว่ามีความพึงพอใจต่อระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกที่พัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยที่ 4.47 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ข้อมูลตอบสนองตรงต่อความต้องการของผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่ 4.67 รองลงมาคือ ระบบใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน มีค่าเฉลี่ยที่ 4.53 ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งาน

รายการประเมิน	ผลประเมินคุณภาพ		
	$\bar{x}$	SD.	ความหมาย
1. ระบบใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน	4.53	0.65	ดีมาก
2. ข้อมูลตอบสนองตรงต่อความต้องการของผู้ใช้	4.67	0.54	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้เมนู สี ภาพ ตัวอักษร	4.52	0.50	ดีมาก
4. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการปฏิบัติงานให้เร็วขึ้นได้	4.40	0.56	ดี
5. มีการจัดการความปลอดภัยหรือกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างเหมาะสม	4.42	0.62	ดี
6. ระบบมีเสถียรภาพสามารถเข้าใช้งานได้ตลอดเวลา	4.40	0.62	ดี
7. มีช่องทางในการติดต่อ/สอบถามปัญหาอย่างเพียงพอ	4.33	0.60	ดี
ภาพรวม	**4.47**	**0.58**	**ดี**

สรุปผล

ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบก สามารถรองรับการใช้งานและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ สามารถช่วยให้การทำงานของเจ้าหน้าที่มีความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น จากระบบเดิมที่มีการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นเอกสาร ก็ได้เปลี่ยนมาจัดเก็บข้อมูลที่เป็นระบบฐานข้อมูล ทำให้ข้อมูลจัดอยู่อย่างเป็นระเบียบและนำมาใช้งานอย่างสะดวก นอกจากนั้นเจ้าของประวัติเองก็สามารถเข้าถึงข้อมูล และจัดการกับข้อมูลของตนเองได้อีกด้วย

อภิปรายผลการวิจัย

ระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกมีการทำงานในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้โดยง่าย รวดเร็ว และตรวจสอบความถูกต้องได้ สามารถใช้งานในสถานที่ต่างๆ ที่สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชาลี ประจักษ์วงศ์ (2555) ณรงค์ ล่ำดี (2560) และ อารี อยู่ภู่, วรพจน์ สำราญทรัพย์ และสิริวรรณ ดิษทรัพย์ (2561) ทำให้การใช้งานมีความสะดวกและความคล่องตัว กำลังพลสามารถเปิดใช้งานหรือเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ ทุกเวลา ข้อมูลเป็นปัจจุบัน และมีความถูกต้องเพราะมีการยืนยันระหว่างเจ้าของประวัติและเจ้าหน้าที่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ หน่วยจัดเก็บประวัติของกองทัพภาคที่ 4 ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบคุณพันเอก ดร.กริช อินทราทิพย์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยกองทัพบกที่ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นและให้ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณกำลังพลจากกองทัพภาคที่ 4 ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทดสอบระบบติดตามข้อมูลประวัติกำลังพลทหารบกในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมสารบรรณทหารบก. (2539). **ระเบียบกองทัพบก 2539**. สืบค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2562 จาก http://www.ilc2012.org/ilc60/images/frile/manul14/kidjakanturpi/8.1.2.pdf

กรมสารบรรณทหารบก. (2561). **หนังสือสิทธิกำลังพล**. . สืบค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2562 จาก http://dag.rtarf.mi.th/dlfiles/ppl_right/หนังสือสิทธิกำลังพล.pdf

ชาลี ประจักษ์วงศ์. (2555). **ระบบติดตามงาน**. สารนิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ณรงค์ ล่ำดี. (2560). **การพัฒนาระบบติดตามความก้าวหน้างานวิจัย**. มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์. จาก http://research.rpu.ac.th/wp-content/uploads/2017/08/Narong-Lumdee_2556-1.pdf

รัชฎา ขันทอง และมณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ. (2558). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามยอดเงินค้างชำระ โดยใช้วิธีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์. **The Eleventh National Conference on Computing and Information Technology,** 11 (4), 591-696.

สถาบันวิจัยและพัฒนารพีพัฒนศักดิ์. (2562). **ศาลยุติธรรมมีระบบติดตามสำนวนคดี (Tracking System) บนเว็บไซต์**. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2562 จากhttps://rabi.coj.go.th/th/content/category/detail/id/21/iid/123132

อารี อยู่ภู่, วรพจน์ สำราญทรัพย์ และสิริวรรณ ดิษทรัพย์. (2561). **การพัฒนารูปแบบรายงานและติดตามผลการดำเนินงาน (PA) ออนไลน์**. วารสารการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย, ปีที่ 5 (สิงหาคม 2561) หน้า 46-53.

Sattahipcity.com. (2561). **ระบบ X-Track**. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2562 จาก http://www.sattahipcity.com/index.php/component/k2/item/29.html

สื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติ

INFOGRAPHIC OF NATURAL ENERGY

สุทธิชัย เขียวบุญจันทร์[1*] ,กฤตมุข คงวัฒนานนท์[2] ,สุกัญญา บัวเสน[3],กลอยใจ ครุฑจ้อน[4]

SUTTICHAI KEAWBUNJAN[1*],KRITTMUK KONGWATTANANON[2] ,SUKANYA BUASEN[3] ,KLOYJAI KRUTJON[4]

บทคัดย่อ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างสื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติ เพื่อนำไปเป็นสื่อให้กับสำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพื้นที่ 11 สำหรับการเผยแพร่และให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องพลังงานทางธรรมชาติ และเพื่อประเมินผลสื่ออินโฟกราฟิกจากความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยเนื้อหาของสื่อประกอบด้วย ความหมาย ความสำคัญ ประเภทของพลังงานทางธรรมชาติ พลังงานหมุนเวียน และพลังงานแปรรูป โดยใช้เครื่องมือในการสร้างสื่ออินโฟกราฟิก ประกอบด้วย โปรแกรม Adobe Audition ใช้ในการอัดเสียง ตัดเสียง โปรแกรม adobe premiere pro cs6 ใช้ในการตัดต่อภาพและเสียง โปรแกรม Adobe Illustrator cs6 ใช้ในการวาดภาพ โปรแกรม Adobe After Effects ใช้ในการใส่ Effect สื่อ สื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติ ได้นำไปประเมินผลความพึงพอใจกับประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่าผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x}$ = 4.41 , S.D. = 0.61)

คำสำคัญ: สื่ออินโฟกราฟิก, สื่อมัลติมีเดีย, พลังงานทางธรรมชาติ

[1,2,3] นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่

[4]อาจารย์ที่ปรึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่

[*]**Corresponding author, E-mail:** tumnook14@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to design and create infographic media about natural energy. To convey to the Office of Alternative Energy Development and Efficiency, Area 11 for dissemination and education Understanding of natural energy And to evaluate infographic media based on user satisfaction In which the content of the media consists of meaning, significance, type of natural energy Renewable and processed energy By using the tools to create infographic media consisting of Adobe Audition is used to record audio and cut audio. Adobe premiere pro cs6 is used to edit video and audio. Adobe Illustrator cs6 is used to draw Adobe After Effects. Used to insert Media Effect Infographic media about natural energy Were used to assess satisfaction with the sample population of 30 people. The research found that the satisfaction assessment results are good. ($\overline{x}$ = 4.41 , S.D. = 0.61)

Keyword: infographic media, Multimedia, Natural energy

บทนำ

พลังงานทางธรรมชาติ คือ ความสามารถที่จะทำงานได้ ความสามารถดังกล่าวนี้เป็นความสามารถของวัตถุใดมีพลังงานวัตถุนั้นก็สามารถทำงานได้และคำว่างานในที่นี้เป็นผลของการกระทำของแรง ซึ่งทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในแนวของแรงสิ่งใดก็ตามที่สามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนตำแหน่งหรือเคลื่อนที่ไปจากที่เดิมได้สิ่งนั้นย่อมมีพลังงานอยู่ภายใน พลังงานทางธรรมชาติความสามารถที่จะทำงานได้โดยอาศัยแรงงานที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติโดยตรง และที่มนุษย์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดัดแปลงใช้จากพลังงานตามธรรมชาติ ตามคำนิยามของนักวิทยาศาสตร์ พลังงาน (Energy) คือ ความสามารถในการทำงาน (Ability to do work) โดยการทำงานนี้อาจจะอยู่ในรูปของการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนรูปของวัตถุก็ได้

มนุษย์นำพลังงานมาใช้ในการดำรงชีวิตตั้งแต่สมัยโบราณ เริ่มจากการใช้ไฟฟ้าที่เกิดจากการเสียดสีของไม้หรือหินเพื่อให้เกิดความอบอุ่น แสงสว่างและการหุงต้มอาหาร มนุษย์เริ่มรู้จักทำกังหันวิดน้ำ ทำกังหันลมเพื่อยกของหนักและบดเมล็ดธัญพืช พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญ ในการส่งเสริมสวัสดิภาพและความผาสุกของประชาชนแต่ละประเทศทั่วโลก พลังงานมีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับความมั่นคงของประเทศทั้งทางการเมือง การทหาร การเศรษฐกิจและสังคม ปัจจุบันมีการใช้พลังงานมากขึ้น ในการพัฒนาเศรษฐกิจทุกสาขาเช่น อุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง การไฟฟ้า เป็นต้น ปริมาณการใช้พลังงานมีความสัมพันธ์กับฐานะทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศพลังงานทางธรรมชาติแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ พลังงานหมุนเวียน (Primary energy) และ พลังงานสิ้นเปลือง (Secondary energy)

ปัจจุบันเป็นยุคของการใช้อินเตอร์เน็ต สื่อสิ่งพิมพ์และการเรียนรู้จากเว็บไซต์ต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมายเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่สามารถสืบค้นหาความรู้ได้ง่าย ซึ่งการจัดทำสื่อในรูปแบบอินโฟกราฟิกนั้น เป็นการนำข้อมูลที่เข้าใจยากหรือข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือจำนวนมาก นำมาเสนอในรูปแบบต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ ให้สามารถเล่าเรื่องได้ โดยมีองค์ประกอบหัวข้อที่น่าสนใจภาพและเสียง ซึ่งรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มาสรุป วิเคราะห์ เรียบเรียง แสดงออกมาเป็นภาพที่จะดึงดูดความสนใจได้ดี ซึ่งกราฟฟิกที่ใช้จะเป็น ภาพ ลายเส้น สัญลักษณ์ กราฟ แผนภูมิ ไดอะแกรม ตาราง แผนที่ ฯลฯ ที่จะทำให้มีความสวยงาม น่าสนใจ เข้าใจง่าย สามารถจดจำได้นาน ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้น ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญ เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติ จึงมีแนวคิดสร้างสื่อ Infographic เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติ เพื่อสามารถนำไปใช้และถ่ายทอดแก่ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับเรื่องพลังงานทางธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำสื่อ Infographic เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ นำเสนอพลังงานธรรมชาติให้น่าสนใจยิ่งขึ้น เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทางธรรมชาติ และส่งเสริมด้านการอนุรักษ์พลังงานให้น่าสนใจยิ่งมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ
2. เพื่อนำสื่อไปเผยแพร่ให้กับสำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพื้นที่ 11
3. เพื่อเผยแพร่สื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ ในโลกอินเตอร์เน็ต

ขอบเขตงานวิจัย

ออกแบบสื่อ Infographic เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ มีเนื้อหา ดังนี้

1. ความหมายของพลังงานทางธรรมชาติ
2. ความสำคัญของพลังงานทางธรรมชาติ
3. ประเภทของพลังงานทางธรรมชาติ
   - 3.1 พลังงานหมุนเวียน
     - 3.1.1 พลังงานแสงอาทิตย์
     - 3.1.2 พลังงานน้ำ
       - 3.1.2.1 การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำ
     - 3.1.3 พลังงานลม
     - 3.1.4 พลังงานชีวมวล
     - 3.1.5 การเผาไหม้โดยตรง
       - 3.1.5.1 การผลิตก๊าซ

3.1.5.2 การหมัก

3.1.5.3 การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากพืช

3.1.6 พลังงานความร้อนใต้พิภพ

3.1.6.1 แหล่งที่เป็นไอน้ำ (Steam sources)

3.1.6.2 แหล่งที่เป็นน้ำร้อนซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำเค็ม (Hot brine sources)

3.1.6.3 แหล่งที่เป็นหินร้อนแห้ง (Hot dry rock)

3.1.6.4 แหล่งที่เป็นแมกมา (Molten magma)

3.2 พลังงานแปรรูป

3.2.1 พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล

3.2.1.1 เชื้อเพลิงแข็ง

3.2.1.2 เชื้อเพลิงก๊าซ

3.2.1.3 เชื้อเพลิงเหลว

3.2.2 พลังงานนิวเคลียร์

3.2.2.1 ด้านการแพทย์

3.2.2.2 ด้านการอุตสาหกรรม

3.2.2.3 ด้านการเกษตร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนการดำเนินงาน

จากการวิเคราะห์ปัญหา สื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ และสื่อที่จะช่วยนำเสนอเกี่ยวกับพลังงานนั้นได้มีน้อย จึงทำให้ผู้ที่สนใจกี่ยวกับพลังงานทางธรรมชาติ ได้รับความรู้และเข้าใจได้ง่ายขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกเทคโนโลยีโปรแกรม Adobe After Effects Cs6 นำมาใช้ในการสร้างสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติเพื่อจัดทำสื่อที่สามารถให้ความรู้ เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ ให้มีความเข้าใจและเป็นที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

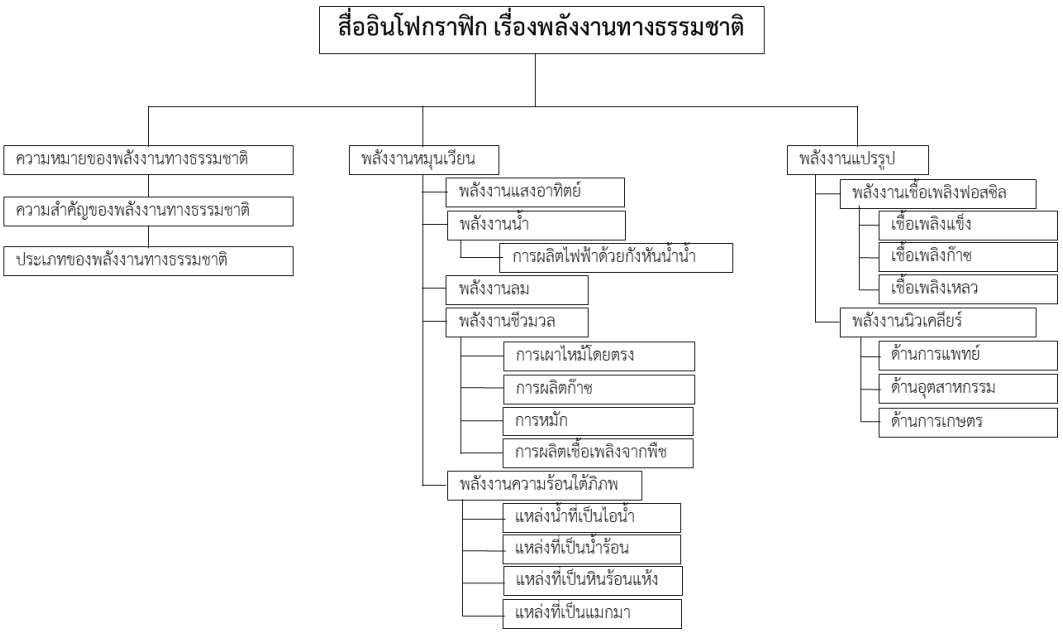
1. ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

1.1 แสดงรายละเอียดของพลังงานทางธรรมชาติ

- อธิบายถึงความหมายของพลังงานทางธรรมชาติ
- อธิบายถึงความสำคัญของพลังงานทางธรรมชาติ
- อธิบายถึงประเภทของพลังงานทางธรรมชาติ
- อธิบายถึงพลังงานหมุนเวียนและพลังงานแปรรูป

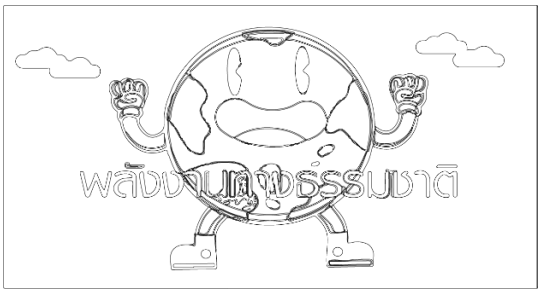
2. การออกแบบ

2.1 โครงสร้างสื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง มลพิษสิ่งแวดล้อม

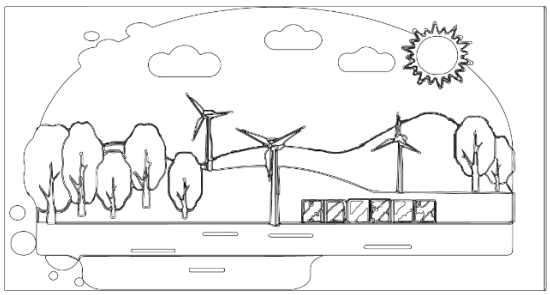


ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด

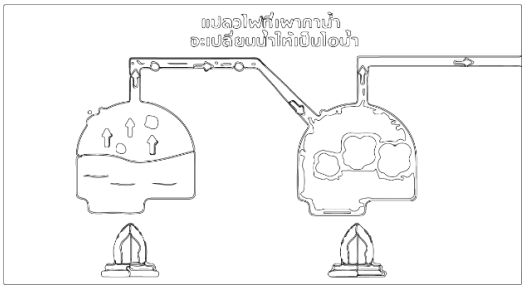
2.2 Story Board



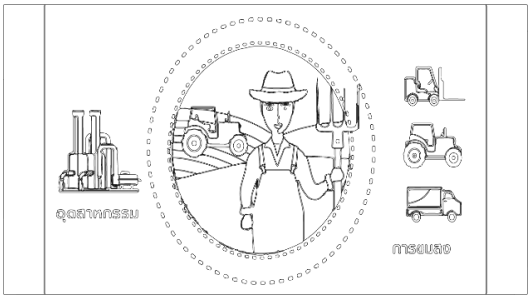
ภาพที่ 2 แสดงหน้าแรก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ



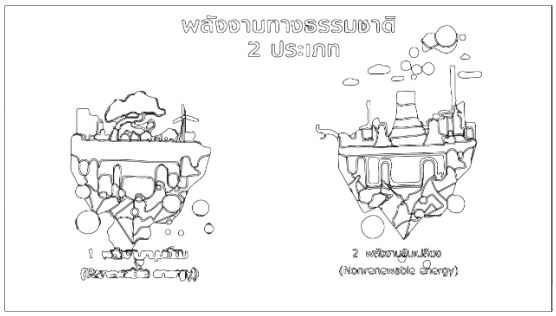
ภาพที่ 3 แสดงหน้าเข้าสู่ความหมายพลังงานทางธรรมชาติ



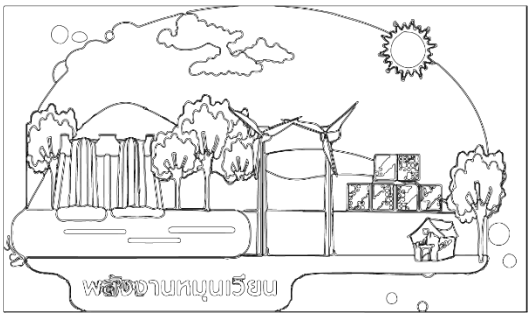
ภาพที่ 4 แสดงหน้าเปลวไฟที่เผากาน้ำ



ภาพที่ 5 แสดงหน้าความสำคัญพลังงานทางธรรมชาติ



ภาพที่ 6 แสดงหน้าพลังงานต้นกำเนิดและพลังงานแปรรูป



ภาพที่ 7 แสดงหน้าพลังงานหมุนเวียน

3. ขั้นตอนการพัฒนา (D:Development)

การลงมือพัฒนา สื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติโดยใช้เครื่องมือหลักในการพัฒนาระบบ ได้แก่ โปรแกรม Adobe after Effectsc และโปรแกรม Adobe Illustrator ซึ่งลดปัญหาด้านลิขสิทธิ์ได้ และที่สำคัญเป็นที่นิยมแพร่หลาย มีคู่มือแนะนำค่อนข้างมากมาย กระบวนการในการพัฒนาระบบมีดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเอกสารต่างๆ

3.1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของพลังงานทางธรรมชาติ

3.1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของพลังงานทางธรรมชาติ

3.1.3 ศึกษาการใช้งานโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างสื่ออินโฟกราฟิก

3.2 การเขียนโปรแกรม

ในการพัฒนาสื่อ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการพัฒนา ได้แก่

3.2.1 โปรแกรม Adobe illustrator ใช้ในการวาดภาพ

3.2.2 โปรแกรม Adobe after effects ใช้ในการใส่ Effect สื่อ

3.2.3 โปรแกรม Adobe audition ใช้ในการอัดเสียง ตัดเสียง

3.2.4 โปรแกรม Adobe premiere pro ใช้ในการตัดต่อภาพและเสียง

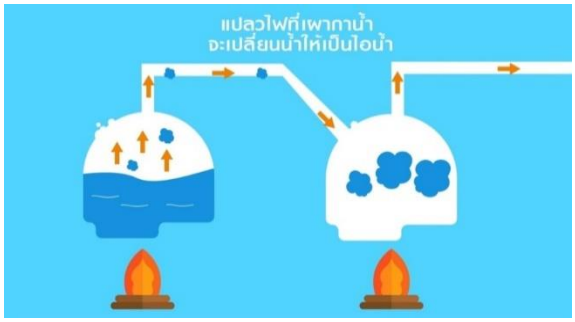
3.3 ผลการพัฒนาสื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติ



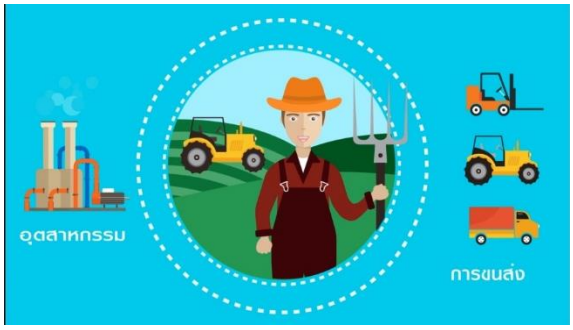
ภาพที่ 8 แสดงหน้าแรก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ



ภาพที่ 9 แสดงหน้าเข้าสู่ความหมายพลังงานทางธรรมชาติ



ภาพที่ 10 แสดงหน้าเปลวไฟที่เผากาน้ำ



ภาพที่ 11 แสดงหน้าความสำคัญพลังงานทางธรรมชาติ



ภาพที่ 12 แสดงหน้าพลังงานต้นกำเนิดและพลังงานแปรรูป



ภาพที่ 13 แสดงหน้าพลังงานหมุนเวียน

4. ขั้นตอนการนำไปใช้งาน

ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบสื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานทางธรรมชาติ ซึ่งหลังจากที่ได้สร้างเสร็จ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็ต้องทดสอบการทำงานของสื่อในเบื้องต้นว่ามีข้อผิดพลาด และไม่ครบถ้วนประการใดบ้าง ก่อนที่จะทดลองใช้งานจริง กระบวนการในการทดสอบมีดังต่อไปนี้

4.1 การทดสอบในขั้นตอนการพัฒนา

ผู้พัฒนาระบบได้นำสื่อให้สำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพื้นที่ 11 ไปใช้เป็นสื่อเผยแพร่และให้ความรู้แก่ผู้ที่สนใจที่เข้ามาเยี่ยมชม และทดสอบการใช้งานและได้มีการติชมและประเมินผล ผู้จัดทำจึงได้นำคำติชมดังกล่าวไปพัฒนาให้สมบูรณ์ต่อไป

4.2 การทดสอบระบบงานจริงและการนำไปใช้

หลังจากได้ทดสอบระบบเบื้องต้นตามขั้นตอนที่ 4.1 แล้ว ในขั้นตอนการทดสอบระบบงานจริง ได้ทำการนำสื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง พลังงานธรรมชาติ ให้กับประชากรกลุ่มตัวอย่าง ณ สำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพื้นที่ 11 รับชมและทำการประเมิณสื่อดังกล่าว

5. ขั้นตอนการประเมินผล

การประเมินสื่ออินโฟกราฟิกเรื่องพลังงานทางธรรมชาติเป็นการนำเสนอความรู้เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ โดยการประเมินความพึงพอใจของผู้รับชมคือประชากรกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งผลการประเมินสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจด้านเนื้อหาและข้อมูล

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาและข้อมูล			
1. ความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหา	4.57	0.57	ดีมาก
2. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.43	0.63	ดี
3. การเรียบเรียงเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	4.23	0.77	ดี
4. เนื้อหามีสาระ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.73	0.52	ดีมาก
รวม	4.50	0.30	ดีมาก

จากตาราง 5.1 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพความพึงพอใจด้านเนื้อหาและข้อมูล พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x}$ = 4.50, S.D. = 0.30) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อด้านเนื้อหาและข้อมูล พบว่าในข้อที่ 4 คือ เนื้อหามีสาระสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x}$ = 4.50, S.D. = 0.30) รองลงมาคือข้อที่ 1 คือ ความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหา อยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x}$ = 4.57, S.D. = 0.57) และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือข้อที่ 2 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x}$ = 4.43, S.D. = 0.63) เนื่องจากแต่ละหัวข้อมีการเรียบเรียงเนื้อหาที่เข้าใจได้ยาก

ตารางที่ 5.2 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจด้านการใช้งาน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการใช้งาน			
1. ความชัดเจนของภาพ เสียง และตัวอักษร	4.26	0.78	ดี
2. การนำเสนอสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา เหมาะสม	3.93	0.82	ดี
3. เสียงพากประกอบสื่อมีความเหมาะสม	4.33	0.71	ดี
4. การใช้เสียงดนตรีประกอบมีความเหมาะสม	4.43	0.50	ดี
5. การใช้ภาพในการสื่อความหมายมีความเหมาะสม	4.53	0.50	ดีมาก
รวม	4.29	0.66	ดี

จากตาราง 5.2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพความพึงพอใจด้านการใช้งานพบว่า อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ($\bar{x}$)= 4.29, S.D. = 0.66) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อด้านการใช้งาน พบว่าใน ข้อที่ 5 คือ การใช้ภาพในการสื่อความหมายมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x}$)= 4.53, S.D. = 0.50) รองลงมาคือข้อที่ 4 การใช้เสียงดนตรีประกอบมีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x}$)= 4.43, S.D. = 0.50) และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือข้อที่ 2 คือ การนำเสนอสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา เหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x}$) (= 3.93, S.D. = 0.82) เนื่องจากการใช้ภาพสื่อความหมายยังไม่ค่อยชัดเจน

ตารางที่ 5.3 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจด้านการใช้ภาษา

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
การใช้ภาษา			
1. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.60	0.50	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	4.63	0.56	ดีมาก
3. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย	4.33	0.55	ดี
รวม	4.44	0.62	ดี

จากตาราง 5.3 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพความพึงพอใจด้านการใช้ภาษาพบว่า อยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x}$)= 4.44, S.D. = 0.62) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อด้านการการใช้ภาษา พบว่าใน ข้อที่ 2 คือ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (($\bar{x}$)= 4.63, S.D. = 0.56) รองลงมาคือข้อที่ 1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (($\bar{x}$)= 4.60, S.D. = 0.50) และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือข้อที่ 3 คือ ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย อยู่ในเกณฑ์ดี ($\bar{x}$) (= 4.33, S.D. = 0.55) เนื่องจากภาษาที่ใช้สื่อความหมายยังไม่ค่อยชัดเจน

สรุปผลการวิจัย

ผลที่ได้จากโครงการวิจัยนี้พบว่าสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ เป็นองค์ความรู้ ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาในรูปแบบสื่ออินโฟกราฟิก และได้ตามบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้คือ

1. ได้สื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ

2. ได้นำสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ ไปใช้ในการเผยแพร่และให้ความรู้ที่สำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพื้นที่ 11

3. ได้เผยแพร่สื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติ ในโลกอินเตอร์เน็ต

อุปสรรคและปัญหา

1. ในการออกแบบฉากและเนื้อหามีความยาวไม่เท่ากันจนเกิดการยืดเวลาของภาพแต่ละภาพนานเกินไป
2. การอัดเสียงมีเสียงรบกวนมากเกินไป
3. การใส่เสียงบรรยายเสียงเอฟเฟคไม่ความสม่ำเสมอกัน ดังและเบาจนเกินไป จนเสียงใดเสียงหนึ่งกลบอีกเสียง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การผลิตสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพลังงานทางธรรมชาติในรูปแบบสื่ออินโฟกราฟิก พร้อมอธิบายความหมาย ความสำคัญ ประเภทพลังงานทางธรรมชาติ พลังงานหมุนเวียน และพลังงานแปรรูป ได้นำสื่อไปประเมินผลความพึงพอใจกับประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่าผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี ($\overline{X}$ = 4.41 , S.D. = 0.61)

ข้อเสนอแนะ

จากการสร้างสื่ออินโฟกราฟิกเรื่องพลังงานทางธรรมชาติได้พัฒนาตามที่วางแผนไว้ซึ่งยังมีส่วนที่สามารถพัฒนาต่อได้อีก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสื่ออินโฟกราฟิกมากยิ่งขึ้น เช่น

1. สามารถเพิ่มรายละเอียดของการนำเสนอพร้อมเทคนิคใหม่ๆที่หน้าสนใจให้มากขึ้นตามความเหมาะสมกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย
2. สามารถเพิ่มเติมเนื้อหาเรื่องพลังงานต่าง ๆ ได้
3. ให้มีการทำในรูปแบบ 3D จะทำให้ดูน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย คณะผู้จัดทำโครงการวิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

อาจารย์กลอยใจ ครุฑจ้อน ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาโครงการวิจัย เป็นแรงผลักดันและให้ คำปรึกษาแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนตรวจท่านโครงการวิจัยให้แก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด

สำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพื้นที่ 11 ที่ให้ข้อมูลและเผยแพร่สื่อ

เอกสารอ้างอิง

ประพันธ์พงศ์ จงปติยัตต และวิชิต คลังบุญครอง.(2558). "นวัตกรรมบานเกล็ดพลังงานแสงอาทิตย์". วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.ปีที่14(มกราคม – มิถุนายน ฉบับที่ 1),125-144.

สุกัญญา เล็กจินดา, รัชนีกร สุขสามแก้ว, อัชฌาพร กว้างสวาสดิ์และ นพดล สายคติกรณ์.(2560). “การพัฒนาสื่ออินโฟกราฟิกผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ ของการค้นหาสำหรับประชาสัมพันธ์สินค้าชุมชนป่าละอู”.การประชุมระดับปริญญาตรีสาขาคอมพิวเตอร์อาเซียน (AUC2).คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล.ปีที่5,295-301

พิชญานิน งานจรัส.(2559).การออกแบบอินโฟกราฟฟิคสื่อผสมแนวมินิมอลอาร์ต เรื่องแบ็คแพ็คญี่ปุ่น. ศิลปมหาบัณฑิตสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ตคณะดิจิทัลอาร์ต มหาวิทยาลัยรังสิต

อิริยา ผ่องพิทยา, ศุภรดา คณารักสมบัติ และกัณฑิมา อิ่มใจ (2558) การออกแบบสื่ออินโฟกราฟฟิคแอนิเมชัน เรื่อง ภาวะโลกร้อน. คณะวิทยาศาสร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

The Application of Quality Function Deployment (QFD) to Development of Cooperative Education Information System Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya.

ชูเกียรติ กล้าศักดา[1*], นภิสพร มีมงคล[2]

Chukeiat Klasakda[1*], Napisphon Meemongkol[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยและเพิ่มระดับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาในด้านของข้อมูลสถานประกอบการและระยะเวลาในการดำเนินการด้านเอกสารซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาประยุกต์ใช้ และนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างบ้านคุณภาพ เพื่อพิจารณาข้อกำหนดเชิงเทคนิค แล้วแปลงให้เป็นเป้าหมายสำหรับการออกแบบสุดท้าย เพื่อนำข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา จากนั้นนำระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาที่ได้พัฒนาขึ้นไปประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานกลุ่มเป้าหมาย ผลจากการพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาได้รับ คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานสูงสุดต่อสารสนเทศสหกิจศึกษา คือ ระบบมีข้อมูลสถานประกอบการสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการที่ระดับ 4.88 รองลงมาคือระบบสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตรงคำถามความต้องการ ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.81 ระบบสามารถลดเวลาการดำเนินการด้านเอกสารได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.79 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ,ระบบสารสนเทศ,สหกิจศึกษา

[1]นักศึกษาปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

E-mail: chukeiat8223@gmail.com, napisphon.m@psu.ac.th

Abstract

The main objective of this research was to develop the cooperative education information system of the Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya and increase the level of student's satisfaction in cooperative education programs participation in terms of data on establishments and document processing times. The method used in this study was Quality Function Deployment (QFD) that was used to find the characteristic which response to the sample group's requirement. Results from the research were used as guidelines for cooperative education information systems. After that, the developed cooperative education information system was used to assess satisfaction from target users. The result of developing revealed that the target of work was achieved. The information' s availability of organization system and the information of organization could be accessible. Then the system could demonstrate the result which meets the need of students. Moreover, operational time of documents could be reduced. The satisfaction scores were 4.87 , 4.81 and 4.79 respectively.

Keywords: Quality Function Deployment, Information System, Cooperative Education

บทนำ

สหกิจศึกษา (Cooperative Education) คือระบบการศึกษาที่เน้นการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการอย่างมีระบบ โดยจัดให้มีการเรียนในสถานศึกษาร่วมกับการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ ทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน ให้นักศึกษามีคุณภาพตรงตามที่สถานประกอบการต้องการมากที่สุด ระบบการเรียนการสอนที่ผสมผสานภาคทฤษฎีเข้ากับภาคปฏิบัติ เช่นนี้จะส่งผลให้นักศึกษาที่จบมาเป็นบัณฑิตที่มีคุณภาพสูง และเป็นที่ต้องการของตลาดแรงงานมากขึ้น ทั้งกระบวนการสหกิจศึกษาจะทำให้เกิดการประสานระหว่างมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการอย่างใกล้ชิด มหาวิทยาลัยสามารถพัฒนาหลักสูตรได้ตลอดเวลา ส่วนสถานประกอบการจะได้แรงงานนักศึกษาใช้ตลอดปี ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งปัจจุบันมหาวิทยาลัยมีนักศึกษาเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาในแต่ละปีการศึกษาจำนวนมาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย มีการดำเนินการด้านสหกิจศึกษา ใน 11 หลักสูตรสาขาวิชา ได้แก่ วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมสำรวจ วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมโทรคมนาคม วิศวกรรมเครื่องนุ่งห่ม วิศวกรรมโทรคมนาคม และ วิศวกรรมการผลิตนั้น จากการศึกษาวิธีการดำเนินงานในปัจจุบันยังคงใช้รูปแบบการดำเนินงานที่เป็นแบบเดิม โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บโดยการใช้แบบฟอร์มเป็นเอกสาร เมื่อต้องการค้นหาข้อมูลจะต้องค้นหาจากแฟ้มเอกสาร ซึ่งทำให้ล่าช้าและไม่สะดวก รวมทั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์ยังไม่มีระบบการจัดการสารสนเทศเกี่ยวกับโครงการสหกิจศึกษาผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการสหกิจศึกษาและผลการสำรวจระดับความพึงพอใจต่อการดำเนินงานด้านสหกิจศึกษาร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และ

สอบถามนักศึกษาผู้ผ่านการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาพบว่า ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาคือ ปัจจัยด้านข้อมูลสถานประกอบการซึ่งมีระดับความพึงพอใจที่ (3.46 คะแนน) และระยะเวลาของการดำเนินการด้านเอกสารที่ใช้เวลานานมีระดับความพึงพอใจที่ (3.49 คะแนน) ด้วยคณะวิศวกรรมศาสตร์มีการดำเนินงานด้านสหกิจศึกษาจำนวนหลายขั้นตอน และมีการรับ-ส่งเอกสารระหว่างนักศึกษา อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา และเจ้าหน้าที่แบบกลับไป-กลับมา และเมื่อต้องการค้นหาข้อมูลของนักศึกษาที่ลงทะเบียนหรือข้อมูลของสถานประกอบก็จะใช้ระยะเวลานานในการค้นหาเนื่องจากข้อมูลทั้งหมดมีการจัดเก็บในรูปแบบของเอกสารที่อยู่ภายในแฟ้มเอกสาร รวมทั้งคณะยังไม่มีระบบการจัดการสารสนเทศในการบริหารจัดการโครงการสหกิจศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยเฉพาะ

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาระบบการจัดการสารสนเทศสหกิจศึกษาในการจัดการข้อมูลนักศึกษา ข้อมูลสถานประกอบการ และข้อมูลการปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา โดยการนำเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) ในใช้ในการออกแบบระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาจากความต้องการของผู้ใช้งานโดยตรงคือ นักศึกษาและเจ้าหน้าที่ และแปลงผลให้เป็นระบบและกระบวนการที่จำเป็นต่อการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ ซึ่งจะนำความต้องการของผู้ใช้งานในระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาโดยตรงคือ นักศึกษาและเจ้าหน้าที่ แปลงเป็นระบบและกระบวนการที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานใช้ในระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา และเพื่อเพิ่มระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานในสองประเด็นคือปัจจัยด้านข้อมูลสถานประกอบการซึ่งมีระดับความพึงพอใจที่ (3.46 คะแนน) และระยะเวลาของการดำเนินการด้านเอกสารที่ใช้เวลานานมีระดับความพึงพอใจที่ (3.49 คะแนน) โดยใช้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เป็นกรณีศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการดำเนินงานของงานสหกิจศึกษา ได้แก่ ซึ่งจะใช้ข้อมูลส่วนนี้เป็นแนวทางไปใช้ในการออกแบบพัฒนาระบบต่อไป โดยการสำรวจปัจจัยความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย ผ่านกระบวนการทางเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ โดยจะมีการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างปัจจัยความต้องการของผู้ใช้งานกับข้อกำหนดเชิงเทคนิค เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับคุณลักษณะของระบบที่ต้องการ ก่อนนำข้อมูลมาใช้ในการวิจัยใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด

1. ผลสำรวจปัจจัยความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย จากการสำรวจความต้องการของผู้ใช้งาน (นักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาก่อนภาคการศึกษาที่ 1/2562) โดยแบบสอบถาม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาตีความปัจจัยความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย จากนั้นนำข้อมูลมาจัดกลุ่มปัจจัยความต้องการให้เป็นหมวดหมู่ด้วยแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram) ดังตาราง 1

ตาราง 1 แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงความต้องการความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย

ความต้องการระดับที่ 1	ความต้องการระดับที่ 2
ข้อมูลสถานประกอบการ	มีข้อมูลสถานประกอบการให้ศึกษา
	มีรายชื่อบริษัทให้นักศึกษาเลือก
	ข้อมูลสถานที่ที่สามารถฝึกสหกิจศึกษาได้
	เงื่อนไขการรับนักศึกษา
ลดเวลาการดำเนินงาน	การดำเนินงานที่เร็วขึ้น
	การตรวจสอบเอกสารที่เร็วขึ้น
	ช่วยลดเวลาในการค้นหาข้อมูล
การใช้งานง่าย	สามารถใช้งานและเข้าใจง่าย
	สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่
	สามารถค้นหาข้อมูลได้ง่าย
	จัดเก็บเอกสารเป็นหมวดหมู่
	ดาวโหลดเอกสารได้ง่าย
	เมนูการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน
	แก้ไขข้อมูลได้
การประชาสัมพันธ์	แจ้งข้อมูลข่าวสารได้รวดเร็ว
ความน่าเชื่อถือ	ระบบมีการตรวจสอบสถานะผู้ใช้งาน
	มีความปลอดภัยของข้อมูล
	มีความครบถ้วนของข้อมูล
การแสดงผล	แสดงผลรายงานได้

2. ผลการประเมินคะแนนน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความต้องการของลูกค้า (IMP) เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามแล้วจึงนำแบบสอบถามที่ได้ไปใช้ประเมินหาคะแนนน้ำหนักความสำคัญ (IMP) ของความต้องการแต่ละปัจจัยความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย โดยให้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย 127 คนตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 คะแนนน้ำหนักความสำคัญ (IMP) ของแต่ละปัจจัยในการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา

ปัจจัยความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา		คะแนนน้ำหนักความสำคัญ (IMP)
ข้อมูลสถานประกอบการ	มีข้อมูลสถานประกอบการให้ศึกษา	8.75
	มีรายชื่อบริษัทให้นักศึกษาเลือก	8.24
	เงื่อนไขการรับนักศึกษา	7.62
เวลาการดำเนินงาน	ช่วยลดเวลาในการค้นหาข้อมูล	6.87
การใช้งานง่าย	สามารถใช้งานและเข้าใจง่าย	6.51
	สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่	7.06
	จัดเก็บเอกสารเป็นหมวดหมู่	6.43
	ดาวโหลดเอกสารได้ง่าย	7.35
	เมนูการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	7.14
	แก้ไขข้อมูลได้	6.64
การประชาสัมพันธ์	แจ้งข้อมูลข่าวสารได้รวดเร็ว	7.61
ความน่าเชื่อถือ	ระบบมีการตรวจสอบสถานะผู้ใช้งาน	6.64
	มีความปลอดภัยของข้อมูล	7.19
	มีความครบถ้วนของข้อมูล	7.62
การแสดงผล	แสดงผลรายงานได้	7.59

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผู้ใช้ให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในด้านมีข้อมูลสถานประกอบการให้ศึกษามากที่สุด (8.75 คะแนน) ส่วนปัจจัยที่ผู้ใช้ให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุด คือ จัดเก็บเอกสารเป็นหมวดหมู่ (6.43 คะแนน) หลังจากที่ได้ข้อมูลปัจจัยความต้องการของผู้ใช้และคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาหาเป้าหมายผลิตภัณฑ์ โดยนำเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาใช้ด้วยการสร้างบ้านคุณภาพ เพื่อพิจารณาให้ได้เป้าหมายผลิตภัณฑ์สุดท้าย

3.สร้างบ้านคุณภาพ (house of quality: HOQ) จำนวน 1 หลัง มีส่วนประกอบ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลปัจจัยความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (WHATs)

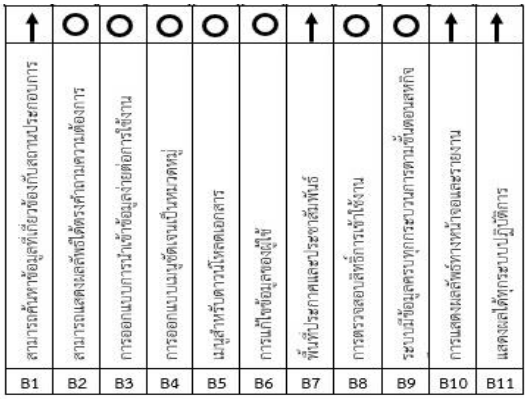
ส่วนที่ 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนน้ำหนักความสำคัญ (IMP) ของปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่คำนวณดังจากรูปที่ 4.1 นำส่วนที่ 1 และ 2 เข้าสู่บ้านคุณภาพบริเวณผนังด้านซ้ายของบ้าน ดังตารางที่ 2

ส่วนที่ 3 ข้อกำหนดเชิงเทคนิค (HOWs) ข้อมูลในส่วนของคานหลังคาบ้าน กำหนดโดยผู้วิจัย โดยนำความต้องการลูกค้ามาพิจารณาประกอบการวิเคราะห์ และระบุทิศทางของค่าเป้าหมาย ซึ่งประกอบไปด้วยสัญลักษณ์

ดังนี้

⬆ แทน เป้าหมายยิ่งเพิ่มยิ่งดี
O แทน เป้าหมายที่ตั้งไว้ดีแล้ว
⬇ แทน เป้าหมายยิ่งลดยิ่งดี

ซึ่งได้แสดงข้อกำหนดเชิงเทคนิคพร้อมทั้งเหตุผลและทิศทางของค่าเป้าหมาย ดังรูปภาพที่ 1



รูปที่ 1 ข้อกำหนดเชิงเทคนิค (HOWs)

ส่วนที่ 4 ทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิค (WHATs vs HOWs) โดยข้อมูลส่วนนี้จะนำไปใส่เป็นตัวบ้านคุณภาพ ซึ่งแสดงตัวอย่างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่าง WHATs กับ HOWs ในบ้านคุณภาพ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่าง WHATs กับ HOWs ในบ้านคุณภาพ

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา		ลำดับ	IMP	สามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการ B1	สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตรงคำถามความต้องการ B2	กรอกแบบการนำเข้าข้อมูลง่ายต่อการใช้งาน B3	การออกแบบเมนูการใช้งานเข้าใจง่าย B4	เมนูสำหรับดาวน์โหลดเอกสาร B5	การแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้ B6	พื้นที่ประกาศและประชาสัมพันธ์ B7
ข้อมูลสถานประกอบการ	มีข้อมูลสถานประกอบการให้ศึกษา	A1	8.75	9	3					
	มีรายชื่อบริษัทให้นักศึกษาเลือก	A2	8.24	9	3					
	เงื่อนไขการรับนักศึกษา	A3	7.62	9	3					
เวลาการดำเนินงาน	ช่วยลดเวลาในการค้นหาข้อมูล	A4	6.87		9			3		
การใช้งานง่าย	สามารถใช้งานและเข้าใจง่าย	A5	6.51				9			
	สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่	A6	7.06	3					9	

ส่วนที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดเชิงเทคนิค ซึ่งจะกำหนดเป็นสัญลักษณ์ แสดงความสัมพันธ์ 3 รูปแบบ ได้แก่ + เป็นแบบความสัมพันธ์เชิงบวก - เป็นแบบสัมพันธ์เชิงลบ และการเว้นว่าง เป็นแบบไม่สัมพันธ์กัน โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดเชิงเทคนิค

ส่วนที่ 6 การเรียงลำดับความสำคัญเชิงเทคนิค และเป้าหมายผลิตภัณฑ์สุดท้าย ผู้วิจัยได้คำนวณระดับคะแนนความต้องการทางเทคนิคของแต่ละคอลัมน์ให้ได้ค่าลำดับความสำคัญเชิงเทคนิค (technical priority) โดยมีตัวอย่างการคำนวณระดับคะแนนความต้องการทางเทคนิคประเด็น "ข้อมูลสถานประกอบการ" ดังนี้

ระดับคะแนนความต้องการทางเทคนิคประเด็น "ข้อมูลสถานประกอบการ"

= ∑ (คะแนนน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศ สหกิจศึกษา IMP x คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความสำคัญของปัจจัยความต้องการของผู้ใช้งานกับความต้องการทางเทคนิค)

สมการที่ 1

= (8.75 x 9) + (8.24 x 9) + (7.62 x 9)

= 221.53

จากนั้นจึงคำนวณหาระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค โดยการเปรียบเทียบในแต่ละประเด็น ซึ่งระดับความสำคัญที่ได้จะเป็นค่าร้อยละจากการเปรียบเทียบระดับความสำคัญจากทุกประเด็น (คะแนนรวม 100 คะแนน) ให้ได้เป็นค่าร้อยละรวม (percentage of total) ตัวอย่างการคำนวณในประเด็น "สามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการ" ดังนี้

ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคประเด็น "สามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการ" โดยการเปรียบเทียบ

= (ระดับคะแนนความต้องการทางเทคนิค/ ผลรวมของระดับคะแนนความต้องการทางเทคนิค) x 100

สมการที่ 2

= (221.53 /1144.06) x 100

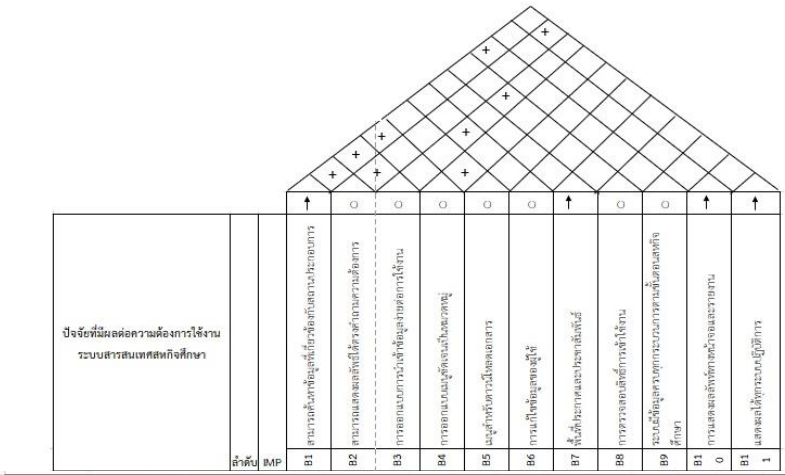
= 19.36

ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค โดยการเปรียบเทียบประเด็นอื่น ซึ่งแสดงถึงความต้องการทางเทคนิคแต่ละประเด็นว่ามีคุณลักษณะที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้มากน้อยเพียงใด และกำหนดเป้าหมายผลิตภัณฑ์สุดท้าย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคและเป้าหมายผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ข้อกำหนดเชิงเทคนิค (HOWs)	ระดับคะแนนของความต้องการทางเทคนิค	ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบ	ลำดับ
สามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการ	221.53	19.36	1
การออกแบบเมนูชัดเจนเป็นหมวดหมู่	164.83	14.41	2
สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตรงคำถามความต้องการ	135.64	11.86	3
การตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน	124.44	10.88	4
ระบบมีข้อมูลครบทุกกระบวนการตามขั้นตอนสหกิจศึกษา	89.20	7.80	5
การออกแบบการนำเข้าข้อมูลง่ายต่อการใช้งาน	80.03	7.00	6
พื้นที่ประกาศและประชาสัมพันธ์	68.46	5.98	7
การแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้	68.31	5.97	8
การแสดงผลลัพธ์ทางหน้าจอและรายงาน	68.31	5.97	9
แสดงผลได้ทุกระบบปฏิบัติการ	63.57	5.56	10
เมนูสำหรับดาวน์โหลดเอกสาร	59.74	5.22	11

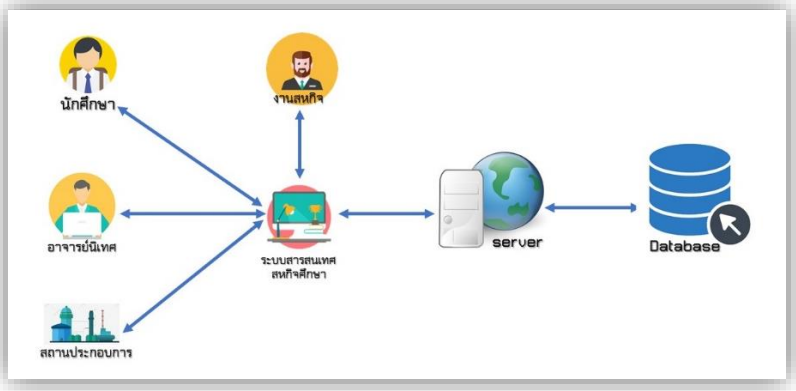
เมื่อได้ส่วนประกอบทั้ง 6 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลปัจจัยความต้องการของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (WHATs) ค่าเฉลี่ยคะแนนความสำคัญ (IMP) ของปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา ข้อกำหนดเชิงเทคนิค (HOWs) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความต้องการของผู้ใช้กับข้อกำหนดทางเทคนิค (WHATs VS. HOWs) ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดเชิงเทคนิค และการเรียงลำดับความสำคัญเชิงเทคนิคและเป้าหมายผลิตภัณฑ์สุดท้าย จากนั้นนำทั้ง 6 ส่วนมารวมกันเป็นเมตริกซ์ การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านคุณภาพที่สมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 2



ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา		ลำดับ	IMP	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
ข้อมูลสถานประกอบการ	มีข้อมูลสถานประกอบการให้ศึกษา	A1	8.75	9	3									
	มีรายชื่อบริษัทให้นักศึกษาเลือก	A2	8.24	9	3									
	เงื่อนไขการรับนักศึกษา	A3	7.62	9	3									
เวลาการดำเนินงาน	ช่วยลดเวลาในการค้นหาข้อมูล	A4	6.87		9		3						3	
การใช้งานง่าย	สามารถใช้งานและเข้าใจง่าย	A5	6.51			9								
	สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่	A6	7.06											9
	จัดเก็บเอกสารเป็นหมวดหมู่	A7	6.43				9							
	ดาวโหลดเอกสารได้ง่าย	A8	7.35				3	9						
	เมนูการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	A9	7.14			3	9							
	แก้ไขข้อมูลได้	A10	6.64						9					
การประชาสัมพันธ์	แจ้งข้อมูลข่าวสารได้รวดเร็ว	A11	7.61							9				
ความน่าเชื่อถือ	ระบบมีการตรวจสอบสถานะผู้ใช้งาน	A12	6.64								9			
	มีความปลอดภัยของข้อมูล	A13	7.19								9			
	มีความครบถ้วนของข้อมูล	A14	7.62									9		
การแสดงผล	แสดงผลรายงานได้	A15	7.59										9	
Technical Priority				221.53	135.64	80.03	164.83	59.74	68.31	68.46	124.44	89.20	68.31	63.57
Ranking				1	3	6	2	11	8	7	4	5	9	10
Percentage of Total				19.36	11.86	7.00	14.41	5.22	5.97	5.98	10.88	7.80	5.97	5.56
Competitive Benchmark	มหาวิทยาลัยทักษิณ			√	-	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	มหาวิทยาลัยหาดใหญ่			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์			√	-	-	√	√	-	√	√	√	-	√

รูปที่ 2 การวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ (บ้านคุณภาพ)
ของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

4.การพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย หลังจากที่นำเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาประยุกต์ใช้ตามขั้นตอนที่ 3 จะได้ เป้าหมายผลิตภัณฑ์สุดท้าย (Final Product Target)ตามข้อกำหนดเชิงเทคนิค จำนวน 11 ข้อ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำเป้าหมายดังกล่าว มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



รูปที่ 3 ผังการทำงานของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ผังการทำงานของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย มีการปรับเปลี่ยนระบบงานดำเนินงานใหม่เพื่อให้เกิดความสะดวกในการติดต่อประสานงานมากขึ้น โดยพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของเว็บแอพพลิเคชั่น (web application) ประกอบด้วย หน้าเว็บบอร์ดเพื่อติดต่อรับส่งข้อมูลกับผู้ใช้งาน (webpage) ส่วนประมวลผลข้อมูล(backend) และส่วนของการจัดการฐานข้อมูล (database) ออกแบบให้นักศึกษา เจ้าหน้าที่ อาจารย์ และสถานประกอบการดำเนินงานติดต่อผ่านระบบอินเตอร์เน็ตในทุกกระบวนการ และมีการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และเพื่อการดำเนินอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ ควรทำการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ และปรับปรุงข้อมูลสารสนเทศให้ทันสมัยหรืออย่างน้อยภาคการศึกษาละ 1 ครั้ง

5. ผลการสำรวจระดับความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย หลังจากได้ทำการพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา เสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการสำรวจระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบดังกล่าวที่พัฒนาขึ้น โดยใช้กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 127 คน ในการทดลองเข้าใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย และประเมินระดับความพึงพอใจ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

หัวข้อ	ระดับคะแนนความพึงพอใจ
1. มีข้อมูลสถานประกอบการสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการ	4.88
2. สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตรงคำถามความต้องการ	4.81
3. การออกแบบการนำเข้าข้อมูลง่ายต่อการใช้งาน	4.74
4. การออกแบบเมนูชัดเจนเป็นหมวดหมู่	4.67

หัวข้อ	ระดับคะแนนความพึงพอใจ
5. เมนูสำหรับดาวน์โหลดเอกสาร	4.65
6. การแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้	4.61
7. พื้นที่ประกาศและประชาสัมพันธ์	4.65
8. การตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน	4.72
9. ระบบมีข้อมูลครบทุกกระบวนการตามขั้นตอนสหกิจศึกษา	4.76
10. การแสดงผลลัพธ์ทางหน้าจอและรายงาน	4.71
11. แสดงผลได้ทุกระบบปฏิบัติการ	4.50
12. สามารถลดเวลาการดำเนินการด้านเอกสาร	4.79

จากตารางที่ 5 พบว่า ระบบมีข้อมูลสถานประกอบการสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการ ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานสูงสุดที่ระดับ 4.88 คะแนน รองลงมา คือ ระบบสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตรงคำถามความต้องการ ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.81 คะแนน สามารถลดเวลาการดำเนินการด้านเอกสารได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.79 คะแนน ระบบมีข้อมูลครบทุกกระบวนการตามขั้นตอนสหกิจศึกษาได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.76 คะแนน การออกแบบการนำเข้าข้อมูลง่ายต่อการใช้งาน ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.74 คะแนน ระบบมีการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.72 คะแนน การออกแบบเมนูชัดเจนเป็นหมวดหมู่ ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.71 คะแนน การออกแบบเมนูชัดเจนเป็นหมวดหมู่ ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.67 คะแนน เมนูสำหรับดาวน์โหลดเอกสาร และพื้นที่ประกาศและประชาสัมพันธ์ ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.65 คะแนน การแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้ ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.61 คะแนน และแสดงผลได้ทุกระบบปฏิบัติการได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่ระดับ 4.50 คะแนน ตามลำดับ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการสำรวจความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเข้าร่วมสหกิจศึกษาภาคการศึกษาที่ 1/2562 เพื่อหาความปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการใช้งานระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา และประเมินคะแนนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย พบว่า ปัจจัยที่มีคะแนนเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ มีข้อมูลสถานประกอบการให้ศึกษา (8.75 คะแนน) รองลงมา คือ มีรายชื่อบริษัทให้นักศึกษาเลือก (8.24 คะแนน) เงื่อนไขการรับนักศึกษา(7.62 คะแนน) มีความครบถ้วนของข้อมูล (7.62 คะแนน) แจ้งข้อมูลข่าวสารได้รวดเร็ว (7.61 คะแนน) แสดงผลรายงานได้ (7.59 คะแนน) ดาวน์โหลดเอกสารได้ง่าย (7.35 คะแนน) มีความปลอดภัยของข้อมูล (7.19 คะแนน) เมนูการใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน (7.14 คะแนน) สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ (7.06 คะแนน) ช่วยลดเวลาในการค้นหาข้อมูล (6.87 คะแนน) แก้ไขข้อมูลได้ (6.64 คะแนน) ระบบมีการตรวจสอบสถานะผู้ใช้งาน (6.64 คะแนน) สามารถใช้งานและเข้าใจง่าย (6.51 คะแนน) และจัดเก็บเอกสารเป็นหมวดหมู่ (6.43 คะแนน) ตามลำดับ

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาใส่ในบ้านคุณภาพ พิจารณาข้อกำหนดเชิงเทคนิคให้สอดคล้องกับปัจจัยความต้องการของผู้บริโภค และหาระดับความสำคัญของข้อกำหนดเชิงเทคนิค โดยการเปรียบเทียบเป็นร้อยละ พบว่าข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่มีระดับความสำคัญมากที่สุด คือ มีข้อมูลสถานประกอบการสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการ (ร้อยละ 19.36) รองลงมา คือ การออกแบบเมนูชัดเจนเป็นหมวดหมู่ (ร้อยละ 14.41) สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตรงคำถามความต้องการ (ร้อยละ 11.86) การตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน(ร้อยละ 10.88) ระบบมีข้อมูลครบทุกกระบวนการตามขั้นตอนสหกิจศึกษา (ร้อยละ 7.80) การออกแบบการนำเข้าข้อมูลง่ายต่อการใช้งาน (ร้อยละ 7.00) พื้นที่ประกาศและประชาสัมพันธ์ (ร้อยละ 5.98) การแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้ (ร้อยละ 5.97) การแสดงผลลัพธ์ทางหน้าจอและรายงาน(ร้อยละ 5.97) แสดงผลได้ทุกระบบปฏิบัติการ (ร้อยละ 5.56) และเมนูสำหรับดาวน์โหลดเอกสาร (ร้อยละ 5.22) ตามลำดับ จากนั้นนำข้อมูลข้างต้นไปพิจารณาเพื่อหาเป้าหมายผลิตภัณฑ์สุดท้าย เพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์วัดผลกับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

หลังจากนำระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาที่ได้พัฒนาขึ้น ให้ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้ เพื่อทำการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 127 คน พบว่า ประเด็นที่ได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานมากที่สุด คือมีข้อมูลสถานประกอบการสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการ (4.88 คะแนน) รองลงมา คือ สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตรงคำถามความต้องการ (4.81 คะแนน) สามารถลดเวลาการดำเนินการด้านเอกสาร (4.79 คะแนน)ระบบมีข้อมูลครบทุกกระบวนการตามขั้นตอนสหกิจศึกษา (4.76 คะแนน) การออกแบบการนำเข้าข้อมูลง่ายต่อการใช้งาน (4.74 คะแนน) การตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน (4.72 คะแนน) การแสดงผลลัพธ์ทางหน้าจอและรายงาน (4.71 คะแนน) การออกแบบเมนูชัดเจนเป็นหมวดหมู่ (4.67 คะแนน) เมนูสำหรับดาวน์โหลดเอกสาร และพื้นที่ประกาศและประชาสัมพันธ์ (4.65 คะแนน) การแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้ (4.61 คะแนน) และแสดงผลได้ทุกระบบปฏิบัติการ (4.50 คะแนน) ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารุปผลการวิจัยได้ดังนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 127 คน หลังจากการพัฒนาระบบสามารถเพิ่มระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานได้ด้านปัจจัยด้านข้อมูลสถานประกอบการซึ่งมีระดับความพึงพอใจที่ 4.88 คะแนนจากเดิม 3.46 คะแนน และระยะเวลาของการดำเนินการด้านเอกสารที่ใช้เวลานานมีระดับความพึงพอใจที่ 4.79 คะแนน จากเดิม 3.49 คะแนน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม ที่มีส่วนช่วยในการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้และ ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลและให้คำแนะนำในการปรับปรุงกระบวนการวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

ชาตรี หอมเขียว. (2552). การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ: กรณีศึกษา โรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สงขลา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).รัญชนา สินธวาลัย. (2560). Quality improvement การปรับปรุงคุณภาพ. สงขลา: สำนักพิมพ์ไอคิว มีเดีย.

อมรรัตน์ ชุมภู,และชาติชาย อัศดรศักดิ์. 2556. การปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยเทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 23(2), 431-442.

เสาวลักษณ์ เรียงพรหม,และอรอุมา ลาสุนนท์. 2561. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตในจังหวัดมหาสารคาม ของผู้สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วารสารนานาชาติมหาวิทยาลัยขอนแก่น สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 8(3),66-92.

พัฒนา ปะหะกิจ, และอัมพิกา ไกรฤทธิ์. 2560. การบูรณาการ QFD และ FMEA เพื่อความพึงพอใจของลูกค้า กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมยานยนต์. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. 5(1),13-23.

พลวัตของชายฝั่งสมิหลาจังหวัดสงขลา ระหว่างมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2561 ด้วยภูมิสารสนเทศ

Samila Coastal Dynamics in Songkhla Province between January to December 2018 with Geo-Informatics

ศักดิ์ชาย คงนคร[1*], ธัญญเรศ อัมภรัตน์[2], มารียา บินลาเต๊ะ[2]

Sakchai Khongnakhorn[1*], Thunyared Ampharat[2], Mareeya Binlateh [2]

บทคัดย่อ

ศึกษากระบวนการชายฝั่งสมิหลา จังหวัดสงขลา ระยะทาง 2.72 ก.ม. โดยบันทึกข้อมูลแนวชายฝั่งด้วยเครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) เป็นเวลา 12 เดือน ระหว่างเดือนมกราคม ถึงธันวาคม พ.ศ.2561 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม QGIS 3.4 เพื่อคำนวณพื้นที่และทำแผนที่ชายฝั่งสมิหลาในช่วงเวลาดังกล่าว แล้วเปรียบเทียบกับพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในปี พ.ศ.2553 เพื่อหาพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาและบริเวณที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยชายฝั่งสมิหลาปี พ.ศ.2561 มีพื้นที่เฉลี่ย 1,092,286.62 ตร.ม. พื้นที่ชายฝั่งสมิหลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามสมการเส้นตรง คือ พื้นที่ชายฝั่งสมิหลา ปี พ.ศ.2561 = 1,287.29 (จำนวนเดือน) + 1,083,919.23 ตร.ม. หรือมีอัตราการทับถมเฉลี่ย 1,287.29 ตร.ม./เดือน (5.68 ม./ปี) ซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายเมื่อปี พ.ศ. 2553 อยู่ 128,943.11 ตร.ม. หรือมีอัตราการทับถม 1,228.03 ตร.ม./เดือน (5.42 ม./ปี) จากสมการข้างต้น เมื่อคำนวณพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาอีก 5 ปี (พ.ศ.2566) จะมีพื้นที่ ประมาณ 1,176,604.11 ตร.ม. (พื้นที่เพิ่มจากค่าเฉลี่ย 84,317.49ตร.ม.) และพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเกิดการทับถมบริเวณตอนบนและตอนกลางของชายฝั่งมากกว่าชายฝั่งตอนล่าง

คำสำคัญ: ชายฝั่งสมิหลา, การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง, ภูมิสารสนเทศ

Abstract

The study Samila coastal dynamics in Songkhla. investigate a distance of 2.72 kilometers. By GPS for 12 months starting from January to December 2018. The data were analyzed by QGIS 3.4 to create maps and calculate the area of Samila coastal. Compared with Samila coastal area from aerial photographs taken in 2010 to find Samila coastal area change. The Samila coastal has an area of 1,092,286.62 Sq.m. The coastal area is increased by the linear equation = 1,287.29 (month) + 1,083,919.23 Sq.m. or increased 1,287.29 Sq.m./month. (5.68 m./year) This is consistent with area increased from Samila coastal in 2010 is 128,943.11 Sq.m. or Increased 1,228.03 Sq.m./month. (5.42 m./year) Forecast to 5 year (2024) in Samila coastal add 1,176,604.11 Sq.m. or increased 84,317.49 Sq.m.

Keywords: Samila Coastal, Coast change, Geo-Informatics

[1]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** gis.skru@gmail.com

บทนำ

ชายฝั่งทะเลไทยมีความยาวรวมประมาณ 3,151.13 ก.ม. ครอบคลุมพื้นที่ 23 จังหวัด เป็นชายฝั่งอ่าวไทยประมาณ 2,039.78 ก.ม. ครอบคลุมพื้นที่ 17 จังหวัด และชายฝั่งทะเลอันดามัน 1,111.35 ก.ม. พบว่าเป็นพื้นที่ชายฝั่งที่ประสบปัญหาการกัดเซาะ มีความยาวประมาณ 704.44 ก.ม. แบ่งเป็น (1) พื้นที่ชายฝั่งกัดเซาะที่ไม่ดำเนินการแก้ไข ระยะทาง 145.73 ก.ม. (2) พื้นที่ชายฝั่งกัดเซาะที่มีการดำเนินการแก้ไขแล้ว ระยะทาง 558.71 ก.ม. และเป็นพื้นที่ชายฝั่งที่ไม่มีการกัดเซาะ ระยะทาง 2,446.69 ก.ม. แบ่งเป็น (1) พื้นที่ชายฝั่งสมดุล ระยะทาง 1,694.05 ก.ม. (2) พื้นที่ชายฝั่งที่มีการสะสมตัวของตะกอน 23.96 ก.ม. โดยแบ่งเป็นพื้นที่ที่มีการสะสมตะกอนมาก ระยะทาง 20.76 ก.ม. และพื้นทีที่มีการสะสมตะกอนน้อย 3.20 ก.ม. และ (3) พื้นที่ชายฝั่งอื่น ๆ เช่น พื้นที่ก่อสร้างรุกล้ำชายฝั่ง/ทะเล ระยะทาง 69.36 ก.ม. พื้นที่หาดหิน/หน้าผา ระยะทาง 506.80 ก.ม. พื้นที่ปากแม่น้ำ/ปากคลอง 152.52 ก.ม. (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561ก)

ชายฝั่งจังหวัดสงขลามีความยาวประมาณ 158.53 ก.ม. ครอบคลุมพื้นที่ 28 ตำบล ใน 6 อำเภอ แยกชายฝั่งเป็นหาดทราย 155.31 ก.ม. เป็นหาดหิน 1.52 ก.ม. เป็นปากแม่น้ำ 1.70 ก.ม. ในปี พ.ศ.2556 เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการกัดเซาะ 7 พื้นที่ เป็นระยะทางยาวประมาณ 23.4 ก.ม. และเกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการสะสมตัว 3 พื้นที่ คือ หาดสมิหลา อ.เมือง และ บ.ปากบางสะกอม กับ บ.เกาะแลหนัง อ.เทพา เป็นระยะทางยาวประมาณ 4.7 ก.ม. (จุมพล วิเชียรศิลป์, 2556) และในปี พ.ศ.2560 พบการกัดเซาะใน 9 พื้นที่ เป็นระยะทางรวม 17.53 ก.ม. พบหาดที่เป็นพื้นที่สมดุล เป็นระยะทางรวม 96.84 ก.ม. และพบรูปแบบหาดที่เป็นพื้นที่สะสมตัว 3 พื้นที่ เป็นระยะทางรวม 5.23 ก.ม. (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561ข) ซึ่งหาดสมิหลาเป็น 1 ใน 3 พื้นที่ดังกล่าว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งปี พ.ศ. 2545 ของกรมทรัพยากรธรณี (สิน สินสกุล และคณะ, 2545) ที่กล่าวว่าจังหวัดสงขลามีพื้นที่ชายฝั่งสะสมตัวเป็นระยะทาง 31.5 ก.ม. หรือพื้นที่ชายฝั่งสะสมตัวมีระยะทางลดลงประมาณ 26.8 ก.ม. เป็นผลเนื่องจากพื้นที่ชายฝั่งสะสมตัวเดิมได้หยุดกระบวนการสะสมตัวและเปลี่ยนเป็นชายฝั่งคงสภาพ ส่วนพื้นที่ชายฝั่งสะสมตัวที่เกิดขึ้นในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นผลสืบเนื่องจากการสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นปากแม่น้ำ ซึ่งหาดสมิหลาก็เป็นชายฝั่งที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่สร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นปากแม่น้ำ โดยมีการสะสมตัวในอัตรา 7.53 ม./ปี (อดุลย์ เบ็ญนุ้ย และคณะ, 2551) โดยกองบริหารจัดการพื้นที่ชายฝั่งได้สรุปในทำนองเดียวกันแต่ในอัตราที่น้อยกว่ามาก คือ ชายฝั่งในตำบลบ่อยาง จังหวัดสงขลามีชายฝั่งเพิ่มขึ้นอัตราเฉลี่ย 2.60 ม./ปี โดยการทับถมเกิดเนื่องจากอิทธิพลของเขื่อนปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลากั้นการเคลื่อนตัวของตะกอนทรายขนานชายฝั่ง และพบว่าชายฝั่งในบริเวณนี้มีการเคลื่อนที่ของตะกอนขนานชายฝั่งขึ้นเหนือเฉลี่ย 163,000 ลบ.ม./ปี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561ก)

Tanavud Charlchai., et al (2552). ได้วิจัยเรื่อง Impacts of Shoreline Erosion on Coastal Ecosystems in Songkhla Province. โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมของปี พ.ศ.2518-2549 ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่ามีการกัดเซาะชายฝั่งที่บ้านปากแตระ อ.ระโนด จ.สงขลา ด้วยอัตรา 5.30 ม./ปี และชายฝั่งเกิดการทับถมที่บริเวณแหลมสมิหลา อ.เมือง จ.สงขลา ด้วยอัตราทับถม 2.04 ม./ปี

การวิจัยนี้จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ชายฝั่งสมิหลา ตั้งแต่ที่ตั้งนางเงือกทองถึงเขื่อนกันคลื่นปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลา (ภาพที่ 1) เป็นระยะทาง 2,720 ม. โดยบันทึกตำแหน่งแนวชายฝั่งด้วยเครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) เป็นเวลา 12 เดือนต่อเนื่องกัน (มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2561) โดยเลือกวันและเวลาเก็บข้อมูลชายฝั่งเมื่อมีระดับน้ำขึ้นสูงสุดจากตารางน้ำขึ้น-น้ำลง นำข้อมูลตำแหน่งมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม QGIS 3.4 เพื่อคำนวณพื้นที่ชายฝั่ง หาค่าเฉลี่ยแต่ละเดือน และซ้อนทับกับพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ ที่ถ่ายในปี พ.ศ.2553 เพื่อแสดงพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาที่เปลี่ยนแปลงจากปี พ.ศ.2553 และจัดทำแผนที่การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสมิหลาดังกล่าว



ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่ศึกษาและเก็บข้อมูลชายฝั่งสมิหลา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบสภาพชายฝั่งสมิหลา ระหว่างมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2561
2. แสดงแผนที่การเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งสมิหลาปี พ.ศ.2561

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลและความเหมาะสมของพื้นที่ต่อการพัฒนาแนวชายฝั่ง โดยวิธีทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ เริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลโดยรวบรวมข้อมูลแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจัดทำแผนที่ชายฝั่ง จากนั้นจึงนำภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าวมาทำการประมวลภายถ่ายทางอากาศโดยกระบวนการ Digital image Processing เพื่อหาความแตกต่างของพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะกับพื้นที่ที่เกิดการทับถม โดยการกำหนดขอบเขตเส้นชายฝั่งและซ้อนทับข้อมูลเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในแต่ละช่วงเวลา เพื่อคำนวณอัตราการทับถมหรือกัดเซาะชายฝั่งซึ่งจะทำให้ทราบอัตราการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะชายฝั่ง ซึ่งชายฝั่งมีการกัดเซาะรุนแรงจะมีอัตราการกัดเซาะมากกว่า 5 ม./ปี ชายฝั่งมีการกัดเซาะปานกลางจะมีอัตราการกัดเซาะอยู่ระหว่าง 1-5 ม./ปี และชายฝั่งมีการกัดเซาะน้อยจะมีการกัดเซาะน้อยกว่า 1 ม./ปี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561)

กีรัตนา เรืองหนู และคณะ (2561) พบว่าชายฝั่งหาดชลาทัศน์ปี พ.ศ.2559 มีพื้นที่เฉลี่ย 240,607.51 ตร.ม. มีแนวโน้มลดลงตามสมการเส้นตรงพื้นที่หาดชลาทัศน์ พ.ศ.2559 = -2,293.96 (จำนวนเดือน) + 255,518.25 ตร.ม. หรือพื้นที่มีอัตราการลดลง 2,293.96 ตร.ม./เดือน (6.08 ม./ปี) ซึ่งไม่สอดคล้องกับพื้นที่หาดชลาทัศน์เฉลี่ยทั้งปี พ.ศ.2559 มีพื้นที่ลดลงจากพื้นที่หาดชลาทัศน์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายเมื่อปี พ.ศ.2553 อยู่ 52,986.60 ตร.ม. หรือมีอัตราการลดลง 654.16 ตร.ม./เดือน (1.73 ม./ปี) จากสมการพื้นที่หาดชลาทัศน์อีก 5 ปี (พ.ศ.2564) จะมีพื้นที่ เท่ากับ 90,353.13 ตร.ม. และการกัดเซาะเกิดบริเวณตอนล่างมากกว่าตอนบนของหาด

นัจมี เลเด็น และคณะ (2560) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหาดสมิหลา จังหวัดสงขลา ระยะทาง 2.72 ก.ม. โดยการบันทึกข้อมูลแนวชายฝั่งด้วยเครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2558 ถึงธันวาคม พ.ศ.2559 เป็นเวลา 24 เดือน (48 ครั้ง) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม QGIS 2.6.1 เพื่อคำนวณพื้นที่และทำแผนที่ของหาดสมิหลาในช่วงเวลาดังกล่าว แล้วเปรียบเทียบกับพื้นที่หาดสมิหลาที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในปี พ.ศ.2553 เพื่อหาพื้นที่หาดสมิหลาและบริเวณหาดที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ชายฝั่งหาดสมิหลา 2 ปี (พ.ศ.2558-2559) มีพื้นที่เฉลี่ย 1,075,772.60 ตร.ม. พื้นที่หาดสมิหลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามสมการเส้นตรง คือ พื้นที่หาดสมิหลา = 588.25 (จำนวนเดือน) + 1,068,247.21 ตร.ม. หรือมีอัตราการทับถมเฉลี่ย 588.25 ตร.ม./เดือน (2.60 ม./ปี) ซึ่งไม่สอดคล้องกับพื้นที่หาดสมิหลาเฉลี่ย 2 ปี มีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากพื้นที่หาดสมิหลาที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายเมื่อปี พ.ศ.2553 อยู่ 112,429.09 ตร.ม.หรือมีอัตราการทับถม 1,388.01 ตร.ม./เดือน (6.12 ม./ปี) จากสมการข้างต้น เมื่อคำนวณพื้นที่หาดสมิหลาอีก 5 ปี (พ.ศ.2564) หาดสมิหลาจะมีพื้นที่ ประมาณ 1,117,660.21 ตร.ม. (พื้นที่เพิ่มจากค่าเฉลี่ย 41,887.61 ตร.ม.)

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์

1. ตารางน้ำขึ้นน้ำลงของจังหวัดสงขลาปี พ.ศ.2561 จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก
2. ตารางปริมาณน้ำฝนของจังหวัดสงขลาปี พ.ศ.2561 จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก
3. เครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก ยี่ห้อ Garmin รุ่น etrex H10

4. ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณชายฝั่งสมิหลา จังหวัดสงขลา ถ่ายเมื่อวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2553 จากสถานวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคใต้

5. โปรแกรมการจัดการข้อมูลตาราง Microsoft Office Excel

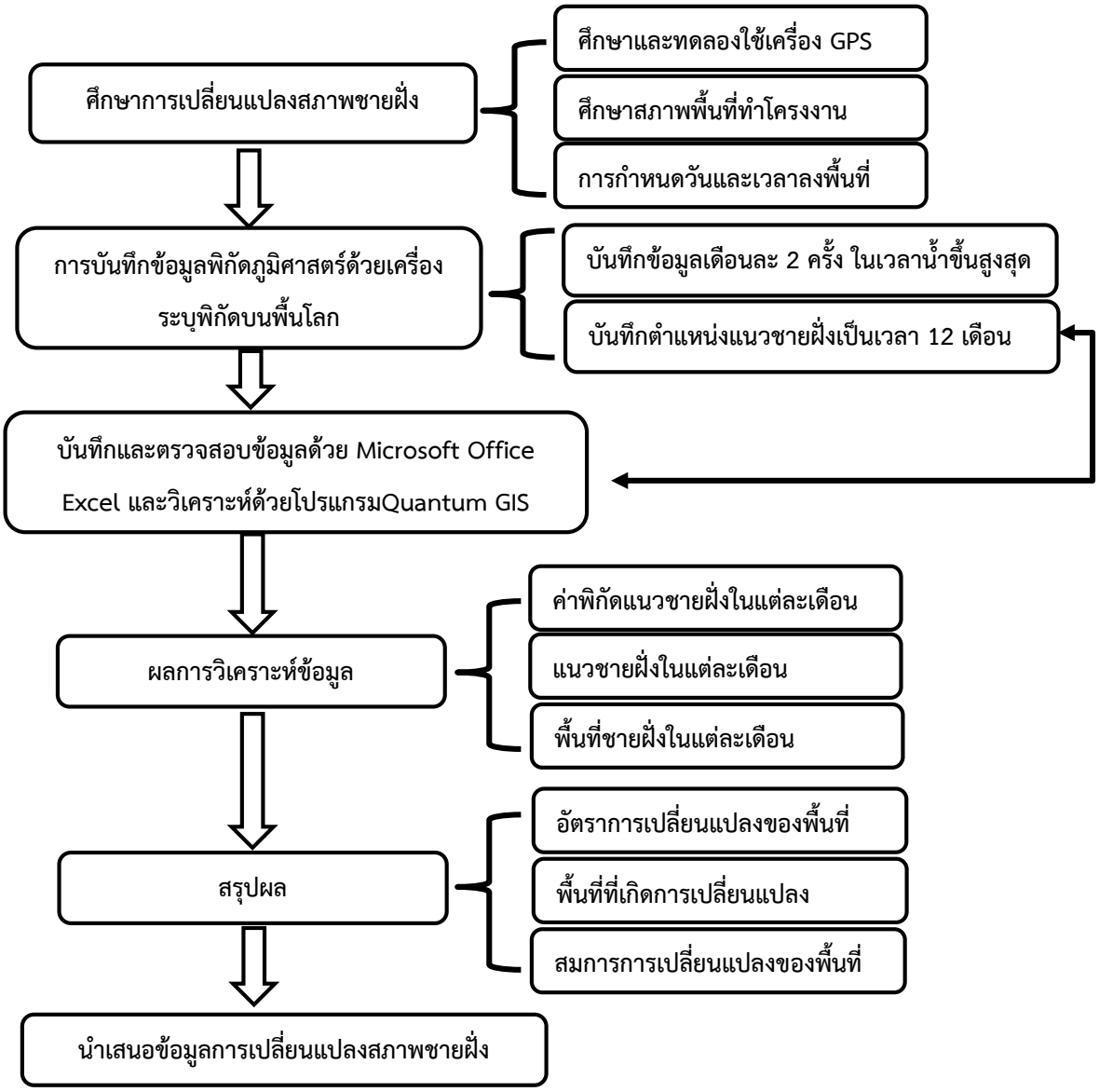
6. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ QGIS 3.4

ขั้นตอนการวิจัย มี 3 ขั้นตอนหลัก (ภาพที่ 2) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจพื้นที่ทำวิจัย บริเวณชายฝั่งสมิหลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เพื่อกำหนดเส้นทางเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์บริเวณชายฝั่งสมิหลาด้วยเครื่อง GPS ในระบบพิกัดกริดเป็นเวลา 12 เดือน ๆ ละ 2 ครั้ง รวม 24 ครั้ง (มกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2561) ในการบันทึกข้อมูลจะเลือกวันและเวลาที่มีระดับน้ำขึ้นสูงสุดจากตารางน้ำขึ้น-น้ำลงของกรมอุตุนิยมวิทยา (กรมอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก, 2562ข) เพื่อจะได้พื้นที่ชายฝั่งสมิหลาที่มีพื้นที่น้อยที่สุดในเดือนนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 2 การจัดเก็บและตรวจสอบข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ QGIS 3.4 เปลี่ยนข้อมูลลักษณะตำแหน่ง (Point) เป็นข้อมูลลักษณะเส้น (Lines) โดยใช้คำสั่ง Points2One ใน Menu Plugins เพื่อแสดงแนวชายฝั่งสมิหลา และเปลี่ยนข้อมูลลักษณะตำแหน่ง (Point) เป็นข้อมูลลักษณะพื้นที่ (Polygons) โดยใช้คำสั่ง Points2One ใน Menu Plugins เพื่อคำนวณพื้นที่ของชายฝั่งสมิหลา ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล แล้วเฉลี่ยเป็นข้อมูลแต่ละเดือน

ขั้นตอนที่ 3 แปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายเมื่อวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2553 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ QGIS 3.4 คำนวณพื้นที่ชายฝั่งและแสดงแผนที่สมิหลา ณ วันที่ถ่ายภาพ ดังภาพที่ 3, โดยแสดงพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาที่เปลี่ยนแปลงไปจากปี พ.ศ.2553 ร่วมกับปริมาณน้ำฝนรายเดือนใน ปี พ.ศ.2561 (กรมอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก, 2562ก) ดังตารางที่ 1, จากนั้น แสดงแผนที่แนวชายฝั่งสมิหลาในเดือนที่มีพื้นที่ชายฝั่งน้อยที่สุด ดังภาพที่ 4, แสดงแผนที่แนวชายฝั่งสมิหลาในเดือนที่มีพื้นที่ชายฝั่งมากที่สุด ดังภาพที่ 5, และนำข้อมูลพื้นที่แนวชายฝั่งสมิหลาที่น้อยที่สุดและมากที่สุดมาซ้อนทับกัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาในช่วงเวลา 1 ปี ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 2 ไดอาแกรมขั้นตอนการดำเนินงาน

สรุปผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาที่เปลี่ยนแปลงไปจากปี พ.ศ.2553 และปริมาณน้ำฝนรวมในรอบ 1 ปี (มกราคม ถึงธันวาคม พ.ศ.2561) พบว่าพื้นที่ชายฝั่งสมิหลามีการเปลี่ยนแปลงแบบผกผันกับปริมาณน้ำฝนรวม คือ เดือนที่มีปริมาณฝนตกน้อยพื้นที่ของชายฝั่งสมิหลาจะมากกว่าเดือนที่มีปริมาณฝนตกมาก เช่น ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม และมกราคม ของทุกปี มีปริมาณฝนตกสูงมากเพราะเป็นช่วงมรสุมของภาคใต้ (อิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) พื้นที่ชายฝั่งสมิหลาจึงได้รับอิทธิพลของคลื่นลมที่รุนแรงกว่าปกติ พื้นที่ชายฝั่งสมิหลาจึงน้อยกว่าเดือนอื่น ๆ โดยพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเฉลี่ยตลอดปี เท่ากับ 1,092,286.62 ตร.ม. มีพื้นที่มากกว่าพื้นที่ชายฝั่ง

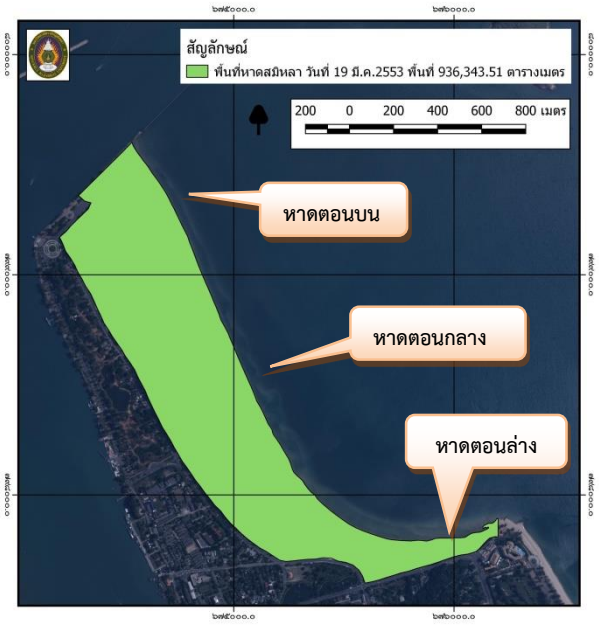
สมิหลาที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในปี พ.ศ.2553 (ภาพที่ 3) ซึ่งมีพื้นที่ชายฝั่ง 963,343.51 ตร.ม. อยู่ 128,943.11 ตร.ม. (เพิ่มขึ้น 13.38 เปอร์เซ็นต์) หรือชายฝั่งสมิหลามีพื้นที่เพิ่มขึ้น 1,228.03 ตร.ม./เดือน หรือมีอัตราการทับถม 5.42 ม./ปี

ตารางที่ 1 พื้นที่ชายฝั่งสมิหลา พื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศในปี พ.ศ.2553 (963,343.51 ตารางเมตร) และปริมาณน้ำฝนรวม ในรอบ 1 ปี

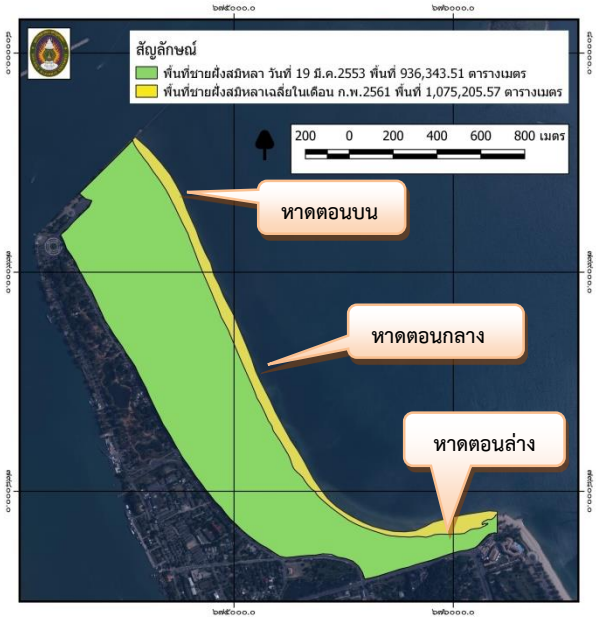
ลำดับ	เดือน - พ.ศ.	พื้นที่ชายฝั่งสมิหลา (ตารางเมตร)		ปริมาณน้ำฝนรวม (ม.ม.)
		พื้นที่ในเดือนต่าง ๆ ของปี พ.ศ.2561	ผลต่างของพื้นที่กับปี พ.ศ.2553	
1	มกราคม 2561	1,081,450.44	118,106.93	193.8
2	กุมภาพันธ์ 2561	1,075,205.57	111,862.06	99.9
3	มีนาคม 2561	1,082,028.62	118,685.11	1.4
4	เมษายน 2561	1,078,326.74	114,983.23	70.4
5	พฤษภาคม 2561	1,107,896.50	144,552.99	151.2
6	มิถุนายน 2561	1,103,139.25	139,795.74	181.7
7	กรกฎาคม 2561	1,101,739.99	138,396.48	79.3
8	สิงหาคม 2561	1,106,886.73	143,543.22	21.7
9	กันยายน 2561	1,112,241.17	148,897.66	110.1
10	ตุลาคม 2561	1,071,283.64	107,940.13	456.8
11	พฤศจิกายน 2561	1,104,303.64	140,960.13	383.3
12	ธันวาคม 2561	1,082,937.13	119,593.62	392.8
ค่าเฉลี่ย		**1,092,286.62**	**128,943.11**	**178.53**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		**14,906.98**	**14,906.98**	**152.15**

ชายฝั่งสมิหลามีความยาวประมาณ 2,720 ม. ในปี พ.ศ.2561 ชายฝั่งสมิหลามีพื้นที่เฉลี่ยน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 คือ 1,045,205.57 ตร.ม. (ภาพที่ 4) ชายฝั่งสมิหลามีพื้นที่เฉลี่ยมากที่สุดในเดือนกันยายน พ.ศ.2561 คือ 1,112,241.17 ตร.ม. (ภาพที่ 5) เมื่อนำพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาในเดือนที่มีพื้นที่น้อยสุดมาซ้อนทับกับภาพพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาในเดือนที่มีพื้นที่มากที่สุด (ภาพที่ 6) พบว่า พื้นที่ชายฝั่งสมิหลามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 37,035.60 ตร.ม. (เพิ่มขึ้น 3.39 เปอร์เซ็นต์) การทับถมเพิ่มขึ้นนั้นเกิดขึ้นตลอดแนวชายฝั่ง แต่เกิดการทับถมของพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาตอนบนกับตอนกลางมากกว่าตอนล่างอย่างชัดเจน โดยตอนล่างเป็นบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อย่างรวดเร็วและรุนแรงกว่ามาก

จากข้อมูลในตารางที่ 1 จะได้แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ชายฝั่งสมิหลากับเวลา ดังภาพที่ 7 และได้สมการเส้นตรง ดังสมการที่ 1 คือ พื้นที่ชายฝั่งสมิหลา 2561 = 1,287.29 (จำนวนเดือน) + 1,083,919.23 ตร.ม. หรือชายฝั่งสมิหลามีพื้นที่เพิ่มขึ้น 1,287.29 ตร.ม./เดือน (มีอัตราการทับถม 5.68 ม./ปี)



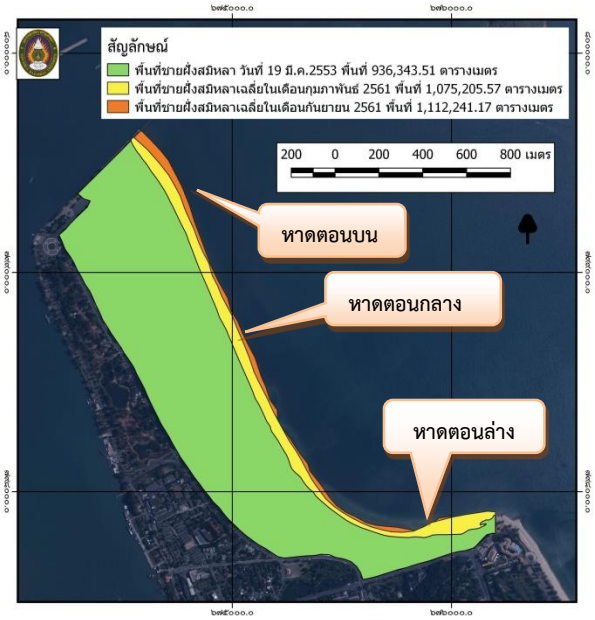
ภาพที่ 3 พื้นที่ชายฝั่งสมิหลาจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศในปี พ.ศ.2553



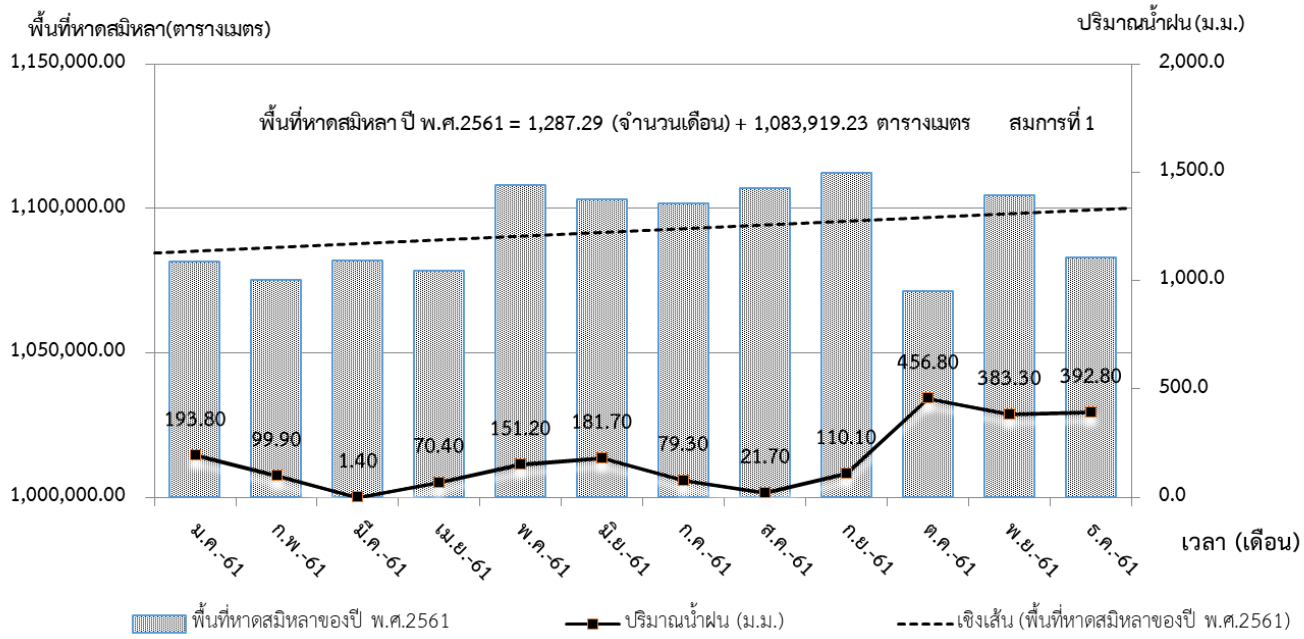
ภาพที่ 4 พื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเดือนกุมภาพันธ์ที่มีพื้นที่ที่น้อยที่สุดในปี พ.ศ.2561



ภาพที่ 5 พื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเดือนกันยายนที่มีพื้นที่ที่มากที่สุดในปี พ.ศ.2561



ภาพที่ 6 พื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเดือนกุมภาพันธ์ที่มีพื้นที่น้อยที่สุดและเดือนกันยายนที่มีพื้นที่มากที่สุดในปี พ.ศ.2561



ภาพที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ชายฝั่งสมิหลากับเวลาในปี พ.ศ.2561

จากสมการเส้นตรงการเพิ่มขึ้นของชายฝั่งสมิหลาข้างต้น (สมการที่ 1) นำมาคำนวณพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาในอีก 5 ปี คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2562 ถึงปี พ.ศ.2566 (ตารางที่ 2) ชายฝั่งสมิหลาในปี พ.ศ.2566 จะมีพื้นที่หาดประมาณ 1,176,604.11 ตร.ม. หรือมีพื้นที่หาดเพิ่มขึ้นอีก 84,317.49 ตร.ม. จากพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเฉลี่ยทั้งปี พ.ศ. 2561 ซึ่งมีพื้นที่ 1,092,286.62 ตร.ม.

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาอีก 5 ปี

ปีที่	ปี พ.ศ.	พื้นที่ชายฝั่งสมิหลา (ตารางเมตร)	
		จากสมการที่ 1	เพิ่มขึ้นจากพื้นที่เฉลี่ย 1 ปี
0	2561	1,099,366.71	7,080.09
1	2562	1,114,814.19	22,527.57
2	2563	1,130,261.67	37,975.05
3	2564	1,145,709.15	53,422.53
4	2565	1,161,156.63	68,870.01
5	2566	1,176,604.11	84,317.49

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ชายฝั่งสมิหลามีความยาวประมาณ 2,720 ม. ในช่วงเวลาที่ศึกษา 1 ปี มีพื้นที่เฉลี่ย 1,092,286.62 ตร.ม. พื้นที่เปลี่ยนแปลงเกิดการทับถมเพิ่มขึ้น โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาในปี พ.ศ. 2553 ซึ่งมีพื้นที่ 963,343.51 ตร.ม. อยู่ 128,943.11 ตร.ม. (เพิ่มขึ้น 13.38 เปอร์เซ็นต์) หรือชายฝั่งสมิหลามีพื้นที่เพิ่มขึ้น 1,228.03 ตร.ม.ต่อเดือน หรือมีอัตราการทับถม 5.42 ม./ปี

2. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาในช่วงเวลาที่ศึกษา 1 ปี พบว่าพื้นที่ชายฝั่งสมิหลามีอัตราการทับถมตามสมการเส้นตรง คือ พื้นที่ชายฝั่งสมิหลา ปี พ.ศ. 2561 = 1,287.29 (จำนวนเดือน) + 1,083,919.23 ตร.ม. หรือพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเพิ่มขึ้น 1,287.29 ตร.ม.ต่อเดือน หรือมีอัตราการทับถม 5.68 ม./ปี

3. จากแผนที่แสดงชายฝั่งสมิหลาในช่วงเวลาที่ศึกษา 1 ปี แสดงให้เห็นว่าการทับถมเกิดบริเวณชายฝั่งสมิหลาตอนบนและตอนกลางอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ มากกว่าบริเวณตอนล่าง ซึ่งพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาตอนล่างเกิดการทับถมน้อยมาก แต่เป็นบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อย่างรวดเร็วและรุนแรงกว่ามาก (ในฤดูร้อนเกิดการทับถมพื้นที่มาก ฤดูฝนเกิดการกัดเซาะพื้นที่รุนแรง)

4. หากชายฝั่งสมิหลาคงอัตราการทับถมตามสมการที่ 1 พื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเพิ่มขึ้นจากพื้นที่เฉลี่ย 1 ปี เท่ากับ 7,080.09 ตร.ม. อีก 5 ปี (ธันวาคม พ.ศ.2566) ชายฝั่งสมิหลาอาจมีพื้นที่ประมาณ 1,176,604.11 ตร.ม. ชายฝั่งสมิหลามีพื้นที่เพิ่มขึ้นอีก 84,317.49 ตร.ม.

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาเป็นไปตามสมมติฐาน โดยผลการวิจัยพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบทับถมอย่างต่อเนื่องในอัตรา 5.68 ม./ปี ผลการวิจัยสอดคล้องกับการศึกษาของอดุลย์ เบ็ญนุ้ย และคณะ (2552) ที่มีการทับถมในอัตรา 7.53 ม./ปี ซึ่งมีอัตราทับถมลดลง แต่มีอัตราการทับถมที่เพิ่มสูงกว่าผลการศึกษาของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, (2561) กับ นัจมี เลเด็น และคณะ (2560) ที่มีอัตราการทับถมที่เท่ากัน คือ 2.60 ม./ปี ซึ่งต่างกันอยู่ 3.08 ม./ปี การที่ชายฝั่งสมิหลามีการทับถมที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากนั้น เป็นผลจากอิทธิพลของเขื่อนปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลากั้นการเคลื่อนตัวของตะกอนทรายขนานชายฝั่งและยังคงส่งผล และเนื่องจากอิทธิพลและความรุนแรงของคลื่นลมมรสุมประจำปี ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งสมิหลาโดยตรง

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งสมิหลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา อย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล และขยายพื้นที่ศึกษาเพิ่มออกไปยังพื้นที่หาดที่ตั้งอยู่ในบริเวณข้างเคียง เช่น ชายฝั่งชลาทัศน์ (อยู่ทางทิศใต้ของชายฝั่งสมิหลา) หรือ ชายฝั่งหาดทรายแก้ว (อยู่ทางทิศเหนือของชายฝั่งสมิหลา) เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสมิหลามีผลต่อหาดดังกล่าวด้วยหรือไม่ และมีผลอย่างไร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ขอขอบคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ ให้คำปรึกษาคำแนะนำต่าง ๆ ในการทำวิจัย และขอขอบคุณคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ช่วยผลักดันโครงงานวิจัยให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และสนับสนุนด้านการศึกษารวมทั้งพี่ น้อง และญาติทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจในการทำวิจัยให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561ก). **เอกสารประกอบการประชุม ร่างแผน มาตรการ แนวทางในการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเชิงพื้นที่ โครงการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนการจัดการพื้นที่ชายฝั่งระบบหาด.** กรุงเทพมหานคร: 90-91.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561ข). **สถานการณ์ด้านทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งและการกัดเซาะชายฝั่งของประเทศไทย พ.ศ.2560.** กรุงเทพมหานคร: 90-93.

กรมอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. (2562ก). **ปริมาณน้ำฝนรายเดือน พ.ศ.2561.** กรมอุตุนิยมวิทยา. เอกสารสำเนา.

กรมอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. (2562ข). **ระดับน้ำทะเลรายวัน พ.ศ.2561.** กรมอุตุนิยมวิทยา. เอกสารสำเนา.

กีรัตนา เรืองหนู, ศรันยา จันทศรี และศักดิ์ชาย คงนคร. (2561). **ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ด้วยภูมิสารสนเทศ.** การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 3 ประจำปี 2561 วันที่ 11-12 กุมภาพันธ์ 2561.

จุมพล วิเชียรศิลป์. (2558). **บทที่ 9 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลของไทย : ปัญหาภูมิศาสตร์ประเทศไทย.** คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. เอกสารสำเนา.

นัจมี เลเด็น, อิสมาแอน เต็มขาว และศักดิ์ชาย คงนคร. (2560). **การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหาดสมิหลา จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ด้วยภูมิสารสนเทศ.** การประชุมวิชาการระดับชาติทรัพยากรธรรมชาติสารสนเทศภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 2 : วันที่ 15 ธันวาคม 2560 หน้า 83-91.

ภาพถ่ายทางอากาศ. (2558). **บริเวณหาดสมิหลา จังหวัดสงขลา ถ่ายเมื่อวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2553.** สถานวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคใต้. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

ศักดิ์ชาย คงนคร, ยามีละ หมัดชูดชู และอารียา ตามาต. (2560). **การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ด้วยภูมิสารสนเทศ. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 10 : 2560 "นวัตกรรมสรรสร้างชุมชนกับการพัฒนางานวิจัยอย่างยั่งยืน".** : วันที่ 14 ธันวาคม 2560 หน้า 145.

สิน สินสกุล, สุวัฒน์ ติยะไพรัช, นิรันดร์ ชัยมณี และบรรเจิด อร่ามประยูร. (2545). **การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย.** รายงานวิชาการ กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ.

อดุลย์ เบ็ญนุ้ย, พะยอม รัตนมณี และธิรดา ยงสถิติศักดิ์. (2551). "การใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อติดตามการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณทะเลสาบสงขลาและหาดสมิหลา." ใน **รายงานวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติประจำปี 2551.** สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, 93-105.

Tanavud, C., Chusrinuan, N. and Yongchalermchai, C. 2009**. Impact of shoreline erosion on coastal ecosystems in Songkhla Province Songklanakarin.** J. Sci. Technol. 31 (2), 237-245.

แอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก

Application for Health Recording of Adolescent

นายฮาฟิส บินสาแล๊ะ , นางสาวฮีดายะห์ บาแม , นางสาวยัสมี ลาเต๊ะ , อาจารย์แพรวศรี เดิมราช

Hafis Binsalaeh , Hidayah Bamae ,Yasmee Lateh , Preawsree Demrach

บทคัดย่อ

สมุดบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก นับเป็นเครื่องมือสำคัญในการจดบันทึกข้อมูลพัฒนาการและการสร้างเสริมสุขภาพของเด็กที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ผู้ปกครอง แพทย์และบุคลากรทางสาธารณสุข ได้ใช้บันทึก ติดตามข้อมูลทางสุขภาพของเด็ก แต่เนื่องจากสมุดเป็นเอกสารที่ต้องตั้งใจพกพาไปด้วยอาจมีข้อจำกัด เช่น เวลาลูกป่วยบางครั้งผู้ปกครองก็ไม่ได้นำสมุดมาด้วย บ้างประสบปัญหาสมุดฉีกขาด หรือสูญหาย จึงทำให้ข้อมูลสำคัญเหล่านั้นตกหล่นหรือหายตามไปด้วย การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก (2) เพื่อประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก (3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก เพื่อใช้แทนระบบงานเดิมคือการจดบันทึกในสมุดบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก เพื่อให้ผู้ปกครองได้ทราบถึงข้อมูลของเด็ก ผู้พัฒนาจึงได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาเดิม ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้ AppServe ในการจัดการฐานข้อมูลและใช้โปรแกรมด้วย ionic framework ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Android

ผลการวิจัยพบว่า 1) แอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก ประกอบด้วย สมัครสมาชิก ล็อกอินจัดการข้อมูลเด็ก จัดการข้อมูลพัฒนาการ การนัดและการฉีดวัคซีน 2) ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าคุณภาพอยู่ในระดับ ดี มีค่าเฉลี่ย = 3.53 และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดี มีค่าเฉลี่ย = 3.92

คำสำคัญ : แอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก,สุขภาพเด็ก

---

[1] นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกตรษ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding author, E-mail: yasmee.las@yru.ac.th

Abstract

The objectives of this study are 1) to analyze, design, and develop the application for health recording of adolescent, 2) to evaluate the quality of the application for health recording of adolescent, and 3) to evaluate the users' satisfaction of the application for health recording of adolescent. To replace the previous system which is to record in the mother and child health notebooks so that parents are able to know the information of their children, therefore, the developers has attempted to analyze the occurred problems. The developers have designed and developed the application by using AppServe for database management and the ionic framework on the Android operating system.

The results showed that 1) the application for health recording of adolescent consists of Register members, logging in, adolescent data management, manage development data, appointment, and vaccination. 2) The systematic quality assessment evaluated by experts is at the good level and at the average of 3.53 3) The results of satisfaction assessment are at the good level and at the average of 3.92

Keywords: Application for health recording of adolescent, adolescent health

บทนำ

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) เป็นองค์กรของรัฐ ตาม พ.ร.บ.หลักประกันสุขภาพแห่งชาติ พ.ศ. 2545 ภายใต้การกำกับดูแลของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ในฐานะประธานคณะกรรมการหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ โดย สปสช. ทำหน้าที่เป็นสำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ และคณะกรรมการควบคุมคุณภาพและมาตรฐานบริการสาธารณสุข ซึ่งมีภารกิจหลักในการบริหารจัดการเงินกองทุนหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งพัฒนาระบบบริการสาธารณสุขเพื่อให้ประชาชนเข้าถึงบริการที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน และด้วยการบริหารจัดการเงินกองทุนหลักประกันสุขภาพแห่งชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชาชน สปสช. จึงได้รับรางวัลทุนหมุนเวียนดีเด่น จากกระทรวงการคลังมาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี 2551 นอกจากนี้ สปสช. ได้พัฒนาโครงสร้างการบริหารระบบหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าระดับพื้นที่ โดยจัดตั้งสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติเขต จำนวน แห่ง ครอบคลุมทั่วประเทศ เพื่อดำเนินงานร่วมกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดด้วยความสัมพันธ์แบบ partnershipในฐานะสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติสาขาจังหวัด ทั้งนี้เพื่อก้าวไปให้ถึงจุดมุ่งหมายตามวิสัยทัศน์ขององค์กร คือ มีระบบหลักประกันสุขภาพที่ประชาชนเข้าถึงด้วย ความมั่นใจและผู้ให้บริการมีความสุข (สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ,2560)

สมุดบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก นับเป็นเครื่องมือสำคัญในการจดบันทึกข้อมูลพัฒนาการและการสร้างเสริมสุขภาพของเด็กที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ผู้ปกครอง แพทย์และบุคลากรทางสาธารณสุข ได้ใช้บันทึก ติดตามข้อมูลทางสุขภาพของเด็ก แต่เนื่องจากสมุดเป็นเอกสารที่ต้องตั้งใจพกพาไปด้วยอาจมีข้อจำกัด เช่น เวลาลูกป่วยบางครั้งผู้ปกครองก็ไม่ได้นำสมุดมาด้วย บ้างประสบปัญหาสมุดฉีกขาด หรือสูญหาย จึงทำให้ข้อมูลสำคัญเหล่านั้นตกหล่นหรือหายตามไปด้วย ซึ่งหมายความว่า ในบางกรณีเด็กบางรายมีพัฒนาการช้ากว่าวัยอันควร หรือมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าเกณฑ์หรือเป็นโรคอ้วน ผู้ปกครอง แพทย์ และบุคลากรทางการแพทย์ ก็จะขาดการเข้าถึงข้อมูลในการดูแลเด็กได้ เด็กเป็นวัยสำคัญที่สมองและร่างกายมีการเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หากได้รับการเลี้ยงดูอย่างเหมาะสมจะส่งเสริมให้เด็กมีพัฒนาการเต็มศักยภาพ การเลี้ยงดูและการส่งเสริมพัฒนาการรวมทั้งการได้รับการกำกับดูแลสุขภาพอย่างถูกต้องเหมาะสมสนับสนุนให้เด็กมีภาวะสุขภาพที่แข็งแรงสมบูรณ์ และมีพัฒนาการที่สมวัยใน ทุกด้าน พร้อมที่จะเรียนรู้และเติบโตเป็นประชากรที่มีคุณภาพต่อไปในอนาคต แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาเป็นเทคโนโลยีที่ใช้งานอย่างแพร่หลาย และมีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มมากยิ่งขึ้น แอปพลิเคชันที่จะพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ผู้ปกครองและบุคลากรทางสาธารณสุขมีความสะดวกและช่วยในการประเมิน และคัดกรองภาวะผิดปกติของการเจริญเติบโตและพัฒนาการอย่างง่าย เตือนนัดการตรวจคัดกรองที่เหมาะสมกับวัย รวมถึงบันทึกข้อมูลสุขภาพและวัคซีนและมีคำแนะนำที่ง่ายต่อการเข้าใจจากแหล่งที่เชื่อถือได้ตามกำหนดการกำกับดูแลสุขภาพเด็ก เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงได้สะดวกต่อการใช้งาน พกพาข้อมูลไปได้ทุกที่ รองรับการใช้งานในวงกว้าง สามารถสำรองข้อมูลเพิ่มเติมเนื้อหาและปรับปรุงองค์ความรู้ใหม่มาใส่ได้อย่างรวดเร็วเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการศึกษาการใช้งานเพิ่มเติมผลักดันให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายมากขึ้น และสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อเนื่องในอนาคต (ศิรินทิพย์ ผอมน้อย,2557)

จากปัญหาดังกล่าวผู้จัดทำ ซึ่งได้ร่วมพัฒนาแอปพลิเคชันที่ง่ายต่อการดูข้อมูลสุขภาพของของลูกร่วมทั้งระหว่าง พ่อ แม่ ผู้ดูแลเด็ก แพทย์ และบุคลากรทางสาธารณสุข นอกจากนี้ยังสามารถเข้าถึงความรู้เบื้องต้นที่นำไปปรับใช้ในการเลี้ยงดูเด็กให้มีสุขภาพกายและใจที่แข็งแรงได้อย่างสะดวก ทั้งนี้เพื่อความเหมาะสมแก่ลูกในวัยนั้น อีกทั้งการวางแนวทางแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น จึงให้หลักเกณฑ์ต่างๆ ในการเลี้ยงลูกที่ครบถ้วนแต่การเลี้ยงลูกยังต้องอาศัยความรักความใกล้ชิดความเอาใจใส่และความต่อเนื่องตั้งแต่เล็กจนโตเพื่อที่จะได้ผู้ใหญ่คนหนึ่งที่สมบูรณ์ทุกๆ ด้าน

1. วัตถุประสงค์วิจัย

1.1 เพื่อวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก

1.2 เพื่อประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก

1.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก

2. ขอบเขตการวิจัย

2.1 ผู้ปกครอง

1) สามารถ Login เข้าสู่ระบบ
2) สามารถสมัครสมาชิก
3) สามารถศึกษาข้อมูลเด็ก

4) สามารถดูโภชนาการเด็ก
5) สามารถบันทึกข้อมูลเด็ก
6) สามารถบันทึกกำหนดการฉีดวัคซีน
7) สามารถตรวจสอบข้อมูลพัฒนาการของเด็ก
8) สามารถตรวจสอบวันนัดของเด็ก

2.2 เจ้าหน้าที่

1) สามารถสมัครสมาชิกได้
2) สามารถจัดการข้อมูลเด็กได้
3) สามารถจัดการข้อมูลสมาชิกได้

2.3 ผู้ดูแลระบบ

1) สิทธิ์การใช้งาน
2) สามารถสมัครสมาชิกได้
3) สามารถจัดการข้อมูลสมาชิกได้
4) สามารถจัดการข้อมูลเด็กได้
5) สามารถจัดการข้อมูลพัฒนาการของเด็ก
6) สามารถจัดการบันทึกกำหนดการฉีดวัคซีน
7) สามารถจัดการวันนัดหมาย

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ช่วยในการประเมินและดูแลสุขภาพของเด็กได้สะดวกขึ้น

4.2 ช่วยในการวางแผนการใช้ชีวิตและบันทึกกิจกรรมต่างๆของเด็กได้

4.3 ได้ทราบถึงพัฒนาการของเด็กมากยิ่งขึ้น

4.4 ทำให้เกิดความสะดวกสบายให้แก่มารดาของเด็ก

4.5 เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงได้สะดวกต่อการใช้งาน

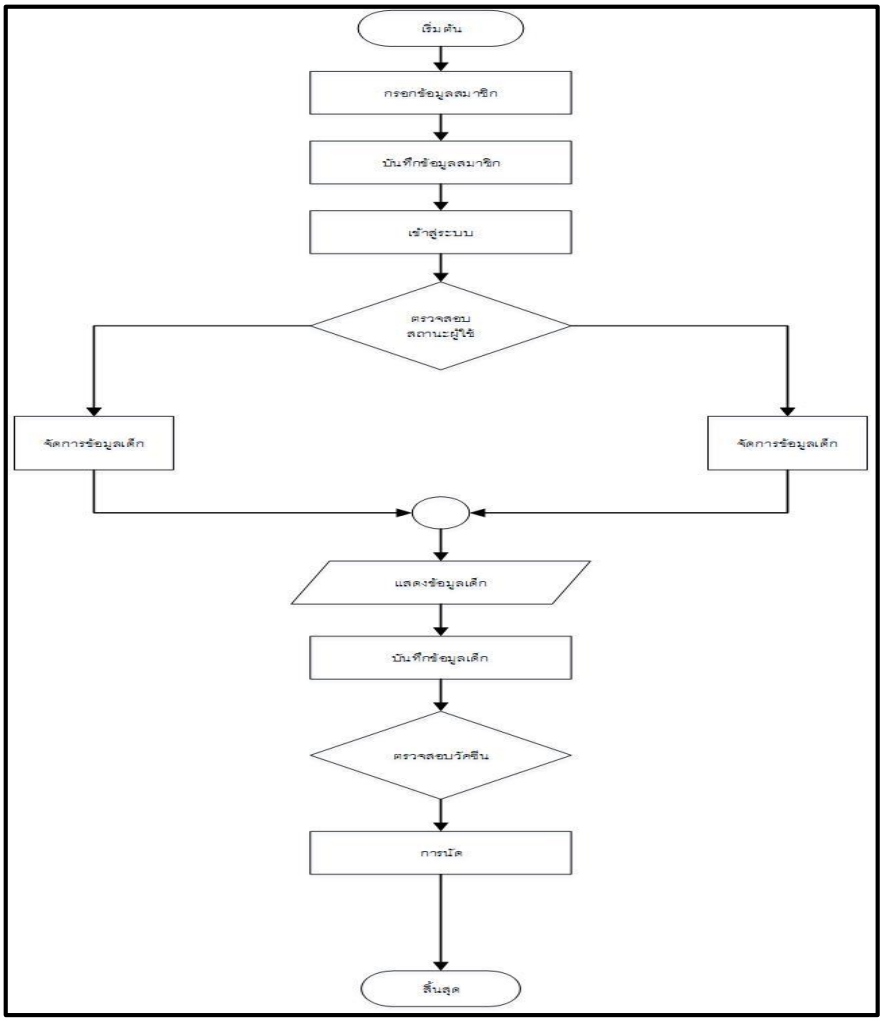
วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาและกำหนดปัญหา

1.1 การศึกษา

ในการศึกษาเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก ผู้พัฒนาได้ศึกษาขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก โดยศึกษาความเป็นไปได้ของความเป็นไปได้ของความต้องการของผู้ใช้งานและสะดวกในการใช้งาน

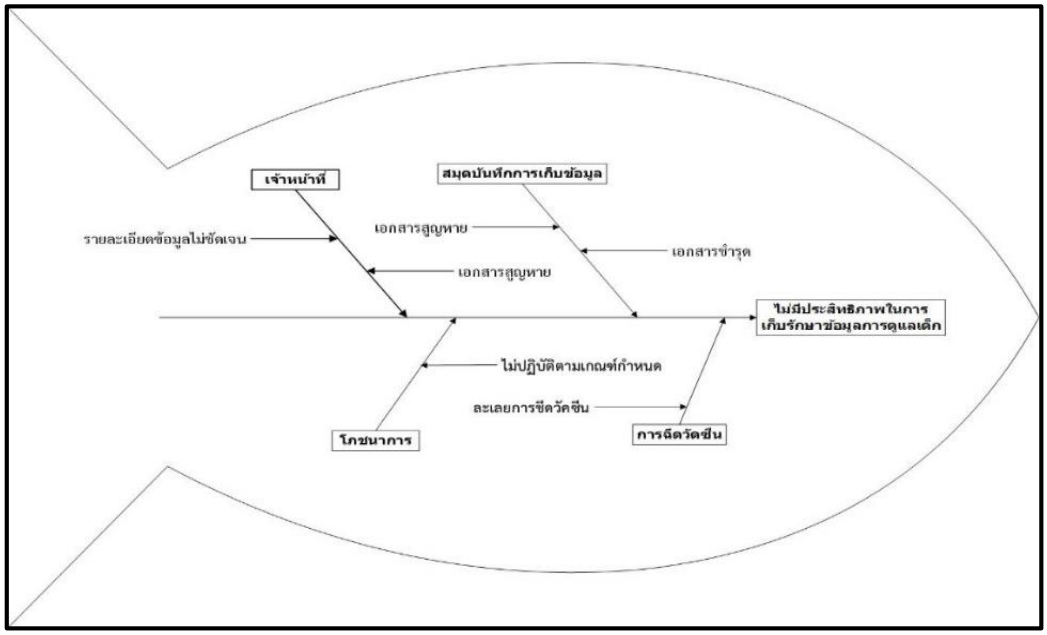
จากปัญหาดังกล่าวสามารถอธิบายการทำงานของระบบงานเดิม ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Flowchart ระบบงานเดิม

1.2 กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงาน

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการทำงานของระบบงานที่ต้องการพัฒนาทำให้ผู้วิจัยทราบถึงข้อมูลต่างๆ ขอบข่ายงานและความสามารถในการทำงานของระบบที่ต้องการพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการจะใช้ระบบงานมานำเสนอปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้น ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 Cause-and-Effect Diagram ของระบบงานเดิม

2 การศึกษาความเป็นไปได้

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และพนิดา พานิชกุล (2548) ได้กล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบงานไว้ดังนี้

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้และออกแบบตามความต้องการของผู้ใช้งานและเจ้าของระบบ แต่ด้วยความรับผิดชอบของนักวิเคราะห์ระบบที่เป็นตัวแทนการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นกับระบบ จึงต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้และวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรของโครงการ เพื่อเป็นการเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้ใช้และเจ้าของระบบก่อนที่การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้น

ความเป็นไปได้ (Feasibility) หมายถึง การพิจารณาถึงความเหมาะสมและการประเมินผลประโยชน์เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปในการพัฒนาระบบขององค์กรในการพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก ผู้พัฒนาได้ศึกษาความเป็นไปได้ใน ประเด็นต่างๆ 4 ประการดังต่อไปนี้

2.1 ความเป็นไปได้ในทางเทคนิค

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็กโดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบได้แก่ Ionic ,MySQL ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่นใช้งานง่าย มีประสิทธิภาพสูงและปัจจุบันโทรศัพท์พื้นฐานและเครือข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ตลอดจนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ทั่วโลกมีการเชื่อมโยงกันอย่างทั่วถึง ดังนั้นความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคจึงเป็นไปได้สูง

2.2 ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็กในการปฏิบัติงานของระบบทำงานง่ายขึ้น ไม่เกิดความซับซ้อน ทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถลดปัญหาของการใช้ระบบที่ยุ่งยากซับซ้อนได้เพิ่มความสะดวกสบายให้กับ

ผู้ใช้งานในการศึกษาข้อมูลการดูแลเด็ก ดังนั้นความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานจึงเป็นไปได้สูงที่ระบบงานจะสร้างความสะดวกสบายกับผู้ใช้

2.3 ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์

เมื่อพิจารณาด้านต้นทุนค่าใช้จ่ายในการพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่ ซึ่งอาศัยระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่ไม่จำเป็นต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น

2.4 ความเป็นไปได้เวลา

เป็นระบบงานที่มีขนาดเล็กใช้การพัฒนา จึงใช้เวลาน้อยในการพัฒนา โดยกำหนดเวลาไว้ในการพัฒนาระบบงานอยู่ที่ประมาณ 4 เดือนที่จะต้อง พัฒนาระบบงานให้เสร็จสมบูรณ์ตามที่ได้กำหนดเวลาไว้ ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงที่การพัฒนาระบบงานจะสำเร็จ

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ

เมื่อผู้พัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก ได้ศึกษาระบบงานเดิม ศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบงานเดิมตลอดจน สภาพปัญหา อุปสรรค และผลลัพธ์ของระบบงานที่สร้างนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการและสร้างความสะดวกในการใช้งานระบบให้แก่ผู้ใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Information Gathering)

การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องและข้อมูลที่มีอยู่ ในระบบประกอบด้วย กระบวนการทำงาน (Processes) ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Data) และกลุ่มบุคคลที่มี อิทธิพลส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบ (Boundaries) ดังนี้

1) กระบวนการทำงาน (Processes) เป็นการแสดงขั้นตอนการทำงานต่างๆภายในระบบงานประกอบด้วยกระบวนการทำงานดังนี้

1.1) จัดการข้อมูลเด็ก
1.2) จัดการข้อมูลสมาชิก
1.3) จัดการข้อมูลพัฒนาการเด็ก
1.4) จัดการข้อมูลฉีดวัคซีน
1.5) จัดการข้อมูลบันทึกฟัน

2) ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Data)

2.1) ข้อมูลเด็ก
2.2) ข้อมูลสมาชิก
2.3) ข้อมูลวัคซีน
2.4) ข้อมูลพัฒนาการ
2.5) ข้อมูลโภชนาการ
2.6) ข้อมูลฟัน
2.7) ข้อมูลการนัด

3) กลุ่มคนที่มีอิทธิพลส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบ

3.1) เจ้าหน้าที่

3.2) ผู้ใช้งาน

3.3) ผู้ดูแลระบบ

4. ขั้นตอนการออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็กโดยผู้ออกแบบได้ใช้เครื่องมือช่วยในการออกแบบได้แก่ Adobe XD และ Photoshop cc เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้งานได้ง่าย

4.1 การออกแบบโปรแกรม

ในการออกแบบระบบผู้วิจัยได้มีการใช้แผนภาพการออกแบบหน้าจอในการช่วยแสดงให้เห็นถึงการออกแบบหน้าจอของแต่ละหน้าจอทั้งหมด ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนา หน้าจอ แอปพลิเคชันได้อย่างมีขั้นตอน

1) หน้าจอหลักหรือหน้าแรกของการเข้าสู่ระบบ



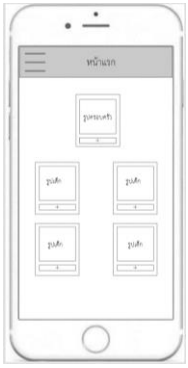
ภาพที่ 4.1 หน้าจอเข้าสู่ระบบของผู้ใช้

2) หน้าจอการสมัครสมาชิก



ภาพที่ 4.2 หน้าจอการสมัครสมาชิก

3) หน้าจอเข้าสู่หน้าแรกของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4.3 หน้าจอหน้าแรกของแอปพลิเคชัน

3) หน้าจอกรอกข้อมูลเด็ก



ภาพที่ 4.4 หน้าจอกรอกข้อมูลเด็ก

3) หน้าจอพัฒนาการ



ภาพที่ 4.5 หน้าจอพัฒนาการ

5. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารต่างๆ และนำความรู้ที่ได้มาพัฒนาโปรแกรมผู้วิจัยใช้เครื่องมือช่วยในการพัฒนาได้แก่ ฐานข้อมูล MySQL ภาษา PHP, HTML เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ได้ง่าย เป็นโปรแกรมที่สามารถหาได้ง่ายติดตั้งง่าย

5.1 การศึกษาเอกสาร

ผู้ศึกษาได้ศึกษาข้อมูล และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบซึ่งประกอบ ด้วย การศึกษาแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) คำอธิบายการประมวลผลข้อมูล (Process Description) พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) รูปแบบจอภาพที่ใช้บันทึกหรือแสดงข้อมูล (Screen Layouts) และรูปแบบรายงาน (Report Layouts) รวมทั้งเอกสารที่เป็นแหล่งข้อมูลต่างๆทำให้ผู้ศึกษาพัฒนาระบบเข้าใจในระบบมากยิ่งขึ้น

5.2 การออกแบบโปรแกรม

ในการออกแบบโปรแกรมผู้ศึกษาได้มีการใช้แผนภาพผังงานในการช่วยแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยรวม ซึ่งจะทำให้ผู้ศึกษาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้อย่างมีขั้นตอน และเป็นการเพิ่มความถูกต้องของระบบงานใหม่อีกด้วย

5.3 การเขียนโปรแกรม

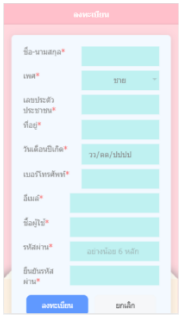
ในการพัฒนาโปรแกรม ผู้พัฒนาใช้เครื่องมือช่วยในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งได้แก่ โปรแกรม Visual Studio Code หรือ VSCode เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ OpenSource จึงสามารถนำมาใช้งานได้แบบฟรี ๆ ที่ต้องการความเป็นมืออาชีพ

1) หน้าจอหน้าเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน



ภาพที่ 4.46 หน้าเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน

2) หน้าจอสมัครสมาชิก



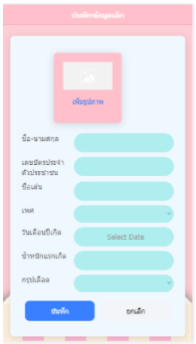
ภาพที่ 4.47 หน้าสมัครสมาชิก

3) หน้าจอเข้าสู่หน้าแรกของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4.48 หน้าจอเข้าสู่หน้าแรกของแอปพลิเคชัน

4) หน้าจอบันทึกขอมูลเด็ก



ภาพที่ 4.50 หน้าจอกรอกข้อมูลเด็ก

5) หน้าจอพัฒนาการ



ภาพที่ 4.51 หน้าจอพัฒนาการ

6. ขั้นตอนการทดสอบ

ในการทดสอบแอปพลิเคชันผู้พัฒนาได้ทดสอบผ่าน Web Browser และโปรแกรม ionic Dev โดยใช้ค้าสั่ง ionic serve เหตุผลที่ใช้หลักการนี้ เนื่องจากสะดวกและรวดเร็วในการทดสอบเนื่องจากสั่งครั้งเดียว สามารถทดสอบได้ทั้ง บนโทรศัพท์มือถือและ Web Browser

7. ขั้นตอนการประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศ

ในขั้นตอนการประเมินคุณภาพของระบบสารสนเทศ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการประเมินคุณภาพไว้ดังนี้

7.1 ขอบเขตของการประเมินจะทำการประเมินระบบ 2 ด้าน ด้วยกันคือ

1) กระบวนการทำงาน

2) การใช้บริการระบบงาน

7.2 วิธีการประเมิน จะดำเนินการตามกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

1) ให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบเป็นผู้ประเมิน พร้อมแสดงความคิดเห็น

2) นำผลการประเมินคำนวณหาค่าทางสถิติ

3) การให้ระดับคะแนนในการพิจารณาคุณภาพของระบบสารสนเทศ ในการพิจารณาระดับคุณภาพการประเมินทั้ง 2 ด้านใช้เกณฑ์ดังที่กล่าวถึงในบทที่ 2

7.3 การประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 เป็น การประเมินคุณภาพด้านกระบวนการทำงานของระบบงาน ขั้นตอนที่ 2 เป็นการประเมินคุณภาพ ด้านการใช้บริการระบบงาน และขั้นตอนที่ 3 เป็นการแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ซึ่งมี ทั้งหมด 2 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

ชุดที่ 1 แบบประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญ

ชุดที่ 2 แบบประเมินคุณภาพของระบบโดยเจ้าหน้าที่/ผู้ใช้ระบบ ในการพิจารณาระดับคุณภาพการประเมินทั้ง 2 ด้านใช้เกณฑ์ดังที่กล่าวถึงในบทที่ 2

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาและทดสอบแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็กศึกษาได้ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนและกระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ (SystemDevelopment Life Cycle: SDLC) ตั้งแต่การศึกษารูปแบบการดำเนินงานของระบบเดิมศึกษาปัญหาและความต้องการทั้งผู้ใช้ระบบและผู้พัฒนาระบบ การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ การดำเนินการพัฒนาโปรแกรมและทดสอบระบบ การติดตั้งเพื่อทดลองการใช้งานจริงและการติดตามผลการทำงานของระบบภายหลังจากเริ่มมีการใช้งานอีกทั้งมีการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจนสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งสามารถนำเสนอข้อมูลได้จากการพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการศึกษา
2. อภิปรายผลการศึกษา
3. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการศึกษา

การจัดทำแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก โดยนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทำงานสำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบคือ MySQL, ภาษา PHP, XAMPP โปรแกรม ionic ซึ่งแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก ตามวัตถุประสงค์3 ข้อ (1) เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบงานเดิมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบงานใหม่ เป็นการอำนวยความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้ ในการพัฒนาครั้งนี้ผู้พัฒนาได้ใช้โปรแกรม ionic เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถบันทึกข้อมูลเด็กได้ สามารถล๊อกอินเข้าสู่ระบบ สามารถสมัครสมาชิก สามารถศึกษาข้อมูลเด็ก สามารถกรอกข้อมูลสมาชิก สามารถตรวจสอบโภชนาการเด็ก สามารถบันทึกข้อมูลเด็ก สามารถบันทึกกำหนดการฉีดวัคซีน สามารถตรวจสอบข้อมูลพัฒนาการของเด็ก สามารถตรวจสอบวันนัดตรวจสุขภาพของเด็ก และสามารถได้รับการแจ้งเตือน (2) เพื่อทดสอบและประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็กผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็กในระดับ ดี มีค่าเท่ากับ 3.53 (3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็กผลจากการประเมินคุณความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับ ดี มีค่าเท่ากับ 3.92

2. อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการริเริ่มจาการศึกษาข้อมูลต่างๆและทำการออกแบบและพัฒนาจัดทำแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็กสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้อาจเนื่องมาจากความประสบผลสำเร็จทางด้านการวิเคราะห์และออกแบบระบบที่สามารถทำได้ดีและจากผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบระบบที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากระบบงานใหม่สามารถช่วยในการตอบโจทย์ และการแสดงผลลัพธ์ต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลเด็กให้กับผู้ใช้งาน

3. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันบันทึกสุขภาพเด็ก สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ในตอนนี้และความต้องการใช้ระบบในอนาคตสามารถสรุปข้อเสนอแนะต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

3.1 ระบบยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์ รอการปรับแก้

3.2 การออกแบบตัวอักษรกับพื้นหลังกลมกลืนกันเกินไป ทำให้อ่านยาก

3.3 การออกแบบควรใช้ข้อความที่อ่านง่าย ชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

ฝาอีซะห์ กามา. (2558). การดูแลทารกแรกเกิด – 6 เดือน กับการเจริญเติบโตของทารก กรณีศึกษา: อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา. สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

วันดี วราวิทย์ และรัชนี ลาชโรจน์. (2556). พัฒนาการเด็กและการเลี้ยงดู. พิมพ์ครั้งที่15. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พรพิมล ธีรนันทน์, รัชดาวรรณ์ แดงสุข, ธัญหทัย จันทะโยธา และเอกชัย เกิดสวัสดิ์. (2558). การติดตามผลการจัดระบบบริการส่งเสริมพัฒนาการเด็กแรกเกิด - 5 ปี ที่มีปัญหาพัฒนาการในโรงพยาบาลชุมชน. วารสารพยาบาลสาธารณสุข, 29(3).

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. (2560). **หลักประกันสุขภาพแห่งชาติ**. ค้นหาเมื่อวันที่ 3 เมษายน 2562, จากเว็บไซต์: https://www.nhso.go.th/frontend/page-contentdetail.aspx?CatID=MTAzMA==

ศิรินทิพย์ ผอมน้อย. (2557) .**สมุดบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก (สมุดสีชมพู)**. ค้นหาเมื่อวันที่ 23 มกราคม 2562, จากเว็บไซต์: https://www.honestdocs.co/mother-and-child-health-record

ระบบการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช

Application of QR Code in Nakhon Si Thammarat City Museum System

อวยพร ชูแก้ว[1]*, โสภี แก้วชะฎา[2], กนกพิชญ์, ขาวปลอด[3], ณิชกรณ์ มีลาภ[4]

Auyporn Chukaew[1]*, Sopee Kaewchada[2], Kanokpit Khaoplod[3], Nitchakorn Meelap[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ ในการพัฒนาใช้แนวทางการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ Unified Process นำเสนอเป็นโมเดลประกอบด้วย Use Case Model, Sequence Diagram, Class Diagram, Activity Diagram การเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบได้แบ่งผู้ใช้งานระบบ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้ใช้ เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ ผลการทดลองระบบ พบว่า การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในพิพิธภัณฑ์ เมืองนครศรีธรรมราชสามารถรองรับการใช้งานได้จริง ครอบคลุมขอบเขตการพัฒนาและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเว็ปไซต์จำนวน 3 คน มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 2)ผลการประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามจากผู้ใช้งาน จำนวน 50 คน มีระดับความพึงพอใจอยู่ระดับมากค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.42

คำสำคัญ: การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด พิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช

---

[1]อาจารย์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2]อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3, 4]นักศึกษา สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

***Corresponding author, E-mail:** auyporn_kun@nstru.ac.th

Abstracts

This paper aims to 1) Develop the application system of QR Code technology in Nakhon Si Thammarat museum and 2) study the satisfaction an application system of QR Code technology in Nakhon Si Thammarat city museum. In the development, use guidelines for the analysis and design of object- oriented systems(unified process ,sequence diagram ,class diagram, activity diagram). Data collection from staff. The results of the research showed that1) The system are divided into three user groups, general users, staff, and system administrators. The results found that the application of QR codes work efficiently, accordance with the stated objective the systematic. The results of the system performance evaluation by 3 web experts are satisfied at very high level(mean= 4.62). 2) The users satisfaction level of the system was also high level (mean= 4.42).

Keywords: application QR Code, Nakhon Si Thammarat Museum

บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันมีการพัฒนาการที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและมีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวันของคนในยุคนี้เป็นอย่างมาก เปรียบเสมือนเป็นปัจจัยที่ 5 ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น ความนิยมในการใช้โทรศัพท์มือถือเป็นสื่อกลางในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารที่ผู้คนส่วนใหญ่ต้องการบริโภคข้อมูลข่าวสารเพิ่มมากขึ้นได้อย่างไร้ขีดจำกัดและต้องการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารเหล่านั้นได้อย่างทันท่วงที QR-Code นั้นจัดได้ว่าเป็น ระบบบาร์โค้ดที่มีการตอบสนองที่ รวดเร็ว ซึ่งมาจากความตั้งใจของผู้คิดค้นที่จะให้บาร์โค้ดสองมิติสามารถได้รับการอ่านอย่างรวดเร็ว ตัวสัญลักษณ์บาร์โค้ดสองมิติได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก จนกลายเป็นเรื่องธรรมดา ในประเทศญี่ปุ่นไปแล้ว (อนุชา ชีช้าง, 2559)

คิวอาร์โค๊ดเป็นรหัสสามารถเก็บข้อมูลได้ มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมขาวดำนิยมใช้ในการเก็บข้อมูลสินค้า เช่น ชื่อสินค้า ราคาสินค้า เบอร์โทรศัพท์ และชื่อเว็ปไซต์ ฯลฯ ซึ่งถือว่าเป็นการผสมผสานที่ลงตัวของเทคโนโลยีเคลื่อนที่โทรศัพท์ประเภท สมาร์ทโฟน และสื่อสิ่งพิมพ์ได้อย่างลงตัวและมีความสะดวกต่อการเรียนรู้ที่ข้อมูลมากมายถูกรวบรวมไว้บนฐานข้อมูลอินเทอร์เน็ต (สุรีย์ ฟูนิลกุล. (2551)

การเที่ยวชมพิพิธภัณฑ์ของคนส่วนใหญ่ การเดินชมสิ่งของที่นำมาจัดแสดงไปพร้อมกับการหยุดอ่านป้ายข้อมูลพื้นฐานประกอบ หากต้องการทราบข้อมูลสิ่งของที่จัดแสดงในด้านคุณค่า ทางศิลปะที่ลึกซึ้งหรือตำนานสนุกๆ เกี่ยวกับความเป็นมาทางประวัติศาสตร์ คงต้องอาศัยการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมต่างหากหรือขอฟังการบรรยายจากเจ้าหน้าที่นำชมของทางพิพิธภัณฑ์แต่นับจากการพัฒนาก้าวหน้าที่ไม่หยุดยั้งของเทคโนโลยีมัลติมีเดีย การติดต่อ

แลกเปลี่ยนข่าวสารกันผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือผ่านโซเชียลมีเดียได้กลายเป็นสิ่งที่แทบจะขาดเสียไม่ได้ในการใช้ชีวิตประจำวัน ทำให้องค์กรบริษัทหรือหน่วยงานให้ความสำคัญแก่สื่อมัลติมีเดียมากขึ้น

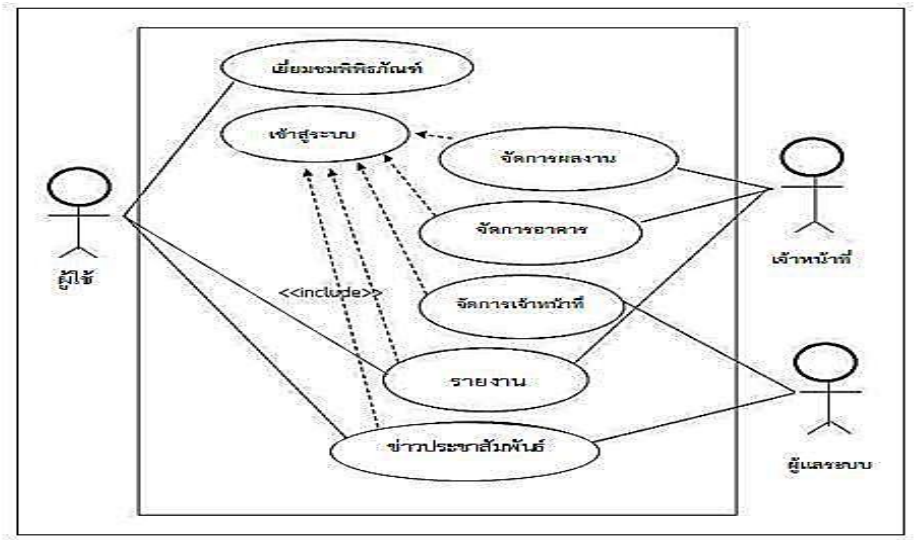
จากความสำคัญและปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ยังไม่มีการอธิบายรายละเอียดของผลงานอย่างชัดเจนผู้เข้าเยี่ยมชมต้องทำการซักถามข้อมูลจากเจ้าหน้าที่พิพิธภัณฑ์เพื่ออธิบายเพิ่มเติม จากเหตุดังกล่าว ทางคณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้ QR Code ในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราชจึงนำเทคโนโลยี QR Code มาประยุกต์ใช้ในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้เข้าเยี่ยมชมสามารถทราบรายละเอียดของผลงานที่จัดแสดงในรูปแบบของมัลติมีเดียผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้ผู้เยี่ยมชมสามารถเข้าถึงข้อมูลของผลงานที่จัดแสดงได้มากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานในการพัฒนาระบบใช้ เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีนั้นจะต้องมีการดำเนินการการพัฒนาที่เป็นขั้นตอนการพัฒนาของ UML เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยแบ่งออกเป็น 4 เฟส ดังนี้

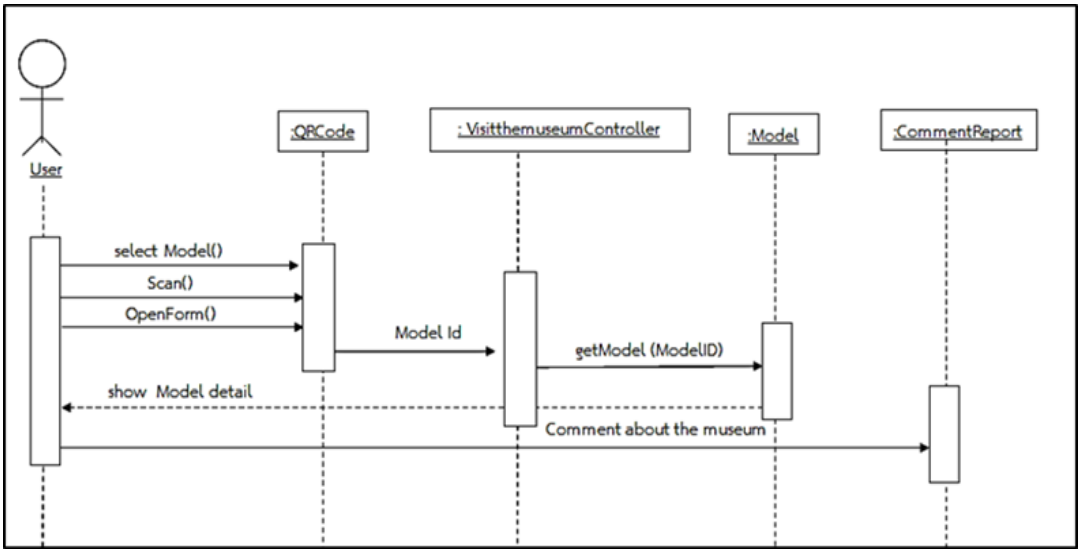
1. Inception ประกอบด้วยการออกแบบระบบที่แสดงถึงกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบระบบสารสนเทศ QR Code โดยการศึกษาระบบงานซึ่งเป็นขั้นตอนที่จะต้องศึกษาลักษณะของระบบงาน กำหนดขอบเขตของปัญหาเพื่อที่จะหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดในการดำเนินงาน และศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างระบบใหม่ รวมไปถึงมีการกำหนดความต้องการระหว่างผู้วิจัยกับผู้ใช้งาน

1.1 แผนภาพ Use Case ระบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช ได้แบ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้นในระบบ ออกเป็น 7 กิจกรรมหลัก เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ เข้าสู่ระบบ จัดการผลงาน จัดการอาคาร จัดการเจ้าที่ รายงาน ข่าวประชาสัมพันธ์ ประกอบด้วย ผู้ใช้ เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแล ดังภาพ 1



ภาพที่ 1 Use Case Diagram

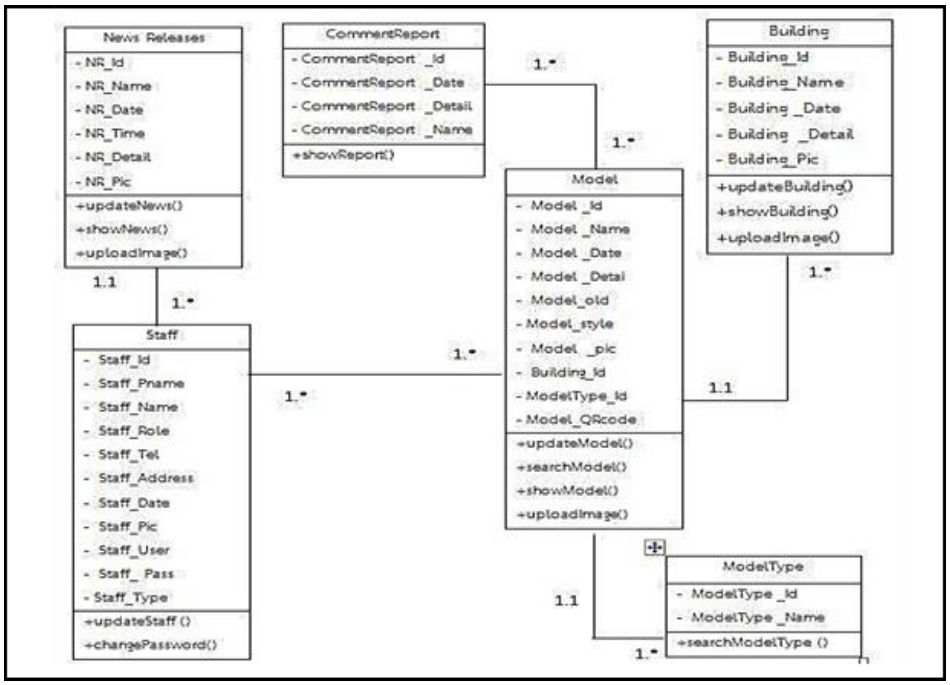
1.2 แผนภาพ Sequence Diagram เป็นภาพที่นำกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากแผนภาพ Use Case Diagram มาอธิบายขั้นตอนกี่ทำงานตามลำดับที่เกิดขึ้น เพื่อให้สามารถมองเห็นลำดับเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน ดังภาพ 2



ภาพที่ 2 Sequence Diagram เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์

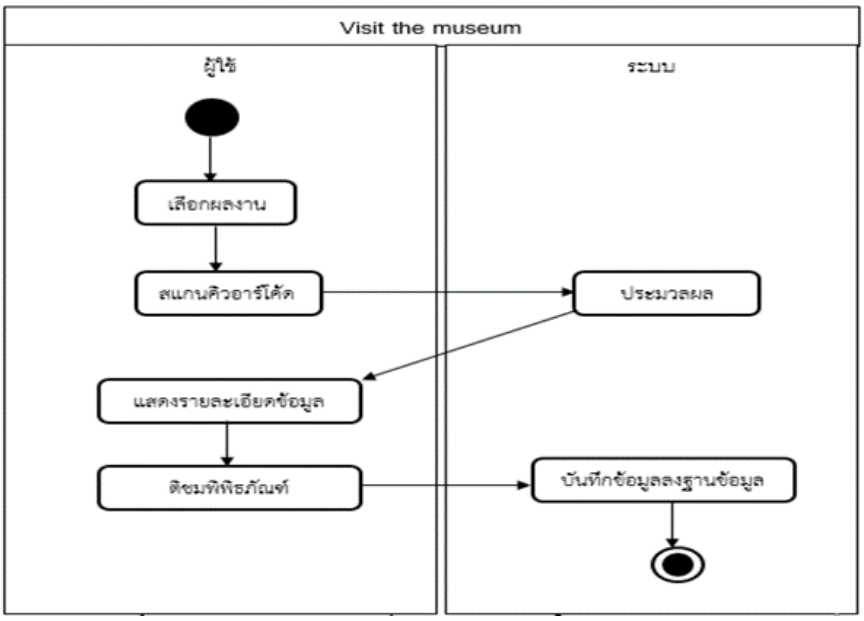
2. Elaboration ประกอบด้วยการวิเคราะห์ปัญหาที่ผู้วิจัยจะต้องศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดทำวิจัย โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลที่จะนำไปพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาโปรแกรมภาษา PHP ร่วมกับฐานข้อมูล MySQL สำหรับในส่วนของการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ ผู้วิจัยจะนำเสนอกระบวนการทำงานซึ่งประกอบด้วยแผนภาพ Class Diagram ที่ใช้แสดงคลาสและความสัมพันธ์ต่างๆ ของคลาส

2.1 แผนภาพ Class เมื่อนำปัญหาและความต้องการมาวิเคราะห์และ ออกแบบระบบ ผลจากการวิเคราะห์ได้คลาสระดับความคิด จำนวน 6 คลาส ประกอบด้วย Boundary Class จำนวน 7 คลาส Control Class จำนวน 7 คลาส และ Entity Class จำนวน 6 คลาส เมื่อนำ Entity Class มาออกแบบระบบ ฐานข้อมูล สามารถนำเสนอได้ดัง Class Diagram ดังภาพ 3



ภาพที่ 3 Class Diagram

2.2 แผนภาพ Activity Diagram เป็นแผนถาพที่มีลักษณะคล้ายผังงานแสดงขั้นตอนการทำงานของกิจกรรม ที่สามารถเลือกกิจกรรมต่างๆ โดยประกอบด้วยสถานต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน สามารถเลือกทำกิจกรรมต่างๆ ได้มากกว่าหนึ่งทางเลือก Activity Diagram ดังภาพ 4



ภาพที่ 4 Activity Diagram

3. Construction ประกอบด้วยการพัฒนาระบบ และการทดสอบระบบ

3.1 การพัฒนาระบบ นำเสนอการทำงานของระบบด้วยสถาปัตยกรรมของระบบนำเสนอการทำงานโดยใช้ Deployment Model เป็นแผนภาพที่แสดงสถาปัตยกรรมของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในระบบ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ พัฒนาระบบด้วยโปรแกรม PHP ร่วมกับระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL

3.2 การทดสอบระบบ ผู้วิจัยทำการทดสอบโปรแกรมเบื้องต้นด้วยการสร้างข้อมูลจำลองขึ้นมาเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบ โดยการใช้ Test Model ซึ่งเป็นการตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของยูสเคสทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์ในระบบว่าตรงตามความต้องการของผู้ใช้หรือไม่ และทำการทดสอบอีกครั้ง เพื่อหาข้อผิดพลาดของระบบ แล้วทำการแก้ไข จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเว็บไซต์จำนวน 3 คน ประเมินประสิทธิภาพของระบบ และทำการแก้ไข

4. Transition ประกอบด้วยการนำระบบไปทดลองใช้ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ โดยใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้ทั่วไป จำนวน 30 คน ซึ่งแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

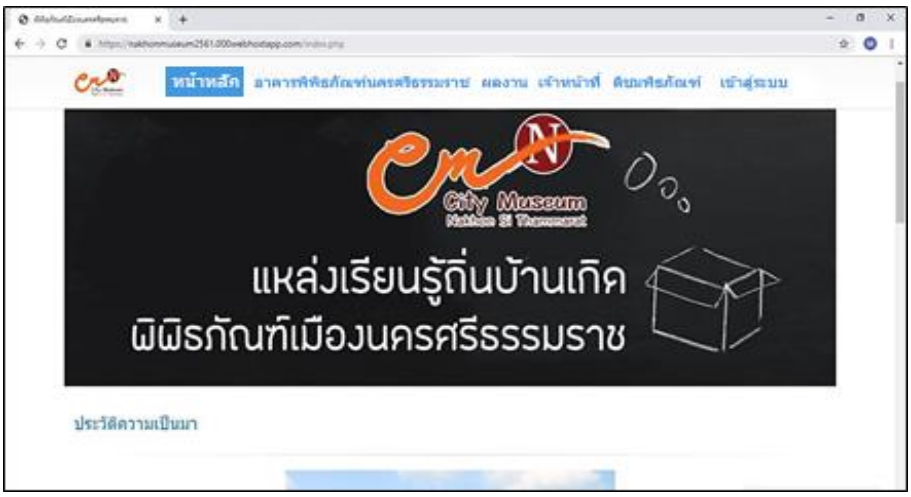
4.1 แบบสอบถามตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) ใช้วิธีการหาค่าความถี่ (Frequency) แล้วสรุปมาเป็นค่าร้อยละ (Percentage)

4.2 แบบสอบถามตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยใช้ระดับมาตราส่วน 5 ระดับ กำหนดค่าน้ำหนักตามวิธีของลิเคิรท์ (Likert) ในการหาใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) วิธีการหาค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้กำหนดทศนิยม 2 ตำแหน่ง และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดระดับค่าเฉลี่ย

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาระบบการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช มีลักษณะการทำงานของไพล์โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของผู้ใช้งาน ส่วนของเจ้าหน้าที่ และส่วนของผู้ดูแล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ส่วนของผู้ใช้งาน ประกอบด้วย หน้าหลัก ผลงาน และติชมพิพิธภัณฑ์ ดังภาพ 5-7



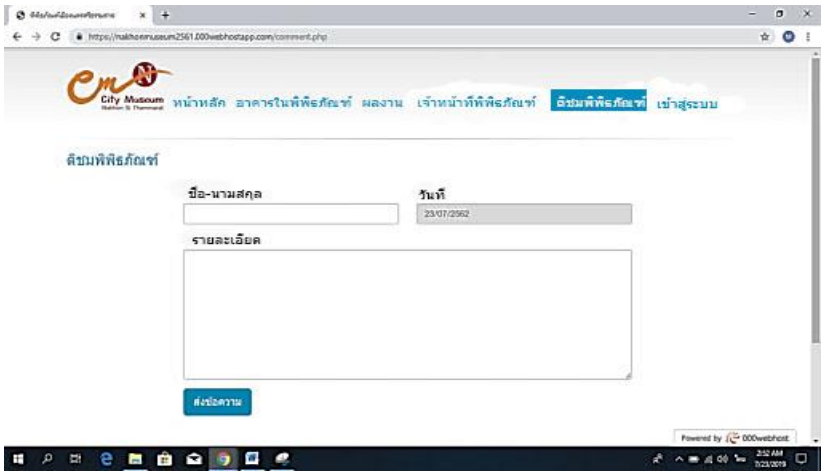
ภาพที่ 5 หน้าหลัก

จากภาพ 5 เป็นส่วนที่อยู่หน้าแรกของระบบ ประกอบด้วยเมนูต่างๆ โดยจะแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ประกอบด้วย หน้าหลัก อาคารพิพิธภัณฑ์ ผลงาน เจ้าหน้าที่ ติชมพิพิธภัณฑ์ และการเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 6 หน้าแสดงผลงานบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บแล็ต

จากภาพ 6 เป็นส่วนที่ผู้ใช้สแกนคิวอาร์โค้ดของผลงานที่ต้องจะปรากฏหน้าต่างของข้อมูลต่างๆของผลงานบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บแล็ต



ภาพที่ 7 แสดงผลลัพธ์ของระบบส่วนการแสดงความคิดเห็นผลลัพธ์ของระบบ

จากภาพ 7 ผู้ใช้บริการสามารถติชมพิพิธภัณฑ์ได้โดยกดเมนูติชมพิพิธภัณฑ์ เพื่อทำให้เจ้าหน้าที่ได้ทราบถึงข้อติชมต่างๆ

1.2 ส่วนของเจ้าหน้าที่ ประกอบด้วย หน้าเข้าสู่ระบบของเจ้าหน้าที่ หน้าเมนู การจัดการผลงาน และพิมพ์คิวอาร์โค้ด ดังภาพ 8-11



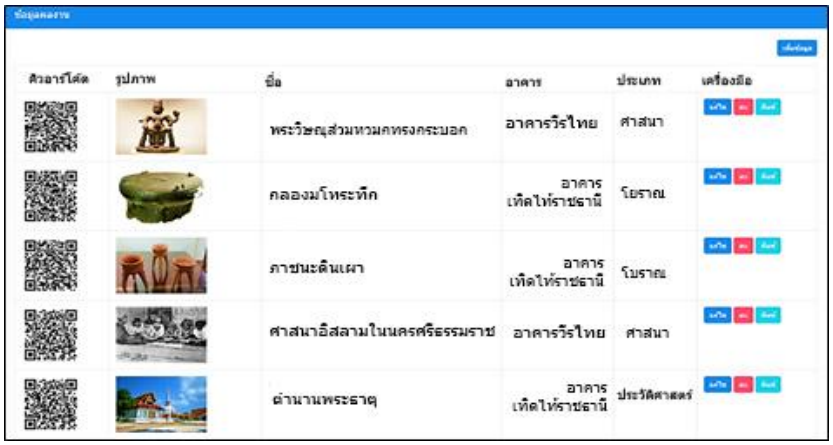
ภาพที่ 8 หน้าแรกที่เจ้าหน้าที่เข้าสู่ระบบ

จากภาพ 8 เป็นส่วนเริ่มต้นของการใช้เข้างานระบบ ประกอบด้วย แถบเมนูด้านข้างสำหรับกดเพื่อดูว่ามีเมนูการทำงานอะไรบ้าง



ภาพที่ 9 หน้าเมนูของเจ้าหน้าที่

จากภาพ 9 เป็นรายการเมนูส่วนการใช้งานของเจ้าหน้าที่ที่ให้กระบวนการต่างการใช้งานบนระบบ แบ่งเมนูเป็น 5 รายการ



ภาพ 10 หน้ารายการจัดการผลงาน

จากภาพ 10 หน้ารายการผลงานทั้งหมดที่เจ้าหน้าที่ได้ทำการเพิ่มข้อมูลแล้ว มีการเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลของผลงานในหน้ารายการจัดการผลงานนี้



ภาพที่ 11 พิมพ์คิวอาร์โค้ด

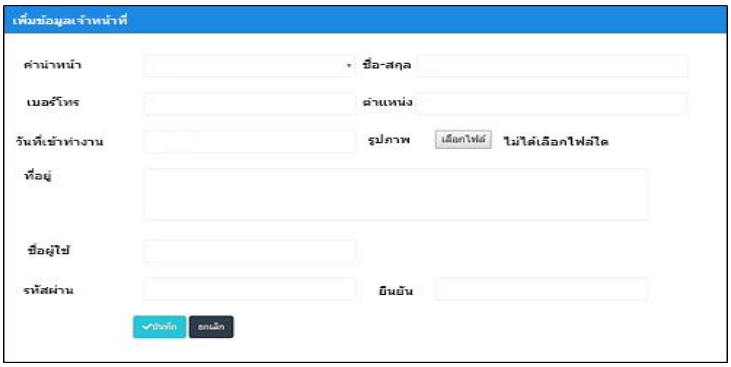
จากภาพ 11 หน้าการพิมพ์คิวอาร์โค้ดที่จะนำคิวอาร์โค้ดไปติดเพื่อให้ผู้ใช้บริการได้สแกนดูข้อมูล

1.3 ส่วนของผู้ดูแลระบบ ประกอบด้วย หน้าเมนูของผู้ดูแลระบบ และหน้าเพิ่มเมนูของเจ้าหน้าที่ ดังภาพ 12-13



ภาพที่ 12 หน้าเมนูของผู้ดูแลระบบ

จากภาพ 12 เป็นรายการเมนูส่วนการใช้งานของผู้ดูแลระบบที่ทำให้กระบวนการต่างการใช้งานบนระบบแบ่งเมนูเป็น 2 รายการ



ภาพที่ 13 หน้าเพิ่มข้อมูลเจ้าหน้าที่

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญ ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช ซึ่งใช้เกณฑ์การประเมินตามเทคนิคของของลิเคิร์ท (Likert technique) ดังนี้ คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 ระดับความพึงพอใจ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด, คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 ระดับความพึงพอใจ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก, คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 ระดับความพึงพอใจ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง, คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 ระดับความพึงพอใจ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย, คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 ระดับความพึงพอใจ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด (ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์. 2553)

2.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยจะทำการทดสอบโปรแกรมเบื้องต้นด้วยการสร้างข้อมูลขึ้นมา เพื่อทดสอบการทำงานของระบบว่าตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานหรือไม่ ทำการทดสอบระบบทั้งหมด และนำระบบไปประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชียวชาญด้านเว็บไซต์ จำนวน 3 คน และทำการปรับปรุง และแก้ไขตามคำแนะนำ

ตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเว็บไซต์

ประเด็นการประเมินประสิทธิภาพ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. เนื้อหามีความถูกต้องสมบูรณ์	4.67	0.58	มากที่สุด
2. การออกแบบและการจัดรูปแบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ความสวยงามของข้อความและภาพสื่อได้ชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ประสิทธิภาพการใช้งาน	4.33	0.58	มาก
5. ความปลอดภัยต่อการใช้งาน	4.33	0.58	มาก
6. การประยุกต์ใช้แอพพลิเคชันเพื่อศึกษาได้อย่างเหมาสม	4.67	0.58	มากที่สุด
7. ประโยชน์และการนำไปใช้	4.33	0.58	มาก
ภาพรวม	4.62	0.45	มากที่สุด

จากตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม ($\bar{X}$=4.62, S.D.=0.45) ซึ่งอยู่ในระดับ ดีที่สุด เมื่อพิจารณาพบว่า การออกแบบและการจัดรูปแบบ และความสวยงามของข้อความและภาพสื่อได้ชัดเจน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (5.00) และประสิทธิภาพการใช้งาน ความปลอดภัยต่อการใช้งานและประโยชน์และการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (4.33)

2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งาน การทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ได้ทดสอบโดยให้ผู้ใช้งานจริงจำนวน 50 คน โดยผลการทดสอบระบบตามความต้องการของผู้ใช้งาน

ตาราง 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งาน

ประเด็นการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. สีของระบบดูเรียบง่าย สบายตา	4.76	0.43	มากที่สุด
2. การจัดว่างปุ่มรูปภาพ ชัดเจน สบายตา	4.76	0.43	มากที่สุด
3. ระบบใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.24	0.43	มาก
4. ความถูกต้องในระบบ	4.74	0.44	มากที่สุด
5. การใช้งานรวดเร็ว	4.52	0.50	มากที่สุด
6. การเพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ในการเข้าถึง QR Code	4.50	0.51	มาก
7. ระบบป้องกันข้อผิดพลาดในการจัดการข้อมูล	4.50	0.51	มาก
8. ระบบสามารถประมวลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว	4.00	0.73	มาก
9. QR Code ได้จากระบบสามารถสแกนด้วยสมาร์ทโฟน	4.24	0.43	มาก
10. ระบบมีความยืดหยุ่นในการแสกน QR Code	3.98	0.71	มาก
ภาพรวม	4.42	0.59	มาก

จากตาราง 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานด้านเว็บไซต์ระบบ จำนวน 50 คน มีค่าเฉลี่ยภาพรวม ($\bar{x}$=4.42, S.D.=0.59) ซึ่งอยู่ในระดับ ดี เมื่อพิจารณาพบว่า สีของระบบดูเรียบง่าย สบายตา และการจัดวางปุ่มรูปภาพ ชัดเจน สบายตา มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (4.76) และระบบมีความยืดหยุ่นในการแสกน QR Code มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (3.98)

สรุประบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราชมีระบบและการทำงานประกอบด้วย จัดการผลงาน จัดการเจ้าหน้าที่ จัดการอาคาร จัดการข่าวประชาสัมพันธ์ รายงานข้อมูล สามารถแก้ปัญหาการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศได้ สะดวก รวดเร็ว มีการตรวจสอบก่อนนำไปติดที่พิพิธภัณฑ์ เพื่อให้แสดงผลถูกต้องตรงกับข้อมูลพิพิธภัณฑ์ ระบบสารสนเทศพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราชโดยการใช้ QR Code เป็นระบบที่ให้บริการด้านการเรียนรู้ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่มีความต้องการใช้บริการ ระบบารสนเทศพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราชโดยการใช้ QR Code มีผู้ดูแลระบบ ทำหน้าที่ในการจัดการเจ้าหน้าที่ และเจ้าหน้าที่จัดการ

ข้อมูลในพิพิธภัณฑ์เมืองนครศรีธรรมราช และพิมพ์ QR Code ทำให้ตอบสนองการทำงานในรูปแบบใหม่ มีความรวดเร็ว และมีความถูกต้องและแม่นยำ สร้างความมั่นใจในการใช้งานเน้นความทันสมัย ผลประเมินแสดงให้เห็นว่าผลประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านเว็บไซต์ที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.67) และผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานจริงอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.02) จากการประเมินผลสรุปได้ว่าระบบที่มีการพัฒนาสามารถนำไปสู่ผู้ใช้ในรูปแบบของ Web Application เพื่อให้สามารถสืบค้นข้อมูลตามที่ความต้องการได้อย่างแท้จริงและตอบสนองอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

ขวัญจุฑา คำบรรลือ . (2560). **การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับศูนย์รวบรวมสายพันธุ์กล้วย**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาลัยนเรศวร.

จิรา จงกล. (2552). **พิพิธภัณฑสถานวิทยา**. พิมพ์ฉบับที่ 2. กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์ พริ้นติ้ง.

ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์. (2553). **สถิติพื้นฐานพร้อมตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab SPSS และ SAS.** ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปราโมทย์ เหลาลาภะ. (2555). "การพัฒนาพิพิธภัณฑ์ท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมการศึกษาเชิงสร้างสรรค์**". วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย.** 4 (มกราคม- มิถุนายน), 36-49.

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. (2558). **คู่มือเรียน PHP และ MySQL สำหรับผู้เริ่มต้น.** กรุงเทพมหานคร: โปรวิชัน.

วนัชพร ไกยราช. (2561). **การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษาโดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์.** ภาคนิพนธ์โครงการบัณฑิตศึกษาเทคโนโลยีการบริหารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

สุรีย์ ฟูนิลกุล. (2551). รูปแบบการพัฒนาระบบประชาธิปไตยอิเล็กทรอนิกส์และคุณภาพของระบบ (e-Democracy System Development Framework and Its Quality), วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิตคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2559). **การจัดการฐานข้อมูล.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2546). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design).** กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

อนุชา ชีช้าง. (2559). "การพัฒนาระบบสารสนเทศครุภัณฑ์ ด้วยบาร์โค้ดสองมิติ สำหรับคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง". **วารสารมหาลัยบัณฑิต.** 2555 (ฉบับที่ 2), หน้า 12-13

การพัฒนาระบบจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน วี เวดดิ้ง สตูดิโอ ภูเก็ต

DEVELOPMENT OF ONLINE PRE-WEDDING SYSTEM: A CASE STUDY OF WE WEDDING STUDIO PHUKET

กฤติพงศ์ จันทคาม[1] , ภัณฑิรา ไพสาลี[1] , อาทิตยา อินสุวรรณ์[1] , วัชราวดี นิรุติธรรมธรา[2]

Krittipong Jantakam[1], Pantira Paisalee[1], Atitaya Insuwan[1] , Watcharawadee Nirutithumthara [2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ความต้องการระบบของธุรกิจร้านเวดดิ้งออนไลน์โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการของธุรกิจร้านพรีเวดดิ้ง 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้ง โดยได้ดำเนินการตามวงจรการพัฒนาระบบ (Software Development Cycle : SDLC) โดยมีเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาโดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบียนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในด้านความปลอดภัยของข้อมูล มีค่าเฉลี่ย 4.33 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.30 อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.47 อยู่ในระดับมากที่สุด และความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านความง่ายต่อการใช้เว็บไซต์ มีค่าเฉลี่ย 4.80 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการประสาสัมพันธ์ข่าวสาร มีค่าเฉลี่ย 4.55 อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านขนาดรูปแบบตัวอักษร มีค่าเฉลี่ย 4.45 อยู่ในระดับมากที่สุด จากการประเมินความพึงพอใจ

คำสำคัญ: การพัฒนาระบบ,ระบบออนไลน์,ระบบการจัดการธุรกิจ

Abstract

The purpose of this research was to study and analyze the demand of pre-wedding online management system 1.) For creating and developing the pre-wedding online management system 2.) for studying of user satisfaction for the system by using software development cycles (SDLC). There is the research instrument is data analysis questionnaire descriptive statistic. The data was to clarify percent, mean and standard deviation. The result showed experts satisfaction evaluation of data safety is at 4.33 as a maximum and the correction of process is at 4.47 maximum. The users approach satisfaction is at 4.80 as a maximum. The public relations at 4.55 as high level and the kind of letters are at 4.45 as a maximum from satisfaction evaluation.

Keywords: System Development, Online System, Business Management System

[1]นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

*กฤติพงศ์ จันทคาม, E-mail: s5913805101@pkru.ac.th

บทนำ

"การแต่งงาน เป็นพิธีการซึ่งบุคคลสองคนประกาศจะใช้ชีวิตร่วมกัน โดยมีการเชิญผู้ใหญ่มาเป็นพยานของความรักของคนสองคน ประเพณีและจารีตประเพณีการแต่งงานนั้นแตกต่างกันมากตามวัฒนธรรม กลุ่มชาติพันธุ์ ศาสนา สิ่งที่สำคัญคู่แต่งงานมักสวม ชุดแต่งงาน ตามประเพณีของประเทศของตนเอง ชุดแต่งงานส่วนใหญ่จะนิยมใช้เป็นสีขาวเพราะ สีขาวนั้นกำเนิดมากจากแนวคิดที่ว่าสีขาวแทนความรักที่บริสุทธิ์ และบ่งบอกว่าเป็นเจ้าสาวที่หัวใจงดงาม" (Chormang, 2015)

พรีเวดดิ้ง (Pre Wedding) คือการถ่ายภาพของคน 2 คนที่ตกลงและวางแผนแต่งงานกัน เป็นการเก็บภาพสวยก่อนวันแต่งงาน ภาพถ่ายนั้นจะแสดงถึงความสุขของคู่รักในอริยาบทต่าง ๆ ทั้งแบบจัดถ่ายแบบแฟชั่น และ ทีเผลอ ภาพถ่ายพรีเวดดิ้งจะแตกต่างจากภาพถ่ายที่ปกติคู่รักถ่ายกันเล่นเวลาไปเที่ยวหรืออยู่ด้วยกัน การได้ถ่ายภาพพรีเวดดิ้งเป็นกิจกรรมครั้งเดียวในชีวิตที่คู่รักได้เลือกชุดที่สวยหล่อ เครื่องประดับ แต่งหน้าทำผม เพื่อเก็บภาพแห่งความทรงจำของทั้งคู่ ภาพที่ได้มานั้นจะหอมหวาน เต็มไปด้วยความรักและภาพเหล่านี้ยังสามารถนำมาใช้ตกแต่งในวันงานแต่งงานได้อีกด้วย ภาพถ่าย Pre Wedding จึงเป็นกิจกรรมสำคัญที่จะบ่งบอกถึงความพร้อมของความรัก ที่คนสองคนมีต่อกันและพร้อมที่จะใช้ชีวิตร่วมกันอย่างมีความสุข แต่ยังมีจุดด้อยของร้านพรีเวดดิ้งในสมัยก่อนยังไม่ได้มีการพัฒนาเป็นแบบออนไลน์ยังมีการพัฒนาเป็นแบบออฟไลน์อยู่โดยการที่ลูกค้าต้องเข้าไปจองคิวถ่ายพรีเวดดิ้งหรือทำการเช่าชุดต่าง ๆ กับทางร้านจึงอาจจะทำให้ลูกค้าบางท่านเสียเวลาและเสียสิทธิ์ในการจองแพ็คเกจในวันและเวลาต่าง ๆ เป็นต้น ปัจจุบันร้านพรีเวดดิ้งได้มีการพัฒนาเป็นแบบออนไลน์โดยการที่ให้ลูกค้าสามารถจองคิวผ่านเว็บไซต์ในสื่อออนไลน์และยังช่วยเพิ่มสะดวกสบายรวดเร็วต่อลูกค้า

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มช่องทางการจองแพ็คเกจและชุดแต่งงานให้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยเว็บไซต์จะมีความสะดวกในการเข้าถึงเพื่อให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า ทางผู้พัฒนาจึงได้จัดทำเว็บไซต์บนคอมพิวเตอร์และเก็บข้อมูลลูกค้าไว้ในระบบ เช่น ข้อมูลส่วนตัวของลูกค้า, ประวัติการชำระเงินของลูกค้า เป็นต้น โดยข้อมูลจะไม่สามารถสูญหายได้ซึ่งจะทำให้ร้านพรีเวดดิ้งเป็นที่น่าเชื่อถือแก่ลูกค้า สร้างความสะดวกแก่ลูกค้า และง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการของธุรกิจร้านพรีเวดดิ้ง
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้ง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน We Wedding Studio Phuket มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. คุณภาพของซอฟแวร์

ชนิดา เรืองศิริวัฒนกุล (2558) ได้อธิบายความหมายของคุณภาพของซอฟต์แวร์ว่า เป็นนผลิตภัณฑ์หรือบริการที่องค์กรส่งมอบแก่ลูกค้ามีคุณลักษณะสอดคล้องกับข้อกำหนดและสามารถใช้งานได้ตรงตามที่ตกลงกัน การ

ที่ซอฟต์แวร์มีคุณลักษณะถูกต้อง เชื่อถือได้ ใช้งานง่าย บำรุงรักษาง่าย เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ ประยุกต์กับงานอื่น ๆ ได้

การจัดการคุณภาพของซอฟต์แวร์

การจัดการคุณภาพของซอฟแวร์ (Software Quality Management) คือ การระบุวิธีการกำหนดคุณลักษณะของซอฟแวร์ที่มีคุณภาพ วิธีการวัดคุณภาพ และปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการพัฒนาซอฟแวร์ โดยมีต้นทุนของคุณภาพ ประกอบไปด้วย

1. ต้นทุนการป้องกัน (Prevention Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดความบกพร่องในการควบคุมคุณภาพ

2. ต้นทุนในการประเมิน (Appraisal Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบ หรือวัดเพื่อประเมินคุณภาพซอฟแวร์

3. ต้นทุนของความผิดพลาดภายใน (Internal Failure Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการผิดพลาดทางการผลิต

4. ต้นทุนของความผิดพลาดภายนอก (External Failure Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากความผิดพลาดหลังส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า เช่น บริการหลังการขาย

2. ทฤษฎีความพึงพอใจ

สิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้บุคคลเกิดความพึงพอใจจากการศึกษารวบรวมและสรุปของมีดังนี้

1. สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ (material inducement) ได้แก่ เงิน สิ่งของหรือสภาวะทางกายที่ให้แก่ผู้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ

2. สภาพทางกายที่พึงปรารถนา (desirable physical condition) คือ สิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกาย

3. ผลประโยชน์ทางอุดมคติ (ideal benefaction) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่สนอง ความต้องการของบุคคล

4. ผลประโยชน์ทางสังคม (association attractiveness) คือ ความสัมพันธ์ฉันท์มิตรกับผู้ร่วมกิจกรรม อันจะทำให้เกิดความผูกพันความพึงพอใจและสภาพการเป็นอยู่ร่วมกัน เป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคม หรือความมั่นคงในสังคม ซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกันและมีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นุชนันท์ สมสุข (2558) พบว่าลูกค้าส่วน มากนิยมมาร้านเช่าชุดในช่วงเวลา 18.00-21.00 น. นอกจากนี้การหาข้อมูลร้านเช่าชุดแต่งงานจากเว็บไซต์ยังได้รับความนิยมเป็นอันดับ 2 รองจากกลุ่มเพื่อน เมื่อพิจารณาในช่วงเวลาดังกล่าวซึ่งเป็นเวลาช่วงหลังเลิกงาน มีลูกค้าเข้ามาพร้อมกันเป็นจำนวนมาก อาจส่งผลให้ลูกค้าไม่ได้รับการบริการอย่างทันท่วงที ส่งผลให้เปลี่ยนใจไปใช้บริการร้านอื่นได้ และเพื่อให้ลูกค้าสามารถใช้บริการเช่าชุดและเครื่องประดับในการเลือกและสั่งจองชุดพร้อมทั้งเครื่องประดับได้ตลอดเวลา การพัฒนาการให้บริการแบบแบบออนไลน์ จะช่วยตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็นอย่างดี

สุธินี ภัทรปัญญาภรณ์ (2557) วิจัยเรื่อง แผนธุรกิจเช่าชุดไทย ชุดแต่งงาน เดรส พบว่าการเข้าร่วมอาเซียนจะส่งผลให้ธุรกิจมีโอกาสเพิ่มมากขึ้นทั้งด้านการท่องเที่ยวและด้านแรงงาน รวมถึงอิทธิพลของโซเชียลมีเดียในปัจจุบันที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกรับชมชุดผ่านโลกออนไลน์ล่วงหน้า โดยที่ไม่ต้องดูผ่านหน้าร้าน ก่อนเดินทางมายังไทย ปัจจัยเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากปัจจัยแวดล้อมภายในและภายนอก ได้แก่ผู้ประกอบการการขาดประสบการณ์ความรู้ความชำนาญในการดำเนินธุรกิจ และสภาพเศรษฐกิจของประเทศไทยยังไม่เสถียรอาจทำให้เกิดอุปสรรคเพิ่มขึ้น สภาพการแข่งขันของธุรกิจอยู่ในระดับต่ำ คู่แข่งขันหลักที่สำคัญ คือ ร้านสตูดิโอทั่วไปทั้งในและนอกสถานที่ตำแหน่งของเป็นอยู่ ในช่วงเริ่มต้น ข้อได้เปรียบคือ ได้สัมผัสรู้ถึงบรรยากาศแบบไทยในสถานที่จริง ข้อเสียเปรียบทางการแข่งขัน คือ เป็นธุรกิจใหม่ยังไม่เป็นที่รู้จักและยังไม่มีชื่อเสียง กลยุทธ์อยู่เมืองไทยต้องใส่ชุดไทยเป้นการกำหนดกลยุทธ์ควบคู่กับแหล่งท่องเที่ยว

Krishnan (2017) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อธีม (Theme) ของแพคเกจในงานแต่งงานของตลาดในเมืองโอ๊คแลนด์ ประเทศนิวซีแลนด์ พบว่าคู่แต่งงานส่วนมากมักพอใจในรูปแบบหรือธีมที่เป็นแบบแผน ในขณะที่ผู้จัดการจัดงานที่คู่แต่งงารต้องการแต่จคิดถึงว่าตนเองมีการให้บริการใดบ้าง ซึ่งผลจากการสัมภาษณ์ทำให้ผู้จัดงานได้นำความต้องการของคู่แต่งงานไปปรับปรุงการดำเนินการให้บริการเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่าการนำระบบออนไลน์เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการร้านพรีเวดดิ้งทำให้เกิดการทำงานที่เป็นระบบมากขึ้น จากการที่นำงานวิจัยต่าง ๆ มาศึกษา ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านของเวลา หรือการได้รับการบริการที่ยังไม่ทั่วถึง จึงมีการจัดทำเว็บไซต์ระบบการจัดการร้านพรีเวดดิ้งขึ้นมา โดยจะมีส่วนช่วยให้ระบบการจัดการของร้านเป็นไปตามระบบแบบแผน เพิ่มความสะดวกสบายทั้งผู้ใช้งานที่เป็นลูกค้าที่สามารถทำการเลือกดูสินค้า ข้อเสนอแพ็คเกจต่าง ๆ หรือทำการจอง อีกทั้งทางแอดมินก็นสามารถจัดการกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นได้ภายในเว็บไซต์

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน We Wedding Studio Phuket โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1.พัฒนาระบบโดยใช้วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC)

2.เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบคือภาษาพีเอชพี (PHP Hypertext Processor) และโปรแกรมมายเอสคิวแอล (MySQL)

3.ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบ จำนวน 25 คน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการประเมิน โดยใช้สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการวัดระดับความสำคัญจะใช้มาตราวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale) และมีเกณฑ์การในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสำคัญดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.21 - 5.00	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.41 - 4.20	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	มาก
คะแนนเฉลี่ย	2.61 - 3.40	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 - 2.60	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	น้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.80	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	น้อยที่สุด

4. วิเคราะห์และสรุปผล

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบการจัดการกิจร้านธุรพรีเวดดิ้งออนไลน์ กรณีศึกษา:ร้าน วี เวดดิ้ง สตูดิโอ ภูเก็ต โดยนำวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) มาเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมตั้งแต่เริ่มต้นวิเคราะห์ปัญหาจนกระทั่งพัฒนาโปรแกรม ซึ่งรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีอยู่ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา (Problem Definition)

จากการสัมภาษณ์และศึกษาข้อมูลจากเจ้าของร้านพรีเวดดิ้ง พบว่าเมื่อเวลาลูกค้าต้องการจะจองคิวถ่ายพรีเวดดิ้งและเช่าชุด ลูกค้าจะมีการโทรหาเจ้าของร้านหรือเข้าไปที่ร้านเพื่อที่จะทำการจองคิวถ่ายพรีเวดดิ้ง และจองชุด เนื่องจากทางร้านยังมีการใช้สมุดจดในการบันทึกวันเดือนปีเวลาและการคำนวณเงินการจองคิวงานต่าง ๆ ของลูกค้า โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel จึงอาจจะทำให้เกิดความล่าช้า ไม่ทันสมัย และระบบการทำงานที่ไม่ครอบคลุมในการจองของลูกค้าได้และอาจจะเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณเงินของลูกค้าได้เช่นกัน

1.1 การค้นหาความต้องการของผู้ใช้ระบบ

จากการสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลจากเจ้าของร้านพรีเวดดิ้ง ทราบว่า ทางเจ้าของร้านพรีเวดดิ้งมีปัญหาเกี่ยวกับความล่าช้าของระบบการใช้สมุดจดบันทึกวันเดือนปีเวลาและการคำนวณเงินการจองคิวของลูกค้า ดังนั้นเจ้าของร้านจึงมีความต้องการระบบการจองออนไลน์ เพื่อให้สามารถตรวจสอบคิววันและเวลาถ่ายรวมถึงการเช่าชุดต่าง ๆ ล่วงหน้าได้ และสามารถจัดการการจองคิววันถ่ายได้เพื่อให้ได้ทันตามความต้องการของเจ้าของร้านพรีเวดดิ้ง

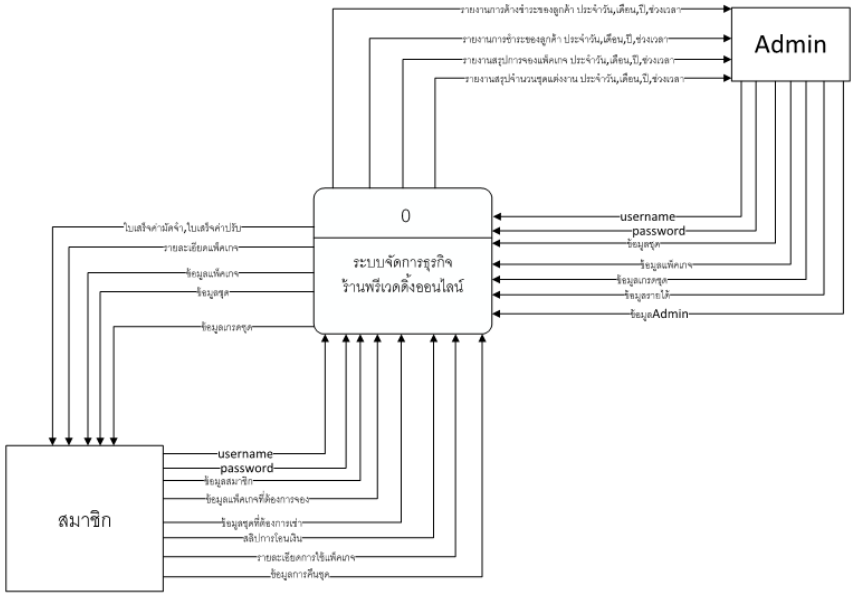
2. การวิเคราะห์ (Analysis)

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาขั้นตอนที่ 1 มาวิเคราะห์ ความต้องการของผู้ใช้เพื่อนำไปสู่การออกแบบฟังก์ชั่นงานของเว็บไซต์ของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ ควรมีลักษณะการทำงาน การเลือกใช้เครื่องมือในการทำการพัฒนาให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำจากการสอบถามผู้ที่เป็นลูกค้าร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ ร่วมกับการสัมภาษณ์เจ้าของกิจการและพนักงานและการศึกษาสังเกตขั้นตอนงานจากระบบงานเดิม และสรุปขั้นตอนในการถ่ายงานของลูกค้าแบบจองคิวจากหน้าร้านที่ตั้งอยู่หรือโดยใช้เว็บไซต์เป็นเครื่องมือ

3. ออกแบบโปรแกรม (Design)

การออกแบบโปรแกรมระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ สามารถเขียนเป็นแผนผังต่างๆได้ดังนี้

3.1 การพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ มี Context Diagram ดังภาพที่ 1

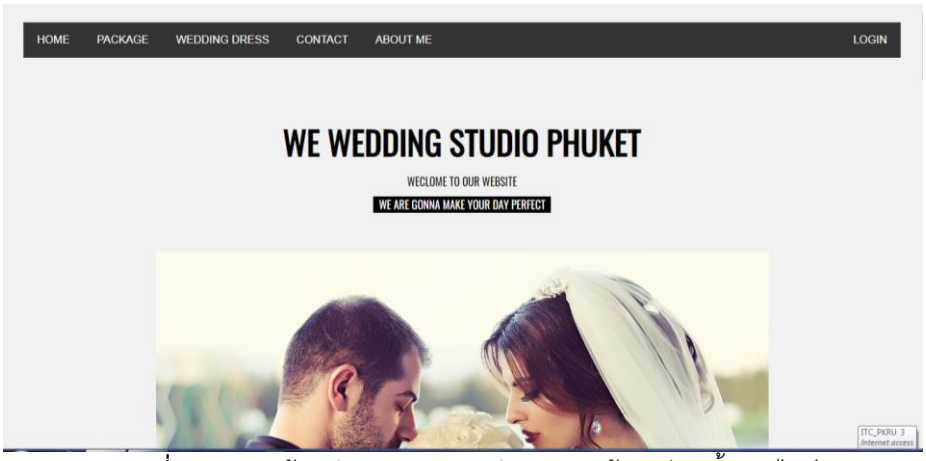


ภาพที่ 1 Context Diagram ของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้ง กรณีศึกษาร้านพรีเวดดิ้ง สตูดิโอ ภูเก็ต

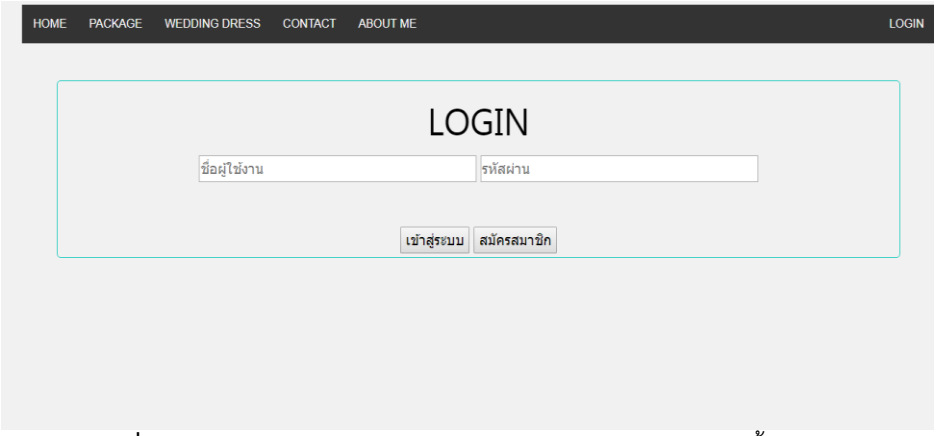
จากภาพที่ 1 แสดง **Context Diagram** หรือแผนภาพบริบท เป็นแผนภาพระดับสูงสุดที่แสดงถึงขอบเขตของระบบงานในระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ จะมีผู้ใช้งานทั้งหมดอยู่ 2 ระดับ คือ 1.**Admin** และ 2. ลูกค้า **Admin** สามารถเพิ่ม,ลบ,แก้ไขข้อมูลของลูกค้าได้ สามารถออกรายงานต่าง ๆ ได้ และลูกค้าสามารถดูข้อมูลต่างๆของลูกค้าได้

4. พัฒนาโปรแกรม (Development)

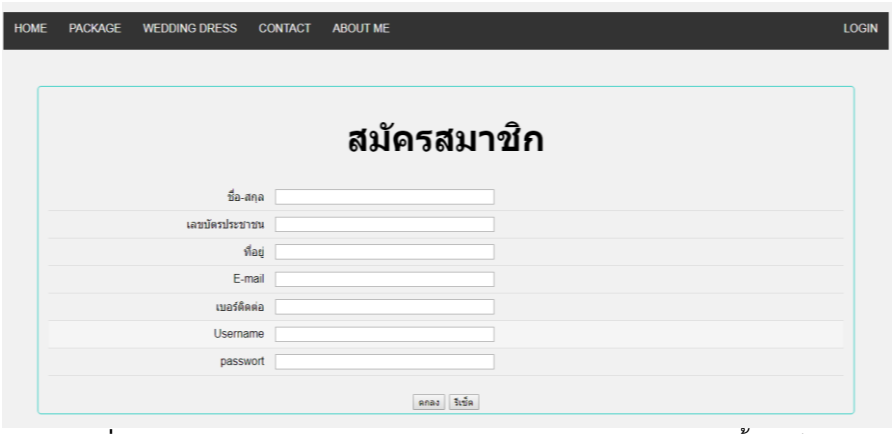
พัฒนาโปรแกรมโดยการนำผลที่ได้จากการออกแบบโปรแกรม (Design) สร้างฐานข้อมูลโดยมายเอสคิวแอล (My SQL Database) และสร้างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เชื่อมต่อผู้ใช้กับโปรแกรมฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม ซึ่งได้ผลลัพธ์การพัฒนาโปรแกรมเป็นดังภาพต่อไปนี้



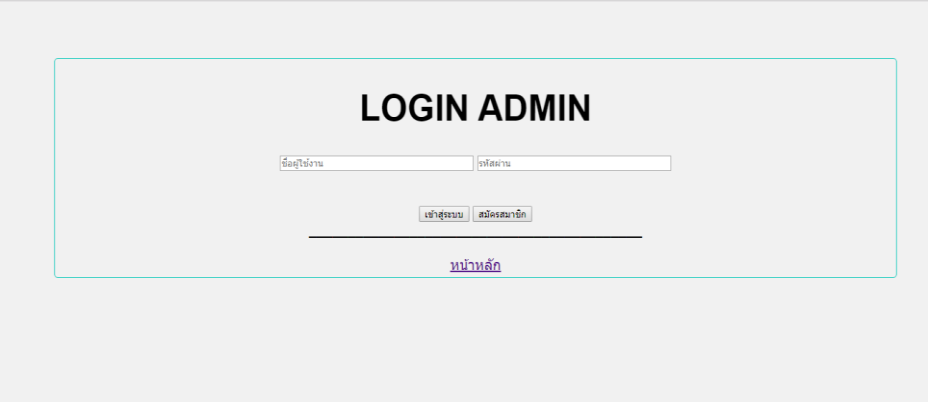
ภาพที่ 2 แสดง หน้าหลักของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์



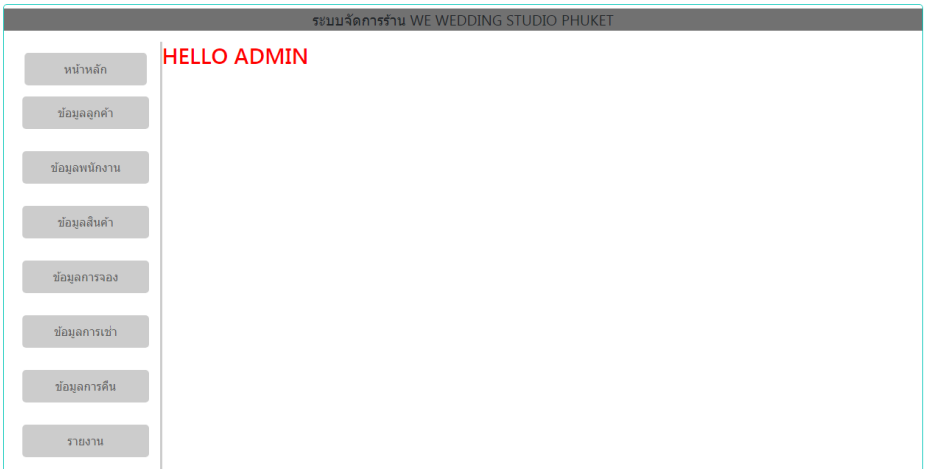
ภาพที่ 3 แสดง หน้าเข้าสู่ระบบของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์



ภาพที่ 4 แสดง หน้าสมัครสมาชิกของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์



ภาพที่ 5 แสดง หน้าเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานระบบในร้านของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์



ภาพที่ 6 แสดง หน้าหลักของผู้ใช้งานระบบในร้านของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์

5. ทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบหาข้อผิดพลาด (Testing)

ทำการทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง โดยการเพิ่มข้อมูลเนื้อหาลงไปในโปรแกรม จากนั้นทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบหาจุดข้อผิดพลาด แล้วทำการปรับปรุงเพื่อความถูกต้องในรูปแบบของการทำงานตามลำดับ

6. นำโปรแกรมไปทดลองกับผู้ใช้จริง (Usability)

นำโปรแกรมที่พัฒนาแล้วไปทดลอง และประเมินความพึงพอใจกับผู้ใช้จริง ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบเพื่อขอคำแนะนำและปัญหาต่าง ๆ เพื่อนำผลในการใช้โปรแกรมไปปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีความเหมาะสมตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

7. ประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม (Evaluate the Performance)

เก็บข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ ใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานระบบ จำนวน 20 คน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการวัดระดับความพึงพอใจจะใช้

มาตราวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale) ของลิเคอร์ด แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ในแต่ละข้อความแต่ละข้อจะใช้คะแนนการตรวจให้คะแนนดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตนะ.2549 :104-105 :อ้างอิงจาก บุญชม ศรีสะอาด.2535 : 99) และมีเกณฑ์การในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสำคัญดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 แสดงถึง ระดับความสำคัญมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 3.40 แสดงถึง ระดับความสำคัญมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 แสดงถึง ระดับความสำคัญปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 แสดงถึง ระดับความสำคัญน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 แสดงถึง ระดับความสำคัญน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{x}$	**S.D.**	**ระดับความสำคัญ**
1.ด้านการใช้งานระบบ	4.30	0.385	มากที่สุด
2.ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ	4.47	0.585	มากที่สุด
3.ด้านความปลอดภัยของข้อมูล	4.33	0.533	มากที่สุด
รวม	4.26	0.491	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความสำคัญการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.26 โดยผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.47 รองลงมาคือด้านการใช้งานระบบ และ ด้านความปลอดภัยของข้อมูล โดยมีค่าเฉลี่ย 4.33 และ 4.30 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ

ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ	$\bar{x}$	**S.D.**	**ระดับความสำคัญ**
ภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกันและสามารถสื่อความหมายได้	3.95	0.887	มาก
ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม	4.45	0.605	มากที่สุด
สีพื้นหลังและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน	3.80	0.834	มาก
สีสันเว็บไซต์มีความเหมาะสม	4.35	0.510	มากที่สุด
รวม	4.13	0.709	มาก

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความพึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดการรูปแบบในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.13 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม มากที่สุด ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.45 รองลงมาคือ ภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกันและสามารถสื่อความหมายได้ และ สีสันเว็บไซต์มีความเหมาะสม โดยมีค่าเฉลี่ย 4.35 และ 3.95 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักพรีเวดดิ้งออนไลน์ ด้านการใช้งานของเว็บไซต์

ด้านการใช้งานของเว็บไซต์	$\bar{x}$	**S.D.**	**ระดับความสำคัญ**
ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์	4.55	0.510	มากที่สุด
ความง่ายต่อการใช้งานของเว็บไซต์	4.80	0.410	มากที่สุด
ความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล	4.75	0.336	มากที่สุด
ความเหมาะสมของข้อมูลภายในเว็บไซต์	4.55	0.510	มากที่สุด
เมนูต่าง ๆ ในเว็บไซต์ใช้งานได้ง่าย	4.60	0.470	มากที่สุด
รวม	4.49	0.453	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความพึงพอใจด้านการใช้งานของเว็บไซต์ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.49 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านความง่ายต่อการใช้งานของเว็บไซต์ มากที่สุด ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.80 รองลงมาคือ ด้านความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล และ เมนูต่าง ๆ ในเว็บไซต์ใช้งานได้ง่าย โดยมีค่าเฉลี่ย 4.75 และ 4.60 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ ด้านคุณภาพของเนื้อหา

ด้านคุณภาพของเนื้อหา	$\bar{x}$	**S.D.**	**ระดับความสำคัญ**
ปริมาณเนื้อหามีเพียงพอกับความต้องการ	4.45	0.605	มากที่สุด
เนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ	4.10	0.641	มาก
ข้อความในเว็บไซต์ถูกต้องตามหลักภาษา และไวยากรณ์	4.35	0.489	มากที่สุด
การประชาสัมพันธ์ข่าวสาร ภาพ ในเว็บไซต์มีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.55	0.610	มากที่สุด
รวม	4.36	0.561	มากที่สุด
โดยรวม	4.28	0.478	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความพึงพอใจด้านคุณภาพของเนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.36 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการประชาสัมพันธ์ข่าวสาร ภาพในเว็บไซต์มีความเหมาะสม น่าสนใจ มากที่สุด อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.55 รองลงมาคือ ด้านปริมาณเนื้อหามีเพียงพอกับความต้องการ และ ด้านข้อความในเว็บไซต์ถูกต้องตามหลักภาษา และไวยากรณ์ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.45 และ 4.35 ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการศึกษาสภาพปัญหาการให้บริการ และการใช้บริการ การพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน วี เวดดิ้ง สตูดิโอ ภูเก็ต ผลการค้นพบสามารถอภิปรายตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1.) จากการพัฒนาระบบการจัดการร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน วี เวดดิ้ง สตูดิโอ ภูเก็ต โดยการทำงานเว็บไซต์จะทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าชมเว็บไซต์ เลือกชมสินค้า แพ็จเกจต่าง ๆ ได้ หากผู้ใช้ต้องการจะทำการจองแพ็จเกจหรือเช่าชุด จะต้องทำการสมัครเป็นสมาชิกก่อน จากกนั้นจะสามารถทำการจองหรือเช่ากับทางร้านผ่านทางเว็บไซต์ได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวกสบายรวดเร็วแก่ผู้ใช้งานเว็บไซต์ อีกทั้งในด้านของทางแอดมินที่เว็บไซต์จะช่วยให้การบริหารจัดการร้านมีความเป็นระบบและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นที่ทางร้านหรือแอดมินสามารถตรวจสอบข้อมูลการเช่าและจองแพ็คเกจต่าง ๆ ของผู้ใช้บริการได้ สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลภายในเว็บไซต์ได้ สามรถตรวจสอบการชำระเงินและการจัดการรายงานต่าง ๆ ได้

2.) จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบและการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใช้งานระบบจำนวน 25 คน ผลการประเมินพบว่ามีความพึงพอใจต่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.26 และผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดโดยผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในระบบ ภาพรวมในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยที่ 4.36 สามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าในการจองคิวในการจองแพ็คเกจและเช่าชุด สามารถเป็นช่องทางการติดต่อได้ง่ายระหว่างลูกค้ากับทางร้าน โดยลูกค้าสามารถเลือกดูชุดและแพ็คเกจทางเว็บไซต์หรือจากทางร้านก็ได้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษา การพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน We Wedding Studio Phuket ผู้วิจัยได้รับข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม สรุปได้ดังนี้

1.จากการศึกษา ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ของระบบการจัดการธุรกิจร้านพรีเวดดิ้งออนไลน์ พบว่าความพึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ ควรจัดการให้มีรูปแบบที่สวยงาม น่ามอง ตามConcept ของร้าน ที่เน้นความเรียบหรู สบายตา และเข้าถึงง่าย

2.ความพึงพอใจในด้านคุณภาพของเนื้อหา เนื้อหารายละเอียดในเว็บไซต์ยังไม่ค่อยละอียดเท่าที่ควร ควรเพิ่มเนื้อหาให้มีความแปลกใหม่และชัดเจนมากขึ้น เพื่อความเข้าใจง่าย

3.ความพึงพอใจในด้านการใช้งานของเว็บไซต์ ข้อมูลการใช้งานในเว็บไซต์ค่อนข้างซับซ้อนต่อผู้ใช้งาน ควรจัดให้มีระเบียบมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

นางสาวพชรณดา เลิศบางพลัด (2558).**การกลายเป็นสินค้าทางวัฒนธรรมของพิธีแต่งงาน**. สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์การเมือง เลิศ

ชนิดา เรืองศิริวัฒนกุล. (2558). **คุณภาพซอฟต์แวร์และคุณภาพชีวิต.** หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นุชนันท์ สุขสม (2558).**ส่วนผสมการตลาดบริการที่มีผลต่อผู้บริโภคในการเลือกร้านเช่าชุดแต่งงานในอำเภอเมืองเชียงใหม่.**

สุธินี ภัทรปัญญาภรณ์ **(2557). แผนธุรกิจเช่าชุดเดอะเลอค่าไทยเดรส.** กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

Chormang.(2015). **การแต่งงานแบบศาสนาคริสต์**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : http://wedding.kapook.com/พิธีแต่งงาน

การเพิ่มประสิทธิภาพจำแนกบทความวิชาการด้วยการคัดแยกคำ กรณีศึกษา: งานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4

Improve Classification Performance of Manuscript Grouping by using Extract Word Technique case study : National Science Conference 4th

ภาคภูมิ มันแอ[4] ปะพาดา ณ วิเชียร[1] กฤษณ์วรา รัตนโอภาส[2]* และ ญาณพัฒน์ ชูชื่น[2]

Pakpum Manair[1], Papada N wichian[1], Kritwara Rattanaopas[2]* and Yanapat Chuchuen[2]

บทคัดย่อ

การทำเหมืองข้อมูลสำหรับข้อมูลสารสนเทศได้รับนิยมอย่างแพร่หลายในกิจกรรมของภาคธุรกิจ และการจำแนกกลุ่มบทความวิจัย สำหรับคัดเลือกผู้ทรงคุณวุฒิตามสาขาที่เหมาะสม กรณีศึกษาที่มีความแตกต่างจากการใช้ประยุกต์ใช้ทั่วไป ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้การคัดแยกคำที่พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Python เพื่อลดจำนวนคำที่ไม่มีความหมายเกี่ยวข้องกับบทความวิจัย และสร้างผลลัพธ์ในรูปแบบไฟล์ CSV ให้ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นแบบจาก TFIDF เพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ในขั้นตอนนาอีฟเบย์ และเพิ่มค่าความแม่นยำในการจำแนกกลุ่มบทความวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ และด้านอื่น ๆ สำหรับคำที่พบบ่อยนำเสนอจากการสร้างกลุ่มเมฆคำ สำหรับด้านที่มีค่าความถูกต้องสูงได้แก่ ด้านสุขภาพ คือ respectively และ method สำหรับด้านคอมพิวเตอร์ คือ sd และ student

คำสำคัญ: การทำเหมืองข้อมูล การจำแนกคำ กลุ่มเมฆคำ

Abstract

Datamining for information widely used in business activities. Classification of manuscript grouping is conference progress for selected reviewers. This classification idea is very different from other classification research. This research investigates the extract word program by using Python and create output in the CSV file. The extract word program can reduce none related words from the manuscript. The results have shown that extract word with TFIDF in Naïve Bayes can improve the accuracy performance at 3% and the recall performance can increase in health manuscript and computer manuscript. For example, the word cloud of high accuracy manuscript grouping including health group is respectively and method and the computer group is sd and student.

Keywords: datamining, classification, wordcloud

[4] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2] อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: kritwara.ra@skru.ac.th

บทนำ

การทำเหมืองข้อมูล คือการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยทำการจำแนกประเภท รูปแบบเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน และการแยกประเภท นำไปประกอบการตัดสินใจในด้านต่างๆ ด้วยโปรแกรม Rapidminer Studio มาช่วยในการจำแนกข้อมูล หนึ่งในเทคนิคการทำเหมือนข้อมูลที่นิยม คือการจำแนกข้อมูล (Classification) เพื่อใช้ในการจัดประเภทของข้อมูลในอนาคต หรือข้อมูลที่ยังไม่ได้จำแนกประเภท มีหลายเทคนิค เช่น เทคนิคนาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) และต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โดยอาจมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลที่แตกต่างกันไป ขึ้นกับประสิทธิภาพความแม่นยำ และค่าความถูกต้อง (Accuracy) สำหรับงานวิจัยนี้ใช้เพื่อจำแนกประเภทของบทความวิจัย เพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้จัดงานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4

สำหรับกรณีศึกษางานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4 มีกลุ่มบทความแยกตามสาขาได้แก่ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา จุลชีววิทยา สิ่งแวดล้อม วิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ การศึกษาวิทยาศาสตร์ สาธารสุข/สุขภาพ มีกระบวนการคัดแยกบทความโดยต้องเชิญอาจารย์ประจำในทุกสาขามาประชุมร่วมพิจารณาเพื่อคัดแยกบทความวิจัยขั้นที่สองถัดจากการกำหนดประเภทโดยผู้เขียนบทความในลำดับแรก เพื่อจัดส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิอ่านพิจารณาบทความวิจัย การวิจัยเลือกใช้กระบวนการ Term Frequency–Inverse Document Frequency (TF-IDF) จากเนื้อหา 3 ส่วนได้แก่ ชื่อบทความ บทคัดย่อ และคำสำคัญ เฉพาะในส่วนของภาษาอังกฤษเท่านั้น ก่อนนำไปสร้าง Model เพื่อศึกษาต้นแบบการคัดแยกอัตโนมัติด้วยเทคนิค Naïve Bayes และDecision Tree ร่วมกับการใช้ทำ Process Documents ในส่วนถัดไปผู้วิจัยกล่าวถึงหลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้องแนวคิดในการประมวลผลกับโปรแกรม Rapidminer Studio โดยนำเสนอผลค่าความถูกต้องที่ได้จากการ ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมภาษา Python สำหรับตัดคำ และการคัดแยกคำ ได้แก่ ตัวเลข คำสรรพนาม (Pronouns) คำบุพบท (Preposition) และ คำสันธาน(Conjunctions) โดยนำเสนอในส่วนของการพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการพยากรณ์ด้วยขั้นตอนการจำแนกข้อมูล Naïve Bayes และDecision Tree และนำเสนอผลเปรียบเทียบในหัวข้อผลและอภิปรายผล พบว่าประสิทธิภาพหลังการคัดแยกคำมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เป็นไปตามข้อสมติฐานของการสร้างต้นแบบที่มีคำสำคัญ

การออกแบบโปรแกรม Python เพื่อการคัดแยกคำพบว่าลดคำในการสร้างต้นแบบเหลือเพียง 3,562 และให้ผลลัพธ์ที่ดีในการโมเดลแบบ Naïve Bayes โดยการพัฒนาเพื่อใช้โปรแกรมในการคัดแยกคำที่ไม่ไม่ใช้เนื้อหาหลักโดยคำเหล่านั้นเป็นคำเชื่อม และลักษณะนามที่ไม่สื่อความหมายในแต่ละสาขาทางวิทยาศาสตร์

ทบทวนวรรณกรรม

การทำวิจัยสำหรับเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลด้วยการจำแนกบทความวิชาการกรณีศึกษา : งานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้า รวบรวมเอกสาร แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

กระบวนการการทำเหมืองข้อมูล สำหรับค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์จากชุดข้อมูลนั้นๆ ได้แก่ กฎความสัมพันธ์ (Association Rules) สำหรับ Association Rules คือการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลจากกลุ่มข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ เช่นร้านสะดวกซื้อต้องการจับคู่สินค้าเพื่อทำโปรโมชั่นลดราคา จำเป็นต้องเลือกสินค้าที่มีโอกาสซื้อต่ำซึ่งสามารถบริหารจัดการชั้นวางอย่างมีประสิทธิภาพ

2 Naïve Bayes (NB)

นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes (NB)) แนวคิดที่ใช้หลักความน่าจะเป็นพื้นฐานของ Bayes' Theorem โดยกำหนดเหตุการณ์ที่เกิด สำหรับการจัดกลุ่มที่อิสระต่อกัน (independence) ซึงการเรียนรู้ จำแนกด้วยกระบวนการของ Naïve Bayes นี้ได้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในงานวิจัยด้าน Machine Learning เนื่องจากมีการทำงานที่ไม่ซับซ้อนแต่มีความถูกต้องสูงสำหรับข้อมูลบางประเภท

3 Decision Tree

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ใช้ในการจำแนก หรือการแบ่งแยกข้อมูล ที่มีความสอดคล้องกับการตัดสินใจจริงของมนุษย์ พร้อมการสร้างแผนภาพที่เข้าใจได้ง่าย และสามารถเหมาะสมกับข้อมูลที่มีความเกี่ยวพันเป็นลำดับชั้น โดยมีขั้นตอนวิธีในการสร้าง Decision Tree ได้แก่ Hunt’s Algorithm, CART, ID3, C4.5 และ SLIQ เป็นต้น

4 Term frequency–inverse document frequency (TF-IDF)

TF-IDF คือการสร้างความถี่เอกสารคำให้ผลลัพธ์เป็นค่าความถี่และน้ำหนัก TF-IDF เป็นเรียงตามน้ำหนักคำที่ใช้ซ้ำจากข้อความตามมาตรวัดทางสถิติ เพื่อสร้างเป็นเอกสารในคลังข้อมูล ทำการให้คะแนนและจัดลำดับคำของเอกสาร มีฟังก์ชั่นการจัดอันดับที่ซับซ้อนแตกต่างจากทั่วไป โดยงานวิจัยเลือกใช้ TF-IDF ร่วมกับการกรองคำ ในสาขาวิชาต่าง ๆ รวมถึงการสรุปข้อความและการจัดหมวดหมู่

5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคเหมืองข้อมูล มีกลากหลายเทคนิค และมีการประยุกต์ใช้ได้กับข้อมูลหลายแบบ สำหรับระบบการวางแผนเรียน การแนะนำรายวิชา ร่วมกับการจัดแผนการศึกษา มีการนำเสนอกระบวนการค้นหาเฉพาะที่ และรายการทาบู (ธาดา หวังธรรมมั่ง,2560, น. 275 – 283) การสร้างโมเดลสำหรับสังคมออนไลน์ที่ถือเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจ ด้วยการนำเทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อมาพัฒนาต้นแบบโมเดลตัวจำแนกที่มีประสิทธิที่ดีด้วยขั้นตอนวิธีนาอีฟเบย์ เมื่อเทียบกับต้นไม้ตัดสินใจ (นูรุลอีมาน เบ็งบูงอ,2561, น. 547 – 555) ซึ่งงานวิจัยนี้นำขั้นตอนวิธีการจำแนกเหล่านี้มาใช้กับชุดข้อมูลบทคัดย่อของบทความวิจัย เพื่อจัดกลุ่มของบทความวิจัย

ในเบื้องต้นสำหรับการจัดหาผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขาในการพิจารณาบทความ ของระบบบริหารจัดการงานประชุมวิชาการ และเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการคัดแยกคำ ซึ่งแตกต่างไปจากการใช้เพียงการทดสอบสมติฐานทางสถิติ (กองนาคินทร จรัญวุฒิวงศ,2561, น. 739 – 746)

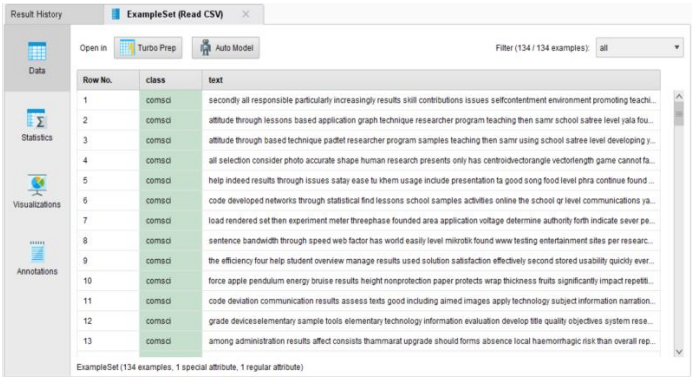
วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบการทำวิจัยด้วยวิธีการเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยทำการเตรียมข้อมูลจากกรณีศึกษา และเลือกส่วนของภาษาอังกฤษ และทำการนำไปเข้ากระบวนการตัดคำด้วย TF-IDF ด้วยการเตรียมไฟล์ตัวอักษรแบบ CSV และนำไปประมวลผลกับโปรแกรม Rapidminer Studio พร้อมกับเลือกใช้โมดูลในแต่ละขั้นตอนต่อไป

1. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลและเอกสารที่จะนำมาใช้ในการวิจัย บทความวิจัยงานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ ครั้งที่ 4 มีการส่งผลงานบทความแยกตามสาขาได้แก่ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา จุลชีววิทยา สิ่งแวดล้อม วิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ การศึกษาวิทยาศาสตร์ สาธารสุข/สุขภาพ โดยใช้ส่วนจากเนื้อหา 3 ส่วนดังนี้ ชื่อบทความ บทคัดย่อ และคำสำคัญเฉพาะในส่วนของภาษาอังกฤษเท่านั้น และทำการจัดแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ / การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 46 บทความ
- กลุ่มที่ 2 คณิตศาสตร์ 16 บทความ
- กลุ่มที่ 3 วิทยาศาสตร์สุขภาพ / วิทยาศาสตร์ชีวภาพ / เกษตรศาสตร์ 58 บทความ
- กลุ่มที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ / วิทยาศาสตร์ประยุกต์ / กลุ่มนวัตกรรมและงานสร้างสรรค์ / อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง 57 บทความ

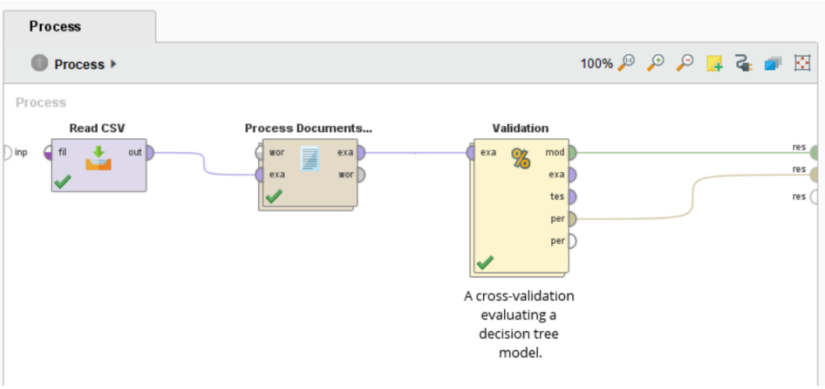


ภาพที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลในไฟล์ CSV

จากภาพที่ 1 ข้อมูลทั้งหมดในไฟล์แบ่งเป็นสองส่วนหลักคือ ส่วนลาเบลในการระบุประเภทของบทความและเนื้อหา จาก 3 ส่วน ได้แก่ ชื่อเรื่อง บทคัดย่อ และ คำสำคัญ เพื่อนำไปตัดคำนับความถี่ด้วยเทคนิค TF-IDF

2. การสร้างต้นแบบโมเดล

ขั้นตอนของโปรแกรม RapidMiner Studio ผู้วิจัยได้จัดทำการสร้างไฟล์ของบทความพร้อมการทำลาเบลระบุสาขาของบทความได้แก่ คอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ สุขภาพ และสาขาอื่นๆ ใช้โมดูล Read CSV ร่วมกับ Process Documents from Data ตามภาพที่ 2 และ ชุดข้อมูลที่อยู่ในไฟล์ CSV มีรายละเอียดตามตัวอย่างในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โมดูลในการสร้างโมเดลการจำแนกข้อมูลและวัดประสิทธิภาพ

จากภาพที่ 2 เมื่อทำการอ่านข้อมูลไฟล์ CSV เลือกทำขั้นตอน TFIDF ด้วย Process Documents from Data ในการแยกคำหรือสร้างฟีเจอร์ สำหรับการทำการเลือกฟิเจอร์ในส่วนถัดไป ตามภาพรวม

3. ต้นแบบการจำแนกข้อมูล

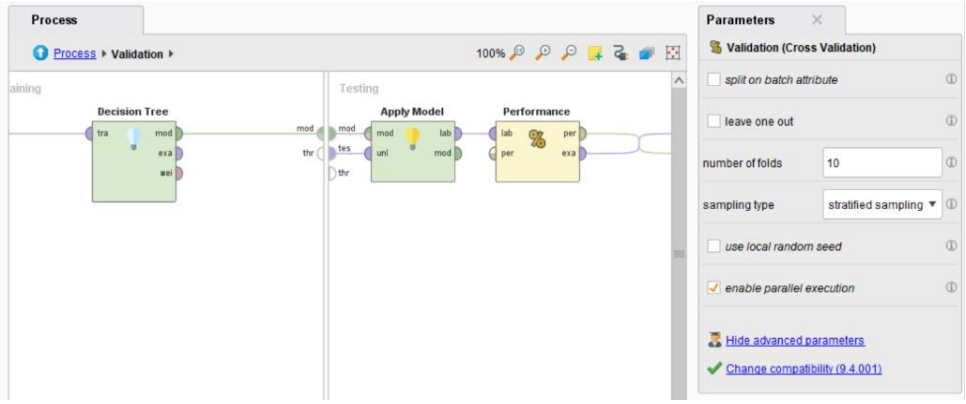
ขั้นตอนการจำแนกบทความวิจัยตามสาขาด้านวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลได้แก่ Naïve Bayes และ Decision Tree ที่นิยมในการทำเหมืองข้อมูลในปัจจุบัน ที่มีรูปแบบตามภาพที่ 3



ก) นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) ข) ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

ภาพที่ 3 เครื่องมือสำหรับจำแนกข้อมูล

โมดูลทีนำเสนอมีผลต่อภาพที่ 4 โดยผู้วิจัยทำการทดสอบสลับกันไปและนำผลไปเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ ร่วมกับชุด Apply Model และการทำโมดูล Performance



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการวัดประสิทธิภาพโมเดลและกำหนดค่า 10 fold

สำหรับภาพที่ 4 ขั้นตอนการแบ่งข้อมูลเพื่อนำทดสอบประสิทธิภาพของตัวต้นแบบโดย 10-fold cross validation เป็นการแบ่งข้อมูลทีละ 10 ชุด เพื่อใช้ในการวัดประสิทธิภาพโมเดลทั้งแบบ Naive bayes และ Decision tree เพื่อให้ได้ชุดช่วงของข้อมูลที่เข้าสู่กระบวนการสร้างโมเดลที่มีช่วงเดียวกันและง่ายต่อการวัดประสิทธิภาพผล

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยพัฒนาชุดคำสั่งด้วยภาษา Python สำหรับใช้แยกคำ สัญลักษณ์ และตัวเลข โดยมีชุดคำสั่งตามภาพที่ 5 ก่อนการประมวลผลข้อมูล เพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพต้นแบบของการจำแนกกลุ่มบทความวิจัย ซึ่งนำเสนอประสิทธิภาพในตารางที่ 1

รหัสเทียมคำสั่งการคัดแยกคำ

```
S_word = stop word array
For M line from text file
        Extract '0123456789/?*“ ”-– +.,‘ ’‘!@#\$%^&()_="[]{};:<>' from M
        Lower word M
        Split M to word
        Create Dictionary of M
End for
For s_array in S_word
        If s_array in M then delete M array
End For
Write M dictionary to CSV file format
```

ภาพที่ 5 รหัสเทียมคำสั่งการคัดแยกคำ

สำหรับตารางที่ 1 ขั้นตอนการจำแนกกลุ่มบทความวิจัยให้ค่าความถูกต้องด้วยนาอีฟเบย์ ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 60 สำหรับต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องเพียงร้อยละ 35

ตารางที่ 1 ค่าความถูกต้อง (accuracy)

กรณี	Naïve Bayes	Decision Tree	คำศ
การคัดแยกคำด้วย Python	64.93%	31.34%	3,562
การไม่คัดแยกคำ	61.94%	35.07%	4,412

ผลจากตารางที่ 1 สามารถแยกคำเหลือเพียง 3,562 ลดลง 950 คำ พบว่าขั้นตอนการจำแนกข้อมูลนาอีฟเบย์ มีค่าความถูกต้องสูงถึงร้อยละ 64.93 แต่การแยกคำมีผลไม่ดีกับการจำแนกด้วยต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องเพียงร้อยละ 31.34 และในรายละเอียดของค่าความแม่นยำขอกล่าวถัดไปใน ภาพที่ 21 – 9 ต่อไป

1. ประสิทธิภาพและความแม่นยำของการจำแนกแบบไม่คัดแยกคำร่วมกับ TFIDF

ค่าความถูกต้อง (accuracy) และค่าความแม่นยำ (recall) จากภาพที่ 6 ด้วยขั้นตอนการจำแนกแบบนาอีฟเบย์ และภาพที่ 7 ด้วยขั้นตอนการจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ ที่มีรายละเอียดตามกลุ่มของบทความวิจัย

accuracy: 61.70% +/- 14.30% (micro average: 61.94%)

	true comsci	true health	true math	true other	class precision
pred. comsci	25	2	3	5	71.43%
pred. health	8	32	4	11	58.18%
pred. math	0	0	2	0	100.00%
pred. other	3	10	5	24	57.14%
class recall	69.44%	72.73%	14.29%	60.00%	

ภาพที่ 6 ค่าความแม่นยำและค่าความถูกต้องของการจำแนกด้วยขั้นตอนนาอีฟเบย์ กรณีไม่ใช้การแยกคำ

ผลจากภาพที่ 21 ขั้นตอนนาอีฟเบย์ให้ค่าความแม่นยำ (recall) สาขาสุขภาพสูงสุดร้อยละ 72.73 สาขาคอมพิวเตอร์ ร้อยละ 69.44 และสาขาอื่นๆ ร้อยละ 60 มีความแม่นยำต่ำสำหรับกลุ่มคณิตศาสตร์

accuracy: 35.05% +/- 8.61% (micro average: 35.07%)

	true comsci	true health	true math	true other	class precision
pred. comsci	4	1	0	3	50.00%
pred. health	31	41	13	34	34.45%
pred. math	1	2	1	2	16.67%
pred. other	0	0	0	1	100.00%
class recall	11.11%	93.18%	7.14%	2.50%	

ภาพที่ 7 ค่าความแม่นยำและค่าความถูกต้องของการจำแนกด้วยขั้นตอนต้นไม้ตัดสินใจ กรณีไม่ใช้การแยกคำ

ผลจากภาพที่ 7 ขั้นตอนต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความแม่นยำ (recall) สาขาสุขภาพสูงสุดร้อยละ 93.18 ความแม่นยำต่ำสำหรับทุกกลุ่มอื่น ๆ

2. ประสิทธิภาพและความแม่นยำของการจำแนกแบบคัดแยกคำร่วมกับ TFIDF

ผลค่าความแม่นยำและค่าความถูกต้อง ที่เกิดจากการคัดแยกคำร่วมกับการประมวลผลการจำแนกคำให้ผลตามขั้นตอนการจำแนกในภาพที่ 8 ด้วยนาอีฟเบย์ และ ภาพที่ 9 ด้วยต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งอธิบายประสิทธิภาพที่เกิดขึ้น

accuracy: 64.89% +/- 16.02% (micro average: 64.93%)

	true comsci	true health	true math	true other	class precision
pred. comsci	27	5	3	4	69.23%
pred. health	7	33	8	10	56.90%
pred. math	0	0	1	0	100.00%
pred. other	2	6	2	26	72.22%
class recall	75.00%	75.00%	7.14%	65.00%	

ภาพที่ 8 ค่าความแม่นยำและค่าความถูกต้องของการจำแนกด้วยขั้นตอนนาอีฟเบย์ กรณีใช้การแยกคำ

ตามภาพที่ 8 มีการคัดแยกคำ พบว่าเหลือจำนวนคำ 3,562 คำ และมีค่าความแม่นยำ (recall) สูงที่กลุ่มบทความวิจัยด้านสุขภาพ ที่ร้อยละ 75 เท่ากับกลุ่มบทความวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ สำหรับบทความวิจัยด้านคณิศาสตร์ มีความแม่นยำ (recall) น้อยที่สุด

accuracy: 31.43% +/- 6.27% (micro average: 31.34%)

	true comsci	true health	true math	true other	class precision
pred. comsci	0	0	0	0	0.00%
pred. health	34	41	13	38	32.54%
pred. math	2	3	1	2	12.50%
pred. other	0	0	0	0	0.00%
class recall	0.00%	93.18%	7.14%	0.00%	

ภาพที่ 9 ค่าความแม่นยำและค่าความถูกต้องของการจำแนกด้วยขั้นตอนต้นไม้ตัดสินใจ กรณีใช้การแยกคำ

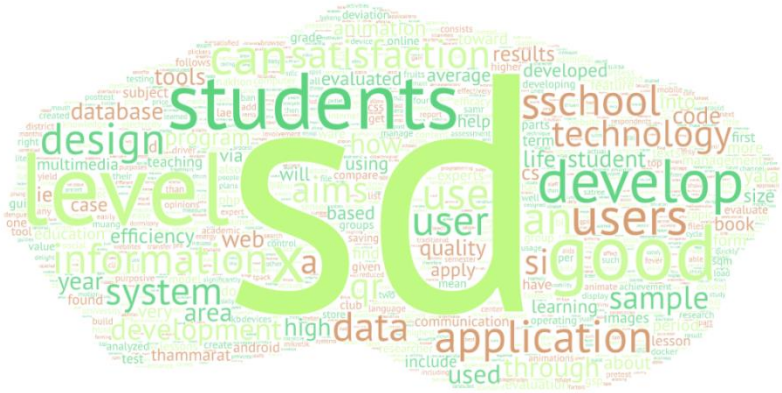
ตามภาพที่ 9 การจำแนกด้วยต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความแม่นยำ (recall) ที่ร้อยละ 93.18 สำหรับกลุ่มบทความวิจัยด้านสุขภาพ แต่ไม่สามารถจำแนกกลุ่มคอมพิวเตอร์และกลุ่มอื่นๆ ได้

โดยสรุปประสิทธภาพในการจำแนกโดยใช้งานร่วมกับการคัดแยกคำ พบว่าประสิทธิภาพสูงสุดในขั้นตอนการจำแนกนาอีฟเบย์ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องที่มากกว่าร้อยละ 90 และกลุ่มบทความวิจัยที่สามารถจำแนกได้ถูกต้อง

ได้แก่ ด้านสุขภาพ และด้านคอมพิวเตอร์ ตรงกับข้ามกับขั้นตอนต้นไม่ตัดสินใจให้ประสิทธิภาพเฉพาะในการจำแนกบทความวิจัยด้านสุขภาพเท่านั้น ขั้นตอนนาอีฟเบย์เมื่อมีการคัดแยกคำเข้ามาช่วยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 และสำหรับค่าความแม่นยำในกลุ่มบทความวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ และ อื่นๆ สูงขึ้นเท่ากับด้านสุขภาพ จึงสามารถสรุปได้ว่าการคัดแยกคำเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกบทความวิจัยได้อย่างชัดเจน

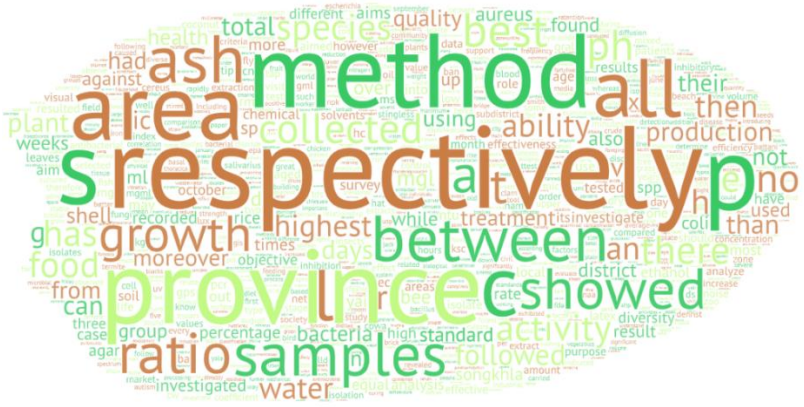
3. กลุ่มเมฆคำจำแนกตามกลุ่มบทความวิจัย

การประมวลผลคำของขั้นตอน TFIDF เพื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติและตัดคำภาษาอังกฤษมาพร้อมคำนวณค่าน้ำหนักของคำ ตามป้ายประเภทกลุ่มที่ถูกกำหนดไว้ในข้อมูล และสามารถนำมาแยกเขียนคำที่มีปรากฏในแต่ละสาขา ซึ่งผ่านการแยกคำด้วยโปรแกรม Python ให้รูปของเมฆคำตามภาพที่ ภาพที่ 10 – 13 ต่อไปนี้



ภาพที่ 10 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ / การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำหรับในสาขาด้านคอมพิมเตอร์ พบว่าคำที่ปรากฏมีความถี่สูง ได้แก่ sd student level และ develop เป็นต้น



ภาพที่ 11 วิทยาศาสตร์สุขภาพ / วิทยาศาสตร์ชีวภาพ / เกษตรศาสตร์

ในด้านสุขภาพตามภาพที่ 11 คำที่พบบ่อยได้แก่ respectively method province และ area เป็นต้น

ภาพที่ 12 คณิตศาสตร์

ตามภาพที่ 12 คำที่พบบ่อยในกลุ่มของบทความวิจัยด้านคณิศาสตร์ ได้แก่ model set และ function

ภาพที่ 13 สาขาวิทยาศาสตร์ / วิทยาศาสตร์ประยุกต์ / กลุ่มนวัตกรรมและงานสร้างสรรค์ / อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ตามภาพที่ 13 ด้านอื่นๆ มีความหลากหลายของบทความวิจัย คำที่พบบ่อยจึงม่อยู่ในกลุ่มความหมายด้านเดียวกัน เช่น flour consumers และ acceptance เป็นต้น

ในส่วนของกลุ่มเมฆคำผู้วิจัยต้องการแสดงให้เห็นคำที่นำไปเขียนงานวิจัยจากกลุ่มตัวอย่างบทความวิจัย จาก กรณีศึกษา : งานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สำหรับการสนับสนุนทุนในการนำเสนอ และข้อมูลการจัดงานประชุมวิชาการ

เอกสารอ้างอิง

กองนาคินทร จรัญวุฒิวงศ และดวงรัตน โกยกิจเจริญ (2561). “การรับรู้คุณภาพบริการที่สงผลตอการตัดสินใจเลือกใชบริการสายการบินตนทุนต่ำ ทาอากาศยานนานาชาติภูเก็ต.” ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 11**. ภูเก็ต: มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, 739 – 746.

ธาดา หวังธรรมมั่ง เสกสรรสุวรรณมณี ธัชชัย เองฉ้วน และแสงสุรีย์ วสุพงศ์อัยยะ(2560). “การพัฒนาโปรแกรมช่วยจัดแผนการเลือกวิชาลงทะเบียนโดยใช้เทคนิคการ ค้นหาเฉพาะที่และรายการทาบู.” ใน **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปที่ 22, ฉบับที่ 2.** สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ, 275 – 283.

นูรุลอีมาน เบ็งบูงอ ฮัสมะ เระดุมหลี กฤษณวรา รัตนโอภาส และยุพดี อินทส (2561). “การจำแนกโพสตเกมโดยใชเทคนิคเหมืองขอมูล : กรณีศึกษาการโพสตบนเฟสบุค.” ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 11**. ภูเก็ต: มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, 547 – 555.

การพัฒนาระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ออนไลน์ กรณีศึกษาบริษัทกระบี่รวมทุน (สาขาสามกอง)

The Development of Car and Motorcycle Pledge System Online: A Case Study of Krabi Ruamtoon (Samkong)

อรวรรณ ศรีเมือง*[1], ศตายุ ศรีนาค[1], วรวรรณ อินนุรักษ์[1],นางพัลลภา ศรีไพโรจน์กุล[2]

Orawan Srimueang*[1], Satayu Srinak[1], Worawan Innuruk[1], Pallapa Sripairojkul[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ออนไลน์ของบริษัทกระบี่รวมทุน 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ออนไลน์ ในการพัฒนาระบบผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของวัฏจักรการพัฒนาระบบ (SDLC) พัฒนาด้วยภาษา PHP SQL HTML และ CSS ทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL โดยมีฟังก์ชันการทำงานประกอบด้วยการจัดการข้อมูลหลักของระบบ เช่น ข้อมูลพนักงาน ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลรถ ข้อมูลอัตราดอกเบี้ย การจัดการข้อมูลประเภทรถ การบันทึกการจำนำ การบันทึกการต่อดอก และการจัดทำรายงานข้อมูลสำหรับธุรกิจ โดยลูกค้าสามารถดำเนินการสมัครสมาชิก แก้ไขข้อมูลส่วนตัว ชำระเงินออนไลน์ได้ หลังจากนั้นนำระบบที่พัฒนาแล้วเสร็จไปให้ผู้ใช้งานทดลองใช้และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ผลการประเมินพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจด้านการออกแบบมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.45 รองลงมาคือด้านการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.43 และด้านความปลอดภัยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.40

คำสำคัญ: การพัฒนาระบบ, ระบบจำนำออนไลน์, ระบบจัดการ

---

[1]นักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

*Corresponding author, E-mail: s5913805126@pkru.ac.th

ABSTRACT

The objective of this research were 1) to develop an online car and motorcycle pledge system of Krabi Finance Company and 2) to assess the satisfactions of users for the online car and motorcycle pledge system. The researchers carried out the steps of the system development cycle (SDLC) for developing the system, using PHP language, HTML, CSS and using MySQL database. The functions of the online car and motorcycle pledge system composed of master data management such as employee, customer, car and motorcycle, interest rate and apply for membership, Edit personal, information can pay online After that, some users evaluated the system. The results showed that the users had the most satisfied in the design of the system (mean 4.45) followed by the most satisfied in the using of the system (mean 4.43) and the most satisfied in the system security (mean 4.40)

Keywords: System Development, Online Car and Motorcycle Pledge System, Management System

บทนำ

ปัจจุบันจากสภาวะของเศรษฐกิจและสังคมมีการแข่งขันที่สูงขึ้น โดยเฉพาะเรื่องของการทำธุรกิจ ซึ่งนับเป็นเรื่องหนึ่งที่มีการแข่งขันกันอย่างมาก จึงส่งผลให้บริษัทต่าง ๆ ให้ความสนใจและตื่นตัวในการที่จะดำเนินธุรกิจให้อยู่รอดในสภาวะเศรษฐกิจที่ถดถอย ปัญหาเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในขณะนี้ มีสาเหตุมาจากการดำเนินนโยบายทางเศรษฐกิจที่มุ่งจะรักษาอัตราความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในอัตราสูง จึงทำให้มีการพึ่งพาปัจจัยภายนอกประเทศเกินสมควร จากการติดตามสถานการณ์ทางเศรษฐกิจปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จะคงอยู่ต่อไปและจะทวีความรุนแรงมากขึ้น

บริษัทกระบี่รวมทุน ดำเนินธุรกิจรับจำนำรถยนต์และจักรยานยนต์ทุกชนิด ร้านตั้งอยู่ที่ 34-6 ถนนเยาวราช ตลาดใหญ่ เมืองภูเก็ต จ.ภูเก็ต ซึ่งเป็นบริษัทจำนำรถยนต์และจักรยานยนต์ “บริษัทกระบี่รวมทุน จำกัด (สาขาสามกอง)” ให้บริการ จำนำ ไถ่ถอน ต่อดอก ซึ่งระบบการดำเนินธุรกิจเดิม ใช้วิธีการที่ลูกค้าจะต้องเดินทางไปบริษัททุกครั้งเพื่อทำการต่อดอกจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ทางบริษัทยังไม่มีการตรวจสอบสถานะรถแบบออนไลน์ และยังมีการเก็บเอกสารโดยไม่ได้มีการนำระบบคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยในการจัดการกับระบบการบริหารงานภายในบริษัท โดยยังคงจัดเก็บเอกสาร ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในภายหลัง เช่น ข้อมูลสูญหาย ค้นหาได้ยาก เป็นต้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมองเห็นความสำคัญในการเพิ่มระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการบริหารงานภายในบริษัท เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยนำเอาหลักการวิเคราะห์ระบบ และการจัดการฐานข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนา

ระบบของบริษัทกระบี่รวมทุน จำกัด (สามขาสามกอง) ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลูกค้าสามารถเข้ามาใช้ระบบได้และสามารถจัดการข้อมูลของลูกค้าได้เอง ทั้งค้นหา แก้ไข หรือลบข้อมูล ซึ่งในการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการดำเนินงานนั้นจะช่วยจัดเก็บข้อมูลได้อย่างถูกต้องครบถ้วน รวดเร็วเป็นระบบ และยังสามารถสืบค้นได้ง่าย อีกทั้งเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ระบบและการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพกว่าการเก็บเอกสารไว้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ออนไลน์ของบริษัทกระบี่รวมทุน (สาขาสามกอง)
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ออนไลน์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นัทธ์มน องคานุภาพ (2547) ศึกษาเรื่องปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ที่มีผลต่อการเลือกผู้ให้บริการสินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถยนต์ของผู้ใช้บริการในอำเภอเมืองเมือง จังหวัดลำพูน โดยใช้วิธีเก็บแบบสอบถามกับผู้ใช้บริการสินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถยนต์จำนวน 340 รายผลการศึกษาพบว่าผู้ใช้บริการ มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000-15,000 บาท รถยนต์ที่ขอสินเชื่อ ส่วนใหญ่เป็นรถยนต์ที่ใช้แล้ว ในการเลือกผู้ให้บริการสินเชื่อผู้ใช้บริการส่วนใหญ่เป็นผู้ตัดสินใจ ด้วยตนเองจากการศึกษาด้านส่วนประสมทางการตลาด พบว่า ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ในระดับมาก ได้แก้ ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านกระบวนการให้บริการ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านการสร้างและนำเสนอลักษณะทางกายภาพ และปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่ายตามลำดับ ส่วนปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด มีผลต่อการตัดสินใจในระดับปานกลาง

สฐิรพงษ์ เครือวงศ์ (2552) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้ สินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถยนต์ของกลุ่มลูกค้าบริษัทเงินทุนสินอุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน) ใน จังหวัดเชียงราย ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้สินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถยนต์ในภาพรวมอยู่ในระดับมากและเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากรด้านกระบวนการให้บริการ ด้านการสร้างและนำเสนอลักษณะทางกายภาพ มีการตัดสินใจเลือกใช้สินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถอยู่ ในระดับมากทุกด้าน

สมพร กลิ่นแพทย์กิจ และอิทธิกร ขำเดช (2555) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยการตัดสินใจ เลือกใช้บริการสินเชื่อรถยนต์กับธนาคารเกียรตินาคิน จำกัด (มหาชน) ของลูกค้าในเขตพื้นที่ กรุงเทพมหานครผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ด้านเพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ปัจจัยส่วนประสมการตลาดและปัจจัยด้านอื่น ๆ มีผลต่อการ ตัดสินใจเลือกใช้บริการสินเชื่อรถยนต์กับธนาคารเกียรตินาคิน จำกัด (มหาชน)

ของลูกค้า โดยปัจจัยส่วนประสมการตลาด และปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่มีผลร่วมกันต่อการทำนายการตัดสินใจเลือกใช้บริการสินเชื่อรถยนต์กับธนาคารเกียรตินาคิน จำกัด (มหาชน) ของ ลูกค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ ส่วนประสมการตลาด ด้านผลิตภัณฑ์และการส่งเสริม การขายและปัจจัยอื่น ๆ ด้านความภักดีต่อตราสินค้า

วิธีการดำเนินวิจัย

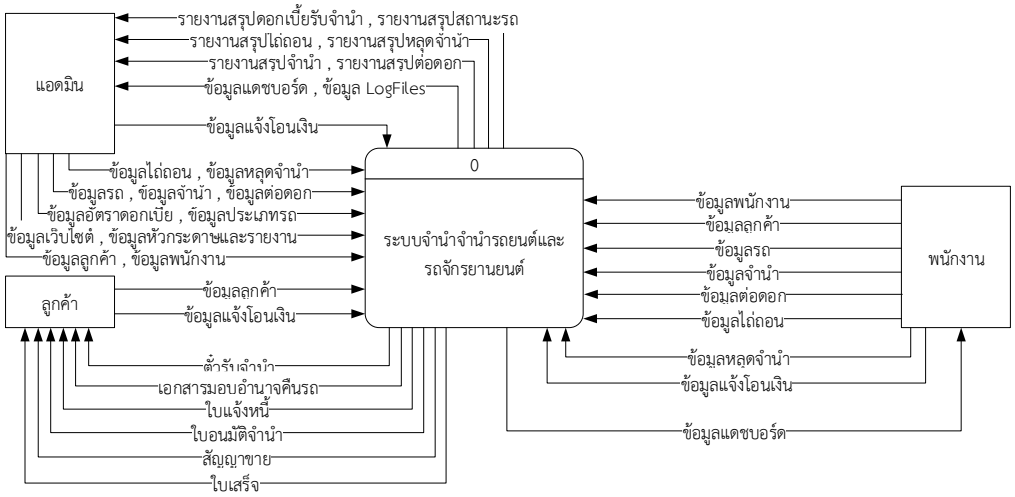
ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ออนไลน์ พัฒนาระบบโดยใช้วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) มีรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีอยู่ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดปัญหา (Problem Definition)

จากการสัมภาษณ์และศึกษาข้อมูลจากเจ้าของบริษัทกระบี่รวมทุน สาขาสามกอง จังหวัดภูเก็ต พบว่า เอกสารยังคงใช้วิธีการจดบันทึกทำให้บางครั้งมีความผิดพลาดเกิดขึ้น การจัดเก็บเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจำนำรถยนต์และ รถจักรยานยนต์มีจำนวนมากยากต่อการจัดเก็บ การตรวจสอบรายละเอียดของการจำนำของลูกค้าทำแต่ละรายได้ยาก รายงานที่จำเป็นในการดำเนินงานของระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ได้แก่ รายงานการจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์

1.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ขั้นตอนนี้ นำผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ถึงปัญหาและความต้องการของระบบ มาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ด้วยการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) ซึ่งเป็นแผนภาพที่บอกถึงรายละเอียดของระบบ โดยเฉพาะข้อมูลและผังการไหลของข้อมูล ผลการออกแบบแผนผังต่าง ๆ เป็นดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลของระบบจำนำรถยนต์และจักรยานยนต์

จากภาพที่ 1 โครงสร้างของการพัฒนาระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ออนไลน์ของบริษัทกระบี่รวมทุน สาขาสามกอง จังหวัดภูเก็ต ประกอบด้วย 1) แอดมิน 2) พนักงาน และ 3)ลูกค้า

1.3 พัฒนาโปรแกรม (Development)

นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ มาพัฒนาโปรแกรม ด้วย Sublime Text 3 เป็นเครื่องมือในการช่วยเขียน Code และพัฒนาโปรแกรม ด้วยภาษา PHP เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล (MySQL)

1.4 ทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบหาขอผิดพลาด (Testing)

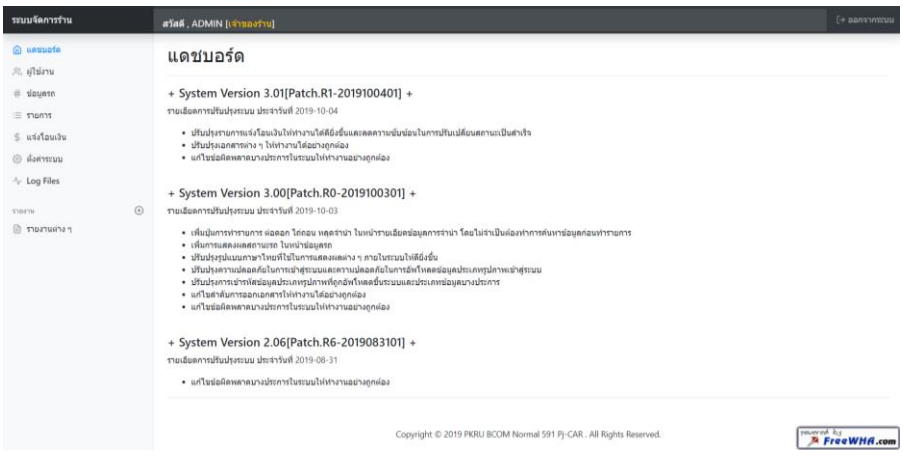
ผู้วิจัยทำการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นด้วยตนเอง โดยการเพิ่มข้อมูลเนื้อหาลงไปในโปรแกรม จากนั้นทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบหาจุดข้อผิดพลาด ทำการปรับปรุงเพื่อความถูกต้องในรูปแบบของการทำงาน

1.5 นำโปรแกรมไปทดลองกับผู้ใช้จริง (Usability)

ผู้พัฒนาระบบนำเว็บไซต์ระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ออนไลน์ไปทดลองใช้งานจริง โดยเจ้าของกิจการของบริษัทกระบี่รวมทุน สาขาสามกอง จังหวัดภูเก็ต และลูกค้า เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อผิดพลาดขึ้น ได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและบำรุงรักษาระบบโดยทันที

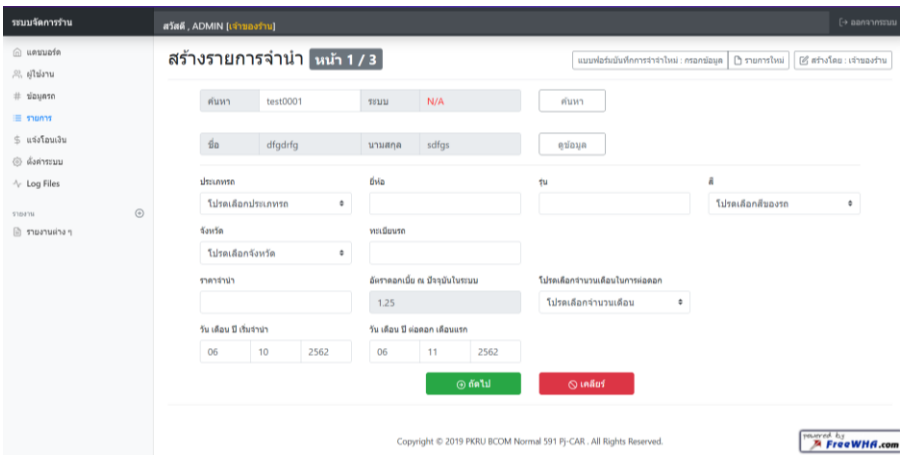
1.6 ประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม (Evaluate the Performance)

ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ จำนวน 30 คน



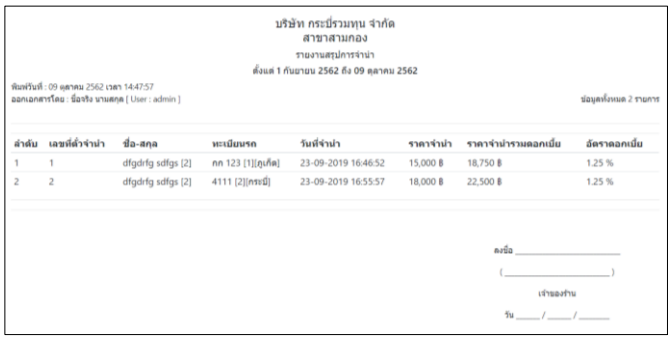
ภาพที่ 2 แสดงระบบจัดการร้านในส่วนของพนักงาน

จากภาพที่ 2 แสดงระบบจัดการร้าน โดยแสดงรายละเอียดระบบออกเป็น 7 ระบบหลัก ๆ ได้แก่ 1.แดชบอร์ด 2.ผู้ใช้งาน 3.ข้อมูลรถ 4.รายการ 5.แจ้งโอนเงิน 7.ตั้งค่าระบบ และรายงานต่าง ๆ



ภาพที่ 3 แสดงหน้าการจำนำ

จากภาพที่ 3 แสดงหน้าต่างสร้างรายการจำนำโดยใส่ข้อมูลของการจำนำ ประเภทรถ ยี่ห้อ รุ่น สี จังหวัดทะเบียนรถ ราคาจำนำ อัตราดอกเบี้ย จำนวนเดือนในการต่อดอก วัน/เดือน/ปีเริ่มจำนำ และวัน/เดือน/ปีต่อดอกเดือนแรก



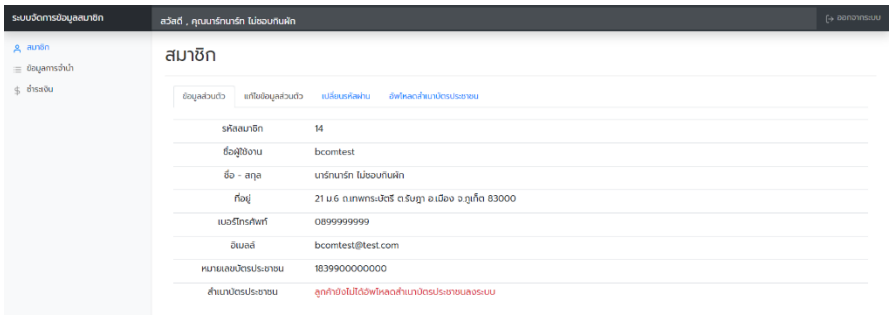
ภาพที่ 4 แสดงรายงานสรุปการจำนำ

จากภาพที่ 4 แสดงรายงานสรุปการจำนำ ประกอบด้วย ลำดับ เลขที่ตั๋วจำนำ ชื่อ-สกุล ทะเบียนรถ วันที่จำนำ ราคาจำนำ ราคาจำนำรวมดอกเบี้ย และอัตราดอกเบี้ย



ภาพที่ 5 แสดงหน้าเว็บไซต์ของลูกค้า

จากภาพที่ 5 แสดงหน้าเว็บไซต์ที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ในการจำนำรถยนต์ จักรยานยนต์ และแผนที่ของทางบริษัทกระบี่รวมทุน สาขาสามกอง จังหวัดภูเก็ต



ภาพที่ 6 แสดงหน้าระบบสมาชิก

จากภาพที่ 6 แสดงระบบสมาชิกแบ่งย่อยออกเป็น 1.ข้อมูลส่วนตัว 2.แก้ไขข้อมูลส่วนตัว 3.เปลี่ยนรหัสผ่าน และ 4.อัพโหลดสำเนาบัตรประชาชน



ภาพที่ 7 แสดงใบเสร็จรับเงิน/ใบเสร็จต่อดอก

จากภาพที่ 7 แสดงใบเสร็จรับเงิน/ใบเสร็จต่อดอก ประกอบด้วย เลขที่ต่อดอก รายละเอียด อัตราดอกเบี้ย จำนวนเงิน และวิธีชำระเงิน

3. ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ จำนวน 30 คน ของระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ด้านการออกแบบ

ด้านการออกแบบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.1 การออกแบบให้ใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อน เรียบง่าย	4.45	0.50	มากที่สุด
1.2 มีรายการแนะนำ คำอธิบาย บริการต่าง ๆ ชัดเจน	4.4	0.73	มากที่สุด
1.3 มีการใช้รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย	4.45	0.56	มากที่สุด
1.4 มีการใช้สีสันที่ความสบายตาและเหมาะสม	4.48	0.50	มากที่สุด
1.5 ภาษาที่ใช้ในระบบมีความเหมาะสม	4.2	0.44	มาก
รวม	4.45	0.34	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการออกแบบระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.45 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจการใช้สีสันที่สบายตาและเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.48 รองลงมา คือ การใช้รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม อ่านงาน และการออกแบบให้ใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อน เรียบง่าย โดยมีค่าเฉลี่ยที่เท่ากัน 4.45

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ด้านการใช้งาน

ด้านการใช้งาน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
2.1 ระบบมีความง่ายต่อการใช้งาน ไม่ซับซ้อน	4.43	0.62	มากที่สุด
2.2 ระบบช่วยลดการเดินทางไปบริษัทในการต่อดอกจำนำ	4.4	0.49	มากที่สุด
2.3 ระบบสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของตัวผู้ใช้งานได้	4.5	0.50	มากที่สุด
2.4 มีความเสถียรในการใช้งานของระบบ การเชื่อมต่อไม่เกิดปัญหา	4.43	0.62	มากที่สุด
2.5 ระบบช่วยลดขั้นตอนการติดต่อกับทางบริษัท	4.53	0.57	มากที่สุด
2.6 ระบบช่วยให้การอนุมัติการจำนำที่เร็วขึ้น	4.5	0.50	มากที่สุด

ด้านการใช้งาน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
2.7 ความรวดเร็วในการแสดงผล มีการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลทำให้ สะดวกต่อการค้นหาและเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย	4.4	0.54	มากที่สุด
2.8 ระบบนำมาใช้ประโยชน์ต่อองค์กรได้อย่างมี ประสิทธิภาพ	4.4	0.54	มากที่สุด
2.9 ระบบมีข้อมูลครบถ้วนครอบคลุมทุกขั้นตอน และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้	4.2	0.83	มาก
2.10 มีความเสถียรในการใช้งานของระบบ การเชื่อมต่อไม่เกิดปัญหา	4.4	0.54	มากที่สุด
2.11 ระบบสามารถช่วยลดขั้นตอนในการทำงานภายในองค์กรได้จริง	4.2	0.83	มาก
2.12 ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบมีความเหมาะสม	4.4	0.54	มากที่สุด
2.13 ความถูกต้องในการเพิ่ม/ลบ/แก้ไข/ค้นหาข้อมูลของระบบ	4.8	0.44	มากที่สุด
รวม	4.43	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านการใช้งานระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.43 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจความถูกต้องในการเพิ่ม/ลบ/แก้ไข/ค้นหาข้อมูลในระบบมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย 4.8 รองลงมา คือระบบช่วยลดขั้นตอนการติดต่อกับทางบริษัท และระบบช่วยให้การอนุมัติการจำนำที่เร็วขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย 4.53 และ 4.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ด้านความปลอดภัย

ด้านคุณภาพของเนื้อหา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3.1 ระบบมีการรักษาข้อมูลที่เป็นส่วนตัว	4.3	0.53	มากที่สุด
3.2 การเข้าใช้ระบบ เช่น Username Password เพื่อพิสูจน์ตัวตนก่อนเข้าใช้ระบบ	4.26	0.58	มากที่สุด
3.3 เมื่อมีการแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ จะมีการตรวจสอบก่อนทำการบันทึก	4.46	0.50	มากที่สุด
3.4 มีการจัดระดับความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล	4.6	0.54	มากที่สุด
3.5 ระบบมีการกำหนดสิทธิ์ในการจัดการข้อมูล	4.4	0.89	มากที่สุด
รวม	4.40	0.86	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านความปลอดภัยในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจมีการจัดระดับความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลใน

ระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.6 รองลงมา คือ เมื่อมีการแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ จะมีการตรวจสอบก่อนทำการบันทึก และระบบมีการกำหนดสิทธิ์ในการจัดการข้อมูล โดยมีค่าเฉลี่ย 4.46 และ 4.4 ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการศึกษาปัญหาการใช้งานและการให้บริการ การพัฒนาระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ออนไลน์ กรณีศึกษาบริษัทกระบี่รวมทุน สาขาสามกอง จังหวัดภูเก็ต การบริหารจัดการข้อมูลในการจัดเก็บการจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ยากต่อการจดบันทึกและจัดเก็บ มีความยากต่อการตรวจสอบรายละเอียดของการจำนำ การเดินทางของลูกค้าที่เดินทางมาต่อดอกการจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ในทุก ๆ เดือน ผลการวิจัยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านการออกแบบการใช้สีสันที่ความสบายตาและเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.48 ด้านการใช้งานมีความพึงพอใจความถูกต้องในการเพิ่ม/ลบ/แก้ไข/ค้นหาข้อมูลของระบบมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.80 และด้านความปลอดภัยมีความพึงพอใจการจัดระดับความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สฐิรพงษ์ เครือวงศ์ (2552) ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้สินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถยนต์ของกลุ่มลูกค้าบริษัทเงินทุนสินอุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน) ในจังหวัดเชียงราย ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้สินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถยนต์ในภาพรวมอยู่ในระดับมากและเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ได้แก่ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการให้บริการ ด้านการสร้างและนำเสนอลักษณะทางกายภาพ มีการตัดสินใจเลือกใช้สินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถอยู่ในระดับมากทุกด้าน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับการพัฒนาระบบจำนำรถยนต์และรถจักรยานยนต์ รวมทั้งยังเป็นผลทำให้เกิดแนวความคิดใหม่ ๆ ในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีการศึกษาเฉพาะขอบเขต ซึ่งการวิจัยในครั้งต่อไปควรมีการขยายกลุ่มตัวอย่างกว้างขึ้น เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยในครั้งนี้ และในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ธีรนันท์ อุนันท์จันทร์. (2548). **ความพึงพอใจของผู้เสียภาษีต่อการให้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของกรมสรรพากร** (Online). http://www.rd.go.th/region7/fileadmin/user_upload/internet/pak7service/file_M/m2.3.1.pdf, 6 กันยายน 2562. http://www.swpark.or.th/sdlcproject/index.php/14-sample-data-articles/87-2013-08-09-08-39-48, 9 ธันวาคม 2562

สมพร กลิ่นแพทย์กิจ,อิทธิกร ขำเดช. (2555). **ปัจจัยการตัดสินใจเลือกใช้บริการสินเชื่อรถยนต์กับธนาคารเกียรตินาคิน จำกัด (มหาชน)** (Online). https://opac.psu.ac.th/BibDetail.aspx?bibno=391292, 11 ธันวาคม 2562

สฐิรพงษ์ เครือวงศ์. (2552). **ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้สินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถของกลุ่มลูกค้าบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมจำกัด** (Online). http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=6475, 11 ธันวาคม 2562

นัทธมน องคานุภาพ. (2547). **ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกผู้ใหบริการสินเชื่อเพื่อการเช่าซื้อรถยนต์ของผู้ใช้บริการในอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน** (Online). https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/150915, 11 ธันวาคม 2562

เครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองในอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต

AIR DUST LEVEL DETECTION REAL TIME ONLINE MONITORING.

ปัฐมวรรณ เลขจิตร[1*] ,สิริมา นวลจันทร์[1*],อทิตยา สมบูรณ์[1*] และประเสริฐ นนทกาญจน์[2]

PATTAMAWAN LEKJIT[1*], SIRIMA NUANCHAN[1*] ,ATITAYA SOMBOON[1*]AND PRASERT NONTHAKARN[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างเครื่องมือสำหรับตรวจวัดและแจ้งเตือนระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศมีการแสดงผลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเป็นการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศว่ามีคุณภาพอากาศอยู่ในระดับใดโดยที่มีการทำงานเป็นระบบReal-Timeที่มีการแสดงข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน ระบบควบคุมการทำงานของเซนเซอร์เป็นการทำงานในรูปแบบของระบบเทคโนโลยีInternetofThingsที่เป็นการเชื่อมต่อแบบไร้สายโดยใช้เซนเซอร์ต่างๆในการวัดค่าของคุณภาพอากาศได้แก่วัดอุณหภูมิปริมาณฝุ่นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณฟอร์มาดีไฮด์และความชื้นเมื่อเซนเซอร์วัดค่าได้จะส่งข้อมูลขึ้นไปบนระบบคลาวด์และจะออกแบบให้มีการแสดงผลในระบบ Real – Time ผ่านแอฟพลิเคชั่นสมาร์ทโฟน และคอมพิวเตอร์เพื่อความรวดเร็วและความสะดวกแก่ผู้ใช้งานโดยจะสามารถดูค่าต่างๆของสภาพอากาศและฝุ่นละอองผ่านระบบอินเตอร์เน็ต การออกแบบระบบผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Arduino Node mcu เป็นตัวประมวลผลหลัก โดยมีอินพุตประกอบด้วยเซ็นเซอร์ต่างๆ จำนวน 2 ตัวได้แก่ เซ็นเซอร์ฝุ่น เซ็นเซอร์ คาร์บอนไดออกไซด์ ในการส่งข้อมูลใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์ในขั้นตอนการทดลองใช้ผู้วิจัยได้ติดตั้งเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตปรากฏว่าระบบสามารถวัดค่าสภาพอากาศและแสดงค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำ สามารถเตือนผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชันไลน์เมื่อคุณภาพอากาศอยู่ในขั้นวิกฤติ ด้านของระบบสามารถลดเวลาและแรงงานของการตรวจสอบคุณภาพอากาศลดลง การตรวจสอบคุณภาพอากาศจะมีมาตรฐานเที่ยงตรงตลอดเวลาของการตรวจสอบ เมื่อเทียบกับการตรวจสอบคุณภาพอากาศในรูปแบบเดิมที่ใช้แรงงานในการตรวจสอบ และบางตัวไม่มีการตรวจวัดเนื่องจากเครื่องมือมีราคาแพง

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศ, การตรวจสอบ, การแจ้งเตือน

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[*]Pattamawan.l@rmutsv.com, Sirima.n@rmutsvmail.com, Atitaya.s@rmutsvmail.com

Abstract

The purpose of this project is to build a dust and weather level monitoring through the internet and to increase the efficiency of measuring dust and weather forecast. The air quality is shown on the Real-Time measuring system will display the current data and the control system of the sensor. Which is a work in the form of an Internet of Things technology that connects wirelessly using various sensors to measure air quality, such as temperature sensor, dust sensor and carbon dioxide sensor when the sensor get the value, sent to the cloud system and display showing the results on Real-Time through the application on smart phones and computers for rapidly and easily for users which can view various values of weather and dust through the internet. For the system design, the researcher applied the Arduino Node mcu as the main processor with input consisted of 2 different sensors which dust sensor and carbon dioxide sensor For the testing system process, the researchers installed dust and weather level sensors on RUTs area. The results over the internet appears that the system can measure the weather and show the value with accuracy and able to alert the caretaker through the application in the event that the air quality is in critical condition aspects of the system can reduce the time and labor of air quality measuring. The inspections can reduced air quality checks and will be up to the standard at all times when compared to the conventional air quality checks by labor measuring.

Keywords: air quality, monitoring, notifications

บทนำ

มลพิษในอากาศเป็นภาวะอากาศที่มีสารพิษเจือปนอยู่ในอากาศ ถ้าหากมีปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นระยะเวลานานจะส่งผลทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์และพืช โดยทั่วไปฝุ่นละอองนั้นมีอยู่ในธรรมชาติ เช่น เกสรดอกไม้ ละอองดินทราย และฝุ่นที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรม การคมนาคม การเผาในที่โล่งและโรงไฟฟ้าพลังงานฟอสซิล ฝุ่นละอองขนาดใหญ่จะถูกกรองโดยร่างกายมนุษย์คือขนจมูก แต่จะมีฝุ่นขนาดเล็กขนาด PM2.5 หรือเล็กกว่านั้นจะสามารถเล็ดลอดผ่านขนจมูก เข้าสู่กระแสเลือดและอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ ปกติฝุ่นขนาดใหญ่จะมีน้ำหนักมากตกลงสู่พื้นตามแรงดึงดูดของโลก แต่ในกรณีของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) จะมีน้ำหนักที่น้อยมากสามารถลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นานและจะปะปนกับมลพิษอื่นในอากาศ หากปะทะเข้าจมูกหรือปาก ฝุ่นละอองขนาดใหญ่กว่านี้บางส่วนถูกขับออกมาเป็นเสมหะและฝุ่นขนาดเล็กนี้สามารถแพร่กระจายเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ถุงลมในปอดและผ่านเข้าสู่กระแสเลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ เพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเรื้อรังและมะเร็งหากสะสมอยู่ในอวัยวะ

ใดนาน ๆ โดย PM 2.5 แบ่งเป็นฝุ่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดโดยตรง และจากการรวมตัวของก๊าซและมลพิษอื่นๆ ในบรรยากาศ โดยเฉพาะซัลเฟอร์ไดออกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจน PM 2.5 ยังเป็นมลพิษและปนเปื้อนอยู่ในบรรยากาศได้นาน องค์ประกอบจะเป็นฝุ่นอันตราย เช่น ปรอท แคดเมียม อาร์เซนิก หรือโพลีไซคลิกอะโรมาติก

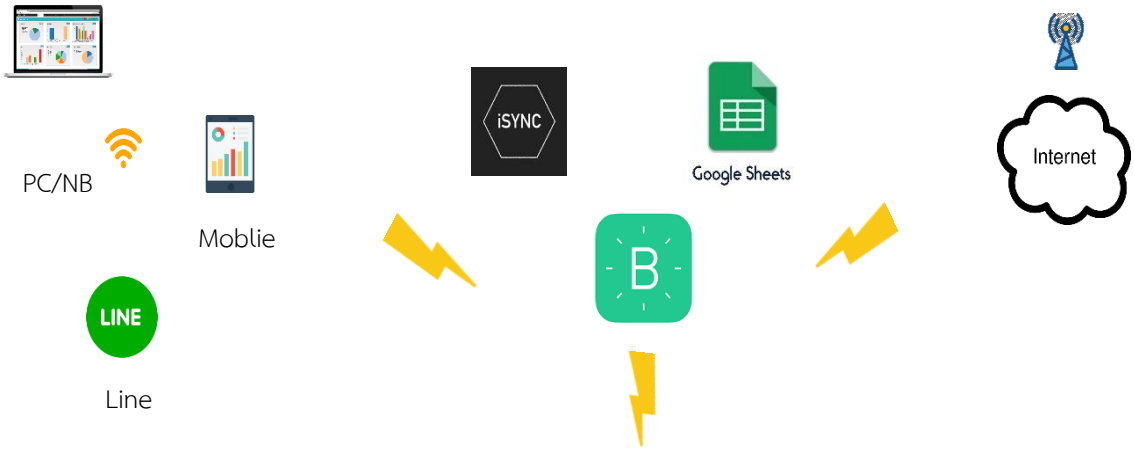
จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวทีมงานผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการสร้างเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองในอากาศแบบตลอดเวลา โดยจะให้มีการแสดงผลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ในการออกแบบระบบดังกล่าวผู้วิจัยได้แบ่งส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนระบบ Real – Time เพื่อแสดงข้อมูลที่เป็นปัจจุบันและระบบควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ ซึ่งเป็นการทำงานในรูปแบบของระบบเทคโนโลยี Internet of Things ที่เป็นการเชื่อมต่อแบบไร้สายโดยใช้เซนเซอร์ต่างๆในการวัดค่าคุณภาพอากาศ เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดฝุ่น เซนเซอร์วัดคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อเซนเซอร์วัดค่าได้จะส่งข้อมูลขึ้นไปบนระบบคลาวด์ และจะมีการแสดงผลในระบบ Real – Time ผ่านแอฟพลิเคชั่นสมาร์ทโฟนและคอมพิวเตอร์ เพื่อความรวดเร็วและความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน โดยสามารถดูค่าต่างๆของสภาพอากาศและฝุ่นละอองผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

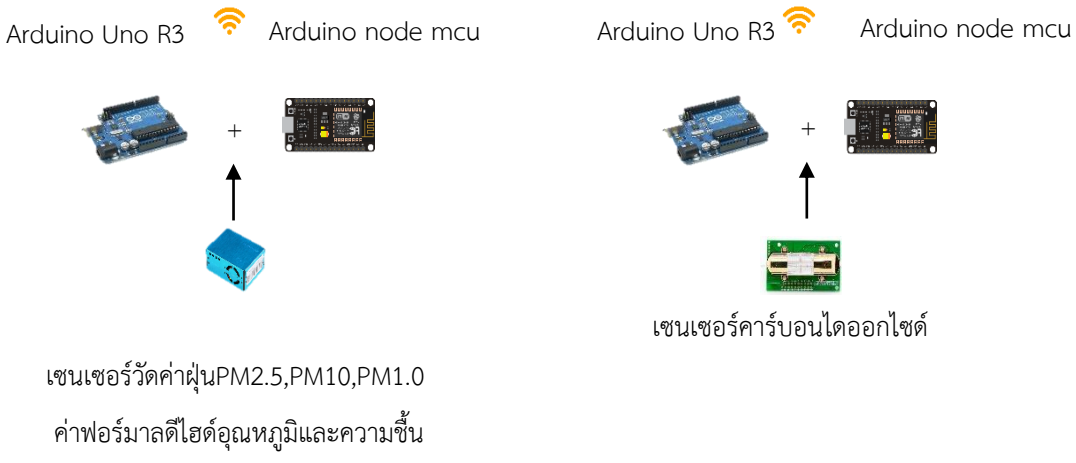
วิธีดำเนินการวิจัย

จากการวิเคราะห์ระบบการทำงานของเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต ทางผู้วิจัยได้ออกแบบใช้บอร์ด Arduino node mcu เป็นตัวกลางควบคุมการทำงานของระบบโดยจะทำงานร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆได้แก่ เซ็นเซอร์วัดระดับฝุ่น เซ็นเซอร์วัดคาร์บอนไดออกไซด์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และส่วนประกอบต่าง ๆเพื่อควบคุมระบบให้ทำตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบการทำงานของระบบดังนี้

โครงสร้างระบบฮาร์ดแวร์

เครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ อุปกรณ์สำหรับแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตมีการทำงานร่วมกับบอร์ด Arduino node mcu และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ซึ่งโครงสร้างการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆได้มีการออกแบบโครงสร้างระบบ แสดงดังรูปที่ 1





รูปที่ 1 โครงสร้างระบบ

จากรูปที่ 1 เป็นการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการพัฒนาเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยมี บอร์ด Arduino node mcu เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานตามคำสั่งที่ออกแบบไว้

โครงสร้างระบบ

ในการทดลองระบบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน โดยชุดระบบทั้งหมดจะบรรจุในกล่องแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงระบบภายนอกเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ

จากรูปที่ 2 แสดงลักษณะของกล่องควบคุม ระบบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต โดยมีเซนเซอร์วัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5,PM10,PM1.0,ค่าฟอร์มาลดีไฮด์,อุณหภูมิ,

ความชื้นและเซ็นเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ ระบบควบคุมมีการติดตั้งอุปกรณ์ภายในกล่อง เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยมีอุปกรณ์และส่วนประกอบภายในตู้ควบคุมดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงอุปกรณ์และส่วนประกอบภายในตู้ควบคุม

รูปที่ 3 แสดงลักษณะของชุดกล่องควบคุมระบบโดยมีอุปกรณ์ที่ติดตั้งและเชื่อมต่อประกอบเข้ากับกล่องควบคุมระบบ ประกอบด้วยบอร์ด Arduino node mcu และเซนเซอร์วัดค่าฝุ่นPM2.5,PM10,PM1.0,ค่าฟอร์มาลดีไฮด์,อุณหภูมิ,ความชื้นและเซ็นเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์

การติดตั้งตู้ควบคุมทดลองใช้

จากการออกแบบการทดลองระบบ ทางผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดทำกล่องบรรจุชุดควบคุมนำไปติดตั้ง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่ แสดงได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การติดตั้งตู้ควบคุมระบบ

จากรูปที่ 4 ในการติดตั้งตู้ควบคุมได้ทำการติดตั้งบริเวณลานใต้อาคารโดมของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่

การติดตั้งและทดลองการทำงานของเซนเซอร์

การนำเซ็นเซอร์ของระบบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต ทดลองที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่ แสดงได้ดังรูปที่ 5

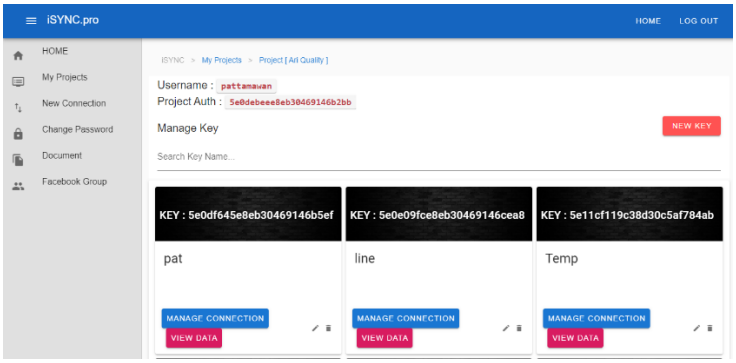


รูปที่ 5 การทดลองวัดค่าการทำงานของเซนเซอร์

จากรูปที่ 5 การติดตั้งชุดเซ็นเซอร์ โดยมีการออกแบบให้สามารถตรวจสอบระบบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต ระบบจะมีการรับค่าจากเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัว และส่งไปยังระบบคลาวด์ เมื่อค่าที่ได้รับมาตรงตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานได้ตั้งค่าไว้ ระบบจะแจ้งเตือนไปยังแอพพลิเคชั่นไลน์และแสดงค่าผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

หน้าจอแสดงการทำงานของระบบ

ในรูปที่ 6 จะเป็นการแสดงผลการตรวจสอบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต บนเว็บไซต์ iSYNC โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆแล้วส่งข้อมูลไปยังคลาวด์แล้วแสดงผลบน DASHBOARD



รูปที่ 6 แสดงผลหน้าในการเชื่อมต่อระบบ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต

รูปที่ 6 เป็นภาพหน้าจอแสดงผลระบบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต จะเป็นการแสดงผลสถานะของเซนเซอร์วัดค่าฝุ่นPM2.5,PM10,PM1,ค่าฟอร์มาลดีไฮด์,อุณหภูมิ, ความชื้นและเซ็นเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์

การแสดงผลการตรวจสอบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต บนเว็บไซต์ Blynk โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆแล้วส่งข้อมูลไปยังคลาวด์รูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต บนเว็บไซต์ Blynk

รูปที่ 7 หน้าจอแสดงผลระบบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต จะเป็นการแสดงผลสถานะของเซนเซอร์วัดค่าฝุ่นPM2.5,PM10,PM1,ค่าฟอร์มาลดีไฮด์,อุณหภูมิ,ความชื้นและเซ็นเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์

การแสดงผลการตรวจสอบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต บนเว็บไซต์ Blynk โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่าง ๆแล้วนำมาแสดงเป็นกราฟรูปที่ 8

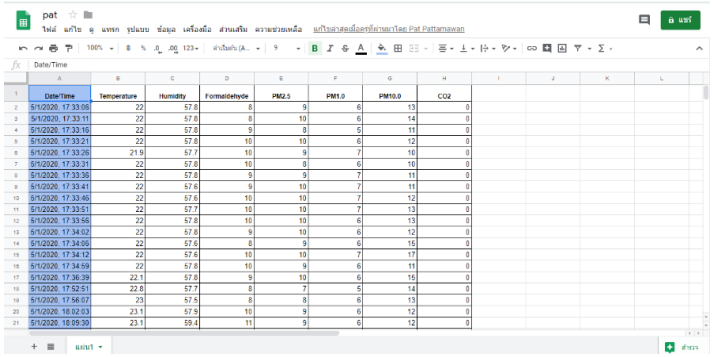


รูปที่ 8 แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต บนเว็บไซต์ Blynk รูปแบบกราฟ

รูปที่ 8 หน้าจอแสดงผลระบบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต จะเป็นการแสดงผลสถานะของเซนเซอร์วัดค่าฝุ่น PM2.5,PM10,PM1,ค่าฟอร์มาลดีไฮด์,อุณหภูมิ,ความชื้นและเซ็นเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ในลักษณะรูปแบบกราฟ

การบันทึกข้อมูลของระบบ

ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงการบันทึกข้อมูลของระบบตรวจสอบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตโดยบันทึกลงใน google sheet โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่าง ๆแล้วจัดเก็บข้อมูล วันและเวลาและค่าสถานะของเซนเซอร์นั้นเป็นไฟล์ .CSV ลงใน google sheet ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงการบันทึกข้อมูล google sheet

รูปที่ 9 แสดงการบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์ .CSV ที่ใช้กับ Microsoft Excel โดยจะระบุวันและเวลาและค่าสถานะของเซนเซอร์วัดค่า ฝุ่นPM2.5,PM10,PM1,ค่าฟอร์มาลดีไฮด์,อุณหภูมิ,ความชื้นและเซ็นเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์

การแจ้งเตือนของระบบ

การแจ้งเตือนของระบบตรวจสอบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ จะมีการแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต มีการแจ้งเตือนเมื่อตามเงื่อนไขที่กำหนดอยู่ในช่วงขั้นวิกฤติ โดยระบบจะแจ้งเตือนผ่าน Application Line การทำงานจะรับมาจากการค่าจากเซนเซอร์ต่าง ๆแล้วตรวจสอบเงื่อนไขที่ผู้พัฒนาระบบได้กำหนดเงื่อนไขไว้ ถ้าค่าสถานะที่ส่งมาจากเซกนเซอร์เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนผ่าน Application Line แสดงดังรูป 10



รูปที่ 10 การแจ้งเตือนผ่านทาง Application Line

รูปที่ 10 เป็นภาพข้อความของการแจ้งเตือนผ่านทาง Application Line ของระบบตรวจสอบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดลองจะการทดลอง 2 คือทดลองใช้เครื่องและแบบสอบถามการใช้งาน

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามโดยมีคำถามใน 3 ประเด็นหลัก ๆ ดังนี้ ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ แบบสอบถามความพึงพอใจมีจำนวน 7 ข้อ สำหรับกลุ่มเป้าหมายทางผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่ จำนวน 30 คนทำการประเมิน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยผลการวิเคราะห์ได้ผลความพึงพอใจอยู่ที่ 4.87 ซึ่งหมายถึงความพึงพอใจของการใช้ระบบมีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก และมีรายละเอียดการประเมิน แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.
1. ด้านประสิทธิภาพของการทำงานระบบ		
1.1 ความสามารถในการทำงานแบบอัตโนมัติของระบบ	4.75	0.50
1.2 ความสามารถในการทำงานของระบบโดยรวม	5.00	0.00
2. ด้านการทำงานตามฟังก์ชั่นของระบบ		
2.1 ความถูกต้องในการทำงานของเซนเซอร์	4.25	0.50
2.2 ความถูกต้องในการเตือนผ่านระบบไลน์	5.00	0.00
2.3 ความถูกต้องของระบบในภาพรวม	4.75	0.50
3. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์		
3.1 ระบบมีประโยชน์ต่อการตรวจสอบคุณภาพฝุ่น	5.00	0.00
3.2 ระบบมีประโยชน์ต่อสุขภาพ	5.00	0.00
รวม	4.87	0.25

ตารางที่ 1 จะแสดงให้เห็นผลของแบบสอบถามในส่วนความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.87)

จากการทดลองใช้งานระบบตรวจสอบวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต ผลการประเมินจากระยะเวลาในการตรวจสอบคุณภาพฝุ่น สามารถช่วยลดเวลาในการตรวจสอบและจากการสำรวจแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.87 ซึ่งสรุปผลการประเมินดังการใช้ของระบบตรวจสอบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต ครั้งนี้จะเป็นประโยชน์เพื่อใช้ในการพัฒนาต่อไป

ระบบตรวจสอบตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบคุณภาพฝุ่นในอากาศว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับไหนโดยระบบจะทำการรับค่าผ่าน

เซนเซอร์แต่ละตัวหลังจากนั้นส่งข้อมูลขึ้นคลาวด์และแสดงผลผ่าน PC/NB Monitorและ Moblie Monitor และมีการบันทึกผลใน google sheet และหากค่าเซนเซอร์มีค่าไม่ตรงกับค่าที่ผู้ใช้กำหนดที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่านทางระบบไลน์ให้ผู้ใช้ทราบ จากผลการทดลองระบบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต โดยการเปรียบเทียบในการตรวจสอบคุณภาพฝุ่นในรูปแบบเดิมและการตรวจสอบคุณภาพแบบการใช้ระบบเครื่องตรวจวัดระดับฝุ่นละอองและสภาพอากาศ แสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระบบในการตรวจสอบ

ค่าที่วัด	ระบบตรวจสอบคุณภาพฝุ่นแบบเดิม	ระบบตรวจสอบคุณภาพฝุ่นแบบใหม่
pm1.0 pm 2.5 pm 10	ไม่มีการตรวจวัด	มีการตรวจวัด
ฟอร์มาลดีไฮด์	ไม่มีการตรวจวัด	มีการตรวจวัด
อุณหภูมิ	ไม่มีการตรวจวัด	มีการตรวจวัด
ความชื้น	ไม่มีการตรวจวัด	มีการตรวจวัด
คาร์บอนไดออกไซด์	ไม่มีการตรวจวัด	มีการตรวจวัด

จากตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบคุณภาพฝุ่นแบบเดิมและแบบใหม่ ปรากฏว่าจากการใช้การระบบตรวจสอบคุณภาพฝุ่นแบบเดิมไม่มีการตรวจวัดค่ามาก่อนแต่เมื่อใช้ระบบตรวจสอบคุณภาพฝุ่นแบบใหม่ได้มีการตรวจวัดค่า pm1.0, pm 2.5, pm 10,ค่าฟอร์มาลดีไฮด์,ค่าอุณหภูมิ,ค่าความชื้นและค่าคาร์บอนไดออกไซด์เพราะระบบตรวจสอบคุณภาพฝุ่นแบบใหม่สามารถตรวจสอบได้ทันทีและตลอดเวลา

อุปสรรคและปัญหา

เซนเซอร์วัดคุณภาพอากาศรับค่าไม่ตรงกับค่าของเครื่องวัดคุณภาพอากาศ ทำให้คุณภาพของอากาศไม่ตรงกับความเป็นจริง

แนวทางการแก้ปัญหา

ทำการคาริเบทเซนเซอร์เพื่อให้เซนเซอร์รับค่าได้ตรงและถูกต้องตามมาตรฐานของคุณภาพของอากาศ

แนวทางการพัฒนางานวิจัย

1 พัฒนาระบบให้สามารถใช้อินเตอร์เน็ตแทนไวไฟได้เนื่องจากบางพื้นที่ไม่ครอบคลุมสัญญาณไวไฟ

2 พัฒนาระบบให้สามารถพยากรณ์ค่าล่วงหน้าได้เพื่อใช้ในการวางแผนป้องกัน

3 เพิ่มจุดในการตรวจวัดให้ครอบคลุม

4 เพิ่มในส่วนของคุณภาพอากาศอื่นๆที่จำเป็น

เอกสารอ้างอิง

[1] บอร์ด nodemcu esp8266 [Online]. http://dtecesp8266arduino.blogspot.com/2017/12/esp8266-esp8266-esp8266-wifi-3.html ,22 พฤศจิกายน 2560.

[2] Cloud Computing [Online]. https://www.it24hrs.com/2015/cloud-computing-and-cloud-definition, 21 ธันวาคม

[3] แอพพลิเคชั่น blynk [Online]. https://www.ab.in.th/article/68/app-%E0%B8%AA%E0%B8%B3%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%88%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B8%9B-blynk-nodemcu-esp8266-%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88-1blynk%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3 ,7 สิงหาคม 2561.

[4] Praphas เครื่องมือเขียนโปรแกรม ArduinoIDE. [Online]. http://praphas.com/index.php/arduino-2-sketch ,22 ตุลาคม 2560.

[5] เดชฤทธิ์ มณีธรรม (2561) การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ

[6] มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ (2561) Internet of Things (IoT) คณะเทคโนโลยีสำรสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[7] ภาสกร พาเจริญ (2562) พัฒนา IOT บนแพลตฟอร์ม Arduino ด้วย NodeMCU สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

การวัดสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Weather measurement in Phuket Rajabhat University with Internet of Things

สุรัฐ ซุ่นสั้น[1*], ฮอซาลี โส๊ะสันสี๊ะ[2]

Surat Sunsan[1*], Horsalee Sohsunsah[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ในการวัดสภาพอากาศ อันเนื่องมาจากข้อมูลสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต มีโอกาสที่ข้อมูลจะเกิดการคลาดเคลื่อน เพราะข้อมูลสภาพอากาศจังหวัดภูเก็ตจากกรมอุตุนิยมวิทยาที่กว้างขวาง และไม่ได้เจาะจงสถานที่อย่างทั่วถึง จึงเป็นที่มาของการสร้างอุปกรณ์วัดค่าสภาพอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตขึ้นมา โดยอุปกรณ์ชิ้นนี้ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์จะมีค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มของแสง เมื่ออุปกรณ์เริ่มทำงานจะส่งข้อมูลที่วัดค่าได้ขึ้นไปเก็บไว้บนคลาวด์ ซึ่งสามารถดูข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้ผ่านทางเว็บไซต์ Netpie Dashboard จากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังกลุ่มที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตเพื่อทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลที่เตรียมไว้แล้ว ต่อมากลุ่มที่ทำหน้าที่สร้างแอปพลิเคชั่นจะนำข้อมูลจากฐานข้อมูลอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลและนำมาแสดงผ่านแอปพลิเคชั่น ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ทางด้านต่างๆ เช่น จัดเก็บข้อมูลที่จะใช้ในการแจ้งเตือนภัยจากสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตร เพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้ามาศึกษาผ่านทางแอปพลิเคชั่นได้

คำสำคัญ : คลาวด์ ,อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ,แอปพลิเคชั่น ,เรียลไทม์, เว็บไซต์.

[1]นายสุรัฐ ซุ่นสั้น สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]นายฮอซาลี โส๊ะสันสี๊ะ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

***Corresponding author, Email:** s5910886127@pkru.ac.th*, s5910886132@pkru.ac.th

Abstract

The objective of this research is to measure weather conditions. Due to the weather data within Phuket Rajabhat University There is a chance that the data will be inaccurate. Because the weather information from Phuket from the Meteorological Department is extensive and did not specify the location thoroughly Therefore is the origin of building weather measuring equipment Within Phuket Rajabhat University in which this device uses the internet technology of everything The values measured by the device are temperature, humidity and light intensity. When the device starts working it will send the measured data to the cloud. Real-time data can be viewed on the Netpie Dashboard website. The data will then be forwarded to the group that collects the internet data of Phuket Rajabhat University's objects in order to store the data in the prepared database. Already Later, the group responsible for creating the application will use the data from the internet database of Phuket Rajabhat University to analyze the data and display it through the application Which will cause various benefits such as collecting data to be used for weather alert in Phuket Rajabhat University and can be applied in agriculture So that general users can come to study through the application.

Keywords: Cloud, Internet of Things, Application, Real time, Website

บทนำ

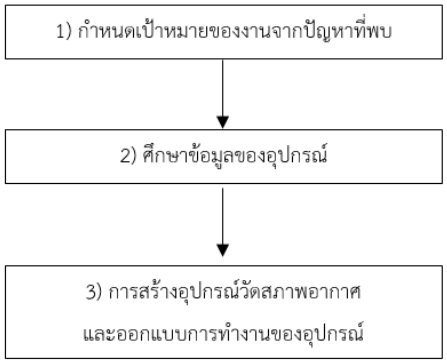
รัฐบาลได้มีการกำหนดให้จังหวัดภูเก็ตเป็น Smart City (นราการ นันทไตรภพ, 2561) ซึ่งตัวแปลหลักสำคัญ คือ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตได้มีส่วนร่วม โดยมีการกำหนดยุทธศาสตร์ให้มหาวิทยาลัยเป็น Smart University ซึ่งทางสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์เป็นสาขาแรกที่นำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง(Internet of Things) (เสกสรรค์ ศิวิลัย, 2559) มาปรับใช้ในการศึกษาการทำงานวิจัย และได้มีแนวทางในการสร้างผลงานมากมาย ได้แก่ การแก้ปัญหาทางการจราจร การบริหารจัดการน้ำในคลองที่ผ่านมหาวิทยาลัย การบริหารการใช้ไฟฟ้า น้ำประปาของมหาวิทยาลัย และการวัดสภาพอากาศในมหาวิทยาลัย จะได้ข้อมูลที่สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลและนำมาแสดงผ่านแอปพลิเคชั่นได้

ในส่วนของ"การวัดสภาพอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง"เป็นหนึ่งในผลงานที่กล่าวมาข้างต้น มีการพัฒนาขึ้นเพื่อวัดค่าสภาพอากาศ เฉพาะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต เป็นผลงานที่สร้างขึ้นอย่างมีลำดับแบบแผน มีการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยอย่างละเอียด ในส่วนของการเลือกอุปกรณ์มาใช้งาน ได้ทำการทดลองและเปรียบเทียบอุปกรณ์เพื่อเลือกอุปกรณ์ที่คุ้มค่าที่สุด ในส่วนต่อมาจะเป็นส่วน

ของโปรแกรมมิ่งได้มีการนำโค๊ดที่มีอยู่แล้วมาดัดแปลงทดสอบการใช้งานอยู่หลายรอบเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นมาในขั้นตอนการนำไปใช้งาน ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งขึ้นไปเก็บไว้ที่คลาวด์เพื่อดูข้อมูลแบบเรียลไทม์ ขั้นตอนต่อมาจะนำข้อมูลบันทึกลงฐานข้อมูลที่เตรียมไว้แล้ว มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลและนำมาแสดงผ่านแอปพลิเคชั่น ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ทางด้านต่างๆ เช่น จัดเก็บข้อมูลที่จะใช้ในการแจ้งเตือนภัยจากสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตร เพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้ามาศึกษาผ่านทางแอปพลิเคชั่นได้

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับวิธีดำเนินการวิจัยของการวัดสภาพอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน



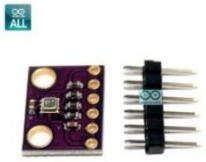
ภาพที่ 1 วิธีดำเนินการวิจัย

1) กำหนดเป้าหมายของงานจากปัญหาที่พบ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากการสำรวจสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ปัญหาที่พบคือสภาพอากาศที่ส่งผลต่อสุขภาพร่างกายทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

สภาพอากาศที่ร้อนจัด จะเกิดขึ้นในอุณหภูมิตั้งแต่ 40 องศาเซลเซียสขึ้นไป ผลกระทบจากการเผชิญกับสภาพอากาศที่ร้อนจัดเป็นเวลานานจะทำให้ร่างกายส่งเลือดไปเลี้ยงตามผิวหนังเพื่อคลายความร้อน ส่งผลให้เลือดไปเลี้ยงสมอง กล้ามเนื้อ รวมถึงอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายไม่เพียงพอ จึงมีผลต่อความแข็งแรงของร่างกายและสภาพจิตใจ ทั้งยังทำให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมาได้ เช่น ตะคริวแดด อาการเพลียแดด โรคลมแดด เป็นต้น (นรินทร์รัชต์ พิชญคามินทร, 2558)และความชื้นในอากาศ โดยที่ความชื้นของมนุษย์ปกติจะอยู่ระหว่าง 40-60% เมื่อระดับความชื้นสูงกว่าปกติ จะทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งเชื้อราจะเป็นภัยคุกคามสำหรับผู้ป่วยโรคภูมิแพ้และโรคหอบหืด แต่เมื่อระดับความชื้นต่ำกว่า จะทำให้เกิดการติดเชื้อในอากาศ เช่น โรคหวัด และไข้หวัดใหญ่ เป็นต้น (Sodartis Nanama, 2013) โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้เซนเซอร์ตรวจวัดค่าสภาพอากาศ เพื่อแจ้งเตือนภัยและเตรียมรับมือกับสภาพอากาศที่จะเกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยแสดงผลผ่านเว็บไซต์ Netpie Dashboard

2) ศึกษาข้อมูลของอุปกรณ์

1. เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิความชื้น และความดันอากาศ BME280 ต้องใช้ไฟเลี้ยง 3.3V ถึง 5V คุณภาพที่ได้เมื่อเทียบกับอุปกรณ์อีกตัวอย่าง DHT22 พบว่าค่าที่ได้มีความเสถียรกว่า และตัวอุปกรณ์ยังมีอายุในการใช้งานที่นานกว่า DHT22 (Sensortec, B, 2014)



ภาพที่ 2 เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิความชื้น และความดันอากาศ BME280

2. เซนเซอร์วัดค่าความเข้มของแสง GY-49 MAX44009 ค่าที่วัดได้ตั้งแต่ 0.045 ถึง 188,000 LUX ต้องใช้ไฟเลี้ยง 1.7Vถึง 3.6V แต่เมื่อนำไปทดลองจริงพบว่าค่าที่ได้มีความไม่เสถียรอยู่เล็กน้อย แต่หากเทียบกับเซนเซอร์อีกตัวอย่าง LDR Photoresistor พบว่าเจอความไม่เสถียรที่มากกว่า GY-49 MAX44009 (Maxim Integrated, 2011)



ภาพที่ 3 เซนเซอร์วัดค่าความเข้มของแสง GY-49 MAX44009

3. บอร์ดทดลอง **NodeMCU V2** อุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการเขียนชุดคำสั่ง และสามารถเชื่อมต่อกับสัญญาณ WIFI ที่อยู่รอบข้างได้ (ไม่สามารถส่งข้อมูลโดยที่ไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้) (Parihar, Y. S, 2019)



ภาพที่ 4 บอร์ดทดลอง NodeMCU V2

4. LTE 4G USB Modem with WI-FI HotSpot อุปกรณ์ที่มีหน้าที่ปล่อยสัญญาณ WIFI โดยผ่านโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 5 LTE 4G USB Modem with WI-FI HotSpot

5. **Adaptor** แหล่งจ่ายไฟ 5V 2A อุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการแปลงไฟ **AC 100-240V** เป็น **DC 5V 2A** เพื่อจ่ายไฟเข้ากับอุปกรณ์ (ใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าได้จากภายในอาคาร)



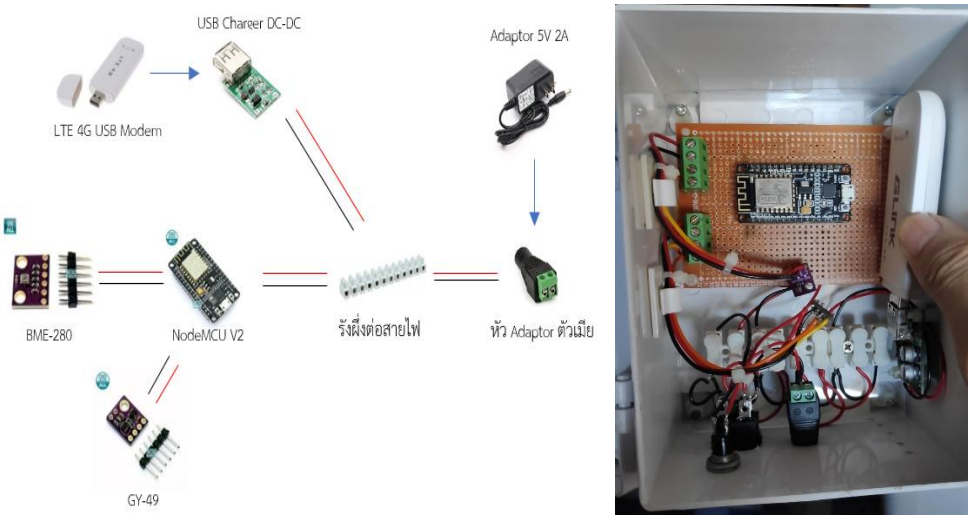
ภาพที่ 6 Adaptor แหล่งจ่ายไฟ 5V 2A

6. **0.9V-5.0V** USB Charger DC-DC อุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ **LTE 4G USB Modem with WI-FI HotSpot**



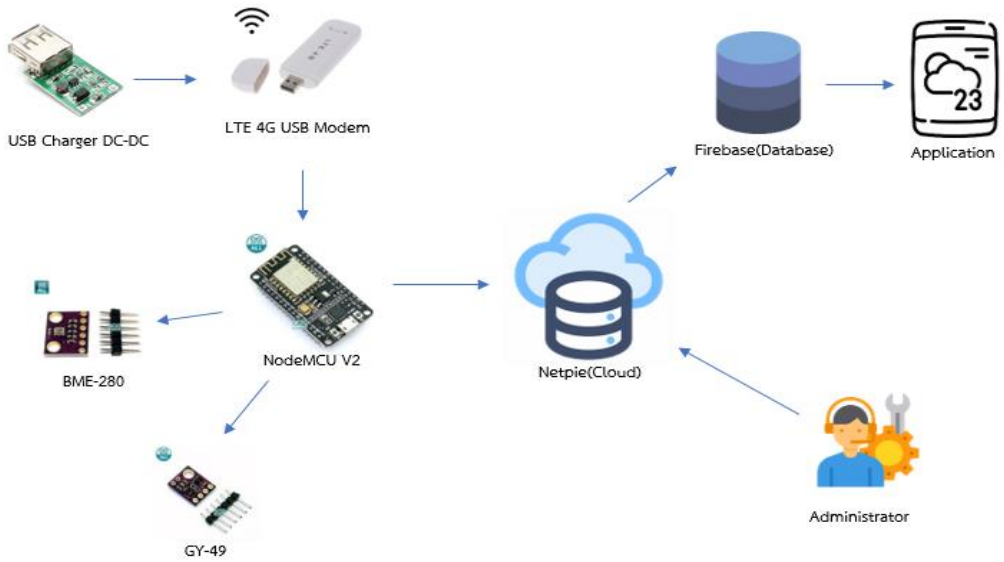
ภาพที่ 7 0.9V-5.0V USB Charger DC-DC

3) การสร้างอุปกรณ์วัดสภาพอากาศและออกแบบการทำงานของอุปกรณ์



ภาพที่ 8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดสภาพอากาศ

จากภาพที่ 8 ขั้นตอนการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดค่าสภาพอากาศ โดยเริ่มต้นจากการนำเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้น (BME-280) และเซนเซอร์วัดค่าความเข้มของแสง (GY-49) เชื่อมต่อกับบอร์ดทดลอง NodeMCU V2 และนำอุปกรณ์ LTE 4G USB Modem ประกอบเข้ากับ USB Charger โดยนำอุปกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้น มาเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับเต๋าต่อสายไฟ และนำอุปกรณ์ Adaptor 5V จ่ายกระแสไฟให้กับตัวอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเต๋าต่อสายไฟ ให้สามารถทำงานได้



ภาพที่ 9 System Architecture การวัดสภาพอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

จากภาพที่ 9 คือกระบวณการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าสภาพอากาศ โดยเริ่มต้นจากการเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU V2 ,เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น(BME-280) และเซนเซอร์วัดค่าความเข้มของแสง(GY-49) โดยทำการเขียนชุดคำสั่งให้กับ NodeMCU V2 ให้สามารถอ่านรับค่าจากเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัว

ขั้นตอนต่อไป จะทำการใช้ USB Charger DC-DC เพื่อจ่ายไฟให้กับ LTE 4G USB Modem นำมาใช้ในการปล่อยสัญญาน WIFI โดยผ่านโครงข่ายสัญญาณโทรศัพท์มือถือ ซึ่งจะทำให้ตัว NodeMCU V2 สามารถรับสัญญาณ WIFI จาก LTE 4G USB Modem และส่งข้อมูลไปยังเว็บไซต์ Netpie เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มของแสง ที่เว็บไซต์ Netpie Dashboard ในรูปแบบเกจวัดค่า และสามารถเรียกดูข้อมูลได้แบบ Real time

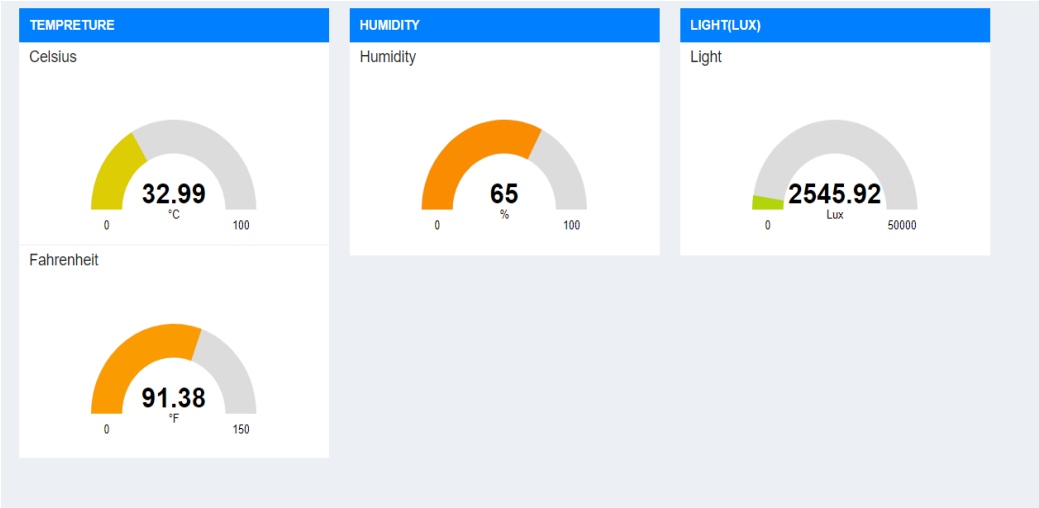
จากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังกลุ่มที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตเพื่อทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลที่เตรียมไว้แล้ว ต่อมากลุ่มที่ทำหน้าที่สร้างแอปพลิเคชั่นจะนำข้อมูลจากฐานข้อมูลอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต เพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้ามาศึกษาผ่านทางแอปพลิเคชั่นได้ ในส่วนของ Administrator จะเป็นผู้ดูแลระบบ เมื่อเกิดข้อมูลผิดพลาดหรือข้อมูลเกิดการส่งล่าช้าผิดปกติภายในเว็บไซต์ Netpie

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลและคิดค้นงานวิจัยการวัดสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และหาทำเลที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์บริเวณอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยการยึดจุดศูนย์กลางของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตเป็นหลักในการเก็บข้อมูล สามารถเก็บข้อมูลเมื่อมีการทำงานของอุปกรณ์วัดค่าสภาพอากาศ และส่งข้อมูลขึ้นไปยังเว็บไซต์ Netpie(Cloud) ซึ่งสามารถดูข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ Netpie Dashboard



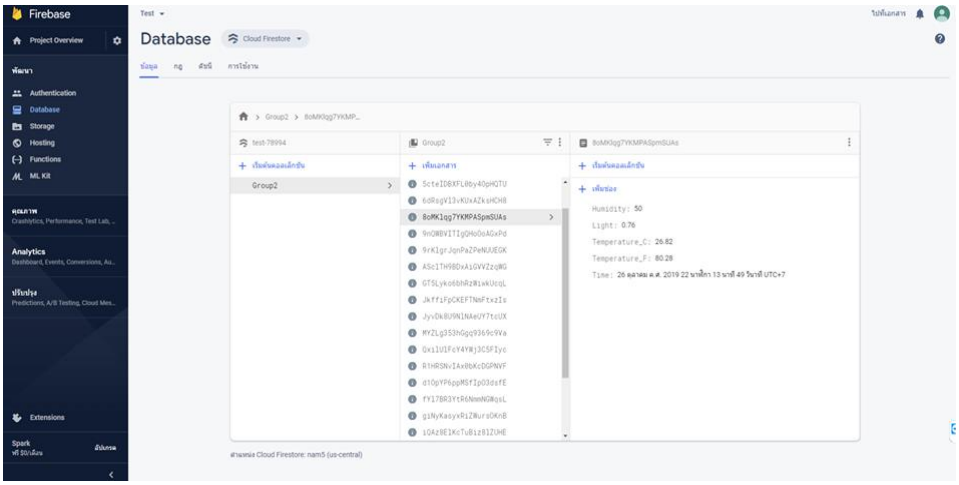
ภาพที่ 10 บริเวณอาคารที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์



ภาพที่ 11 จอแสดงผลในรูปแบบเกจวัดของ Netpie Dashboard จากการส่งข้อมูล 1 ชุด

การวัดสภาพอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง อุปกรณ์ในการวัดค่าสภาพอากาศถือว่าประสบความสำเร็จในการเลือกใช้งานอุปกรณ์อย่างถูกต้อง โดยข้อมูลที่ได้มานั้นจะนำมาวิเคราะห์ข้อมูล และทำให้เกิดประโยชน์ทางด้านต่างๆ เช่น จัดเก็บข้อมูลที่จะใช้ในการแจ้งเตือนภัยจากสภาพอากาศภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตร เพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้ามาศึกษาผ่านทางแอปพลิเคชั่นได้

และทำการทดลองส่งข้อมูลไปให้ กลุ่มที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตเพื่อทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลที่เตรียมไว้แล้ว โดยส่งข้อมูล จำนวน 2-3 วัน โดยประมาณเพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลสามารถเก็บในฐานข้อมูลได้ ในการส่งแบบ Real time



ภาพที่ 12 ตัวอย่างจากกลุ่มเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล Firebase จำนวน 1 ครั้ง

กิตติกรรมประกาศ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือชี้แนะในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะในด้านการเขียนรายงานและการทำอุปกรณ์ หรืออื่น ๆ จึงขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่มอบโอกาสให้ในการทำงานวิจัยเรื่อง การวัดสภาพอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

เอกสารอ้างอิง

นรากร นันทไตรภพ. (2561). เมืองสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ. เข้าถึงได้จาก https://library2.parliament.go.th/ebook/content-issue/2561/hi2561-063.pdf

เสกสรรค์ ศิวิลัย. (2559). Internet of Things เมื่อสรรพสิ่งล้วนเชื่อมต่อ (อินเทอร์เน็ต). เข้าถึงได้จาก http://km.psru.ac.th/wp-content/uploads/2016/11/IoT-1-1.pdf

นรินทร์รัชต์ พิชญคามินทร์. (2558). เตือนอากาศร้อนจัด เสี่ยงโรคภัย. เข้าถึงได้จาก https://www.thaihealth.or.th/Content/28017-เตือนอากาศร้อนจัด%20เสี่ยงโรคภัย.html

Sodartis Nanama. (2013). *การควบคุมความชื้น*. เข้าถึงได้จาก https://www.sod.co.th/การควบคุมความชื้น/#page-content

Sensortec, B. (2014). BME280 Combined humidity and pressure sensor. Retrieved from http://www.embeddedadventures.com/datasheets/BME280.pdf

Maxim Integrated. (2011). MAX44009 Ambient Light Sensor with ADC. Retrieved from https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX44009.pdf

Parihar, Y. S. (2019). Internet of Things and Nodemcu. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/337656615_Internet_of_Things_and_Nodemcu_A_review_of_use_of_Nodemcu_ESP8266_in_IoT_products

ระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด

Disease Check Information System from Urinalysis Result : Tambon Kapiat Health Promotion Hospital

สุนิษา คิดใจเดียว[1*], โสภี แก้วชะฎา[2], สมคิด พินิจชัน[3], เบญจรัตน์ ภักดี[4]

Sunisa Kidjaideaw[1*], Sopee Kaewchada[2], Somkit Pinichan[3], Benjarat Pakdee[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบสารสนเทศการวิเคราะห์โรคจากผลการตรวจปัสสาวะของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบสารสนเทศการวิเคราะห์โรคจากผลการตรวจปัสสาวะของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โดยอาศัยหลักการพัฒนาระบบตามวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) มีการแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานเป็น 4 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล เจ้าหน้าที่ รพ.สต และผู้ป่วย โดยผู้ดูแลระบบเป็นผู้จัดการข้อมูลทั้งหมด เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลและเจ้าหน้าที่ รพ.สต สามารถจัดเก็บข้อมูล และค้นหาข้อมูล และผู้ป่วยสามารถดูผลการตรวจรักษา ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับดี (4.41) และได้นำระบบไปทดลองใช้งาน ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (4.55) เมื่อจำแนกเป็นรายกลุ่ม พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับดี (4.41) และกลุ่มของผู้ป่วยอยู่ในระดับดีมาก (4.57)

คำสำคัญ: ผลการตรวจปัสสาวะ, ผู้ป่วย, เจ้าหน้าที่ รพ.สต, เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล

[1, 2]อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3]นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[4]นักศึกษาสาขาวิชาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*]**Corresponding author, E-mail:** sunisa_kid@nstru.ac.th

Abstracts

This research aims 1) to develop disease analysis information system from urinalysis result of Tambon Kapiat health promotion hospital and 2) to investigate the user satisfaction level of disease analysis information system from urinalysis result of Tambon Kapiat health promotion hospital. In the system development life cycle, there are 4 user groups (administrator, hospital staff , health promotion hospital staff, and patient group). Administrator group were able to manage all data, hospital staff group and health promotion hospital staff group were able to manage data and search report and patient group were able to view treatment result information. The performance of the overall system was evaluated by the experts and they provided a high level (mean = 4.41). The user satisfaction level of the system was evaluated by the users and the satisfaction level was very high (mean = 4.55). The satisfaction levels of the staff group and patient group was high (mean = 4.41 and mean = 4.57).

Keywords: Urinalysis result, Patient, Health promotion hospital staff, Hospital staff

บทนำ

ในปัจจุบันโรคภัยไข้เจ็บที่เกิดขึ้นกับประชากรของประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเฉลี่ยปีละ 100,000 คน (วิจัยระบบสุขภาพ 2561 (เล่ม1), 2561) ซึ่งมีปัญหาเนื่องมาจากการแพร่กระจายของเชื้อโรคด้วยปัจจัยต่างๆ ทั้งด้านสภาพแวดล้อม สังคม วัฒนธรรมและการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน ซึ่งการตรวจรักษานั้นทำได้ในหลายวิธี เช่น การทานยาหรือการรับวัคซีนและการตรวจรักษาทางกายภาพโดยการตรวจผลจากค่าปัสสาวะเป็นต้น ทำให้โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทุกๆ แห่งต้องปรับตัวรับมือกับผู้ป่วยจำนวนมาก ตามนโยบายของกรมการแพทย์ ที่มีนโยบายให้ทุกโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล มีการวางมาตราการในการดูแล และตรวจสุขภาพของคนในชุมชนโดยการตรวจวิเคราะห์โรคจากการตรวจปัสสาวะเพื่อหาโรคต่างๆ อทิเช่น โรคเบาหวาน โรคนิ่วในไต โรคขาดน้ำ โรคท่อปัสสาวะอักเสบ เพื่อเป็นการคัดกรองผู้ป่วยที่สังกัดอยู่ในความรับผิดชอบของโรงพยาบส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลนั้นๆ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด ตั้งอยู่ ณ หมู่ที่ 4 บ้านกะเปียด ตำบลกะเปียด อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นสถานที่หนึ่งที่ให้บริการการรักษาและตรวจสุขภาพของประชาชนในตำบลกะเปียด และหมู่บ้านใกล้เคียง มีการตรวจสุขภาพประจำปีของผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัว การดำเนินงานเป็นไปอย่างล่าช้า เนื่องจากการตรวจปัสสาวะในการวิเคราะห์โรคในแต่ละครั้งต้องส่งข้อมูลการตรวจให้กับเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลเพื่อวิเคราะห์ผลการตรวจ โดยมีการเก็บข้อมูลด้วยการบันทึกลงแฟ้มเอกสาร และทำให้เกิดความไม่ถูกต้องของข้อมูล เพราะข้อมูลอาจเกิดความซ้ำซ้อนกันและไม่สะดวกต่อการนำมาใช้งาน ทำให้การดูแล

รักษาผู้ป่วยเป็นไปอย่างยากลำบาก เพราะต้องค้นหาข้อมูลประวัติการรักษาจากแฟ้มข้อมูลที่ถูกจัดลงแฟ้มตามเลขที่บ้าน จนบางครั้งทำให้ผู้ป่วยต้องใช้เวลาในการรักษาที่นานมากขึ้น เนื่องจากหาแฟ้มประวัติไม่เจอ อีกทั้งข้อมูลเหล่านั้นมีการสูญหายและเกิดความเสียหาย จากสภาพอายุการใช้งานของเอกสาร ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด โดยการนำเทคโนโลยีด้านการจัดเก็บข้อมูลเข้ามาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของผู้ป่วย ให้เป็นระบบ มีความถูกต้อง เรียกใช้งานได้สะดวก และนำข้อมูลในการจัดเก็บเหล่านั้นมาวิเคราะห์โรคโดยการใช้ทฤษฎีในการตรวจรักษาโรคต่างๆ นำมาเป็นข้อมูลในการวัดวิเคราะห์ สามารถทำให้การดำเนินการรักษาผู้ป่วยมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพราะสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นสารสนเทศในการวางแผนในการรักษาและติดตามอาการของผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

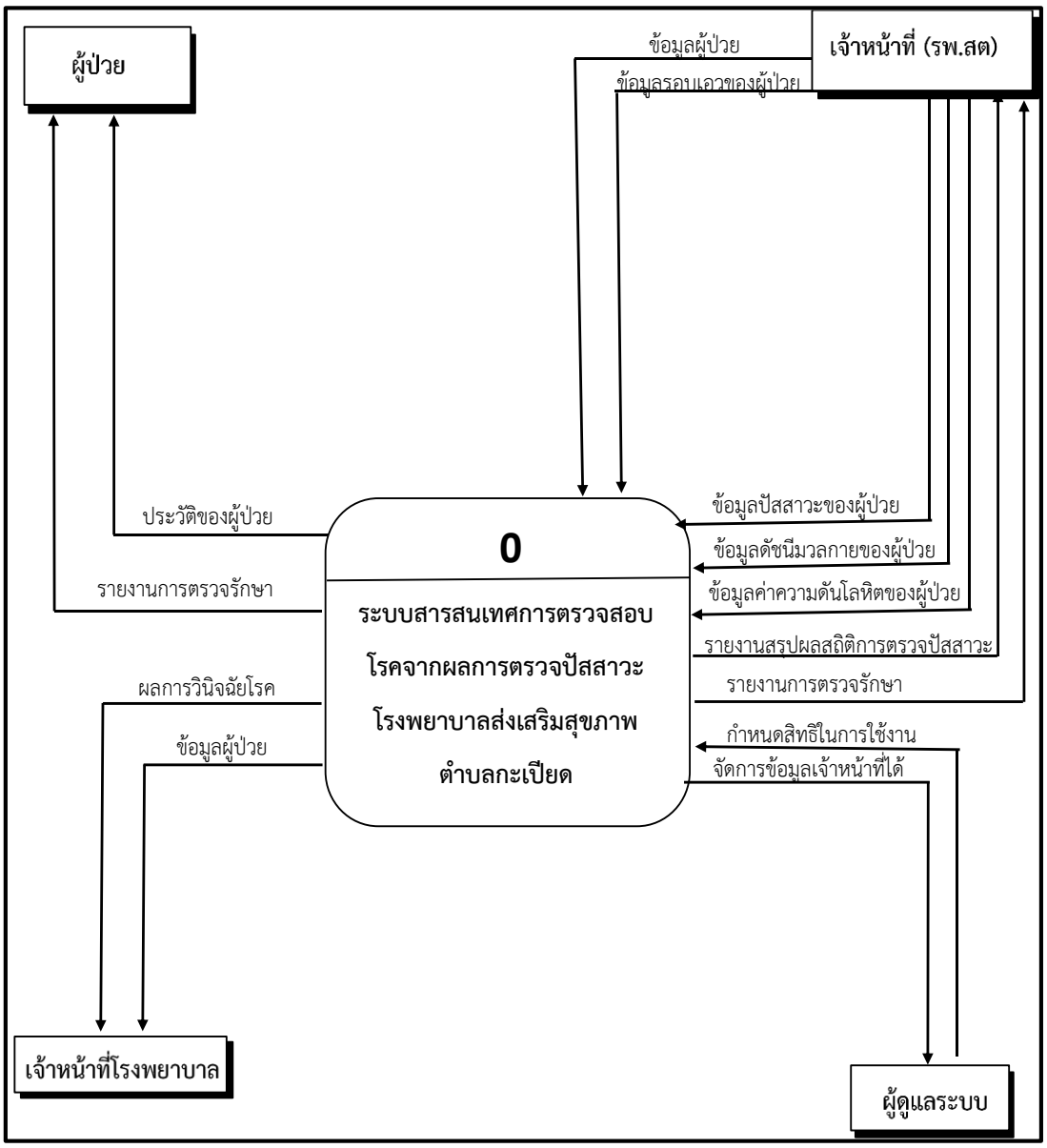
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนระบบ

การวางแผนระบบ (Systems Planning) โดยเริ่มจากการศึกษาปัญหา ความต้องการของผู้ใช้ระบบในการรักษาและติดตามผู้ป่วย ด้วยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่สาธารณสุข และจากการค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารและผลกระทบที่มีต่อการพัฒนาระบบเพื่อให้ระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การวิเคราะห์ระบบ

การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) โดยนำความต้องการของระบบจากการสัมภาษณ์ความต้องการของผู้ใช้ระบบงานมาวิเคราะห์รายละเอียด และนำทฤษฎีการตรวจรักษาโรคต่างๆ (สถาบันวิจัยสาธารณสุข. 2561) นำมาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ระบบและเพื่อการพัฒนาเป็นแบบจำลองประกอบด้วยแผนภาพบริบท ดังภาพ 1

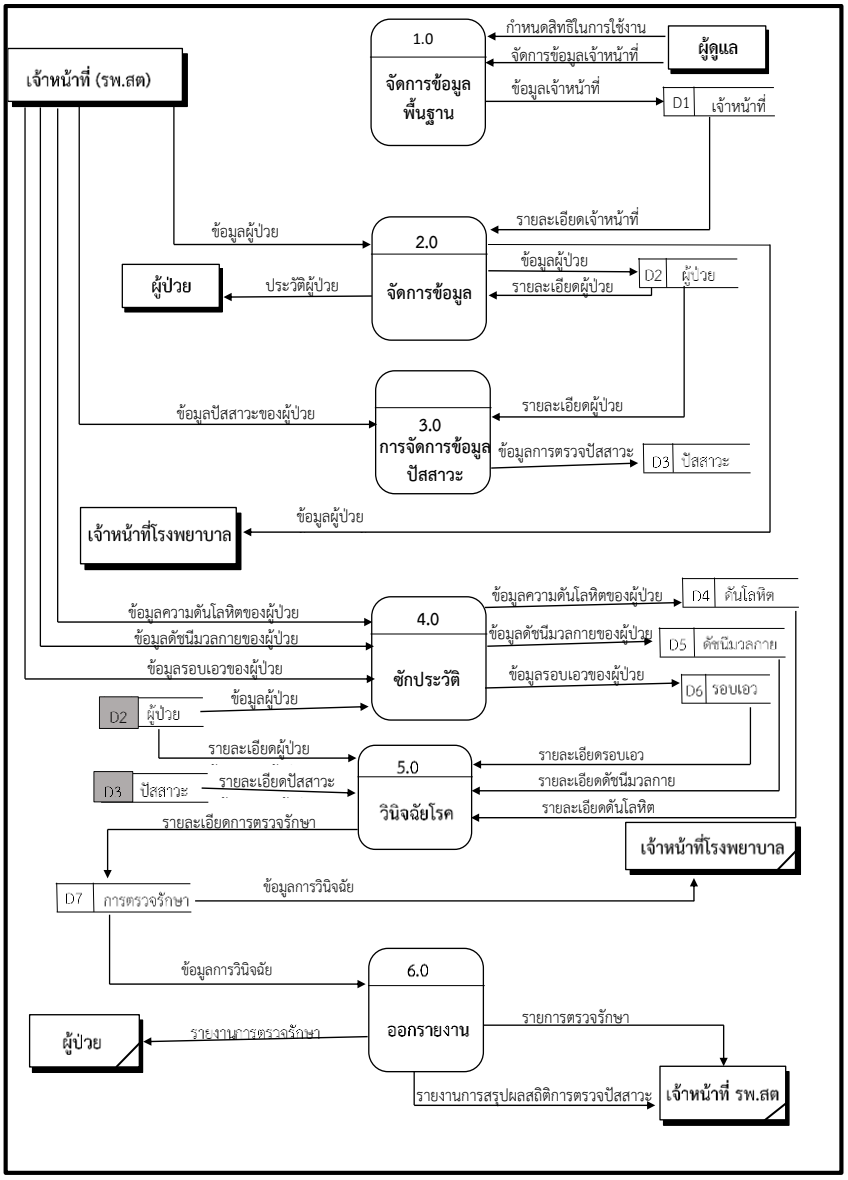


ภาพ 1 แผนภาพบริบทของระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด

3. การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบ (Systems Design) หลังจากการวิเคราะห์ระบบแล้วผู้พัฒนาได้ออกแบบระบบโดยการออกแบบระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด กิจกรรมในขั้นตอนนี้จะเริ่มด้วยการออกแบบส่วนต่างๆ การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบ่งออกเป็น

4 ส่วน คือ ผู้ดูแลระบบ จะเป็นผู้กำหนดสิทธิ์ในการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้อื่นๆ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลจะเป็นผู้ดึงข้อมูลต่างๆ เข้าเพื่อวิเคราะห์อาการป่วยของผู้ป่วย เจ้าหน้าที่ (รพ.สต) เป็นผู้ป้อนข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วย ทำการบันทึกลงในระบบเพื่อส่งข้อมูลให้เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล และผู้ป่วย สามารถดูข้อมูลส่วนตัว ผลการรักษา และประวัติการรักษาของตนเองได้ ที่แสดงในแผนภาพกระแสข้อมูลดังภาพ 2



ภาพ 2 แผนภาพกระแสข้อมูลของระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด

4. การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด โดยใช้โปรแกรมภาษา PHP ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL (พิทักษ์พงศ์ พายุหะ,2561) โดยการพัฒนาได้ทำการทดสอบความถูกต้องของการทำงานในระบบส่วนต่างๆ เพื่อหาข้อผิดพลาดและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น จัดทำคู่มือการใช้งานระบบ ติดตั้งระบบ ทดสอบการใช้งานจริง เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบอีกครั้ง ทำให้ระบบมีการทำงานที่ถูกต้องและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การบำรุงรักษา

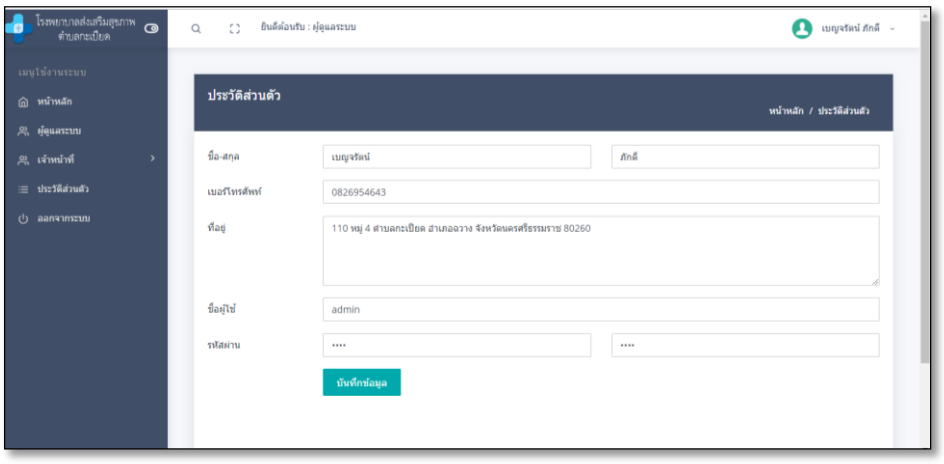
เมื่อได้ระบบงานที่ผ่านการพัฒนาและมั่นใจในประสิทธิภาพการทำงานของระบบแล้วก็จะต้องนำระบบมาใช้งานจริงแล้ว มีการติดตามการใช้งานระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด เพื่อค้นหาข้อผิดพลาดที่จะต้องแก้ไขและได้นำระบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ เพื่อนำข้อมูลการประเมินไปปรับปรุงแก้ไขระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบจะแสดงให้เห็นถึงการป้อนข้อมูลผ่านฟอร์มลงสู่ฐานข้อมูลที่ป้อนลงไปนั้นได้จัดเก็บข้อมูล และสามารถทำการแก้ไข ลบหรือค้นหาส่วนที่ต้องการได้ ซึ่งการวิเคราะห์โรคจากผลการตรวจปัสสาวะของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด ได้ผลการพัฒนาระบบ แบ่งผู้ใช้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ คือ ผู้ที่ควบคุมการทำงานของระบบ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล คือ ผู้ที่นำข้อมูลของผู้ป่วยมาวิเคราะห์หารสาเหตุของอาการ เจ้าหน้าที่ รพ.สต คือ ผู้ที่ทำการตรวจสุขภาพ หรือซักประวัติจากผู้ป่วย และผู้ป่วย คือ ผู้ที่มาทำการรักษากับโรงพยาบาล โดยแต่ละบุคคลจะสามารถใช้งานต่อระบบสานสนเทศการวิเคราะห์โรคจากผลการตรวจปัสสาวะโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียดที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการทำงานของแต่ละบุคคล ดังนี้

1.1 ส่วนของผู้ดูแลระบบ

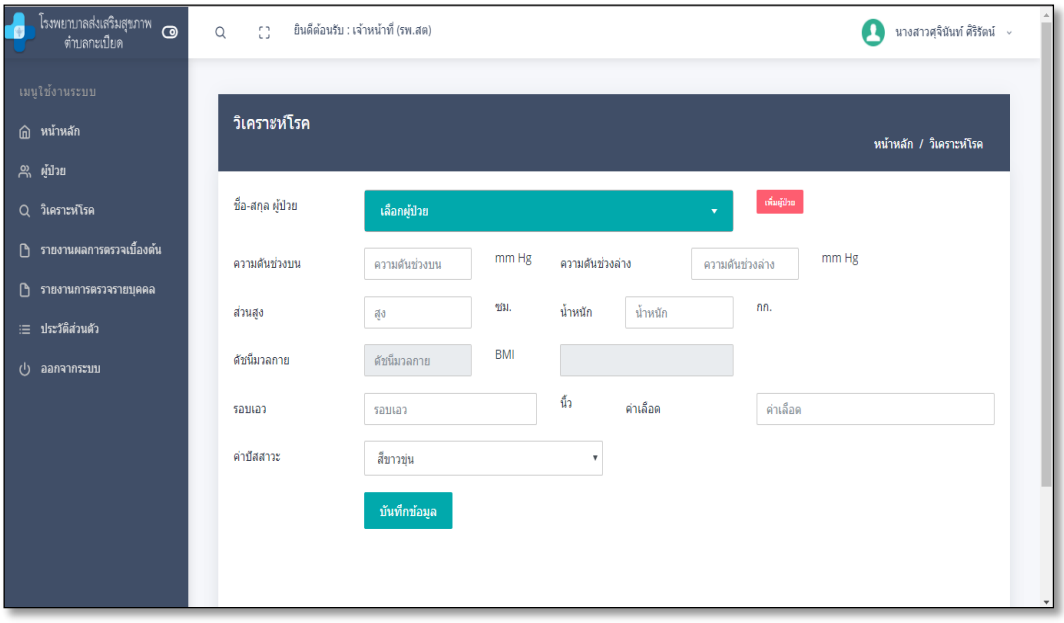
ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไข้ข้อมูลส่วนตัว และกำหนดสิทธิ์ของการเข้าถึงระบบของผู้ป่วย เจ้าหน้าที่ รพ.สต และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาล ดังภาพ 3



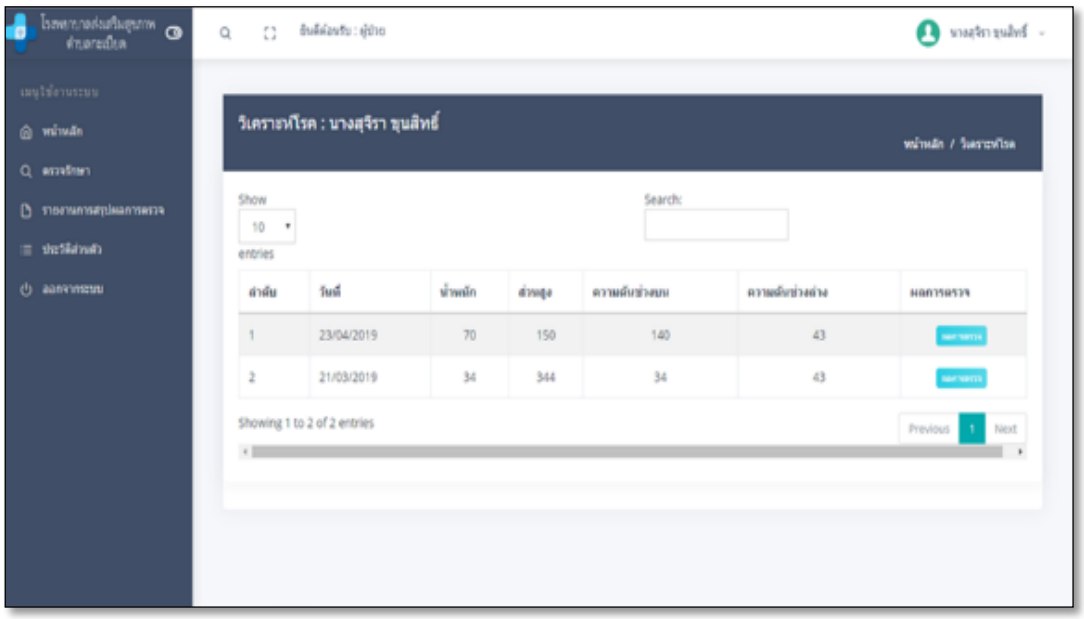
ภาพ 3 ประวัติส่วนตัวของผู้ดูแลระบบ

1.2 ส่วนของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาล

เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลสามารถขอสิทธิ์ในการเข้าถึงระบบได้ สามารถสืบค้นข้อมูลผู้ป่วย และนำข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นมาวิเคราะห์อาการ หรือเมื่อผู้ป่วยมารับการตรวจ เจ้าหน้าที่ รพ.สต สามารถวิเคราะห์โรค จากข้อมูลของผู้ป่วย นำมาเป็นแนวทางในการวางแผนการรักษา ดังภาพ 4 และภาพ 5



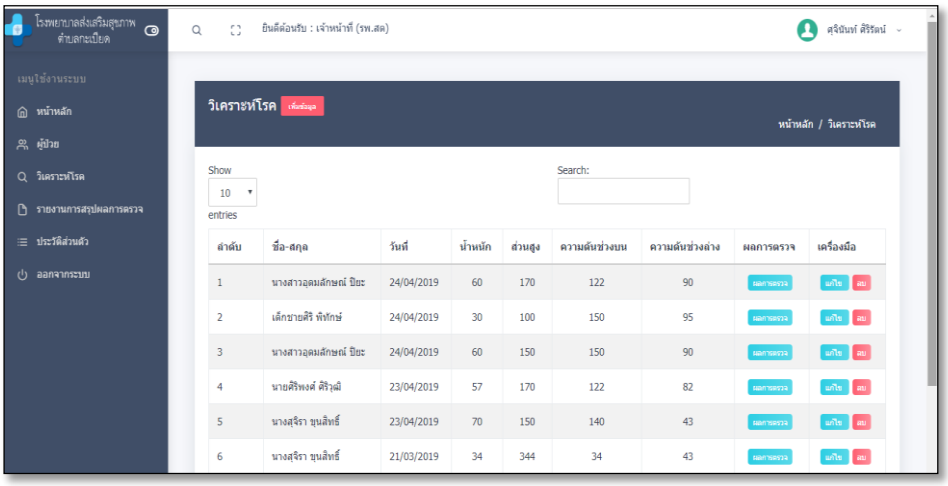
ภาพ 4 การวินิจฉัยโรค



ภาพ 5 ตรวจรักษา

1.3 ส่วนของเจ้าหน้าที่ รพ.สต

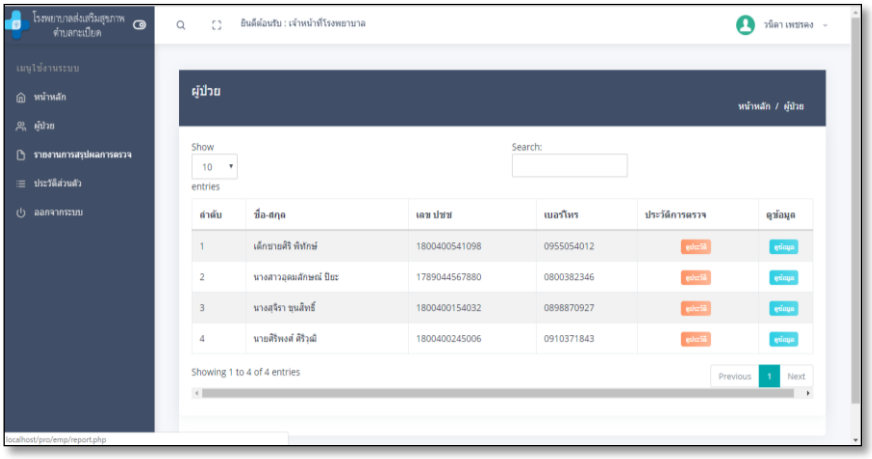
เจ้าหน้าที่ รพ.สต สามารถเพิ่มข้อมูลผู้ป่วย สามารถเข้าดูผลการตรวจของผู้ป่วยได้ สามารถจัดการกับข้อมูลผู้ป่วยได้ สามารถแก้ไขข้อมูลผู้ป่วย และถ้าต้องการลบข้อมูลผู้ป่วย ดังภาพ 6



ภาพ 6 ข้อมูลการเพิ่มผู้ป่วย

1.4 ส่วนของผู้ป่วย

ผู้ป่วยสามารถขอสิทธิ์ในการเข้าถึงระบบ สามารถดูข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลสุขภาพ ข้อมูลการรักษาของตนเองได้ ดังภาพ 7



ภาพ 7 ข้อมูลผู้ป่วย

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญและผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัล จำนวน 3 คน มีผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมินประสิทธิภาพ	ผลประเมินประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. การออกแบบและความสวยงามของระบบ	4.33	0.57	ดี
2. ความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้	4.33	0.57	ดี
3. ความถูกต้องในการประมวลผลของข้อมูล	4.66	0.57	ดีมาก
4. การค้นหาข้อมูลและการแสดงรายงานเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด	4.66	0.57	ดีมาก
5. การทำงานของระบบมีการจัดเก็บที่ดี	4.00	0.57	ดี
6. ความรวดเร็วและประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ	4.66	0.00	ดีมาก
7. ความปลอดภัยในการใช้งานระบบ	4.66	0.57	ดีมาก
8. ความสามารถของระบบโดยรวม	4.00	0.57	ดี
โดยรวม	**4.41**	**0.26**	**ดี**

จากตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดมีจำนวน 4 ด้าน คือ ด้านความถูกต้องในการประมวลผลของข้อมูล ด้านการค้นหาข้อมูลและการแสดงรายงานเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ด้านความรวดเร็วและประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ และด้านความปลอดภัยในการใช้งานระบบ อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 รองลงมาคือ ด้านการออกแบบและความสวยงามของระบบ และด้านความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33

2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานระบบ โดยใช้กลุ่มตัวออย่างจากผู้ใช้งานระบบในตำแหน่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยด้านสุขภาพ โดยประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบจำนวน 25 คน โดยจำแนกเป็น กลุ่มเจ้าหน้าที่ หมายถึง เจ้าหน้าที่ รพ.สต เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล และผู้ดูแลระบบ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และกลุ่มผู้ป่วย จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 80 มีผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานระบบ

ประเด็นการประเมินความพึงพอใจ	ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ					
	เจ้าหน้าที่			ผู้ป่วย		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. การออกแบบและความสวยงามของระบบ	4.40	0.54	ดี	4.60	0.68	ดีมาก
2. ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.40	0.54	ดี	4.45	0.51	ดี
3. ความถูกต้องในการประมวลผลของข้อมูล	4.80	0.44	ดีมาก	4.65	0.48	ดีมาก
4. การค้นหาข้อมูลและแสดงรายงานมีความรวดเร็ว	4.20	0.44	ดี	4.60	0.50	ดีมาก
5. สามารถตอบสนองความต้องการได้ดี	5.00	0.00	ดีมาก	4.40	0.68	ดี
6. ความสะดวกรวดเร็วในการทำงานของระบบ	4.00	0.70	ดี	4.65	0.48	ดีมาก
7. ขั้นตอนการทำงานของระบบสอดคล้องกับการทำงานของผู้ใช้งาน	4.60	0.54	ดีมาก	4.50	0.51	ดีมาก
8. สามารถลดเวลาในการให้บริการ	4.20	0.83	ดี	4.80	0.36	ดีมาก
9. ประโยชน์ของระบบ	4.60	0.54	ดีมาก	4.50	0.51	ดีมาก
โดยรวม	**4.46**	**0.22**	**ดี**	**4.57**	**0.09**	**ดีมาก**

จากตาราง 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานระบบ โดยความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ในภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านสามารถตอบสนองความต้องการได้ดีมีความพึงพอใจมากที่สุดอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมาคือ ด้านความถูกต้องในการประมวลผลของข้อมูลอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ในส่วนของผู้ป่วยมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านสามารถลดเวลาในการให้บริการมีความพึงพอใจมากที่สุดอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 รองลงมาคือ ด้านความถูกต้องในการประมวลผลของข้อมูล และด้านความสะดวกรวดเร็วในการทำงานของระบบอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65

3. สรุปผลการทดลอง

ระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจวิเคราะห์โรคการจากตรวจผลการตรวจปัสสาวะรวมกับผลการตรวจวัดค่าความดัน ค่าดัชนีมวลกาย และค่ารอบเอวมาตรวจวิเคราะห์โรค และมีการรวบรวมข้อมูลการรักษาผู้ป่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถค้นหาได้สะดวกรวดเร็ว ดูรายงานต่างๆ ที่จำเป็นต่อการทำงาน ซึ่งแบ่งผู้ใช้เป็น 4 ส่วน 1) ส่วนผู้ดูแลระบบสามารถเข้าสู่ระบบได้ สามารถจัดการสิทธิ์การเข้าใช้งานของเจ้าหน้าที่ รพ.สต และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลได้ 2) ส่วนเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลสามารถเข้าระบบได้ เข้าไปกรอกประวัติส่วนตัวผู้ป่วยและดูการตรวจรักษาของผู้ป่วยได้ 3) ส่วนเจ้าหน้าที่ รพ.สต สามารถเข้าสู่ระบบได้ สามารถป้อนข้อมูลสุขภาพ ของผุ้ป่วยทำการบันทึกลงในระบบเพื่อส่งข้อมูลให้เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล 4) ส่วนผู้ป่วยสามารถเข้าสู่ระบบได้ โดยมีเจ้าหน้าที่ รพ.สต เพิ่มข้อมูลลงไปก่อน ผู้ป่วยสามารถดูผลการตรวจได้ สามารถพิมพ์ผลการตรวจได้ ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับดี (4.41) และได้นำระบบไปทดลองใช้งานกับกลุ่มผู้ใช้ซึ่งมีผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (4.55) เมื่อจำแนกเป็นรายกลุ่ม พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับดี (4.41) และกลุ่มของผู้ป่วยอยู่ในระดับดีมาก (4.57) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมาลีวัลย์ ศรีวิลัย (2559) และพิทักษ์พงศ์ พายุหะ (2561) ที่พบว่าการทำระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการไปช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการสามารถพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพและผู้ใช้มีความพึงพอใจมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิจัยระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด สำเร็จลุล่วงไปได้เนื่องจากความกรุณาของผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างดี ในการดำเนินงานให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ติชมและแก้ไขจนทำให้ระบบมีประสิทธิภาพ

ผู้จัดทำขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนทำให้ระบบสารสนเทศการตรวจสอบโรคจากผลการตรวจปัสสาวะโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลกะเปียด สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐภัทร วัฒวรากุล (2560). **โรคของระบบทางเดินปัสสาวะ.** เพชรบุรี: Feel Good

บุญทรง ปรีชาบริสุทธิ์กุล และ อังกูรา สุโภคเวช. (2548). **ปัสสาวะ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี:เพชรรุ่งการพิมพ์.

พิทักษ์พงศ์ พายุหะ. (2561). **การพัฒนาระบบข้อมูลสุขภาพโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบาล**. เอกสารวิจัยส่วนบุคคลกองยุทธศาสตร์และแผนงานสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข.

มาลินี พงศ์เสวี. (2554). **การตรวจปัสสาวะและสารน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

มาลีวัลย์ ศรีวิลัย. (2559). **การพัฒนารูปแบบระบบฐานข้อมูลสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย.** เอกสารวิจัยสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย.

โยธิน ศิริเอ้ย. (2558). **ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ.** กรุงเทพฯ: สถิติระบบ

สมควร สากำ (2559). **ระบบการจัดการฐานข้อมูล.** กรุงเทพฯ: แม็ดเอ็ดดูเคชั่น

สถาบันวิจัยสาธารณสุข (2561). **วิจัยระบบสุขภาพ 2561 (เล่ม1).** กรุงเทพฯ: บริษัท ดีเซมเบอรี่ จำกัด

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2558). **ระบบฐานข้อมูล (Databased System) ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

Porraphat Jutrakul. (2561). "ปัสสาวะบอกโรค" **มูลนิธิหมอชาวบ้าน**. กรุงเทพ:สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ**, 90-91**

การพัฒนาระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์กรณีศึกษารถตู้สาย 437 (ภูเก็ต-พังงา)

Development of Online Public Van Booking System: A case study of Public Van 437 (Phuket – Phangnga)

กนกวรรณ สุดรักษ์*[1] , บัญญวัติ ไชยรัตน์ [1] , รัตติยา แกล้วกล้า [1] , พัทธนันท์ เพ็งดำ [2]
Kanokvan sudrak*[1], Banyawat chairat[1],and Rattiya klawkla [1] , Pattanan pangdum[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อพัฒนาระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารแบบออนไลน์ 2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารแบบออนไลน์ ซึ่งได้ดำเนินการตามวงจรการพัฒนาระบบ (Software Development Cycle) โดยใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) และโปรแกรมมายเอสคิวแอล (MySQL) ในการจัดการฐานข้อมูลจากนั้นประเมินประสิทธิภาพระบบโดยใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 23 คน พบว่าผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในด้านคุณภาพของเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.48 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาเป็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในด้านการประเมินประสิทธิภาพของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.47 อยู่ในระดับมากที่สุด และลำดับที่สามเป็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในด้านการใช้งานของเว็บไซต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.46 อยู่ในระดับมากที่สุดและอันดับที่สี่ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบใความพึงพอใจในด้านการประมาลผลข้อมูล มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.06อยู่ในระดับมากที่สุดโดยสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าในการจองตั๋วรถตู้โดยสารและสามารถเป็นช่องทางการติดต่อได้ง่ายระหว่างลูกค้าและเจ้าของกิจการ โดยลูกค้าสามารถดูเที่ยวรถผ่านเว็บไซต์ได้

คำสำคัญ: การจองตั๋วรถออนไลน์, จองตั๋วรถตู้โดยสาร, การพัฒนาระบบ

[1]นักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
[2]อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
*Kanokvan Sudrak, E-mail: Kanokvan99702@gmail.com

Abstract

This research aims: 1) to develop an online Van Booking system 2) to evaluate the effectiveness of the system bus tickets online. The implementation of the system development life cycle (Software Development Cycle) using PHP (PHP) and the program comes with a SQL (MySQL) to manage the database and then evaluated system performance by using a questionnaire to assess satisfaction. satisfaction of users and experts of 23 people. Meet the experts and users were satisfied with the quality of the content. An average of 4.48 at the most. Followed by the experts and users were satisfied with the performance evaluation system. With the average at 4.47 at the most. And the third is an expert, and the users are satisfied with the usability of the site has an average of 4.46 is the highest and a rating of four experts and users satisfaction of the display. the resulting data An average of The 4.06 level is the most convenient for customers to book tickets and vans can easily contact between customers and business owners. Customers can view the trip through the site.

Keywords: Online car booking, Public Van Booking, System Development

บทนำ

ปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็วและได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการทำงานขององค์กรต่าง ๆ ทั้งในองค์กรขนาดเล็กและองค์กรขนาดใหญ่ เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาองค์กรเป็นอย่างมาก เนื่องจากเพิ่มความสะดวกรวดเร็วแม่นยำในการทำงานทั้งยังช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการองค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้บูรณาการเข้าสู่ระบบธุรกิจ ดังนั้นองค์การที่จะอยู่รอดและมีพัฒนาการต้องสามารถปรับตัวและจัดการกับเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม

ปัจจุบันมีปัญหาในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การจัดเก็บข้อมูลลูกค้าที่ทำการจองตั๋วรถ ยกเลิกการจองตั๋วรถ ข้อมูลตารางงาน การเดินรถ การชำระเงินค่ารถตู้โดยสาร และรวมถึงการเช็คตารางงานรถตู้เกิดปัญหาข้อมูลบางส่วนสูญหาย และความไม่เป็นระเบียบของข้อมูล ทำให้เวลาตรวจสอบข้อมูลแต่ละครั้งใช้เวลานานในการค้นหาข้อมูล และยังส่งผลต่อการจัดการของผู้ประกอบการเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากจำนวนลูกค้าที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจากปัญหาดังกล่าว ธุรกิจรถตู้โดยสาร พังงา-ภูเก็ต สาย437 จึงได้นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการจัดเก็บข้อมูลลูกค้า การจองตั๋วรถตู้โดยสาร การชำระเงินค่าเดินทาง ซึ่งทำให้การจัดเก็บข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำ มีความเป็นระบบระเบียบ เกิดข้อผิดพลาดน้อย และได้รับผลประโยชน์สูงสุด เกิดความประทับใจต่อผู้ใช้บริการ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเว็บไซต์ระบบจองตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์สาย 437 ภูเก็ต-พังงา (รถร่วม บ.ข.ส) เพื่อลดปัญหาในการเกิดข้อผิดพลาดของข้อมูล การเรียกดูหรือค้นหาข้อมูลได้ นอกจานี้ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลการทำงาน และการจัดเก็บข้อมูลให้มีระเบียบขึ้นง่ายต่อการเรียกใช้งานทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความสะดวก รวดเร็ว และเกิดข้อผิดพลาดในการทำงานน้อยที่สุดสร้างความประทับใจต่อผู้ใช้บริการ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบจำหน่ายตั๋วรถโดยสารแบบออนไลน์
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบจำหน่ายตั๋วรถโดยสารแบบออนไลน์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูล เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล เรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ DBMS (data base management system)มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล (วรินดา นวนกัน,2557)

เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) คือ การพัฒนาระบบงานบนเว็บ ซึ่งมีข้อดีคือ ข้อมูลต่าง ๆ ในระบบมีการไหลเวียนในแบบ ออนไลน์ (Online) และ ออกไปยังเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Global) ทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการข้อมูลแบบ เรียลไทม์ (Real-time) ระบบมีประสิทธิภาพ แต่ใช้งานง่าย เหมือนกับท่านทำกำลังท่องเว็บ ระบบงานที่พัฒนาขึ้นมาจะตรงกับความต้องการกับหน่วยงาน หรือห้างร้านมากที่สุด ไม่เหมือนกับโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป ที่มักจะจัดทำระบบในแบบกว้าง ๆ ซึ่งมักจะไม่ตรงกับความต้องการที่แท้จริง ระบบสามารถโต้ตอบกับลูกค้า หรือผู้ใช้บริการแบบ เรียลไทม์ (Real Time) ทำให้เกิดความประทับใจ เครื่องที่ใช้งานไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมใด ๆ เพิ่มเติมทั้งสิ้น (Pongsak,2551)

นิมิตร ตาน้อยและคณะ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบจองยานพาหนะออนไลน์กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย” มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการทำหนังสือขอใช้ยานพาหนะของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบจองยานพาหนะออนไลน์ โดยทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อาจารย์ พนักงานและเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จำนวน 15 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบจองยานพาหนะออนไลน์ แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าผู้ใช้งานระบบจองยานพาหนะออนไลน์ มีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบจองยานพาหนะออนไลน์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งจะช่วยให้บุคลากรและคณาจารย์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ตลอดจนผู้ที่ขอใช้ยานพาหนะ สามารถวางแผนการติดต่อจองตามกำหนดการได้ง่ายและสามารถทำการจองให้ตรงกับวันเวลาในการเดินทางที่ต้องการได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

เจนจิรา แจ่มศิริและคณะ (2560) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัญหา และความต้องการระบบการจองห้อง ประชุมออนไลน์ 2) ออกแบบและพัฒนาระบบจองห้องประชุมออนไลน์ และ 3) ประเมินความพึง พอใจระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการ เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหา และความต้องการระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ด้วยแบบสัมภาษณ์ 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์

ออกแบบและพัฒนาระบบจองห้องประชุมออนไลน์ โดยการใช้ภาษา PHP และ ฐานข้อมูล MySQL และ 3) ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจระบบการจ้องห้องประชุมออนไลน์ โดยใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า ระบบสามารจัดการข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการจองห้อง ประชุม ได้แก่ ข้อมูลห้อง ข้อมูลการจองห้อง ข้อมูลอุปกรณ์ ข้อมูลประเภทการจอง ข้อมูลหน่วยงาน และข้อมูลผู้ใช้ระบบ รวมไปถึงรายงานการจองห้องประชุมประจ าเดือน ทั้งนี้ระบบช่วยอำนวยความ สะดวกให้กับบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยในการจองห้องประชุมผ่านเว็บไซต์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และยังช่วยเพิ่มความสะดวกให้แก่เจ้าหน้าที่ให้สามารถตรวจสอบความพร้อมใช้ งานของห้องประชุม สามารถจอง ยกเลิกการจอง เปลี่ยนแปลงการจองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ : กรณีศึกษารถตู้สาย 437 ภูเก็ต-พังงา โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. ออกแบบระบบโดย (System Development Life Cycle) มีรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีอยู่ 7 ขั้นตอน

1.1 การกำหนดปัญหา (Problem Definition)

เนื่องจากปัจจุบันมีคนจำนวนมากที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง แต่ในการจองตั๋วรถโดยสารนั้นมีข้อจำกัด โดยจะต้องเดินทางไปซื้อที่จุดจำหน่ายตั๋วรถเท่านั้น ซึ่งอาจจะเกิดความล่าช้าและไม่สะดวกในการเดินทางไปด้วยตนเองและปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น ผู้จัดทำระบบจึงได้นำเทคโนโลยีเหล่านี้ มาแก้ไขปัญหาการจองตั๋วรถโดยสารประจำทางโดยใช้งานผ่านเว็บไซต์ เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายทั้งพนักงานและผู้โดยสาร ทำให้เกิดความได้เปรียบในการบริการมากยิ่งขึ้น

1.2 การวิเคราะห์ (Analysis)

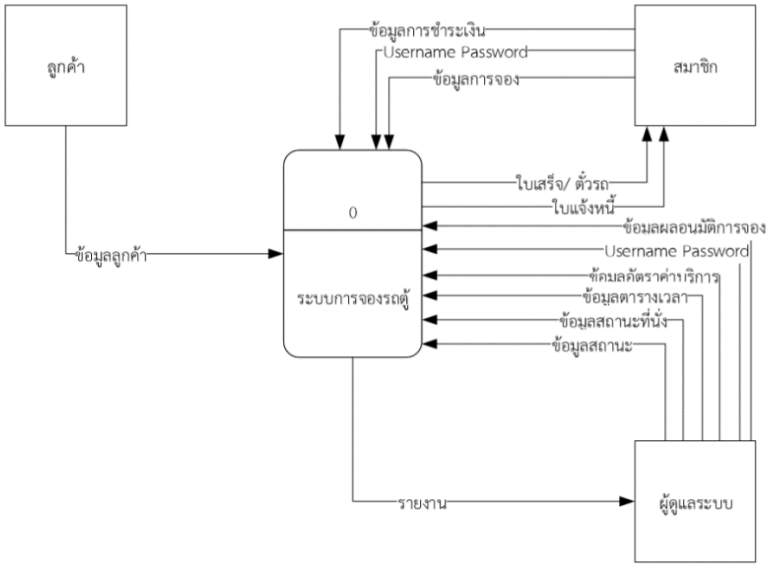
การนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาขั้นตอนที่ 1 มาวิเคราะห์ ความต้องการของผู้ใช้เพื่อนำไปสู่การออกแบบฟังก์ชั่นของเว็บไซต์ของระบบการจัดการจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ ควรมีลักษณะการทำงาน การเลือกใช้เครื่องมือในการทำการพัฒนาให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำจากการสอบถามผู้โดยสารรถตู้ ร่วมกับการสัมภาษณ์เจ้าของกิจการ พนักงาน และการสังเกตขั้นตอนงานจากระบบเดิม และสรุปขั้นตอนในการจองตั๋วรถของผู้โดยสารจากหน้าร้าน

1.3 ออกแบบโปรแกรม (Design)

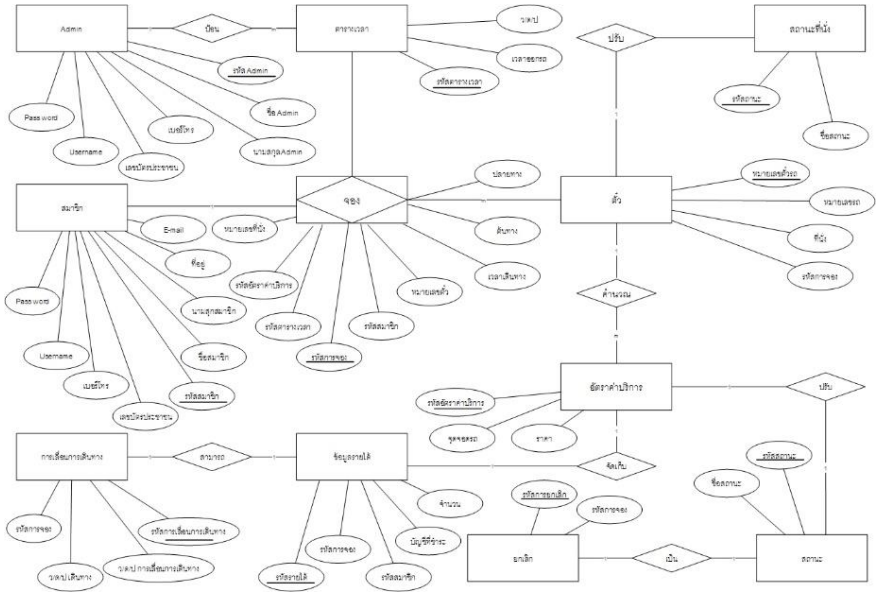
การออกแบบโปรแกรมระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้นมาวิเคราะห์ ออกแบบโปรแกรม ระบบฐานข้อมูลประกอบด้วยการออกแบบกระบวนการ (Process Design) การออกแบบส่วนนำเข้า (Input) และการออกแบบส่วนนำออก (Output) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 ผังงานบริบท

ในการพัฒนาโปรแกรมจำเป็นต้องเข้าใจภาพรวมการทำงานทั้งหมดของระบบก่อนภาพรวมของระบบและความสัมพันธ์ของระบบกับสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง แสดงความสัมพันธ์โดยใช้แผนผังบริบทแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดง Context Diagram ของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์



ภาพที่ 2 แสดง E-R Diagram ของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์

1.4 พัฒนาโปรแกรม (Development)

พัฒนาโปรแกรมโดยการนำผลที่ได้จากการออกแบบโปรแกรม (Design)สร้างฐานข้อมูลโดยมายเอสคิวแอล(My SQL Database)และสร้างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้(User Interface)เชื่อมต่อผู้ใช้กับโปรแกรมฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม (Visual Studio Code)

1.5 ทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง (Testing)

ทำการทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง โดยการเพิ่มข้อมูลเนื้อหาลงไปในโปรแกรมจากนั้นทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบหาจุดบกพร่อง แล้วทำการปรับปรุงเพื่อความถูกต้องในรูปแบบของการทำงาน ตามลำดับ

1.6 นำโปรแกรมไปทดลองกับผู้ใช้จริง (Usability)

นำโปรแกรมที่พัฒนาแล้วไปทดลอง และประเมินความพึงพอใจกับผู้ใช้จริง ได้แก่ เจ้าของกิจการและผู้ใช้บริการเพื่อขอคำแนะนำและปัญหาต่าง ๆ เพื่อนำผลในการใช้โปรแกรมไปปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีความเหมาะสมตรงกับความ

1.7 ประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม (Evaluate the Perfomance)

เก็บข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ ใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยประเมินจากเจ้าของกิจการหรือพนักงาน จำนวน 3 คน แลผู้ใช้บริการจำนวน 20 คน

2. ออกแบบบประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์

2.1 เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ กรณีศึกษา รถตู้โดยสาร พังงา - ภูเก็ต สาย437

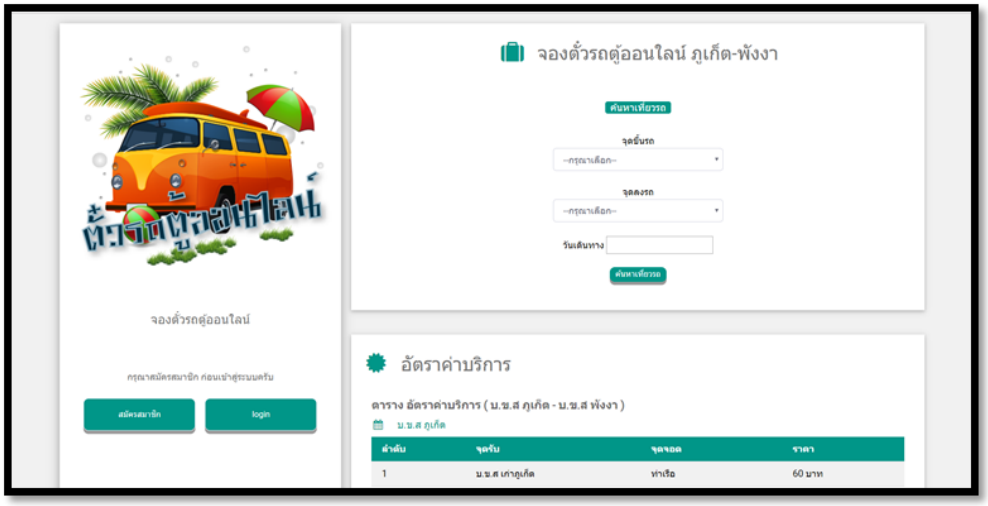
กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และผู้ใช้ระบบจำนวน 20 คน

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการวัดระดับความสำคัญจะใช้มาตราวัดแบบประเมินค่า (Rating Scale) และมีเกณฑ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสำคัญดังนี้

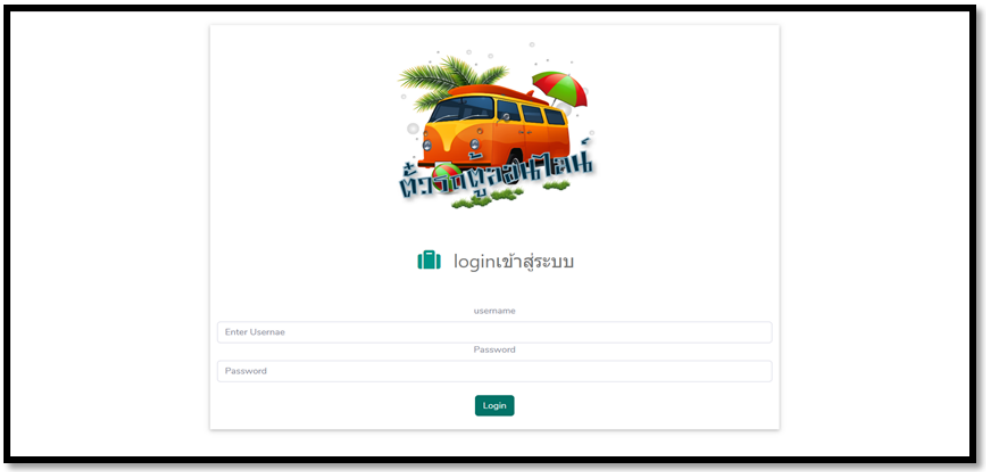
คะแนนเฉลี่ย	4.21 - 5.00	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.41 - 4.20	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ มาก
คะแนนเฉลี่ย	2.61 - 3.40	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 - 2.60	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ น้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.80	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

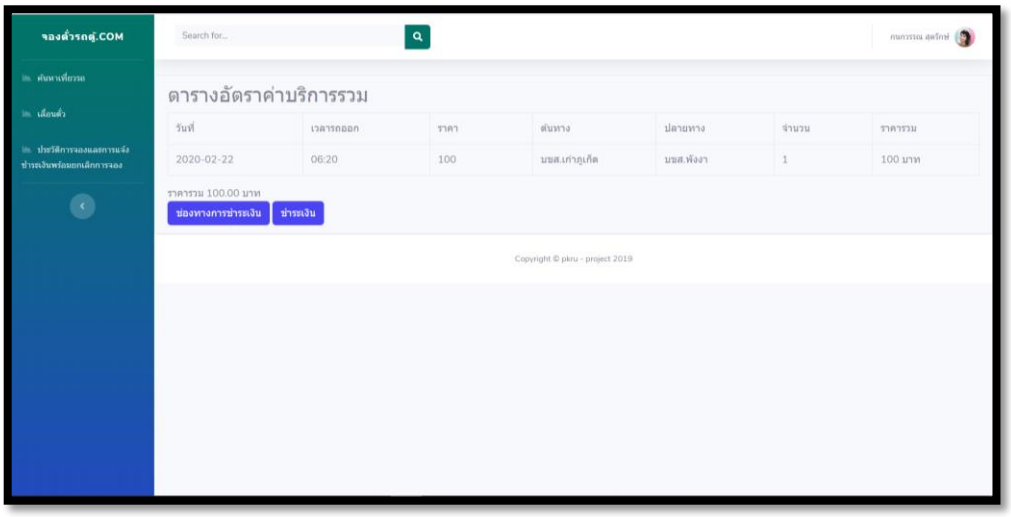
ผลการวิจัยระบบเรื่องการพัฒนาระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ มีรายละเอียด มีดังนี้



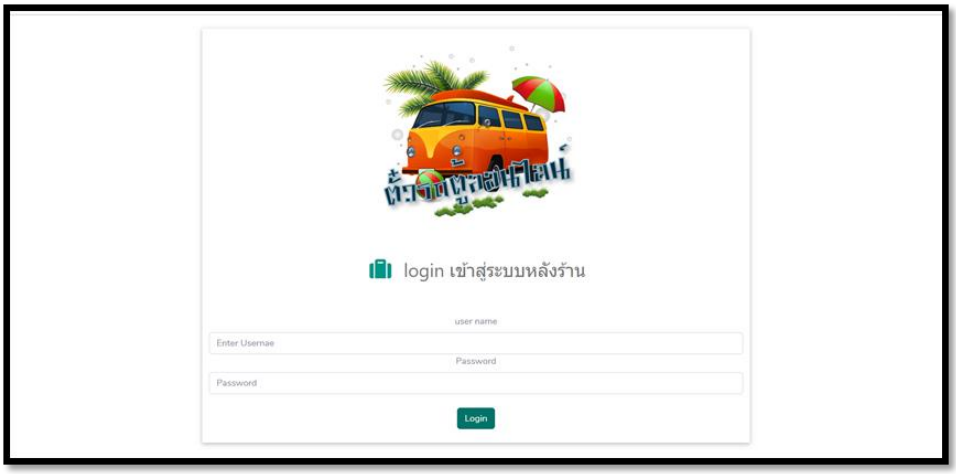
ภาพที่ 3 แสดง หน้าแรกของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์



ภาพที่ 4 แสดง หน้าเข้าสู่ระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ของลูกค้า



ภาพที่ 5 แสดงหน้าราคารวมของของผู้ใช้งานระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์



ภาพที่ 6 แสดง หน้าเข้าสู่หลังร้านระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ของผู้ใช้งานระบบ

2.2 ผลการประเมินผล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยสุ่มคนใช้บริการรถตู้โดยสาร จำนวน 20 คน ของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ มีดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ ด้านการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ด้านการประเมินประสิทธิภาพของระบบ	$\bar{x}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1.1 ภาพและเนื้อหามีความสอดคล้องกันและสามารถสื่อความหมายได้	4.60	0.583	มากที่สุด
1.2 ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตวอักษร อ่านได้ง่าย และสวยงาม	4.52	0.593	มากที่สุด
1.3 สีสันเว็บไซต์มีความสวยงาม	4.43	0.505	มากที่สุด
1.4 การจัดวางตำแหน่งของส่วนต่างๆบนหน้าจอมีความเหมาะสม	4.34	0.572	มากที่สุด
รวม	4.47	0.563	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความสำคัญด้านการประเมินประสิทธิภาพของระบบในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.47 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความสำคัญในด้านภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกันและสามารถสื่อความหมายได้ มากที่สุด ในระดับ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 รองลงมาคือ ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่าย และสวยงาม และ สีสันเว็บไซต์มีความเหมาะสม โดยมีค่าเฉลี่ย 4.52 และ 4.43 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ด้านการใช้งานของเว็บไซต์

ด้านการใช้งานของเว็บไซต์	$\bar{x}$	**S.D**	**ระดับความพึงพอใจ**
2.1 ขั้นตอนในการใช้งานระบบไม่ซับซ้อน	4.43	0.506	มากที่สุด
2.2 เว็บไซต์มีรูปแบบการใช้งานง่าย	4.44	0.589	มากที่สุด
2.3 ตำแหน่งการจัดวางข้อความ รูปภาพในเว็บไซต์มีความเหมาะสม	4.47	0.593	มากที่สุด
2.4 ระบบมีความครบถ้วนต่อการใช้งาน	4.56	0.589	มากที่สุด
2.5 ความน่าใช้งาน**ของระบบโดยภาพรวม**	4.46	0.665	มากที่สุด
รวม	4.46	.588	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความสำคัญด้านการใช้งานของเว็บไซต์ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.46 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความสำคัญในด้านระบบมีความครบถ้วนต่อการใช้งาน มากที่สุด

ในระดับ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.56 รองลงมาคือ ตำแหน่งการจัดวางข้อความ รูปภาพในเว็บไซต์มีความเหมาะสม และ ความน่าใช้งานของระบบโดยภาพรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 4.47 และ 4.46 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ ด้านคุณภาพของเนื้อหา

ด้านคุณภาพของเนื้อหา	$\bar{x}$	S.D	**ระดับความสำคัญ**
3.1 ปริมาณเนื้อหามีเพียงพอกับความต้องการ	4.47	0.510	มากที่สุด
3.2 เนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ	4.60	0.583	มากที่สุด
3.3 ข้อความในเว็บไซต์ถูกต้องตามหลักภาษา และไวยากรณ์	4.56	0.506	มากที่สุด
3.4 การประชาสัมพันธ์ข่าวสาร ภาพ ในเว็บไซต์มีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.30	0.702	มากที่สุด
รวม	4.48	0.575	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความสำคัญด้านคุณภาพของเนื้อหาในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.48 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความสำคัญในด้านเนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ มากที่สุด ในระดับ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 รองลงมาคือ ข้อความในเว็บไซต์ถูกต้องตามหลักภาษา และไวยากรณ์ และ ปริมาณเนื้อหามีเพียงพอกับความต้องการ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.56 และ 4.47 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ ด้านการประมวลผลข้อมูล

ด้านการประมวลผลข้อมูล	$\bar{x}$	S.D	**ระดับความสำคัญ**
4.1 ระบบประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็ว	4.17	0.510	มาก
4.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบมีความถู	4.04	0.583	มาก
4.3 ระบบแสดงผลข้อมูลถูกต้องในทุกเบราว์เซอร์	4.04	0.506	มาก
4.4 ระบบมีความเสถียรระหว่างการใช้งาน	4.00	0.702	มาก
รวม	4.06	0.575	มาก

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความสำคัญด้านการประมวลผลข้อมูลในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.06 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความสำคัญในด้านระบบประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็ว มาก ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.17 รองลงมาคือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบมีความถูกต้อง และ ระบบมีความเสถียรระหว่างการใช้งาน โดยมีค่าเฉลี่ย 4.04 และ 4.00 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ กรณีศึกษารถตู้สาย 437 ภูเก็ต-พังงา ผลการวิจัยสามารถอภิปราย ได้ดังนี้

1. จากการพัฒนาระบบการจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ ทำให้เกิดผลสัมฤษธิ์ตามวัตถุประสงค์ กล่าวคือ ผู้ใช้บริการจองตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ สามารถติดต่อผ่านเว็บไซต์ได้โดยมีระบบให้ลูกค้าเป็นสมาชิก สามารถเลือกต้นทางปลายทาง วันเวลาและเที่ยวรถผ่านเว็บไซต์ได้ แต่ในกรณีที่ลูกค้าไม่ได้ สมัครสมาชิกก็ไม่สามารถจองตั๋วรถตู้โดยสารได้ แต่สามารถเข้าดูเที่ยวรถเวลาเดินรถของรถตู้โดยสารได้ แต่ถ้าหากลูกค้าทำการสมัครสมาชิกก็สามารถทำการจองตั๋วรถตู้ออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ได้ และลูกค้าสามารถทำการยกเลิกได้โดยไม่รับเงินคืน ส่วนด้านเจ้าของกิจการก็สามารถทำงานได้รวดเร็วและเพิ่มลูกค้าให้เข้ามาใช้บริการรถตู้โดยสารออนไลน์มากยิ่งขึ้น และเจ้าของกิจการสามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข รายละเอียดการจองพร้อมปรับสถานการณ์จองของลูกค้าได้และสามารถจัดการกับรายได้ที่เข้ามาใช้บริการได้

2. จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 23 คน พบว่าผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในด้านคุณภาพของเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.48 รองลงมาเป็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบมีความพึ่งพอใจในด้านการประเมินประสิทธิภาพของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.47 และลำดับที่สามเป็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในด้านการใช้งานของเว็บไซต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.46 และอันดับที่สี่ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบใความพึงพอใจในด้านการประมาลผลข้อมูล มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.06 โดยสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าในการจองตั๋วรถโดยสาร และสามารถเป็นช่องทางการติดต่อได้ง่ายระหว่างลูกค้าและเจ้าของกิจการ โดยลูกค้าสามารถดูเที่ยวรถผ่านเว็บไซต์ได้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษา การพัฒนาระบบจำหน่ายรถตู้โดยสารออนไลน์ กรณีศึกษารถตู้ พังงา - ภูเก็ต สาย 437 ผู้วิจัยได้รับข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม สรุปได้ดังนี้

1.จากการศึกษา ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ของระบบจำหน่ายรถตู้โดยสารออนไลน์ พบว่า ความพึงพอใจในด้านการประมวลผลข้อมูลระบบ ควรมีความเสถียรระหว่างการใช้งานมากกว่านี้

2. ความพึงพอใจด้านการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ควรจัดวางตำแหน่งของส่วนต่างๆบนหน้าจอให้มีความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผลการวิจัยครั้งนี้ทให้ได้ข้อมูลที่เป็นพื้นฐานเบื้อต้นเกี่ยวกับการพัฒนาระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์ กรณีศึกษารถตู้ พังงา - ภูเก็ต สาย 437 รวมทั้งยังเป็นผลทำให้เกิดแนวความคิดใหม่ๆ ในการวิจัยครั้งต่อไป

ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีการศึกษาเฉพาะขอบเขต ซึ่งการวิจัยในครั้งต่อไปควรมีการขยายกลุ่มตัวอย่างกว้างขึ้น เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยในครั้งนี้ และในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำระบบจำหน่ายตั๋วรถตู้โดยสารออนไลน์มีขั้นตอนการดำเนินงานหลายขั้นตอน และ ได้รับความอนุเคราะห์ความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน จนทำให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ประกอบการของรถตู้โดยสารพังงา - ภูเก็ต (สาย437)ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการจัดทำโครงงานในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำ สั่งสอน ช่วยเหลือในการทำโครงงานครั้งนี้มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ บิดามารดา และญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือด้านทุนทรัพย์และคอยเป็นกำลังใจมาตลอด

ขอขอบคุณ เพื่อนๆทุกคนที่ค่อยเป็นกำลังใจและ ช่วยเหลือให้คำปรึกษา ทำให้โครงงานนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

วรินดา นวนกัน. (2557). **ฐานข้อมูล (Database)** . 19 กันยายน 2562 . https://sites.google.com/site/thekhnoloyisarsnthesit/xngkh-prakxb-khxng-thekhnoloyi-sarsnthes/than-khxmul-database .

Pongsak. (2551) . **Web Application** . 20 กันยายน 2562 . https://www.wisdomfirm.com/web-application/

ชัยรัตน์ สระเสียงดี. (2549). **ระบบงานจองยานพาหนะ** สำนักงานปลัดกระทรวงการคลังเดิม.ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

นิมิตร ตาน้อยและคณะ. (2559). **การพัฒนาระบบจองยานพาหนะออนไลน์ กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.** วิทยานิพนธ์.ครุสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาจัดการเทคโนโลยี และนวัตรกรรม คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

เจนจิรา แจ่มศิริและคณะ(2560). **การพัฒนาระบบการจองห้องประชุมออนไลน์.**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงในรูปแบบเสียงภาษาไทย

Lighting and Electrical equipment Control System with Thai voice commends

ยุทธนา หกสี[1*], นูรฟาติน เง๊าะเจ๊ะย๊ะ[2] , สมใจ จิตคำนึงสุข[3]

Yutthana Hoksee[1*], Nurfatin Ngoh-cheyah[2] , Somjai Jitkamnuengsook[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอปพลิเคชันด้วยคำสั่งเสียงในรูปแบบภาษาไทยและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ผู้วิจัยพัฒนาต้นแบบของระบบโดยจำลองอุปกรณ์เปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้า 4 ชนิด ได้แก่ หลอดไฟแอลอีดี หลอดฟลูออเรสเซนต์ สัญญาณไฟฉุกเฉิน และพัดลมตั้งโต๊ะ โดยนำหลักการทำงานของกูเกิลแอสซิสแตนท์มาพัฒนาการควบคุมการสั่งการด้วยเสียง พัฒนารูปแบบคำสั่งด้วยภาษาไทยที่เข้าใจได้ง่าย เรียกใช้งานแอคชั่นเอพีไอระหว่างแอคชั่นออนกูเกิลกับไดอะล็อกโฟลว์ โดยเลือกเชื่อมต่อแบบปรับแต่งเอง ซึ่งสามารถปรับแต่งได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ส่งค่าคีย์เวิร์ดที่ได้รับจากคำสั่งเสียงตรวจเช็คค่าโดยการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล และส่งค่าผลลัพธ์ไปยังบอร์ดควบคุม NodeMCU ESP8266 เพื่อสั่งการให้รีเลย์ทำการจ่ายกระแสไฟให้อุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้วิจัยทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบจากกลุ่มเป้าหมาย 15 คน ทั้ง 4 อุปกรณ์ ในแต่ละรอบการทดสอบของทุกคน พบว่า ผลการทดสอบสำเร็จทุกรอบของทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 แสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง เมื่อพิจารณาจากแบบสำรวจความพึงพอใจในการทดสอบการใช้งานระบบ พบว่า ในภาพรวมมีความพึงพอใจต่อการทำงานของระบบในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 81.78

คำสำคัญ: คำสั่งเสียงรูปแบบภาษาไทย, กูเกิลแอสซิสแตนท์, ไดอะล็อกโฟลว์

---

[1]นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[3]อาจารย์ หลักสูตรเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[*]Corresponding author, E-mail: somjai.j@pkru.ac.th

Abstract

The purposes of this study were develop lighting and electrical equipment control system with Thai voice commands and put to practice application. The researchers developed the prototype lighting and electrical equipment control system for testing with 4 electricals to include LED lamp, Fluorescent tube, Hazard Warning Lights and Fan. This research using Google Assistant for control Thai voice commands, use Action API between Actions on Google and Dialogflow select connect by customizable. After that check voice command with keyword values and compare in Firebase, results send to NodeMCU ESP8266 for control relay supply to electrical. Results of representative samples 15 person experiment showed that the prototype lighting and electrical equipment control system with Thai voice commands put to practic application, results of representative samples satisfaction with the system performance were very satisfied (81.78%).

Keywords: Thai voice command, Google Assistant, Dialogflow

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีต่าง ๆ นับว่ามีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาสิ่งของต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่มีอย่างไม่สิ้นสุด มีเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์มากมายที่ถูกพัฒนาขึ้นหรือดัดแปลงให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจกว่าเดิมและยังสามารถต่อยอดไปสู่นวัตกรรมที่หลากหลายได้ ทำให้มีการใช้งานง่ายขึ้น มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นในทุก ๆ ด้าน นอกจากนี้ ในสังคมปัจจุบันผู้คนต่างใช้เทคโนโลยีควบคู่ไปกับการดำเนินชีวิตประจำวันเพื่อให้เกิดความสะดวกสบาย ซึ่งการใช้เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญเห็นได้ชัดเจนที่สุดคือการใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ใช้โทรศัพท์มือถือในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การฟังเพลง การใช้โซเชียลมีเดีย การถ่ายรูป เป็นต้น กิจกรรมเหล่านี้สามารถทำได้บนโทรศัพท์มือถือเพียงเครื่องเดียวที่อยู่ในสภาวะแวดล้อมที่พร้อมสำหรับการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนั้น โทรศัพท์มือถือจึงเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในอีกหลาย ๆ ด้าน กรอปกับแนวคิดการนำหลักการของอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งมาประยุกต์ เช่น อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน (ธนวิชญ์ กมลฉ่ำ และหทัยรัตน์ พินิจสุวรรณ,2559) การพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบ (สมประสงค์ อินทรรักษ์และสุนันทา ศรีม่วง,2561) และจากสถิติการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของกรมไฟฟ้านครหลวงจากปี พ.ศ. 2545 - พ.ศ. 2561 มีจำนวนปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทั้งการใช้ให้เกิดประโยชน์ และการใช้โดยสูญเปล่า และบ่อยครั้งที่อาจมีการหลงลืมปิดไฟภายในสถานที่ต่าง ๆ ที่มีการใช้ไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการควบคุมการเปิดและปิดไฟในทุกครั้งหลังจากที่มีการใช้งานเสร็จเรียบร้อย เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

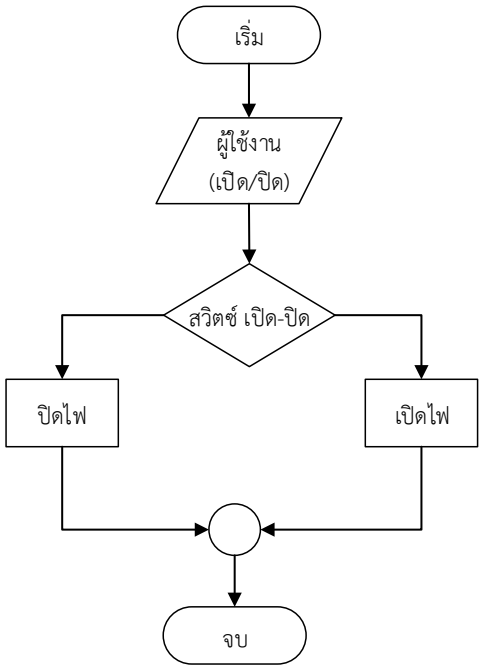
ผู้วิจัยได้ศึกษาและพัฒนาระบบเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน กรณีศึกษาคำสั่งเสียงรูปแบบภาษาไทย โดยใช้อุปกรณ์ NodeMCU 8266 เพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไป โดยพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อช่วยแก้ปัญหาการหลงลืมปิดไฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าให้น้อยลงได้ ลดการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองและสร้างต้นแบบช่องทางในการควบคุมการเปิด-

ปิดไฟด้วยคำสั่งเสียงรูปแบบภาษาไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการกำหนดปัญหาและความต้องการของระบบ ในการดำเนินการวิเคราะห์ระบบเปิด-ปิดไฟและเครื่องไฟฟ้าด้วยเสียงผ่านแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยศึกษาหาข้อมูลความรู้เบื้องต้นแล้วพบว่าปัจจุบันการหลงลืมเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้า ยังคงเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันอยู่บ่อยครั้ง กรอปกับเทคโนโลยีในปัจจุบันที่เข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของผู้คนเป็นจำนวนมาก และผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้ทำการศึกษาหาข้อมูลและทำการคิดออกแบบระบบเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน กรณีศึกษา คำสั่งเสียงรูปแบบภาษาไทย เพื่อที่จะนำไปแก้ปัญหาในการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้า ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์และออกแบบผังงาน (Flowchart) เพื่อตอบสนองปัญหาของการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้า ช่วยอำนวยความสะดวก ประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาระบบประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) และการพัฒนาระบบ (Development)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) การวิเคราะห์ระบบงานเดิมของการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบทั่วไป เพื่อนำไปปรับปรุงในระบบควบคุมไฟฟ้า ด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน พบว่า ระบบงานเดิมของการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบทั่วไปแสดงได้ดังภาพที่ 1

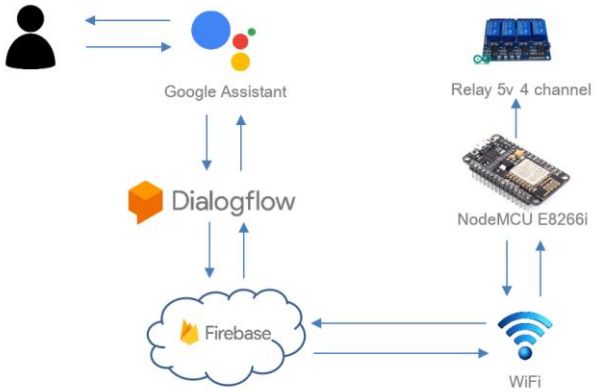


ภาพที่ 1 ผังงานแสดงการทำงานของระบบเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบทั่วไป

ผู้วิจัยออกแบบระบบเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน กรณีศึกษา คำสั่งเสียง

รูปแบบภาษาไทย โดยใช้หลักการสั่งงานด้วย Google Assistant ให้ทำหน้าที่ส่งการทำงานไปยัง NodeMCU เพื่อนำไปใช้กับวงจรควบคุมที่จะสั่งการไปยังชุดควบคุมการตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อทำการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้า

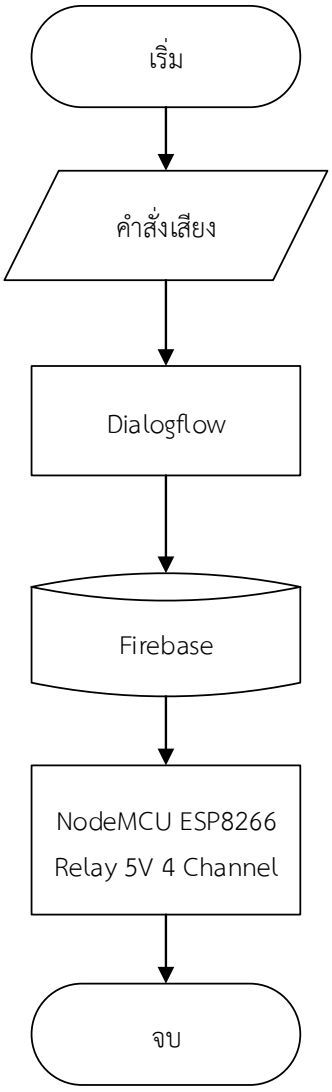
การพัฒนาระบบเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน กรณีศึกษา คำสั่งเสียงรูปแบบภาษาไทย ใช้วิธีการจำลองอุปกรณ์เปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้า 4 ชนิด ได้แก่ หลอดไฟแอลอีดี (LED lamp) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent tube) สัญญาณไฟฉุกเฉิน (Hazard Warning Lights) และพัดลมตั้งโต๊ะ ขนาด 8 นิ้ว ด้วยคำสั่งเสียงภาษาไทยผ่านแอปพลิเคชัน โดยหลักการทำงานผ่าน Google Assistant เรียกใช้งาน Action Api ระหว่าง Actions on Google กับ Dialogflow โดยเลือกเชื่อมต่อแบบปรับแต่งเอง (Custom intent) ซึ่งสามารถปรับแต่งได้ตรงตามวัตถุประสงค์ แสดงขั้นตอนการออกแบบระบบได้ดังภาพที่ 2



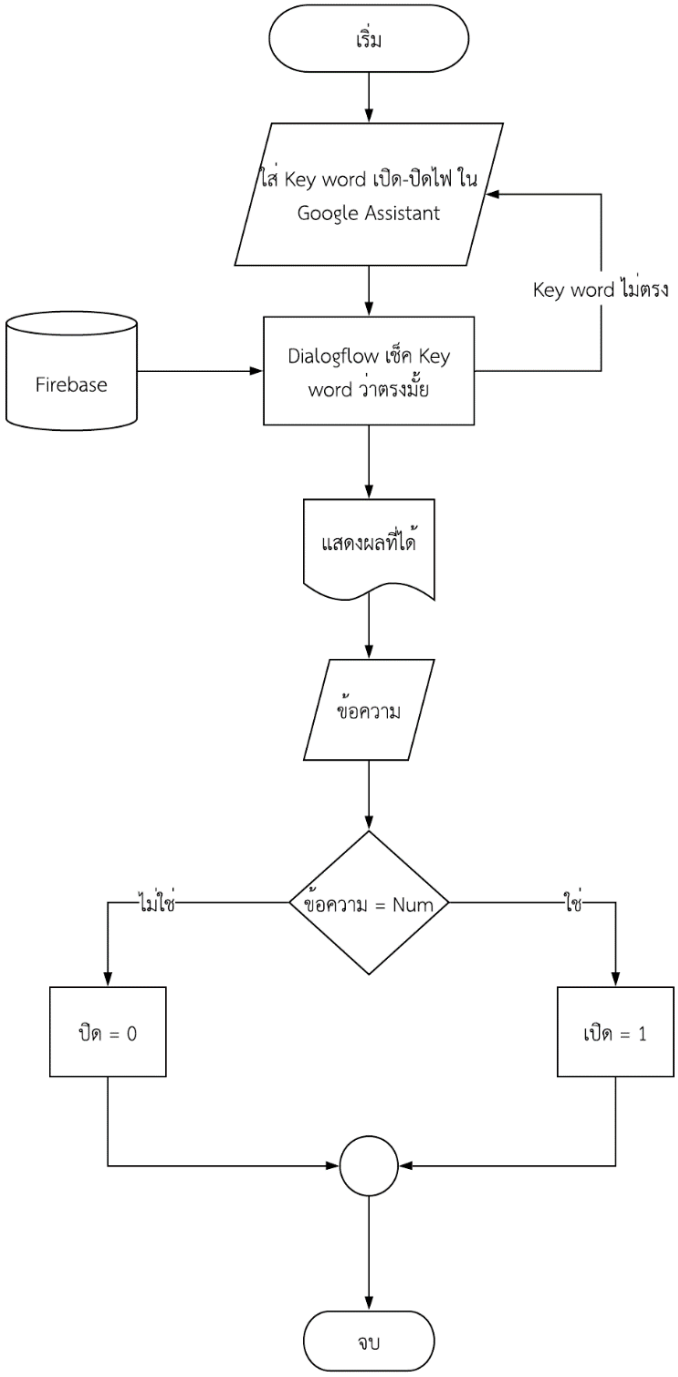
ภาพที่ 2 ผังงานแสดงการออกแบบการทำงานตามโครงสร้างของระบบ

ภาพที่ 2 แสดงหลักการทำงานของระบบเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชันบนGoogle Assistant โดยเริ่มต้นจากรับคำสั่งเสียง และอ่านค่าจากคำสั่งที่รับเข้ามา โดยค่าที่ได้จะถูกส่งไปยัง Dialogflow เรียกใช้งาน Action Api ระหว่าง Actions on Google กับ Dialogflow โดยเลือกเชื่อมต่อแบบปรับแต่งเอง เพื่อให้สามารถปรับแต่งได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงาน จากนั้นตรวจสอบค่าในฐานข้อมูล Firebase ส่งผ่านทางอินเทอร์เน็ตสัญญาณ Wifi ซึ่งจะแปลงสัญญาณเพื่อส่งไปยัง NodeMCU เพื่อส่งค่าการใช้ไปยังรีเลย์ ทำให้รีเลย์จ่ายไฟฟ้าไปให้กับ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกเลือกตามคำสั่งที่รับเข้ามา ผู้ใช้งานจึงสามารถเขียนโปรแกรมรับค่าที่เป็นดิจิทัลให้ส่งข้อมูลให้กับตัว NodeMCU ตัวโหนดเอ็มซียู มีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อ WiFi ได้ มีไว้สำหรับเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต

ขั้นตอนการออกแบบ (Design) การทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน ทำการเชื่อมต่อ NodeMCU เข้ากับ WiFi เมื่อสั่งการทำงานระบบจะส่งการ ทำงานผ่านทางอินเทอร์เน็ตไปยังฐานข้อมูลบน Firebase จะทำการสั่งงานให้ Relay Module ปล่อยไฟฟ้าออกมาเพื่อทำให้อุปกรณ์ทำงานได้แสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผังงานระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4 แสดงการทำงานและควบคุมการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชันของระบบ

เมื่อรับข้อมูลจาก Google Assistant (คำสั่งตามคีย์เวิร์ดรูปแบบเสียง) ส่งไปยัง Dialoglow เพื่อส่งคำไปตรวจสอบกับ Firebase แล้วจึงส่งค่าให้กับ NodeMCU เพื่อส่งการทำงานไปยังรีเลย์และทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามคำสั่ง

ตารางที่ 1 การออกแบบการเก็บค่าคีเวิร์ด (คำสั่งตามรูปแบบเสียง)

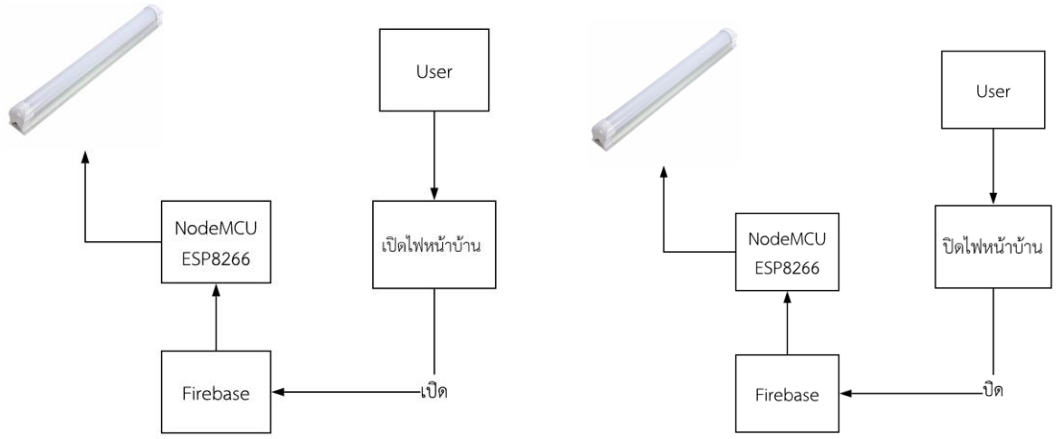
คำสั่งคีย์เวิร์ด รูปแบบเสียง	สถานะ
เปิดไฟหน้าบ้าน	1
เปิดไฟห้องน้ำ	1
เปิดเหตุฉุกเฉิน	1
เปิดพัดลม	1
ปิดไฟหน้าบ้าน	0
ปิดไฟห้องน้ำ	0
ปิดเหตุฉุกเฉิน	0
ปิดพัดลม	0

ตารางที่ 1 การออกแบบการเก็บค่าคีย์เวิร์ด (คำสั่งรูปแบบเสียง) แสดงการทำงานของคีย์เวิร์ด โดยเก็บคำดังนี้ เปิด-ปิด (ไฟ,พัดลม,เหตุฉุกเฉิน และห้องน้ำ) โดยจะทดลองสั่งงานด้วยคำว่า “เปิดไฟหน้าบ้าน” คีย์เวิร์ด ที่ตั้ง

ไว้จะจับคำว่า “เปิดไฟหน้าบ้าน” จากนั้นจะส่งไปตรวจเช็คใน Firebase โดย “เปิดไฟหน้าบ้าน = 1” , “ปิดไฟหน้าบ้าน = 0” แล้วจึงส่งคำสั่งไปยังบอร์ด เพื่อสั่งการให้ Relay ทำงาน

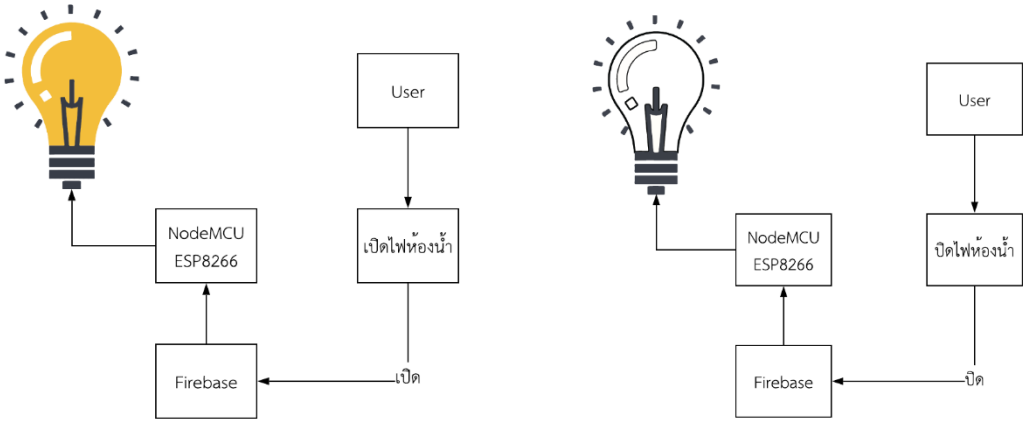
การออกแบบโมเดลต้นแบบเป็นการสั่งงานจากผู้ใช้ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการสั่งเป็นคำสั่งเสียงผ่าน Google Assistant แล้วทำการตรวจเช็คค่าจาก Firebase เพื่อส่งให้บอร์ด NodeMCU ESP8266 สั่งให้ Relay ทำการจ่ายกระแสไฟให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน โดยจำแนกการออกแบบโมเดลต้นแบบได้ดังนี้

โมเดลการทำงานของการเปิด-ปิดไฟหน้าบ้าน คำสั่งรูปแบบเสียง “เปิดไฟหน้าบ้าน / ปิดไฟหน้าบ้าน”



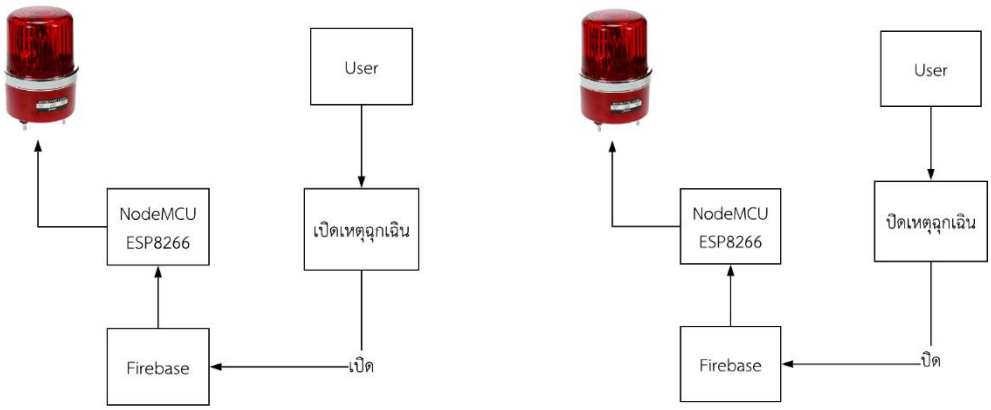
ภาพที่ 5 โมเดลการทำงานของการเปิดไฟหน้าบ้าน และปิดไฟหน้าบ้าน (ตามลำดับ)

โมเดลการทำงานของการเปิด-ปิดไฟห้องน้ำ คำสั่งรูปแบบเสียง “เปิดไฟห้องน้ำ / ปิดไฟห้องน้ำ”



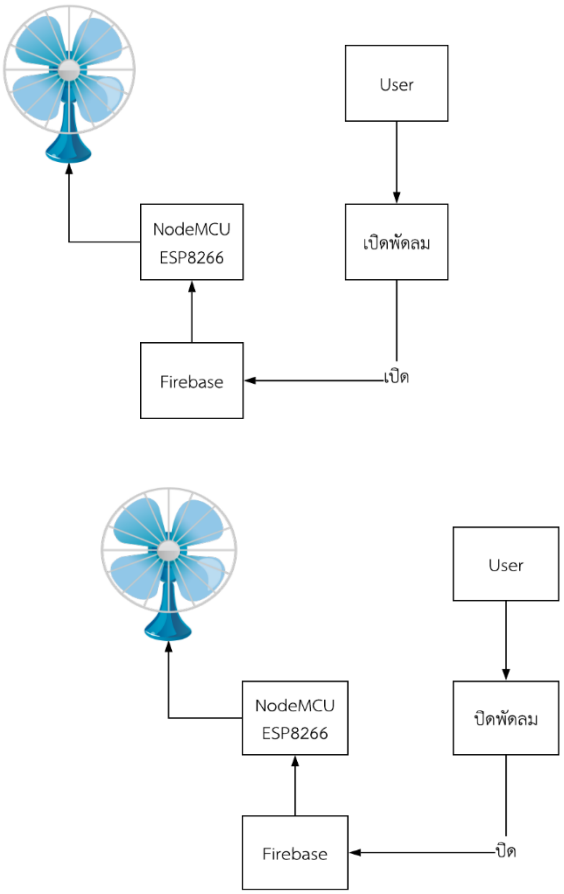
ภาพที่ 6 โมเดลการทำงานของการเปิดไฟห้องน้ำ และปิดไฟห้องน้ำ (ตามลำดับ)

โมเดลการทำงานของการเปิด-ปิดเหตุฉุกเฉิน คำสั่งรูปแบบเสียง “เปิดเหตุฉุกเฉิน / ปิดเหตุฉุกเฉิน”



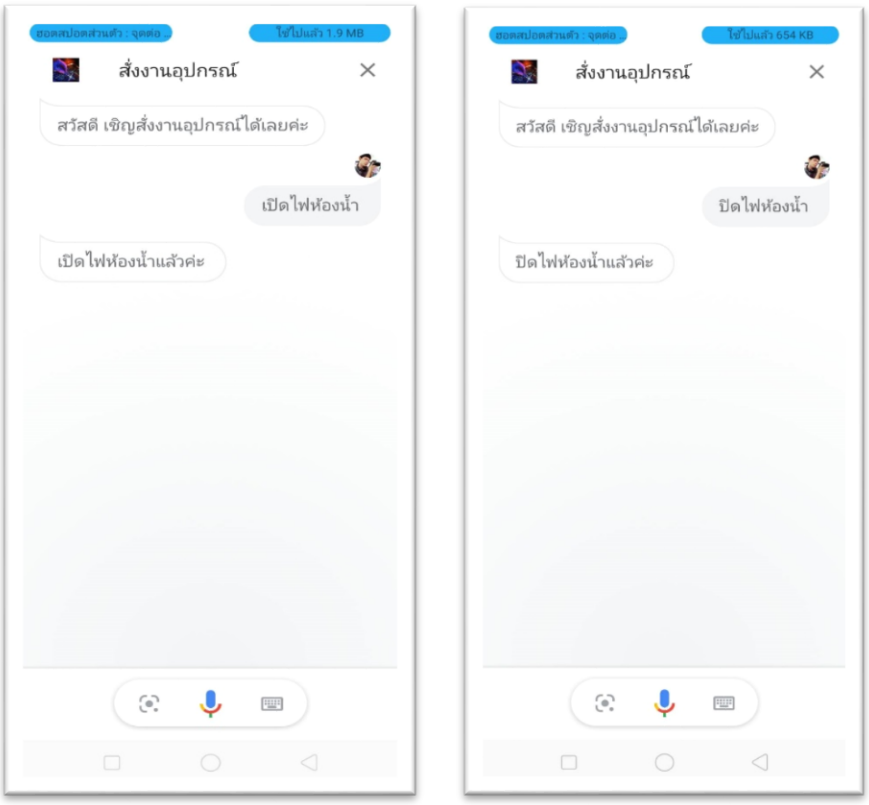
ภาพที่ 7 โมเดลการทำงานของการเปิดเหตุฉุกเฉิน และปิดเหตุฉุกเฉิน (ตามลำดับ)

โมเดลการทำงานของการเปิด-ปิดพัดลม คำสั่งรูปแบบเสียง “เปิดพัดลม / ปิดพัดลม”



ภาพที่ 8 โมเดลการทำงานของการเปิดพัดลม และปิดพัดลม (ตามลำดับ)

การออกแบบหน้าจอนำเข้าข้อมูล (Input Screen) และหน้าจอแสดงผล (Output Screen) ซึ่งเป็นการด้วยคำสั่งเสียงผ่าน Google Assistant ส่งคีย์เวิร์ดที่ได้รับจากคำสั่งรูปแบบเสียงไปตรวจเช็คค่าใน Firebase จากนั้นส่งไปยังบอร์ดเพื่อเปิดการทำงาน เมื่อมีการทำงานเสร็จสิ้น Google Assistant จะตอบกลับ ยกตัวอย่างเช่น “เปิดไฟห้องน้ำแล้วค่ะ” “ปิดไฟห้องน้ำแล้วค่ะ”



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอนำเข้าข้อมูล (Input Screen) และหน้าจอแสดงผล (Output Screen)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ระบบเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน กรณีศึกษา คำสั่งเสียงรูปแบบภาษาไทย โดยใช้ Google Assistant เพื่อสร้างการใช้งานที่ง่ายให้ผู้ใช้ทั่วไปสามารถใช้เพื่อความสะดวกในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยผู้วิจัยได้สร้างต้นแบบชุดควบคุมการทำงานของการเปิด–ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งในส่วนงานวิจัยนี้นำเอาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เลือกมาใช้ 3 ส่วนด้วยกันคือ บอร์ดควบคุมโหนดเอ็มซียู รีเลย์โมดูล และอุปกรณ์ไฟฟ้าในการทดลองการทำงาน จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ หลอดไฟแอลอีดี (LED lamp) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent tube) สัญญาณไฟฉุกเฉิน (Hazard Warning Lights) และพัดลมตั้งโต๊ะ ขนาด 8 นิ้ว โดยมีผลการดำเนินงานดังนี้

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง ความหมาย และะค่าคีย์เวิร์ด (ตามคำสั่งรูปแบบเสียง)

อุปกรณ์ไฟฟ้า	ความหมาย	ค่าคีย์เวิร์ด (ตามคำสั่งรูปแบบเสียง)	
หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent tube)	ไฟหน้าบ้าน	เปิดไฟหน้าบ้าน	ปิดไฟหน้าบ้าน
หลอดไฟแอลอีดี (LED lamp)	ไฟห้องน้ำ	เปิดไฟห้องน้ำ	ปิดไฟห้องน้ำ
สัญญาณไฟฉุกเฉิน (Hazard Warning Lights)	เหตุฉุกเฉิน	เปิดเหตุฉุกเฉิน	ปิดเหตุฉุกเฉิน
พัดลมตั้งโต๊ะ ขนาด 8 นิ้ว	พัดลม	เปิดพัดลม	ปิดพัดลม



ภาพที่ 10 ตัวอย่างผลลัพธ์การทำงานของระบบเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน (หลอดไฟแอลอีดี แสดงความหมาย “ไฟห้องน้ำ”)

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทำการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบจากตัวกลุ่มเป้าหมาย 15 คน ซึ่งทำการทดสอบทั้ง 4 อุปกรณ์ในแต่ละรอบการทดสอบของทุกคน เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน กรณีศึกษา คำสั่งเสียงรูปแบบภาษาไทย พบว่าผลการทำงานของอุปกรณ์ทั้ง 4 อย่าง สามารถเปิด-ปิดโดยใช้คำสั่งเสียงรูปแบบภาษาไทยได้

คิดเป็นร้อยละ 100 พิจารณาจากการผู้เข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 15 คน ในทุกอุปกรณ์ ผลการทดสอบสำเร็จทุกคน แสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง และผู้วิจัยได้สำรวจความพึงพอใจในการทดสอบการใช้งานระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน กรณีศึกษา คำสั่งเสียงรูปแบบภาษาไทย จากผู้ทดสอบทั้ง 15 คน พบว่า ในภาพรวมมีความพึงพอใจต่อการทำงานของระบบในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 81.78 ซึ่งเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผู้ทดสอบระบบมีความพึงพอใจในด้านการประมวลผลถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 83.56 รองลงมาคือด้านระบบของแอปพลิเคชันใช้งานง่าย คิดเป็นร้อยละ 78.93 กรณีการประมวลผลคาดเคลื่อนระหว่างการทดสอบเกิดจากคำสั่งที่ผู้ใช้สั่งเปิด-ปิดไม่ถูกต้อง หรือไม่ชัดเจน หรือมีเสียงอื่นแทรกเข้ามาทำให้การประมวลผลไม่สำเร็จ

สรุปผลการวิจัย

ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยคำสั่งเสียงผ่านแอปพลิเคชัน สามารถนำไปใช้ได้จริง เป็นระบบที่ไม่ซับซ้อน ผู้ที่สนใจพัฒนาต่อยอดต้องศึกษาทำความเข้าใจการทำงานของระบบก่อน เช่น หลักการทำงานของแอปพลิเคชันที่ส่งข้อมูลมายังบอร์ด เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าเทคโนโลยี NodeMCU มีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาระบบ มีความน่าเชื่อถือสูง ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ผู้วิจัยดทำคาดหวังไว้

เอกสารอ้างอิง

จิรวัฒน์ กรัณย์วิทยาการ. (2560). **Firebase Thailand** (Online). https://medium.com/firebasethailand. 18 มีนาคม 2562

ธนวิชญ์ กมลฉ่ำ และหทัยรัตน์ พินิจสุวรรณ. (2561). **อินเตอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน**. โครงงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธานิล ม่วงพูล, อวยไชย อินทรสมบัติ. (2560). “การใช้เสียงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยแอนดรอยด์และไมโครคอนโทรลเลอร์”**. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น**. 11 (ฉบับพิเศษ สิงหาคม), 20-30.

พงศกร ฤทธิ์รักษา. (2561). **NodeMCU คืออะไร** (Online). https://poundxi.com/nodemcu. 15 มีนาคม 2562.

เพชรพิจิตร์ ทับอุดม. (2560). **โปรแกรม Arduino IDE** (Online). https://medium.com/@pechpijitthapudom/ 18 มีนาคม 2562.

วันชัย รองงาน. (2558). **ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.** สารนิพนธ์สาขาวิศวกรรมเครือข่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

สมประสงค์ อินทรรักษ์ และสุนันทา ศรีม่วง. (2561). “การพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบ”. **วารสารโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร**. 3(1), 57-62.

อนุพงศ์ แก้วเขียว. (2558). **ระบบควบคุมไฟฟ้าในโรงแรมขนาดเล็กแบบเครือข่ายไร้สายโดยใช้ซิกบีร่วมกับบอร์ดรีเลย์.**

Petch Kruapanich. (2561). **Dialogflow** (Online). https://medium.com/readmoreth/. 15 มีนาคม 2562.

ThaiCreate. (2561). **Google Assistant** (Online). https://whatphone.net/application/google-assistant/ 15 มีนาคม 2562.

ระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ
Field Experiences's Information System

แสงจันทร์ เรืองอ่อน[1*], อวยพร ชูแก้ว[2], รัตวรรณ วรรณาการ[3], อนุพันธ์ บุญพร่อง[4]

Sangjun Ruang-on[1*], Auyporn Chookeaw[2], Rattawan Wannakarn[3], Anupan Bunprong[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษา 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ การพัฒนาระบบใช้วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) การพัฒนาได้เลือกใช้สถาปัตยกรรมเว็บดาตาเบส ใช้โปรแกรมภาษา PHP ร่วมกับระบบการจัดการข้อมูล MySQL ผลการวิจัย พบว่า 1) ระบบสารสนเทศมีผู้ใช้งานระบบ 3 กลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ นักศึกษา และสถานประกอบการ โดยระบบสามารถจัดการข้อมูล การอนุมัติ และการตอบรับโดยสถานประกอบการ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบสารสนเทศ พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.23

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ สถานประกอบการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ วงจรการพัฒนาระบบ

Abstract

The objectives of the study were to 1) develop an information system for field experience. The system using PHP language program and MySQL database management program, and 2) study the satisfaction level of the user system. In the system development life cycle. The results of the research found that 1) The information system have 3 groups of users (professors, students, and establishments). The system can manage the data of requesting, approving, and feedback. 2) The satisfaction of users are high level (mean=4.23).

Keywords: Information System, Establishment of Field Experiences, System development life cycle

[1, 2]อาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3]นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[4]นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*]**Corresponding author, E-mail:** sangjun_rua@nstru.ac.th

บทนำ

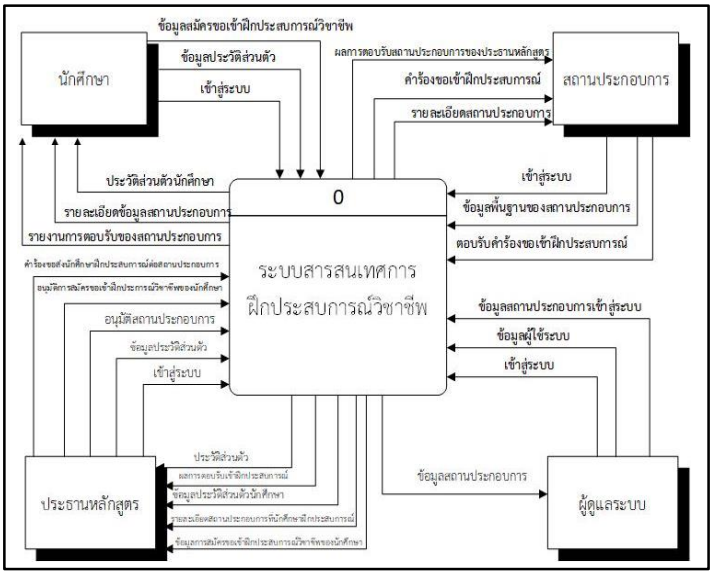
การจัดการศึกษาตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558 ที่กำหนดให้นักศึกษาในหลักสูตรทุกคนต้องผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือฝึกสหกิจในสถานประกอบการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558) ซึ่งทางหลักสูตรต้องดำเนินการจัดการติดต่อประสานงานเพื่อส่งนักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ จากการศึกษากระบวนการดำเนินการที่ผ่านมาของหลักสูตร และการศึกษางานวิจัย พบว่าการดำเนินการฝึกประสบการณ์วิชาชีพยังประสบปัญหาหลายประการ ได้แก่ การขาดสารสนเทศเกี่ยวกับสถานประกอบการ จำนวนสถานประกอบการที่รองรับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพมีจำนวนจำกัด นักศึกษาเลือกฝึกประสบการณ์วิชาชีพไม่สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ สถานประกอบการยังขาดสารสนเทศสำหรับใช้ประกอบการตัดสินใจตอบรับนักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และปัญหาการติดต่อประสานงาน (เด่นชัย สมปอง และคณะ, 2557) จากปัญหาดังกล่าวนักวิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพเพื่อสร้างสารสนเทศสำหรับนักศึกษา และอาจารย์ได้นำไปใช้บริหารจัดการข้อมูลการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ รวมทั้งการสร้างสารสนเทศที่สถานประกอบการสามารถนำไปประกอบการตัดสินใจตอบรับนักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวงจรการพัฒนาระบบ ซึ่งช่วยให้การพัฒนาระบบบรรลุตามวัตถุประสงค์ และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยวงจรการพัฒนาระบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2560) ดังนี้

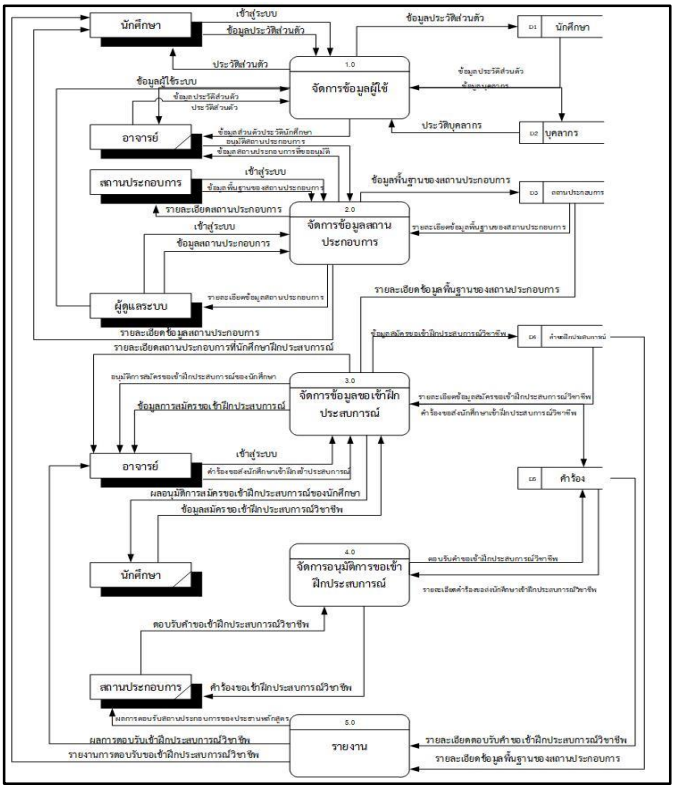
1. การวางแผนระบบ เริ่มจากการศึกษาปัญหา ความต้องการระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลคำร้องขอฝึกประสบการณ์วิชาชีพเดิมจากนักศึกษา อาจารย์ และสถานประกอบการ จากนั้นทำการศึกษาความเป็นไปได้และผลกระทบที่มีต่อการพัฒนาระบบ รวมทั้งปัจจัยต่างๆ ที่จะส่งผลให้การพัฒนาระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การวิเคราะห์ระบบ ได้นำปัญหาและความต้องการที่ได้จากขั้นตอนการวางแผน การศึกษาระเบียบข้อบังคับต่างๆ รวมทั้งข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องมากำหนดคุณสมบัติ และขอบเขตของการจัดการข้อมูลนักศึกษา อาจารย์ และสถานประกอบการ จากนั้นนำรายละเอียดดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบจำลองแสดงขั้นตอนการทำงาน และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลการเลือกสถานประกอบการฝึกประสบการณ์วิชาชีพประกอบด้วย แผนภาพบริบท ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพบริบทระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

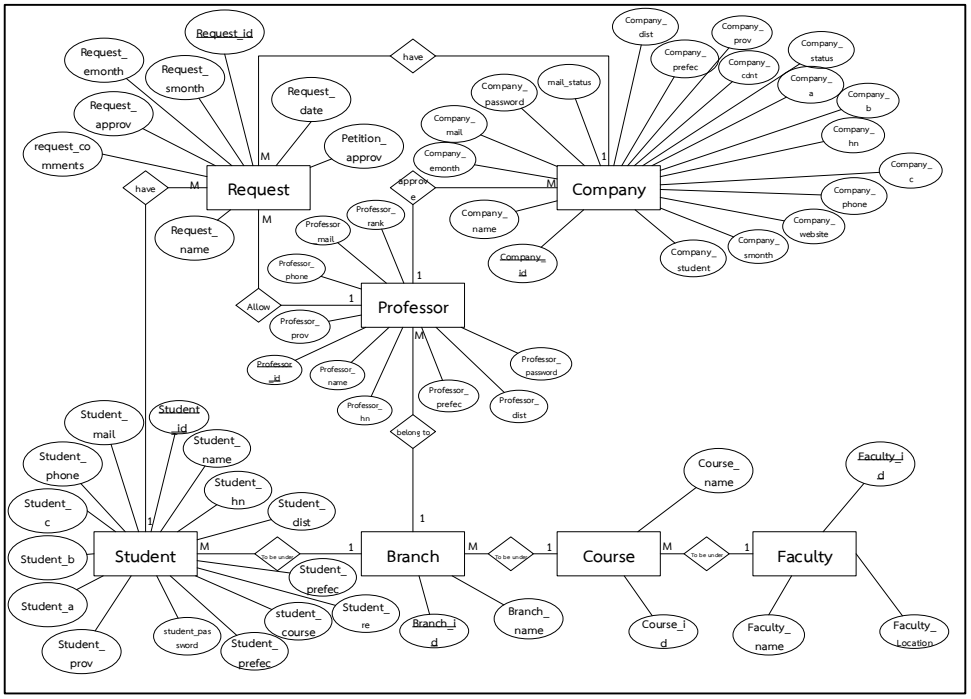
จากภาพที่ 1 แสดงแผนภาพบริบทระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพมีกลุ่มผู้ใช้งานหลักที่เกี่ยวข้องกับระบบ 3 กลุ่ม ประกอบด้วย นักศึกษา อาจารย์ และสถานประกอบการ ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์การทำงานของระบบ โดยสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพกระแสข้อมูลระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

จากภาพที่ 2 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ประกอบด้วย โปรเซสการจัดการข้อมูลผู้ใช้ได้แก่ ข้อมูลนักศึกษา อาจารย์ และสถานประกอบการ โปรเซสจัดการข้อมูลขอเข้าฝึกประสบการณ์ โดยนักศึกษายื่นคำร้องขอฝึกประสบการณ์วิชาชีพผ่านระบบ จากนั้นอาจารย์ผู้รับผิดชอบเป็นผู้อนุมัติคำร้อง โปรเซสจัดการอนุมัติการขอเข้าฝึกประสบการณ์จะนำข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลคำร้องและส่งคำร้องไปยังสถานประกอบการเพื่อพิจารณาตอบรับนักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ โดยผลการอนุมัติของสถานประกอบการจะนำไปบันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลคำร้อง และโปรเซสรายงานเป็นโปรเซสแสดงสารสนเทศสำหรับติดตามและวางแผนการดำเนินงานการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษา

3. การออกแบบระบบ ผู้วิจัยได้นำผลจากขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบมาออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลคำร้องขอฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยเริ่มจากการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ การออกแบบอินพุต การออกแบบเอาท์พุต และการออกแบบฐานข้อมูล ดังภาพที่ 3



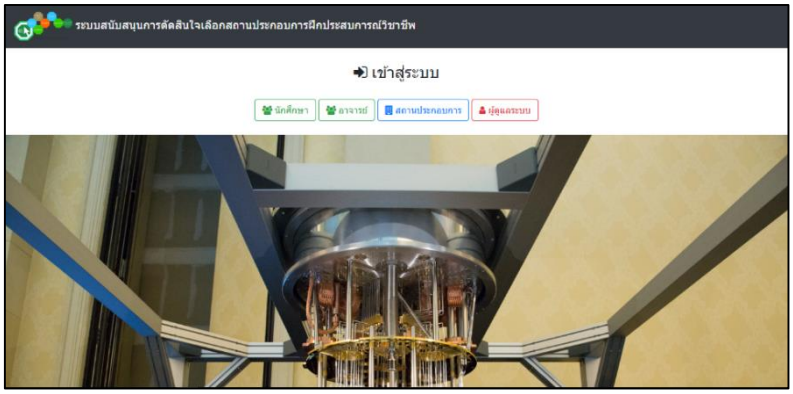
ภาพที่ 3 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลในระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

4. พัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยการพัฒนาได้เลือกใช้สถาปัตยกรรมเว็บดาตาเบส และโปรแกรมภาษา PHP ร่วมกับระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL (ชาญชัย ศุภอรรถกร, 2561) โดยการพัฒนาได้ทำการทดสอบความถูกต้องของการทำงานในระบบทุกส่วน เพื่อหาข้อผิดพลาดและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานระบบ ติดตั้งระบบ และทดลองใช้งานระบบจริง เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และข้อบกพร่องของระบบ จากนั้นแก้ไขปรับปรุงจนระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและนำไปใช้งานได้จริง

5. บำรุงรักษาระบบ ผู้วิจัยได้ติดตามการใช้งานระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ว่ามีปัญหาหรือข้อผิดพลาดใดที่ต้องแก้ไข โดยผู้วิจัยได้นำระบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ เพื่อนำผลการประเมินดังกล่าวไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ แบ่งการทำงานตามกลุ่มผู้ใช้งานหลักที่เกี่ยวข้องกับระบบ เป็น 3 ส่วน ได้แก่ นักศึกษา อาจารย์ และสถานประกอบการ ซึ่งเมื่อเข้าสู่ระบบจะปรากฏหน้าหลักของระบบดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 หน้าหลักระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

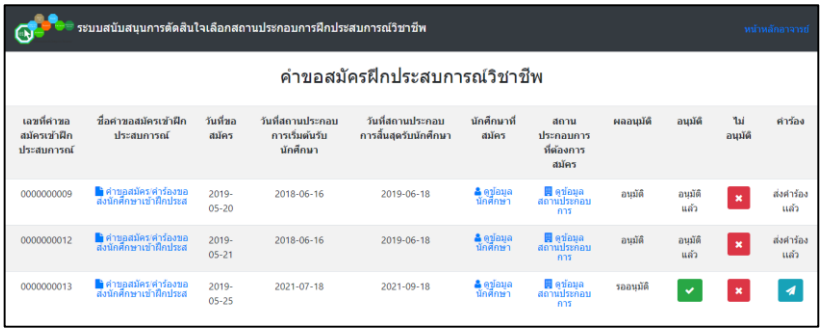
จากภาพที่ 4 แสดงหน้าหลักของระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ซึ่งสามารถเชื่อมโยงการทำงานไปยังผู้ใช้งานหลักทั้ง 3 ส่วน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ส่วนนักศึกษา สามารถลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ จัดการข้อมูลส่วนตัว ค้นหาสถานประกอบการ สมัครเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ และดูผลการอนุมัติจากอาจารย์ และผลการตอบรับคำร้องขอสถานประกอบการได้

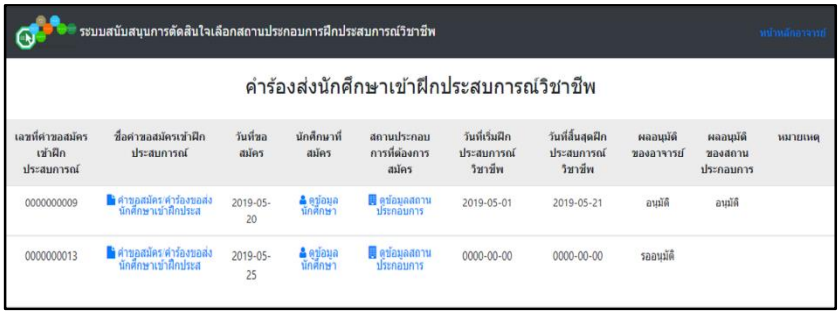


ภาพที่ 5 การค้นหาสถานประกอบการ

1.2 ส่วนอาจารย์ สามารถเข้าสู่ระบบ จัดการข้อมูลส่วนตัว ดูข้อมูลนักศึกษา ดูข้อมูลสถานประกอบการที่สมัครเข้ามาในระบบ หรือข้อมูลสถานประกอบการที่ผู้ดูแลระบบป้อนเข้าสู่ระบบ และอนุมัติสถานประกอบการเข้าสู่ระบบ อนุมัติการสมัครขอเข้าฝึกในสถานประกอบการของนักศึกษา ส่งคำร้องขออนุญาตส่งนักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ และดูผลตอบรับคำร้องของสถานประกอบการ ดังภาพที่ 6 และภาพที่ 7

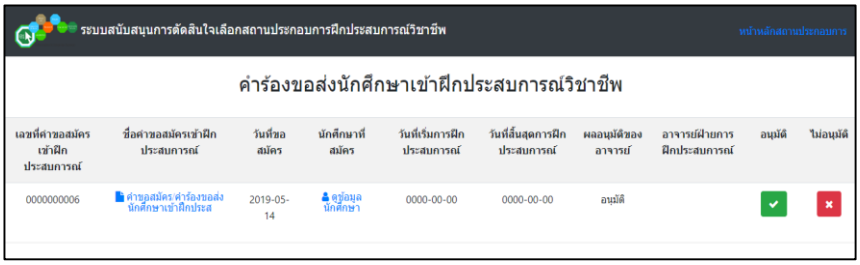


ภาพที่ 6 หน้าการสมัครขอเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบของนักศึกษา



ภาพที่ 7 หน้าการอนุมัติการขอเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ

1.3 ส่วนสถานประกอบการ สามารถเข้าสู่ระบบ จัดการข้อมูลสถานประกอบการ ดูคำร้องขออนุญาตส่งนักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และตอบรับคำร้องที่อาจารย์ส่งมาขออนุญาตให้นักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การตอบรับนักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

2. การอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยได้นำระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพที่พัฒนาได้ไปประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยแบ่งการประเมินเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน สรุปได้ดังตารางที่ 1 และส่วนที่สองเป็นการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ซึ่งได้ประเมินโดยใช้แบบสอบถามกับผู้ใช้ระบบจำนวน 30 คน ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ สรุปได้ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ประเด็นประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญ	ผลประเมินประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. สามารถใช้งานได้ง่าย	4.00	1.00	ดี
2. ระบบสามารถตอบสนองความต้องการได้	4.67	0.58	ดีมาก
3. ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ	4.33	0.58	ดี
4. ความพึงพอในการออกแบบหน้าจอของระบบ	3.33	1.53	ปานกลาง
5. ด้านความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้	4.33	0.58	ดี
6. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	4.33	0.58	ดี
7. ความถูกต้องของผลลัพธ์	4.33	0.58	ดี
8. การค้นหาข้อมูล การแสดงรายงานเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด	4.33	0.58	ดี
9. การทำงานของระบบมีการจัดเก็บข้อมูลที่ดี	4.33	0.58	ดี
รวม	4.22	0.75	ดี

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนามีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี (4.22) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านระบบสามารถตอบสนองความต้องการได้อยู่ในระดับดีมาก (4.67) และความพึงพอในการออกแบบหน้าจอของระบบ มีค่าน้อยที่สุด อยู่ในระดับปานกลาง (3.33)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ประเด็นประเมินประสิทธิภาพความพึงพอใจ	ผลประเมินประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. ประโยชน์ของสารสนเทศสำหรับติดตาม และวางแผนการดำเนินงานการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ	4.30	0.65	ดี
2. การออกแบบสีหน้าจอของระบบมีความเหมาะสม	3.73	0.78	ดี
3. ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ	4.40	0.62	ดี
4. ความถูกต้องของข้อมูลในระบบ	4.10	0.76	ดี

ประเด็นประเมินประสิทธิภาพความพึงพอใจ	ผลประเมินประสิทธิภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
5. สามารถลดเวลาการให้บริการ	4.40	0.62	ดี
6. นำสารสนเทศออกมาใช้ได้อย่างเหมาะสม	4.13	0.68	ดี
7. สามารถตอบสนองความต้องการได้ดี	4.50	0.51	ดีมาก
8. ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.20	0.81	ดี
9. ขั้นตอนการทำงานของระบบสอดคล้องกับการทำงานของผู้ใช้งาน	4.33	0.61	ดี
รวม	4.23	0.72	ดี

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบของผู้ใช้มีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี (4.23) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านสามารถตอบสนองความต้องการได้ดี อยู่ในระดับดีมาก (4.50) รองลงมาเป็นด้านความรวดเร็วในการทำงานของระบบ และด้านสามารถลดเวลาการให้บริการ อยู่ในระดับดี (4.40) และการออกแบบสีหน้าจอของระบบมีความเหมาะสม มีค่าน้อยที่สุด อยู่ในระดับดี (3.73)

สรุปได้ว่าการพัฒนาระบบสารสนเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพโดยอาศัยหลักการพัฒนาระบบตามวงจรการพัฒนาระบบ การพัฒนาระบบได้เลือกใช้สถาปัตยกรรมเว็บดาต้าเบสและโปรแกรมภาษา PHP ร่วมกับระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL เป็นระบบที่สามารถบริหารจัดการเกี่ยวกับการดำเนินการติดต่อประสานงานในเรื่องการส่งนักศึกษาเข้าฝึกปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ด้านสารสนเทศสำหรับนำไปใช้บริหารจัดการข้อมูลการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ รวมทั้งการสร้างสารสนเทศที่สถานประกอบการนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจตอบรับนักศึกษาเข้าฝึกประสบการณ์ในสถานประกอบการได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของจักรพันธ์ สาตมุณี และสิริลักษณ์ บริรักษ์ (2562) โดยระบบสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ใช้ระบบได้เป็นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิพวัลย์ แสนคำ และคณะ (2562)

เอกสารอ้างอิง

จักรพันธ์ สาตมุณี และสิริลักษณ์ บริรักษ์. (2562). **การพัฒนาระบบสนับสนุนการบริหารงานประชาสัมพันธ์สถาบันการศึกษา.** มหาวิทยาลัย: เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

ชาญชัย ศุภอรรถกร. (2561). **การสร้างเว็บแอพพลิเคชัน PHP+MySQL สำหรับผู้เริ่มต้น.** กรุงเทพมหานคร: ซิมพลิฟาย.

เด่นชัย สมปอง และคณะ. (2557). **การพัฒนาระบบบริหารจัดการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร**. มหาวิทยาลัย: ราชภัฏสกลนคร.

ทิพวัลย์ แสนคำ และคณะ. (2562). **การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการวางแผนปฏิบัติการของผู้บริหารในสังกัดเทศบาลตำบลบ้านด่าน อำเภอบ้านด่าน จังหวัดบุรีรัมย์.** มหาวิทยาลัย: ราชภัฏมหาสารคาม.

ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง **เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558** ประกาศ ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 คัดลอกมาจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 132 ตอนพิเศษ 295 ง วันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2560.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2560). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม)** . กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

การพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ กรณีศึกษาร้านโกลเด้น นีดเดิ้ล แทททู ภูเก็ต

Development of Online Tattoo Shop System : A Case Study of Golden Needle Tattoo Phuket Shop

กฤษณพล สุนสาระพัง[*1] , ศิริรัตน์ ชลหาญ[1] , อัจฉรียา เริงสมุทร[1] , วรรัตน์ จงไกรจักร[2]

Kirsanapol Sunsarapang[*1], Sirirat Chonhan[1] , Utchareeya Reaunsamut[1] , Worrarat Jongkraijak[2]

บทคัดย่อ

ปัญหาของร้านสักยังไม่มีการพัฒนาเป็นแบบออนไลน์ ลูกค้าต้องเข้าไปจองคิวสักกับทางร้าน อาจทำให้ลูกค้าเสียเวลา ลืมคิวสัก และไม่สะดวกในเรื่องของพื้นที่จอดรถ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอการพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ เพื่อแก้ปัญหาจองคิวสักของลูกค้า ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกแก่ลูกค้าและเจ้าของกิจการ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักแบบออนไลน์ และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ การออกแบบและพัฒนาระบบดำเนินไปตามวงจรการพัฒนาระบบ (Software Development Life Cycle) ใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) ร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) ระบบงานมีฟังก์ชันการทำงานประกอบด้วย การจัดการข้อมูลหลัก การจองคิวและตรวจสอบสถานะเพื่อรับบริการ และรายงานสำหรับเจ้าของกิจการ ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และผู้ใช้งานระบบ 20 คน พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในภาพรวมระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.35 กลุ่มผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในภาพรวมในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ ช่วยให้การดำเนินธุรกิจของร้านสักมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ: การพัฒนาระบบ, ระบบออนไลน์, ระบบการจัดการธุรกิจ

[1,2,3]นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต*

[2]อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

***กฤษณพล สุนสาระพัง, E-mail:** s5913805102@pkru.ac.th

Abstract

The problem of the tattoo shop is that no online system. The customers have to go to book for the queue at the shop that may cause the customers waste time, forget the queue and inconvenience in the area of parking. For this reason the researchers proposed the development of the tattoo shop online system for solving the problem of booking a customer queue to facilitate customers and business owners. This research aims: 1) To develop the tattoo shop online system and 2) To study the satisfaction of users using tattoo shop online system. Software was developed by using Software Development Life Cycle with PHP and SQL database. The functions of the tattoo shop online system is composed of the master data management, booking and checking for the service and report the data for the owner. The system satisfaction using a questionnaire with 25 people, consisting of 5 experts and 20 users. The result showed satisfaction evaluation by using the data of 5 experts and Users for 20 people. The result is the satisfaction of experts are in maximum at 4.35. The satisfaction of users are in maximum at 4.41. It showed that development of online tattoo shop system availed business to increase effective.

Keywords: System Development, Online System, Business Management System.

บทนำ

"รอยสัก หรือ Tattoo" หมายถึง การตีหรือการเคาะ ซึ่งเกิดจากการสักด้วยเครื่องสัก หรือใช้เข็มซึ่งมีด้ายร้อยเคลือบสีอยู่ แทงผ่านตามตำแหน่งที่ต้องสักลงไปที่ผิวหนัง โดยการสัก และเจาะร่างกาย ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525, น.788) ได้ให้ความหมายของคำว่า "สัก คือ เอาของแหลมแทงลงด้วยวิธีการหรือเพื่อประโยชน์ต่าง ๆ กัน โดยใช้เหล็กแหลมจุ่มหมึกหรือน้ำมันแทงที่ผิวหนังให้เป็นลายอักขระเครื่องหมายหรือลวดลาย"

การสักตามร่างกายเป็นความเชื่ออย่างหนึ่งของมนุษย์สมัยโบราณเกิดขึ้นเมื่อ ๕,๓๐๐ กว่าปีมาแล้วโดยมีความเชื่อที่แตกต่างกัน โดยความเชื่อในการสักคือการสักยันต์และผู้ที่สักยันต์นั้นจะต้องมีความเคารพความศรัทธาเชื่อฟังปฏิบัติตามคำสั่งสอนของครูบาอาจารย์เพื่อได้เสริมสร้างขวัญและกำลังใจและเป็นการระลึกถึงครูบาอาจารย์ในการสักยันต์ และเครื่องมือที่เป็นที่นิยมมากที่สุดจะเป็นเข็มสักไฟฟ้าเนื่องมาจากมีประสิทธิภาพและความสะดวกสบายในการใช้งานแถมยังสามารถเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสมของการใช้งานเข็มสักไฟฟ้า ปัญหาของร้านสักในสมัยก่อนยังไม่ได้มีการพัฒนาเป็นแบบออนไลน์ยังมีการพัฒนาเป็นแบบออฟไลน์อยู่โดยการที่ลูกค้าต้องเข้าไปจองคิวสักกับทางร้านจึงอาจจะทำให้ลูกค้าบางท่านเสียเวลาหรืออาจจะลืมคิวสักของลูกค้าได้และลูกค้าอาจจะไม่สะดวกในเรื่องของพื้นที่ในการจอดรถได้ เป็นต้น ปัจจุบันร้านสักได้มีการพัฒนาเป็นแบบออนไลน์โดยการที่ให้ลูกค้าสามารถจองคิวสักผ่านเว็บไซต์ในสื่อออนไลน์และยังสะดวกสบายรวดเร็วต่อลูกค้า การสักได้กลายเป็นธุรกิจที่แพร่หลายมากในปัจจุบันจึงทำให้มีร้านสักเกิดขึ้นมากมาย ทั้งนี้เป็นเพราะการสักกลายเป็นที่นิยมและเป็นที่ยอมรับมากขึ้นในสังคม จึงทำให้มีผู้ที่สนใจและต้องการจะสักเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านสักขึ้น เพื่อเพิ่มช่องทางการจองคิวสักให้

สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้นตอบสนองความต้องการและทำให้เจ้าของกิจการสามารถบริหารจัดการร้านได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักแบบออนไลน์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ กรณีศึกษาร้านโกลเด้น นีดเดิ้ล แทททู ภูเก็ตมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจ โยธิน แสวงดี (2551) กล่าวว่า มาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1.การใช้แบบสอบถาม โดยผลตอบแบบสอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระคำถาม ดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่น การบริหารและการควบคุมงาน และเงื่อนไขต่างๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่งซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและ วิธีการที่ดีจึงจะทำให้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดกิริยาท่าทางวิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

2. คุณภาพของซอฟต์แวร์

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และพนิดา พานิชกุล (2557) ได้ให้ความหมายของคุณภาพของซอฟต์แวร์ คือ การวัดคุณภาพของซอฟต์แวร์ที่ได้ทำการผลิตให้มีมาตรฐานการผลิตตรงตามหลักสากล โดยใช้เกณฑ์ (Capability Maturity Model Integration : CMMI) ในการวัดคุณภาพซอฟต์แวร์ โดยคุณภาพของซอฟต์แวร์มีลักษณะดังนี้

1. คุณภาพด้านการใช้งานหรือ Usability ต้องทำให้ซอฟต์แวร์ที่สร้างนั้นง่ายที่จะเรียนรู้เพื่อใช้งาน
2. คุณภาพด้านประสิทธิภาพหรือ Efficiency ใช้ทรัพยากรให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. คุณภาพด้านความทนทานหรือ Reliability มีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด ไม่เกิด Error บ่อย ๆ หรือหากเกิดข้อผิดพลาดขึ้นก็ต้องแก้ไขได้โดยง่ายและใช้เวลาแก้ไขน้อยที่สุด
4. คุณภาพด้านการบำรุงรักษาหรือ Maintainability สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นได้และมีความยืดหยุ่นที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไข
5. คุณภาพด้านการนำมาใช้ใหม่หรือ Reusability สามารถนำไปติดตั้งที่ระบบได้ง่าย

3.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประภัสสร ศรีเผด็จและคณะ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการจองคิวบนสมาร์ทโฟน กรณีศึกษาการจองคิวร้านสักมีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าและเป็นช่องทางระหว่างการติดต่อลูกค้าและเจ้าของร้าน โดยมีฟังก์ชันการทำงานของระบบให้ลูกค้าสามารถจองคิว บันทึกประวัติการสักของลูกค้า

ตรวจสอบโปรโมชั่น และดูรูปภาพจากทางร้าน ด้วยระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพและตอบสนองการใช้งานของกลุ่มลูกค้าในปัจจุบัน

สุรพงษ์ วิริยะ และนวรัตน์ กฤชรัตนศักดิ์ (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการทำางานด้วยระบบสั่งงานออนไลน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการสั่งงานออนไลน์และเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้ทำการในการพัฒนาเว็บไซต์ระบบสั่งงานออนไลน์ โดยใช้ภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL ในการพัฒนา และใช้ขั้นตอนการพัฒนาระบบตามหลักการของการพัฒนาระบบ SDLC โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ ศึกษาและรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ระบบ การออกแบบระบบ การพัฒนาและติดตั้ง และการบำรุงรักษา ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบในด้านของความปลอดภัยของผู้ใช้ระบบมากที่สุด ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ส่วนด้านที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดได้แก่ด้านการใช้งานระบบ ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และภาพรวมของความพึงพอใจในระบบ ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

นิมิตร ตาน้อยและคณะ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบจองยานพาหนะออนไลน์กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการทำหนังสือขอใช้ยานพาหนะของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย โดยศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบจองยานพาหนะออนไลน์ โดยทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อาจารย์ พนักงานและเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จำนวน 15 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบจองยานพาหนะออนไลน์ แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งจะช่วยให้บุคลากรและคณาจารย์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ตลอดจนผู้ที่ขอใช้ยานพาหนะ สามารถวางแผนการติดต่อจองตามกำหนดการได้ง่ายและทำการจองให้ตรงกับวันเวลาในการเดินทางที่ต้องการได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่าการนำระบบออนไลน์มาใช้ทำให้เกิดความสะดวกสบายแก่ลูกค้าและทำให้มีความสะดวกรวดเร็วในการติดต่อหรือประสานงานที่ดีขึ้นกว่าระบบแบบเดิมและสามารถพัฒนาระบบการจองคิวต่างๆเพิ่มเติมเข้าไปในระบบใหม่ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ ตามวิธีการดำเนินวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

1. พัฒนาระบบโดยใช้วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) มีรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีอยู่ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดปัญหา (Problem Definition)

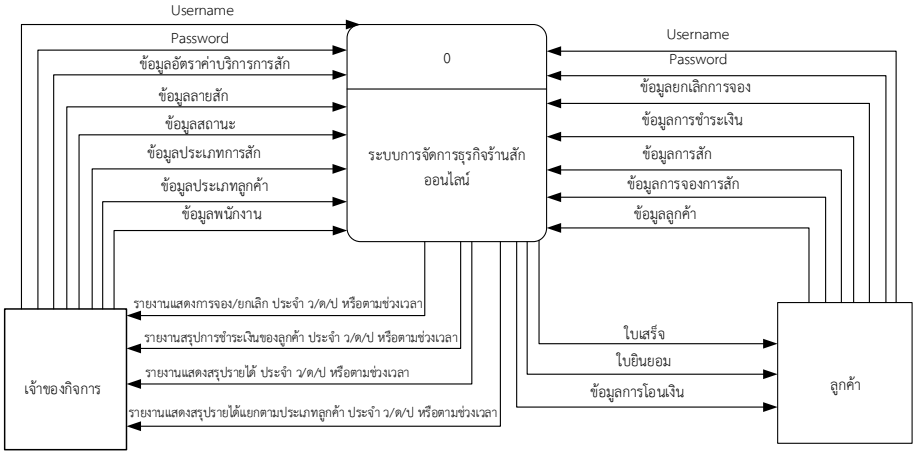
จากการสัมภาษณ์และศึกษาข้อมูลจากเจ้าของร้านสัก พบว่า เมื่อเวลาลูกค้าต้องการจะจองคิวลูกค้าจะมีการโทรหาเจ้าของร้าน หรือเข้าไปที่ร้านเพื่อที่จะทำการจองคิวสัก เนื่องจากทางร้านยังมีการใช้สมุดจดในการบันทึกวันเดือนปีเวลาและการคำนวณเงินการจองคิวสักของลูกค้าจึงอาจจะทำให้เกิดความล่าช้าในการจองคิวสัก ดังนั้นเจ้าของร้านสักจึงมีความต้องการระบบการจองออนไลน์ เพื่อให้สามรถตรวจสอบคิวสักล่วงหน้าได้ และ

สามารถจัดการการจองคิวสักได้

1.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ขั้นตอนนี้ นำผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ถึงปัญหาและความต้องการของระบบ มาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ด้วยการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) ซึ่งเป็นแผนภาพที่บอกถึงรายละเอียดของระบบ โดยเฉพาะข้อมูลและผังการไหลของข้อมูล และแผนภาพ E-R (Entity Relationship Diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำไปสร้างฐานข้อมูล ผลการออกแบบแผนผังต่าง ๆ เป็นดังนี้

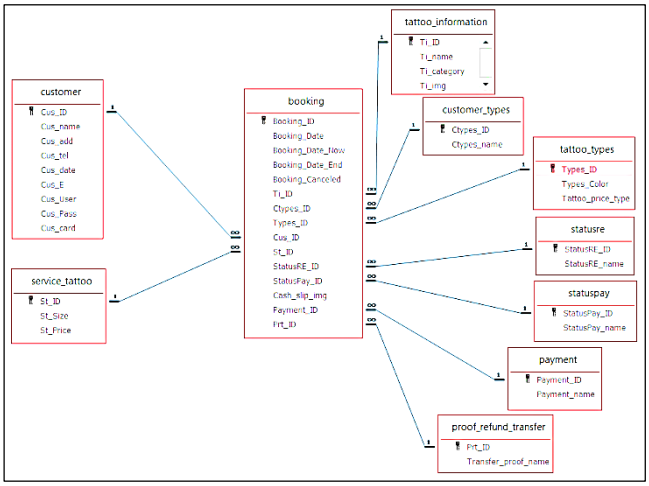
ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ กรณีศึกษาร้านโกลเด้น นีดเดิ้ล แทททู ภูเก็ต โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์

จากภาพที่ 1 แสดง Context Diagram หรือแผนภาพบริบท เป็นแผนภาพระดับสูงสุดที่แสดงถึงขอบเขตของระบบงานการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ จะมีผู้ใช้งานระบบอยู่ 2 ระดับ คือ 1) เจ้าของกิจการ 2) ลูกค้า

เมื่อได้แผนภาพกระแสข้อมูลแล้วจึงได้ออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity-Relationship Diagram) ซึ่งเป็นการแสดงโครงสร้างของความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูล และเป็นการนำเสนอรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในฐานข้อมูลที่ทำการออกแบบภายในระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์

จากภาพที่ 2 แสดง ER Diagram หรือแบบจำลองโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ ซึ่งประกอบด้วย 10 รีเลชั่น ได้แก่ 1) customer เก็บข้อมูลของลูกค้า 2) service_tattoo เก็บข้อมูลอัตราค่าบริการการสัก 3) tattoo_information เก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลลายสัก 4) customer_types เก็บข้อมูลประเภทลูกค้า 5) tattoo_types เก็บข้อมูลประเภทการสัก 6) statusre เก็บข้อมูลสถานะการจอง 7) payment เก็บข้อมูลการชำระเงิน 8) proof_refund_transfer เก็บข้อมูลหลักฐานการโอนเงินคืน 9) booking เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการจองคิวสัก และ 10) statuspay เก็บข้อมูลสถานะการชำระเงิน

1.3 พัฒนาโปรแกรม (Development)

นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ มาพัฒนาโปรแกรม ด้วย Sublime Text 3 เป็นเครื่องมือในการช่วยเขียน Code และพัฒนาโปรแกรม ด้วยภาษา PHP เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL)

1.4 ทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบหาขอผิดพลาด (Testing)

ผู้วิจัยทำการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นด้วยตนเอง โดยการเพิ่มข้อมูลเนื้อหาลงไปในโปรแกรม จากนั้นทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบหาจุดข้อผิดพลาด ทำการปรับปรุงเพื่อความถูกต้องในรูปแบบของการทำงาน

1.5 นำโปรแกรมไปทดลองกับผู้ใช้จริง (Usability)

ผู้พัฒนาระบบนำเว็บไซต์ระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ไปทดลองใช้งานจริง โดยเจ้าของกิจการของร้านโกลเด้น นีดเดิ้ล แทททู ภูเก็ต และลูกค้า เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อผิดพลาดขึ้น ได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและบำรุงรักษาระบบโดยทันที

1.6 ประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม (Evaluate the Performance)

เก็บข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ ใช้แบบประเมิน

ประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยใช้แบบสอบถามในการประเมิน โดยประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานระบบ จำนวน 20 คน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน

2. วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบ จำนวน 25 คน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการประเมิน โดยใช้สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้เกณฑ์การในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความพึงพอใจดังนี้ (Cooper and Schindler, 2007 :)

คะแนนเฉลี่ย	4.21 - 5.00	แสดงถึง	ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.41 - 4.20	แสดงถึง	ระดับความพึงพอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.61 - 3.40	แสดงถึง	ระดับความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 - 2.60	แสดงถึง	ระดับความพึงพอใจน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.80	แสดงถึง	ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ฟังก์ชันการทำงานของระบบ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ของผู้ใช้งานระบบ(ลูกค้า) สามารถสมัครสมาชิกได้, จองคิวการสักได้ ตรวจสอบสถานะการจองคิวสักได้ และสามารถดูข้อมูลการสักได้

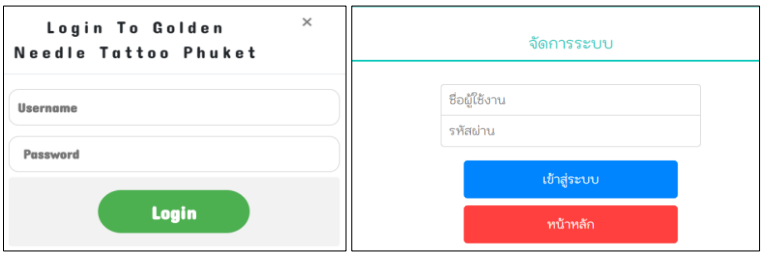
ส่วนที่ 2 ของเจ้าของกิจการ(Admin) สามารถตรวจสอบข้อมูลการจองคิวการสักได้ (เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูล) สามารถตรวจสอบสถานะการชำระเงิน, สถานะการจอง, ประเภทลูกค้าและประเภทการสัก และยังสามารถจัดการรายงานต่างๆได้

1. ผลการพัฒนาระบบ

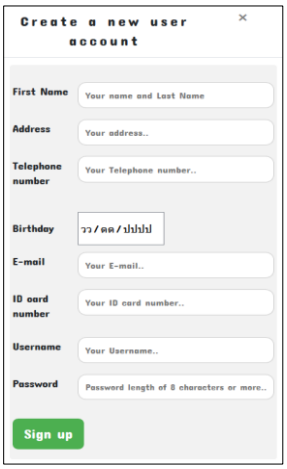
ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบตามหลักการของการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ในการพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ กำหนดปัญหา การวิเคราะห์และออกแบบระบบ พัฒนาโปรแกรม ทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบหาข้อผิดพลาด นำโปรแกรมไปทดลองกับผู้ใชจริง และประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยมีการแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มผู้ใช้งานระบบ ซึ่งทั้งสองกลุ่มจะต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ ได้ตามระบบดังภาพต่อไปนี้



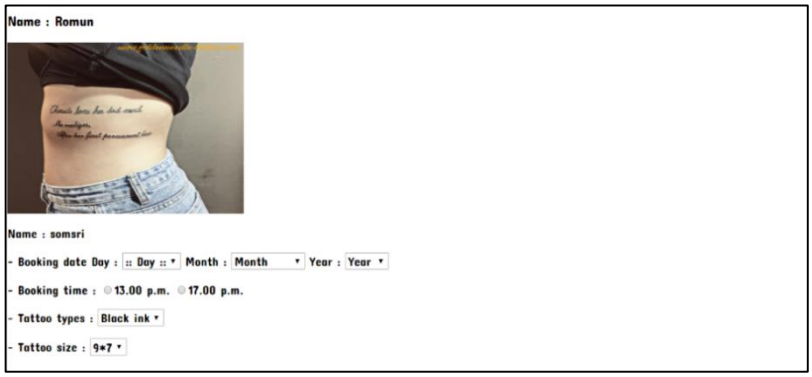
ภาพที่ 3 แสดง-หน้าหลักของผู้ใช้บริการของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์



ภาพที่ 4 แสดงหน้าเข้าสู่ระบบของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์สำหรับลูกค้าและเจ้าของกิจการ



ภาพที่ 5 แสดง-หน้าสมัครสมาชิกของผู้ใช้บริการของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์



ภาพที่ 6 แสดง-หน้าการจองคิวการสักของผู้ใช้บริการของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์



ภาพที่ 7 แสดง-หน้าการดูข้อมูลการจองคิวการสักของผู้ใช้บริการของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์



ภาพที่ 8 แสดง-หน้าหลักของเจ้าของกิจการของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์



รายงานแยกตามประเภทการจอง/ยกเลิก

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	วันที่จอง/เวลา	วันที่ยกเลิก/เวลา	ชื่อลายสัก	ขนาดการสัก	ประเภทการสัก
1	test0001	วันที่ 14 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	วันที่ 13 ธันวาคม 2562 เวลา 21:08 น.	Compass	7*8	Color ink
2	Pannapa Somdee	วันที่ 02 มกราคม 2563 เวลา 13:00 น.	วันที่ 13 ธันวาคม 2562 เวลา 21:12 น.	Owl	7*8	Color ink
3	pensri jaidee	วันที่ 15 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	วันที่ 13 ธันวาคม 2562 เวลา 21:22 น.	Dot & line	5*5	Black ink
4	pandee penna	วันที่ 09 มกราคม 2563 เวลา 17:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Half moon	5*5	Black ink
5	pandee penna	วันที่ 15 ธันวาคม 2562 เวลา 17:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Butterfly	7*8	Color ink
6	Nadear nadeee	วันที่ 16 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Rose	9*7	Black ink
7	woravee	วันที่ 20 ธันวาคม 2562 เวลา 17:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Compass	9*7	Black ink
8	palana	วันที่ 10 มกราคม 2563 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Rose	5*5	Color ink
9	tangna	วันที่ 21 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Romun	7*8	Black ink
10	Prechada	วันที่ 30 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Lotus	9*7	Black ink
11	kantapat	วันที่ 16 ธันวาคม 2562 เวลา 17:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Dog	7*8	Color ink
12	kottapan	วันที่ 19 ธันวาคม 2563 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Deer	5*5	Color ink
13	watchara	วันที่ 16 มกราคม 2563 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Compass	5*5	Black ink
14	wanna	วันที่ 26 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Butterfly	7*8	Color ink
15	kanna	วันที่ 19 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Deer	5*5	Color ink
16	panlanee	วันที่ 17 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Lotus	7*8	Color ink
17	sirimee	วันที่ 25 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Owl	9*7	Color ink
18	Toms	วันที่ 22 ธันวาคม 2562 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Owl	7*8	Color ink
19	matt	วันที่ 20 มกราคม 2563 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Compass	9*7	Black ink
20	นารีหหฤๅ ไม่กินผัก	วันที่ 01 มกราคม 2563 เวลา 13:00 น.	วันที่ 14 ธันวาคม 2562 เวลา 11:49 น.	Rose	9*7	Black ink
21	tiger	วันที่ 01 กุมภาพันธ์ 2563 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Deer	5*5	Color ink
22	Mana	วันที่ 27 ธันวาคม 2562 เวลา 17:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Romun	9*7	Black ink
23	wandee	วันที่ 10 มกราคม 2563 เวลา 17:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Lotus	9*7	Color ink
24	Nanta	วันที่ 12 มกราคม 2563 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Butterfly	9*7	Color ink
25	Rom	วันที่ 21 มีนาคม 2563 เวลา 13:00 น.	รายการนี้ยังไม่ได้ยกเลิก	Owl	7*8	Color ink

ภาพที่ 9 แสดง-หน้ารายงานของเจ้าของกิจการของระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์

2. วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ลูกค้าและเจ้าของกิจการจำนวน 20 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ ผลที่ได้เป็นดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ด้านการใช้งานระบบ

ด้านการใช้งานระบบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การเรียกดูข้อมูลทำได้ง่ายและสะดวก ไม่มีความซับซ้อน	4.00	0.000	มาก
2. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	4.60	0.548	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความสัญลักษณ์และรูปภาพในการสื่อความหมาย	4.20	0.447	มาก
4. ความเหมาะสมในการจัดรูปแบบ ง่ายต่อการอ่าน และการใช้งานของระบบ	4.40	0.548	มากที่สุด
รวม	4.30	0.385	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการใช้งานระบบในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.30 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพได้มากที่สุด ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.60 รองลงมาคือด้านความเหมาะสมในการจัดรูปแบบ ง่ายต่อการอ่าน และการใช้งานของระบบ และด้านความเหมาะสมในการใช้ข้อความสัญลักษณ์และรูปภาพในการสื่อความหมาย โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 และ 4.20 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ

ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความถูกต้องของการประมวลผลข้อมูล	4.60	0.548	มากที่สุด
2. ความถูกต้องของระบบในการแสดงผล	4.80	0.447	มากที่สุด
3. ความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล	4.40	0.548	มากที่สุด
4. ความถูกต้องของระบบในการแสดงรายงาน	3.80	0.837	มาก
5. ความถูกต้องของการคำนวณจำนวนเงินแต่ละขั้นตอนในระบบ	4.60	0.548	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.44	0.585	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบในภาพรวมในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.44 ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านความถูกต้องของระบบในการแสดงผลในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.80 รองลงมาเป็นด้านความถูกต้องของการประมวลผลข้อมูลและความถูกต้องของการคำนวณจำนวนเงินแต่ละขั้นตอนในระบบ และด้านความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 4.60 และ 4.40 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงผลความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ด้านความปลอดภัยของข้อมูล

ด้านความปลอดภัยของข้อมูล	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การเข้าใช้ระบบ เช่น Username Password เพื่อพิสูจน์ตัวตนก่อนเข้าใช้ระบบทุกครั้ง	4.80	0.447	มากที่สุด
2. มีการกำหนดในการเข้าถึงของข้อมูลในแต่ละส่วน	4.00	0.707	มาก
3. มีความปลอดภัยเกี่ยวกับข้อมูลของลูกค้า	4.20	0.447	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.33	0.533	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน	4.35	0.501	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจโดยรวมทั้ง3ด้านในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.35 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการเข้าใช้ระบบ เช่น Username Password เพื่อพิสูจน์ตัวตนก่อนเข้าใช้ระบบทุกครั้งมากที่สุด ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.80 รองลงมาคือด้านมีความปลอดภัยเกี่ยวกับข้อมูลของลูกค้า และด้านมีการกำหนดในการเข้าถึงของข้อมูลในแต่ละส่วน โดยมีค่าเฉลี่ย 4.20 และ 4.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลความพึงพอใจของลูกค้าและเจ้าของกิจการ ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ

ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกันและสามารถสื่อความหมายได้	4.55	0.510	มากที่สุด
2. ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม	4.45	0.605	มากที่สุด
3. สีพื้นหลังและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน	3.80	0.834	มาก
4. สีสันเว็บไซต์มีความเหมาะสม	3.95	0.887	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.18	0.709	มาก

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.18 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกันและสามารถสื่อความหมายได้ มากที่สุด ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.55 รองลงมา คือ ขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม และสีสันเว็บไซต์มีความเหมาะสม โดยมีค่าเฉลี่ย 4.45 และ 3.95 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงผลความพึงพอใจของลูกค้าและเจ้าของกิจการ ด้านการใช้งานของเว็บไซต์

ด้านการใช้งานของเว็บไซต์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์	4.85	0.366	มากที่สุด
2. ความง่ายต่อการใช้งานของเว็บไซต์	4.80	0.410	มากที่สุด
3. ความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล	4.55	0.510	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของข้อมูลภายในเว็บไซต์	4.55	0.510	มากที่สุด
5. เมนูต่าง ๆ ในเว็บไซต์ใช้งานได้ง่าย	4.70	0.470	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.69	0.453	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านการใช้งานของเว็บไซต์ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.69 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์ มากที่สุด ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.85 รองลงมา คือ ความง่ายต่อการใช้งานของเว็บไซต์ และเมนูต่าง ๆ ในเว็บไซต์ใช้งานได้ง่าย โดยมีค่าเฉลี่ย 4.80 และ 4.70 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงผลความพึงพอใจของลูกค้าและเจ้าของกิจการ ด้านคุณภาพของเนื้อหา

ด้านคุณภาพของเนื้อหา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ปริมาณเนื้อหามีเพียงพอกับความต้องการ	4.10	0.641	มาก
2. เนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ	4.55	0.510	มากที่สุด
3. ข้อความในเว็บไซต์ถูกต้องตามหลักภาษา และไวยากรณ์	4.35	0.489	มากที่สุด
4. การประชาสัมพันธ์ข่าวสาร ภาพ ในเว็บไซต์มีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.45	0.605	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.36	0.561	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน	4.41	0.574	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจโดยรวมทั้ง3ด้านในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.41 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านคุณภาพของเนื้อหาในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.36 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านเนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.55 รองลงมา คือ การประชาสัมพันธ์ข่าวสาร ภาพ ในเว็บไซต์มีความเหมาะสม น่าสนใจ และข้อความในเว็บไซต์ถูกต้องตามหลักภาษา และไวยากรณ์ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.45 และ 4.35 ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาโปรแกรมระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ กรณีศึกษาร้านโกลเด้น นีดเดิล แทททู ภูเก็ต ผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบการจัดการธุรกิจร้านสักออนไลน์ เพื่อแก้ปัญหาการจองคิวของลูกค้าและการจัดการข้อมูลของเจ้าของกิจการ ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย งานในส่วนของผู้ใช้บริการ และงานในส่วนของเจ้าของกิจการ มีรายละเอียดดังนี้

-ส่วนของผู้ใช้บริการร้านสักออนไลน์ ลูกค้าสามารถติดต่อกับร้านค้าผ่านเว็บไซต์ได้ เมื่อเข้าเว็บไซต์ของร้าน, ลูกค้าสามารถดูลายสักผ่านเว็บไซต์ได้ ถ้าในกรณีที่ลูกค้าต้องการจองคิวสักจะต้องสมัครสมาชิกเพื่อทำการจองคิวการสักผ่านทางเว็บไซต์, สามารถดูข้อมูลการจองคิวการสัก, แก้ไขข้อมูลของผู้ใช้บริการ, ตรวจสอบสถานะการจองคิว และเลือกขนาดรูปภาพในการจองคิวได้

-ส่วนด้านเจ้าของกิจการ ระบบสามารถจัดการข้อมูล ช่วยให้เจ้าของกิจการทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสามารถตรวจสอบข้อมูลการจองคิวการสักของผู้ใช้บริการของร้านได้ สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลของผู้ใช้บริการได้ สามารถตรวจสอบข้อมูล, สถานะการชำระเงินและ สถานะการจอง สามารถจัดทำรายงานเพื่อการจัดการธุรกิจได้

2. จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบและการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบ จำนวน 25 คน พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในด้านการใช้งานระบบในระดับมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านความปลอดภัยของข้อมูลในระดับมากที่สุด และลำดับที่สามเป็นด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบในระดับมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจระบบในภาพรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด และกลุ่มผู้ใช้งานระบบมี ความพึงพอใจในด้านการใช้งานของเว็บไซต์ในระดับมากที่สุด รองลงมาเป็นผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านคุณภาพของเนื้อหาในระดับมากที่สุด และลำดับที่สามเป็นผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบในระดับมาก ซึ่งผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจระบบในภาพรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด โดยสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าในการจองคิวในการสักได้ และเป็นช่องทางการติดต่อที่ง่ายระหว่างลูกค้าและเจ้าของกิจการ โดยลูกค้าสามารถดูรูปหรือเลือกลายสักผ่านทางเว็บไซต์หรือจากทางร้านก็ได้ พบว่าผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรพงษ์ วิริยะ และนวรัตน์ กฤชรัตนศักดิ์ (2560) เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยระบบสั่งงานออนไลน์ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการสั่งงานออนไลน์และเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ซึ่งได้ทำการพัฒนาเว็บไซต์ระบบสั่งงานออนไลน์ โดยใช้ภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL และใช้ขั้นตอนการพัฒนาระบบตามหลักการของการพัฒนาระบบ SDLC โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ ศึกษาและรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ระบบ การออกแบบระบบ การพัฒนาและติดตั้ง และการบำรุงรักษา ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบในด้านของความปลอดภัยของผู้ใช้ระบบมากที่สุด ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ส่วนด้านที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดได้แก่ด้านการใช้งานระบบ ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และภาพรวมของความพึงพอใจในระบบ ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

เอกสารอ้างอิง

ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). **พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : บริษัทอักษรเจริญทัศน์ จำกัด.

สุรพงษ์ วิริยะ และนวรัตน์ กฤชรัตนศักดิ์. (2560). **การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยระบบสั่งงานออนไลน์.** ในการประชุมทางวิชาการพะเยาวิจัยครั้งที่ 6 “ศิลปวัฒนธรรมวิจัยเพื่อประเทศไทย 4.0” (น.179). พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.

โยธิน แสวงดี. (2551). **การวิจัยเชิงคุณภาพ.** กรุงเทพฯ: ศูนย์ศึกษาและฝึกอบรมการวิจัย.

ประภัสสร ศรีเผด็จ, จิตรพงษ์ เจริญจิตร, ปิยะณัฐ สังข์เจริญ, นพรัตน์ อังคณานนท์ และสงกรานต์ วิชิตพงษ์. (2559). **การพัฒนาระบบการจองคิวบนสมาร์ทโฟน.** สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

นิมิตร ตาน้อย, เอกภูมิ อิ่มอก และกรรัก พร้อมจะบก. (2559). **การพัฒนาระบบจองยานพาหนะออนไลน์ กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

เอกชัย อภิศักดิ์กุล, กิตติพันธ์ คงสวัสดิ์ และจตุพร เลิศล้า. (2551). **การวิจัยธุรกิจ.** พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เพียร์สันเอ็ดดูเคชั่น อินโดไชนา.

ระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Electricity measurement and database system using Internet of Things

นาย กิตติพงศ์ บุญยขจร[1*] ,นาย ชวลิต ศิริเวศ[2]

Kittipong Boonyakhachorn[1*] , Chawalit Siriwet[2]

บทคัดย่อ

ระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเป็นระบบสำหรับการติดตามและสรุปผลการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสในจุดที่ถูกติดตั้ง โดยตัวระบบจะทำการตรวจวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าโดยจะแสดงข้อมูลให้ผู้ใช้ทราบว่ามีการใช้งานไฟฟ้าอยู่ในปริมาณเท่าใด การทำงานของตัวระบบจะเป็นการใช้บอร์ดอาดุยโนเพื่อวัดกระแสไฟฟ้าผ่านบอร์ดวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า จากนั้นจะนำข้อมูลแสดงผลบนหน้าจอของตัวเครื่องก่อนจะส่งไปสู่ระบบออนไลน์ด้วย NB-IoT เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลได้จากระยะไกล รวมถึงการดูข้อมูลย้อนหลังหรือสรุปยอดการใช้ไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้นโดยการคำนวนข้อมูลที่เก็บไว้ในระบบ

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง , การวัดไฟฟ้า, อาดุยโน่, NB-IoT

Abstract

Electricity measurement and database system using Internet of Things is a system for monitoring and summarizing the usage of a single-phase AC power system at the point of its installation. The system will continuously measure the current and the voltage while also showing the result to the user all the time so that the user can immediately know how much electricity is currently being used in that time. The operation of this system is use Arduino to start the measuring the electrical current through the cable clamp and measuring the voltage through the electrical measuring board of its system, then the information will be displayed in the same time on the screen of the device before being sent to online with NB-IoT so that the user can check the new-collected information or the older one from a distance and this include the history usage or a summary of the result from calculated data collected by the system as well.

Keywords: Internet of things, Current measurement, NB IoT, Arduino

[1]นาย กิตติพงศ์ บุญยขจร สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]นาย ชวลิต ศิริเวศ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[*]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ ภาวดี Email: s5910886105@pkru.ac.th, s5910886114@pkru.ac.th

บทนำ

มิเตอร์ไฟฟ้าที่มีอยู่ทั่วไปตามบ้านเรือนในปัจจุบันนั้น มีหน้าที่วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่สามารถแสดงให้เห็นปริมาณการใช้ในหน่วยกิโลวัตอาว แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดอย่างอื่น เช่น กระแสหรือแรงดัน ณ เวลานั้น ซึ่งอาจมีแรงดันเกินหรือตก และอาจมีการใช้กระแสไฟฟ้าที่มากผิดปกติได้ ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอย่างอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ทำให้มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น บอร์ดอาดุยโน่ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการอ่านข้อมูลจากเซ็นเซอร์และจัดเก็บข้อมูล อีกทั้งการเก็บข้อมูลเหล่านี้ หากมีการเลือกใช้อุปกรณ์และการตั้งค่าที่เหมาะสม ก็จะสามารถพัฒนาเป็นระบบที่สามารถทำงานเก็บบันทึกข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการสร้างระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อเป็นผู้ช่วยในการเฝ้าสังเกตการใช้ไฟฟ้าเฉพาะจุดก่อนจะนำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลเป็นค่าใช้จ่ายต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- **ระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่าย**

ระบบตรวจวัดการใช้งานกระแสไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่าย เพื่อความปลอดภัยในการใช้กระแสไฟฟ้าในปริมาณที่เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบการใช้ กระแสไฟฟ้าเพื่อหาข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้า มาจัดทำแผนนโยบายพลังงานด้านการใช้กระแสไฟฟ้า โดยอาศัยโมเดลจำลองเพื่อสาธิตการทำงานของระบบเพื่อให้เห็นภาพการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ากับการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ควบคุมและตรวจสอบการใช้กระแสไฟฟ้ากับคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในการบันทึกข้อมูลซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบตรวจวัดอุปกรณ์อื่นๆได้อีกมากมาย



รูปภาพที่ 1 แบบจำลองการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่าย

อุปกรณ์ภายในระบบ

- **อาดุยโน่**

อาดุยโน่คือชื่อของโครงการที่นำชิปไมโครคอนโทรเลอร์เข้ามาใช้งานร่วมกันกับภาษา C ทำให้ตัวชิปนั้นมีความฉลาดขึ้นตามคำสั่งที่ถูกเขียน ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้จะใช้อาดุยโน่รุ่น MEGA 2560 เป็นวงจรการทำงาน

หลักของอุปกรณ์เพราะรุ่นนี้นั้นรองรับความจุข้อมูลได้สูงทำให้สามารถรับคำสั่งหลายๆอย่างและต้องการความรวดเร็ว และในการเขียนคำสั่งลงไปนั้นจะสามารถทำได้โดยผ่านโปรแกรม Arduino IDE



รูปภาพที่ 2 อาดุยโน่ MEGA 2560 และโปรแกรม Arduino IDE

- **NB-IoT Shield**

  NB-IoT นั้นย่อมาจาก Narrowband Internet of Thing ซึ่งเป็นชื่อมาตรฐานของระบบโครงข่ายที่ใช้พลังงานต่ำสำหรับการติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆผ่านโครงข่ายของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยการใช้ซิม

	LTE-Evolution	Narrowband Solutions		Next Generation
	LTE-M Rel-13	NB-LTE Rel-13	EC-GSM Rel-13	5G
Range (Outdoor)	< 11 km	< 15 km	< 15 km	< 15 km
MCL	156 dB	164 dB	164 dB	164 dB
Spectrum	Licensed (7-900 MHz)	Licensed (7-900 MHz)	Licensed (8-900 MHz)	Licensed (7-900 MHz)
Bandwidth	1.4 MHz or shared	200 kHz or shared	2.4 MHz or shared	shared
Data Rate	<1 Mbps	<150 kbps	10 kbps	<1 Mbps
Battery Life	>10 years	>10 years	>10 years	>10 years
Availability	2016	2016	2016	2025

รูปภาพที่ 3 ตารางเปรียบเทียบสัญญาณพลังต่ำแบบต่างๆ

ส่วน Shield นั้นหมายถึงแผ่นฝาประกบสำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่น โดยในงานวิจัยชิ้นนี้จะใช้ NB-IoT Shield ของ AIS มาเชื่อมต่อเข้ากับอาดุยโน่เพื่อทำให้ตัวระบบสามารถขึ้นสู่ระบบอินเทอร์เน็ต



รูปภาพที่ 4 รูปภาพที่ 3 NB-IoT Shield ของ AIS

- **บอร์ดวัดไฟฟ้า PZEM *และ* เซ็นเซอร์วัดกระแส**

  PZEM เป็นชื่อรุ่นของอุปกรณ์วัดไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อตรงเข้ากับตัวอุปกรณ์ โดยจะสามารถวัดได้ทั้งแรงดันและกระแสหากต่อการทำงานร่วมกับอุปกรณ์แคล้มป์



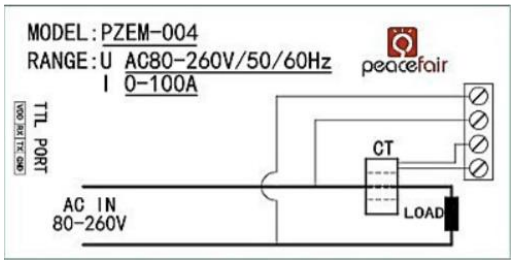
รูปภาพที่ 5 บอร์ดวัดไฟฟ้ากระแสสลับรุ้น PZEM



รูปภาพที่ 6 อุปกรณ์แคล้มป์

อุปกรณ์แคล้มป์ สำหรับใช้งานแคล้มป์สายไฟกระแสสลับในจุดที่ต้องการเพื่อวัดค่ากระแสก่อนจะส่งต่อให้กับ PZEM เพื่อแปลงข้อมูล

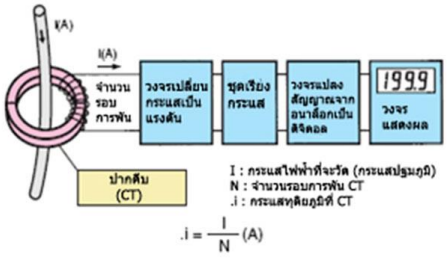
- **หลักการทำงานของบอร์ดและเซ็นเซอร์วัดกระแส**



รูปภาพที่ 7 การต่ออุปกรณ์วัดไฟฟ้า

การวัดไฟฟ้ากระแสสลับผ่านบอร์ดวัดไฟฟ้า PZEM นั้นจะแบ่งออกเป็นสองช่วง

1. การวัดแรงดัน แรงดันไฟจะสามารถวัดได้จากการต่อสายไฟกระแสสลับเข้าโดยตรงกับตัวบอร์ด แล้วตัวบอร์ดก็จะอ่านค่าพร้อมกับส่งต่อไปยังอาดุยโน่

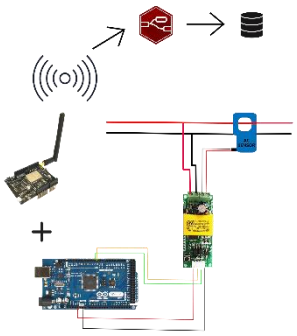


รูปภาพที่ 8 การทำงานของอุปกรณ์แคล้มป์โดยทั่วไป

2. การวัดกระแส กระแสนั้นจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์แคล้มป์ช่วย เมื่อแคล้มป์สายไฟเดี่ยวที่มีไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่าน จะเกิดกระแสเหนี่ยวนำในคัวแคล้มป์ จากนั้นกระแสนี้ก็จะถูกบอร์ดวัดไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นแรงดันสำหรับนำส่งต่อไปให้อาดุยโน่คำนวณเป็นข้อมูลต่อไป

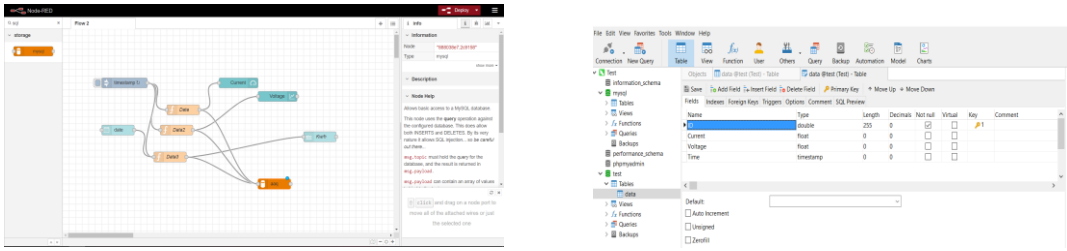
แผงผังการติดตั้งระบบ

การเชื่อมต่อวงจรของระบบตรวจวัดและเก็บข้อมูลไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้นจะ ใช้ความเข้าใจด้านไฟฟ้าเล็กน้อยสำหรับต่อขั้วไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆภายในระบบ โดยแผงผังแบบหยาบจะเป็นไปตามรูป



รูปภาพที่ 9 แผงผังการเชื่อมต่อระบบ

ในทางฝังเซิร์ฟเวอร์จะทำการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหนึ่งเครื่อง ในการทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับรับข้อมูลที่ถูกส่งออกมาจากระบบ ซึ่งจัดทำด้วย Node Red เพื่อง่ายต่อการออกแบบและจัดการ



รูปภาพที่ 10 อินเทอร์เฟสของการใช้งาน Node RED และหน้าต่างการใช้งาน Navicat

ในส่วนของฐานข้อมูลของตัวระบบจะจัดทำฐานข้อมูลแบบ SQL โดยการใช้งานแอปพลิเคชั่น XAMP เพื่อติดตั้งและจะใช้ Navicat เพื่อให้ง่ายต่อการจัดงานส่วนต่างๆของฐานข้อมูล

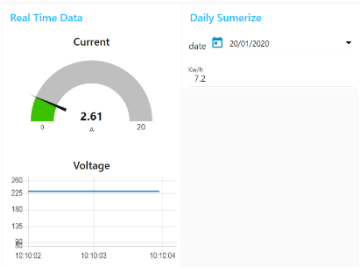
ขั้นตอนการทำงานของระบบ

การทำงานของตัวระบบทั้งหมดนั้นจะมีศูนย์กลางคืออาดุยโน่ซึ่งจะคอยสั่งงานอุปกรณ์อื่นๆด้วยคำสั่งที่ถูกเขียนลงบนตัวของอุปกรณ์ การไหลของข้อมูลในงระบบเริ่มต้นจาก PZEM อ่านค่าที่ได้จากการวัดแรงดันและกระแส

จากนั้นจะส่งข้อมูลดิบมาให้อาดุยโน่ประมวลผลเป็นข้อมูลซึ่งสามารถอ่านได้จากสูตรการรคำนวณของอุปกรณ์ PZEM และเมื่อประมวลผลเสร็จแล้ว ข้อมูลทั้งหมดก็จะถูกส่งออกสู่อินเทอร์เน็ตผ่าน NB-IoT ในทุกๆ 2 วินาที โดยมีปลายทางเป็นเซิร์ฟเวอร์ Node-Red และจัดเก็บลงฐานข้อมูล SQL

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการติดตั้งระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งไว้บริเวณใกล้กับปลักไฟพ่วงของบ้านแห่งหนึ่งและแคล้มป์สายไฟหลักขาเข้าของปลักพ่วง หน้าจอแสดงผลบนอุปกรณ์ได้สามารถบอกหน่วยแรงดันและกระแสไฟฟ้าในทุกๆ 2-3 วินาทีได้อย่างสมบูรณ์



รูปภาพที่ 5 ตารางแสดงผลด้วยระบบ Node-RED



ID	Current	Voltage	Time
252	2.61	230	2020-01-22 18:04:57
253	2.61	230	2020-01-22 18:04:59
254	2.61	230	2020-01-22 18:05:01
255	2.61	230	2020-01-22 18:05:03
256	2.62	230	2020-01-22 18:05:04
257	2.61	230	2020-01-22 18:05:06
258	2.61	230	2020-01-22 18:05:08
259	2.61	230	2020-01-22 18:05:11
260	2.62	230	2020-01-22 18:05:13
261	2.62	230	2020-01-22 18:05:15

รูปภาพที่ 6 ภาพจอแสดงผลของระบบและฐานข้อมูลSQLซึ่งเก็บโดย Node-RED

แต่เนื่องจากความละเอียดอ่อนในตัวคุณสมบัติของอุปกรณ์แคล้มป์ ความแม่นยำของการวัดกระแสจะค่อยๆตกลงเรื่อยๆ เมื่อกระแสหลักที่ไหลผ่านตัวแคล้มป์มีค่าต่ำเกินไป

เป้าหมายการวัดกระแส	ผลลัพธ์จากเครื่องมือ KEW SNAP 200 (แอมป์)	ผลลัพธ์จากตัวระบบ (แอมป์)
สะพานไฟของบ้านขนาด 2 ครัวเรือน	14.52	13.86
เครื่องปรับอากาศขนาด 12000 btu	5.01	4.63
คอมพิวเตอร์ ขนาด PSU 600 W	1.62	1.31
สมาร์ททีวีขนาด 32นิ้ว	0.82	0.51
พัดลมขนาด 17นิ้ว	0.21	0.14

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบความแม่นยำของการวัดกระแสระหว่าง KEW SNAP 200 และ ระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง



รูปภาพที่ 13 ภาพแสดงความแตกต่างของความแม่นยำเมื่อใช้วัดค่ากระแสที่ต่ำมากๆระหว่าง อุปกรณ์แคล้มป์แบบ 100a และเครื่องมือวัดไฟ KEW SNAP 200

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตทุกท่าน สำหรับข้อแนะนำและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านในการทำวิจัยเรื่อง ระบบตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลไฟฟ้าด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

เอกสารอ้างอิง

Attapon Thaphaengphan. (2561). **NB-IoT คืออะไร สำคัญยังไง นำไปใช้ประโยชน์ได้ยังไงและผู้ให้บริการในไทยมีใครบ้าง**(Online). https://www.iphonemod.net/gsma-truemove-h-nb-IoT-thailand.html, 3 กุมภาพันธ์ 2563

DevBun. (2560). **Internet Of Things (IoT) คืออะไร มาหาคำตอบกัน**(Online). https://blog.sogoodweb.com/Article/Detail/59554, 3 กุมภาพันธ์ 2563

Supreme Lines. (2563). **แคลมป์มิเตอร์ทำงานอย่างไร**(Online). www.kyoritsu-meter.com/สาระน่ารู้เกี่ยบกับ-kyoritsu-meter/119-แคลมป์มิเตอร์ทำงานอย่างไร.html, 3 กุมภาพันธ์ 2563

Thai Arduino Club. (2560). **Arduino คืออะไร**(Online). https://thaiarduino.club/what-is-arduino/, 3 กุมภาพันธ์ 2563

นายปรีชา รักษาพล.(2558).**ระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้า ผ่านระบบเครือข่าย** .วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครือข่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

ตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

Smart lockers control by application

พัชรณัฏฐ์ ปัทมานุรักษ์[1*], จิรายุส เป็นมิตร[2], ทิพย์มณฑา ผกาแก้ว[3]

Phatcharanat Patthamanurak[1*], Jirayut Penmit[2], Thipmonta Pakakeaw[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอการแก้ปัญหาการลืมกุญแจตู้ล็อกเกอร์ การรอใช้บริการตู้ล็อกเกอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบควบคุมการเปิด ปิด ตู้ล็อกเกอร์ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานตามแนวคิดอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง การวิจัยทำโดย (1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันและความต้องการของการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ ขั้นตอนการกำหนดปัญหาและความต้องการของระบบ (2) ออกแบบและพัฒนาระบบตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน (3) การทดสอบระบบการทำงานและประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชันเฉพาะผู้ใช้งาน โดยการเลือกแบบเจาะจง กลุ่มผู้ใช้งาน 4 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบระดับสูง ผู้ดูแลระบบทั่วไป สมาชิกและบุคคลทั่วไป นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และรายงานในรูปแบบพรรณา ค่าเฉลี่ย 4.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.30 จากงานวิจัย พบว่า สามารถอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ นำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ การประมวลผลข้อมูลถูกต้องแม่นยำและระบบของแอปพลิเคชันใช้งานง่ายอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

คำสำคัญ: แอปพลิเคชันสำหรับระบบควบคุม, ตู้ล็อกเกอร์, อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

---

[1]นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[3]อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[*]**Corresponding author, E-mail:** Thipmonta.p@pkru.ac.th

Abstract

This research offers solutions for the problem of forgetting the locker keys and Waiting for the locker service. The research aimed to develop applications for locker control systems to serve the users needs according to the principle the Internet of Things. The development methods used were (1) review related literatures, survey of current problems and requirements of the locker usage, steps for defining the problems and system requirements. (2) Design and development smart lockers control by application. (3) System testing and evaluation appropriateness of the application by the sample was selected using purposive sampling with 4 groups to include senior administrator, administrator, member and guest. The collected data were analyzed and reported by descriptive essay, mean 4.90, and standard deviation 0.30. The results found that convenience for the locker usage, The equipment can be used for practical purposes, processing is correct and the application easy to use at the most appropriate level.

Keywords: system control by application, lockers, internet of things

บทนำ

การใช้ชีวิตประจำวันของผู้ใช้งานอุปกรณ์ที่ต้องใช้กุญแจในการรักษาความปลอดภัยของสิ่งของ ทรัพย์สิน ซึ่งตู้ล็อกเกอร์เป็นสิ่งหนึ่งที่ใช้ในการเก็บรักษาทรัพย์สินโดยอาศัยกุญแจ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสถานบริการให้บริการตู้ล็อก เช่น ฟิตเนส ห้างสรรพสินค้า สนามบิน สวนสนุก ส่วนมากจะเป็นตู้ล็อกเกอร์ โดยการใช้การสแกนด้วยบัตร RFID กุญแจ ซึ่งผู้ใช้บริการโดยส่วนใหญ่มีพฤติกรรม เช่น การหลงลืมบัตร ทำกุญแจหาย ทำให้เกิดแนวคิดโดยนำหลักการของอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้งาน เช่น ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (จามจุรี กุลยอด และศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2560) ระบบการสั่งการเปิด-ปิด ประตูผ่านระบบเครือข่าย (ณโม ปี่ทอง, 2557) ต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (จามจุรี กุลยอด และศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2560) และการประยุกต์ใช้โพรโทคอลแคนบัสกับการควบคุมตู้ล็อกเกอร์.(ธวัชชัย สารวงษ์ รุจน์ วังรุ่งอรุณ และศิริภรณ์ อื่มพร, 2558)

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องพัฒนาแอปพลิเคชันได้ทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในสร้างตู้ล็อกเกอร์ต้องมีองค์ประกอบ ด้านฮาร์ดแวร์ ดังนี้ บอร์ด NodeMCU เหมาะสำหรับงานด้าน internet of Thing ความนิยมเนื่องจากมีขนาดเล็กราคาไม่สูง โครงสร้างขาอินพุตเอ้าต์พุตมีจำนวนมากพอใช้งานทั่วไป บนบอร์ดมีระบบ wi-fi รองรับการทำงานทั้งโหมด station และ client ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย ทำงานเป็น access point ได้ หรือเซทระบบให้ทำงานเป็น web server ขนาดเล็ก ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมสามารถเขียนได้ 2 ภาษาคือ ภาษา c (เขียนเหมือนกับ arduino) และภาษา lua (กอบเกียรติ สระอุบล, 2561) relay module เป็นสวิทช์แม่เหล็กชนิดหนึ่งที่การทำงานของหน้าสัมผัสเคลื่อนที่เปิด-ปิด ได้จากผลของแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดของรีเลย์ (coil) และจะหยุดทำงานเมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไป (บุญมี สุวรรณ

ดี และนภัทร วัจนเกพินทร์, 2538) สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย switching power supply) เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลต์สูง ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ (linear power supply) (สุวัฒน์ แซ่ตั้น, 2538)

การพัฒนาแอปพลิเคชันผู้วิจัยได้ศึกษาซอฟต์แวร์และภาษาได้ใช้ในการพัฒนาแอปพลิชันโดยใช้ ionic framework การทำงานหลักของ ionic จะอยู่ที่ apache cordova (วิชาญ ทุมทอง, 2561) ซึ่งทำหน้าที่ในการแปลงโค้ด html, css และ javascript ให้อยู่ในรูปของ native ที่สามารถนำไปทำงาน บนโมบายในแต่ละแพลตฟอร์มได้ (เอกสิทธิ์, 2561)ซอฟต์แวร์ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลสามารถรองรับหลาย platform ทั้ง web application, mobile appslication ที่สามารถใช้งานได้ทั้งในระบบปฏิบัติการ ios และระบบปฏิบัติการ android โครงสร้างข้อมูลสามารถ เก็บสถิติ (analytics) ยืนยันตัวตน (authentication) เก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ (realtime database), สำหรับการส่งข้อความ (cloud messaging) ในการทำงานใช้แพลตฟอร์ม nodejs หลักการทำงานที่ว่าเป็นการใช้งาน javascript ฝั่ง server ซึ่งมีความแตกต่างจาก javascript ที่ทำงานฝั่ง client สำหรับ node.js จะทำงานแบบ event-driven และเป็น non-blocking i/o จึงทำให้ช่วยลดทรัพยากรหน่วยความจำ (จตุรพัชร พัฒนทรงศิวิไล, 2559) โปรแกรม code editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด ใช้ visual studio code พัฒนาโดยไมโครซอฟท์ รูปแบบการพัฒนา opensource รองรับการใช้งานระบบปฏิบัติการ windows, macos และ linux สนับสนุนภาษา c++, c#, java, python, php หรือ go, themes, debugger, commands javascript, typescript และ node.js สามารถเชื่อมต่อกับ git

การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ระบบล็อกเกอร์มีหลักสำคัญเพื่อให้ระบบใช้งานได้ตรงความต้องการของผู้ใช้ สอดคล้องทั้งกระบวนการเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ โดยการสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุ ยูเอ็มแอลเป็นภาษามาตรฐานสำหรับสร้างแบบพิมพ์เขียวให้แก่ระบบงาน และจัดทำเอกสารอ้างอิงให้แก่ระบบงานได้ โดยใช้โมเดลการสร้างมุมมอง กำหนดรายละเอียด โดยนำไปพัฒนาระบบให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ สัมพันธ์กับกระบวนการและวิธีทางซอฟต์แวร์ ผังงานที่แสดงขั้นตอนของคำสั่งการทำงาน เพื่อวางแผนหรือรวบรวมความคิดการเขียนโปรแกรม โปรแกรมจะแสดงลำดับคำสั่งเป็นขั้นตอน การเขียนผังงานโปรแกรมจะช่วยลดข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมลงได้ ทำให้เขียนโปรแกรมง่ายขึ้นและถูกต้องรวมถึงยังช่วยวิเคราะห์จุดบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการเขียนโปรแกรม (Olanlab, 2560)

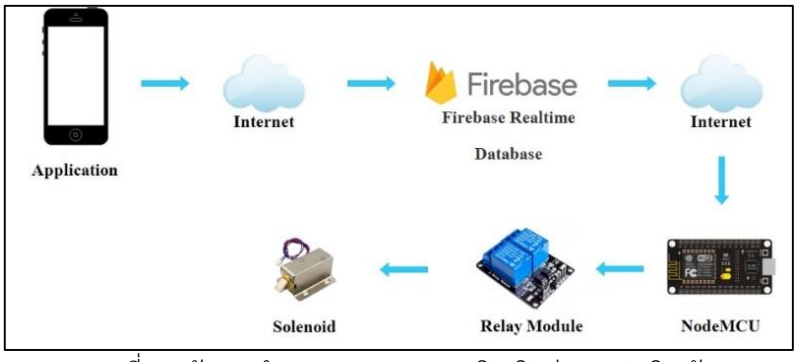
งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้บริการตู้ล็อกเกอร์ของห้องสมุดสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ประกอบด้วย นักศึกษา อาจารย์ เจ้าหน้าที่ บุคคลภายนอก พบว่าผู้ใช้บริการตู้ล็อกเกอร์ประสบปัญหาทำกุญแจหาย การลืมหมายเลขตู้ล็อกเกอร์ การนำกุญแจล็อกเกอร์มาเปิดในวันถัดไป จึงทำให้ไม่สามารถใช้งานตู้ล็อกเกอร์ได้บางส่วน ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำกุญแจขึ้นมาใหม่ และใช้เวลาในการรอคิวให้บริการของเจ้าหน้าที่ดูแลล็อกเกอร์กรณีมีผู้มาใช้บริการพร้อมกัน จากที่กล่าวมาข้างต้นการใช้ระบบเปิด-ปิด ล็อกเกอร์โดยใช้สมาร์ทโฟนสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสามารถช่วยลดเวลาในการรอคิว ผู้ใช้บริการสามารถทราบล่วงหน้าสถานะของตู้ที่ให้บริการหรือสถานะว่างให้บริการ สามารถสั่งงานเปิด-ปิดตู้ล็อกเกอร์ได้ผ่านสมาร์ทโฟน หรือหากผู้ใช้บริการลืมสมาร์ทโฟนหรือแบ็ตหมดเจ้าหน้าที่สามารถสั่งเปิดหรือปิดตู้ล็อกเกอร์ได้ และเกิดความปลอดภัยของทรัพย์สิน โดยผู้ดูแลระบบสามารถควบคุมการสั่งงานได้แบบรีไทม์ ผู้ใช้บริการมีความสะดวกมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา เพื่อให้ได้ผลวิจัยได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยมีขั้นตอนวิจัยดังนี้ (1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสำรวจสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการของการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ขั้นตอนการกำหนดปัญหาและความต้องการของระบบ (2)การออกแบบและพัฒนาระบบตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน (3) การทดสอบระบบการทำงานและประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน โดยผู้ใช้งานระบบใช้งานแอปพลิเคชันตู้ล็อกเกอร์

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย (1) แบบสัมภาษณ์ เพื่อสอบถามสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการใช้งานระบบตู้ล็อกเกอร์ โดยวิธีการสัมภาษณ์ ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ 1 คน อาจารย์ 5 คน นักศึกษา 10 คน โดยวิธีการแบบบังเอิญ พบว่าจำนวนล็อกเกอร์ 30 ล็อกเกอร์ จำนวนผู้ใช้งานต่อวันเฉลี่ย 160 คน ปัญหาที่พบผู้ใช้ทำกุญแจหาย คิดเป็นร้อยละ 31.25 นำกุญแจมาคืนในวันถัดไป คิดเป็นร้อยละ 43.75 ส่งผลให้เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเปลี่ยนกุญแจใหม่ และระยะเวลาดำเนินการต้องใช้ระยะเวลา 2-3 วัน จากการสอบถามผู้ใช้เห็นด้วยหรือไม่กับการใช้ตู้ล็อกเกอร์ควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน พบว่าเห็นด้วย คิดเป็นร้อยละ 100 (2) เครื่องมือสำหรับพัฒนาระบบด้านฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย nodemcu version 3 (esp8266-12f/n) development kit ,relay 5v 2 channel ,solenoid กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ 12-24v ,switching power supply 12v 2a, jumper male to female ,jumper male to male ,jumper female to female, คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล core i7 6500u, ram 8, hhd 1tb, สมาร์ทโฟน realme 2 pro, rom 64 , ram 4, android version 9.0 ด้านซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย firebase ,visual studio code และarduino ide (3) แบบประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชันโดยผู้ใช้งานระบบตู้ล็อกเกอร์

หลักการทำงานของระบบแอปพลิเคชันเปิด-ปิด ตู้ล็อกเกอร์ โดยใช้การส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะใช้ Firebase Realtime database เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล ระหว่างแอปพลิเคชันกับไมโครคอนโทรลเลอร์

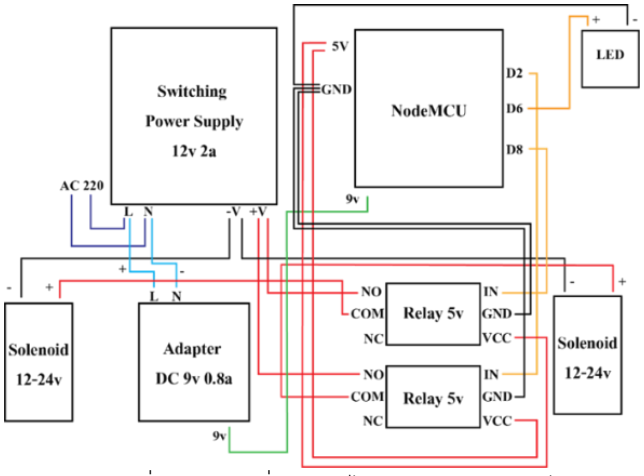


ภาพที่ 1 หลักการทำงานการควบคุมการเปิด-ปิดผ่านแอปพลิเคชัน

จากภาพที่ 1 การทำงานของอุปกรณ์การเปิด-ปิดตู้ล็อกเกอร์ด้วยแอปพลิเคชัน หลักการก็คือเมื่อผู้ใช้สั่งงานการเปิด-ปิดผ่านแอปพลิเคชัน ระบบจะส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังฐานข้อมูล firebase realtime database ซึ่ง nodeMCU จะทำการดึงข้อมูลจาก firebase realtime database วงจรการควบคุมของ nodeMCU

จะสั่งจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยัง relay module เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยัง solenoid

การเชื่อมต่อของอุปกรณ์โดยจะใช้ตัว switching power supply เป็นจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ประกอบด้วย adapter สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้าจาก 220v เป็นไฟ dc 9v สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงบอร์ด solenoid 12-24v relay 5v ไฟ LED ดังภาพที่ 2

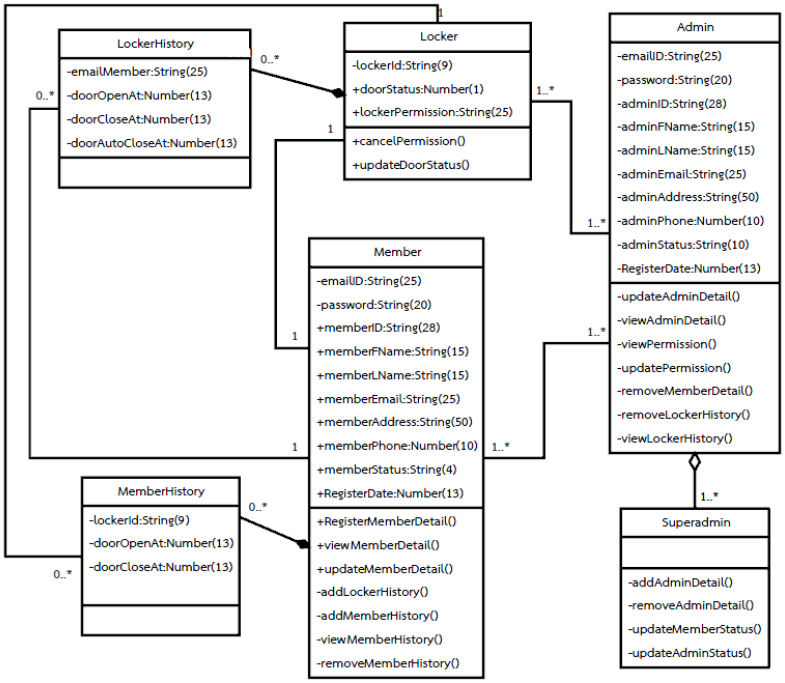


ภาพที่ 2 การต่อเชื่อมวงจรไฟฟ้ากับของอุปกรณ์

จากวิเคราะห์ความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ 4 กลุ่ม โดยผู้ใช้งานตู้ล็อกเกอร์สามารถใช้งานฟังชันก์ ดังนี้ (1) ผู้ดูแลระบบระดับสูง จัดการข้อมูลผู้ดูแลระบบและสมาชิก จัดการสถานะเปิด-ปิด สถานะตู้ล็อกเกอร์ ดูประวัติการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ (2) ผู้ดูแลระบบทั่วไป จัดการข้อมูลสมาชิก จัดการสถานะเปิด-ปิด สถานะตู้ล็อกเกอร์ ดูประวัติการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ (3) กลุ่มผู้ใช้ระบบทั่วไป ลงทะเบียนสมาชิก ยืนยันตัวตนผ่านอีเมล์ และเข้าสู่ระบบเพื่อลงทะเบียนสมาชิก (4) สมาชิก ควบคุมการเปิด-ปิด ตู้ล็อกเกอร์ ประวัติการใช้งาน ลบประวัติการเข้าใช้งาน ยกเลิกสิทธิ์ในการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ที่ใช้งานอยู่ได้ และแก้ไขข้อมูลการเข้าใช้งานระบบได้ ดังภาพที่ 3

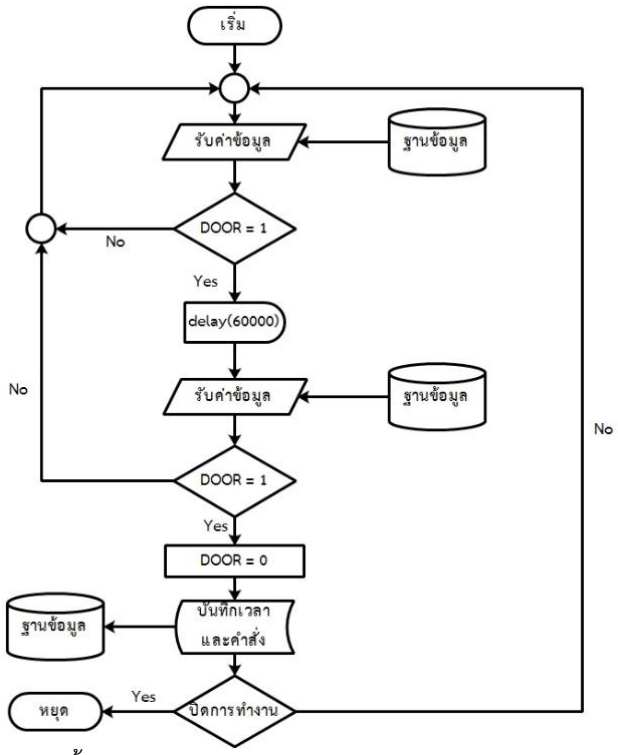


ภาพที่ 3 Use Case Diagram ระบบตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน



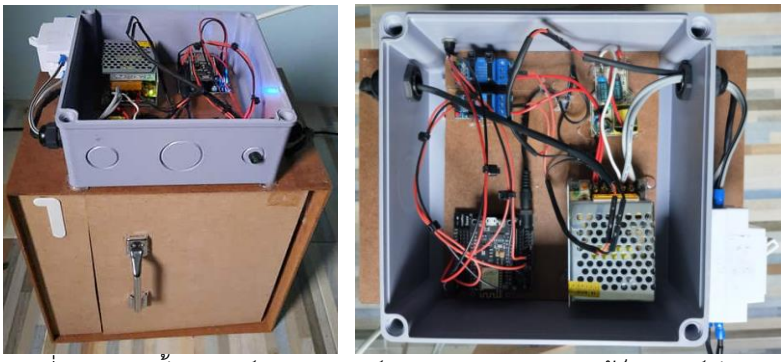
ภาพที่ 4 Class Diagram ระบบตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้เขียนคำสั่งไว้ จะทำงานแบบ Multitasking โดยอุปกรณ์จะต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เมื่อทำการเชื่อมต่อเรียบร้อย ก็จะมีการรับข้อมูลจากฐานข้อมูล เพื่อรับค่าข้อมูลเปิด-ปิดจากฐานข้อมูล จากนั้นก็จะมีการตรวจสอบเงื่อนไข ข้อมูลที่รับมีค่าเป็น 1 ก็จะมีการสั่งเปิด หากเงื่อนไขเป็นเท็จก็จะสั่งปิด ระบบก็จะทำงานวนลูปจนกว่าจะมีการปิดการทำงาน ดังภาพที่ 5



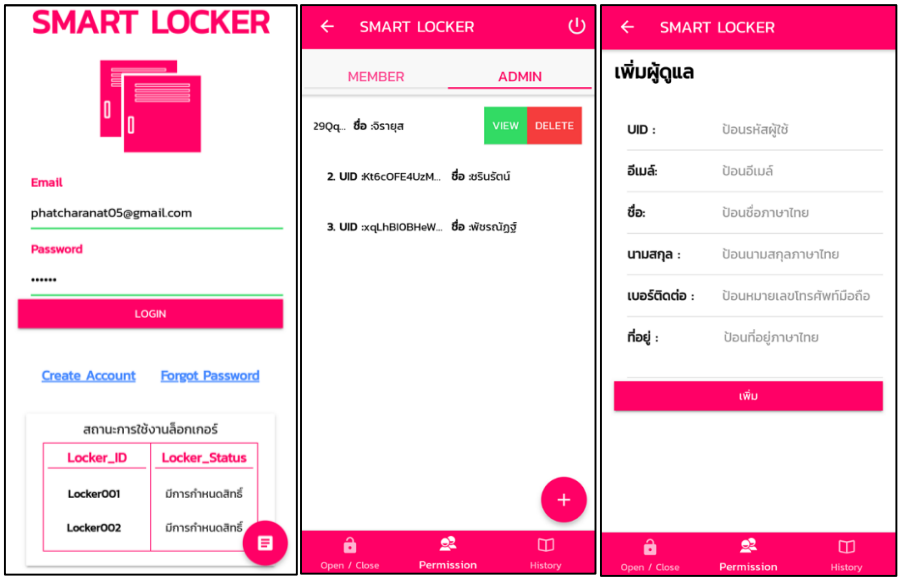
ภาพที่ 5 ผังงานขั้นตอนการทำงานการรับค่าจากฐานข้อมูล เปิด-ปิดประตูล็อกเกอร์

การพัฒนาระบบตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชันผ่านอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ (1) ต้นแบบตู้ล็อกเกอร์พร้อมชุดควบคุมการเปิด-ปิด จำนวน 2 ตู้ (2) แอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ โดยผู้วิจัยได้ติดตั้งอุปกรณ์ลงตู้ล็อกเกอร์พร้อมชุดควบคุม การเปิด-ปิด เพื่อส่งค่าผลการทำงานไปยังแอปพลิเคชันการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลกับชุดควบคุม บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รีเลย์โมดูล โซลีนอยด์ ประกอบชุดควบคุมการเปิด-ปิดตู้ล็อกเกอร์ ซึ่งจะให้บอร์ดควบคุมรับค่าเงื่อนไขจากฐานข้อมูลแล้วนำค่าที่ได้มาเป็นตัวกำหนดการจ่ายไฟให้กับรีเลย์โมดูลเพื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโซลีนอยด์



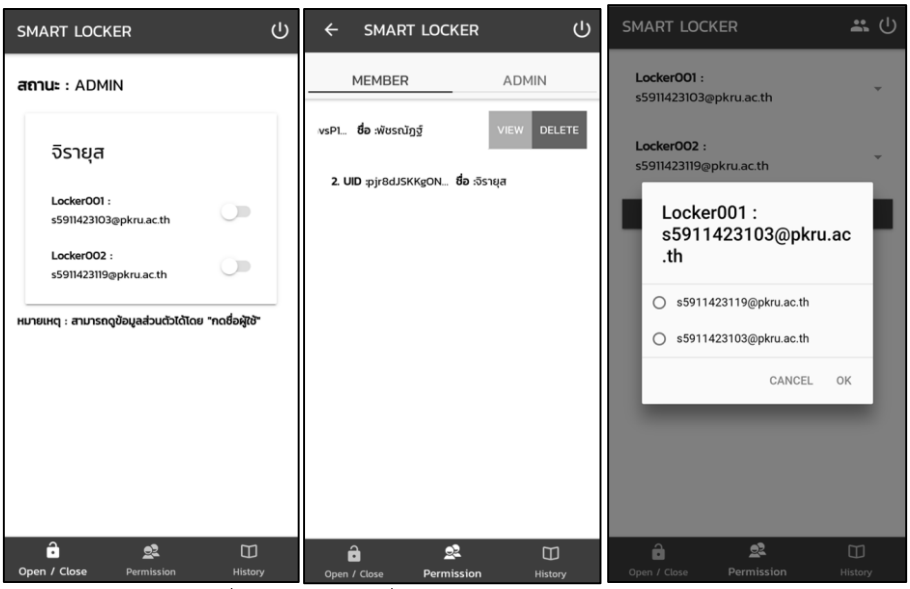
ภาพที่ 6 การติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะ

แอปพลิเคชันออกแบบหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้งานระบบ โดยจะใช้ ionic framework สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยที่ผู้ใช้งานระบบสามารถเข้าสู่ระบบในกลุ่มผู้ใช้ ประกอบไปด้วย 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มผู้ดูแลระบบระดับสูง กลุ่มผู้ดูแลระบบทั่วไป กลุ่มผู้ใช้ระบบทั่วไป และกลุ่มสมาชิก ดังภาพที่ 7-10



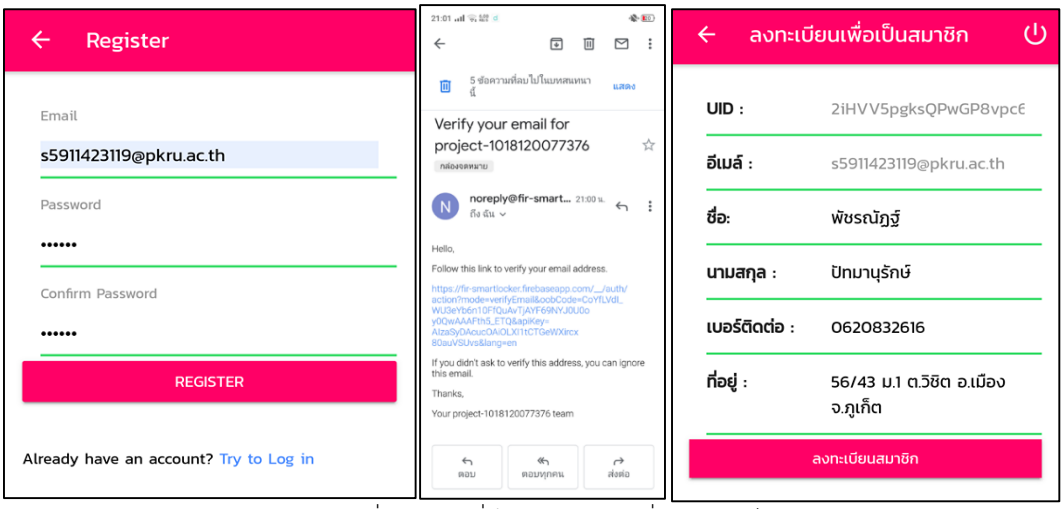
ภาพที่ 7 ส่วนของผู้ดูแลระบบระดับสูง

จากภาพที่ 7 ส่วนของผู้ดูแลระบบระดับสูงสามารถควบคุมระบบการจัดการผู้ใช้งานระบบ จัดการข้อมูลผู้ดูแลระบบและสมาชิก จัดการสถานะเปิด-ปิด สถานะตู้ล็อกเกอร์ ดูประวัติการใช้งานตู้ล็อกเกอร์



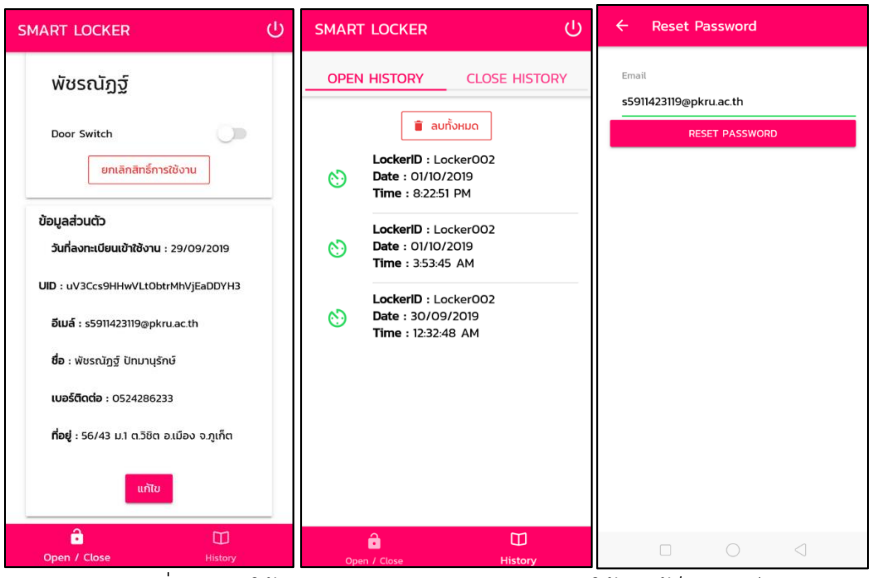
ภาพที่ 8 ผู้ดูแลระบบทั่วไปจัดการบริหารกลุ่มของผู้ใช้งานตู้ล็อกเกอร์

จากภาพที่ 8 ผู้ดูแลระบบทั่วไป จัดการข้อมูลสมาชิก ยกเลิกสิทธิ์ในการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ จัดการสถานะเปิด-ปิด สถานะตู้ล็อกเกอร์ ดูประวัติการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ จัดการบริหารกลุ่มของสมาชิกใช้งานตู้ล็อกเกอร์ได้ หากผู้ใช้ไม่สามารถสั่งเปิด ปิด ล็อกเกอร์ ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการระบบเปิด ปิด ให้ผู้ใช้บริการได้



ภาพที่ 9 บุคคลทั่วไปลงทะเบียนเพื่อใช้งานตู้ล็อกเกอร์

จากภาพที่ 9 บุคคลทั่วไปลงทะเบียนเพื่อใช้งานตู้ล็อกเกอร์ ลงทะเบียนสมาชิก ยืนยันตัวตนผ่านอีเมล์ และเข้าสู่ระบบเพื่อลงทะเบียนสมาชิก



ภาพที่ 10 การใช้งานแอปพลิเคชันส่วนของสมาชิกใช้งานตู้ล็อกเกอร์

จากภาพที่ 10 ส่วนของสมาชิกใช้งานตู้ล็อกเกอร์ ควบคุมการเปิด-ปิด ตู้ล็อกเกอร์ ประวัติการใช้งาน ลบประวัติการเข้าใช้งาน ยกเลิกสิทธิ์ในการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ที่ใช้งานอยู่ได้ และแก้ไขข้อมูลการเข้าใช้งานระบบได้

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดสอบต้นแบบตู้ล็อกเกอร์ จำนวน 2 ตู้ โดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับเปิด-ปิด ตู้ล็อกเกอร์ จากผู้ใช้งานระบบ 10 คน โดยมีอาจารย์ 2 คน นักศึกษา 8 คน พบว่า สามารถใช้งานตู้ล็อกเกอร์ในการเข้าใช้งานระบบจากผู้ใช้ 5 ครั้ง สั่งให้ตู้ล็อกเกอร์ เปิด-ปิด ผลสำเร็จทั้ง 5 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการใช้ตู้การใช้แอปพลิเคชันสำหรับเปิด ปิดตู้ล็อกเกอร์

ผู้ทดสอบที่	หมายเลขล็อกเกอร์	ทดสอบครั้งที่ 1		ทดสอบครั้งที่ 2		ทดสอบครั้งที่ 3		ทดสอบครั้งที่ 4		ทดสอบครั้งที่ 5		ร้อยละ
		เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	
1	001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
2	001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
3	001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
4	001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
5	001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
6	002	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
7	002	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
8	002	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
9	002	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
10	002	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
เฉลี่ยรวมทั้งหมด		**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	

หมายเหตุ ผลทดสอบสำเร็จ = 1 ผลทดสอบไม่สำเร็จ = 0

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชันโดยผู้ใช้งานระบบใช้งานแอปพลิเคชันตู้ล็อกเกอร์

หัวข้อที่ประเมิน	$\overline{X}$	S.D	ร้อยละ	แปลความหมาย
1. อำนวยความสะดวกสำหรับการใช้งานตู้ล็อกเกอร์	4.60	0.49	92	มากที่สุด
2. การนำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์	4.90	0.30	98	มากที่สุด
3. การประมวลผลข้อมูลถูกต้องและแม่นยำ	4.90	0.30	98	มากที่สุด
4. ครอบคลุมฟังก์ชันการนำไปใช้งาน	4.50	0.50	90	มาก
5. ความรวดเร็วในการประมวลผล	4.60	0.49	92	มากที่สุด
6. ระบบของแอปพลิเคชันใช้งานง่าย	4.80	0.40	96	มากที่สุด
7. วิธีและขั้นตอนการติดตั้งแอปพลิเคชัน	4.60	0.49	92	มากที่สุด
8. สีของตัวอักษรและพื้นหลังเหมาะสม	4.50	0.67	90	มาก
9. การจัดวางองค์ประกอบแต่ละส่วนในหน้าจอมีความเหมาะสม	4.50	0.67	90	มาก
10. แบบตัวอักษรเหมาะสมและง่ายต่อการอ่าน	4.70	0.64	94	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	**4.66**	**0.49**	**93.20**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 2 พบว่าในภาพรวมความพึงพอใจต่อการทำงานของระบบในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.20 ซึ่งเมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า ผู้ทดสอบระบบมีความพึงพอใจในด้านการประมวลผลถูกต้องและแม่นยำและการนำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 98.00 รองลงมาคือด้านระบบของแอปพลิเคชันใช้งานง่ายในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.00

จากการพัฒนาระบบจะมีส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นส่วนที่สั่งงานให้กับตู้ล็อกเกอร์สามารถเปิด-ปิดได้ โดยอาศัยรีเลย์เป็นตัวกลางสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโซลีนอยด์กลอนประตู ระบบจะทำงานแบบเรียลไทม์ โดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การทำงานของแอปพลิเคชันมีกลุ่มผู้ใช้งาน 4 กลุ่ม (1) ผู้ดูแลระบบระดับสูง จัดการข้อมูลผู้ดูแลระบบและสมาชิก จัดการสถานะเปิด-ปิด สถานะตู้ล็อกเกอร์ ดูประวัติการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ (2) ผู้ดูแลระบบทั่วไป จัดการข้อมูลสมาชิก จัดการสถานะเปิด-ปิด สถานะตู้ล็อกเกอร์ ดูประวัติการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ (3)กลุ่มผู้ใช้ระบบทั่วไป ลงทะเบียนสมาชิก ยืนยันตัวตนผ่านอีเมล์ และเข้าสู่ระบบเพื่อลงทะเบียนสมาชิก (4) สมาชิก ควบคุมการเปิด-ปิด ตู้ล็อกเกอร์ ประวัติการใช้งาน ลบประวัติการเข้าใช้งาน ยกเลิกสิทธิ์ในการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ที่ใช้งานอยู่ได้ และแก้ไขข้อมูลการเข้าใช้งานระบบได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินผู้ใช้งานแอปพลิเคชันว่ามีการประมวลผลข้อมูลถูกต้องแม่นยำและระบบของแอปพลิเคชันใช้งานง่ายอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ในการวิจัยต่อไปผู้วิจัยทำการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันตู้ล็อคเกอร์ของนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้บริการ ทำให้กระบวนการทำงานทั้งระบบให้เกิดประสิทธิภาพรองรับบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และระบบปฏิบัติการไอโอเอสได้

เอกสารอ้างอิง

กอบเกียรติ สระอุบล. (2561). **พัฒนา Iot บนแพล็ตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi**. สมุทรสาคร : อินเทอร์มิเดีย.

จตุรพัชร์ พัฒนทรงศิวไล. (02 มกราคม 2563). **Node.js ฉบับย่อเล่ม 2**. เข้าถึงได้จาก https://www.mebmarket.com/index.php?action=BookDetails&book_id=111730.

จามจุรี กุลยอด และศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์. (2560). **ต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.** เข้าถึงได้จาก : https://research.kpru.ac.th/sac/fileconference 14412018-05-01.pdf

ธวัชชัย สารวงษ์ รุจน์ วังรุ่งอรุณ และศิริภรณ์ อื่มพร. (2558). **การประยุกต์ใช้โพรโทคอลแคนบัสกับการควบคุมตู้ล็อกเกอร์**. *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 11*. กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 547-552.

ณโม ปี่ทอง.(2557). **ระบบการสั่งการเปิด-ปิด ประตูผ่านระบบเครือข่าย**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

บุญมี สุวรรณดี และนภัทร วัจนเกพินทร์. **ไฟฟ้าเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2538.

วิชาญ ทุมทอง. การพัฒนา. (2561). **Hybrid Mobile Application ด้วย Ionic Framework**. กรุงเทพฯ : บริษัท ฟรีมายด์ พับลิชชิ่ง จำกัด.

สุวัฒน์ แซ่ดั่น. (2538). **เทคนิคและการออกแบบสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย**. กรุงเทพมหานคร: เอนเทลไทย.

อานนท์ อารีผล และคณะ. (2562). **ระบบตู้รับพัสดุและการแจ้งเตือนผ่านไลน์แอพลิเคชั่น**. *การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ประยุกต์และระบบสารสนเทศ และการประชุมวิชาการระดับชาติด้านบริหารธุรกิจ ครั้งที่ 16*. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ, 12-17.

เอกสิทธิ์ ศรีสุขะ. (2561). **สร้างโมบายแอปพลิเคชันด้วย Ionic 3**. กรุงเทพมหานคร :เอเชีย ดิจิตอลการพิมพ์,

olanlab. (01 ธันวาคม 2560). **สัญลักษณ์ Flowchart ความหมายและวิธีใช้เขียนผังงาน**. เข้าถึงได้จาก olanlab: http://share.olanlab.com/th/it/blog/view/211

การ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84

Animation Cartoon: Dissemination Buddhist Landscape of Somdej Phra Srinagarindra 84 Park

สุนิษา คิดใจเดียว[1*], แสงจันทร์ เรืองอ่อน[2], กอฟฟารี่ นิยมเดชา[3], ชลภัทร พาสกล[4]

Sunisa Kidjaideaw[1*], Sangjun Ruang-on[2], Goffaree niyomdecha[3], Chonlapat Pasakol[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง เผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เข้าชมที่มีต่อการ์ตูนแอนิเมชัน โดยใช้รูปแบบ IMMCAI ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหา 3 ตอน คือ ประวัติพุทธภูมิ ตำนานพุทธภูมิ และประวัติสังเวชนียสถานที่อยู่ในสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 (ทุ่งท่าลาด) จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เยาวชน ผู้ที่สนใจทั่วไป และนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.16, **S.D.=0.70)** และผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้าชม จำนวน 50 คน อยู่ในระดับระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.58, **S.D.=0.49)** ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการ์ตูนแอนิเมชันสำหรับเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์, นครศรีธรรมราช, พุทธภูมิ

[1]สาขาวิชาเทศโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3,4]นักศึกษา.สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

*** Corresponding author, E-mail:** sunisa_kid@nstru.ac.th

Abstract

This paper aims to 1) develop an animation cartoon: dissemination Buddhist landscape of Somdej Phra Srinagarindra 84 park and 2) study the level of satisfaction of the users. The developed animation cartoon by Interactive Multimedia Computer Assisted Instruction (IMMCAI) with consists of 3 parts, i.e., Buddhist landscape, legend of Buddhist landscape and consecration history in Somdej Phra Srinagarindra 84 park , Nakhon Si Thammarat province. The target group in this study was young ,tourists who visited and travelers. The cartoon animation was evaluated by 3 experts in high level ($\bar{x}$= 4.16). The user satisfaction level of the system was also very high ($\bar{x}$= 4.58). Therefore, it can be concluded that this an cartoon animation: dissemination Buddhist landscape of Somdej Phra Srinagarindra 84 park can be uses effectively.

Keywords: Somdet Phra Srinagarindra Park, Nakhon Si Thammarat, Buddhist landscape

บทนำ

พุทธภูมิเป็นอุทยานเพื่อการศึกษาทางพระพุทธศาสนา ประกอบด้วยสถานที่ประสูติ ตรัสรู้ ที่แสดงปฐมเทศนา และสถานที่ปรินิพพาน ตั้งอยู่ด้านหน้าประตูสู่สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 (ทุ่งท่าลาด) ก่อสร้างโดยคณะผู้บริหารเทศบาลนครฯ และจากแรงศรัทธาประชาชนทุกภาคส่วนในปี 2549 เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ภูมิพลอดุลยเดชมหาราช ทรงครองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี โดยมีพระพุทธสิรินครนาถเฉลิมราชย์สัฏฐยานุสรณ์ พระพุทธรูปปางลีลา ประดิษฐานเป็นพระประธานแห่งพุทธภูมิซึ่งได้รับประทานนามจาก สมเด็จพระญาณสังวร สมเด็จพระสังฆราช สกลมหาสังฆปริณายก และเปิดให้ประชาชน นักท่องเที่ยวทั่วโลกเยี่ยมชมทัศนศึกษาพุทธประวัติ อีกทั้งพุทธภูมิยังเป็นสถานที่ใช้ประกอบพิธีสำคัญทางศาสนา (ปรมาภรณ์ มาเทพ, 2551)

ในปัจจุบันนักท่องเที่ยวนิยมเข้ามาท่องเที่ยวที่สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 เป็นจำนวนมาก และมีผู้ที่สนใจเข้ามาเยี่ยมชมพระพุทธภูมิแต่ยังขาดสื่อที่ง่ายต่อความเข้าใจในเรื่องราวประวัติความเป็นมา ผู้วิจัยทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว เพื่อเป็นการดึงดูดให้นักท่องเที่ยวหันมาสนใจในประวัติศาสตร์และมีแนวคิดที่จะอนุรักษ์โบราณสถาน โบราณวัตถุที่มีมาแต่สมัยโบราณ แดนพระพุทธภูมิเป็นโบราณสถานโดยเป็นสถานที่เผยแพร่พระพุทธศาสนาและสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงของจังหวัดนครศรีธรรมราช (ดนัย ปรีชาเพิ่มประสิทธิ์, 2558)

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง เผยแพร่ประวัติของพระพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ซึ่งผู้ที่ชมสามารถเข้าชมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลา เพื่อให้เยาวชนรุ่นใหม่ได้มีความรู้ภาคภูมิใจและสืบสานประวัติของพระพุทธภูมิในสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ให้คงอยู่สืบต่อไป

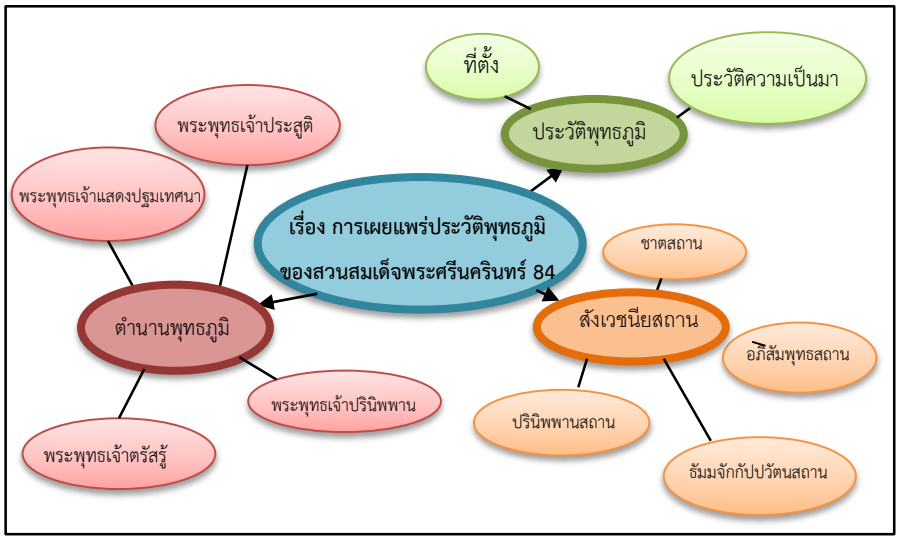
วิธีดำเนินการวิจัย

การ์ตูนแอนนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ผู้วิจัยได้มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานการออกแบบพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชันตามรูปแบบของ IMMCAI ซึ่งเป็นงานพัฒนาวิจัยที่ได้รับความสนใจมากจากนักวิชาการ นักการศึกษา นักฝึกอบรม นักพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และนักธุรกิจทั่วไป ด้วยงานพัฒนาทาง IMMCAI จะมีบทบาทสำคัญมาก ในการพัฒนาความรู้ของมนุษย์แบบทางไกล แบบอิสระบนทางด่วนข้อมูลซึ่งประกอบด้วย การดำเนินงาน 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการพัฒนา ขั้นตอนการสร้าง และขั้นตอนการประเมินผล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการสร้างผังความคิด (Mind map) เพื่อกำหนดหัวข้อการเผยแพร่ประวัติของพระพุทธภูมิสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ดังภาพที่ 1 ผังความคิดแสดงเนื้อหา โดยวิเคราะห์หัวข้อเรื่องอย่างละเอียด เพื่อตัด เพิ่มหัวเรื่องตามเหตุผล และตามความเหมาะสมของการสร้างการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิสวนของสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ดังภาพที่ 2 และสร้างแผนภูมิหัวเรื่องที่สัมพันธ์กัน โดยนำหัวข้อเรื่องต่างๆ จากแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ มาเขียนเป็นโครงข่ายตามหลักการเทคนิคโครงข่าย โดยคำนึงถึงลำดับการเรียงเนื้อหา ก่อน-หลัง ความต่อเนื่องของเนื้อหาหรือเนื้อหานั้นสามารถเรียงเนื้อหาเข้าด้วยกันได้แล้วทำการวิเคราะห์เหตุความสัมพันธ์ของเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วยเรื่องประวัติพุทธภูมิ ตำนานพุทธภูมิ และประวัติสังเวชนียสถาน

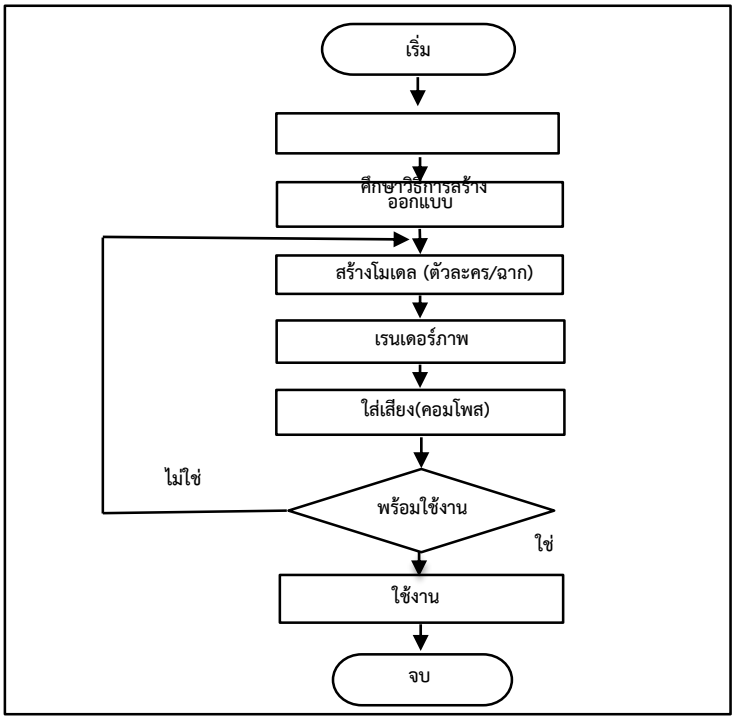


ภาพที่ 1 ผังความคิดแสดงเนื้อหา



ภาพที่ 2 ผังความคิดหัวเรื่องที่สัมพันธ์กัน

2. ขั้นตอนการออกแบบ (Design) เป็นการออกแบบการ์ตูนแอนนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ซึ่งกำหนดวิธีการนำเสนอเป็นรูปแบบการเล่าเกี่ยวกับประวัตพุทธภูมิ โดยมีผังงานการ์ตูนแอนนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผังงานการ์ตูนแอนนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84

3. ขั้นตอนการพัฒนา (Development) การเขียนรายละเอียดเนื้อหาตามหัวเรื่องและรูปแบบที่ผู้วิจัยกำหนดเป็นกรอบที่ได้วางแผนไว้ พร้อมกำหนดภาพ เสียง สี กำหนดปฏิสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ และจัดลำดับเนื้อหาที่มีการนำเอากรอบเนื้อหาที่เขียนเป็น Script มาเรียบเรียงลำดับการนำเสนอเพื่อจัดวางตำแหน่งตามที่ได้วางแผนไว้ โดยเริ่มจากการสร้าง ตัวละคร ฉาก และข้อความประกอบของการ์ตูนแอนนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ผู้วิจัยได้ติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 เพื่อรวบรวม เรียบเรียงเนื้อหาให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ครบถ้วน และเหมาะสมในการนำไปเผยแพร่การ์ตูนแอนนิเมชัน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างสตอรี่บอร์ด

4.ขั้นตอนการสร้าง (Implementation) การ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ตามรูปแบบสตอรี่บอร์ด โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 จัดเตรียมรูปแบบหรือภาพนิ่งข้อความเสียงไว้เพื่อสร้างชิ้นงานและจัดทำรูปแบบเนื้อหาลงไปในโปรแกรม Adobe flash CS6 โปรแกรม Adobe Audition CS6 และโปรแกรม Adobe Photoshop CS6

4.2 สร้างตัวละครและฉากประกอบทั้งการเคลื่อนไหวของการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84

4.3 นำชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่วาดฉากแต่ละฉากประกอบในสตอรี่บอร์ดเติมสี นำตัวละครและส่วนประกอบแต่ละฉากที่เสร็จสมบูรณ์จัดเรียงบน Time Line เพื่อใส่เสียงและ effect ต่าง ๆ ประกอบการเคลื่อนไหว

5. ขั้นตอนการประเมิน (Evaluation) เป็นการวิเคราะห์ดำเนินการทดสอบหาคุณภาพการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและความพึงพอใจของผู้เข้าชมการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 โดยใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และกลุ่มเป้าหมายที่เป็นเยาวชน ผู้ที่สนใจ

ทั่วไป และนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 จำนวน 50 คน ในการประเมินประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของการ์ตูนแอนิเมชัน ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ การคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) จากคะแนนที่แจกแจงความถี่แล้ว และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยใช้ระดับมาตราส่วน 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดระดับค่าเฉลี่ยโดยกำหนดให้ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด มีค่าเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน

การ์ตูนแอนนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนเนื้อหาประวัติพุทธภูมิ ส่วนของตำนานพุทธภูมิ และส่วนประวัติสังเวชนียสถาน ซึ่งประกอบไปด้วยตัวละครเคลื่อนไหวบรรยายเนื้อหามีตัวอักษรอธิบาย ตัวการ์ตูนเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหาพร้อมเสียงบรรยายและดนตรีประกอบ ดังนี้

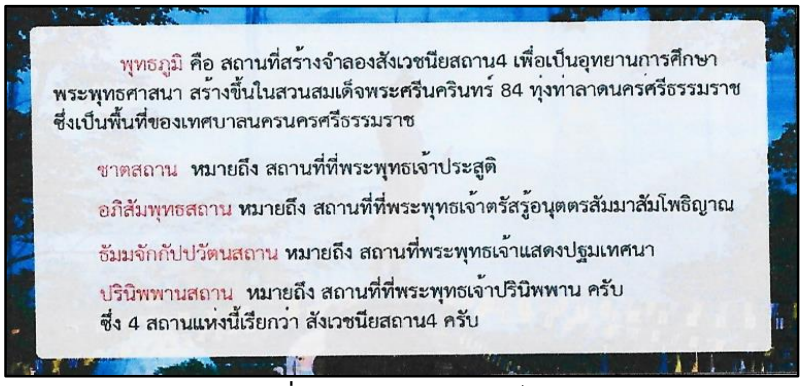
1.1 ส่วนเนื้อหาประวัติพุทธภูมิ แสดงเกี่ยวกับชื่อเรื่อง ตัวละครเปิดเนื้อหา และความเป็นมา ของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ดังภาพที่ 5-7



ภาพที่ 5 หน้าจอแสดงชื่อเรื่อง



ภาพที่ 6 หน้าจอแสดงตัวละครเปิดเนื้อหา

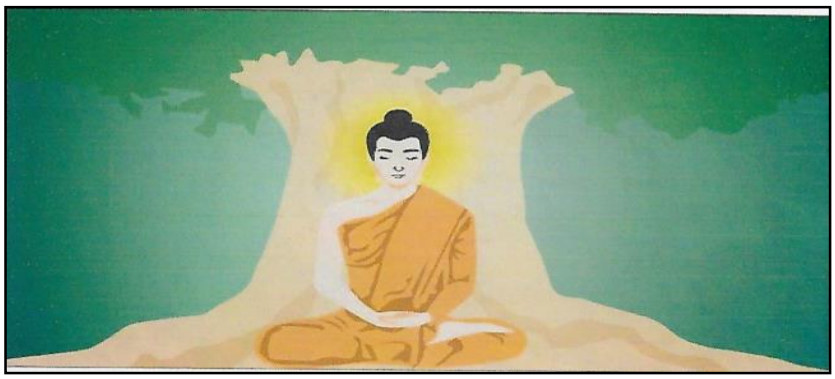


ภาพที่ 7 หน้าจอแสดงความเป็นมา

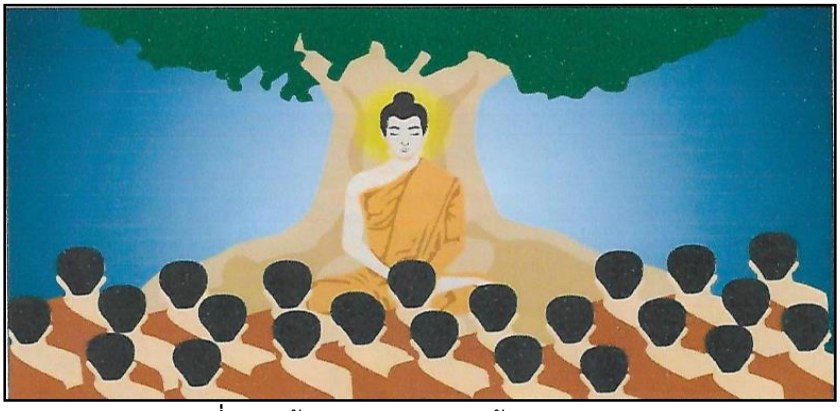
1.2 ส่วนของตำนานพุทธภูมิ แสดงเกี่ยวกับพระพุทธเจ้าประสูติ พระพุทธเจ้าตรัสรู้อนุตตรสัมมาสัมโพธิญาณ พระพุทธเจ้าแสดงปฐมเทศนา และพระพุทธเจ้าปรินิพพาน ของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ดังภาพที่ 8-11



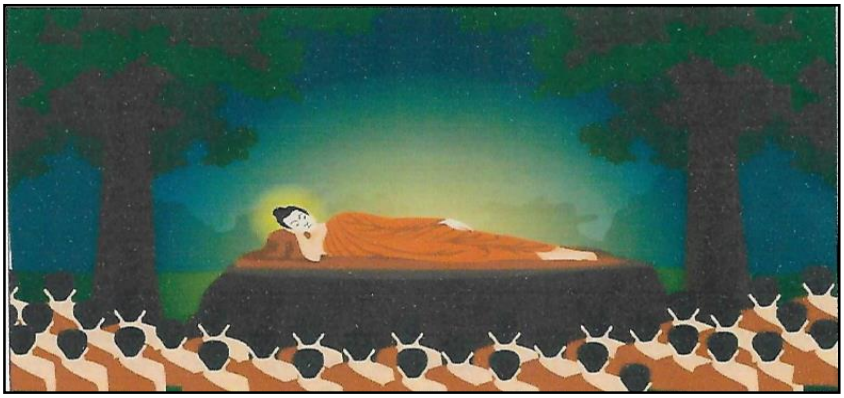
ภาพที่ 8 หน้าจอแสดงพระพุทธเจ้าประสูติ



ภาพที่ 9 หน้าจอแสดงพระพุทธเจ้าตรัสรู้อนุตตรสัมมาสัมโพธิญาณ



ภาพที่ 10 หน้าจอแสดงพระพุทธเจ้าแสดงปฐมเทศนา



ภาพที่ 11 หน้าจอแสดงพระพุทธเจ้าปรินิพพาน

1.3 ส่วนของประวัติสังเวชนียสถาน แสดงเกี่ยวกับสถานที่ชาตสถาน สถานที่อภิสัมพุทธสถาน สถานที่ธัมมจักกัปปวัตนสถาน และสถานที่ปรินิพพานสถาน ของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ดังภาพที่ 12-15



ภาพที่ 12 หน้าจอแสดงสถานที่ชาตสถาน



ภาพที่ 13 หน้าจอแสดงสถานที่อภิสัมพุทธสถาน



ภาพที่ 14 หน้าจอแสดงสถานที่ธัมมจักกัปปวัตนสถาน



ภาพที่ 15 หน้าจอแสดงสถานที่ปรินิพพานสถาน

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของการ์ตูนแอนิเมชันโดยผู้เชี่ยวชาญและผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชม มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพการ์ตูนแอนิเมชันโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน มีผลการประเมินประสิทธิภาพของการ์ตูนแอนนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ดังตารางที่ 1

ตางรางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพการ์ตูนแอนิเมชันโดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นประเมินประสิทธิภาพ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
2 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์วิจัย	4.67	0.58	มากที่สุด
3.เนื้อหาของการ์ตูนถูกต้องสมบูรณ์	4.33	0.58	มาก
4. ภาพและเสียงมีความชัดเจน	3.33	0.58	ปานกลาง
5. เทคนิคและการตัดต่อเหมาะสมเสมือนจริง	4.33	0.58	มาก
6. ความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของการ์ตูนแอนิเมชัน	3.67	0.58	มาก
โดยรวม	4.16	0.70	มาก

จากตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพการ์ตูนแอนิมชันโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.16 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีคะแนนมากที่สุดมีจำนวน 2 ข้อ คือ ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม และเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์วิจัย อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 รองลงมาคือ เนื้อหาของการ์ตูนถูกต้องสมบูรณ์และเทคนิคและการตัดต่อเหมาะสมเสมือนจริง อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของการ์ตูนแอนิเมชัน อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 และข้อที่มีคะแนนน้อยที่สุด คือ ภาพและเสียงมีความจัดเจน อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.33

2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชม ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เยาวชน ผู้ที่สนใจทั่วไป และนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 จำนวน 50 คน มีผลการประเมินของผู้เข้าชมดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชม

ประเด็นประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	4.62	0.49	มากที่สุด
2. เนื้อหาชัดเจนเข้าใจง่าย	4.48	0.50	มาก
3. การ์ตูนแอนิเมชันตอบสนองความต้องการของผู้เข้าชม	4.42	0.54	มาก
4. เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4.58	0.50	มากที่สุด
5. สีสันในการออกแบบมีความเหมาะสม	4.64	0.48	มากที่สุด
6. ฉากมีความสวยงาม	4.68	0.47	มากที่สุด
7. เสียงบรรยาย เสียงประกอบเนื้อหาน่าสนใจ	4.70	0.46	มากที่สุด
โดยรวม	4.58	0.49	มากที่สุด

จากตาราง 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมในพื้นที่สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 จำนวน 50 คน มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.58 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีคะแนนมากที่สุด คือ เสียงบรรยาย เสียงประกอบเนื้อหาน่าสนใจ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 รองลงมา

คือฉากมีความสวยงาม อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 สีสันในการออกแบบมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 สีสันในการออกแบบมีความเหมาะสมเนื้อหาเหมาะสมกับเวลา อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 เนื้อหาชัดเจนเข้าใจง่าย อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และข้อที่มีคะแนนน้อยที่สุด คือ การ์ตูนแอนิเมชันตอบสนองความต้องการของผู้เข้าชม อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42

สรุปได้ว่าการ์ตูนแอนนิเมชัน เรื่อง การเผยแพร่ประวัติพุทธภูมิของสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 ประกอบด้วย ประวัติพระพุทธภูมิ ตำนานพระพุทธิภูมิ ประวัติสังเวชนียสถาน ในรูปแบบการ์ตูนแอนิเมชันที่ให้ความรู้เกี่ยวกับพุทธประวัติ สามารถเข้าใจได้ง่าย และไม่ซับซ้อน โดยมีผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 และผลประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมในพื้นที่สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ 84 จำนวน 50 คน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของปราณี สวัสดิสรรพ์ (2558)

เอกสารอ้างอิง

นิพัทธ์พร เพ็งแก้ว. (2558). **จาริกทางวิญญาณบนแดนพุทธภูมิ.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

อารดา วัชราภรณิทร์. (2558). **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง ประวัติศาสตร์สมัยสุขโขทัย**. เอกสารวิจัยสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2560). **สถิติสำหรับงานวิจัย.**(พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดนัย ปรีชาเพิ่มประสิทธิ์. (2558). **พุทธพจน์ในพุทธภูมิ.** กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฟื้น ดอกบัว. (2561). **พระพุทธศาสนากับคนไทย.** กรุงเทพมหานคร: ศิลปาบรรณาคาร

พุทธทาสภิกขุ. (2558). **การ์ตูนแอนิเมชันพุทธประวัติสำหรับยุวชน ภาคประสูติกำเนิด เจ้าชายสิทธัถะ.** กรุงเทพมหานคร: ธรรมสภา.

ไพบูลย์ เกียรติโกมล. (2559). **สร้างแผนภูมิระดมสมอง Brain storm chart.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทเอชซีดี อินโนเวชั่น จำกัด.

มนัสสินี ล่ำสันเทียะ. (2558). **ลงมือทำจริง Flash Animation สร้างงานแอนิเมชันการ์ตูน +CD.** นนทบุรี: ซิมพลิฟาย.

ปรมาภรณ์ มาเทพ (2551). **การพัฒนาสื่อการ์ตูนมัลติมีเดียสำหรับสอนวิชาพระพุทธศาสนา เรื่อง หลักกรรม.** การค้นคว้าแบบอิสระ หลักสูตรศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

การพัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านบีทูเอ็ม

Development of Online Car Rental Management System: A Case Study of B2M Rental Shop

สุชาครีย์ ตัณฑุลมาศ[1*], กฤษฎิ์ อริยวงศ์[1], สิราพัชร แสนเจริญสุข[1], พัทธ์นันท์ เพ็งดำ[2]

Suchakree Tantunmast[1*], Kit Aliyavong[1], Sirapat Sancharoensuk[1], Pattanan Pengdum[2]

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ กรณีศึกษาร้านบีทูเอ็ม มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ และ 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของลูกค้าต่อการใช้งานระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ โดยในการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยใช้วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) ในการพัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ และใช้ภาษา PHP ร่วมกับ MySQL เพื่อจัดการฐานข้อมูล ความสามารถของระบบรถเช่าออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย สามารถจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เช่ารถได้ การคำนวณค่าใช้จ่าย ตรวจสอบข้อมูลรถ เงื่อนไขการจอง การเช่า คำนวณค่ามัดจำ ค่าปรับ/ความเสียหาย และออกรายงานสำหรับเจ้าของกิจการ การประเมินระบบที่พัฒนาขึ้น ใช้การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน และผู้ใช้งาน 20 คน ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีความพึงพอใจ ด้านการทำงานของระบบอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.33 ด้านข้อมูลของระบบอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.05 และด้านการออกแบบระบบอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.00 ส่วนความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ผลประเมินพบว่า มีความพึงพอใจในด้านกระบวนการในการทำงานของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.33 ด้านข้อมูลของระบบ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.88 และด้านออกแบบระบบอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.55 จากผลการประเมินความพึงพอใจเห็นได้ว่าระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์มีความพึงพอใจในระดับมาก

คำสำคัญ: พัฒนาระบบ, ระบบจัดการ, รถเช่าออนไลน์

---

[1]นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[*]**กฤษฎิ์ อริยวงศ์, E-mail:** suchakreetantunmast@gmail.com

Abstract

This research is aimed developing online car rental systems were 1) to develop the car rental online system and 2) to evaluate (or assess) the satisfaction of users on the car rental online system. Users can review information such as vehicle information, booking conditions, calculated in the deposit. value of damages, etc.–The most people who do research have good information in this topic. The tools used in this research include PHP language with MySQL and questionnaires to assess the satisfaction and standard deviation values. Result has shown that people have satisfaction with the functional aspects of the system. and average is 4.33 at the highest level. System Information has an average of 4.05 . System design is very high. and the average value is 4.00, and the user that is satisfied in the process of the system. gets an average value of 4.33. System Information gets an average of 3.88 in a very high and Design system get average value of 3.55 in a very high level. The result of assessment about online car rental systems is very satisfying.

Keywords: System Development, Management System, Online Car Rental

บทนำ

ปัจจุบันพบว่าธุรกิจรถเช่าได้รับความสนใจอย่างมากจากนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่ต้องการใช้รถเพื่อใช้ในการท่องเที่ยว แต่อย่างไรก็ตามธุรกิจรถเช่าก็มีการแข่งขันกันสูง ทั้งธุรกิจรถเช่ารายใหญ่อย่างเอวิส (Avis) บัดเจ็ท (Budget) และเฮริทซ์ (Hertz) ซึ่งเป็นผู้ให้บริการรถยนต์เช่าแก่ลูกค้าระดับสูงรวมไปถึงผู้ประกอบการธุรกิจรถยนต์เช่ารายย่อยท้องถิ่น ซึ่งมีคนไทยเป็นเจ้าของที่ให้บริการรถเช่าแก่ลูกค้าทุกระดับชั้น ทั้งนักท่องเที่ยว นักธุรกิจ ลูกค้าทั่วไป

เนื่องจากธุรกิจรถเช่าร้าน B2M มีการให้บริการรถเช่า ซึ่งลูกค้าสามารถตรวจสอบการจองคิว สถานะของลูกค้าได้ แต่จากการศึกษาปัญหาการให้บริการเช่ารถนั้น ยังมีการจัดเก็บข้อมูลลูกค้าที่ไม่เป็นระบบ ไม่มีการจัดเก็บข้อมูลเป็นรายงาน ทำให้เกิดปัญหาและความผิดพลาด จึงทำให้ไม่ตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวและเจ้าของกิจการได้มากนัก

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบโดยนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลรถ เป็นต้น ผู้ใช้สามารถตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ได้ เช่น ข้อมูลรถ ข้อมูลเงื่อนไขการจอง และยังสามารถจัดการแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ได้ง่าย ทำให้มีความสะดวกรวดเร็ว สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้จริง ทั้งนี้ผลการพัฒนาระบบรถเช่า ยังส่งผลต่อภาพลักษณ์อันดีของธุรกิจรถเช่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของลูกค้าต่อการใช้งานระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมาย MySQL

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับ ความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษา php ภาษา aps.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น (ITGenius, 2557)

ความหมายของภาษา PHP

พีเอชพี (PHP) คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา ภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่ง ภาษาพีเอชพี นั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียน เว็บเพจ ที่มีความตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว (All Right Reserved, 2555)

จิตรพี ทันดร (2553) ความพึงพอใจของลูกค้าต่อการบริการรถเช่าของบริษัท รูบี้คาร์เร้นท์ทัล จำกัด จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก เรียงลำดับคือ ด้านการสร้างหลักฐานทางกายภาพ ด้านพนักงาน ด้านกระบวนการด้านผลิตภัณฑ์ หรือบริการด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านราคา และความพึงพอใจในระดับปานกลาง ด้านการส่งเสริมการตลาด

สุทธิโชค ทองเกลี้ยง (2558) บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ดำเนินกิจการเกี่ยวกับโทรศัพท์และการสื่อสาร จึงทำให้องค์กรมีขนาดใหญ่และจำนวนพนักงานที่มากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาระบบอินทราเน็ตเพื่อใช้ภายในองค์กร และหนึ่งในนั้นมีระบบการจองห้องประชุมที่พนักงานและองค์กรใช้งานอยู่นั้น ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้า รูปแบบหน้าเว็บไม่สวยงาม ทันสมัย เกิดความผิดพลาดบางรายการ จึงได้พัฒนาระบบโดยประยุกต์ใช้เว็บแอปพลิเคชันและระบบฐานข้อมูลเข้ามาช่วยให้ระบบมีความทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สุพิชฌาย์ ขจรชัยกุล (2553) กลยุทธ์การตลาดของธุรกิจรถเช่า : กรณีศึกษา บริษัทรถเช่าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยทางการตลาดที่มีอิทธิพลต่อทัศนคติของกลุ่มลูกค้าตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์หรือบริการมากที่สุด รองลงมาคือ ปัจจัยด้านราคา ด้านพนักงาน ด้านกระบวนการดำเนินงาน ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ด้านสถานที่และช่องทางการจัดจำหน่าย และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดตามลำดับ

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่พัฒนาระบบให้ตอบสนองความต้องการของเจ้าของกิจการและลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **พัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ ด้วยวัฏจักรการพัฒนาระบบ (SDLC)** มาเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีอยู่ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 การกำหนดปัญหา (Problem Definition)

ศึกษาปัญหา โดยเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ให้บริการเช่ารถในปัจจุบัน และได้สัมภาษณ์เก็บข้อมูลจากเจ้าของร้านB2M อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ซึ่งปกติจะมีลูกค้ามาเช่ารถหน้าร้านเพื่อเช่ารถ ทั้งนี้ได้นำข้อมูลที่รวบรวม

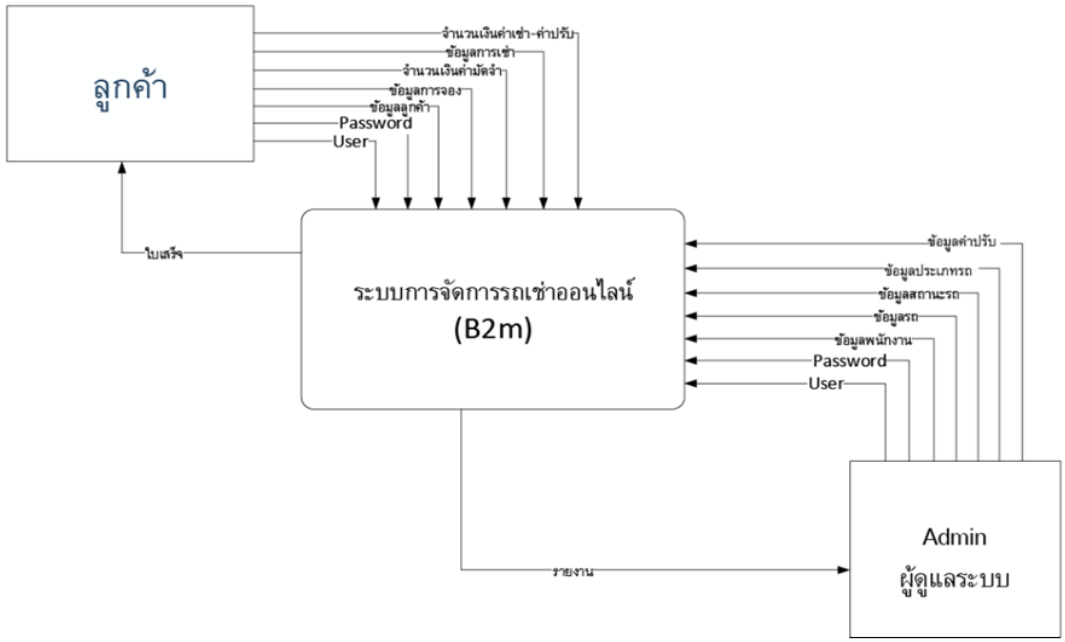
ได้ไปศึกษา เพื่อพัฒนาและออกแบบระบบจัดการรถเช่าออนไลน์ ให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น

1.2 การวิเคราะห์ (Analysis)

โดยนำข้อมูลที่รวบรวมมาทำการวิเคราะห์เพื่อออกแบบฟังก์ชั่นและวางแผนปฏิบัติงาน โดยเลือกใช้เครื่องมือในการทำการพัฒนาให้เหมาะสมกับลักษณะงานและได้ใช้ภาษา PHP ร่วมกับ MySQL ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ

1.3 ออกแบบโปรแกรม (Design)

สำหรับระบบจัดการรถเช่าออนไลน์ ได้ใช้โปรแกรม Microsoft Visio ในการเขียนแผนภาพบริบทของระบบจัดการรถเช่าออนไลน์ (Context Diagram) ซึ่งสามารถแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพบริบทของระบบจัดการรถเช่าออนไลน์ (Context Diagram)

1.4 พัฒนาโปรแกรม (Development)

การพัฒนาระบบจัดการรถเช่าออนไลน์ ผู้วิจัยใช้ภาษา PHP, CSS และมีการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลด้วย phpMyAdmin ซึ่งทำงานแบบออนไลน์ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ใช้โปรแกรม Photoshop และ PhotoScape สำหรับตกแต่งภาพต่างๆ บนหน้าเว็บอีกด้วย

1.5 ทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง (Testing)

ทำการทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง โดยการเพิ่มข้อมูลเนื้อหาลงไปในโปรแกรมจากนั้นทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบหาจุดบกพร่อง แล้วทำการปรับปรุงเพื่อความถูกต้องในรูปแบบของการทำงาน ตามลำดับ

1.6 นำโปรแกรมไปทดลองกับผู้ใช้จริง (Usability)

นำโปรแกรมที่พัฒนาแล้วไปทดลอง และประเมินความพึงพอใจกับผู้ใช้ระบบจริง เพื่อนำผลในการใช้โปรแกรมไปปรับปรุงแก้ไขให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้

1.7 ประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม (Evaluate the Performance)

เก็บข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดการรถเช่าออนไลน์ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของระบบในด้านข้อมูลของระบบ ด้านกระบวนการในการทำงานของระบบ และด้านการออกแบบระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนและผู้ใช้งาน จำนวน 20 คน

2. ประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบ จำนวน 23 คน ใช้เครื่องมือคือแบบประเมินความพึงพอใจ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพของระบบ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดค่าน้ำหนักของการประเมินเป็น 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท (Linkert’s Scale) โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

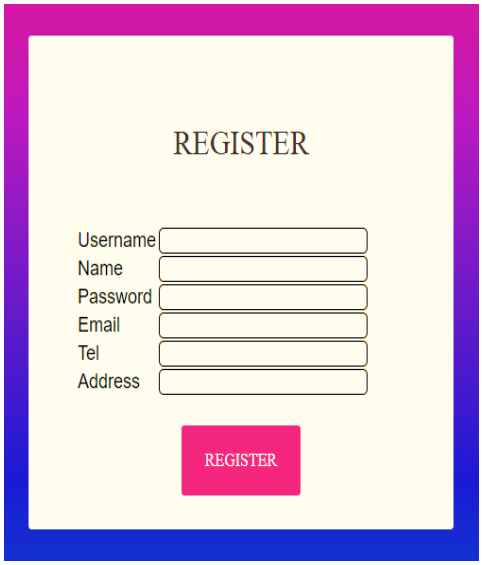
คะแนนเฉลี่ย	3.41 - 4.20	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	มาก
คะแนนเฉลี่ย	4.21 - 5.00	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	2.61 - 3.40	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 - 2.60	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	น้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.80	แสดงถึง	ระดับความสำคัญ	น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

นักวิจัยได้พัฒนาระบบตามแนวทาง SDLC แล้วได้ระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ที่มีความสามารถ (ฟังก์ชัน) ของระบบประกอบด้วย พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย สามารถจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เช่ารถได้ การคำนวณค่าใช้จ่าย ตรวจสอบข้อมูลรถ เงื่อนไขการจอง การเช่า คำนวณค่ามัดจำ ค่าปรับ ค่าความเสียหาย และออกรายงานสำหรับเจ้าของกิจการ

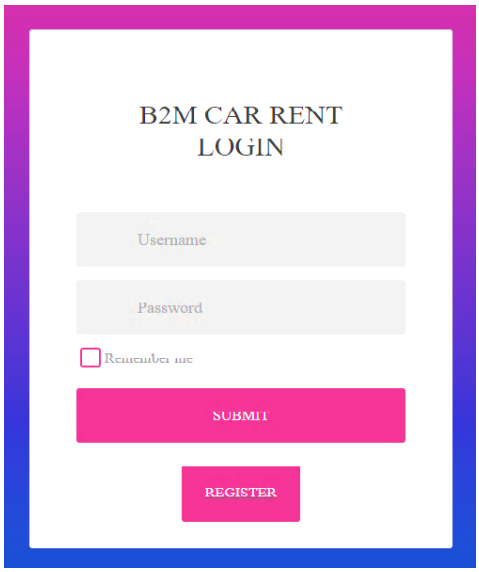
การพัฒนาโปรแกรมโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ และรวบรวมข้อมูลมาใช้ออกแบบและพัฒนาเว็บสำหรับการเช่ารถ โดยซึ่งสามารถแบ่งหน้าจอการใช้งานโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) หน้าสมัครสมาชิกของเว็บ เป็นหน้าจอที่ให้ลูกค้าสมัครสมาชิก ที่สามารถเข้าไปยังหน้าจอหลัก เพื่อเข้าดูรายละเอียดของเว็บ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 หน้าจอสมัครสมาชิก (Register)

2) หน้าจอเข้าสู่ระบบ เป็นหน้าจอที่ลูกค้าและผู้ดูแลระบบทำการเข้าสู่ระบบ เพื่อจัดการรายละเอียดต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 3



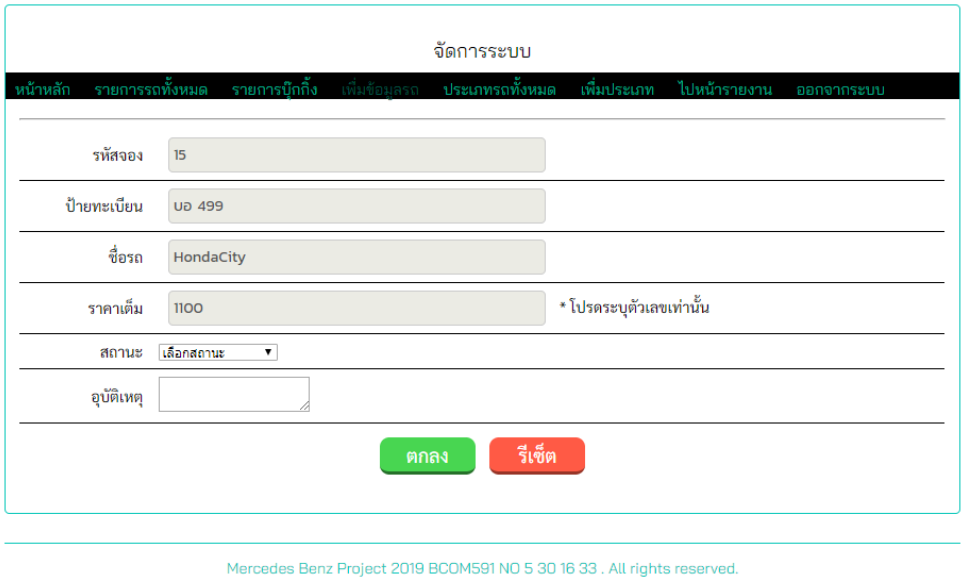
ภาพที่ 3 หน้าจอเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบ (Login)

3) หน้ายืนยันการจอง จะแสดงรายละเอียดให้ลูกค้าได้ตรวจสอบก่อนยืนยันการจอง แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ยืนยันการจอง

4) หน้าจัดการสถานะรถ จะแสดงสถานะรถเมื่อมีการจอง การเช่า การคืน หรือมีอุบัติเหตุ เกิดความเสียหายกับรถ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 หน้าจัดการสถานะรถ

3. ประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบ

การเก็บข้อมูลการใช้งานของระบบ ใช้แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรม โดยประเมินจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 3 คน และผู้ใช้งาน 20 คน

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อรายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านข้อมูลของระบบ			
1.1 ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
1.2 การเรียบเรียงเนื้อหามีความเข้าใจง่าย	4.00	1.00	มาก
1.3 แสดงรายละเอียดข้อมูลครบถ้วน	4.00	0.00	มาก
1.4 เว็บไซต์แสดงผลได้อย่างรวดเร็ว	4.00	0.00	มาก
1.5 ระบบมีเสถียรภาพ การเชื่อมต่อไม่เกิดปัญหา	4.33	0.57	มากที่สุด
1.6 การจัดรูปแบบการแสดงผลบนหน้าจอภาพมีความเหมาะสม	4.00	1.00	มาก
รวม	**4.05**	**0.41**	**มาก**
2. ด้านการทำงานของระบบ			
2.1 การเข้าระบบเพื่อใช้งานสะดวกและปลอดภัย	4.33	0.57	มากที่สุด
2.2 รายการข้อมูลแต่ละหน้าจอครบถ้วนตามการใช้งาน	4.33	0.57	มากที่สุด
2.3 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	4.33	0.57	มากที่สุด
2.4 ความถูกต้องในการค้นหา-แก้ไข-ลบข้อมูล	4.00	0.00	มาก
2.5 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม	4.33	0.57	มากที่สุด
2.6 ความถูกต้องของผลลัพธ์ในรูปแบบรายงาน	3.66	0.57	มาก
2.7 การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่าง ๆ	4.66	0.57	มากที่สุด
2.8 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	**4.33**	**0.14**	**มากที่สุด**
3. ด้านการออกแบบระบบ			
3.1 มีความสวยงาม	4.00	0.00	มาก

หัวข้อรายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
3.2 จัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	4.00	0.00	มาก
3.3 ตัวอักษรมีความเหมาะสม (ขนาด, สี, ชนิด, ลักษณะ)	4.00	0.00	มาก
รวม	**4.00**	**0.33**	**มาก**

ผลการประเมินข้อมูลพบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในด้านข้อมูลของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.05 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านการทำงานของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.33 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการออกแบบระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00 ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้งาน

หัวข้อรายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านข้อมูลของระบบ			
1.1 ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหา	3.90	0.64	มาก
1.2 การเรียบเรียงเนื้อหามีความเข้าใจง่าย	3.90	0.78	มาก
1.3 แสดงรายละเอียดข้อมูลครบถ้วน	3.85	0.74	มาก
รวม	**3.88**	**0.57**	**มาก**
2. ด้านกระบวนการในการทำงานของระบบ			
2.1 โปรแกรมมีความทันสมัย	4.15	0.93	มาก
2.2 การจัดรูปแบบการแสดงผลบนจอภาพมีความเหมาะสม	4.05	0.68	มาก
2.3 เว็บไซต์แสดงผลได้อย่างรวดเร็ว	4.00	0.85	มาก
2.4 ระบบมีเสถียรภาพ การเชื่อมต่อไม่เกิดปัญหา	4.05	0.75	มาก
2.5 มีการจัดระดับความปลอดภัยหรือกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึง	3.65	0.74	มาก
2.6 ความพึงพอใจภาพรวมต่อการใช้งาน	3.40	0.94	มาก
รวม	**4.33**	**0.50**	**มากที่สุด**

หัวข้อรายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
3. ด้านการออกแบบระบบ			
3.1 มีความสวยงาม	3.50	0.88	มาก
3.2 จัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	3.50	0.82	มาก
3.3 ตัวอักษรมีความเหมาะสม (ขนาด, สี, ชนิด, ลักษณะ)	3.65	0.93	มาก
รวม	**3.55**	**0.68**	**มาก**

ผลการประเมินข้อมูลพบว่าความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านข้อมูลของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.88 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านกระบวนการในการทำงานของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.33 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และด้านออกแบบระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.55 ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาและพัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ (B2M) เพื่อเป็นศูนย์กลางระหว่างลูกค้ากับทางร้าน B2M ที่ให้บริการเช่ารถ จึงได้นำระบบเข้ามาช่วยในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ทำให้มีความสะดวกรวดเร็ว สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้จริง จากผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ของผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีความพึงพอใจ ด้านการทำงานของระบบอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.33 ด้านข้อมูลของระบบอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.05 และด้านการออกแบบระบบอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.00 ส่วนความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ของผู้ใช้งานระบบ มีความพึงพอใจ ด้านกระบวนการในการทำงานของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.33 ด้านข้อมูลของระบบ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.88 ด้านออกแบบระบบอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.55 สามารถสรุปได้ว่าระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์มีความพึงพอใจในระดับมาก ที่ลูกค้าได้ใช้บริการของร้าน บีทูเอ็ม ซึ่งทั้งนี้คุณสมบัติของโปรแกรมนั่นสามารถจัดการ เพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา ข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลการจอง ข้อมูลการเช่า ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลรถ ได้และยังสามารถออกรายงานต่าง ๆ ได้ไม่ว่าจะเป็นรายงานความเสียหาย รายงานอุบัติเหตุ จนไปถึงรายงานรายได้ที่ร้านบีทูเอ็มได้รับ

กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาระบบการจัดการรถเช่าออนไลน์ (Rent Car B2M) กรณีศึกษา B2M เนื่องจากผู้จัดทำได้รับคำแนะนำ ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จากผู้ประกอบการร้าน B2M อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจทุกท่าน จนทำให้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จิตรพี ทันดร. (2553). **ความพึงพอใจของลูกค้าต่อการบริการรถเช่าของบริษัท รูบี้คาร์เร้นท์ทัล จำกัด จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต,สาขาวิชาบริหารธุรกิจ,บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุทธิโชค ทองเกลี้ยง. (2558). **ระบบจองห้องประชุมออนไลน์ กรณีศึกษา บริษัท ทีโอที จำกัด(มหาชน)**, (Online). http://researchystem.siam.edu/thesis/bachelor/5474-2013-12-20-05-58-222, 1 พฤษภาคม 2562.

สุพิชฌาย์ ขจรชัยกุล. (2553). **กลยุทธ์การตลาดของธุรกิจรถเช่า กรณีศึกษา บริษัทรถเช่าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

All Right Reserved. (2555). **ความหมายของภาษา PHP**. (Online). สืบค้นจาก http://phpwebsitephp.blogsport.com/2012/12/, 1 พฤษภาคม 2562.

ITGenius**.** (2557). **ความหมาย MySQL**. (Online). สืบค้นจาก http://itgenius.co.th/article/(MySQL)%20คืออะไร.html, 1 พฤษภาคม 2562.

Greedisgoods. (2561). **Linkert Scail คือ อะไร ?**. (Online). สืบค้นจาก http://greedisgoods.com/likert-scale- คือ/, 1 พฤษภาคม 2562.

ระบบตรวจสอบเก็บข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัด

Automatic Real-time Environment monitoring system for hydroponic

ประเสริฐ นนทกาญจน์[2],ธนพล โปรดเมธี[1],สุธิดามาศ ช่วยทุกข์[1*]

Prasert Nonthakarn[2], Thanaphon Protmaitee[1], Suthidamat Chuaithuk[1*]

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการปลูกผักสลัดในโรงเรือนให้ได้คุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภคต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้มีความเหมาะสม ซึ่งในการวัดค่าต่างๆที่จำเป็นสำหรับการปลูกผักสลัดได้แก่ ความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ ค่าpH, EC และค่าความสมบูรณ์ของธาตุอาหารในน้ำ โดยทั้งหมดจะใช้การวัดด้วยเจ้าหน้าที่ซึ่งจะใช้การวัดแบบเวลาไม่แน่นอนตามที่ว่างหรือเวลาที่สะดวก ในการวัดคุณภาพบางค่าจะต้องใช้เครื่องมือมีราคาแพงและไม่สะดวกต่อการใช้

จากปัญหาการวัดสภาพแวดล้อมการปลูกผักสลัดที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการสร้างระบบตรวจสอบข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัดอัตโนมัติแบบตลอดเวลา ได้มีการออกแบบอุปกรณ์เพื่อใช้ตรวจและวัดค่าต่างๆของสภาพแวดล้อมโรงเรือนผักสลัด มีลักษณะการทำงานในรูปแบบของระบบเทคโนโลยี Internet of Things ที่มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไร้สายโดยจะมีการใช้เซนเซอร์ในการวัดค่าสภาพแวดล้อม ได้แก่ เซนเซอร์วัดค่าpH ค่าอุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้า เมื่อเซนเซอร์วัดค่าแล้วจะส่งข้อมูลไปยังชุดประมวลผลโดยไมโครคอลโทรลเลอร์แล้วส่งค่าขึ้นไปบนระบบคลาวด์เพื่อจัดเก็บและแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์ ผ่านสมาร์ทโฟน เพิ่มความสะดวกสำหรับผู้ใช้งาน โดยที่ผู้ใช้สามารถดูสภาพแวดล้อมของโรงเรือนและอ่านค่าเซนเซอร์อุณหภูมิ เซนเซอร์ตรวจจับ วัดค่าปุ๋ย ค่าน้ำ ค่า pH และอุณหภูมิ การเชื่อมต่อผ่านระบบคลาวด์ใช้ในการบันทึกข้อมูลที่ส่งไปยังจอแสดงผล ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทราบค่าสภาพแวดล้อมโรงเรือนผักสลัด จะสามารถควบคุมและเข้าไปแก้ปัญหาต่างๆได้ ป้องกันความเสียหายและลดค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการใช้ระบบที่สร้างในโรงเรือนจริงพบว่าเกษตรกรมีความพึงพอใจในระดับสูงมาก ค่าของสภาพแวดล้อมที่วัดได้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง สามารถที่จะวัดค่าต่างๆได้ตลอดเวลา และใช้เกษตรกร 3 คนในการทำแบบประเมินโดยคิดค่าเฉลี่ยได้ $\overline{X}$ 4.87 และ S.D.0.25 ลดต้นทุนในส่วนของเครื่องมือที่ใช้วัดแบบเดิม ลดเวลาในการทำงาน ซึ่งสรุปได้ว่าระบบที่ออกแบบและสร้างนี้มีความเหมาะสมอย่างมากในการใช้งาน

คำสำคัญ : ผักสลัดในโรงเรือน, โรงเรือนระบบปิด, ระบบตรวจสภาพโรงเรือน

---

[1] นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2] อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

*Proamatee1@gmail.com

Abstract

At present, growing salad vegetables in the house to be of good quality. according to consumer demand must have a controlled environment in the house to be appropriate. In which various measurements are needed for salad dressing, including humidity and air temperature pH, EC and the integrity of nutrients. In water all of which will be measured by staff to use uncertain measurements based on free time or convenient time in order to measure quality, some tools require expensive and uncomfortable tools.

From the measurement of the salad growing environment mentioned above the researcher has the idea to create a system to check the data and notify the environment in the salad house automatically. Designed have a device to monitor and measure various environmental conditions of greenhouse salad will have features in the form of the internet of things technology is a wireless connection, using sensors to measure the value include as pH, temperature and electrical conductivity sensor when the sensor measures the data, it sends data to the processing unit. Which the microcontroller then sends the value to the cloud to store and display the results via computer via smartphone more convenient for users in which users can view the environment of buildings and read values temperature sensor detection sensor measure fertilizer water bill pH values and temperatures the connection via the cloud is used to save the data sent to the display. helps users to know the environmental conditions of salad greenhouses will be able to control and solve problems can prevent damage and reduce costs that will occur effectively

The result of using the environmental measurement package for growing salad vegetables found that the farmers have a very high level of satisfaction the measured values are very accurate, can measure various values at any timereducing costs for traditional measuring tools reduce working time which this system is very suitable for use.

Keywords : Green salad vegetables,Closed system greenhouse, House inspection system

บทนำ

สวนผักคุณครู เป็นฟาร์มปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์ขนาดใหญ่เพื่อจำหน่ายผักสลัดแบบขายส่งผลผลิตทั้งหมดจะส่งขายที่ห้างแม็คโคร อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช โดยที่โรงเรือนตั้งอยู่ที่ 79/1 หมู่ 13 ต.นาบอน อ.นาบอน จ.นครศรีธรรมราช โดยใช้พื้นที่บริเวณรอบบ้านปลูกเป็นโรงเรือนเป็นที่เพาะปลูก พื้นที่จำนวน 2-3 ไร่ มีการ

ปลูกผักสลัดด้วยกันทั้งหมด 5 ชนิดคือ กรีนโอ๊ค, เรดโอ๊ค เรดคอรัล ฟิลเลย์ ไอซ์เบิร์ก,บัตเตอร์เฮด,คอส โรเมนและมีผักอื่นๆเสริมอีกด้วย ใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกเริ่มตั้งแต่เพาะเมล็ดจนถึงเก็บจำหน่ายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยใช้การปลูกแบบแช่ไว้ในน้ำ กำหนดระยะเวลาใส่ปุ๋ยทุกๆ 2 วัน ถ้าหากอากาศร้อนจัดก็จะใช้การวัดโดยการสังเกตลักษณะใบของผักถ้าหากผักมีลักษณะเหี่ยวก็จะทำการเปิดเครื่องปั๊มน้ำเพื่อพ่นหมอกไอน้ำลดความร้อนในบริเวณโรงเรือน ซึ่งขั้นตอนนี้จะใช้ความรู้สึกของคนในการประเมินความร้อนว่ามากหรือน้อย

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวทีมงานผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการสร้างระบบตรวจสอบข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัดอัตโนมัติ อุปกรณ์ได้ออกแบบเพื่อใช้ตรวจและวัดค่าต่างๆของสภาพแวดล้อมโรงเรือนผักสลัด ซึ่งเป็นการทำงานในรูปแบบของระบบเทคโนโลยี Internet of Things ที่เป็นการเชื่อมต่อแบบไร้สายโดยใช้เซนเซอร์การวัดค่า เช่น เซนเซอร์วัดค่า pH ค่าอุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้า เมื่อเซนเซอร์วัดค่าได้จะส่งข้อมูลขึ้นไปบนระบบคลาวด์เพื่อจัดเก็บและแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์ ผ่านสมาร์ทโฟน เป็นการช่วยเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้สามารถที่จะดูสภาพแวดล้อมของโรงเรือนและอ่านค่าเซนเซอร์อุณหภูมิ เซนเซอร์ตรวจจับ วัดค่าปุ๋ย ค่าน้ำ ค่า pH และอุณหภูมิผ่านระบบอินเตอร์เน็ต เป็นการนำนวัตกรรมไทยแลนด์ 4.0 มาใช้เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานที่ต้องการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในโรงเรือนผักสลัด ที่ผู้ดูแลสามารถควบคุมได้เข้าถึงได้ตลอดเวลา เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดความเสียหายและลดค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

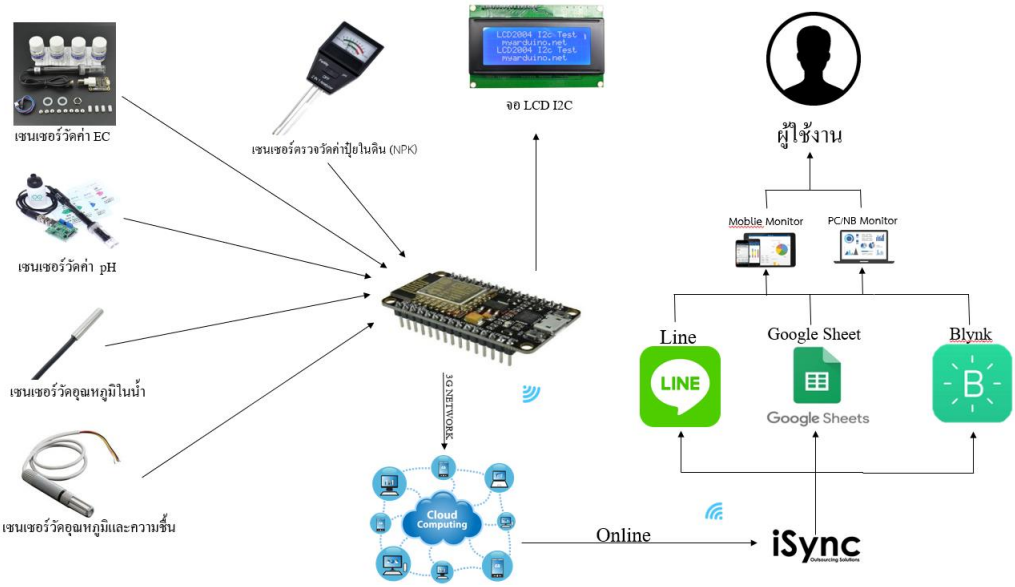
วิธีดำเนินการวิจัย

1.การทำงานของระบบตรวจสอบเก็บข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัดมีการนำเซนเซอร์ต่างๆไปติดตั้งไว้ในโรงเรือน เพื่อวัดค่าต่างๆ

2.เมื่อเซนเซอร์วัดค่าได้จะส่งข้อมูลขึ้นไปบนคลาวด์เพื่อแสดงผลในระบบ Real – Time ผ่านสมาร์ทโฟน โดยมีระบบคลาวด์และอินเตอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือและบอร์ด Esp 8266

3.แสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือสามารถดูค่าต่างๆ เซนเซอร์ตรวจวัดค่าปุ๋ย ค่าอุณหภูมิน้ำ ค่า pH และความชื้น,อุณหภูมิในอากาศ

4.สามารถดูข้อมูลที่บันทึกไว้ย้อนหลังได้และระบบจะทำงานตามโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้โดยมีตรวจวัดค่าปุ๋ย ค่าน้ำ ค่า pH และอุณหภูมิ แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างระบบ

จากภาพที่ 1 เซ็นเซอร์ต่างๆ ec,ph,อุณหภูมิในน้ำ,ความชื้นและอุณหภูมิภายนอก,npk จะทำการส่งค่าไปยังบอร์ดและบอร์ดจะรับค่าและส่งขึ้นคลาวไปยัง isync และโชว์ในจอ lcd และ isync จะทำการส่งข้อมูลที่บอร์ดได้รับค่ามาจากเซ็นเซอร์ต่างๆไปยัง Line,Google Sheet,Blynk และสามารถดูผ่านจอมอนิเตอร์ได้รวมถึง Smartphone และ Notebook ได้

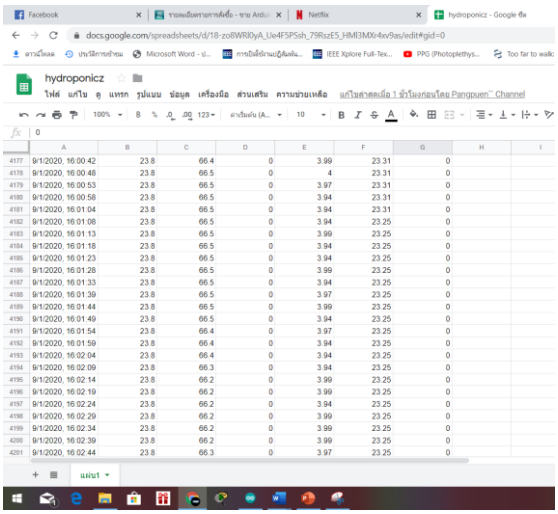
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การทดลองจะทำการทดลองใช้จำนวน 3 ครั้ง ดังตารางที่ 1 แล้วมาดำเนินการแก้ไขจนสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้อง

ตารางที่ 1 การทดลองใช้ระบบ

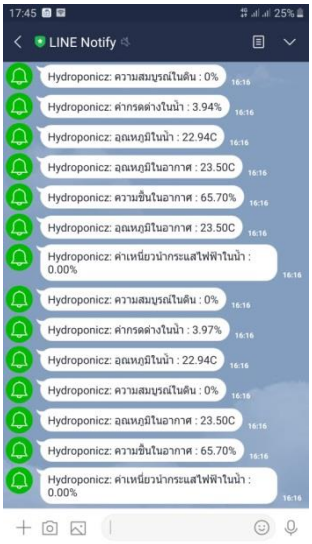
เซนเซอร์	ทดลองครั้งที่ 1	ทดลองครั้งที่ 2	ทดลองครั้งที่ 3
เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิในอากาศและค่าความชื้นในอากาศ	ค่าที่วัดได้ไม่คงที่	ค่าที่วัดได้มีความเสถียรมากขึ้น 50%	ค่าตรงตามสภาพอากาศ 100%
เซนเซอร์วัดค่า pH	โค้ดที่ใช้ในการแปลงค่าไม่ตรงตามที่คำนวณไว้	ค่าที่วัดได้ไม่คงที่ ค่ากระโดด 50%	ค่าที่วัดได้มีความสมบูรณ์ 100%
เซนเซอร์วัดค่า Ec	โค้ดที่ใช้ในการแปลงค่าไม่ตรงตามที่คำนวณไว้	ค่าที่วัดได้ไม่คงที่ ค่ากระโดด 50%	ค่าที่วัดได้มีความสมบูรณ์ 100%
เซนเซอร์วัดค่าความสมบูรณ์ของดิน	ค่าที่ได้จากเซนเซอร์ไม่ตรงกับค่าจริง	ค่าที่ได้เริ่มมีความเสถียร 50%	ค่าที่วัดได้มีความสมบูรณ์ 100%
เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิในน้ำ	ค่าที่วัดได้ไม่คงที่	ค่าที่วัดได้มีความเสถียรมากขึ้น 50%	ค่าที่วัดได้มีความสมบูรณ์ 100%

การแสดงการบันทึกระบบตรวจสอบเก็บข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัดโดยบันทึกลงใน Google Sheet แสดงดังภาพที่ 2



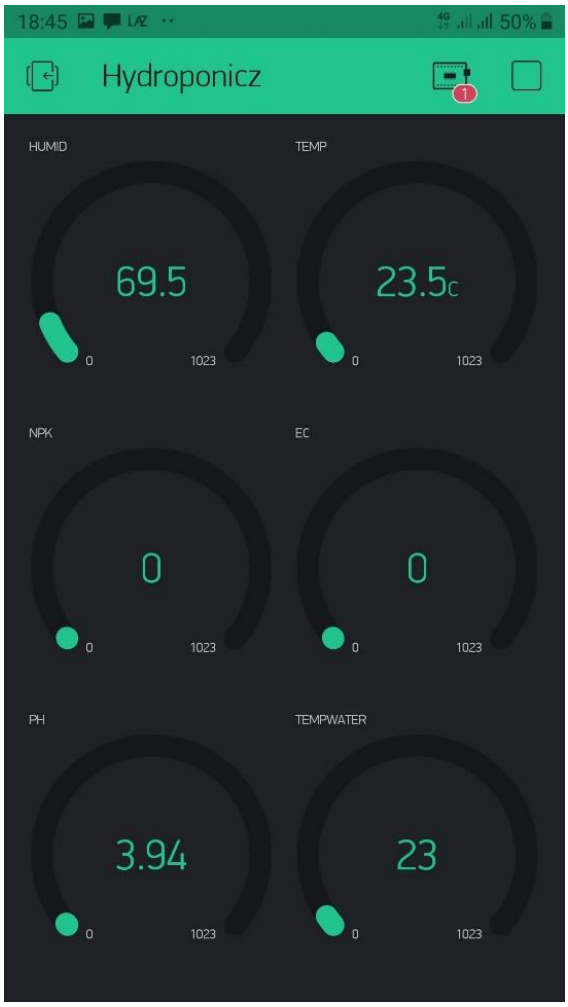
ภาพที่ 2 การบันทึกใน Google Sheet

การแจ้งเตือนของระบบตรวจสอบเก็บข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัดจะแจ้งเตือนเมื่อเงื่อนไขอยู่ในขั้นวิกฤติ ระบบจะแจ้งเตือนผ่าน Application Line ทันที โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆ แล้วตรวจสอบเงื่อนไขที่ผู้พัฒนาระบบได้สร้างเงื่อนไขไว้ถ้าค่าสถานะของเซนเซอร์เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนผ่าน Application Line



ภาพที่ 3 ระบบแจ้งเตือน Application Line

จากนั้นก็จะแสดงผลที่อ่านค่าได้จากเซนเซอร์โชว์บน Blynk ของระบบตรวจสอบเก็บข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัด



ภาพที่ 4 แสดงผลบน Blynk

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามโดยมีคำถามใน 3 ประเด็นหลัก ๆ ดังนี้ ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ แบบสอบถามความพึงพอใจมีจำนวน 7 ข้อ สำหรับกลุ่มเป้าหมาย ทางผู้วิจัยได้ให้ผู้ดูแลโรงเรือนระบบตรวจสอบเก็บข้อมูลและแจ้งเตือน จำนวน 3 คนทำการประเมิน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยผลการวิเคราะห์ได้ผลความพึงพอใจอยู่ที่ 4.87 ซึ่งหมายถึงความพึงพอใจของการใช้ระบบมีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก และมี

รายละเอียดการประเมิน แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.
1. ด้านประสิทธิภาพของการทำงานระบบ		
1.1 ความสามารถในการทำงานแบบอัตโนมัติของระบบ	4.75	0.50
1.2 ความสามารถในการทำงานของระบบโดยรวม	5.00	0.00
2. ด้านการทำงานตามฟังก์ชั่นของระบบ		
2.1 ความถูกต้องในการทำงานของเซนเซอร์	4.25	0.50
2.2 ความถูกต้องในการเตือนผ่านระบบไลน์	4.75	0.50
2.3 ความถูกต้องของระบบในภาพรวม	4.25	0.50
3. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์		
3.1 ระบบมีประโยชน์ต่อการตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน	5.00	0.00
3.2 ระบบมีประโยชน์ต่อผลผลิตทางการเกษตรชนิดอื่นๆ	5.00	0.00
รวม	4.87	0.25

จากตารางที่ 2 สรุปผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.87)

สรุปผลการวิจัย

ผลการใช้ระบบตรวจสอบเก็บข้อมูลและแจ้งสภาพแวดล้อมในโรงผักสลัดพบระบบมีความเที่ยงตรงและแสดงค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำ สามารถทำให้เกษตรกรมีความสะดวกในการดูแลและควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม ส่งผลให้ผลผลิตได้คุณภาพและปริมาณที่มากขึ้น ลดค่าใช้จ่ายในส่วนของเครื่องมือในการวัดค่า และจากการสอบถามความพึงพอใจพบว่าเกษตรกรมีความพึงพอใจมากกว่าการใช้งานแบบเดิม ลดเวลาในการทำงานและยังสามารถนำไปพัฒนาในส่วนอื่นต่อไป อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุคใช้ในการปลูกพืชที่มีลักษณะไกล้เคียงกัน

เอกสารอ้างอิง

ไพโรจน์ เหลืองวงศกร (2560) การประยุกต์ใช้ ESP8266 คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย - เทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพฯ

นิติรงค์ พงษ์พานิช (2559) การพัฒนาและทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใน โรงเรือน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน

ดร.มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ (2561) Internet of Things (IoT) คณะเทคโนโลยีสำรสนเทศ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาสกร พาเจริญ (2562) พัฒนา IOT บนแพลตฟอร์ม Arduino ด้วย NodeMCU สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เดชฤทธิ์ มณีธรรม (2561) การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

ผศ.ดอนสัน ปงผาบ (2560) ภาษาซีและ Arduino อ่านง่าย เข้าใจง่าย ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

ชัชชัย รามีบัว (2562) ปฏิบัติการเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) เบื้องต้น บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

ประภาส พุ่มพวง (2561) การเขียนและการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม ARDUINO ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

รศ.ดร.วิชัย โฆสิตรัตน (2560) คู่มือหลักการปลูกพืชในโรงเรือน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-พระนครเหนือ

นายปฐมพงศ์ วงศ์เกลี้ยง (2562) การสร้างโรงเรือนสำหรับปลูกพืช หน่วยเรือนกระจกและแปลงทดลองคณะทรัพยากรธรรมชาตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

จุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

Checkpoint Runs With RFID Technology

ชวัลรัตน์ ศรีนวลปาน[5*], มโนรส บริรักษ์อราวินท์[2], บุญนิภา เกี้ยวม่าน[3], จีรวัฒน์ นาคสุวรรณ์[4], เกริกศักดิ์ ยิ้มมุก[5]

Chawanrat Srinounpan[1*], Manorot Borrirakarawin[2], Boonnipa Kaiwman[3],

Jirawat Naksuwan[4], Krirksak Yimmuk[5]

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการนำเสนอแนวคิดการพัฒนาระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี 2) พัฒนาระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ซึ่งในการพัฒนาระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดจากการลงทะเบียนจุดเช็คพ้อยท์ก่อนเริ่มวิ่ง การคำนวณระยะเวลาเมื่อนักวิ่งเข้าเส้นชัยที่ล่าช้า ทำให้เกิดการรอคอยการรับรางวัลในรูปแบบต่าง ๆ และต้องใช้คนจำนวนมากในการทำงาน การวิจัยครั้งนี้มีวิธีการวิจัยแบบพัฒนา (R&D) โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการทำงานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี หลักการทำงานของโปรแกรม PHP ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เพื่อมาใช้ในการเก็บข้อมูลนักวิ่งที่รับสมัครผ่านระบบออนไลน์ และหลักการใช้งานโปรแกรมภาษาไพธอนในการอ่านและเขียนข้อมูลลงในอุปกรณ์อาร์เอฟไอดี โดยใช้การแข่งขันราชภัฏนครฯ มินิมาราธอนเป็นตัวอย่างกรณีศึกษา

คำสำคัญ: จุดเช็คพ้อยท์, เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี, งานวิ่ง, มินิมาราธอน

Abstract

This research presents the concept of development checkpoint runs with RFID technology, which aims to 1) study the application of RFID technology, 2) develop a checkpoint running system with RFID technology, which to present solutions to problems caused by registering checkpoint points before running. Calculation of the amount of time when runners reach the finish point is delay, thus resulting in waiting to reward in various forms. And requiring a lot of people to work.

[5] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2] อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3] อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[4] อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[5] นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*] **Corresponding author, E-mail:** chawanrat_sri@nstru.ac.th

This research method has research and developed (R&D). In which the researcher has studied the principle of RFID technology, the principle of the PHP program and MySQL. Web database management system is use to store data of runners, and the principles of Python programs for reading and writing data on RFID devices. This research using the Nakhon Rajabhat Mini Marathon as an example of a case study.

Keywords: checkpoint, RFID technology, running, mini-marathon

บทนำ

สังคมปัจจุบันเป็นสังคมที่ต้องมีการแข่งขันสูงทำให้ผู้คนลืมที่จะใส่ใจในวิถีชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะเรื่องสุขภาพร่างกาย มนุษย์ถูกสร้างขึ้นมาให้มีการเคลื่อนไหว เพื่อความเจริญเติบโตและรักษาสภาพการทำงานที่ดีเอาไว้ การเคลื่อนไหวน้อยหรือไม่ค่อยได้ออกกำลังกาย ไม่เพียงแต่จะทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของสมรรถภาพทางกายหรือสุขภาพ แต่ยังเป็นสาเหตุของความผิดปกติของร่างกายและโรคร้ายหลายชนิดที่ป้องกันได้ ซึ่งเป็นโรคที่เป็นปัญหาทางการแพทย์ที่พบมากในปัจจุบัน ในทางการแพทย์ การออกกำลังกายอาจเปรียบได้กับยาสารพัดประโยชน์ เพราะใช้เป็นยาบำรุงก็ได้ เป็นยาป้องกันก็ได้ และเป็นยาบำบัดรักษาหรือฟื้นฟูสภาพร่างกายก็ได้

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า การออกกำลังกายมีประโยชน์ต่อสุขภาพถึงแม้ว่าจะไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าการออกกำลังกายจะสามารถเพิ่มภูมิต้านทานโรคที่เกิดจากการติดเชื้อได้ แต่มีหลักฐานที่พบบ่อยครั้งว่า เมื่อนักกีฬาเกิดการเจ็บป่วยจากการติดเชื้อจะสามารถหายได้เร็วกว่า และมีโรคแทรกซ้อนน้อยกว่า ข้อที่ทำให้เชื่อได้แน่ว่าผู้ที่ออกกำลังกายย่อมมีสุขภาพดีกว่าผู้ขาดการออกกำลังกาย คือ การที่อวัยวะต่าง ๆ มีการพัฒนาทั้งขนาด รูปร่าง และหน้าที่การทำงาน โอกาสของการเกิดโรคที่ไม่ใช่โรคติดเชื้อ เช่น โรคเสื่อมสมรรถภาพในการทำงานของอวัยวะจึงมีน้อยกว่า ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้คนไทยในปัจจุบันตื่นตัวกับกระแสรักสุขภาพและหันมาออกกำลังกายเพื่อสุขภาพมากขึ้น

การออกกำลังกายที่สามารถทำได้ง่ายและคนส่วนใหญ่นิยมกัน คือ การวิ่ง และการวิ่งที่ได้ผลดี ต้องเป็นธรรมชาติ ต้องไม่เกร็ง การวิ่งเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่จะส่งผลให้เกิดการรับออกซิเจนของร่างกายดีขึ้น ทำให้หัวใจ หลอดเลือด ปอด กล้ามเนื้อ และอวัยวะอื่นๆ แข็งแรง นอกจากนี้แล้วนั้นยังช่วยให้ผู้วิ่งคลายความตึงเครียดทางด้านจิตใจและมีอารมณ์แจ่มใสมากขึ้นอีกด้วย ทั้งนี้อาจจะมีหลายคนที่ยังไม่เคยวิ่ง และอยากเริ่มต้นในการวิ่งอาจจะสงสัยว่า เขาต้องใช้เวลาในการฝึกซ้อมนานขนาดไหน จะต้องมีการ เตรียมตัว กันอย่างไร และจะต้องมีอุปกรณ์ใดๆ ที่เหมาะสมและช่วยให้การวิ่งเป็นไปอย่างสมบูรณ์ สำหรับผู้ที่สนใจ ปัจจุบันได้มีการจัดกิจกรรมหรืออีเวนต์ เดิน วิ่ง มักจะจัดร่วมกันเป็นประจำ เพื่อส่งเสริมการออกกำลังกาย นักวิ่งที่ลงสมัครในงานวิ่งต่างๆ จะได้รับเสื้อแข่งขัน ป้ายหมายเลขประจำตัวผู้เข้าแข่งขัน(BIB) เหรียญรางวัล รวมไปถึงการได้ถ่ายภาพไว้เป็นที่ระลึก ในการวิ่งครั้งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองบุคคลที่รักสุขภาพเหล่านี้ จึงต้องการที่จะอำนวยความสะดวกในการเข้าจุดเช็คพ้อยท์ก่อนเริ่มวิ่ง การเข้าเส้นชัย และรับรางวัลในรูปแบบต่าง ๆ ให้มีความรวดเร็ว ลดเวลาในการรอคอย และลดปริมาณคนในการทำงานได้มากยิ่งขึ้น

ในการแข่งขันราชภัฏนครฯ มินิมาราธอน เป็นการแข่งขันวิ่งเพื่อสุขภาพในระยะทางที่กำหนด โดยมีทั้งการวิ่งแบบระยะทางใกล้ไม่เกิน 5 กิโลเมตร หรือที่เรียกว่า ฟันรัน (Fun run) และวิ่งระยะทาง 10 กิโลเมตร หรือที่เรียกว่ามินิ มาราธอน (Mini marathon) ซึ่งปัจจุบันได้มีการจัดแข่งขันมาแล้วถึง 15 ครั้ง โดยปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมคือ การลงทะเบียนจุดเช็คพ้อยท์ก่อนเริ่มวิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากจะมีการแบ่งรูปแบบของการวิ่งออกหลายรูปแบบ เช่น การแบ่งตามช่วงอายุของผู้วิ่ง แบ่งตามเพศของผู้วิ่ง แบ่งตามระยะทางของการวิ่ง โดยแต่ละประเภทจะมีการให้รางวัลที่แตกต่างกัน แต่การปล่อยตัวนักวิ่งจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันในช่วงเวลาเดียวกัน นอกจากนี้การคำนวณระยะเวลาในเข้าเส้นชัยของนักวิ่งในแต่ละรูปแบบจะมีล่าช้า และต้องใช้คนจำนวนมากในการคอยจับเวลานักวิ่งแต่ละรายในการเข้าเส้นชัย ซึ่งส่งผลให้เกิดการรอคอยการรับรางวัลในรูปแบบต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการจับเวลาตั้งแต่นักวิ่งแต่ละรายออกวิ่ง และคำนวณระยะที่ใช้ในการวิ่งทันทีเมื่อนักวิ่งเข้าเส้นชัย ซึ่งสามารถรู้ได้ทันทีว่านักวิ่งแต่ละรายได้รับรางวัลหรือไม่หลังจากการวิ่งสิ้นสุดลง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี
2. เพื่อพัฒนาระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีสำหรับการตรวจสอบ ติดตามข้อมูล สินค้า วัสดุ ผลิตภัณฑ์ หรือบุคคลนั้น มีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกยุคปัจจุบันที่เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกอย่างล้วนเชื่อมต่อและสื่อสารระหว่างกันภายใต้กรอบของแนวคิด Internet of Things: IoT ซึ่งการทำงานของเทคโนโลยีอย่าง Radio Frequency Identification :RFID นั้นมีบทบาทสำคัญในการรับ-ส่งข้อมูลอันเป็นพื้นฐานหรือข้อมูลเบื้องต้นภายใต้แนวคิด IoT ที่จำเป็นที่สุดสำหรับการเฝ้าติดตามและตรวจสอบข้อมูล

1. เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID - Radio Frequency Identification) คือ การระบุเอกลักษณ์ด้วยเทคโนโลยีที่ใช้คลื่นวิทยุในการทำงาน มีลักษณะเป็นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ที่สามารถอ่านข้อมูลได้ทันทีผ่านคลื่นวิทยุ เพื่อตรวจสอบ ติดตามและบันทึกข้อมูลที่ติดอยู่กับป้ายโดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับป้าย ปัจจุบันถูกนำมาใช้งานหลากหลายด้านอย่างแพร่หลาย ทั้งบัตรประชาชน บัตร ATM ฉลากของสินค้า การนับจำนวนนักเรียนเข้าออกโรงเรียน การติดตามสินค้าผ่านจุดต่าง ๆ การนับจำนวนสินค้า และอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น กรณีที่เป็นฉลากสินค้า RFID ก็จะถูกนำมาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า เพื่อให้สามารถทราบถึงที่มาที่ไปของสินค้าชิ้นนั้นได้ ทั้งข้อมูลผู้ผลิต วันที่ผลิต ส่วนประกอบ รวมถึงตำแหน่งของสินค้านั้น ๆ โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการสัมผัส (Contact-less) หรือต้องเห็นของสิ่งนั้น และที่สำคัญสามารถอ่านค่าได้เร็ว และแม่นยำ ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน และการกระทบกระแทก (Weiping Zhua and Mingzhe Li, 2018; Vishal Naranje and Rajguru Swarnalatha, 2019)

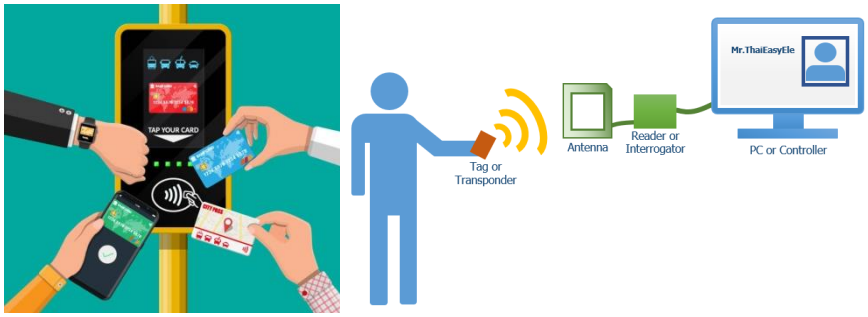
1.1 องค์ประกอบของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีทำงานโดยใช้เครื่องอ่านที่สื่อสารกับป้ายด้วยคลื่นวิทยุในการอ่านและเขียนข้อมูล ซึ่ง RFID จะมี 3 องค์ประกอบหลักด้วยกันดังนี้ (วีนัส ชัพพลาย, 2560; AIS DESIGN CENTRE BLOG, 2562)

1.1 ป้าย (RFID Tag, Transponder-Responder) ภายในประกอบไปด้วย เสาอากาศ และตัวไมโครชิป โดยเสาอากาศจะทำหน้าที่รับส่งสัญญาณคลื่นวิทยุระหว่างป้าย (RFID Tag) กับเครื่องอ่าน (Reader)

1.2 เครื่องอ่านป้าย (Reader, Interrogator) มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับป้าย (RFID Tag) เพื่อทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลลงในป้ายโดยใช้สัญญาณวิทยุ ซึ่งภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศ เพื่อใช้รับ - ส่งสัญญาณ สัญญาณวิทยุ ภาครับ-ภาคส่ง วงจรควบคุม การอ่าน-เขียนข้อมูล และส่วนที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์

1.3 ระบบที่ใช้ประมวลผล (Hardware) เป็นส่วนที่จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้มาจากป้าย (RFID Tag) หรือจะสร้างข้อมูลเพื่อส่งไปยังป้าย และยังเป็นที่เก็บระบบฐานข้อมูลได้อีกด้วย



ภาพที่ 1 องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

1.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

ปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในทั่วโลกจะมีความแตกต่างกันบ้างในเรื่องคลื่นความถี่ เพราะแต่ละประเทศจะมีการใช้คลื่นความถี่ในกิจการต่างๆ มากมาย ดังนั้น แต่ละประเทศจะมีหน่วยงานกลางทำหน้าที่กำหนด และควบคุมการใช้งานให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด เพื่อมิให้เกิดการรบกวนกันในระหว่างอุปกรณ์แต่ละชนิด ประเทศไทยมีหน่วยงาน กสทช. เป็นผู้กำหนดย่านความถี่ประเภทต่าง ๆ และสำหรับการใช้เทคโนโลยี RFID ในประเทศไทย จะใช้คลื่นความถี่ในย่าน ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดให้ใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารทั่วไป (สถาบันส่งเสริมความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแห่งประเทศไทย สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2555, หน้า 50) โดยแนวทางการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้งาน (เทคโนโลยี Mthai, 2562) มีดังนี้

1.2.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในอุตสาหกรรมรถยนต์

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับอุตสาหกรรมรถยนต์มีงานหลัก ๆ คือ การ

ติดตามส่วนประกอบรถยนต์ ก็จะประกอบไปด้วย การบริหารสินค้าคงคลัง การประกอบรถยนต์ การป้องกันการขโมย การยืนยันความถูกต้องของตัวสินค้าว่าเป็นของแท้ไม่ได้มีการทำลอกเลียนแบบ การบำรุงรักษา และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) อีกด้านหนึ่งในส่วนของการประยุกต์ใช้กับตัวรถยนต์ ก็จะให้ความสำคัญในเรื่อง การแสดงตัวของรถยนต์แต่ละคันการอนุญาตการเข้า-ออก การฝังอาร์เอฟไอดีไว้กับกุญแจ หรือ คีย์การ์ดสำหรับเปิดประตูรถ และการติดตามวัดแรงดันของยางรถยนต์ เป็นต้น

1.2.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในแพทย์

ในปัจุบันได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเข้าไปประยุกต์ใช้ทางการแพทย์และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา องค์การอาหารและยาของประเทศให้การรับรองและอนุญาตให้มีการใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีฝังชิ้นส่วนของไมโครชิพ หรือเก็บหน่วยข้อมูลอัจฉริยะขนาดจิ๋ว ซึ่งทำงานด้วยระบบอาร์เอฟไอดีเข้าสู่ผิวหนังผู้ป่วยได้ โดยลักษณะรูปร่างของเจ้าไมโครชิพนี้จะมีขนาดเล็กมาก ๆ มีขนาดเท่าเมล็ดข้าวเท่านั้นเอง และใช้ฉีดเข้าไปฝังตัวใต้ผิวหนังของผู้ป่วย เพื่อช่วยเก็บข้อมูลในทางการแพทย์ อาทิเช่น ข้อมูลกรุ๊ปเลือด ข้อมูลการเกิดภูมิแพ้ ข้อมูลลักษณะเฉพาะของผู้ป่วยแต่ละบุคคล เพื่อให้แพทย์ช่วยรักษาและวินิจฉัยให้ตรงกับโรคมากที่สุดอีกทั้งยังใช้ เป็นรหัสส่วนบุคคลของผู้ป่วยอีกด้วย



ภาพที่ 2 การใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีฝังเข้าสู่ผิวหนังผู้ป่วย

1.2.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีบนท้องถนน

ในการตรวจจับความเร็วในการขับรถบนท้องถนน ในปัจจุบันจะใช้หลักการทำงานของระบบเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยจะมีการตรวจจับรถที่วิ่งผ่านจุดที่กำหนดไว้อย่างน้อย 2 จุด เพื่อให้ได้ระยะทางและเวลาที่รถใช้ในการเดินทาง ซึ่งเมื่อนำระยะทางมาหารด้วยเวลาก็จะสามารถคำนวณความเร็วเฉลี่ยของรถคันดังกล่าว ถ้าคำนวณความเร็วเฉลี่ยแล้วผลปรากฏว่า รถคันดังกล่าวขับเร็วเกินอัตราที่กฎหมายกำหนดก็จะถือว่ามีความผิดและสามารถเก็บข้อมูลรถคันดังกล่าวเพื่อทำการออกใบสั่งตามไปที่บ้านได้อีกด้วย



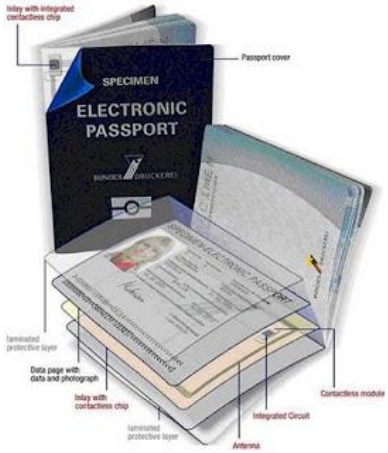
ภาพที่ 3 การใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในการตรวจจับความเร็วของรถที่วิ่งบนท้องถนน

1.2.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับการตรวจสอบข้อมูลการเข้าออก

การตรวจสอบการเข้า-ออกในตัวอาคาร แทนการใช้บัตรเสียบ Smart card เปลี่ยนเป็นบัตรแบบอาร์เอฟไอดี โดยไม่มีการสัมผัสและเครื่องสามารถอ่านข้อมูลระยะไกลได้

การตรวจสอบการใช้บริการตั๋วเดินทางผ่านระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ (e-ticket) เช่น บัตรทางด่วน บัตรรถไฟฟ้าใต้ดิน ใช้ RFID ช่วยประหยัดเวลาในการต่อคิวชำระเงินได้มาก

การตรวจสอบการเข้า-ออกระหว่างประเทศผ่านระบบหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-passport) เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลได้ทันทีที่เดินผ่านบริเวณเครื่องอ่านสัญญาณ ทำให้เพิ่มความรวดเร็วในการให้บริการ และช่วยในการรักษาความปลอดภัยในมีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพที่ 4 เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในระบบหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์

1.2.5 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับการระบุอัตลักษณ์ของรถเพื่อแก้ปัญหาเรื่องรถถูกขโมย

การนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันการก่อความไม่สงบในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยมีการเสนอให้กรมการขนส่งทางบกออกกฎกระทรวงกำหนดให้รถยนต์ทุกชนิดและจักรยานยนต์มีการติดตั้งเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อแสดงอัตลักษณ์ หรือข้อมูลที่เกี่ยวกับเลขทะเบียนเลขตัวถัง เลขเครื่องยนต์ สี ยี่ห้อ หากมีนำรถไปก่อเหตุเจ้าหน้าที่จะสามารถติดตามเส้นทางหรือสืบหาที่มาของรถได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 5 เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับการระบุอัตลักษณ์ของรถ

1.2.6 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

การนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้ในการติดตามการขนส่งวัตถุสิ่งของอันตรายหรือเป็นสารพิษ โดยจะช่วยตรวจสอบเส้นทางการเดินรถ และตรวจสอบการหก รั่ว ไหลของวัตถุ เพื่อควบคุมการทำงานให้ปลอดภัยและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด (เบตเตอร์ เวิลด์ กรีน, 2557)

1.2.7 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับการวิ่งมาราธอน

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้กับการวิ่งมาราธอน เพื่อจับเวลาของ นักวิ่งรายบุคคล 2 ประเภท คือ 1. เวลาเข้าเส้นชัย (Finish Time) คือ เวลาที่ผู้เข้าแข่งขันวิ่งเข้าสู่เส้นชัย นับจากเวลาที่ปล่อยตัว เป็นการมอบรางวัลในประเภททั่วไป และ 2. เวลาวิ่งสุทธิ (Net Time) คือเวลาที่ผู้เข้าแข่งขันวิ่งออกจากจุดปล่อยตัว จนกระทั่งเข้าสู่เส้นชัย เนื่องจากในการแข่งขันมีผู้เข้าแข่งขันเป็นจำนวนมาก หลังจากปล่อยตัวแล้ว ผู้เข้าแข่งขันไม่สามารถผ่านจุดปล่อยตัว (Start Point) ได้พร้อมกันทั้งหมด ทำให้ต้องมีการใช้เวลาวิ่งสุทธิ (Net Time) ในการมอบรางวัล



ภาพที่ 6 เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีกับการวิ่งมาราธอน
ที่มา: Gerry Purdy, 2008

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

วิโรจน์ งามสุขเกษมศรี และสุชาดา เวียงหฤทัย (2554) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการจัดการรถบรรทุกขนส่งสินค้าด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวส่งผลให้บริษัทได้รับผลตอบรับที่ดีจากทั้งพนักงานและผู้บริหารระดับสูงในองค์กร มีการทำงานที่เป็นระบบ สะดวก รวดเร็ว ข้อมูลถูกต้อง แม่นยำ และสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานได้ละเอียดมากขึ้น

ณาณิน เผ่าจอน (2556) ได้ทำการประยุต์ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ดสำหรับการกำหนดข้อชี้บ่งสินค้าในโรงงานผลิตท่อชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งพบว่า สามารถลดกำลังคนในการผลิต ประหยัดค่าแรงงาน ประหยัดการใช้กระดาษ ประหยัดการส่งชิ้นงานตรวจสอบคุณวมบัติเชิงกล และประหยัดต้นทุนโดยรวมได้

เชี่ยวชาญ ยางศิลา (2561) ได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนผ่านโมบายแอปพลิเคชันเมื่อรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านจุดตรวจโดยใช้อาร์เอฟไอดี โดยระบบสามารถแจ้งเตือนเจ้าของรถยนต์ผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน การตรวจจับรถยนต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีโดยทำการติดตั้งอาร์เอฟไอดีแท็กไว้ในรถยนต์แล้วทำการลงทะเบียน การแจ้งเตือนใช้บริการเอฟซีเอ็มหรือไฟร์เบสคลาวด์เมสเสจจิงซึ่งเป็นบริการฟรีของ google เมื่อรถยนต์ที่ติดตั้งอาร์เอฟไอดีแท็กวิ่งเข้ามาในระยะทำการอ่านของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนทุก ๆ 5 วินาทีจนกว่ารถยนต์

จะวิ่งเลยระยะทำการอ่าน จากการทดสอบระบบพบว่าระบบให้ความถูกต้อง 100%

ชมพูนุช บุญฤทธิ์อมรชัย (2559) ได้พัฒนาระบบบริหารคลังเวชภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยการใช้โรงพยาบาลลำปางเป็นกรณีศึกษา การใช้ซอฟต์แวร์จะช่วยในการติดตามการเคลื่อนย้ายและสถานะของยาได้ ผลจากการทดสอบระบบจากห้องปฏิบัติการและทดสอบกับผู้ใช้งานจริง พบว่า กระบวนการที่มีการใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีได้ลดขั้นตอนจาก 27 ขั้นตอนให้เหลือ 13 ขั้นตอน และสามารถช่วยลดเวลาการตรวจสอบจำนวนยาใน Stock ได้ถึง 98.37% ลดเวลาการลงทะเบียนยาใหม่ได้ถึง 77.27% ลดเวลาการค้นหายาใกล้หมดอายุ 98.51% ลดเวลาในการค้นหายาสูญหายได้ถึง 96.67% และค้นหารายการยาที่ใกล้หมดได้ถึง 98.46% ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 4.31

มงคล เต็งรุ่งโรจน์, พัชราภรณ์ จิรานุวัฒนวงษ์, สุชาติ จุลรัตน์, อนัตต์ เจ่าสกุล และกานดา สายแก้ว (2557) ได้ดำเนินการวิจัยโดยมีการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการจัดการแข่งขันวิ่งมาราธอนในขอนแก่นมาราธอน นานาชาติ ครั้งที่ 11 ซึ่งมีผู้เข้าร่วมเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 7,000 คน และมีเงื่อนไขการมอบเงินรางวัลที่หลากหลายโดยรวมทุกประเภทรางวัลเป็นจำนวน 250 รางวัล เพื่อลดข้อผิดพลาด และระยะเวลาในการตัดสินผลการแข่งขัน ซึ่งระบบสามารถให้ข้อมูลผลการแข่งขันได้แม่นยำตามที่ต้องการ และมีต้นทุนลดลง 30%

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.1 การสัมภาษณ์เชิงลึก/แบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้เข้าร่วมกิจกรรมราชภัฏนครฯมินิมาราธอน ครั้งที่ 15 เมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2562 เพื่อทำการสำรวจปัญหาและความต้องการของนักกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขัน โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาหลัก ๆ มาจากการลงทะเบียนจุดเช็คพ้อยท์ก่อนเริ่มวิ่ง การคำนวณระยะเวลาในเข้าเส้นชัยล่าช้ามาก ทำให้เกิดการรอคอยการรับรางวัลในรูปแบบต่าง ๆ และต้องใช้คนจำนวนมาก และใช้แบบสอบถามออนไลน์ เพื่อถามความพึงพอใจในการจัดการราชภัฏนครฯ มินิมาราธอน ครั้งที่ 15 จากนักกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขัน

4.1.2 การศึกษาจากเอกสาร

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบระบบ เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านั้น รวมถึงการกำหนดวิธีการดำเนินงานเพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของระบบงานเดิม

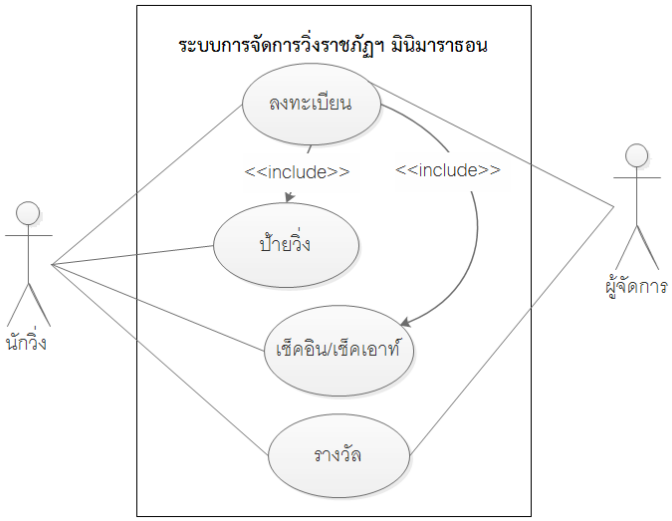
4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการพัฒนาระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีให้มีประสิทธิภาพที่ดีจะต้องมีการดำเนินการพัฒนาที่เป็นขั้นตอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ได้แก่

4.2.1 รวบรวมความต้องการในระบบงาน จากการรวบรวมโดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์เชิงลึก กับนักกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันราชภัฏนครฯ มินิมาราธอน ซึ่งพบว่าปัญหามีอยู่ 3 ส่วนหลักๆ คือ 1) การลงทะเบียนจุดเช็คพ้อยท์ก่อนเริ่มวิ่ง 2) การคำนวณระยะเวลาในเข้าเส้นชัย และ 3) การรอคอยการรับรางวัล

4.2.2 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ เพื่อแก้ปัญหาหลักๆ ทั้งสามด้านข้างต้น 1) ระบบจะต้องสามารถกำหนดเวลาการเริ่มต้นการวิ่งของนักวิ่งแต่ละรายได้ 2) ระบบจะต้องสามารถจับเวลาการเข้าเส้นชัยของนักวิ่งแต่ละรายได้ 3) ระบบจะต้องทำการคำนวณระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการวิ่งของนักวิ่งแต่ละราย 4) ระบบจะต้องสามารถระบุได้ว่า นักวิ่งคนใดได้รับรางวัลอะไรบ้าง ในแต่ละประเภท

4.2.3 การออกแบบความต้องการของระบบ เพื่อแก้ปัญหาข้างต้นจึงได้ทำการศึกษาเพื่อนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่สามารถการตรวจจับเวลาของนักวิ่งแต่ละรายได้ และมีการรับสมัครผ่านระบบออนไลน์ จึงได้ทำการออกแบบระบบโดยใช้ Use Case Diagram ดังภาพที่ 7



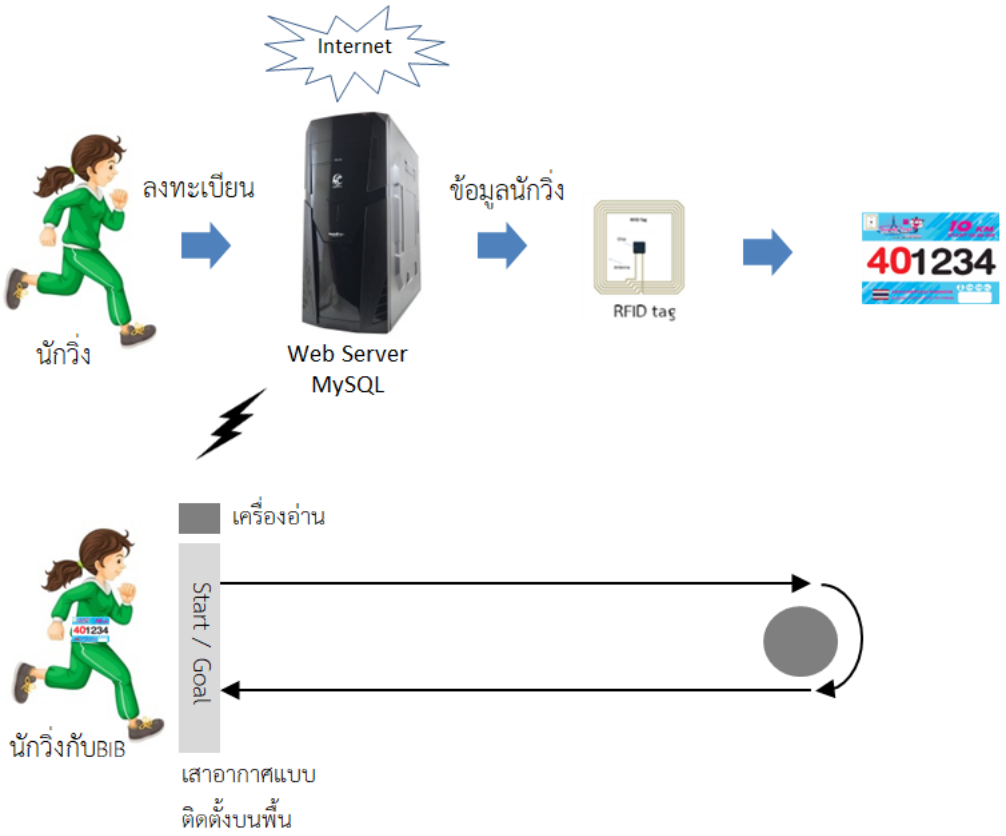
ภาพที่ 7 Use Case Diagram แสดงการใช้การทำงานของผู้ใช้

4.2.4 การพัฒนาระบบ ระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี จะการรับสมัครผ่านระบบออนไลน์ โดยใช้โปรแกรม PHP ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL มาใช้ในการเก็บข้อมูล และใช้โปรแกรมภาษาไพธอนในการอ่านและเขียนข้อมูลลงในอุปกรณ์อาร์เอฟไอดี

4.2.5 การทดสอบระบบ เพื่อให้มั่นใจว่าระบบที่ทำการพัฒนาสามารถใช้งาน ได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ จึงมีการทดสอบระบบใน 2 ระยะ คือ ครั้งที่ 1 ทดสอบก่อนติดตั้งระบบในสภาพแวดล้อมจริง โดยจะมีคณะทำงานการจัดงานวิ่งราชภัฏฯ มินิมาราธอน ซึ่งมาจากตัวแทนคนที่ใช้ในแต่ละระบบงาน มาทำการทดสอบระบบ เพื่อดูผลลัพธ์ของระบบจากข้อมูลตัวอย่าง และครั้งที่ 2 ทดสอบหลังจากติดตั้งเรียบร้อยแล้วด้วยการใช้งานจริง

ผลการดำเนินงาน

จากการสำรวจปัญหาและความต้องการจากนักกีฬาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขัน รวมถึงการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ทำให้เกิดแนวคิดการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้ในการแข่งขันวิ่งราชภัฏฯ มินิมาราธอน เพื่อลดปัญหาความล่าช้าในการลงทะเบียนจุดเช็คพ้อยท์ก่อนเริ่มวิ่ง จากการมีรูปแบบการวิ่งที่หลากหลาย เช่น การแบ่งตามช่วงอายุของผู้วิ่ง แบ่งตามเพศของผู้วิ่ง แบ่งตามระยะทางของการวิ่ง โดยแต่ละประเภทจะมีการให้รางวัลที่แตกต่างกัน การคำนวณระยะเวลาในเข้าเส้นชัยของ นักวิ่งในแต่ละรูปแบบจะมีล่าช้าและต้องใช้คนจำนวนมากในการคอยจับเวลานักวิ่งแต่ละรายในการเข้าเส้นชัย ซึ่งส่งผลให้เกิดการรอคอยการรับรางวัลในรูปแบบต่าง ๆ โดยการออกแบบระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

จากภาพที่ 8 เป็นการนำเสนอแนวความคิดในการทำงานของระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยเริ่มต้นจากที่นักวิ่งที่ติดหมายเลข BIB ที่มีป้าย RFID อยู่ จากนั้นเมื่อนักวิ่งวิ่งผ่านจุดสตาร์ทที่มีเสาอากาศแบบติดตั้งบนพื้น เครื่องอ่านจะนำข้อมูลจากป้าย RFID ส่งไปยังฐานข้อมูลเพื่อบันทึกเวลาเริ่มต้น และเมื่อนักวิ่งได้วิ่งกลับมาเข้าเส้นชัยที่มีเสาอากาศอีกครั้ง เครื่องจะมีการส่งข้อมูลจากป้าย RFID ส่งไปยังฐานข้อมูลเพื่อบันทึกเวลาสิ้นสุด โดยระบบสามารถคำนวณระยะเวลาที่ใช้วิ่งทั้งหมดตามรูปแบบการวิ่งที่นักวิ่งสมัครวิ่งไว้ และสามารถแสดงผลได้ทันทีว่านักวิ่งได้หรือไม่ได้รับรางวัล

บทสรุป

งานวิจัยระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เป็นการนำเสนอแนวความคิดในการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการแก้ปัญหาความล่าช้าในการคำนวณระยะเวลาในการวิ่ง และการรับรางวัล ซึ่งแนวคิดในพัฒนาระบบจะมีการนำโปรแกรม PHP ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL มาใช้ในการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนักวิ่ง และใช้โปรแกรมภาษาไพธอนในการอ่านและเขียนข้อมูลลงในอุปกรณ์อาร์เอฟไอดี โดยนักวิจัยมี

แผนในการพัฒนาระบบเพื่อใช้งานจริงในลำดับขั้นตอนถัดไป โดยคาดหวังว่าระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีจะเป็นระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกและประหยัดเวลาในการเข้าจุดเช็คพอยต์ การคำนวณระยะเวลาในเข้าเส้นชัย ทำให้เกิดการรอคอยการรับรางวัลในรูปแบบต่าง ๆ ลดลง และใช้คนทำงานน้อยลง ซึ่งจะเป็นไปตามหลักวิชาการและงานวิจัยที่ได้นำเสนอไว้ในตอนต้น

กิตติกรรมประกาศ

การออกแบบวิเคราะห์ระบบจุดเช็คพ้อยท์งานวิ่งด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี สำเร็จลุล่วงไปได้เนื่องจากความกรุณาจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างดี ในการดำเนินงาน การให้ความช่วยเหลือแนะนำ และคอยติชม แก้ไขจนมีคุณภาพ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

อ้างอิง

ชมพูนุช บุญฤทธิ์อมรชัย. (2559). **ระบบบริหารคลังเวชภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี**. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เชี่ยวชาญ ยางศิลา. (2561). "ระบบแจ้งเตือนผ่านโมบายแอปพลิเคชันเมื่อรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านจุดตรวจ โดยใช้อาร์เอฟไอดี". **Journal of Information Science and Technology**. 8(2): 15-24.

ณาณิน เผ่าจอน. (2556). **การประยุต์ใช้เทคโนโลยีบาร์โค้ดสำหรับการกำหนดข้อชี้บ่งสินค้าในโรงงานผลิตท่อชิ้นส่วนยานยนต์**. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโซ่อุปทานแบบบูรณาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ จาก http://libdoc.dpu.ac.th/thesis/150444.pdf

เทคโนโลยี Mthai. (2562). **มารู้จักกับ RFID เทคโนโลยีสารพัดประโยชน์**. สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2562, จาก https://talk.mthai.com/technology/352647.html

เบตเตอร์ เวิลด์ กรีน. (2557). "RFID เทคโนโลยี "การติดตาม" อนาคตเพื่อสิ่งแวดล้อม". **วารสารเพื่อสิ่งแวดล้อม**. ปีที่ 13 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม.

มงคล เต็งรุ่งโรจน์, พัชราภรณ์ จิรานุวัฒนวงษ์, สุชาติ จุลรัตน์, อนัตต์ เจ่าสกุล และกานดา สายแก้ว. (2557). "การจัดการแข่งขันวิ่งโดยใช้อาร์เอฟไอดี กรณีศึกษา ขอนแก่นมาราธอน นานาชาติ ครั้งที่ 11". **International Computer Science and Engineering Conference: ICSEC 2014 Thai Track**, หน้า 144-148.

วิโรจน์ งามสุขเกษมศรี และสุชาดา เวียงหฤทัย. (2554). **กรณีศึกษา เรื่อง การพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการรถบรรทุกขนส่งสินค้าด้วยอาร์เอฟไอดี**. สถาบันส่งเสริมความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแห่งประเทศไทย. หน้า 1-25. จาก https://www.slideshare.net/WiroteNg/case-study-rfid-solution-for-transportation-management

วีนัส ซัพพลาย. (24 มีนาคม 2560). **เรียนรู้และฝึกปฏิบัติ RFID ไปกับชุด RFID Basic Starter Kit (ตอนที่ 1 พื้นฐาน RFID และแนะนำอุปกรณ์ในชุด RFID)**. สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2562 จาก https://www.thaieasyelec.com/ article-wiki/electronic-article/learning-rfid-with-rfid-basic-starter-kit-chapter-1.html

สถาบันส่งเสริมความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแห่งประเทศไทย. (2555). "มารู้จักการเลือกใช้คลื่นความถี่ RFID ให้เหมาะกับงาน". **นิตยสาร Eworld**. หน้า 47-50. สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2562, จาก https://www.rfid.or.th/ webdatas/download/dl_67.pdf

AIS DESIGN CENTRE BLOG. (15 มกราคม 2562). **RFID เทคโนโลยีคลื่นวิทยุสุดอัจฉริยะ**. สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2562, จาก https://aisdc.ais.co.th/blog/trend/rfid.html

Gerry Purdy. (2008). **SWM Online Marathons Go Hi-tech**. Search date 2009 October 12, Retrieve from http://www.securityworldmag.com/wsr/wsr_view.asp?idx=1386&part_code=01&page=1&fbclid=IwAR2GNOGRAiX5tp7UUj9mm8NRiF_bfFR8wHLMl-NPjbIMdtd1NuGLofkfgzQ#

Vishal Naranje and Rajguru Swarnalatha. (2019). "Design of Tracking System for Prefabricated Building Components using RFID Technology and CAD Mode ScienceDirect". **Manufacturing**. 32: 928-935.

Weiping Zhua and Mingzhe Li. (2018). "RFID Reader Planning for the Surveillance of Predictable Mobile Object". **ScienceDirect**. Procedia Computer. 129: 475-481.

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจัดการเช่าชุดราตรี กรณีศึกษาร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี

Web Application Development of Evening Dress Rental Shop: A Case Study of Cartoon Shop Evening Dress Rental.

เกสรา ชุ่มจิตต์[1*], ชนกานต์ มณีโสภา[1] , โซไลนี เจ๊ะอูมา[1] , ภาวิกา ขุนจันทร์[2]

Katsara Chumjit[1*], Chanakan Maneesopa[1], Solainee Cheauma[1], Pawika Kunchan[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาของระบบการจัดการร้านเช่าชุดราตรี กรณีศึกษาร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อออกแบบและ พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและสามารถแยกประเภทสินค้าได้ ซึ่งพัฒนาตามหลักการของวงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) โดย ใช้ภาษา PHP ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบโดยใช้แบบสอบถาม จำนวน 25 คน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนและผู้ใช้งานระบบจำนวน 20 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนาโดยใช้สถิติความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าระบบการจัดการร้านชุดราตรีประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มีความพึงพอใจต่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.06 และผู้ใช้งานระบบจำนวน 20 คน ผลการประเมินพบว่ามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.80 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถใช้งานได้ดีสำหรับการจัดการร้านเช่าชุดราตรี

คำสำคัญ: จัดการเช่าชุด, ร้านเช่าชุดราตรี, ระบบออนไลน์

[1] นักศึกษาปริญญาตรีสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2] อาจารย์ประจำวิชาสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[*]**เกสรา ชุ่มจิตต์, E-mail:** kesrachumjit@gmail.com

Abstract

The objectives of this paper is development web application of Evening dress rental shop. A Case Study of Cartoon Shop Evening Dress Rental.. To study the working process of the web application To design and develop web applications and to classify products. This development follows the principles of integrated development system (System Development Life Cycle) using the PHP language with the database management system MySQL, and satisfaction of users of the system using a questionnaire of 25 members consisting of 5 experts and users system 20 the statistics used for data analysis using descriptive statistics, frequency, percentage, mean and standard deviation. The research found that management systems store dress evaluated by 5 experts were satisfied with the performance evaluation system as a whole is at the highest level. The average is 4.06 and the deployment of 20 systems evaluated were found to be satisfied with the system as a whole is at the highest level. The average is 3.80 indicating that the system can work well for managing rentals evening dress

Keywords: Management dress rental, Evening dress rental store, Online system.

บทนำ

ในการร่วมงานต่าง ๆ จำเป็นต้องส่วมใส่ชุดราตรีที่มีความสวยงามโดดเด่นและเป็นสากลมากขึ้น การซื้อหรือตัดชุดราตรีเพื่อใช้งานเพียงครั้งคราวนับเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า ดังนั้นร้านบริการให้เช่าชุดราตรีและเครื่องประดับจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับลูกค้าจำนวนมาก ซึ่งการเตรียมชุดราตรีสำหรับไปงานเลี้ยงเป็นสิ่งสำคัญมากโดยเฉพาะสำหรับผู้หญิง เนื่องจากชุดราตรีไม่เพียงแต่เป็นเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มเท่านั้น แต่ยังสะท้อนตัวตน รสนิยม และสามารถเสริมสร้างบุคลิกและความมั่นใจให้ผู้สวมใส่ได้ แต่ด้วยการแข่งขันที่สูงแต่ละร้านจำเป็นต้องมีการบริการที่ดี ในขณะที่บางร้าน เจ้าของร้านเอง ประสบปัญหาในการตรวจสอบข้อมูลการเช่าชุดและเครื่องประดับ ไม่ว่าจะเป็นการเช่าชุดราตรี การกำหนดวัน รับชุดและเครื่องประดับ การตรวจสอบชุดราตรีและเครื่องประดับที่เกินกำหนดระยะเวลาในการคืนชุดราตรีและเครื่องประดับที่มีให้บริการ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการให้บริการลูกค้า จากการศึกษาของนุชนันท์ สมสุข (2555, หน้า 82 – 84) พบว่า ลูกค้าส่วนมากนิยมมาร้านเช่าชุดในช่วงเวลา 18.00 – 21.00 น. นอกจากนี้การหาข้อมูลร้านเช่าชุดแต่งงานจากเว็บไซต์ยังได้รับความนิยมเป็นอันดับ 2 รองจากกลุ่มเพื่อน เมื่อพิจารณาในช่วงเวลาดังกล่าวซึ่งเป็นเวลาหลังเลิกงาน มีลูกค้าเข้ามาพร้อมกันเป็นจำนวนมาก อาจส่งผลให้ลูกค้าที่ไม่ได้รับบริการอย่างทันท่วงที เปลี่ยนใจไปใช้บริการร้านอื่นได้ และเพื่อให้ลูกค้าสามารถใช้บริการร้านเช่าชุดและเครื่องประดับในการเลือกและสั่งจองชุดพร้อมทั้งเครื่องประดับได้ตลอดเวลาในรูปแบบออนไลน์ จะช่วยตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี

ร้านเช่าชุดราตรี ทางร้านยังใช้ระบบเช่าแบบเดิมอยู่ จึงทำให้เจอปัญหาหลายอย่าง เช่น ปัญหาเรื่องของการคำนวณราคาค่าปรับ เมื่อลูกค้าเช่าชุดราตรีเกินเวลาที่กำหนด จะทำให้เสียเวลาในการคำนวณราคาเช่า ในบางครั้งการคิดคำนวณราคาเช่าอาจผิดพลาด และอีกปัญหาหนึ่งคือเรื่องการจัดเก็บข้อมูล ส่วนมากจะจัดเก็บข้อมูลลงในกระดาษ ซึ่งในการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเดิมของทางร้านอาจจะมีความผิดพลาดได้ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลสินค้าหรือลูกค้าเกิดความสูญเสียได้ง่ายทำให้ลูกค้าเกิดความไม่น่าเชื่อถือที่จะกลับใช้บริการของทางร้าน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มช่องทางในการเช่าชุดราตรีและเครื่องประดับให้มีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยใช้ระบบการจัดการเช่าชุดราตรีจะมีการเข้าถึงของโลกเทคโนโลยีมากขึ้นหรืออาจเป็นเพราะระบบมีความสามารถที่แตกต่างหลากหลายกันไป เพื่อให้ตอบความสนองของลูกค้า ทางผู้พัฒนาจึงได้จัดทำเว็บไซต์และเก็บข้อมูลของลูกค้าไว้ในระบบ เช่น ข้อมูลส่วนตัวของลูกค้าและประวัติการเช่าชุดราตรีของลูกค้า เป็นต้น โดยข้อมูลจะไม่สามารถสูญหายได้ซึ่งจะทำให้ร้านเช่าชุดราตรีเป็นที่น่าเชื่อถือแก่ลูกค้ามากขึ้น เพื่อสร้างความเชื่อถือให้แก่ลูกค้า ทั้งยังเป็นช่องทางใหม่สำหรับลูกค้าให้สามารถติดตามข้อมูลและง่ายต่อการใช้งานตอบสนองในการใช้บริการในยุคปัจจุบันมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันจัดการร้านเช่าชุดราตรี กรณีศึกษาร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี

2.เพื่อออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจัดการร้านเช่าชุดราตรี กรณีศึกษาร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี

3.เพื่อออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจัดการร้านเช่าชุดราตรีที่สามารถแยกประเภทสินค้าได้

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ทำวิจัยได้ทำการรวบรวมและทบทวนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจบริการเช่าชุด มีรายละเอียดดังนี้

นิรันตรี กัณหาและกัลยา ทบทอบ (2553) ทำวิจัยเรื่อง ระบบบริหารการจัดการเช่า-คืนชุด ร้านยายดวง วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานโครงการนี้คือ การจัดทำโปรแกรมเช่า-คืนชุดร้าน ยายดวง เพื่อทำให้การเช่าและการคืนมีประสิทธิภาพมากยิ่งคืนและยังช่วยในการจัดการฐานข้อมูลที่จำเป็นต่อกิจการป้องกันการสูญหายและการซับซ้อนของข้อมูลอีกด้วยโดยใช้ SQL 28 Server 2005 สำหรับการจัดการฐานข้อมูลในการพัฒนาระบบใช้โปรแกรม Visual Basci.Net และใช้ Crystal Report สำหรับออกรายงาน เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบข้อมูลสินค้าและลูกค้า และเพื่อให้สามารถค้นหาข้อมูลต่าง ๆ และสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้อย่างรวดเร็ว

ลัดดาวัลย์ กันทวัฒน์ (2553) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ระบบบริหารการจัดการร้านเช่าชุด วัตถุประสงค์ของการดำเนินโครงการนี้คือ เป็นการจัดทำระบบการเข้ามาใช้ในการยืม-คืนชุด การจัดทำครั้ง นี้โดยใช้โปรแกรม SQL Server 2005 สำหรับการจัดการฐานข้อมูลในการพัฒนาระบบใช้โปรแกรม Visual Basic.Net และใช้ Crystal Report สำหรับออกรายงานเนื่องจากทั้งหมดเป็นเครื่องมือ ที่มีความยืดหยุ่นต่อการปรับปรุงแก้ไขในอนาคตได้ง่าย

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบบริหารการจัดการร้านเช่าชุด เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับลูกค้า เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการยืม-คืนชุดและมีประสิธิภาพ

สุธินี ภัทรปัญญาภรณ์ (2557) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง วิจัยเรื่อง แผนธุรกิจเช่าชุดไทย เดอะเลอค่าไทย เดรส พบว่าการเข้าร่วมอาเซียนจะส่งผลให้ธุรกิจมีโอกาสเพิ่มมากขึ้นทั้งด้านการท่องเที่ยวและด้านแรงงาน รวมถึงอิทธิพลของโซเชียลมีเดีย ในปัจจุบันปัจจัยเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากปัจจัยแวดล้อมภายในและภายนอก ได้แก่ผู้ประกอบการขาดประสบการณ์ความ รู้ความชำนาญในการดำเนินธุรกิจ และ สภาพเศรษฐกิจการเมืองของประเทศไทยยังไม่เสถียร อาจทำให้เกิดอุปสรรคเพิ่มขึ้น สภาพการแข่งขันของธุรกิจนี้อยู่ในระดับต่ำ คู่แข่งขันหลักที่สำคัญ คือ ร้านสตูดิโอทั่วไปทั้งในและนอกสถานที่ ตำแหน่งของธุรกิจในตลาดอยู่ในช่วงเริ่มต้น ข้อได้เปรียบคู่แข่งขัน คือ ได้สัมผัสรู้สึกถึงบรรยากาศแบบไทยในสถานที่จริง ข้อเสียเปรียบทางการแข่งขัน คือ เป็นธุรกิจใหม่ยังไม่เป็นที่รู้จักและยังไม่มีชื่อเสียง กลยุทธ์ที่สำคัญในการทำธุรกิจ คือ "อยู่เมืองไทย ต้องใส่ชุดไทย" เป็นการทำกลยุทธ์ควบคู่กับแหล่งท่องเที่ยวและบริษัททัวร์ เพื่อสนับสนุนให้นักท่อง เที่ยวมาเยี่ยมชมแหล่งท่องเที่ยว และสร้างโอกาสของช่องทางในการประชาสัมพันธ์ธุรกิจ

สรุปได้ว่า การที่นำระบบออนไลน์มาใช้นั้นทำให้เกิดความสะดวกให้กับลูกค้าเพื่อให้มีความสะดวกรวดเร็วในการติดต่อหรือประสานงานที่ดีขึ้นกว่าระบบแบบเดิม และการนำโปรแกรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบมาเป็นส่วนเกี่ยวข้องที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อย่างเช่น การใช้โปรแกรม Visual Basci.Net และใช้ Crystal Report สำหรับออกรายงาน เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบข้อมูลสินค้าและลูกค้า และเพื่อให้สามารถค้นหาข้อมูลต่าง ๆ สามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้อย่างรวดเร็ว

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเรื่องการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการจัดการเช่าชุดราตรี กรณีศึกษาร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. พัฒนาระบบโดยใช้วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) มีรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีอยู่ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดปัญหา (Problem Definition)

จากการสัมภาษณ์และศึกษาข้อมูลจากเจ้าของร้านเช่าชุดราตรี พบว่าเมื่อเวลาลูกค้าต้องการเช่าชุดและจองชุด ลูกค้าจะมีการโทรหาเจ้าของร้านหรือเข้าไปที่ร้านเพื่อที่จะทำการเช่าและจองชุด เนื่องจากทางร้านยังมีการใช้สมุดจดในการบันทึกวันเดือนปีเวลาและการคำนวณเงินการเช่าและการจองชุดของลูกค้าจึงอาจจะทำให้เกิดความล่าช้าในการเช่าและการจองชุดของลูกค้าได้และอาจจะเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณเงินของลูกค้าได้เช่นกัน

1.2 การวิเคราะห์ (Analysis)

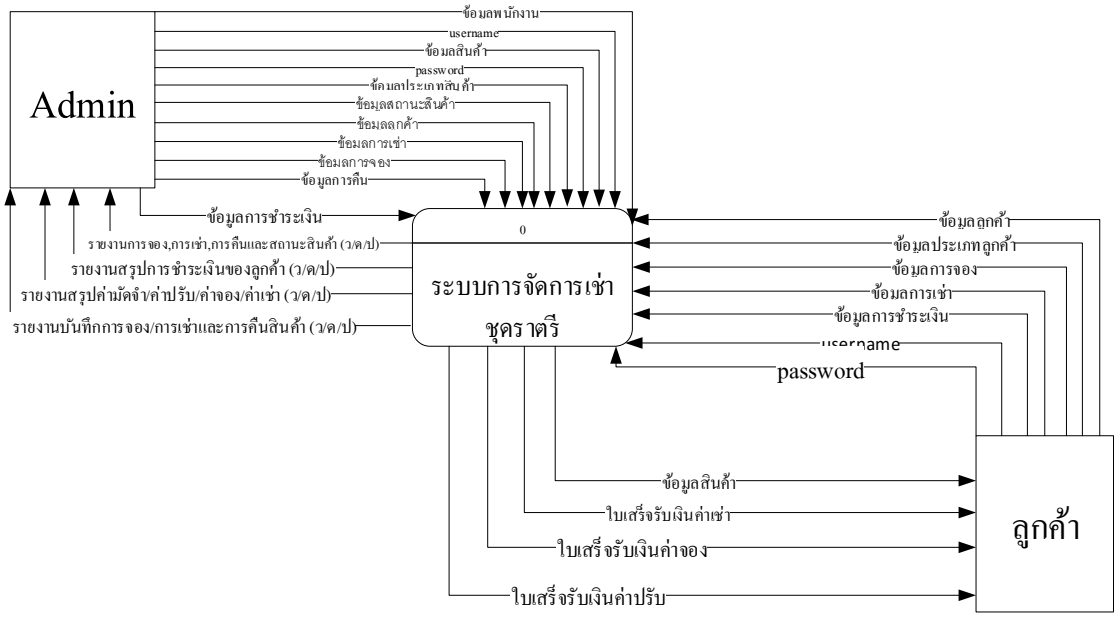
นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาขั้นตอนที่ 1 มาวิเคราะห์ ความต้องการของผู้ใช้เพื่อนำไปสู่การออกแบบฟังก์ชันงานของเว็บไซต์ของระบบการจัดการเช่าชุดราตรี ควรมีลักษณะการทำงาน การเลือกใช้เครื่องมือในการทำการพัฒนาให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำจากการสอบถามผู้ที่เป็นลูกค้าร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี ร่วมกับการ

สัมภาษณ์เจ้าของกิจการและพนักงานและการศึกษาสังเกตขั้นตอนงานจากร้าน และสรุปขั้นตอนในการเช่าและการจองชุดของลูกค้าแบบเช่าและจองชุดจากหน้าร้านที่ตั้งอยู่หรือโดยใช้เว็บไซต์เป็นเครื่องมือ

1.3 ออกแบบโปรแกรม (Design)

การออกแบบโปรแกรมระบบการจัดการเช่าชุราตรีสามารถเขียนเป็นแผนผังต่าง ๆ ได้ดังนี้

1.3.1 Context Diagram สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1

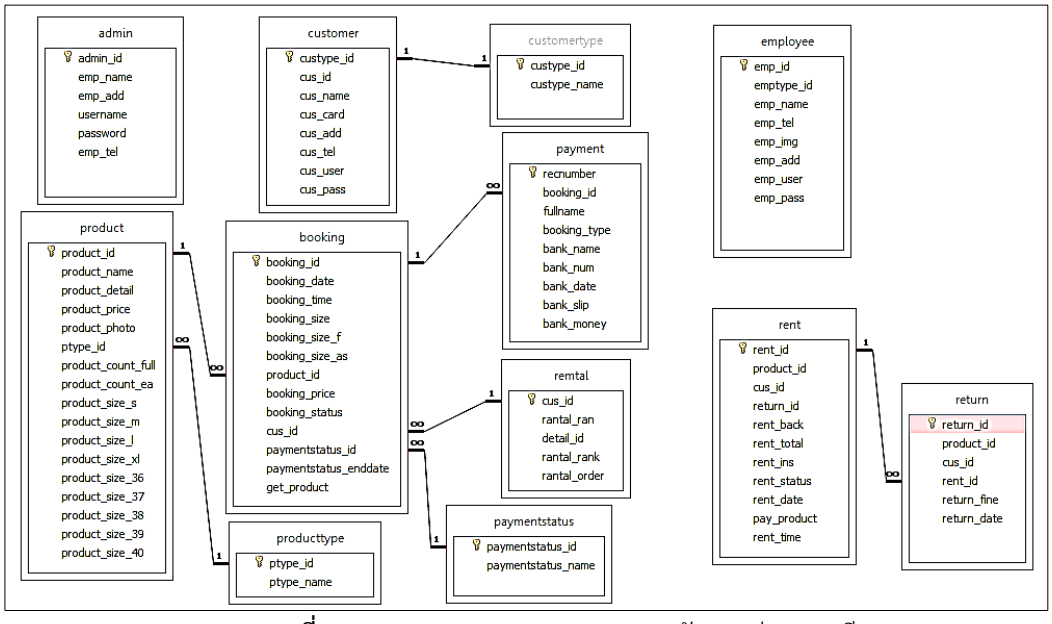


ภาพที่ 1 แสดง Context Diagram ของระบบการจัดการเช่าชุดราตรี

จากภาพที่ 1 แสดง Context Diagram เป็นแผนภาพระดับสูงสุดที่แสดงถึงขอบเขตของระบบงานในระบบการจัดการเช่าชุดราตรี จะมีผู้ใช้งานทั้งหมดอยู่ 2 ระดับ คือ 1) แอดมินสามารถจัดการข้อมูลชุดและเครื่องประดับ จัดการข้อมูลลูกค้า จัดการข้อมูลการจองการเช่า-การคืน และออกรายงานสรุปการเช่าชุด/เครื่องประดับแยกตามประเภท 2) ลูกค้าสามารถสมัครสมาชิกและแก้ไขข้อมูลของตนเองได้เลือกชมชุดราตรีและเครื่องประดับรวมทั้งจองชุดราตรีและเครื่องประดับที่ต้องการ

1.3.2 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity-Relationship Diagram)

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลแสดงโครงสร้างของความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูล และเป็นการนำเสนอรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในฐานข้อมูลที่ทำการออกแบบภายในระบบการจัดการเช่าชุดราตรี ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดง ER-Diagram ของระบบการจัดการเช่าชุดราตรี

จากภาพที่ 2 แสดง ER Diagram หรือแบบจำลองโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ ซึ่งประกอบด้วย 10 รีเลชั่น ได้แก่ 1) Customer เก็บข้อมูลลูกค้า 2) Customertype เก็บข้อมูลประเภทลูกค้า 3) Product เก็บข้อมูลสินค้า 4) Producttype เก็บข้อมูลประเภทสินค้า 5) Booking เก็บข้อมูลการจอง 6) Payment เก็บข้อมูลการชำระเงิน 7) Paymentstatus เก็บข้อมูลสถานะการชำระเงิน 8) Rental เก็บข้อมูลค่าเช่า 9) Rent เก็บข้อมูลการเช่า 10) Return เก็บข้อมูลการคืน

1.4 พัฒนาโปรแกรม (Development)

นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ มาพัฒนาโปรแกรม ด้วย Sublime Text 3 เป็นเครื่องมือในการช่วยเขียน Code และพัฒนาโปรแกรม ด้วยภาษา PHP เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL)

1.5 ทดสอบ/ทดลองโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบหาข้อผิดพลาดกับผู้ใช้จริง (Testing)

ทำการทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง โดยการเพิ่มข้อมูลเนื้อหาลงไปในโปรแกรมจากนั้นทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบหาจุดข้อผิดพลาด แล้วทำการปรับปรุงเพื่อความถูกต้องในรูปแบบของการทำงานตามลำดับ

นำโปรแกรมที่พัฒนาแล้วไปทดลอง และประเมินความพึงพอใจกับผู้ใช้จริง ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบเพื่อขอคำแนะนำและปัญหาต่าง ๆ เพื่อนำผลในการใช้โปรแกรมไปปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีความเหมาะสมตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน จากการศึกษา ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ของระบบการจัดการร้านเช่าชุดราตรี พบว่า ความพึงพอใจในด้านการออกแบบของการใช้รูปแบบตัวอักษร ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์ น่าเชื่อถือ ควรมีความเหมาะสมและผู้ใช้งานสามารถอ่านได้ง่ายและการจัดเรียงรูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลในแต่ละหน้าให้มีความสะดวกต่อผู้ใช้ให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น

1.6 ประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม (Evaluate the Performance)

เก็บข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจัดการเช่าชุดราตรี ใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานระบบ จำนวน 20 คน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวนร้อยละค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

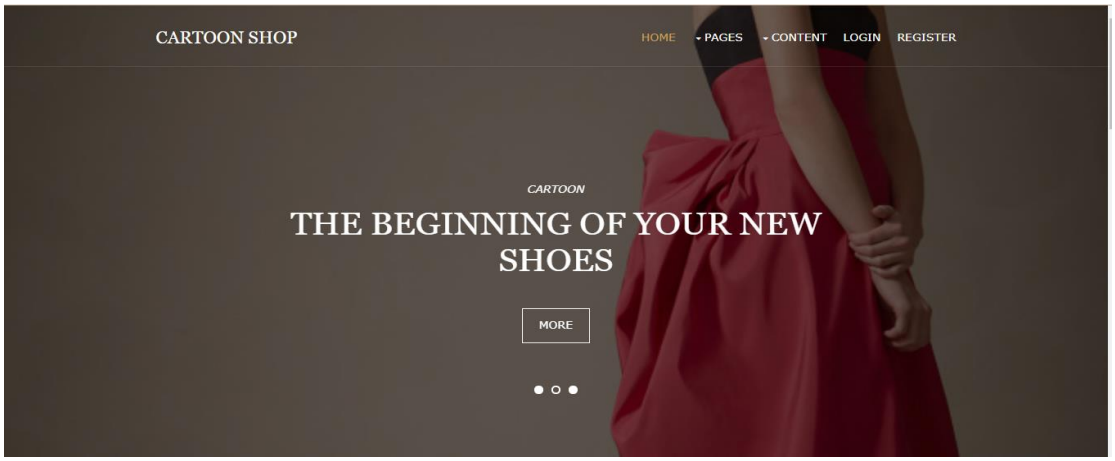
2. วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบ จำนวน 25 คน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการประเมิน โดยใช้สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการวัดระดับความสำคัญจะใช้มาตราวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale) และมีเกณฑ์การในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสำคัญดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.21 - 5.00	แสดงถึงระดับความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.41 - 4.20	แสดงถึงระดับความพึงพอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.61 - 3.40	แสดงถึงระดับความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 - 2.60	แสดงถึงระดับความพึงพอใจน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.80	แสดงถึงระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

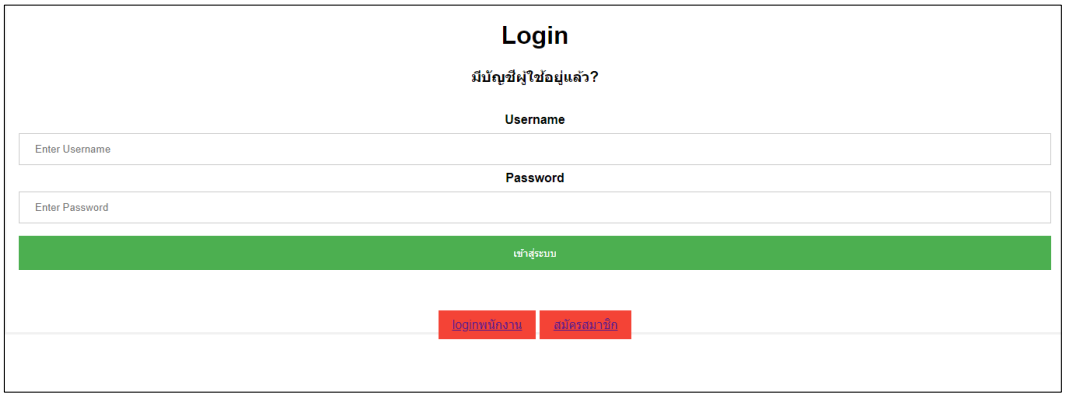
สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบ

จากขั้นตอนการวิจัยข้างต้น ได้ผลลัพธ์การพัฒนาโปรแกรม ที่มีตัวอย่างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 3-7



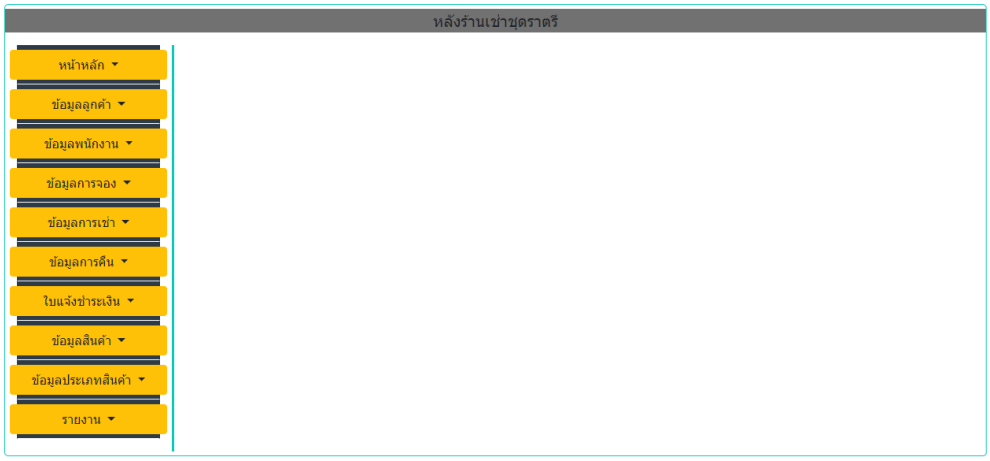
ภาพที่ 3 แสดง หน้าหลักของระบบการจัดการเช่าชุดราตรี



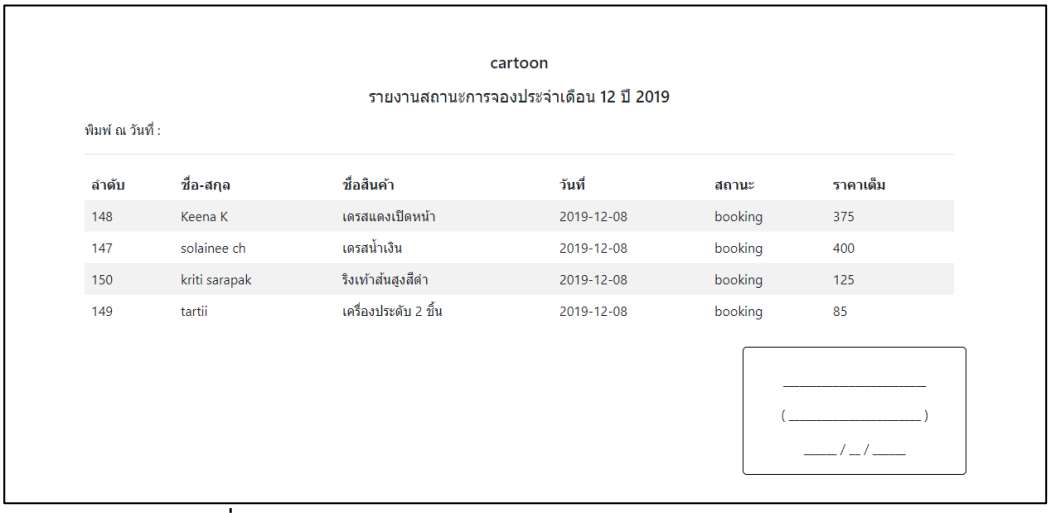
ภาพที่ 4 แสดง หน้าจอลูกค้าระบุตัวตนและตรวจสอบสิทธิ์



ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอสมัครสมาชิกของระบบการจัดการเช่าชุดราตรี



ภาพที่ 6 แสดงหน้าจอหลังร้านของระบบการจัดการร้านเช่าชุดราตรี


cartoon

รายงานสถานะการจองประจำเดือน 12 ปี 2019

พิมพ์ ณ วันที่ :

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ชื่อสินค้า	วันที่	สถานะ	ราคาเต็ม
148	Keena K	เดรสแดงเปิดหน้า	2019-12-08	booking	375
147	solainee ch	เดรสน้ำเงิน	2019-12-08	booking	400
150	kriti sarapak	ริงเท้าส้นสูงสีดำ	2019-12-08	booking	125
149	tartii	เครื่องประดับ 2 ชิ้น	2019-12-08	booking	85

_____

(_____)

____ / __ / ____

ภาพที่ 7 แสดงหน้ารายงานสถานะการจองของระบบการจัดการร้านเช่าชุดราตรี

2. วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยสุ่มคนที่เป็นลูกค้าร้านเช่าชุดราตรี จำนวน 20 คน ของระบบการจัดการร้านเช่าชุดราตรี มีดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบระบบของระบบการจัดการเช่าชุดราตรี โดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านการใช้งานของระบบ	$\bar{X}$	S.D.	**ระดับความพึงพอใจ**
ด้านการใช้งานของระบบ	4.10	0.661	มาก
ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ	3.90	0.772	มาก
ด้านความปลอดภัยของข้อมูล	4.20	0.634	มาก
รวม	4.06	0.689	มาก

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความสำคัญการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.06 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความสำคัญในด้านความปลอดภัยของข้อมูลในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.20 รองลงมาคือด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ และ ด้านการใช้งานของระบบ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.10 และ 3.90 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบการจัดการเช่าชุดราตรี ด้านการออกแบบ

ด้านการออกแบบ	$\bar{X}$	**S.D.**	**ระดับความพึงพอใจ**
ภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกัน	3.75	0.850	มาก
การจัดรูปแบบภายในเว็บไซต์ง่ายต่อการใช้งาน	3.75	0.850	มาก
การใช้รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสมและอ่านง่าย	3.65	0.670	มาก
รวม	3.71	0.79	มาก

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านการออกแบบ ภาพรวมในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.71 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกันและการจัดรูปแบบภายในเว็บไซต์ง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ย 3.75 รองลงมาคือความพึงพอใจการใช้รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสมและอ่านง่าย โดยมีค่าเฉลี่ย 3.65 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบการจัดการเช่าชุดราตรี ด้านการใช้งาน

ด้านการใช้งาน	$\bar{X}$	**S.D.**	**ระดับความพึงพอใจ**
ความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์	3.70	0.864	มาก
มีระบบรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม	3.90	0.718	มาก
ความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล	3.80	0.833	มาก
เมนูต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์ใช้งานได้ง่าย	3.81	0.771	มาก
รวม	3.80	0.796	มาก

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านการใช้งาน ภาพรวมในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.80 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจของการมีระบบรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.90 รองลงมาคือความพึงพอใจเมนูต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์ใช้งานได้ง่าย โดยมีค่าเฉลี่ย 3.81 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบการจัดการเช่าชุดราตรี ด้านคุณภาพของเนื้อหา

ด้านคุณภาพเนื้อหา	$\bar{X}$	**S.D.**	**ระดับความพึงพอใจ**
การจัดลำดับเนื้อหาเป็นหมวดหมู่ ง่ายต่อการค้นหาและทำความเข้าใจ	3.75	0.786	มาก
เนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้องน่าเชื่อถือ	3.65	0.933	มาก
ปริมาณเนื้อหามีความเพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้	3.75	1.019	มาก
รวม	3.71	0.912	มาก

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจโดยรวมทั้ง 3 ด้านในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.74 แสดงให้เห็นว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านคุณภาพของเนื้อหา ภาพรวมในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.71 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจการจัดลำดับเนื้อหาเป็นหมวดหมู่ ง่ายต่อการค้นหาและทำความเข้าใจ และ ปริมาณเนื้อหามีความเพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ย 3.75 และ 3.75 รองลงมาคือความพึงพอใจเนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้องน่าเชื่อถือ โดยมีค่าเฉลี่ย 3.65 ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการศึกษาสภาพปัญหาการให้บริการและการใช้บริการ การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจัดการเช่าชุดราตรี กรณีศึกษา:ร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี

1. ระบบนี้สามารถให้บริการลูกค้าได้ตลอดเวลา ทั้งยังสามารถแสดงภาพและรายการชุดและเครื่องประดับทั้งหมดที่มีให้ลูกค้าได้เลือกชมและสามารถเลือกชมตามประเภทของชุดได้โดยได้ระบุรายละเอียดที่ชัดเจนสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าจากงานวิจัยของนุชนันท์ สมสุข (2555) อีกทั้งระบบยังอำนวยความสะดวกแก่เจ้าของร้านตรวจสอบข้อมูลการจองชุดล่วงหน้า การกำหนดวันรับชุดและเครื่องประดับ การตรวจสอบชุดและเครื่องประดับที่เกินกำหนดระยะเวลาในการคืน รวมทั้งรายงานต่าง ๆ ส่งผลให้เจ้าของร้านสามารถให้บริการแก่ลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น

2. ระบบได้ทำการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่สามารถตอบสนองความต้องการในแต่ละด้านได้อย่างครบถ้วน พบว่าด้านการใช้งานของระบบนั้นอยู่ในระดับโดยรวมมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.06 ส่วนประเด็นที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ ความปลอดภัยของข้อมูล ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.20 ในขณะที่ประเด็นความถูกต้องในการทำงานของระบบ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 3.90 ซึ่งแสดงว่า ผู้วิจัยควรปรับปรุงความถูกต้องในการทำงานของระบบยิ่งขึ้น จากผลลัพธ์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ระบบการจัดการเช่าชุดราตรีนี้ สามารถทำงานได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานให้ประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ

3. ระบบได้มีการประเมินความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน ของผู้ใช้งาน พบว่าด้านการออกแบบด้านการใช้งานและด้านคุณภาพเนื้อหา ระบบสามารถตอบสนองความต้องการในแต่ละด้านได้อย่างครบถ้วน สำหรับด้านการใช้งานผู้ใช้งานเห็นว่าระบบสามารถใช้งานได้ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 3.80 ส่วนประเด็นที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ มีระบบรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 3.90 ในขณะที่ประเด็นความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 3.70 ซึ่งแสดงว่า ผู้วิจัยควรปรับปรุงความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลภายในเว็บไซต์ยิ่งขึ้น จากผลลัพธ์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ระบบการจัดการเช่าชุดราตรีนี้ สามารถทำงานได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานและมีประสิทธิภาพในการทำงานอย่างเพียงพอ

ข้อเสนอแนะงานวิจัย

จากผลการศึกษาการพัฒนาระบบการจัดการเช่าชุดราตรี กรณีศึกษาร้านการ์ตูนเช่าชุดราตรี ผู้วิจัยได้รับข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม สรุปได้ดังนี้

1. จากการศึกษาการวิเคราะห์และออกแบบระบบในการวิจัยครั้งนี้ได้อ้างอิงจากร้านที่เป็นกรณีศึกษา อาจ

มีรายละเอียดที่แตกต่างไปจากร้านให้บริการเช่าชุดราตรีอื่น ๆ

2. ในส่วนของรายงานสรุปต่าง ๆ ควรเพิ่มเติมข้อมูลจากหน้าแสดงรายงานนั้นได้ทันที เช่น รายงานชุดราตรี แยกตามประเภท ควรสามารถแสดงผลรายละเอียดของแต่ละประเภทได้จากหน้าเว็บนั้น ๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

นุชนันท์ สมสุข. (2555). **ส่วนประสมการตลาดบริการที่มีผลต่อผู้บริโภคในการเลือกร้านเช่าชุดแต่งงานในอำเภอเมืองเชียงใหม่.** เชียงใหม่ **:** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นิรันตรี กัณหา,กัลยา ทบทอบ. **ระบบบริหารการจัดการเช่า-คืนชุด ร้านยายดวง**. 2553.

ลัดดาวัลย์ กันทวัฒน์. **ระบบบริหารการจัดการร้านเช่าชุด**. 2553.

เอกชัย อภิศักดิ์กุล, กิตติพันธ์ คงสวัสดิ์ และจตุพร เลิศล้า. (2551). **การวิจัยธุรกิจ**. พิมพ์ครั้งที่2**.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เพียร์สันเอ็ดดูเคชั่น อินโดไชนา.

สุธินี ภัทรปัญญาภรณ์. (2557). **แผนธุรกิจร้านเช่าชุดไทยเดอะเลอค่าไทยเดรส.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

สำนักข่าวสถานีโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง 3. (2561). **อยุธยา-ร้านเช่าชุดไทยรับทรัพย์รับอานิสงส์ละครบุพเพสันนิวาส.** (Online). http://news.ch3thailand.com/local/64714, (9 ธันวาคม 2562)

หนังสือพิมพ์แนวหน้า. (2561). **โพลเผยคนกทม.58เปอร์เซนต์ อยากแต่งกายชุดไทยในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น.** (Online). http://www.naewna.com/local/330283, (9 ธันวาคม 2562)

การทดสอบเว็บไซต์อัตโนมัติด้วย Robot Framework และ Selenium2Library กรณีศึกษา : งานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4

Automated Web Testing using Robot Framework and Selenium2Library case study : National Science Conference 4th

กูรุสดี กูสกุล[6] ซัฮรุล บาฮาโซ๊ะ[1] กฤษณ์วรา รัตนโอภาส[2]* และ สารภี จุลแก้ว[2]

Kurusdee kusakul[1], Sahrul bahasoh[1], Kritwara Rattanaopas[2]* and Sarapee Chenkaow[2]

บทคัดย่อ

โปรแกรมประยุกต์เว็บถือเป็นระบบสารสนเทศที่ใช้งานพื้นฐานในปัจจุบัน การทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติมีความแพร่หลายมากขึ้น การพัฒนาคำสั่งทดสอบด้วย Robot Framework ร่วมกับ Selenium2Library มีความสะดวกและสามารถทำซ้ำได้ตลอดเวลากับทุก Web Browser โดยลดภาระของนักพัฒนาเมื่อมีการปรับแก้ไขไฟล์ต้นฉบับ การวิจัยเลือกพัฒนาระบบสารสนเทศ งานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4 และเลือกขั้นตอนในการออกแบบ ได้แก่ ลงทะเบียน ส่งบทความวิจัย กำหนดผู้ทรงคุณวุฒิ และ ประเมินบทความ โดยสร้างชุดทดสอบจำนวน 587 ชุดทดสอบ ประกอบด้วยกรณีถูกต้อง และกรณีเกิดผิดพลาด การนำไปใช้งานจริงด้วย Firefox Browser และ Chrome Browser พบว่าให้ความถูกต้องตามไฟล์ report.html และใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 1 ชั่วโมง จึงถือว่าสามารถลดเวลาการทำงานของนักพัฒนาด้วยการทดสอบแบบอัตโนมัติได้อย่างชัดเจน

คำสำคัญ: การทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ โปรแกรมประยุกต์เว็บ Selenium2Library

Abstract

Currently, the web application is a basic application on every organizes. Software automation testing widely use with the web application. Robot framework and Selenium2Library are compatible and repeatable with all Web Browser. Automation testing can help web developers in the software testing process. This research designed test script with National Science Conference 4th management system including register submit reviewer and evaluation. This test script has 587 cases including success and failure. The results on Firefox Browser and Chrome Browser shown that all accept cases in report.html and execution time around 1 hour. Concluding, automation testing can decrease software testing time for web developer.

Keywords: Software automation testing, Web application, Selenium2Library

[6] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: kritwara.ra@skru.ac.th

บทนำ

การทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ เป็นที่รู้จักและได้รับความนิยมในช่วงปีที่ผ่านมา โดยโปรแกรมดังกล่าวถูกเรียนว่า test script เพื่อการจำลองการทำงานของโปรแกรมประยุกต์เว็บที่ถูกพัฒนาขึ้น และถือเป็นรูปแบบของซอฟต์แวร์ของระบบสารสนเทศในยุคปัจจุบันที่ทุกหน่วยงานพัฒนาขึ้นใช้งาน หรือพัฒนาเพิ่มเติมจากระบบสารสนเทศที่มีอยู่ให้เป็นช่วงทางเลือกในการสำหรับการเข้าถึงระบบสารสนเทศ และการดำเนินธุรกิจทั่วไป โปรแกรมจำลองหรือการสร้าง test script มีหลากหลายรูปแบบ สำหรับโปรแกรมที่นิยมแพร่หลายปัจจุบัน ได้แก่ Test-beyond-the-GUI Serenity Provides-detailed-reports Cypress Robot-Framework TestProject.io Sahi เป็นต้น (Joe Colantonio, 2019) ซึ่งการทดสอบแบบอัตโนมัติมีข้อได้เปรียบในการทำซ้ำได้ทันทีเมื่อออกแบบเสร็จสิ้น หากในอดีตการใช้บุคลากรในการพัฒนาซอฟต์แวร์มาทำงานส่วนนี้ การทำซ้ำอาจไม่สมบูรณ์เพราะเกิดจากการเหนื่อยล้า และเสียเวลาอย่างชัดเจน การทดสอบซอฟต์แวร์แบบอัตโนมัติจึงถือเป็นทางเลือกที่นิยมใช้งานเพิ่มขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้เลือกพัฒนา test script ด้วย Robot Framework ร่วมกับ Selenium2Library การออกแบบกำหนดในรูปแบบไฟล์ robot เพื่อทำการทดสอบเว็บบริหารจัดการ ระบบสารสนเทศงานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4 ที่มีขั้นตอนสำคัญที่นำมาสร้างชุดทดสอบ ได้แก่ ลงทะเบียน ส่งบทความวิจัย เลือกผู้ทรงคุณวุฒิ และ ประเมินบทความวิจัย ซึ่งทุกขั้นตอนตามการออกแบบ Test Driven Development (TDD) ต้องประกอบด้วยขั้นตอนที่ทำงานสมบูรณ์ และ ขั้นตอนที่มีข้อผิดพลาด พร้อมกัน สำหรับการออกแบบผู้วิจัยสร้างชุดทดสอบทั้ง 2 แบบและตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิด

ระบบสารสนเทศสำหรับงานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4 ถือเป็นระบบสารสนเทศที่มีความแตกต่างไปจากระบบสารสนเทศทั่วไป จึงมีความน่าสนใจในการนำเสนอชุดทดสอบแบบอัตโนมัติ ด้วยวัตถุประสงค์ในการศึกษาการเขียนชุดทดสอบด้วยภาษา Python ร่วมกับ Robot Framework และ Selenium2Library ในการสร้างกรณีทดสอบจากขั้นตอนข้างต้นได้ชุดทดสอบจำนวน 587 ชุดทดสอบ การทดสอบทำบน Firefox Browser และ Chrome Browser พบว่าให้ผลความถูกต้องทุกกรณีจากรายงานสรุปไฟล์ html ข้อสังเกตการออกแบบกรณีที่ถูกต้อง และผิดพลาดสามารถตรวจสอบ และเมื่อทดสอบเสร็จสิ้นจะทำการปิด Browser เพื่อให้ขั้นตอนการทำงานสมบูรณ์ โดยการพัฒนาชุดทดสอบแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยต้องทำการเปิดดูต้นฉบับโปรแกรม เพื่อหาชื่อ Input และ ปุ่มกด ต่าง ๆ ก่อนนำมาเขียนเป็น test script และการเลือกใช้งานคำสั่ง เพื่อตรวจสอบผลข้อความสำหรับใช้ตรวจสอบ ที่ต้องสอบถามและประสานกับนักพัฒนาระบบร่วมกัน

ทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาเครื่องมือการทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติ ผู้วิจัยเลือกใช้ Robot Framework ร่วมกับ Selenium2Library ซึ่งกล่าวถึงในการแนะนำก่อนเข้าสู่กระบวนการออกแบบ และแนะนำชุดคำสั่งของ Selenium2Library สำหรับสร้างการจำลองการทำงานของหน้าเว็บไซต์

1. Robot Framework

Robot Framework (ROBOCON_2020, 2019, introduction) ถูกพัฒนาในรูปแบบของซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส หรือซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ที่มีไลเซนส์แบบโอเพนซอร์ส ที่มีลักษณะ automation framework เพื่อ

สนับสนุนการทดสอบซอฟต์แวร์ acceptance test driven development (ATDD) ผู้ใช้นิยมเรียนว่าหุ่นยนต์ หรือ robotic process automation (RPA) การออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่าย โดยกำหนดการควบคุมแบบ keyword การทดสอบใช้งานร่วมกับภาษาที่ได้รับความนิยม ได้แก่ Python และ Java เจ้าภาพในการเผยแพร่สำหรับการศึกษาเรียนรู้ทำได้โดยผ่าน GitHub

2. SeleniumLibrary

เครื่องมือทดสอบเว็บสำหรับ Robot Framework ที่ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องคือ SeleniumLibrary (ROBOCON_2020, 2019, SeleniumLibrary) และสามารถศึกษาเรียนรู้ผ่านทาง GitHub และพบได้จากเว็บไซต์ PyPI ได้รับการออกแบบให้ใช้งานร่วมกับ Python 2.7 และ 3.4 ปัจจุบันพัฒนาใช้งานในชื่อ Selenium2Library ที่มีความแตกต่างในการใช้งานตามคู่มือในเว็บไซต์ robotframework.org เพื่อให้นักทดสอบซอฟต์แวร์เลือกใช้ในการสร้างชุด test script ในการทดสอบร่วมกับ Robot Framework

การติดตั้งในระบบปฏิบัติการ Windows ใช้ร่วมกับภาษา Python ซึ่งติดตั้งผ่านคำสั่ง pip ตามตัวอย่าง “pip install robotframework-seleniumlibrary requests”

3. การสร้างคำสั่งทดสอบ Robot Framework และ SeleniumLibrary

โครงสร้างของชุดคำสั่ง Robot Framework มีส่วนสำคัญตามภาพที่ 41 ประกอบด้วยการกำหนดค่า 4 ส่วนได้แก่ Setting Variable Test_Case และ Keyword

```
*** Settings ***

Library  SeleniumLibrary

*** Variables ***

*** Test Cases ***

*** Keywords ***
```

ภาพที่ 1 โครงสร้างของคำสั่ง Robot

ตามภาพที่ 1 ส่วนสำคัญในการออกแบบคือ Keyword ที่ต้องระบุการรับค่าผ่านตัวแปร ที่กำหนดใน Test_Case ส่วนดังกล่าว พร้อมชุดคำสั่งใน Selenium2Library สำหรับหัวข้อถัดไป เพื่อแสดงการใช้งานที่มีการเลือกใช้กรณีถูกต้อง และผิดพลาด ในการตรวจสอบเงื่อนไข

4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การนำการทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติมาพัฒนาใช้งานสำหรับนักพัฒนาเว็บมีอย่างต่อเนื่อง ในการวิจัยเน้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือทดสอบเช่น งานวิจัยของ Milad Hanna (SAT-Framework, 2018, pp. 9758-9767) ได้ทำการเลือกเครื่องมือ Cucumber Robot-Framework Autotestbot และ SAT-Framework มาใช้ทดสอบปรากฏว่า SAT-Framework มีความสะดวกในการใช้งานสูงสุด ในการออกแบบใช้การทดสอบซอฟต์แวร์อัตโนมัติแบบโอเพนซอร์สของ Thierno Birahime Sambe (Thierno Birahime Sambe, 2019,

pp. 407-415) ทดสอบระบบ Sale Order in the ODOO ERP System ด้วยเครื่องมือ Web Selenium และ Robot Framework ซึ่งในงานวิจัยนี้นำมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศงานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4 ที่มีขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างไป และออกแบบตามรูปแบบ Test Driven Development (TDD)

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยกล่าวถึง เว็บไซต์ระบบสารสนเทศงานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4 ร่วมกับ แผนภาพ Use Case แสดงขั้นตอนการทำงาน เพื่อสร้างกล่าวนำเนื้อหาถัดไปในเรื่องของการออกแบบไฟล์ robot ส่วนของ Keyword แต่ละชุดทดสอบ

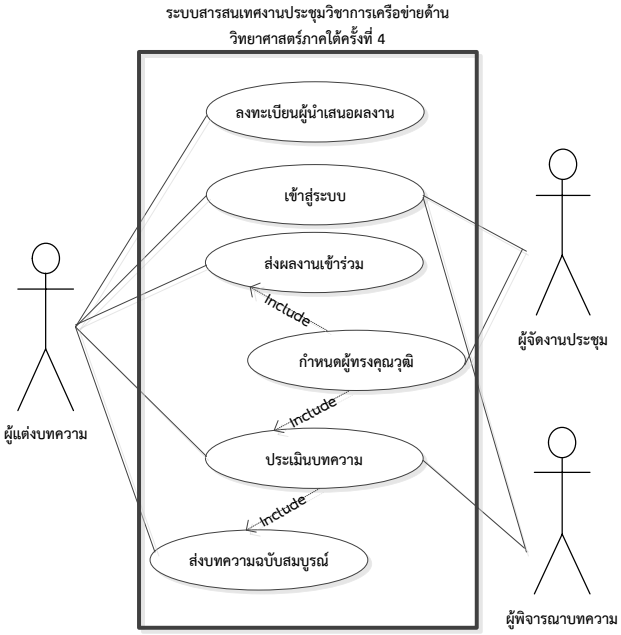
1. กรณีศึกษา ระบบสารสนเทศงานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4

ระบบสารสนเทศดังกล่าวพัฒนาต่อยอดจากงานประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 12 โดยคุณธนภัทร เจิมขวัญ นักวิชาการคอมพิวเตอร์ ประจำสำนักงานวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และนำมาปรับแก้ไขใช้ในการประชุมดังกล่าวโดย คุณธีรภัทร มณีเกษร นักวิชาการคอมพิวเตอร์ ประจำสำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งมีรายการหลัก ได้แก่ กำหนดการ ดาว์นโหลดเอกสาร ข้อมูลที่พัก สถานที่จัดงาน การติดต่อ สำหรับระบบสารสนเทศ มีขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ ลงทะเบียน นำเสนอบทความวิจัย กำหนดผู้พิจารณาบทความวิจัย การประเมินบทความวิจัย และการส่งบทความฉบับสมบูรณ์



ภาพที่ 2 โครงสร้างของคำสั่ง Robot

ภาพที่ 2 คือหน้าเว็บไซต์ระบบสารสนเทศงานประชุมวิชาการเครือข่ายด้านวิทยาศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญกล่าวไว้ใน ภาพที่ 3 ต่อไป



ภาพที่ 3 โครงสร้างของคำสั่ง Robot

สำหรับภาพที่ 3 ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญของระบบ ได้แก่ ลงทะเบียน เข้าสู่ระบบ ส่งผลงานเข้าร่วม กำหนดผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิจัย ประเมินบทความ และส่งบทความฉบับสมบูรณ์ โดยมีผู้ใช้งาน 3 คนหลัก คือ ผู้แต่งบทความ ผู้จัดงานประชุม และ ผู้พิจารณาบทความ สำหรับส่วนที่ไม่ได้กล่าวถึงในแผนภาพ ได้แก่ การสมัครเข้าร่วมงาน การชำระเงิน เนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่มีความใกล้เคียงกับส่วนที่ออกแบบ และสามารถพัฒนาเพิ่มเติมและสร้างชุดทดสอบต่อไป ในการใช้งานจริง สำหรับชุดทดสอบในงานวิจัยนำเสนอส่วนหลักของขั้นตอนการพิจารณาบทความ และส่วนการส่งบทความฉบับสมบูรณ์ไม่ได้ถูกลกล่าวถึงเนื่องจากมีเพียงการอัพโหลดไฟล์เอกสารเท่านั้น ไม่มีการระบุรายละเอียดอื่น

2. การพัฒนาชุดคำสั่ง Robot Framework

นำมาจากการเขียนชุดทดสอบตามหลักการของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ด้วยหลักการเขียน Test Driven Development (TDD) ได้กรณีทั้งหมดตามตารางที่ 1 เพื่อนำมาพัฒนาในรูปแบบ test script ไฟล์ robot ตามภาพที่ 4 – 13 มีขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การปิด Browser Login เข้าสู่ระบบ ลงทะเบียนผู้นำเสนอ ส่งบทความวิจัย กำหนดผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ และ ประเมินบทความ

```
ปิดBrowser
    Sleep      2
    Close Browser
```

ภาพที่ 4 Keyword การปิด Browser

จากภาพที่ 4 เป็นการสั่งปิดหน้าต่างแสดงผลเมื่อเสร็จสิ้นการทำงาน ซึ่งสามารถเรียกซ้ำได้จากขั้นตอนอื่น ๆ

```
เข้ารหัสล็อคอิน
    [Arguments]    ${email}    ${pid}
    Open Browser      ${URL_Login}   firefox
    Input text        email     ${email}
    Input password       pid     ${pid}
    Click Element      //*[@class="btn btn-info"]
```

ภาพที่ 5 Keyword Login เข้าสู่ระบบ

ภาพที่ 5 การ Login เข้าสู่ระบบประกอบด้วย ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน สำหรับส่วนนี้ใช้ร่วมกับส่วนอื่น ๆ เช่นกัน

```
กรอกข้อมูลส่งวิจัยปกติ
    [Arguments]    ${leadname}  ${name}    ${pid}    ${position}    ${department}
${address}    ${status}    ${email}    ${tel}
    Open Browser    ${URL_Register}    firefox
    Select From List By label    leadname    ${leadname}
    Input text        name    ${name}
    Input text        pid     ${pid}
    Input text        position     ${position}
    Input text        department     ${department}
    Input text        address      ${address}
    Select Radio Button     status   ${status}
    Input text        email      ${email}
    Input text        tel        ${tel}
    Click Element     btnSubmit
    Wait Until Page Contains   ลงทะเบียนสำเร็จ
    ปิดBrowser
```

ภาพที่ 6 Keyword การลงทะเบียนผู้นำเสนอ

ภาพที่ 6 ส่วนหลักคือการกรอกข้อมูล และทำการกดยืนยันผ่านปุ่มลงทะเบียน และใช้คำสั่งตรวจสอบเพื่อยืนยันการลงทะเบียน ผ่าน สำหรับ ภาพที่ 7 และ 8 แตกต่างกันในส่วนของการตรวจสอบกล่องแจ้งเตือนกรณีผิดพลาด

```
กรอกข้อมูลส่งวิจัยAlert
    [Arguments]    ${leadname}  ${name}    ${pid}    ${position}    ${department}
${address}    ${status}    ${email}    ${tel}    ${Alert}
    Open Browser    ${URL_Register}    firefox
    Select From List By label    leadname    ${leadname}
    Input text        name    ${name}
    Input text        pid     ${pid}
    Input text        position     ${position}
    Input text        department     ${department}
    Input text        address      ${address}
    Select Radio Button     status   ${status}
    Input text        email      ${email}
    Input text        tel        ${tel}
    Click Element     btnSubmit
    Alert Should Be Present       ${Alert}       LEAVE
    ปิดBrowser
```

ภาพที่ 7 Keyword การลงทะเบียนผู้นำเสนอไม่ครบถ้วน

```
กรอกข้อมูลส่งวิจัยError
    [Arguments]    ${leadname}  ${name}    ${pid}    ${position}    ${department}
${address}    ${status}    ${email}    ${tel}    ${Contains}
    Open Browser    ${URL_Register}    firefox
    Select From List By label    leadname    ${leadname}
    Input text    name    ${name}
    Input text    pid    ${pid}
    Input text    position    ${position}
    Input text    department    ${department}
    Input text    address    ${address}
    Select Radio Button    status    ${status}
    Input text    email    ${email}
    Input text    tel    ${tel}
    Click Element    btnSubmit
    Wait Until Page Contains    ${Contains}
    ปิดBrowser
```

ภาพที่ 8 Keyword การลงทะเบียนผู้นำเสนอผิดพลาด

ขั้นตอนการส่งบทความมีการเพิ่มในส่วนของการอัพโหลดไฟล์ ด้วยคำสั่ง Choose File ที่สนับสนุนการเลือกไฟล์จาก Selenium2Library ในภาพที่ 9 พร้อมกับตรวจสอบความถูกต้องตามข้อความที่กำหนดในส่วนท้าย

```
ส่งบทความ
    [Arguments]    ${email}  ${pid}    ${paper_title}  ${branch_id} ${present} ${level}  ${file}
${Contains}
    เข้ารหัสล็อคอิน    ${email}    ${pid}
    Click Link    user_add_paper.php
    Input text    paper_title    ${paper_title}
    Select From List By label    branch_id    ${branch_id}
    Select From List By label    present    ${present}
    Select From List By label    level    ${level}
    Choose File    file    ${file}
    Click Element    //*[@class="btn btn-info"]
    Wait Until Page Contains    ${Contains}
    ปิดBrowser
```

ภาพที่ 9 Keyword การส่งบทความวิจัย

สำหรับภาพที่ 9 สามารถใช้ทดสอบกรณีถูกต้อง และผิดพลาด เนื่องจากหน้าที่มีการแจ้งเตือน และตรวจสอบได้จาก Wait Until Page Contains และขั้นตอนถัดไปคือการกำหนดผู้พิจารณาบทความให้กับบทความที่ต่อเนื่องด้วยการประเมินบทความเพื่อให้คะแนน

```
กำหนดผู้ทรงคุณวุฒิ
    [Arguments]    ${email}    ${pid}    ${paper_id}    ${reviewer_id}    ${Contains}
    เข้ารหัสล็อคอิน    ${email}    ${pid}
    Click Element    //*[@class="fa fa-cog"]
    Click Link    admin_add_review_one.php
    Select From List By label    paper_id    ${paper_id}
    Select From List By label    reviewer_id    ${reviewer_id}
    Click Element    //*[@class="btn btn-info"]
    Wait Until Page Contains    ${Contains}
    ปิดBrowser
```

ภาพที่ 10 Keyword การกำหนดผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

การประเมินคะแนนบทความแบ่งตามด้านจำนวน 10 ข้อสำคัญ ซึ่งมีการแนะนำในส่วนท้าย พร้อมกับการอัพโหลดไฟล์คำแนะนำให้ผู้แต่งบทความตามภาพที่ 11

```
เข้ารหัสประเมินpaper
    [Arguments]    ${email}    ${pid}    ${name}    ${ch1}    ${ch2}    ${ch3}    ${ch4}
${ch5}    ${ch6}    ${ch7}    ${ch8}    ${ch9}    ${ch10}    ${comment}    ${summary}
${innovation}    ${journal}    ${file}    ${Contains}
    เข้ารหัสล็อคอิน    ${email}    ${pid}
    Click Element    xpath: //*[contains(text(),"${name}")]
    Input text    ch1    ${ch1}
    Input text    ch2    ${ch2}
    Input text    ch3    ${ch3}
    Input text    ch4    ${ch4}
    Input text    ch5    ${ch5}
    Input text    ch6    ${ch6}
    Input text    ch7    ${ch7}
    Input text    ch8    ${ch8}
    Input text    ch9    ${ch9}
    Input text    ch10    ${ch10}
    Input text    comment    ${comment}
    Select Radio Button    summary    ${summary}
    Select Radio Button    innovation    ${innovation}
    Select Radio Button    journal    ${journal}
    Choose File    file    ${file}
    Click Element    //*[@class="btn btn-success"]
    Wait Until Page Contains    ${Contains}
    ปิดBrowser
```

ภาพที่ 11 Keyword การประเมินบทความ

สำหรับภาพที่ 12 กรณีเกิดข้อผิดพลาด ซึ่งมีรูปแบบเช่นเดียวกับ ภาพที่ 11

```
เข้ารหัสประเมินpaperErrorEmpy
    [Arguments]    ${email}    ${pid}    ${name}    ${ch1}    ${ch2}    ${ch3}    ${ch4}
${ch5}    ${ch6}    ${ch7}    ${ch8}    ${ch9}    ${ch10}    ${comment}    ${summary}
${innovation}    ${journal}    ${file}    ${Contains}
    เข้ารหัสล็อคอิน    ${email}    ${pid}
    Click Element    xpath: //*[contains(text(),"${name}")]
    Input text    ch1    ${ch1}
    Input text    ch2    ${ch2}
    Input text    ch3    ${ch3}
    Input text    ch4    ${ch4}
    Input text    ch5    ${ch5}
    Input text    ch6    ${ch6}
    Input text    ch7    ${ch7}
    Input text    ch8    ${ch8}
    Input text    ch9    ${ch9}
    Input text    ch10    ${ch10}
    Input text    comment    ${comment}
    Select Radio Button    summary    ${summary}
    Select Radio Button    innovation    ${innovation}
    Select Radio Button    journal    ${journal}
    Choose File    file    ${file}
    Click Element    //*[@class="btn btn-success"]
    Wait Until Page Contains    ${Contains}
    ปิดBrowser
```

ภาพที่ 12 Keyword การประเมินบทความไม่สมบูรณ์

3. ชุดทดสอบแยกตามกรณี

ผู้วิจัยพัฒนาชุดทดสอบในส่วนของ Test_Case ในไฟล์ robot กำหนดขั้นตอนแต่ละแบบไว้ตามตารางที่ 1 เพื่อใช้ทดสอบกับโปรแกรม Browser ได้แก่ Firefox และ Chrome ผ่านคำสั่ง robot ที่ติดตั้งด้วย Python รุ่น 2.7 และ Robot Framework และ Selenium2library บนระบบปฏิบัติการ CentOS 7 ผ่าน X-windows

ตารางที่ 3 จำนวนชุดทดสอบแยกตามกรณี

ชื่อกรณีทดสอบ	จำนวนชุดทดสอบ	ประเภทผลการทดสอบ
ลงทะเบียนสำเร็จ	16	Success
ลงทะเบียนแจ้งเตือนการเว้นว่าง	112	Failure
ลงทะเบียนผิดพลาด	16	Failure
ส่งบทความ	24	Success
ส่งบทความเว้นว่าง	24	Failure
กำหนดผู้ทรงคุณวุฒิ	17	Success
ประเมินบทความ	18	Success
ประเมินกรอกข้อมูลผิดพลาด	180	Failure
ประเมินกรอกข้อมูลเว้นว่าง	180	Failure

ในตารางที่ 1 จำนวนชุดทดสอบประกอบด้วยชุดถูกต้อง และชุดมีข้อผิดพลาด ซึ่งพิจารณาออกแบบจากหน้ากรอกข้อมูล และตรวจสอบแยกตาม Input แต่ละประเภท รวมทั้งสิ้น 587 ชุดทดสอบ

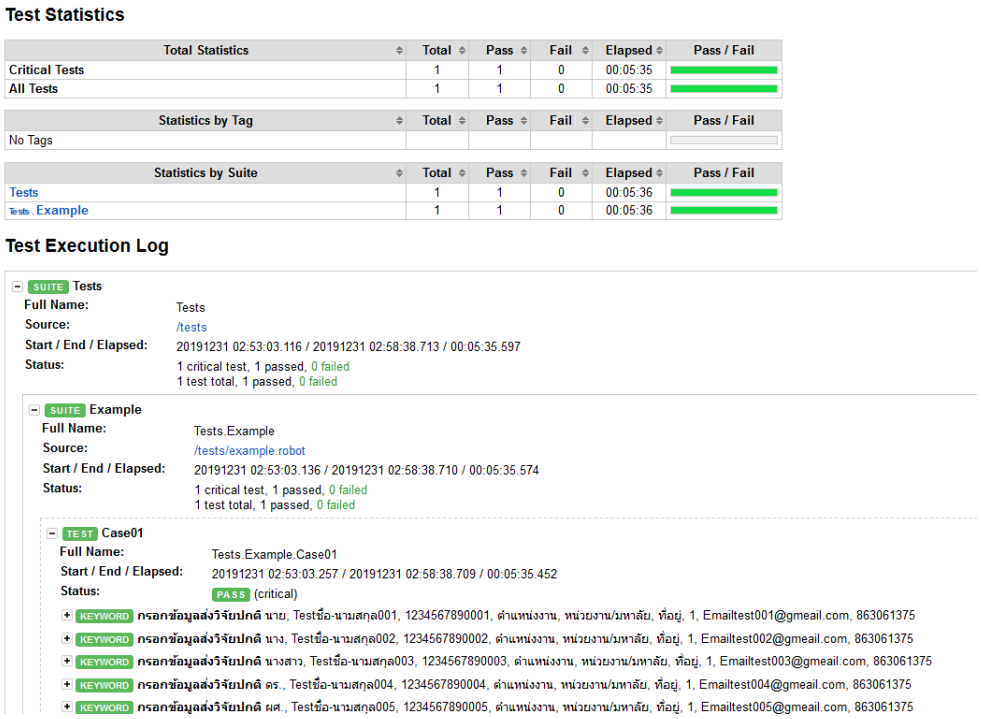
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

สำหรับผลการทดสอบในการออกแบบชุดทดสอบ คือการนำไปใช้งานจริง เปรียบเทียบระหว่าง Browser ที่นิยม ได้แก่ Firefox และ Chrome โดยมีตัวอย่างในส่วนของ Test_Case ตามภาพที่ 13

```
Case01
        กรอกข้อมูลส่งวิจัยปกติ  นาย  Testชื่อ-นามสกุล001  1234567890001  ตำแหน่งงาน  หน่วยงาน/มหาลัย
        ที่อยู่  1  Emailtest001@gmeail.com  863061375
        กรอกข้อมูลส่งวิจัยปกติ  นาง  Testชื่อ-นามสกุล002  1234567890002  ตำแหน่งงาน  หน่วยงาน/มหาลัย
        ที่อยู่  1  Emailtest002@gmeail.com  863061375
        กรอกข้อมูลส่งวิจัยAlert  นาย  ${Empy}  7068072785114  ตำแหน่งงาน  หน่วยงาน/มหาลัย  ที่  อ  ยู่
        1  Emailtest001@gmeail.com  863061375  กรุณากรอกชื่อ
        กรอกข้อมูลส่งวิจัยAlert  นาง  ${Empy}  7068072785114  ตำแหน่งงาน  หน่วยงาน/มหาลัย  ที่  อ  ยู่
        1  Emailtest001@gmeail.com  863061375  กรุณากรอกชื่อ
        กรอกข้อมูลส่งวิจัยAlert  นาย  Testชื่อ-นามสกุล017  7068072785114  ${Empy}  หน่วยงาน/มหาลัย
        ที่อยู่  1  Emailtest001@gmeail.com  863061375  กรุณากรอกตำแหน่งงาน
        กรอกข้อมูลส่งวิจัยAlert  นาง  Testชื่อ-นามสกุล018  7068072785114  ${Empy}  หน่วยงาน/มหาลัย
        ที่อยู่  1  Emailtest001@gmeail.com  863061375  กรุณากรอกตำแหน่งงาน
```

ภาพที่ 13 ตัวอย่าง Test case กรณีทดสอบ

จากการทดสอบด้วย Firefox Browser ให้เวลาทดสอบทั้งสิ้น 68 นาที 57 วินาที และกรณีทดสอบด้วย Chrome Browser ให้เวลาทดสอบทั้งสิ้น 57 นาที 27 วินาที พบว่าการทดสอบสมบูรณ์ทั้งหมด ซึ่งให้ผลลัพธ์ด้วยไฟล์ log.html และ report.html ตามตัวอย่างในภาพที่ 14



Test Statistics

Total Statistics	Total	Pass	Fail	Elapsed	Pass / Fail
Critical Tests	1	1	0	00:05:35	
All Tests	1	1	0	00:05:35	

Statistics by Tag	Total	Pass	Fail	Elapsed	Pass / Fail
No Tags					

Statistics by Suite	Total	Pass	Fail	Elapsed	Pass / Fail
Tests	1	1	0	00:05:36	
Tests . Example	1	1	0	00:05:36	

Test Execution Log

SUITE **Tests**
Full Name: Tests
Source: /tests
Start / End / Elapsed: 20191231 02:53:03.116 / 20191231 02:58:38.713 / 00:05:35.597
Status: 1 critical test, 1 passed, 0 failed
1 test total, 1 passed, 0 failed

SUITE **Example**
Full Name: Tests.Example
Source: /tests/example.robot
Start / End / Elapsed: 20191231 02:53:03.136 / 20191231 02:58:38.710 / 00:05:35.574
Status: 1 critical test, 1 passed, 0 failed
1 test total, 1 passed, 0 failed

TEST **Case01**
Full Name: Tests.Example.Case01
Start / End / Elapsed: 20191231 02:53:03.257 / 20191231 02:58:38.709 / 00:05:35.452
Status: PASS (critical)

KEYWORD **กรอกข้อมูลส่งวิจัยปกติ** นาย, Testชื่อ-นามสกุล001, 1234567890001, ตำแหน่งงาน, หน่วยงาน/มหาลัย, ที่อยู่, 1, Emailtest001@gmeail.com, 863061375
KEYWORD **กรอกข้อมูลส่งวิจัยปกติ** นาง, Testชื่อ-นามสกุล002, 1234567890002, ตำแหน่งงาน, หน่วยงาน/มหาลัย, ที่อยู่, 1, Emailtest002@gmeail.com, 863061375
KEYWORD **กรอกข้อมูลส่งวิจัยปกติ** นางสาว, Testชื่อ-นามสกุล003, 1234567890003, ตำแหน่งงาน, หน่วยงาน/มหาลัย, ที่อยู่, 1, Emailtest003@gmeail.com, 863061375
KEYWORD **กรอกข้อมูลส่งวิจัยปกติ** ดร., Testชื่อ-นามสกุล004, 1234567890004, ตำแหน่งงาน, หน่วยงาน/มหาลัย, ที่อยู่, 1, Emailtest004@gmeail.com, 863061375
KEYWORD **กรอกข้อมูลส่งวิจัยปกติ** ผศ., Testชื่อ-นามสกุล005, 1234567890005, ตำแหน่งงาน, หน่วยงาน/มหาลัย, ที่อยู่, 1, Emailtest005@gmeail.com, 863061375

ภาพที่ 14 ผลการทดสอบอัตโนมัติที่เป็นไปตามเงื่อนไข

สำหรับภาพที่ 14 แสดงข้อมูลการทดสอบ และจำนวนชุดทดสอบ ที่ผ่านการทดสอบทั้งหมด หากเกิดชุดทดสอบไม่ตรงตามเงื่อนไขจะมีการนัดเป็นชุดผิดพลาด และแสดงปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดสอบ

การสร้างชุดทดสอบจำนวน 587 ชุด สามารถใช้งานจริงได้ทั้ง Firefox Browser และ Chrome Browser ซึ่งใช้เวลาทดสอบโดยประมาณ 1 ชั่วโมง ตรวจสอบได้จากผลการทดสอบในไฟล์ report.html หากกรณีทดสอบทอออกแบบไม่สามารถทำงานได้ตามกรณีที่กำหนดจะปรากฏข้อความ Error หรือหากต้องการให้เก็บภาพหน้าจอที่ผิดพลาดไว้ได้ด้วยคำสั่ง “Screenshot” จึงสามารถสรุปถึงความสะดวกในการทดสอบซ้ำได้หากมีการปรับแก้ไขโปรแกรม ที่ถือเป็นข้อดีของการทดสอบแบบอัตโนมัติในปัจจุบัน เนื่องจากลดภาระของผู้พัฒนาระบบ และเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบสารสนเทศที่ได้รับการพัฒนา

การพัฒนาต่อยอดในอนาคต การสร้างชุดทดสอบถือเป็นหนึ่งในบุคลากรที่ร่วมพัฒนาซอฟต์แวร์ และการพัฒนาชุดทดสอบถือเป็นส่วนสำคัญ เพื่อให้นักพัฒนานำไปใช้งานและปรับแก้ไข โดยมีรองรับทั้งในส่วนของโปรแกรมประยุกต์เว็บ และ โมบายแอปปลิเคชั่น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สำหรับการสนับสนุนทุนในการนำเสนอ และข้อมูลการจัดงานประชุมวิชาการ และ คุณธนภัทร เจิมขวัญ นักวิชาการคอมพิวเตอร์ ประจำสำนักงานวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และ คุณธีรภัทร มณีเกษร นักวิชาการคอมพิวเตอร์ ประจำสำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อใช้สร้างชุดทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

Joe Colantonio. (2019). **11 top open-source test automation frameworks: How to choose** (online). https://techbeacon.com/app-dev-testing/top-11-open-source-testing-automation-frameworks-how-choose, 1 มกราคม 2563.

Milad Hanna, Amal Elsayed Aboutabl, Mostafa-Sami M. Mostafa. (2018). “Automated Software Testing Framework for Web Applications.” In **International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973 -4562 Volume 13**, pp. 9758-9767.

ROBOCON_2020. (2019). **INTRODUCTION** (online). https://robotframework.org/#introduction, 1 มกราคม 2563.

ROBOCON_2020. (2019). **SeleniumLibrary** (online). https://robotframework.org/SeleniumLibrary, 1 มกราคม 2563.

Thierno Birahime Sambe, Stephane Maag and Ana Cavalli. (2019). “A Methodology for Enterprise Resource Planning Automation Testing Application to the Open Source ERP-ODOO.” In **Proceedings of the 14th International Conference on Software Technologies (ICSOFT 2019)**, pp. 407-415.

การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนด้วยระบบอัตโนมัติ

Automatic Control System of Temperature and Relative humidity in Greenhouses

สุมิตร คุณเจตน์[1]*, ไพฑูรย์ ศรีนิล[2] และ สมบัติ ฝอยทอง[2]

Sumit Kunjet[1]*, Phaitoon Srinil[2] and Sombut Foithong[2]

บทคัดย่อ

สภาพอากาศแปรปรวนเป็นปัญหาที่สำคัญของการผลิตทางการเกษตร การปลูกพืชในโรงเรือนที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้มีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ทำให้สามารถผลิตพืชให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและมีปริมาณตามที่ต้องการ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนแบบอัตโนมัติ โดยทำการออกแบบการทำความความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำ ออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่โดยการโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ จากผลการทดลองพบว่า ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถเริ่มทำงานและหยุดการทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ และสามารถสั่งให้ระบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและการพ่นละอองน้ำทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ ดังนั้นการควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้ค่อนข้างคงที่ ส่วนการควบคุมอุณหภูมิภายโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย 25-35 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิภายในโรงเรือนยังมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศภายนอกโรงเรือน

คำสำคัญ: ระบบควบคุมอัตโนมัติ, โรงเรือนปลูกพืช, อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์

---

[1] สาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี 22170

[1] Division of Agricultural Technology, Faculty of Science and Arts, Burapha university,

[2] สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี 22170

[2] Division of Imformation Technology, Faculty of Science and Arts, Burapha university,

* Corresponding author: sumit@go.buu.ac.th

Abstract

Climate change is the important problem for agricultural production. Growing plants in the greenhouses with controlling atmosphere can produce quality and quantity of productions. This research aims to develop the greenhouses which can be controlled temperature and relative humidity by automatic control system. The greenhouses was construced with an evaporative cooling system and fogging system. Fuzzy control systems was designed programmable logic control on the microcontroller broad including sensors of temperature and relative humidity. The results showed that the control system can be started and stopped run as scheduled and can be commanded the evaporative cooling system and fogging system run in the conditions of temperature and relative humidity in the greenhouse. Fuzzy control systems can be maintained the relative humidity in the greenhouses at 100 percent. However, temperature in the greenhouses was the average at 25-35 degrees Celsius which was exchanged followed by external temperature
Keywords: automatic control system, greenhouse, temperature, relative humidity

บทนำ

เนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศที่มีความแปรปรวนเป็นอย่างมากในปัจจุบัน นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตทางการเกษตร ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่สม่ำเสมอมีปริมาณและคุณภาพไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค จึงต้องมีการนำเข้าผลผลิตบางชนิดจากต่างประเทศ การปลูกพืชในโรงเรือนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้มีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ทำให้สามารถเพาะปลูกพืชให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและมีปริมาณตามที่ต้องการ (ธรรมศักดิ์, 2550) และยังช่วยควบคุมการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช จึงต้องมีการนำระบบควบคุมอัตโนมัติเข้ามาใช้ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำ อีกทั้งช่วยลดค่าแรงงานในการดูแลโรงเรือนอีกด้วย (ธนากร และอติกร, 2557) ดังเช่น โรงเรือนที่มีการพ่นละอองน้ำในช่วงเวลากลางวัน จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ดียิ่งขึ้น (Arbel et al., 2003) สอดคล้องกับงานทดลองของวีรศักดิ์ และคณะ (2561) รายงานว่า สามารถออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้ได้ผลผลิตของดอกเห็ดสูงกว่าโรงเรือนปกติ

ทีมผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเอาเทคโนโลยีทางด้านไอโอที (IOT) มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน โดยส่งข้อมูลที่ได้ผ่านคลาวน์ (Cloud) และแสดงข้อมูลบนมือถือ มาช่วยในการควบคุมให้สามารถรับรู้ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนโดยมีเซ็นเซอร์เป็นตัวรับสัญญาณ เพื่อเป็นการลดความแปรปรวนของสภาพอากาศและเพิ่มผลผลิตซึ่งจะกำหนดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส จะสั่งให้ปั๊มทำงานเพื่อพ่นละอองน้ำและเปิดพัดลมเพื่อให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำลงและมีความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น เพื่อให้การดูแลโรงเรือนเป็นไปอย่างอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพ (Immermann, 2001) โดยทีมวิจัยได้ออกแบบและสร้างโรงเรือนต้นแบบที่แปลง

ทดลองสาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรีเพื่อใช้ในการทดลองวิจัยในครั้งนี้

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. การเตรียมโรงเรือน

จัดเตรียมโรงเรือนสำหรับการทดลอง โดยสร้างโรงเรือนขนาด 1x2x2 เมตร จำนวน 9 โรงเรือน โดยใช้โครงสร้างทำด้วยเหล็กและบุผนังด้วยพลาสติกใสที่แสงส่องผ่านได้ และบุผนังด้านข้างด้วยตาข่ายสีขาวที่สามารถระบายอากาศได้ ทำการติดตั้งระบบการระเหยของน้ำ ประกอบด้วยพัดลมระบายอากาศขนาดเล็ก 220 V. 50 Hz, 370 W จำนวน 1 เครื่อง สำหรับระบายอากาศในโรงเรือน ปั๊มน้ำของแผงรังผึ้ง (Cooling pad) ทำความเย็นภายในโรงเรือน หลังจากนั้นติดตั้งระบบสเปรย์ละอองน้ำภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะชำ ประกอบด้วยปั๊มน้ำและหัวฉีดละอองน้ำ สำหรับลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน โดยสามารถสั่งให้ทำงานเป็นช่วงเวลาตามที่กำหนด และทำงานอัตโนมัติในกรณีที่อุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนดไว้ (ภาพที่ 1)

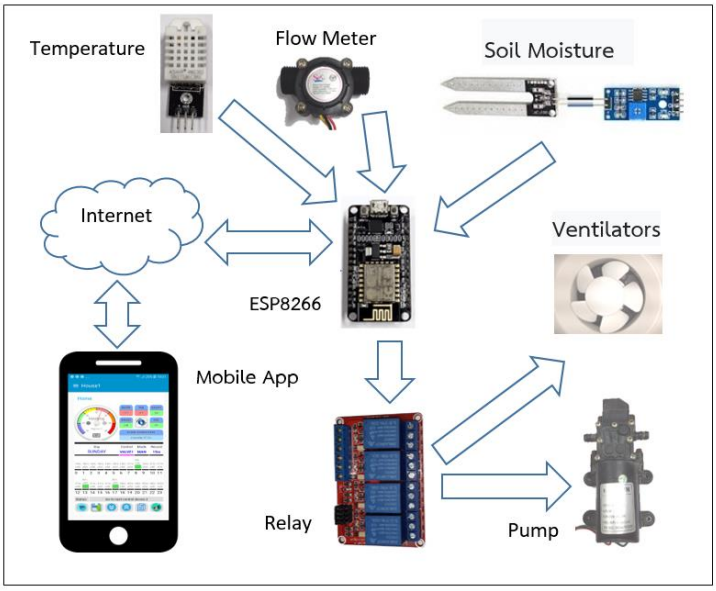


ภาพที่ 1 โรงเรือนที่ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติประกอบด้วย ระบบทำความเย็นและระบบพ่นหมอก ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ เซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธีภายในโรงเรือน

The greenhouse was construced with an evaporative cooling system and fogging system. Fuzzy control systems was designed programmable logic control on the microcontroller broad including sensors of temperature and relative humidity.

2. การออกแบบและติดตั้งระบบควบคุมการทำงานภายในโรงเรือน

พัฒนาระบบควบคุมปั๊มน้ำและพัดลมระบายอากาศของระบบการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์น้ำ โดยการโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ให้สามารถส่งการควบคุมระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้ ทดลองปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำ ด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ ใช้การระเหยของน้ำ การสเปรย์น้ำ และการทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำ ทำการเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน ณ เวลาเดียวกัน โดยทำการบันทึกค่าทุก 5 นาที ของทุกกรรมวิธี (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงภาพรวมการออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติภายในโรงเรือน
Control Systems in the greenhouses.

3. การออกแบบและทดสอบระบบควบคุมอัตโนมัติ

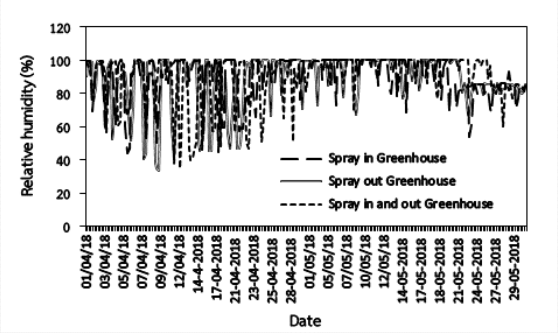
นำข้อมูลที่ได้ (อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์) มาออกแบบระบบควบคุมฟัซซี่สำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำแบบอัตโนมัติ ทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมฟัซซี่ โดยทำการเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือน ณ เวลาเดียวกัน ทุก 5 นาทีเป็นเวลา 15 วัน เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ

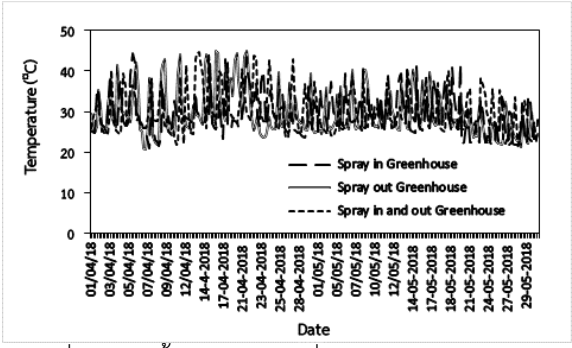
Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Ventilators	Pump
Less than 30	Less than 80	off	on
Less than 30	More than 80	on	off
More than 30	Less than 80	on	on
More than 30	More than 80	on	off

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนเพาะชำ จากการทดลองพบว่า การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ การทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากในช่วงที่ทำการทดลองมีอุณหภูมิสูงในช่วงเวลากลางวัน ทำให้การปรับสภาพอากาศภายในโรงเรือนให้คงที่ทำได้ยาก แม้ว่าจะมีการทำงานร่วมกันของระบบควบคุม ทั้งนี้ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงในช่วงเวลากลางคืนและช่วงเช้า แต่จะมีค่าลดลงในช่วงเวลากลางวัน ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศจะมีค่าสูงในเวลากลางวันและมีค่าลดลงในเวลากลางคืนซึ่งมีค่าสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศภายนอกโรงเรือน ในเดือนเมษายนมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนค่อนข้างต่ำ และอุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤษภาคม เนื่องจากในช่วงเดือนพฤษภาคมมีการติดตั้งระบบการระเหยน้ำร่วมกับการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน จึงทำให้สามารถควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนได้ดีขึ้น (ภาพที่ 3 และ 4)

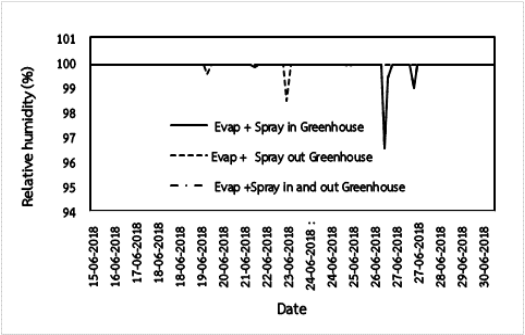


ภาพที่ 3 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่มีการติดตั้งระบบด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ได้แก่ การทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน ในเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม 2561

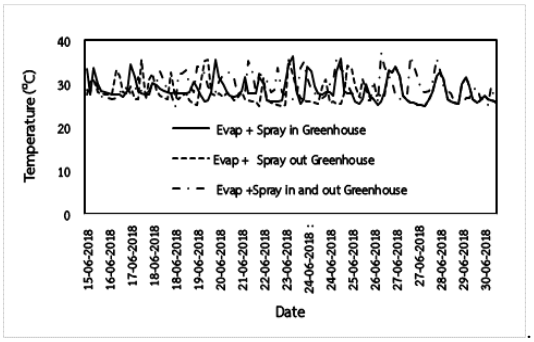


ภาพที่ 4 อุณหภูมิภายในโรงเรือนที่มีการติดตั้งระบบด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ได้แก่ การทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน ในเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม 2561

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมฟัซซี่ โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะชำ จากการทดลองพบว่า การควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่สามารถความคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้คงที่ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโรงเรือนมีค่าเฉลี่ย 45-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการปลี่ยนแปลงตลอดการทดลอง ส่วนอุณหฤมิของอากาศภายในโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย 25-35 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย 25-45 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาเดียวกัน ตลอดการทดลอง (ภาพที่ 5 และ 6) จากการทดลองจะเห็นได้ว่า การควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่จะทำให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนค่อนข่างคงที่ เมื่อสภาพอากาศภายในโรงเรือนมีการเปลี่ยนแปลง จะสั่งให้ระบบควบคุมมีการทำงานเพื่อรักษาระดับของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้ได้ตามที่ต้องการ สอดคล้องกับงานทดลองของจิรศักดิ์ และคณะ (2562) รายงานว่า ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกผักออร์แกนิค สามารถเริ่มและหยุดการทำงานได้ตรงตามค่าที่กำหนดไว้ สามารถสั่งให้ระบบมีการรดน้ำและระบายความร้อนทำงานตามเงื่อนไขและอุณหภูมิที่กำหนดไว้ อุณหภูมิในโรงเรือนไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส แต่จากการทดลองยังไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ตลอดการทดลอง เนื่องจากเมื่อมีสภาพอากาศร้อนจัด จะทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ไม่มากเท่ากับที่กำหนดได้ แต่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนได้ค่อนข้างคงที่

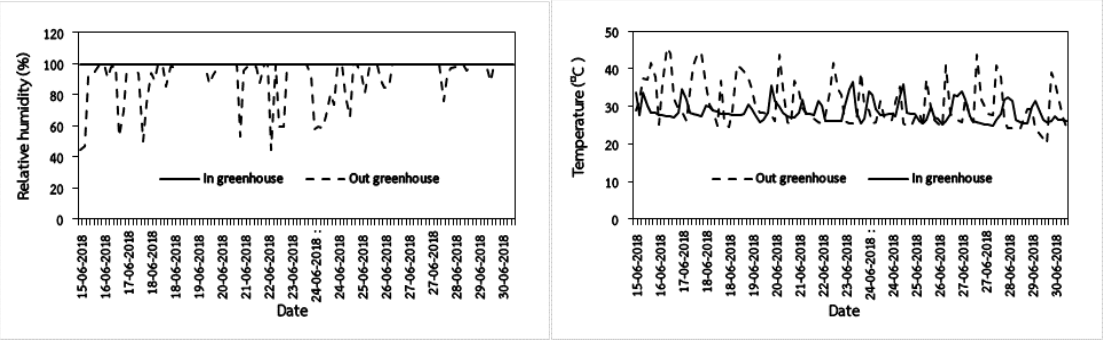


ภาพที่ 5 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่มีการติดตั้งระบบด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ได้แก่ การทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน และมีการควบคุมด้วยระบบควบคุมฟัซซี่ ทั้ง 3 โรงเรือน ในเดือนมิถุนายน 2561

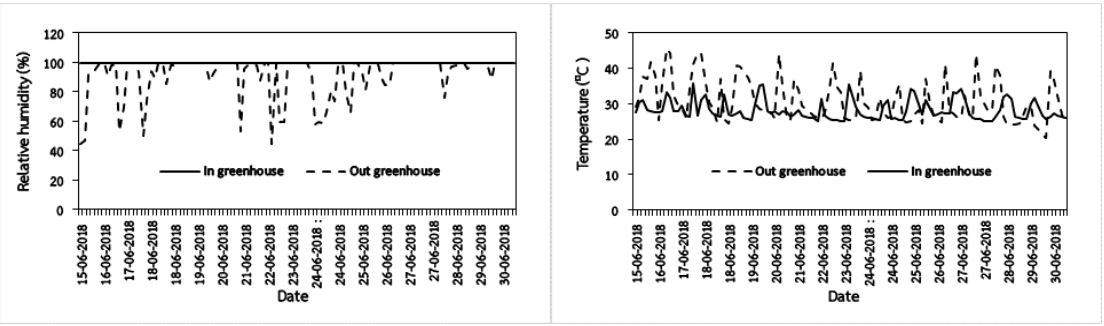


ภาพที่ 6 อุณหภูมิภายในโรงเรือนที่มีการติดตั้งระบบด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ได้แก่ การทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน และมีการควบคุมด้วยระบบควบคุมฟัซซี่ ทั้ง 3 โรงเรือน ในเดือนมิถุนายน 2561

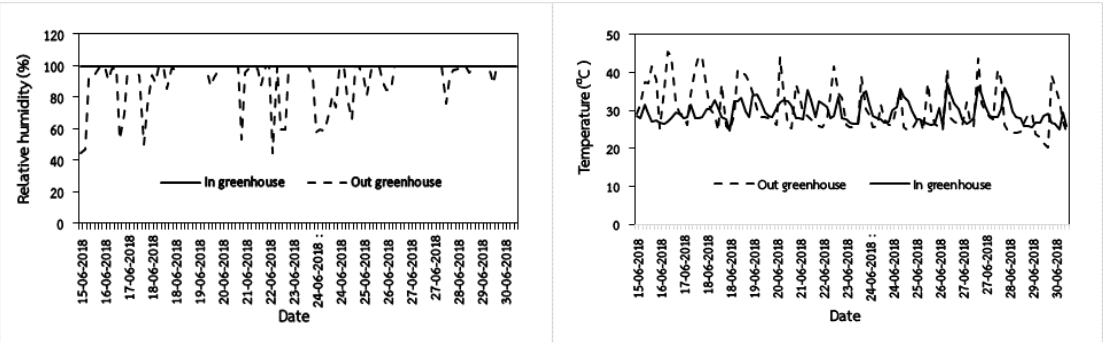
จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือนเพาะชำ พบว่า การควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่สามารถความคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนให้คงที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโรงเรือนมีค่าเฉลี่ย 45-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลอง ทั้ง 3 โรงเรือน ทั้งนี้อุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ย 25-37องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกโรงเรือน มีค่าเฉลี่ย 25-45 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาเดียวกัน ตลอดการทดลอง (ภาพที่ 7-9) สอดคล้องกับการทดลองของธนากร และ อติกร (2557) รายงานว่า ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ต่ำกว่าอุณหภูมินอกโรงเรือน แต่มีความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนค่อนข้างคงที่ มีค่าเฉลี่ย 80 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายและภายนอกโรงเรือนที่ควบคุมด้วยระบบควบคุมฟัซซี่ ในโรงเรือนที่มีการติดตั้งระบบการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำภายในโรงเรือน ในเดือนมิถุนายน 2561



ภาพที่ 8 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายและภายนอกโรงเรือนที่ควบคุมด้วยระบบควบคุมฟัซซี่ ในโรงเรือนที่มีการติดตั้งระบบการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำภายนอกโรงเรือน ในเดือนมิถุนายน 2561



ภาพที่ 9 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายและภายนอกโรงเรือนที่ควบคุมด้วยระบบควบคุมฟัซซี่ ในโรงเรือนที่มีการติดตั้งระบบการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน ในเดือนมิถุนายน 2561

สรุปผลการวิจัย

การปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเพาะชำด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ การทำงานร่วมกันระหว่างการระเหยของน้ำและการสเปรย์น้ำทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศไม่แตกต่างกัน ส่วนการควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนด้วยระบบควบคุมฟัซซี่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้ค่อนข้างคงที่ แต่อุณหภูมิภายโรงเรือนยังมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศภายนอกโรงเรือน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพอากาสภายในโรงเรือนส่งผลดีต่อการปลูกพืชใน สามารถจัดการสภาพแวดล้อมในการปลุกพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสำหับบุคคลที่มีความสนใจในการปลูกพืชในโรงเรือนรวมไปถึงงานวิจัยทางด้านการทดลองปลูกพืชในสภาพควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการงานวิจัยเรื่อง การผลิตต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองเพื่อลดการติดเชื้อ *Phytophthora palmivora* โดยวิธีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะชำด้วยระบบควบคุมฟัซซี่ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงาคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

เอกสารอ้างอิง

จิรศักดิ์ วงษ์บงกช ไพศาล รัตนาพร อังคณา รุ่งรัตน์ อรณิชา แซ่ตั้ง ระพีพันธ์ แก้วอ่อน ชัยวุฒิ ชูรักษ์ พรชัย เปลี่ยนทรัพย์ และกิติธัช พาพลเพ็ญ. (2562). โปรแกรมทดสอบอุณหภูมิและความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อใช้ปลูกผักออร์แกนิค. ใน **การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 11 วันที่ 24 มีนาคม 2562.** อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 234-238.

ธนากร น้ำหอมจันทร์ และอติกร เสรีพัฒนานนท์. (2557). "ระบบควบคุมอุรหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดินแบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบควบคุมเชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้." **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย.** 8 (1), 88-111.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. (2550). **การปลูกผักในโรงเรือน**, กรุงเทพมหานคร: โครงการหนังสืออิเล็คทรอนิกส์ด้านการเกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว.

วีรศักดิ์ ฟองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชร์หาญ และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561). "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า." **วารสารวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม** 5 (1), 172-182.

Arbel, A., M. Barak, and A. Shklyar. (2003). Combination of forced ventilation and fogging systems for cooling greenhouses. **Journal of Biosystems Engineering**. 84(1), 45-55.

Immermann, H. (2001). **Fuzzy set theory and its applications**. Boston: Kluwer: Academic Publishers.

ระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมโรงเรือน ปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศแบบปิด

TITLE IN ENGLISH Automatic Real-time Environment monitoring system for Kailaan and tomato

ประเสริฐ นนทกาญจน์[2],พิพัฒน์พล สิงหรา[1] และ เกวลี รัตนบุรี[1*]

Prasert Nonthakarn[2], Phiphatphon Singhara[1],Kawalee Rattanaburee[1*]

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้เป็นการสร้างระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมในโรงเรือนปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศแบบปิด เป็นการพัฒนาระบบมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมและมีการรายงายผลภานในโรงเรือนปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศ ว่าช่วงเวลานั้นมีคุณภาพของสภาพแวดล้อมอยู่ในระดับใด โดยใช้การเชื่อมต่อของระบบคลาวด์และอินเทอร์เน็ตเป็นระบบที่จะใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยที่สามารถดูผลผ่านระบบสมาร์ทโฟนและคอมพิวเตอร์ โดยจะรายงานผลของค่าอุณหภูมิในอากาศ ค่าความชื้นในอากาศ ค่าความชื้นในดินและ ค่าความสมบูรณ์ของดิน มีการบันทึกข้อมูลสามารถดูผลย้อนหลังได้ ระบบจะมีการออกแบบให้มีการแจ้งเตือนเมื่อมีค่าตัวไดตัวหนึ่งผิดปกติ และจะมีการสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานเมื่อมีความชื้นต่ำตามโปรแกรมที่เขียนไว้ ในการออกแบบระบบผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์บอร์ด Arduino esp 8266 เป็นตัวประมวลหลัก โดยมีอินพุตประกอบด้วย เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิในอากาศ เซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดินและอากาศ เซนเซอร์ค่าความสมบูรณ์ของดิน ทั้งหมดจำนวน 3 ตัว ใช้ SD CARD MODULE สำหรับบันทึกค่าจำนวน 1 ตัว และใช้หน้าจอ LCD สำหรับแสดงผล จำนวน 1 ตัว

การทดลองและใช้งานจริงผู้วิจัยได้ติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมไว้ในโรงเรือน โดยติดตั้งและเก็บค่าต่างๆเป็นระเวลา 1 สัปดาห์ ผลการทดลองของระบบพบว่าระบบสามารถวัดค่าและแสดงค่าของสภาวะแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง ระบบสามารถแจ้งเตือนสภาวะโรงเรือนได้ถูกต้องด้วยการแจ้งผ่านแอพพลิเคชั่นไลน์เมื่อสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนไม่ตรงตามเงื่อนไขที่ได้ตั้งไว้ การตรวจสอบคุณภาพ สภาพแวดล้อมมีมาตรฐานที่มีคุณภาพทุกครั้งเมื่อเทียบกับการตรวจสอบคุณภาพสภาพแวดล้อมในโรงเรือนรูปแบบเดิม จากการสอบถามระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบพบว่ามีความพึงพอใจสูงมาก

คำสำคัญ : โรงเรือนระบบปิด,สภาพแวดล้อมโรงเรือน,ระบบ

---

[1] นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2] อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

*golfthungsong@gmail.com

Abstract

The environmental in close system of the Greenhouse impact to the growth of the Chinese kale and Tomato. Thus the objective of this proposal is to verify the environmental properties (Air temperature, soil temperature and other properties in soil) in the greenhouse by applying cloud and internet system connecting to computer Smart phone and Microcontroller. 3 sensors was installed in the greenhouse to send the data to the Microcontroller (ESP 8266) and show the result on LCD and Smart phone Application. By using SD Card Module as a memory so it easy to recall all collecting data. For the system, it can show fault of data and can command the pump to maintain minimum properties for the plant set by the program

The system was installed for 7 days to collect data, The result of the system shows that the system can measure and show the value of the environment correctly. The system can provide accurate notification of the greenhouse conditions by notify through the application Line. The environment quality inspection has a standard when compared with the older inspection. It is found that the satisfaction is very high from user inquiring.

Keyword : Closed system greenhouse, Greening environment,system

บทนำ

การผลิตพืชทางการเกษตรในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ยังต้องพึ่งพาธรรมชาติเป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาในการเพราะปลูกและปริมาณน้ำฝน ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิและความชื้นของอากาศ ซึ่งไม่มีความแน่นอนโดยไม่เป็นไปตามฤดูกาล และในปัจจุบันพืชที่ปลูกมีความหลากหลายมากซึ่งจะขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดหรือผู้บริโภค โดยที่พืชแต่ละชนิดมีความต้องการของสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน ดังนั้นสภาวะภูมิอากาศที่แปรปรวนจึงสร้างความเสียหายต่อพืชทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาที่เกษตรกรสามารถคาดหวังคุณภาพและปริมาณได้ตามความต้องการคือต้องทำการผลิตพืชในสภาวะที่สามารถควบคุมได้ "บ้านไร่หอมดอกเหงื่อ" จึงได้มีการคิดที่จะทำการปลูกพืชในโรงเรือนระบบปิด เพื่อควบคุมระบบอุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด โรคพืชและแมลงศัตรูพืช ให้แก่พืช แต่เนื่องด้วยในปัจจุบันนี้ทางเกษตรกรยังใช้การควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้ความรู้สึกเป็นตัววัดและตัวกำหนด และระบบต่างๆในโรงเรือนคือการรดน้ำ การใส่ปุ๋ย ยังใช้แรงงานจากคนทั้งหมด ซึ่งทำให้เสียเวลาและเหนื่อย ซึ่งจะไม่สะดวกในการทำงาน

เนื่องจากเหตุผลที่พืชต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น แสง และปริมาณแร่ธาตุในดินที่เหมาะสม จึงได้มีแนวความคิดในการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาปรับใช้กับการทำงานเพื่อเป็นการพัฒนาการเกษตรและโรงเรือนปลูกให้มีความสะดวกเหมาะสมและประหยัดเวลาในการทำงาน โดยได้มีการคิดที่จะปรับปรุงระบบการทำงานของโรงเรือนจะมีการเพิ่มระบบความแม่นยำในการให้น้ำ การใส่ปุ๋ย การวัดค่าอุณภูมิ ค่าความชื้น ของพืช โดยใช้เครื่องมือในการวัดค่าแทนแบบเดิมที่เกษตรกรยังใช้การวัดตามความรู้สึกโดยไม่ได้ใช้

หลักการวัดค่าที่ถูกต้อง

ระบบควบคุมอัตโนมัติที่นำมาปรับเปลี่ยนใช้ในงานวิจัยนี้ คือ สามารถวัดสภาพของดินและอากาศในโรงเรือนได้ โดยมีการวัดความชื้นในอากาศและในดิน วัดอุณหภูมิอากาศ วัดค่าความสมบูรณ์ในดิน เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการให้น้ำและใส่ปุ๋ยให้แก่พืชโดยที่ระบบจะทำงานตามค่าที่ได้ปรับตั้งไว้

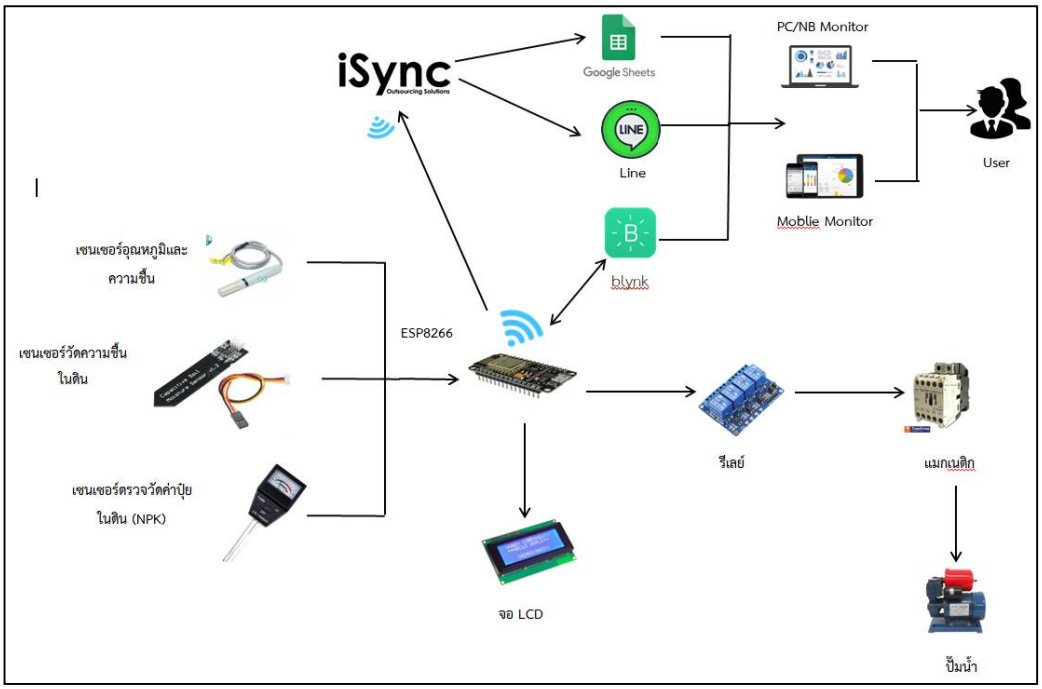
วิธีดำเนินการวิจัย

1. การทำงานของระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมโรงเรือนปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศแบบปิด มีการนำเซนเซอร์ต่างๆไปติดตั้งไว้ในโรงเรือน เพื่อวัดค่าต่างๆ

2. เมื่อเซนเซอร์วัดค่าได้จะส่งข้อมูลขึ้นไปบนคลาวด์เพื่อแสดงผลในระบบ Real – Time ผ่านสมาร์ทโฟน โดยมีระบบคลาวด์และอินเตอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนและบอร์ดอาดุยโน่

3. สามารถดูค่าต่าง ๆ ของอุณหภูมิความชื้น และสามารถดูค่าของอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าคุณภาพของดิน

4. ระบบสามารถดูค่าต่างๆย้อนหลังได้ ผ่านคอมพิวเตอร์ และ สมาร์ทโฟน และระบบจะทำงานตามโปรแกรมที่เขียนไว้โดยมีเซ็นเซอร์อุณหภูมิ ความชื้น คุณภาพของดิน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างระบบ

จากภาพที่ 1 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน เซนเซอร์ตรวจวัดค่าปุ๋ยในดิน NPK จะทำการส่งค่าไปยังบอร์ด ESP8266 และบอร์ดจะรับค่าส่งขึ้นคลาวไปยัง isync และส่งขึ้นไปยัง blynk และสามารถดูค่าค่าต่างๆที่วัดได้ในจอ lcd และ isync จะทำการส่งข้อมูลที่บอร์ดได้รับค่ามาจากเซ็นเซอร์ต่างๆไปยัง

Line,Google Sheet, และสามารถดูผลผ่านจอมอนิเตอร์ได้รวมถึง Smartphone และ Notebook ได้

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจสอบระบบตรวจสอบ

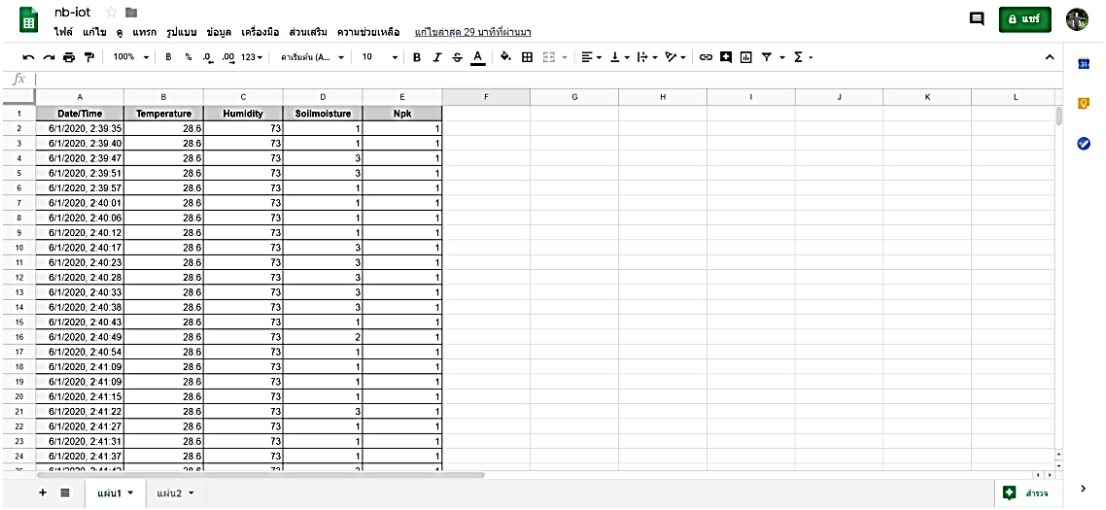
เซนเซอร์	ทดลองครั้งที่ 1	ทดลองครั้งที่ 2	ทดลองครั้งที่ 3
เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิในอากาศและค่าความชื้นในอากาศ	45%	64%	88%
เซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน	32%	58%	86%
เซนเซอร์วัดค่าความสมบูรณ์ของดิน	47%	66%	82%

ตารางที่ 1 เป็นการแสดงผลการตรวจสอบระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมโรงเรือนปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศแบบปิด โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆแล้วส่งข้อมูลไปยังคลาวด์แล้วแสดงผลบน blynk แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงผลบน blynk

การแสดงการบันทึกข้อมูลของระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมโรงเรือนปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศแบบปิดบน Google Sheets แสดงดังภาพที่ 3



nb-iot

ไฟล์ แก้ไข ดู แทรก รูปแบบ ข้อมูล เครื่องมือ ส่วนเสริม ความช่วยเหลือ แก้ไขล่าสุด 29 นาทีที่ผ่านมา

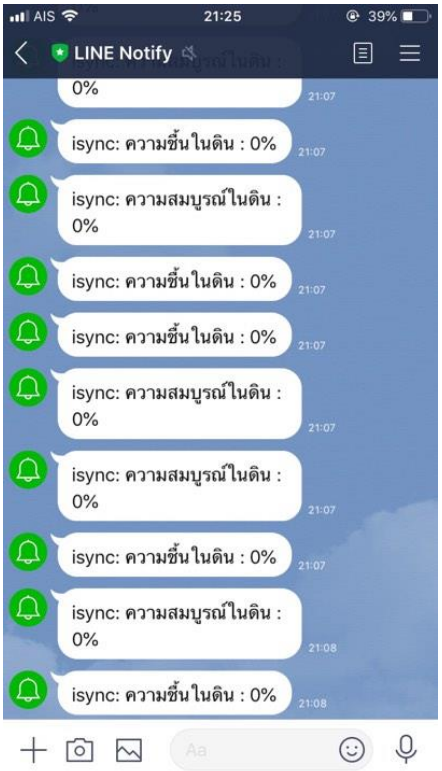
แชร์

	A	B	C	D	E
1	Date/Time	Temperature	Humidity	Soilmoisture	Npk
2	6/1/2020, 2:39:35	28.6	73	1	1
3	6/1/2020, 2:39:40	28.6	73	1	1
4	6/1/2020, 2:39:47	28.6	73	3	1
5	6/1/2020, 2:39:51	28.6	73	3	1
6	6/1/2020, 2:39:57	28.6	73	1	1
7	6/1/2020, 2:40:01	28.6	73	1	1
8	6/1/2020, 2:40:06	28.6	73	1	1
9	6/1/2020, 2:40:12	28.6	73	1	1
10	6/1/2020, 2:40:17	28.6	73	3	1
11	6/1/2020, 2:40:23	28.6	73	3	1
12	6/1/2020, 2:40:28	28.6	73	3	1
13	6/1/2020, 2:40:33	28.6	73	3	1
14	6/1/2020, 2:40:38	28.6	73	3	1
15	6/1/2020, 2:40:43	28.6	73	1	1
16	6/1/2020, 2:40:49	28.6	73	2	1
17	6/1/2020, 2:40:54	28.6	73	1	1
18	6/1/2020, 2:41:09	28.6	73	1	1
19	6/1/2020, 2:41:09	28.6	73	1	1
20	6/1/2020, 2:41:15	28.6	73	1	1
21	6/1/2020, 2:41:22	28.6	73	3	1
22	6/1/2020, 2:41:27	28.6	73	1	1
23	6/1/2020, 2:41:31	28.6	73	1	1
24	6/1/2020, 2:41:37	28.6	73	1	1

แผ่น1 แผ่น2 สำรวจ

ภาพที่ 3 แสดงผลบน Google Sheets

การแจ้งเตือนของระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมโรงเรือนปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศแบบปิด จะแจ้งเตือนเมื่อเงื่อนไขอยู่ในขั้นวิกฤติ ระบบจะแจ้งเตือนผ่าน Application Line ทันที โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆแล้วตรวจสอบเงื่อนไขที่ผู้พัฒนาระบบได้สร้างเงื่อนไขไว้ถ้าค่าสถานะของเซนเซอร์เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนผ่าน Application Line



ภาพที่ 4 เตือนผ่าน Application Line

ระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนสภาพแวดล้อมโรงเรือนปลูกคะน้าฮ่องกงและมะเขือเทศแบบปิด พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น และวัดค่าปุ๋ย NPK ว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับใด โดยระบบจะทำการรับค่าผ่านเซนเซอร์แต่ละตัว หลังจากนั้นส่งข้อมูลขึ้นคลาวด์และจะแสดงผลผ่าน Blynk โดยมีการบันทึกผลในรูปแบบไฟล์ Google sheet และหากค่าเซนเซอร์มีค่าไม่ตรงกับค่าที่ผู้ใช้กำหนดที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่านทางระบบไลน์ให้ผู้ใช้ทราบ

เอกสารอ้างอิง

ไพโรจน์ เหลืองวงศกร (2560) **การประยุกต์ใช้ ESP8266** คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย-เทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพฯ

นิติรงค์ พงษ์พานิช (2559) **การพัฒนาและทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน

ดร.มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ (2561) **Internet of Things (IoT)** คณะเทคโนโลยีสำรสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาสกร พาเจริญ (2562) **พัฒนา IOT บนแพลตฟอร์ม Arduino ด้วย NodeMCU** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เดชฤทธิ์ มณีธรรม (2561) **การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino** ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

ผศ.ดอนสัน ปงผาบ (2560) **ภาษาซีและ Arduino อ่านง่าย เข้าใจง่าย** ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

ชัชชัย รามีบัว (2562) **ปฏิบัติการเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) เบื้องต้น** บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

ประภาส พุ่มพวง (2561) **การเขียนและการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม ARDUINO** ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

รศ.ดร.วิชัย โฆสิตรัตน (2560) **คู่มือหลักการปลูกพืชในโรงเรือน** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-พระนครเหนือ

นายปฐมพงศ์ วงศ์เกลี้ยง (2562) **การสร้างโรงเรือนสำหรับปลูกพืช หน่วยเรือนกระจกและแปลงทดลอง** คณะทรัพยากรธรรมชาตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล

AUTOMATIC REAL-TIME WATER QUALITY MONITORING SYSTEM FOR TILAPIA POND.

ปัฐมวรรณ เลขจิตร[1] ,สิริมา นวลจันทร์[2],อทิตยา สมบูรณ์[3]และประเสริฐ นนทกาญจน์[4]

PATTAMAWAN LEKJIT[1*], SIRIMA NUANCHAN[1*] ,ATITAYA SOMBOON[1*]AND PRASERT NONTHAKARN[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบสำหรับการตรวจสอบคุณภาพของน้ำอัตโนมัติที่มีการรายงานผลแบบตลอดเวลา (Real – Time) ในบ่อเลี้ยงปลานิลและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลา โดยที่ระบบตรวจสอบจะทำการรับค่าของคุณภาพน้ำผ่านเซนเซอร์นำเข้ามาในไมโครคอลโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล หลังจากนั้นส่งข้อมูลทั้งหมดขึ้นไปเก็บที่ระบบคลาวด์ (cloud system) มีการแสดงผลต่างๆผ่านระบบอินเตอร์เน็ตที่ สามารถตรวจสอบค่าต่างๆจากคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน โดยค่าคุณภาพน้ำทั้งหมดจะบันทึกผลใน SD card ในรูปแบบไฟล์ Excel เป็นการสำรองและบันทึกข้อมูลที่สามารถดูย้อนหลังได้ และระบบจะมีการแจ้งเตือนในกรณีที่ค่าคุณภาพน้ำเริ่มต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดโดยออกแบบให้ระบบทำการแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชั่นไลน์ของสมาร์ทโฟนให้ผู้ใช้ทราบทันที ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถวัดค่าของน้ำและแสดงค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำ สามารถเตือนผู้ดูแลผ่านแอพพลิเคชั่นไลน์เมื่อคุณภาพน้ำในบ่ออยู่ในขั้นต่ำและขั้นวิกฤติ ด้านของระบบสามารถลดเวลาและแรงงานของการตรวจสอบคุณภาพน้ำลงทั้งหมด การตรวจสอบคุณภาพน้ำจะมีมาตรฐานเที่ยงตรงตลอดเวลาของการตรวจสอบ เมื่อเทียบกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำในรูปแบบเดิมที่ใช้แรงงานในการทดสอบ

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ ; การตรวจสอบ ; บ่อปลานิล ; real-time

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[*]Pattamawan.l@rmutsv.com, Sirima.n@rmutsvmail.com, Atitaya.s@rmutsvmail.com

Abstract

This research aimed to establish an automatic real-time water quality monitoring system for a tilapia pond, and to increase an efficiency in measuring the water quality in the tilapia pond to see what quality level the pond is. The system will obtain water quality values from each sensor. The information received will be sent to the Cloud System. Results will be displayed on an internet system. The results found can be checked through computers and smart phone. The water quality values will be downloaded and saved on SD cards in excel file forms. An alert would be alarmed if the water quality is below a required value. The system will set an alarm through an application line on smart phones of people concern who use the system. The research results found that the system enables to measure a water value and display a very accurate value. The system can also alarm caretakers through a line system once the water quality is critically dropped. The efficiency of the system is that it reduces time and labor of measuring the water quality. The water quality monitoring is accurately up to the standard all the time of monitoring compares to the conventional water quality monitoring using man power to measure.

Keywords: water quality; monitor or measure; tilapia pond; alarm water quality.

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาน้ำเสียส่งผลกระทบต่อการทำการเกษตรเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำการประมงในแหล่งน้ำ เช่น บ่อเลี้ยงปลา ที่ได้รับผลกระทบทั้งในกรณีการปล่อยของเสียจากปลา เศษอาหาร น้ำเสียจากปลาที่ตายและเชื้อโรคต่างๆ ที่ผ่านมาเกษตรกรได้พยายามหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการสร้างเครื่องมือสำหรับการวัดค่าคุณภาพน้ำในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเครื่องมือโดยส่วนใหญ่จะเป็นการวัดค่าของน้ำในรูปแบบออฟไลน์ ซึ่งไม่ทันสมัย ล่าช้าในการแจ้งเตือนปัญหา รวมถึงต้องซ่อมแซมอุปกรณ์และการวัดค่าต่างๆของน้ำสามารถวัดค่าได้เพียงค่าเดียวต่อหนึ่งอุปกรณ์

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวทีมงานผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล ผู้วิจัยได้จัดทำกล่องควบคุมนำไปติดตั้ง ณ คณะเกษตร สาขาประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่ สำหรับการออกแบบระบบดังกล่าว ผู้วิจัยได้แบ่งส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนระบบ Real – Time เพื่อแสดงข้อมูลที่เป็นปัจจุบันและระบบควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ ซึ่งเป็นการทำงานในรูปแบบของระบบเทคโนโลยี Internet of Things ที่เป็นการเชื่อมต่อแบบไร้สายโดยใช้เซนเซอร์ต่างๆในการวัดค่า เช่น เซนเซอร์วัดค่าpH ค่าอุณหภูมิ ค่าความขุ่น ค่าการนำไฟฟ้า เมื่อเซนเซอร์วัดค่าได้จะส่งข้อมูลขึ้นไปบนคลาวด์เพื่อแสดงผลในระบบ Real – Time ผ่านสมาร์ทโฟน

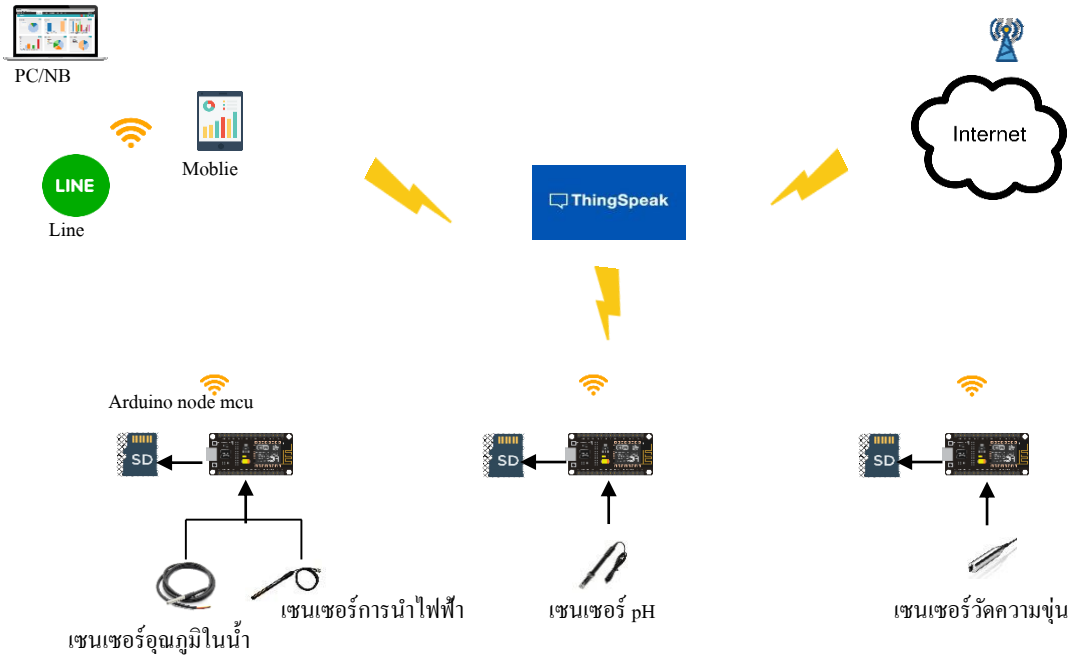
หรือแท็บแล็ต เพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน โดยเกษตรกรสามารถดูค่าต่างๆของน้ำผ่านระบบอินเตอร์เน็ต เป็นการนำนวัตกรรมไทยแลนด์ 4.0 เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในรูปแบบของสมาร์ทฟาร์มเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นนักวิจัย มก.พัฒนา แอปพลิเคชั่น "นิล 4.0 : Smart Fish Smart Kit" บนโทรศัพท์มือถือ เป็นโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอัตโนมัติ ช่วยแก้ปัญหาให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลา โดย รศ.ดร. วราห์ เทพาหุดี อาจารย์ประจำภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้พัฒนาระบบบริหารจัดการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอัตโนมัติในการตรวจวัดและควบคุมปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยใช้การเพาะเลี้ยงปลานิลเป็นต้นแบบ ระบบจะทำการเก็บรวมรวมข้อมูลควบคุมอุปกรณ์รวมถึงการรายงานผลหรือแจ้งเตือนในกรณีเกิดความผิดปกติ ส่งข้อมูลไปยังโทรศัพท์มือแอปพลิเคชั่น "นิล 4.0" บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจุดเด่นคือ สามารถแสดงสภาพอากาศ ปริมาตรน้ำ คุณภาพน้ำ รวมทั้งข้อมูลราคาตลาดของปลานิล ได้ตลอดเวลาและเป็นปัจจุบัน ทั้งยังสามารถใช้วัดขนาดขนาดและประเมินน้ำหนักปลานิล คำนวณหาปริมาณอาหารที่เหมาะสมที่จะให้ในแต่ละวัน คำนวณหาประสิทธิภาพการเลี้ยง คำนวณหาต้นทุนและผลตอบแทน แสดงดัชนีคุณภาพน้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานเพื่อการทำวิจัยในเรื่อง ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

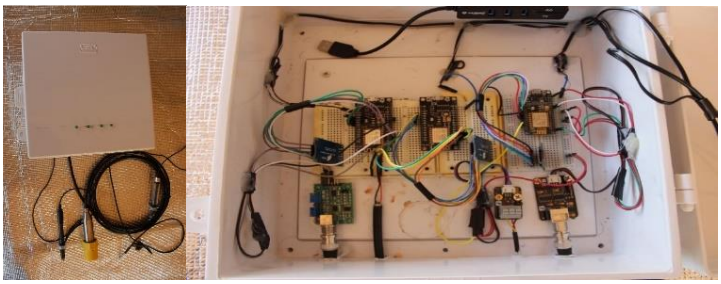
โครงสร้างระบบ

ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิลมีการทำงานร่วมกับ บอร์ด Arduino node mcu และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ซึ่งโครงสร้างการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆได้มีการออกแบบระบบ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างระบบ

ในการทดลองระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานระบบมีการวางรูปแบบ แสดงลักษณะของชุดกล่องควบคุมระบบโดยมีอุปกรณ์ที่ติดตั้งเชื่อมต่อเข้ากับชุดกล่องควบคุมระบบประกอบด้วยบอร์ด Arduino ,SD CARD และเซนเซอร์ อุณหภูมิ pH ความขุ่น และการนำไฟฟ้าแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงชุดกล่องควบคุมระบบ

การติดตั้งตู้ควบคุม

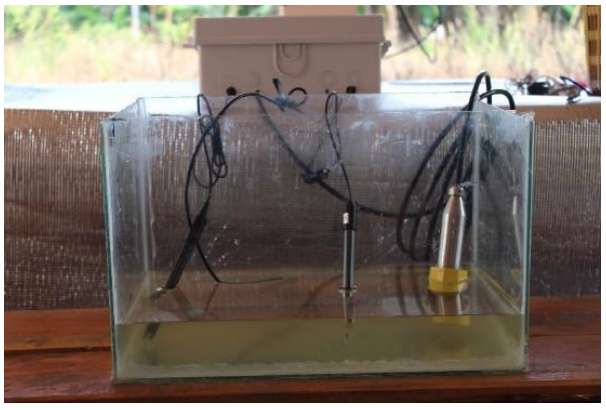
จากการออกแบบสู่การพัฒนาเป็นชิ้นงาน ทางผู้วิจัยได้จัดทำกล่องควบคุมนำไปติดตั้ง ณ คณะเกษตรศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่ แสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การติดตั้งตู้ควบคุมระบบ

การติดตั้งและทดลองเซ็นเซอร์

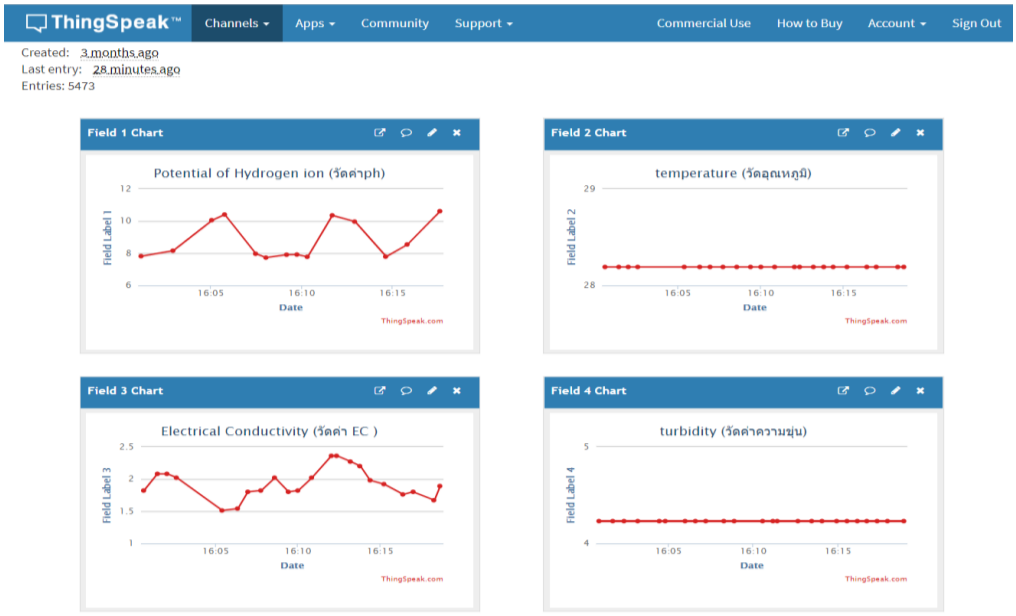
การนำเซ็นเซอร์ของระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล มาทดลอง โดยนำน้ำมาจาก คณะเกษตร สาขาประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่ แสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การทดลองวัดค่าของเซนเซอร์

หน้าจอแสดงการทำงานของระบบ

หน้าจอแสดงจะเป็นการแสดงผลการตรวจสอบระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล บนเว็บไซต์ thingspeak โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆแล้วส่งข้อมูลไปยังคลาวด์แล้วแสดงผลบน DASHBOARD ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 หน้าจอแสดงผลระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบ Real-Time

การบันทึกข้อมูลของระบบ

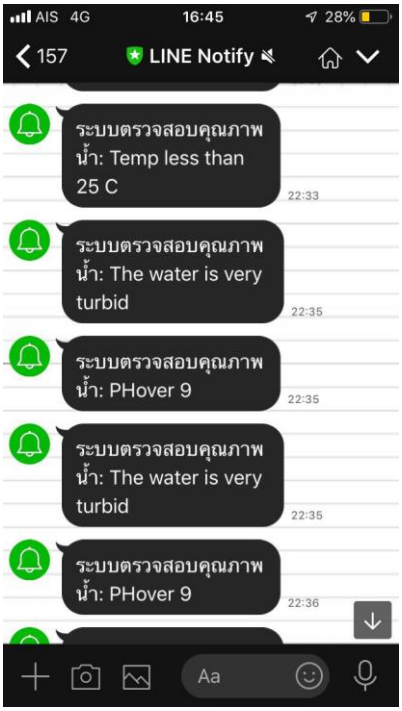
ในหน้านี้จะเป็นการแสดงการบันทึกข้อมูลของระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิลโดยบันทึกลงใน SD CARD โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆแล้วจัดเก็บข้อมูล วันและเวลาและค่าสถานะของเซนเซอร์นั้นเป็นไฟล์ .CSV ลงใน SD CARD ดังภาพที่ 6

created_at	entry_id	PH	temp	EC	turbidity
2019-01-24 15:48:34 +0700	5374	7.82	28.19	1.76	4.23
2019-01-24 15:48:52 +0700	5375	9.09	28.12	1.86	4.23
2019-01-24 15:49:10 +0700	5376	7.88	28.19	2.3	4.23
2019-01-24 15:49:27 +0700	5377	7.61	28.19	2.24	4.23
2019-01-24 15:49:43 +0700	5378	7.61	28.19	2.39	4.23
2019-01-24 15:50:02 +0700	5379	7.61	28.19	2.39	4.23
2019-01-24 15:50:17 +0700	5380	7.61	28.19	1.85	4.23
2019-01-24 15:50:35 +0700	5381	7.61	28.19	1.82	4.23
2019-01-24 15:50:51 +0700	5382	7.61	28.19	1.95	4.23
2019-01-24 15:51:07 +0700	5383	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:51:24 +0700	5384	7.61	28.19	1.98	4.23
2019-01-24 15:51:45 +0700	5385	7.61	28.19	1.85	4.23
2019-01-24 15:52:01 +0700	5386	7.61	28.19	1.92	4.23
2019-01-24 15:52:21 +0700	5387	7.61	28.19	1.85	4.23
2019-01-24 15:52:37 +0700	5388	7.61	28.19	1.85	4.23
2019-01-24 15:52:58 +0700	5389	7.61	28.19	1.85	4.23
2019-01-24 15:53:20 +0700	5390	7.61	28.19	1.82	4.23
2019-01-24 15:53:38 +0700	5391	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:53:56 +0700	5392	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:54:13 +0700	5393	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:54:32 +0700	5394	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:54:49 +0700	5395	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:55:08 +0700	5396	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:55:24 +0700	5397	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:55:45 +0700	5398	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:56:00 +0700	5399	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:56:21 +0700	5400	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:56:42 +0700	5401	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:57:04 +0700	5402	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:57:25 +0700	5403	7.61	28.19	2.08	4.23
2019-01-24 15:57:40 +0700	5404	7.61	28.19	2.08	4.23

ภาพที่ 6 แสดงการบันทึกข้อมูล

การแจ้งเตือนของระบบ

การแจ้งเตือนของระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิลมีระบบคลาวด์และอินเตอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือและบอร์ดอาดุยโน่ โดยบนคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือสามารถตรวจคุณภาพน้ำได้โดยทันทีทันใดได้ทุกที่ที่มีอินเตอร์เน็ต สามารถดูคุณภาพน้ำย้อนหลังได้และระบบจะทำงานตามโปรแกรมที่เขียนไว้โดยมีเซ็นเซอร์ค่า PHและค่าอุณหภูมิและค่าความขุ่นและค่าการนำไฟฟ้า ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำจะแจ้งเตือนเมื่อเงื่อนไขอยู่ในขั้นวิกฤติ ระบบจะแจ้งเตือนผ่าน Application Line ทันที โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆแล้วตรวจสอบเงื่อนไขที่ผู้พัฒนาระบบได้สร้างเงื่อนไขไว้ถ้าค่าสถานะของเซนเซอร์เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนผ่าน Application Line แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การแจ้งเตือนผ่านทางไลน์

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิลเพื่อสร้างระบบสำหรับการตรวจสอบคุณภาพของน้ำอัตโนมัติที่มีการรายงายผลแบบตลอดเวลา (Real – Time) ในบ่อเลี้ยงปลานิลและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลา โดยการเปรียบเทียบในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในรูปแบบเดิมและการตรวจสอบคุณภาพแบบการใช้ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล แสดงได้ดังตาราง 1

ตาราง 1: แสดงผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบเดิมและแบบใหม่

ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบเดิม	ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบใหม่
ตรวจสอบสภาพอากาศ เตรียมอุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบลงบ่อเพื่อเก็บน้ำมาวิเคราะห์ วิเคราะห์น้ำ รอผลการวิเคราะห์ บันทึกข้อมูล	เข้าสู่ Thing Speak เพื่อดูผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

แสดงผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบเดิมและแบบใหม่ ปรากฏว่าจากการใช้การระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบเดิมต้องใช้เวลาในการตรวจสอบสภาพอากาศ เตรียมอุปกรณ์ ลงบ่อเพื่อเก็บน้ำมาวิเคราะห์จากนั้นก็วิเคราะห์น้ำ รอผล และบันทึกข้อมูลแต่เมื่อใช้ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบใหม่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทำหลายขั้นตอนเหมือนแบบเดิม เพราะระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบใหม่สามารถตรวจสอบได้ทันทีและตลอดเวลา จากการใช้ระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาสามารถช่วยลดเวลาและลดค่าใช้จ่าย จากระบบเดิม

ตาราง 2: ผลการประเมินจากความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบเดิม	ค่าเฉลี่ย
ความสามารถในการทำงานแบบอัตโนมัติความสามารถในการทำงานของระบบโดยรวม	4.75
ความถูกต้องในการทำงานของเซนเซอร์	5.00
ความถูกต้องในการแจ้งสถานะของไฟ LED	4.25
ความถูกต้องในการเตือนผ่านระบบไลน์	5.00
ความถูกต้องของระบบในภาพรวม	4.75
ระบบมีประโยชน์ต่อการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	4.25
ระบบมีประโยชน์ต่อผลผลิตทางการเกษตรชนิดอื่นๆ	5.00
เฉลี่ย	-
รวม	33.00

ผลการประเมินจากระยะเวลาในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ สามารถช่วยลดเวลาได้และจากการสำรวจแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.87 ซึ่งผลการประเมินดังกล่าวของระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลานิล ครั้งนี้จะเป็นประโยชน์เพื่อใช้ในการพัฒนาต่อยอดระบบต่อไป

ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติแบบ Real – Time ในบ่อปลาเพื่อสร้างระบบสำหรับการตรวจสอบคุณภาพของน้ำอัตโนมัติที่มีการรายงายผลแบบตลอดเวลา (Real – Time) ในบ่อเลี้ยงปลานิลและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อปลาว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับใดโดยระบบจะทำการรับค่าผ่านเซนเซอร์แต่ละตัวหลังจากนั้นส่งข้อมูลขึ้นคลาวด์และการแสดงผลต่างๆผ่านระบบอินเตอร์เน็ตที่สามารถจะดูค่าต่างๆจากคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน และค่าคุณภาพน้ำทั้งหมดจะบันทึกผลใน SD card ในรูปแบบไฟล์ Excel เป็นการสำรองและบันทึกข้อมูลที่สามารถดูย้อนหลังได้ และระบบจะมีการแจ้งเตือนในกรณีที่ค่าคุณภาพน้ำเริ่มต่ำกว่าที่กำหนดโดยออกแบบให้ระบบทำการแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชั่นไลน์ของสมาร์ทโฟนให้ผู้ใช้ทราทราบทันทีและระบบสามารถวัดค่าของน้ำและแสดงค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำ สามารถเตือนผู้ดูแลผ่านแอพพลิเคชั่นไลน์เมื่อ

คุณภาพน้ำในบ่ออยู่ในขั้นต่ำและขั้นวิกฤติ ด้านของระบบสามารถลดเวลาและแรงงานของการตรวจสอบคุณภาพน้ำลงทั้งหมด การตรวจสอบคุณภาพน้ำจะมีมาตรฐานเที่ยงตรงตลอดเวลาของการตรวจสอบ เมื่อเทียบกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำในรูปแบบเดิมที่ใช้แรงงานในการทดสอบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเกษตร สาขาประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่ ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ ในการทำการทดลองระบบตลอด ให้ความรู้และคำปรึกษาเรื่องการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

เอกสารอ้างอิง

[1] คุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงปลานิล [Online]. https://www.fisheries.go.th/if-ubon_amnat/web2/images/downloads/21081.pdf ,22 พฤศจิกายน 2560.

[2] คุณภาพนำในการเลี้ยง - การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำby Thanisa [Online]. https://sites.google.com/site/karpheaaleiyngsatwnabythanisa/khunphaph-na-ni-kar-leiyng ,21 พฤศจิกายน 2560.

[3] Arduino node mcu [Online]. https://www.arduinoall.com/product/507/arduino- node mcu , 7 สิงหาคม 2561.

[4] น้ำกับการเลี้ยงปลา [Online]. http://www.pcffarm.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=540025943&Ntype=17 , 3 ธันวาคม 2560.

[5] Praphas เครื่องมือเขียนโปรแกรม ArduinoIDE. [Online]. http://praphas.com/index.php/arduino-2-sketch ,22 ตุลาคม 2560.

[6] sangchaimeter เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ [Online]. https://www.sangchaimeter.com/product_list , 3 ธันวาคม 2560.

[7] thingspeak [Online]. https://thingspeak.com ,21 พฤศจิกายน 2560.

[8] Cloud Computing [Online]. https://www.it24hrs.com/2015/cloud-computing-and-cloud-definition, 21 ธันวาคม 2560.

การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันระบบจัดการพนักงาน กรณีศึกษา บริษัทเดฟแมน

Mobile Application Development of Human Management: A Case Study of DevMan

*ชยุตม์ สุดสวาท[1], ศิรภัสสร แสงแก้ว[1], พรพิมล บุตรเพชร[1], วรรัตน์ จงไกรจักร[2]

*Chayut Sudsawart [1], Sirapatsorn Sangkaew[1], Phonphimon Butphetr[1],Worrarat Jongkraijak[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันระบบจัดการพนักงานและเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบจัดการพนักงาน โดยการพัฒนาได้ดำเนินการตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) โดยพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา PHP HTML CSS และ IONIC ร่วมกับฐานข้อมูล MySQL ระบบจัดการพนักงานช่วยเพิ่มความพึงพอใจในทำงานด้านการบริหารจัดการและความสะดวกให้กับผู้บริหารและพนักงาน ซึ่งใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ จากกลุ่มตัวอย่างคือผู้ดูแลระบบหรือผู้บริหาร 1 คนและพนักงาน 9 คน ผลการประเมินพบว่าความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์และการนำไปใช้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.60 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านการทำงานของระบบและความถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.52 และลำดับที่สามเป็นด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบส่วนของผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.42 จัดอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : ระบบจัดการพนักงาน, การพัฒนาแอปพลิเคชัน, โมบายแอปพลิเคชัน

[1]นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

*ชยุตม์ สุดสวาท, E-mail: s5913805109@pkru.ac.th

ABSTRACT

The objective of this research is to develop an employee management system application and to study user satisfaction with the employee management application. The development is carried out in accordance with the System Development Life Cycle, using PHP, HTML, CSS and IONIC programs in conjunction with the MySQL database. The employee management system enhances managerial satisfaction and convenience for managers and employees. Which use the satisfaction questionnaire The sample consisted of 1 administrator and 9 employees. The results show that the opinions of users of the system are satisfied with the benefits and the use, with an average of 4.60, at the highest level of satisfaction. Next is the system operation and accuracy. With an average of 4.52 and the third is the design and formatting of the user section With an average of 4.42, at the highest level

Keywords: Employee Management, Application development, Mobile application

บทนำ

ในปัจจุบันความก้าวล้ำของเทคโนโลยีได้พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น มีการนำเทคโนโลยีต่างๆมาใช้ เพื่อช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาองค์กรเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นองค์กรขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนได้นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารงานจัดการภายในและภายนอกองค์กรธุรกิจ หน่วยงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรบุคคลเป็นหน่วยงานหนึ่งที่สำคัญต่อองค์กรทุกองค์กรทำหน้าที่ควบคุมดูแลเรื่องการเข้าทำงาน การขาด การลา ฯลฯ ของพนักงาน รวมทั้งจัดทำและส่งแบบรายงานสรุปเวลาเข้า - ออกงาน วันลางานของพนักงานในแต่ละหน่วยงานให้กับเจ้าหน้าที่รับผิดชอบทุกเดือน ทุกรอบการประเมินและทุกปี เพื่อรวบรวม สรุป รายงานผลต่อองค์กรและจัดส่งข้อมูลไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น แผนกการเงินและบัญชี หรือจัดส่งไปยังผู้บริหารเพื่อใช้เป็นข้อมูลประเมินผลงานประจำปี และอื่น ๆ

บริษัทเดฟแมน เป็นบริษัทที่ให้บริการเกี่ยวกับการติดตั้งกล้องวงจรปิด ติดตั้งจานดาวเทียม วางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและซ่อมคอมพิวเตอร์ออนไซต์ งานส่วนมากจะเป็นงานนอกสถานที่ โดยเจ้าของบริษัทจะแบ่งงานให้พนักงาน ไปทำงานนอกสถานที่ จึงเกิดปัญหาการลงเวลาเข้า – ออกงานที่ลำบากและล่าช้าเดิมพนักงานต้องเสียเวลาไปลงเวลาเข้า – ออกงานที่บริษัทก่อนจะไปสถานที่ทำงาน ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน รวมทั้งการ

จัดเก็บข้อมูลไม่เป็นระบบ ซึ่งปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดความผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ทำให้การจัดเก็บข้อมูลไม่มีความเป็นระบบ

ด้วยเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบจัดการพนักงาน มาช่วยในการจัดการข้อมูลต่างๆ จึงเป็นระบบที่ทำให้พนักงานและเจ้าของธุรกิจมีการทำงานที่ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยพนักงานสามารถลงเวลาเข้า - ออกงานผ่านระบบ ลาผ่านระบบ และยังสามารถตรวจสอบงานผ่านระบบได้ ง่ายและสะดวกในการใช้งานทั้งพนักงานและเจ้าของธุรกิจและจัดทำรายงานสรุปได้อย่างรวดเร็วและมีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันระบบจัดการพนักงาน กรณีศึกษาบริษัทเดฟแมน
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านความพึงพอใจของโมบายแอปพลิเคชันระบบจัดการพนักงาน กรณีศึกษาบริษัทเดฟแมน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการทำงาน ดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโมบายแอปพลิเคชั่น

Sukanya.d.(2561) ได้แบ่งประเภทของโมบายแอปพลิเคชั่นได้ 3 ประเภท ดังนี้

1.1 เนทีพ แอปพลิเคชัน (Native Application) แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนามาด้วย Library (ไลบรารี่) หรือ SDK (เอส ดี เค) เป็นเครื่องมือที่เอาไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน ของ OS Mobile (โอ เอสโมบายล์) โดยเฉพาะ อาทิ Android (แอนดรอยด์) ใช้ Android SDK, IOS ใช้ Objective c, Windows Phone ใช้ C# เป็นต้น

1.2 ไฮบริด แอปพลิเคชัน Hybrid Application แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการให้สามารถรันบนระบบปฏิบัติการได้ทุก OS โดยใช้ Framework เข้าช่วย เพื่อให้สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ

1.3 เว็บ แอปพลิเคชัน Web Application แอปพลิเคชันที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็น Browser สำหรับการใช้งานเว็บเพจต่างๆ ถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผลของสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต ซึ่งทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น และผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่านอินเตอร์เน็ตและอินทราเน็ตในความเร็วต่ำได้อีกด้วย

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไอออนิคเฟรมเวิร์ค

Ionic Framework เป็นเครื่องมือในการสร้าง HTML , CSS และ JavaScript เพื่อใช้ในการสร้าง Mobile Application ซึ่งสามารถใช้งานได้ค่อนข้างง่าย อีกทั้งมีการใช้ Command-line interface (CLI) เข้ามาช่วยในการจัดการดูแลบริการต่างๆ ในการสร้างหน้า หรือ การติดตั้งให้ง่ายขึ้น

Ionic Framework เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา Mobile Application แบบ Hybrid หรือ "Hybrid App หรือ Hybrid Mobile App" ที่สามารถสร้างที่เดียวใช้งานได้หลายระบบปฏิบัติการ ซึ่งก็จะใช้งานร่วมกับ Framework ตัวอื่นๆ ด้วย คือ Angular และ Apache Condova ในตอนสุดท้ายเพื่อให้ทั้งแอพที่เขียนมาใช้ได้กับทุกระบบปฏิบัติการ เป็นต้น (ภาณุพงศ์ ศุภะรัชฎเดช, 2018)

3. การเขียนโปรแกรมบน Android

แอนดรอยด์จะใช้โครงสร้างของภาษาจาวาในการพัฒนาเป็นหลัก และในการเขียนโปรแกรมจะมี API Library ที่ถูกพัฒนาสำหรับแอนดรอยด์ให้เลือกใช้มากมาย เช่น API Library ที่ช่วยจัดการเกี่ยวกับพวกกราฟฟิกการออกแบบมัลติมีเดียหรือ API Libraryที่เกี่ยวข้องกับ GPS,Bluetooth , EDGE , 3G , WIFIหรือSQLiteที่จะเข้ามาจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล

4. ความรู้เกี่ยวกับ GPS บนโมบายแอปพลิเคชัน

GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ย่อมาจากคำว่า Global Positioning System ซึ่งระบบ GPS ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนอวกาศ ส่วนควบคุม ส่วนผู้ใช้งาน

GPS บนสมาร์ทโฟน

4.1 ใช้นำทาง : เปิดมาข้อแรกก็คงไม่พ้นกับการใช้นำทางไปในสถานที่ที่เราจะไป (มันจะบอกตำแหน่งที่เราต้องการค้นหาและยังมีรายละเอียดของสถานที่รอบตัว (ทั้งเวลาที่จะไปถึง, ระยะทาง, เส้นทางรถโล่ง, เส้นทางรถติด) โดยใช้แอปพลิเคชันสุดฮิตอย่าง Google Maps และ Apple Maps (บน iPhone / iPad)

4.2 ใช้ค้นหาสมาร์ทโฟน : แน่นอนว่ามือถือทุกเครื่องในสมัยนี้ก็ย่อมมี GPS ติดเครื่องอยู่เสมอ แอปพลิเคชันค้นหาเครื่องก็เป็นหนึ่งในประโยชน์ที่จะได้ใช้ความสามารถเต็ม ๆ ของจีพีเอสได้เหมือนกันครับ เพราะมันจะระบุตำแหน่งของเครื่องที่เราเปิดตำแหน่งไว้ล่าสุด เพื่อเป็นเบาะแสในยามฉุกเฉินเวลาสมาร์ทโฟนหายไป

4.3 ใช้ค้นหาสถานที่ : บนสมาร์ทโฟน Samsung Galaxy นั้นจะมีฟีเจอร์เด็ดอย่าง Bixby Vision ที่ไว้ใช้ค้นหาสถานที่ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ร้านอาหาร, ร้านกาแฟ, ห้างสรรพสินค้า หรือสถานที่สำคัญ ได้แบบเรียลไทม์

4.4 ใช้ในกรณีมีเหตุฉุกเฉิน : ส่ง Location ณ ตำแหน่งที่เราอยู่ไปให้คนที่เราต้องการขอให้ช่วยเหลือได้ทันที ไม่ว่าจะเป็นในแอปพลิเคชัน LINE, Facebook Messenger, Google Maps และอีกมากมายก็

สามารถส่งตำแหน่งที่เราอยู่ได้แบบเรียลไทม์ แต่ทั้งนี้ก็ต้องใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตไร้สายอย่าง Wi-Fi หรือ 4G เพื่อความแม่นยำด้วย

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นาตภา ไทยธวัช (2550) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารทรัพยากรมนุษย์และประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน กรณีศึกษา บริษัทกระจกพีเอ็มเค-เซ็นทรัล จำกัด โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นหัวหน้าและพนักงานของบริษัท จำนวน 248 คน พบว่าในการบริหารงานทรัพยากรมนุษย์และประสิทธิภาพนั้น มีความสัมพันธ์อยู่ในทิศทางเดียวกัน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าทรัพย์กรมนุษย์มีความสัมพันธ์สูงองค์กรมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพัฒนาการบริหารงานบุคคลให้มีการปรับสภาพเพื่อความอยู่รอดขององค์การ

สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิล (2554) ได้วิจัยเรื่อง แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน โดยแนวโน้มการใช้งานสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนา Mobile Application และเทคโนโลยีของตัวเครื่องโทรศัพท์จากค่ายผู้ผลิตโทรศัพท์ โดยเฉพาะการพัฒนาต่อยอดแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ของบริษัทต่าง ๆ ที่แข่งขันกัน เพื่อชิงความเป็นหนึ่งในตลาดด้าน Mobile Application และด้วยแอปพลิเคชันที่เพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่มีแนวโน้มใช้โปรแกรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

นายศุภชัย ธรรมวงศ์ (2551) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบบริหารจัดการข้อมูลบนเว็บไซต์สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงเว็บไซต์สำนักงานฯ ให้เป็นแหล่งเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร และเป็นเครื่องมือในการทำงาน โดยใช้ภาษาพีเอชพี และโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลเว็บไซต์แบ่งได้ 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนของเจ้าหน้าที่และบุคคลทั่วไป และส่วนระบบบริหารจัดการข้อมูล เป็นส่วนของผู้ดูแลระบบและผู้รับผิดชอบจากแต่ละหน่วยงาน ให้บริการข้อมูลได้แก่ ข้อมูลวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ การจัดการข้อมูลประชากร การจัดอันดับสถานการณ์โรคติดต่อ การจัดการข้อมูลบุคลากร บทความ ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจ มีความพึงพอในระดับดีสรุปได้ว่าเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

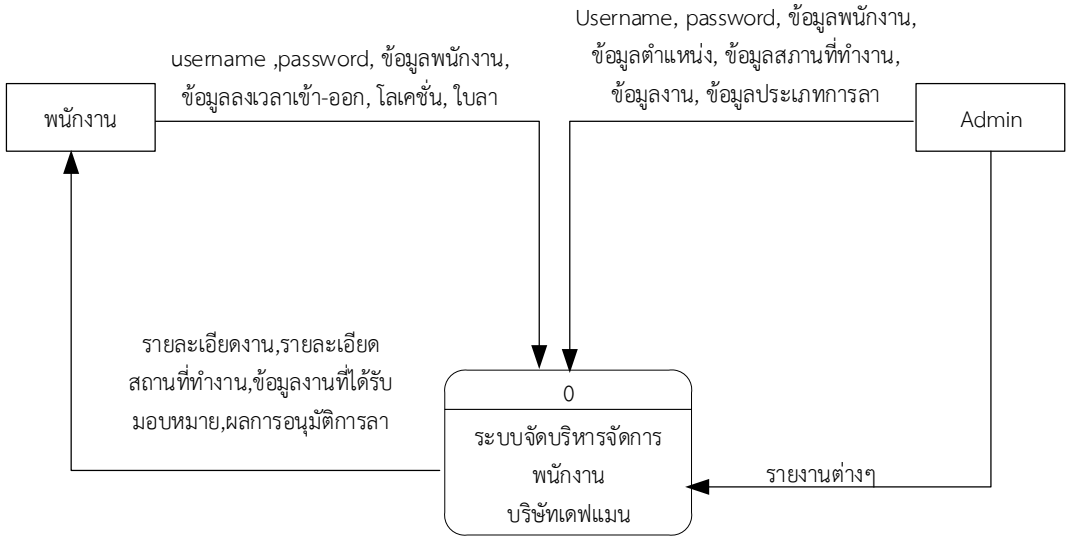
สรุปได้ว่าการนำระบบจัดการพนักงานมาใช้งานในการบริหารจัดการพนักงานทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วและมีความเป็นระบบ ทำให้การประสานงานระหว่างเจ้าของบริษัทกับพนักงานที่ดีขึ้นกว่าระบบงานแบบเดิม และสามารถพัฒนาระบบในการลงเวลาเข้างาน การลางาน การมอบหมายงานและการออกรายงานที่เป็นระบบเพิ่มเติมเข้ามาในระบบใหม่

วิธีดำเนินการวิจัย

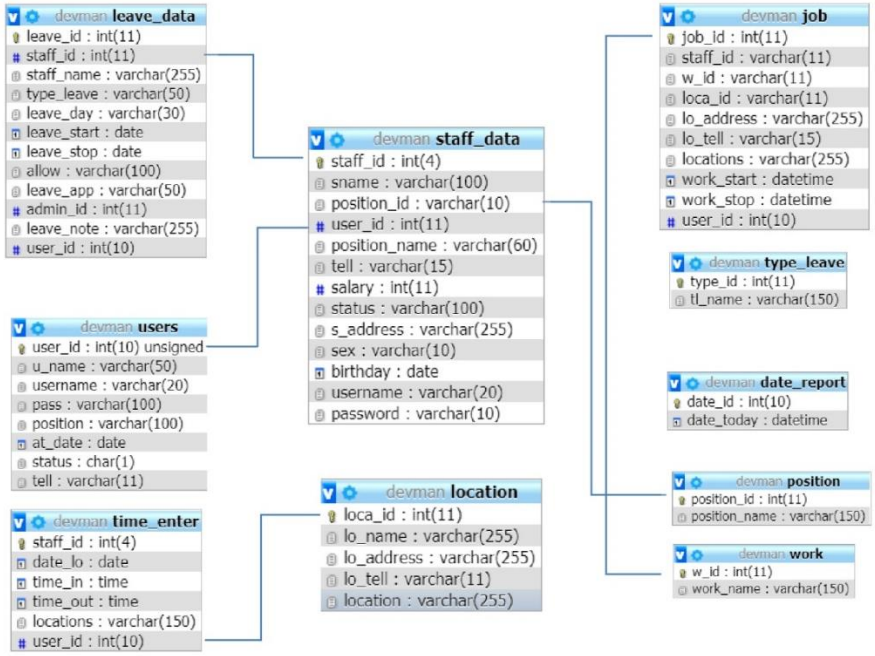
การพัฒนาระบบจัดการพนักงาน กรณีศึกษา บริษัทเดฟแมน มีลักษณะการดำเนินงานดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ระบบ โดยการสัมภาษณ์กับเจ้าของกิจการของบริษัทเดฟแมน และรวมไปถึงพนักงานของบริษัทเดฟแมน งานส่วนมากจะเป็นงานนอกสถานที่ โดยเจ้าของบริษัทจะแบ่งงานให้พนักงาน ไปทำงานนอกสถานที่ จึงเกิดปัญหาการลงเวลาเข้า – ออกงานที่ลำบากและล่าช้าเดิมพนักงานต้องเสียเวลาไปลงเวลาเข้า – ออกงานที่บริษัทก่อนจะไปสถานที่ทำงาน ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน รวมทั้งการจัดเก็บข้อมูลไม่เป็นระบบ ซึ่งปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดความผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ทำให้การจัดเก็บข้อมูลไม่มีความเป็นระบบ หลังจากได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อกำหนดขอบเขตการทำงานของระบบทั้งหมด ได้วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อนำไปออกแบบระบบการจัดการพนักงาน โดยการเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนาให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำ จากการสัมภาษณ์เจ้าของกิจการและรวมไปถึงพนักงานของบริษัทเดฟแมน โดยนำระบบมาใช้ในการทำงานร่วมกันของเจ้าของกิจและพนักงานบริษัทเดฟแมน

2. การออกแบบโมบายแอพพลิเคชัน ได้ออกแบบแผนภาพกระแสข้อมูล (Context Diagram) ดังตัวอย่างในภาพที่ 1 ที่แสดงการทำงานของพนักงาน และผู้ดูแลระบบ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของพนักงานบริษัทเดฟแมนเป็นหลัก โดยเน้นความสะดวก และการใช้งานที่ง่าย เพื่อตอบสนองกับความต้องการในการใช้งาน

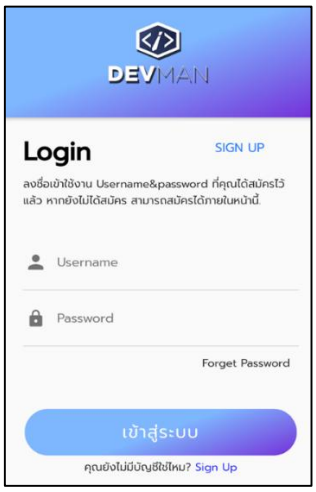


ภาพที่ 1 แผนภาพบริบทของ (Context Diagram) ระบบจัดการพนักงาน



ภาพที่ 2 แผนภาพ ER Diagram ของระบบจัดการพนักงาน

3. การพัฒนาโมบายแอพพลิเคชัน ออกแบบหน้าจอด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop ได้มีการพัฒนาโมบายแอพพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรมภาษา PHP HTML CSS และ IONIC ร่วมกับฐานข้อมูล ซึ่งได้ผลลัพธ์การพัฒนาโปรแกรมเป็นดังรูปต่อไปนี้



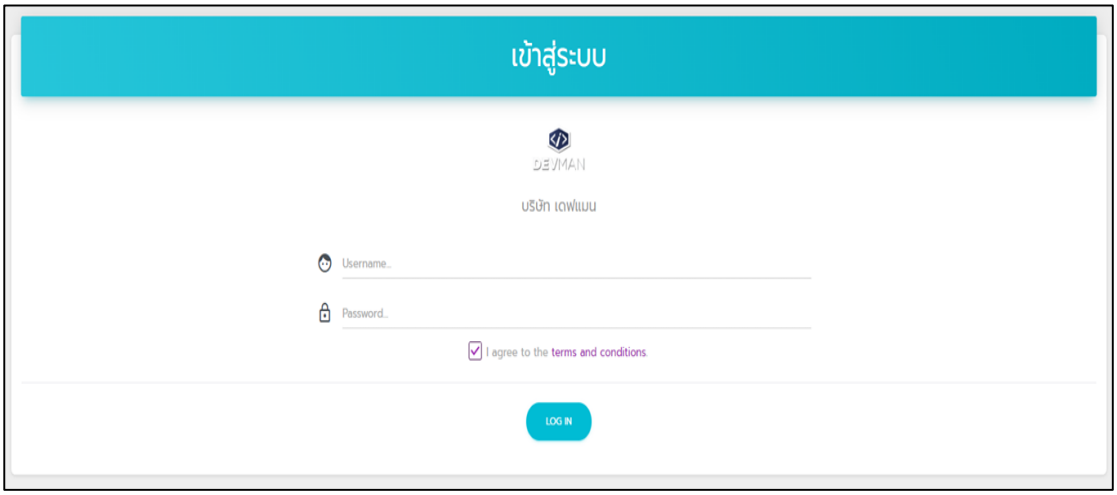
ภาพที่ 3 ภาพหน้าจอ หน้าเข้าสู่ระบบของพนักงานผ่านระบบจัดการพนักงาน



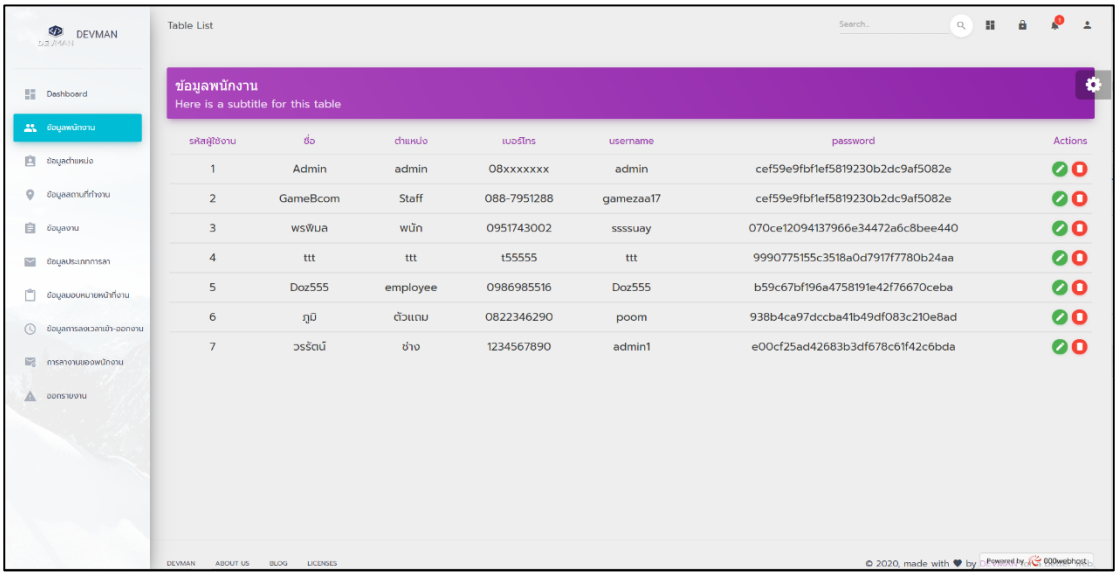
ภาพที่ 4 ภาพหน้าจอการลงเวลาเข้า - ออกงานของพนักงาน ผ่านระบบจัดการพนักงาน



ภาพที่ 5 ภาพหน้าจอการลางานของพนักงาน ผ่านระบบจัดการพนักงาน



ภาพที่ 6 ภาพหน้าจอ หน้าเข้าสู่ระบบของแอดมินผู้ดูแลระบบจัดการพนักงาน



ภาพที่ 7 ภาพหน้าจอ แสดงระบบจัดการส่วนของแอดมิน

จากภาพที่ 7 แสดงระบบจัดการส่วนของแอดมิน โดยแสดงรายละเอียดระบบออกเป็น 9 ส่วนหลักๆ ได้แก่ 1.ข้อมูลพนักงาน 2.ข้อมูลตำแหน่ง 3.ข้อมูลสถานที่ทำงาน 4.ข้อมูลงาน 5.ข้อมูลประเภทการลา 6.ข้อมูลมอบหมายหน้าที่งาน 7.ข้อมูลการลงเวลาเข้า-ออกงาน 8.การลางานของพนักงาน 9.ออกรายงานต่างๆ

4. การประเมินประสิทธิภาพด้านความพึงพอใจของโมบายแอพพลิเคชัน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและด้านการบริหารงานบุคคล จำนวน 1 คน ประเมินผู้ใช้งานระบบ 9 คน เป็นพนักงาน

ผลการประเมินผล

ตารางที่ 1 แสดงผลประเมินการใช้งานระบบด้านการทำงานของระบบและความถูกต้อง

ด้านการทำงานของระบบและความถูกต้อง	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.1 ระบบมีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ	4.70	0.483	มากที่สุด
1.2 การกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานระบบที่ปลอดภัย	4.70	0.483	มากที่สุด
1.3 การปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน	4.50	0.527	มากที่สุด
1.4 ระบบมีฟังก์ชันการใช้งานที่ครอบคลุม	4.50	0.527	มากที่สุด
1.5 ระบบมีการตอบสนองต่อการใช้งานที่รวดเร็ว	4.20	0.421	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.52	0.488	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการทำงานของระบบและความถูกต้องระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.52 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านระบบมีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือและด้านการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานระบบที่ปลอดภัยมากที่สุด ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.70 รองลงมาคือด้านการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันและระบบมีฟังก์ชันการใช้งานที่ครอบคลุมและด้านระบบมีการตอบสนองต่อการใช้งานที่รวดเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ย 4.50 และ 4.20 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลประเมินการใช้งานระบบด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบส่วนของผู้ใช้

ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบส่วนของผู้ใช้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
2.1 การออกแบบสวยงามและน่าสนใจ	4.40	0.516	มากที่สุด
2.2 การจัดรูปแบบเมนูง่ายต่อการใช้งาน	4.70	0.483	มากที่สุด
2.3 สีสันที่ใช้มีความเหมาะสม	4.40	0.516	มากที่สุด
2.4 รูปแบบตัวอักษรและขนาดตัวอักษรง่ายต่อการอ่าน	4.40	0.516	มากที่สุด
2.5 คำอธิบายและการแจ้งเตือนมีความเหมาะสม	4.20	0.421	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.42	0.490	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบส่วนของผู้ใช้ระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.42 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการจัดรูปแบบเมนูง่ายต่อการใช้งานมากที่สุด ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.70 รองลงมาคือด้านการออกแบบสวยงามและน่าสนใจและสีสันที่ใช้มีความเหมาะสมและด้านรูปแบบตัวอักษรและขนาดตัวอักษรง่ายต่อการอ่านโดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 และ 4.20 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงผลประเมินการใช้งานระบบด้านประโยชน์และการนำไปใช้

ด้านประโยชน์และการนำไปใช้	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3.1 ระบบที่พัฒนามีประโยชน์ต่อองค์กร	4.70	0.483	มากที่สุด
3.2 ระบบสามารถนำไปใช้ได้จริงในองค์กร	4.70	0.483	มากที่สุด
3.3 ระบบสามารถทำงานได้ตรงความต้องการ	4.60	0.699	มากที่สุด
3.4 มีความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.40	0.516	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.60	0.545	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านด้านประโยชน์และการนำไปใช้ระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านระบบที่พัฒนามีประโยชน์ต่อองค์กรและระบบสามารถนำไปใช้ได้จริงในองค์กรมากที่สุด ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.70 รองลงมาคือด้านระบบสามารถทำงานได้ตรงความต้องการและด้านมีความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชันโดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 และ 4.40 ตามลำดับ

5. ทดลองใช้ระบบเมื่อได้ระบบที่สมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยได้ให้ผู้ใช้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบโดยให้ประเมินความพึงพอใจ จำนวน 10 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่ผู้ดูแลระบบหรือผู้บริหาร 1 คน และพนักงาน 9 คน ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่าความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์และการนำไปใช้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.60 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการทำงานของระบบและความถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.52 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบส่วนของผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.42 ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการศึกษาและพัฒนาโมบายแอพลิเคชันระบบจัดการพนักงานของบริษัทเดฟแมน ผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. จากการพัฒนาระบบการจัดการพนักงาน กรณีศึกษา บริษัทเดฟแมน ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ กล่าวคือ พนักงานสามารถลงเวลาเข้า-ออกงานผ่านระบบได้ สามารถดูหน้าที่งานที่ได้รับมอบหมายและพนักงานสามารถลางานผ่านระบบได้ การทำงานเป็นไปตามลำดับขั้นตอนมีความเป็นระบบ และในส่วนของผู้ดูแลระบบเจ้าของกิจการสามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข และค้นหา ข้อมูลของพนักงาน ตรวจสอบข้อมูลการลางาน การเข้า - ออกงานของพนักงานได้อย่างสะดวก สามารถแสดงรายงานต่างๆของพนักงานได้

2. จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบการจัดการพนักงาน กรณีศึกษา บริษัทเดฟแมน พบว่า ผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์และการนำไปใช้มากที่สุด รองลงมาได้แก่ การทำงานของระบบและความถูกต้อง การออกแบบและการจัดรูปแบบ ตามลำดับ

ระบบจัดการพนักงาน กรณีศึกษา บริษัทเดฟแมน ผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามซึ่งได้ทราบถึงปัญหาในการจัดการพนักงานที่บกพร่องเป็นสาเหตุให้การทำงานไม่เป็นไปตามระบบ ซึ่งเดิมงานส่วนมากจะเป็นงานนอกสถานที่ โดยเจ้าของบริษัทจะแบ่งงานให้พนักงาน ไปทำงานนอกสถานที่ จึงเกิดปัญหาการลงเวลาเข้า – ออกงานที่ลำบากและล่าช้าเดิมพนักงานต้องเสียเวลาไปลงเวลาเข้า – ออกงานที่บริษัทก่อนจะไปสถานที่ทำงาน ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน รวมทั้งการจัดเก็บข้อมูลไม่เป็นระบบ ซึ่งปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดความผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ทำให้การจัดเก็บข้อมูลไม่มีความเป็นระบบ แต่เมื่อนำระบบการจัดการพนักงานที่พัฒนาเข้ามาทดแทนการใช้งานแบบเดิม ซึ่งสอดคล้องกับ นาตภา ไทยธวัช (2550) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารทรัพยากรมนุษย์และประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน กรณีศึกษา บริษัทกระจกพีเอ็มเค-เซ็นทรัล จำกัด โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นหัวหน้าและพนักงานของบริษัท จำนวน 248 คน พบว่าในการบริหารงานทรัพยากรมนุษย์และประสิทธิภาพนั้น มีความสัมพันธ์อยู่ในทิศทางเดียวกัน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าทรัพย์กรมนุษย์มีความสัมพันธ์สูงองค์กรมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพัฒนาการบริหารงานบุคคลให้มีการปรับสภาพเพื่อความอยู่รอดขององค์การ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิล (2554) ได้วิจัยเรื่อง แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน โดยแนวโน้มการใช้งานสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนา Mobile Application และเทคโนโลยีของตัวเครื่องโทรศัพท์จากค่ายผู้ผลิตโทรศัพท์ โดยเฉพาะการพัฒนาต่อยอดแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ของบริษัทต่างๆ ที่แข่งขันกัน เพื่อชิงความเป็นหนึ่งในตลาดด้าน Mobile Application และด้วยแอปพลิเคชันที่เพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่มีแนวโน้มใช้โปรแกรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษา ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ของระบบจัดการพนักงาน พบว่า ความพึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบส่วนของผู้ใช้ ควรปรับเปลี่ยนฟอนต์ให้อ่านง่ายและเข้าใจมากกว่านี้ เช่น เปลี่ยนฟอนต์และขนาดให้ง่ายต่อการอ่าน

2. ความพึงพอใจในด้านคำอธิบายและการแจ้งเตือนมีความเหมาะสม ควรมีการเพิ่มปริมาณของเนื้อหาให้มีความชัดเจนมากกว่านี้และควรจัดความเหมาะสมของข้อมูลให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยต่อการใช้งานด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบจัดการพนักงานให้สะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการใช้งาน ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ประกอบการของบริษัทเดฟแมน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้

การดำเนินการวิจัยมิอาจสำเร็จลุล่วงไปได้หากปราศจากความร่วมมือของคณาจารย์ในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนการใช้อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ต่างๆ ในการพัฒนาระบบ รวมถึงสถานที่ในการดำเนินการจัดทำวิจัยจนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะอบรมเลี้ยงดูตลอดจนส่งเสริมการศึกษาและให้กำลังใจเป็นอย่างดีอีกทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือด้วยดีเสมอมและขอขอบพระคุณเจ้าของเอกสารและงานวิจัยทุกท่าน ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำมาอ้างอิงในการทำวิจัยจนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

นาตภา ไทยธวัช (2550). ความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารทรัพยากรมนุษย์และประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน กรณีศึกษาบริษัท กระจกพีเอ็มเค – เซ็นทรัล จำกัด" วิทยานิพนธ์ปริญญา

สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิล (บทคัดย่อ : 2554). แนวโน้มการใช้โมบายแอพพลิเคชั่น Usage trend of mobile application" วารสารนักบริหาร

ศุภชัย ธรรมวงศ์ (2551). การพัฒนาระบบบริหารจัดการข้อมูลบนเว็บไซต์สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดแม่ฮ่องสอน

เอกชัย อภิศักดิ์กุล, กิตติพันธ์ คงสวัสดิ์ และจตุพร เลิศล้า. (2551). การวิจัยธุรกิจ พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เพียร์สันเอ็ดดูเคชั่น อินโดไชนา.

Sukanya.d.(2561). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ MOBILE APPLICATION .(Online) https://www.wynnsoft-solution.com/บทความ/What-are-the-different-types-of-applications, 1 กันยายน 2562

ภาณุพงศ์ ศุภะรัชฎเดช. (2018).ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Ionic framework .(Online) https://www.imwritingrich.com/what-is-ionic-framework/,20 ตุลาคม 2562.

การเขียนโปรแกรมบน Android .(Online) https://www.thaicreate.com/mobile/android-java-syntax-eclipse.html ,20 ตุลาคม 2562

ความรู้เกี่ยวกับ GPS .(Online) https://www.global5thailand.com/thai/gps.htm,15 พฤศจิกายน 2562

GPS บนโมบายแอปพลิเคชัน.(Online) https://www.whatphone.net/article/all-about-gps, 02 ธันวาคม 2562.

การรายงานระดับน้ำแบบ Real-time และการเตือนน้ำท่วมอัตโนมัติ

Water level real-time monitoring and automatic flood warning

ประเสริฐ นนทกาญจน์[2],พัชราวรรณ มณีเกิด[1] และ คมศร แสงจันทร์แก้ว[1*]

Prasert Nonthakarn[2] , Patcharawan Maneekerd[1] , Komsorn Saengjunkaew[1*]

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วม มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและทดสอบ ประสิทธิภาพการทำงานของระบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วมสำหรับชุมชน โดยวงจรควบคุมจะรับ อินพุตมาจากวงจรเซ็นเซอร์ซึ่งมีคุณสมบัติในการวัดอัตราการไหลของน้ำและวัดปริมาณของน้ำ จากนั้นจะทำการประมวลผล โดยการทำงานของระบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วมสำหรับชุมชนนี้จะ ประกอบกันทั้งภาคส่งและภาครับ ซึ่งวงจรควบคุมจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล

การทำงานของระบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วมสำหรับชุมชนนั้นเซ็นเซอร์เป็นตัวรับข้อมูล ผ่านการวัดระดับการไหลของน้ำที่มีอัตราความเร็วในการไหลของน้ำ โดยข้อมูลที่รับเข้าจะถูก ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผล ซึ่งผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมขึ้นมาสำหรับใช้ ทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ เมื่อระบบได้ทำการทดสอบเงื่อนไขแล้วเป็นจริงระบบก็จะแสดง สถานะต่างๆ ออกมา ซึ่งได้กำหนดสถานะ การแสดงผลไว้ 3 สถานะด้วยกันคือ สถานะที่ 1 จะ แสดงไฟสีแดงพร้อมเสียง แสดงว่า ให้ประชาชนรอพยพหรือย้ายไปอยู่ในที่ที่ปลอดภัย สถานะที่ 2 จะ แสดงไฟสีเหลืองนั้นจะแสดงว่าให้ประชาชนเตรียมพร้อม สถานะที่ 3 จะแสดงไฟสีเขียว นั้นจะแสดงว่าให้ประชาชนเฝ้าระวัง

ผลการออกแบบและสร้างระบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วมสำหรับชุมชนนี้ จากผลการทดสอบ ประสิทธิภาพการทำงาน ปรากฏว่าระบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วมสำหรับชุมชนสามารถแสดง สถานการณ์แสดงของไฟและเสียงเป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ได้ถูกต้องและน่าเชื่อถือ

คำสำคัญ : การพัฒนา , ระบบ , เตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า

---

[1] นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2] อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

*ingmaneekerd@gmail.com

Abstract

Development of flood warning simulation system The objective is to design and test The performance of flood simulation month simulation system for communities Which the control circuit will receive The input comes from the sensor circuit which has the ability to measure the water flow rate and the amount of water. Then will process By working on a flood warning simulation system for this community will Combined both the sending and receiving sectors In which the control circuit uses microcontrollers to process.

Input unit of Flood warning modeling system for community was sensor that used measurement flow level of water. This research there was program for testing the sensor working When system was tested that the result was real system, system showed three states for example first status shows red light and sound that it means people was immigrants second status showed yellow light that it means people prepared and third status showed green light that it means people was surveillance

The results of this research was to design and test the efficiency of flood warning modeling system for community showed that flood warning showed color of light and sound that result corrected and was reliable.

Keywords : Development , System , Flood Warning

บทนำ

ในปัจจุบันน้ำท่วมจะเป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นทุกๆปีและจะมีแนวโน้มหนักขึ้น ซึ่งการเกิดมาจากหลายสาเหตุ เช่นสภาพความเปลี่ยนแปลงอากาศ การสร้างสิ่งก่อสร้าง และการปรับเปลี่ยนการดำรงชีวิต แต่หลัก ๆ คือพายุฝน ภัยของน้ำท่วมก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน หรืออาจรุนแรงถึงชีวิต ถ้าหากเราสามารถรับรู้ได้ทันท่วงทีถึงสภาวะระดับน้ำจะสามารถแจ้งเตือนและเตรียมตัวรับได้ทันเวลา จะลดความเสียหายที่เกิดขึ้น

ระบบการรายงานระดับน้ำและเตือนภัยน้ำท่วมเป็นมาตรการลดความเสียหายจากภัยน้ำท่วม โดยที่ระบบสามารถเตือนภัยแนวโน้มน้ำท่วมล่วงหน้าในพื้นที่เสี่ยงภัย เพื่อที่จะให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการจัดเตรียมรับมือภาวะน้ำท่วม ซึ่งสามารถลดความเสียหายได้เป็นอย่างมาก ซึ่งจากเหตุการณ์น้ำท่วมและระดับน้ำในแม่น้ำมีระดับสูงล้นตลิ่งได้เกิดขึ้นหลายครั้งในรอบปีนี้ทำความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างมาก ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ความเสียหายรุนแรงคือ การไม่มีการเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้าให้นานพอที่จะดำเนินการป้องกันได้ทัน เนื่องจากไม่สามารถพยากรณ์ระดับน้ำในแม่น้ำที่จะเกิดล่วงหน้าอย่างแม่นยำ และขาดข้อมูลในการบ่งชี้ระดับน้ำที่จะเข้าท่วมในพื้นที่ ในขณะที่มาตรการป้องกันน้ำท่วมโดยใช้สิ่งก่อสร้างต้องใช้ระยะเวลาดำเนินการที่นานหลายปีอาจไม่ทันสำหรับภาวะ

น้ำท่วมที่จะเกิดในอนาคตอันใกล้ รวมทั้งประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่มีความเข้าใจในการรับสถานการณ์น้ำท่วมดีพอ

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวทีมงานผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการสร้างเครื่องเตือนภัยน้ำท่วม ในตัวระบบจะมีไฟสัญญาณแจ้งเตือนเป็นระดับ แบบไฟ DC และเสียงเตือน Buzzer เพื่อเตือนการส่งเสียง และตัวเครื่องจะทำการแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านทางแอพพลิเคชั่นไลน์ผู้ใช้งานด้วยบอร์ด Arduino เพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้สามารถรู้ค่ารความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ โดยที่ไม่ต้องออกไปวัดในพื้นที่เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาบริหารและแจ้งเตือนอย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายชลทิศ กิตติคุณ ได้ทำงานวิจัยเรื่อง แนวทางการเตือนภัยน้ำท่วม พื้นที่ลุ่มน้ำคลองตะกั่วป่า จังหวัดพังงาวิทยานิพนธ์นี้เป็นการจัดทำแนวทางการเตือนภัยน้ำท่วมพื้นที่ลุ่มน้ำคลองตะกั่วป่า จังหวัดพังงา โดยอาศัยข้อมูลจากโครงข่ายสถานีกรวดน้ำฝนและสถานีตรวจน้ำท่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ในการศึกษาทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลฝน ปริมาณน้ำหลากระดับน้ำทะเล และสภาพภูมิประเทศ เพื่อนำมาใช้ศึกษาปรากฏการณ์น้ำท่วม และเนื่องจากในพื้นที่ลุ่มน้ำมีสถานีตรวจวัดน้ำท่าน้อยมาก การประเมินปริมาณน้ำหลากจากลุ่มน้ำสาขาที่ไหลลงสู่คลองตะกั่วป่าจึงประเมินจากปริมาณฝนด้วยวิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ซึ่งได้มีการคัดเลือกกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าไร้มิติและวิธีการประเมินค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

ณรงค์ กันทาดง ได้ทำงานวิจัย เรื่อง การเตือนภัยน้ำท่วมของลำน้ำยมในอำเภอเมืองแพร่ โดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ของลำน้ำยมในอำเภอเมืองแพร่ที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้สำหรับการเตือนภัยน้ำท่วมเบื้องต้นได้โดยสามารถแสดงบริเวณที่คาดว่าน้ำท่วมถึงโดยใช้แผนที่ GIS มาตราส่วน 1:51,000 ที่สร้างขึ้นและสามารถคาดการณ์เวลาที่ระดับน้ำจะสูงขึ้นได้

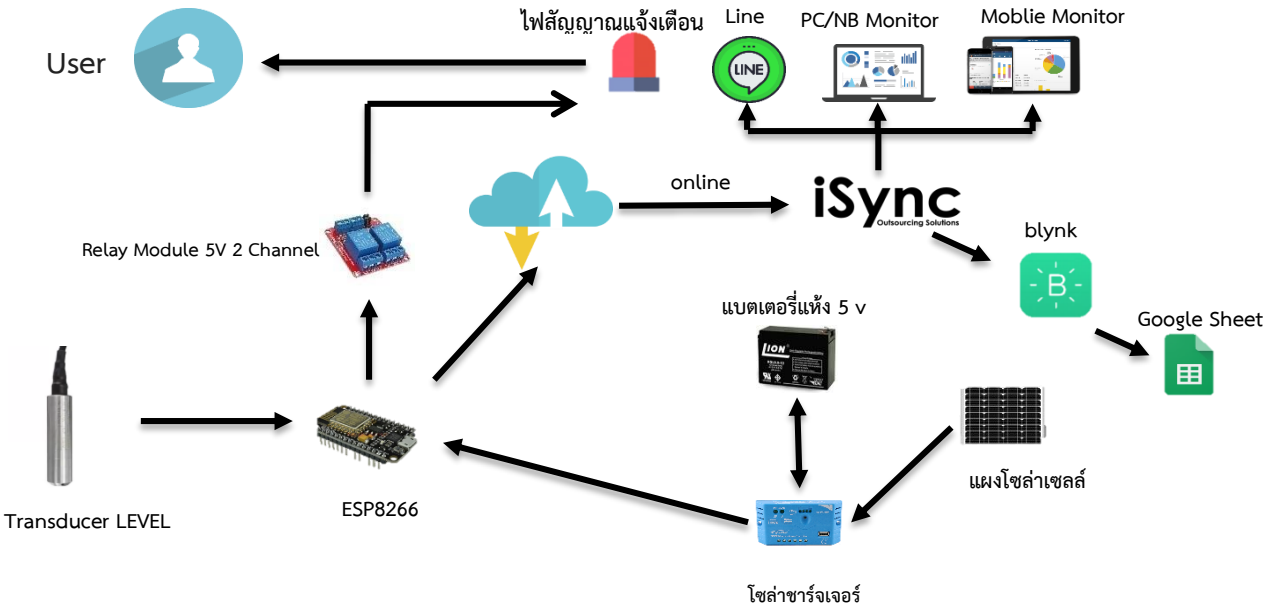
รัตติกาล กูลเมือง,ธนากรณ์ บุญรัตน์ และ วรวิทย์ ศรีผอม ได้ทำงานวิจัย เรื่อง หุ่นยนต์เตือนภัยจากสภาวะน้ำท่วมเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้การทำงานของทรานซิสเตอร์จำนวน 5 ตัว ใช้ในการเปิด-ปิดสวิทช์ โดยมีน้ำเป็นตัวกำหนดการเปิด-ปิดของวงจร 3 ระดับ จะแสดงผลด้วยหลอดไฟ LED จำนวน 3 ตัว 3 สี (เขียว เหลือง แดง) เมื่อมีการเปิด-ปิด แบ่งเป็น 4 ชุด ในชุดที่ 3 ที่เป้นสีแดงจะไปทำงานกระตุ้นทรานซิสเตอร์ 2 ตัวในชุดที่ 4 (ที่ดัดแปลงเพิ่มเติม) เพื่อเปิด-ปิดวงจรเสียงเตือนที่ใช้กระแสไฟฟ้าสูงกว่าใน 3 ชุดแรกเพื่อใช้ขับมอเตอร์ หรือออดไฟฟ้า ซึ่งในชุดที่ใช้เปิด-ปิด ทั้ง 3 ชุดนี้นำไปใช้วัดระดับของน้ำได้ 3 ระดับ ระดับต่ำใช้เปิดไฟสีเขียว ระดับกลางใช้เปิดไฟสีเหลืองและระดับสูงอันตรายใช้เปิดไฟสีแดง พร้อมกับสัญญาณเสียงเตือน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การทำงานของระบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วม จะใช้เซนเซอร์เป็นตัวรับข้อมูลผ่านตัว Transducer LEVEL SENSOR

2. ข้อมูลจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผล

3. จากนั้นโปรแกรมจะทำการทดสอบเงื่อนไข เมื่อระบบได้ทำการทดสอบเงื่อนไขแล้วเป็นจริง ระบบจะแสดงสถานะต่าง ๆ ออกมา สถานะที่ 1 เป็นการแสดงไฟสีแดงพร้อมเสียง นั้นจะแสดงว่าให้ประชาชนอพยพหรือย้ายไปอยู่ในที่ที่ปลอดภัย โดยการศึกษาจะมีการจำลองแบบเพื่อกำหนดระดับและตำแหน่งของผลกระทบ หรือบ้านเรือนที่จะได้รับผลกระทบหากมีปริมาณน้ำฝนถึงจุดวิกฤต สถานะที่ 2 เป็นการแสดงไฟสีเหลือง นั้นจะแสดงว่าให้ประชาชนเตรียมพร้อม สถานะที่ 3 เป็นการแสดงไฟสีเขียว นั้นจะแสดงว่าให้ประชาชนเฝ้าระวัง แสดงในภาพที่1



ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างระบบ

เจ้าหน้าที่ของเทศบาลและผู้ที่ต้องการรับการแจ้งเตือนผ่านไลน์สามารถเข้ากรุ๊ปไลน์เพื่อรับการแจ้งเตือนออนไลน์ได้และผู้ที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มหรือไม่สะดวกรับข้อมูลผ่านไลน์จะรับรู้ได้จากการเตือนผ่านไซเรนที่ติดตั้งไว้ เซนเซอร์จะรับค่าของแรงดันน้ำและส่งข้อมูลไปยังบอร์ด และบอร์ดจะส่งข้อมูลไปยังคลาวน์ของ isync และ Google Sheet เพื่อเก็บค่าและจะแสดงค่าผ่าน Bylnk และเมื่อระดับน้ำตรงตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ จะส่งการแจ้งเตือนผ่านไลน์และเปิดการทำงานของรีเลย์เพื่อเปิดไซเรนแจ้งเตือน ในส่วนของระบบจัดการไฟเลี้ยงของระบบได้ใช้โซล่าเซลในการรับพลังงานส่งไปยับคอนชาร์ทเจอร์เพื่อแปลงไฟไปเก็บยังแบตเตอรี่แห้ง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ตารางที่ 1 การทดสอบการทำงาน

การทดสอบ (ครั้งที่)	ผลการทดสอบ
1	การทำงานระหว่าง Sensor วัดความเร็วรอบ และ Sensor วัดระดับน้ำ ยังทำงานไม่ สัมพันธ์กัน
2	การทำงานระหว่าง Sensor วัดความเร็วรอบ และ Sensor วัดระดับน้ำมีความสัมพันธ์กัน แต่ค่าที่แสดงออกมาไม่แน่นอนเท่าที่ควร
3	ตัว Sensor ได้รับไฟเลี้ยงไม่เพียงพอ
4	การทำงานระหว่าง Sensor วัดความเร็วรอบ และ Sensor วัดระดับน้ำมีความสัมพันธ์ ได้เพิ่มสูตรการคำนวณใหม่ทำให้ค่าค่อนข้างตรงตามที่ต้องการ

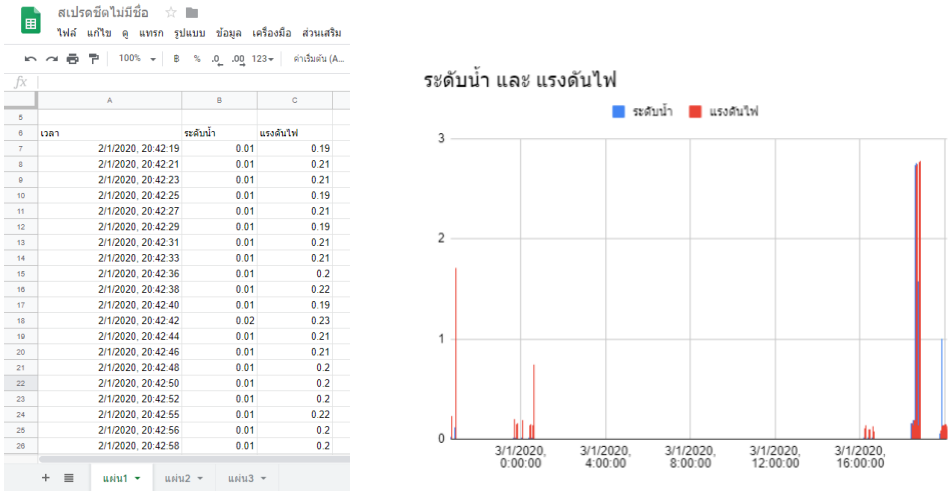
ตารางที่ 1 คือการทดสอบการรายงานระดับน้ำในแต่ละครั้ง ซึ่งผลการทดสอบในแต่ละครั้งที่ออกมานั้นจะแตกต่างกัน โดยทำการทดสอบและแก้ไขตามขั้นตอน

การแสดงค่าที่วัดได้ของการรายงานระดับน้ำแบบ Real-time และการเตือนน้ำท่วมอัตโนมัติ สามารถดูค่าผ่าน blynk ได้ ดังภาพที่ 2



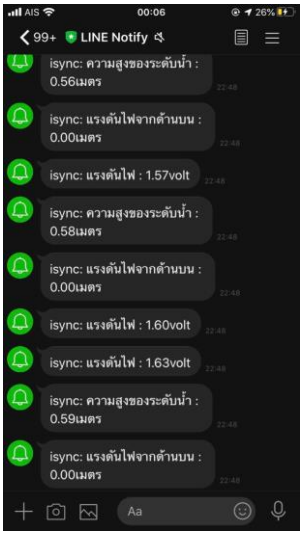
ภาพที่ 2 แสดงค่าผ่าน blynk

การแสดงการบันทึกข้อมูลของการรายงานระดับน้ำแบบ Real-time และการเตือนน้ำท่วมอัตโนมัติ โดยบันทึกลงใน SD CARD ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการบันทึกค่าใน SD CARD

การแจ้งเตือนของการรายงานระดับน้ำแบบ Real-time และการเตือนน้ำท่วมอัตโนมัติ จะแจ้งเตือนเมื่อเงื่อนไขอยู่ในขั้นวิกฤติ ระบบจะแจ้งเตือนผ่าน Application Line ทันที โดยการทำงานมาจากการรับค่าของเซนเซอร์ต่างๆแล้วตรวจสอบเงื่อนไขที่ผู้พัฒนาระบบได้สร้างเงื่อนไขไว้ถ้าค่าสถานะของเซนเซอร์เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดจะมีการแจ้งเตือนผ่าน Application Line ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงการแจ้งเตือนผ่าน Application Line

สรุปผลการวิจัย

ผลการออกแบบและสร้างระบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วม จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานปรากฏว่าระบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วมสามารถแสดงสถานการณ์แสดงของไฟและเสียง เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ได้ถูกต้องและนำเชื่อถือ สามารถลดความเสียหายจากภัยน้ำท่วม โดยที่ระบบสามารถเตือนภัยแนวโน้มน้ำท่วมล่วงหน้าในพื้นที่เสี่ยงภัย เพื่อที่จะให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการจัดเตรียมรับมือภาวะน้ำท่วม ซึ่งสามารถลดความเสียหายได้เป็นอย่างมาก ระบบสามารถที่จะพัฒนาให้มีความสามารถเพิ่มมากขึ้นเช่น เพิ่มจำนวนจุดวัดให้ครบคลุมทั้งหมดที่จะมีผลต่อระดับน้ำทั้งต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ อีกทั้งยังสามารถดัดแปลงใช้กับงานอย่างอื่นที่คล้ายกันเช่น วัดและแจ้งเตือนปริมาณน้ำในอ่าง ปริมาณน้ำในถังพัก

เอกสารอ้างอิง

นิติรงค์ พงษ์พานิช (2559) การพัฒนาและทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน

ภาสกร พาเจริญ (2562) พัฒนา IOT บนแพลตฟอร์ม Arduino ด้วย NodeMCU สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เดชฤทธิ์ มณีธรรม (2561) การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

ผศ.ดอนสัน ปงผาบ (2560) ภาษาซีและ Arduino อ่านง่าย เข้าใจง่าย ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

ชัชชัย รามีบัว (2562) ปฏิบัติการเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) เบื้องต้น บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

ประภาส พุ่มพวง (2561) การเขียนและการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม ARDUINO ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

รศ.ดร.วิชัย โฆสิตรัตน (2560) คู่มือหลักการปลูกพืชในโรงเรือน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ไพโรจน์ เหลืองวงศกร (2560) การประยุกต์ใช้ ESP8266 คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย-เทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพฯ

ดร.มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ (2561) Internet of Things (IoT) คณะเทคโนโลยีสำรสนเทศ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นายปฐมพงศ์ วงศ์เกลี้ยง (2562) การสร้างโรงเรือนสำหรับปลูกพืช หน่วยเรือนกระจกและแปลงทดลอง คณะทรัพยากรธรรมชาตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การพัฒนาระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ กรณีศึกษา สนามเจเจแบดมินตัน

DEVELOPMENT OF ONLINE BADMINTON COURT MANAGEMENT SYSTEM: A Case study of JJ BADMINTON

อรรถพล อุ่นแก้ว[1*], จิตรภาณุ ด้วงดำ[1], ตรีวิทย์ ชูสังข์[1], สมชาย ไชยโคต[2]

Auttapon Unkaew [1*], Jitpanu Duamgdam [1], Treewit Choosang [1], Somchai Chaiyakhot[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ กรณีศึกษาสนาม เจเจแบดมินตัน เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ ผู้ใช้งานระบบ คือ ลูกค้าและเจ้าของกิจการ ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ คือ ใช้ภาษา พีเอชพี(PHP), แอชทีเอ็มแอล (HTML), จาวาสคริปต์ (JS) และใช้โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MYSQL) จากนั้นประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจำนวน 25 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนาโดยใช้การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.70 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.40 อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการออกบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.05 อยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านการใช้งานของเว็บไซต์ผลรวม มีค่าเฉลี่ย 4.30 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านคุณภาพและเนื้อหาผลรวม มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.26 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบผลรวม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.06 อยู่ในระดับมากที่สุด จากการประเมินความพึงพอใจ

คำสำคัญ: สนามแบดมินตัน, ระบบออนไลน์, จองสนามออนไลน์

[1]นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[*]**อรรถพล อุ่นแก้ว , E-mail:** s5913805105@pkru.ac.th

ABSTRACT

Research on the online badminton court management system Case study field JJ Badminton To study user satisfaction with the online badminton court management system The system users are customers and business owners. The language used in system development is language are PHP, HTML, HTML, and base management programs. MYSQL data then evaluates the satisfaction of 25 system users. The statistics used in the data analysis are descriptive statistics by using frequency distribution, percentage, mean, and deviation. StandardThe results showed that the satisfaction assessment of experts was satisfied with safety. With an average of 4.70 in the highest level System usage With an average of 4.40 in the highest level And the design aspect With an average of 4.05 at a high level And the satisfaction of the users of the system was satisfied with the use of the website, the average of 4.30 was at the highest level. Quality and total content With an average of 4.26 at the highest level In the design and formatting of totals With an average of 4.06 at the highest level From the satisfaction assessment.

Keywords: Badminton court, Online system, Reserve online court

บทนำ

กีฬาแบดมินตันถือเป็นการออกกำลังกาย ประเภทหนึ่งที่สามารถเล่นได้ทั้งแบบเฉพาะบุคคล และประเภททีม กีฬาแบดมินตันถือเป็นกีฬาที่นิยม เล่นกันอย่างแพร่หลายมากในโลกประเภทหนึ่ง รวมทั้งในประเทศไทย แผนพัฒนาการกีฬา แห่งชาติฉบับที่ 5 (พ.ศ.2555 – 2559) เพื่อส่งเสริมให้คนไทยได้รับโอกาสในการออกกำลังกายและเล่นกีฬาอย่างทั่วถึงและมีคุณภาพสร้างค่านิยมวิถีชีวิตรักการเล่นกีฬาและออกกำลังกาย สู่การมีสุขภาพและสมรรถภาพที่ดีเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของ สังคมทุกภาคส่วนในการใช้กิจกรรมการออกกำลังกายและการเล่นกีฬาเป็นสื่อสร้างสังคมที่มีน้ำใจนักกีฬา มีคุณธรรม จริยธรรม และสามัคคี สมานฉันท์โลกในยุคปัจจุบันทันสมัยและก้าวไกลมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะฉนั้นธุรกิจจึงต้องเร่งพัฒนาให้มีความสะดวกต่อการใช้งานของลูกค้า ที่ต้องการความรวดเร็วและตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มลูกค้าที่ต้องการมาใช้บริการมากขึ้น

ธุรกิจสนามแบดมินตัน เป็นธุรกิจที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย จึงทำให้มีความต้องการในการใช้สนามแบดมินตันมากขึ้น ทำให้เกิดความล่าช้าในการให้บริการเพราะว่า ระบบเดิมของสนามแบดมินตันเป็นระบบออฟไลน์ ทำให้เกินปัญหามากในการให้บริการ ในการจองสนามลูกค้าไม่สามารถจองสนามได้ด้วยตัวเอง การจองสนามแต่ละครั้งจะต้องโทรจองผ่านสนามแบดมินตันจึงจะสามารถจองสนามได้ หากลูกค้าไม่มีหมายเลขโทรศัพท์

ของสนามก็ไม่สามารถจองสนามได้ทำให้เสียลูกค้าได้ ในการจัดการระบบสนามแบดมินตัน สามารถจัดการข้อมูลและการทำงานต่างๆได้อย่างรวมเร็วกว่าการทำงานในระบบเดิม ให้มีความสะดวกและรวดเร็วขึ้น

การศึกษาเกี่ยวกับสนามแบดมินตัน มีการจัดการเป็นระบบมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ เพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลภายในธุรกิจช่วยอำนวยความสะดวกรวดเร็วในการทำงานและการให้บริการสนามแบดมินตันให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและยังแข่งขันกับสนามแบดมินตันอื่นๆ ได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาของธุรกิจสนามสนามแบดมินตันออนไลน์
2. เพื่อพัฒนาระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธิปก โรจน์สิงห์ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่องระบบจองโรงแรมออนไลน์ การใช้เทคโนโลยีเพื่อการทำงานและจัดการกับธุรกิจของ ผู้ประกอบการ ธุรกิจด้านโรงแรมเป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่มีความสำคัญแก่นัก ท่องเที่ยวในการเข้าพัก ระบบการจองโรงแรมออนไลน์ สามารถทำให้การจองโรงแรมของลูกค้ามีความสะดวก และรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งในระบบจะประกอบไปด้วย ผู้ดูแลระบบ (Admin) และผู้ใช้งาน (User) ซึ่ง ในส่วนผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลห้องพัก จัดการข้อมูลข่าวประชาสัมพันธ์ เช่น เพิ่ม/ลบ/ แก้ไข เรียกดูห้องพักและข่าวประชาสัมพันธ์ยืนยันการจองห้องพัก ตรวจสอบการชำระเงินของลูกค้า และในส่วนของผู้ใช้งานจะสามารถสมัครสมาชิก ดูข้อมูลประชาสัมพันธ์ของโรงแรมได้ค้นหาห้องพักและจองโรงแรม

ศุภกร รักษาวงษ์ (2556) ได้ทำการิจัยเรื่องระบบจองสนามแบดมินตันผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ผู้จัดทำโครงการได้เล็งเห็นความสำคัญใน การพัฒนาระบบจองสนามแบดมินตันผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ควรมีการพัฒนาจากระบบงานเดิมให้มีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้และมีความรวมเร็วปลอดภัย ดีกว่าเดิม ดังนั้น จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการนำระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยในการดำเนินงานให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้มีความเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ระบบงานใหม่ที่ผู้จัดทำโครงการได้พัฒนาขึ้นนั้น จะทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว เพราะมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการดำเนินการ ทำให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพจึงทำให้ลดข้อผิดพลาดของการทำงานได้มากขึ้น แสดงถึงศักยภาพการทำงานของระบบ

สุรักษ์ สิมคาน (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่องระบบบริหารจัดการจองห้องออนไลน์ ในปัจจุบันการจองห้องภายในสำนักวิทยาบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ไม่ว่าจะเป็นห้องสืบค้นส่วนตัว ห้องวีดีทัศน์ผู้ใช้บริการจำเป็นต้อง

เดินมาขออนุญาตจากผู้ดูแลห้อง เพื่อทำการค้นหาเวลาและห้องที่ว่าง ซึ่งเป็นการ เสียเวลาทั้งสองฝ่าย บทความนี้จึงนำเสนอการพัฒนาระบบจองห้องออนไลน์เพื่อการจัดการ ห้องสืบค้นส่วนตัว โดยที่ระบบนี้จะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่ต้องการใช้ห้อง ให้สามารถจองห้องและค้นหาดูห้องที่ว่างผ่านระบบทำให้การจองรวดและไม่เสียเวลาในขณะเดียวกันระบบนี้ก็จะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ดูแลห้องในการเปิดและปิดห้องให้บริการกับ ผู้ใช้บริการ ในการออกแบบระบบนี้คำนึงถึงความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานของผู้รับบริการเป็นหลัก

วิธีการดำเนินวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบ โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. ออกแบบระบบโดยใช้วัฏจักรการพัฒนาระบบงาน (System development Life Cycle : SDLC)

2. ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้ใช้ระบบ จำนวน 25 คน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการประเมิน โดยใช้สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการวัดระดับความสำคัญจะใช้มาตราวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale) และมีเกณฑ์การในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสำคัญดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.21 - 5.00	แสดงถึง	ระดับความสำคัญมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.41 - 4.20	แสดงถึง	ระดับความสำคัญมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.61 - 3.40	แสดงถึง	ระดับความสำคัญปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 - 2.60	แสดงถึง	ระดับความสำคัญน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.80	แสดงถึง	ระดับความสำคัญน้อยที่สุด

1.ออกแบบระบบโดยใช้วัฏจักรการพัฒนาระบบงาน (System development Life Cycle : SDLC) มีรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีอยู่ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดปัญหา (Problem Definition)

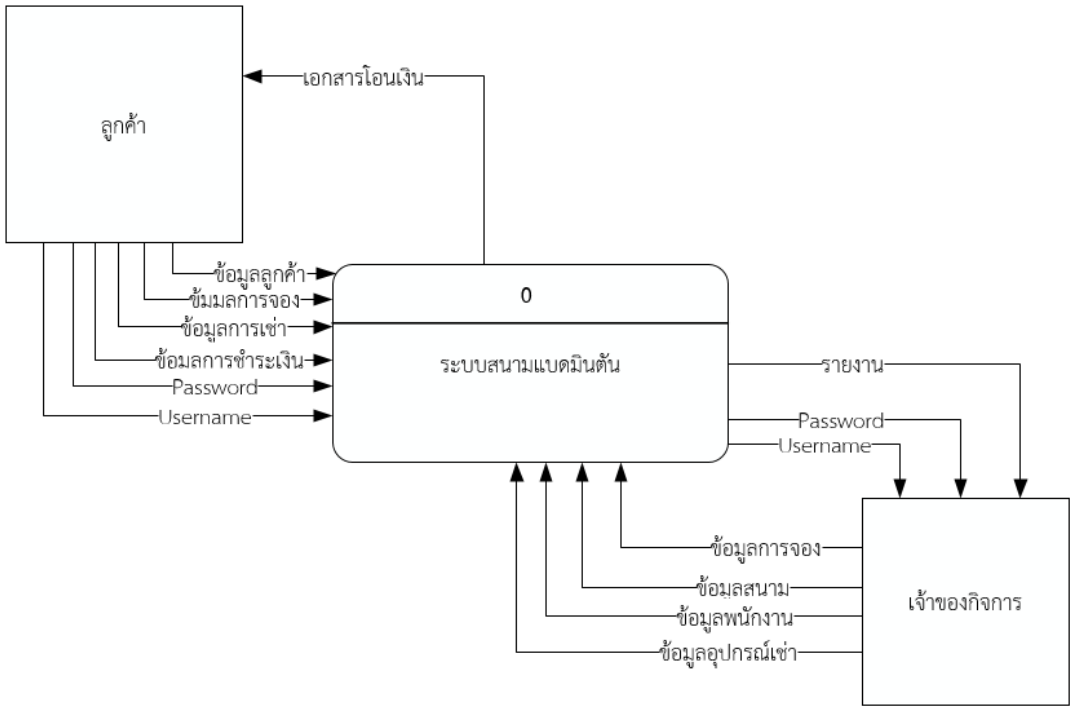
สำรวจและสัมภาษณ์เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและศึกษาเอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกำหนดความต้องการและองค์ประกอบในการสร้างเว็บไซต์ของระบบการจัดการสนามแบดมินตันและเพื่อให้เว็บไซต์ที่จะพัฒนาขึ้นมีความสามารถในการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การวิเคราะห์ (Analysis)

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาขั้นตอนที่ 1 มาวิเคราะห์ ความต้องการของผู้ใช้และปัญหาในการคำนวนเพื่อนำไปออกแบบฟังก์ชั่นงานของเว็บไซต์ของระบบการจัดการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ ควรมีลักษณะการทำงานการเลือกใช้เครื่องมือในการทำการพัฒนาให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำจากการสอบถามผู้ที่เป็นลูกค้าร้านสนามแบดมินตันออนไลน์ ร่วมกับการสัมภาษณ์เจ้าของกิจการและพนักงานและการศึกษาสังเกตขั้นตอนงานจากระบบงานเดิม และสรุปขั้นตอนในการใช้สนามของลูกค้าแบบจองโดยใช้สื่อออนไลน์เป็นเครื่องมือ

1.3 ออกแบบโปรแกรม (Design)

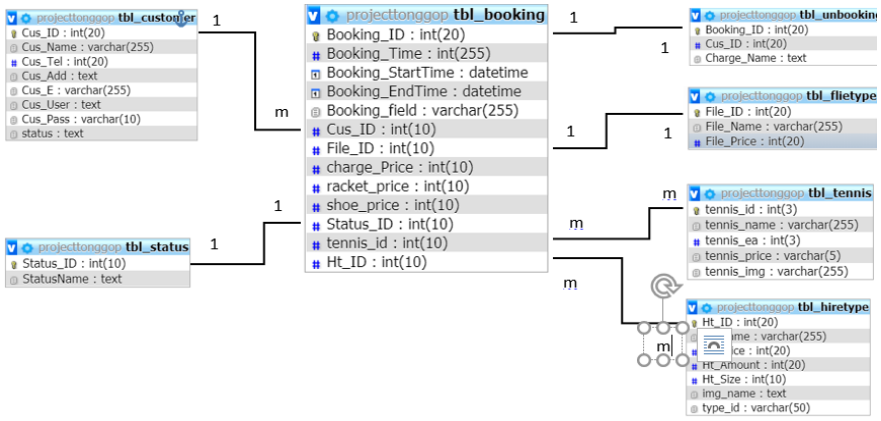
การออกแบบโปรแกรมระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้นมาวิเคราะห์ ออกแบบโปรแกรม ระบบฐานข้อมูลประกอบด้วยการออกแบบกระบวนการ (Process Design) การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) การออกแบบส่วนรับ (Input) และการออกแบบส่วนนำออก (Output) โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 1 Context Diagram ของระบบสนามแบดมินตันออนไลน์

จากภาพที่ 1 แสดง Context Diagram หรือแผนภาพบริบท เป็นแผนภาพระดับสูงสุดที่แสดงถึงขอบเขตของระบบงานในระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ จะมีผู้ใช้งานทั้งหมดอยู่ 2 ระดับ คือ เจ้าของกิจการ และ ลูกค้า เจ้าของกิจการสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลของลูกค้าได้ สามารถออกรายงานต่างๆของลูกค้าได้และสามารถคำนวณค่าบริการการจองสนามของลูกค้าได้ ส่วนลูกค้าสามารถดูข้อมูลต่างๆของลูกค้าได้ โดยลูกค้าสามารถทำการจองสนามได้โดยถ้าลูกค้าสมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้วและสามารถจองสนามผ่านระบบได้

ขั้นตอนถัดมาเป็นการออกแบบแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity-Relationship Diagram) รายละเอียดยดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดง ER Diagram ของระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์

1.4 พัฒนาโปรแกรม (Development) พัฒนาโปรแกรมโดยการนำผลที่ได้จากการออกแบบโปรแกรม (Design) สร้างฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมมายเอสคิวแอล (My SQL Database) และสร้างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เชื่อมต่อผู้ใช้ระหว่างโปรแกรมกับฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมซับไลม์เท็กซ์สาม (Sublime Text 3)

1.5 ทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง (Testing)

ทำการทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง โดยการเพิ่มข้อมูลเนื้อหาลงไปในโปรแกรม จากนั้นทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบหาจุดบกพร่อง แล้วทำการปรับปรุงเพื่อความถูกต้องในรูปแบบของการทำงานตามลำดับ

1.6 นำโปรแกรมไปทดลองกับผู้ใช้จริง (Usability)

นำโปรแกรมที่พัฒนาแล้วไปทดลอง และประเมินความพึงพอใจกับผู้ใช้จริง ได้แก่เจ้าของกิจการและผู้ใช้บริการเพื่อขอคำแนะนำและปัญหาต่าง ๆเพื่อนำผลในการใช้โปรแกรมไปปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีความเหมาะสมตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

1.7 ประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม (Evaluate the Performance)

เก็บข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการธุรกิจสนามแบดมินตัน แบบประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานระบบ จำนวน 20 คน

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

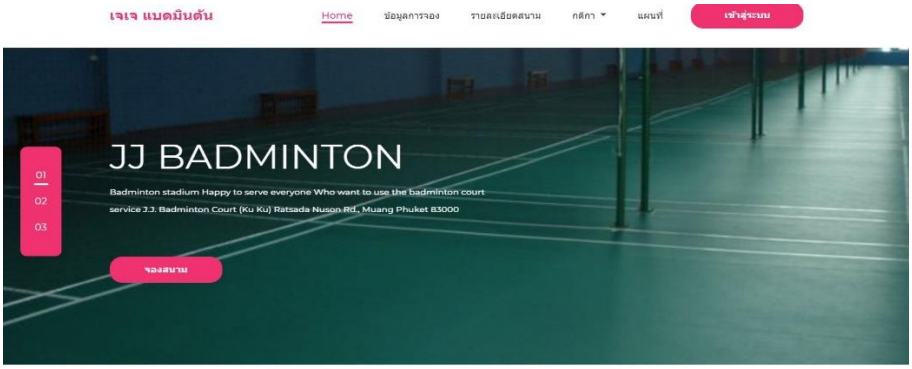
ฟังก์ชันการทำงานของระบบ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ของผู้ใช้งานระบบ (ลูกค้า) สามารถสมัครสมาชิกได้ จองสนามได้ และตรวจสอบสถานะการจองสนามได้

ส่วนที่ 2 ของเจ้าของกิจการ (Admin) สามารถตรวจสอบข้อมูลการจองสนามได้ (เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูล) สามารถตรวจสอบ สถานะการจอง และสามารถออกรายงานต่างๆได้

1. ผลการพัฒนาระบบ

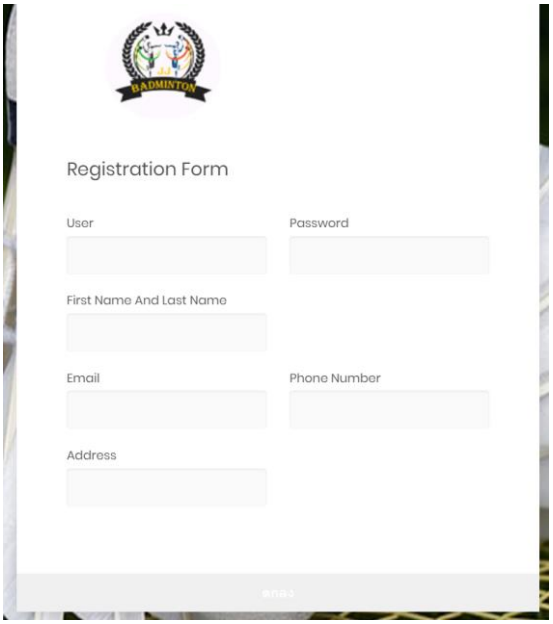
ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบตามหลักการของการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ในการพัฒนาระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ กำหนดปัญหา การวิเคราะห์ ออกแบบโปรแกรม พัฒนาโปรแกรม ทดสอบโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง นำโปรแกรมไปทดลองกับผู้ใช้จริงและประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยมีการแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มผู้ใช้งานระบบ ซึ่งทั้งสองกลุ่มจะต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ ได้ตามระบบดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3 ภาพหน้าจอ หน้าหลักของระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์



ภาพที่ 4 ภาพหน้าจอหน้าเข้าสู่ระบบของลูกค้าระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์



ภาพที่ 5 ภาพหน้าจอสมัครสมาชิกของลูกค้าระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์



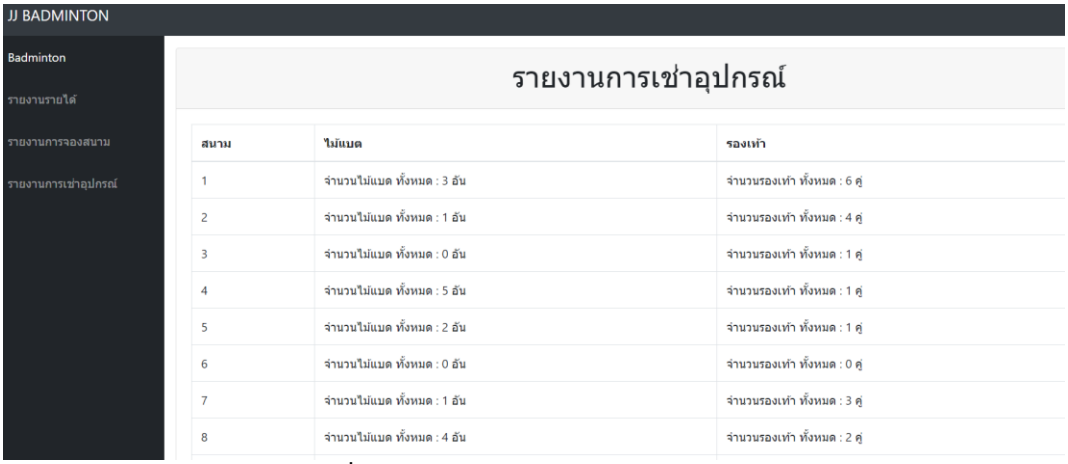
ภาพที่ 6 แสดงหน้าการจองสนามของผู้ใช้บริการสนามแบดมินตันออนไลน์



ภาพที่ 7 แสดงอัตราค่าบริการเมื่อผู้ใช้บริการได้ทำการจองสนามก่อนการชำระเงิน



ภาพที่ 8 ภาพหน้าจอหน้าหลักในส่วนจัดการข้อมูลของระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์



ภาพที่ 9 หน้าจอแสดงรายงานของสนามเจเจแบดมินตัน

2. ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้ใช้ระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบซึ่งเป็นลูกค้าสนามแบดมินตัน จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ ของระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ มีดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบของระบบการจัดการสนามแบดมินตัน ออนไลน์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.ด้านการออกแบบ	4.05	0.832	มาก
2.ด้านการใช้งานระบบ	4.40	0.622	มากที่สุด
3.ด้านความปลอดภัย	4.70	0.670	มากที่สุด
รวม	4.38	0.708	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.38 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านความปลอดภัย มากที่สุดในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.70 รองลงมาคือด้านความปลอดภัย และ ด้านการออกแบบ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 และ 4.05 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ

ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.ภาพและเนื้อหามีความสอดคล้องกัน	3.80	0.615	มาก
2.สีพื้นหลังและสีตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.10	0.552	มาก
3.ขนาดตัวอักษรและรูปแบบของตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.25	0.786	มากที่สุด
4.สีสันของเว็บไซต์มีความเมาะสม	4.10	0.788	มาก
รวม	4.06	0.685	มาก

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบในระดับมาก โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 4.06 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านขนาดตัวอักษรและรูปแบบของตัวอักษรมีความเหมาะสม มากที่สุด ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.25 รองลงมา คือ สีพื้นหลังและสีตัวอักษรมีความเหมาะสม และสีสันของเว็บไซต์มีความเมาะสม โดยมีค่าเฉลี่ย 4.10 และ 4.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ ด้านการใช้งานของเว็บไซต์

ด้านการใช้งานของเว็บไซต์	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.ความง่ายต่อการใช้งานของเว็บไซต์	4.35	0.587	มากที่สุด
2.ความสะดวกและรวดเร็วในการเชื่อมโยงของข้อมูลภายในเว็บไซต์	4.20	0.523	มาก
3.ความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูลภายเว็บไซต์	4.25	0.550	มากที่สุด
4.ความครบถ้วนของระบบการใช้งาน	4.40	0.680	มากที่สุด
รวม	4.30	0.585	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านการใช้งานของเว็บไซต์ ในระดับมากที่สุด โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 4.30 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านความครบถ้วนของระบบการใช้งานมากที่สุด ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 รองลงมาคือ ความง่ายต่อการใช้งานของเว็บไซต์ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.35และ 4.25 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบของระบบจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ ด้านคุณภาพและเนื้อหา

ด้านคุณภาพและเนื้อหา	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.มีความถูกต้องตามหลักภาษาและไวยากรณ์	4.25	0.550	มากที่สุด
2.ปริมาณเนื้อหามีเพียงพอกับความต้องการ	4.25	0.716	มากที่สุด
3.มีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ	4.30	0.656	มากที่สุด
รวม	4.26	0.640	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมสามด้าน	4.10	0.641	มาก

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านด้านคุณภาพและเนื้อหา ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.26 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในด้านมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ มากสุด ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.30 รองลงมา คือ มีความถูกต้องตามหลักภาษาและไวยากรณ์และปริมาณเนื้อหามีเพียงพอกับความต้องการ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.25 และ 4.25

อภิปรายผล

ระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ กรณีศึกษาสนามเจเจ แบดมินตัน สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1.ระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ ระบบเก่าเป็นการเก็บข้อมูลโดยการจดบันทึก จึงทำให้เกิดปัญหาในการทำงานและความปลอดภัยการเก็บข้อมูลต่างๆ ทางผู้พัฒนาจึงได้พัฒนาระบบที่มีการทำงานให้มีความสะดวกมากขึ้นมีความปลอดภัยและรวมเร็ว เพื่อแก้ปัญหาในการจองสนามของลูกค้าและการจดบันทึกการทำงานของเจ้าของกิจการ

2.จากการพัฒนาระบบการจัดการสนามแบดมินตันออนไลน์ ทำให้การผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ คือผู้ใช้สามารถใช้งานเว็บไซต์ของสนามเจเจแบดมินตันได้ โดยระบบสามารถให้ลูกค้าจองสนามและเช่าอุปกรณ์ได้โดยผู้ใช้จะต้องสมัครสมาชิกก่อนการใช้งานจึงจะสามารถทำการจองสนามได้ส่วนด้านเจ้าหรือพนักงานสนามแบดมินตันจะสามารถตรวจสอบข้อมูลการจองสนามและสามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลของผู้ใช้บริการหรือการจองของลูกค้า สามารถคำนวณการชำระเงินและออกรายงานต่างๆ

3.จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบ จำนวน 25 คน พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในด้านความปลอดภัยในระดับมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านการใช้งานระบบในระดับมากที่สุด และลำดับที่สามเป็นด้านการออกแบบในระดับมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจระบบในภาพรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด และกลุ่มผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านการใช้งานของเว็บไซต์ในระดับมากที่สุด รองลงมาเป็นผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านคุณภาพของเนื้อหาในระดับมาก และลำดับที่สามเป็นผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบในระดับมาก ซึ่งผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจระบบในภาพรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับมาก โดยสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าในการจองสนามและเป็นช่องทางการติดต่อที่ง่ายระหว่างลูกค้าและพนักงาน โดยลูกค้าสามารถเลือกจองสนามได้ตามเวลาที่ลูกค้าต้องการและมีความปลอดภัยต่อการจองสนาม พบว่าผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภกร รักษาวงษ์ (2556) เรื่องการใช้งานที่มีความรวดเร็วและปลอดภัย ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาจากระบบงานเดิมให้มีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้และมีความรวมเร็วปลอดภัยดีกว่าเดิม จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการนำระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยในการดำเนินงานให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้มีความเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ระบบงานใหม่ที่ผู้จัดทำโครงการได้พัฒนาขึ้นนั้นจะทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วเพราะมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการดำเนินการ ทำให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพจึงทำให้ลดข้อผิดพลาดของการทำงานได้มากขึ้นแสดงถึงศักยภาพการทำงานของระบบ

เอกสารอ้างอิง

เพียงขวัญ พัวรักษา. (2554). ***ส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้สนามแบดมินตัน***. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

webmaster. (2556). ***การวิจัยประเด็นสุขภาพเชิงระบบ.*** นนทบุรี: ดาวน์โหลด แอพลิเคชั่น.

ธิปก โรจน์สิงห์. (2557). ***ระบบรองโรงแรมออนไลน์.*** หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ .

ปิ่นวดี ศรีสุพรรณ. (2554). ***การวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยปฏิบัตรแบบมีส่วนร่วม.*** อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธาน.

โยธิน ศิริเอ้ย. (2556). ***วงจรการพัฒนาระบบ(SDLC)***. การพัฒนาคุณภาพการศึกษาด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ (DLIT) โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

ศุภกร รักษา. (2556). ***ระบบจองสนามแบดมินตันผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต.*** ศุภกร รักษา.

สิมคาน, สุรักษ์. (2557). ***ระบบบริหารจัดการจองห้องออนไลน.*** ข่ายงานห้องสมุดมหาวิทยาลัยส่วนภูมิภาค.

อุทัยพรรณ สุดใจ. (2550). ***ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อการให้บริการขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย.*** *จังหวัดชลบุรี.* จังหวัดชลบุรี: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.

ระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรหมคีรี

Phromkhiri Hospital Patient Monitoring System

โสภี แก้วชะฎา[1]*, อวยพร ชูแก้ว[2], นายชัยมงคล ช่วยนุกูล[3], ปัทมาภรณ์ เจนการ[4]

SOPEE KAEWCHADA[1]*, AUYPORN CHOOKEAW[2],

CHAIMONGKON CHAUYNUKOON[3], PATTAMAPON JANKAN[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) พัฒนาระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรหมคีรีและ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยใช้กระบวนการพัฒนาระบบตามวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) ซึ่งใช้โปรแกรม PHP เวอร์ชัน 5.2.6 ร่วมกับ โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL เวอร์ชัน 8.6.0 ในการพัฒนาระบบ โดยระบบมีการทำงานของผู้ใช้ 4 ส่วน คือ ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่ แพทย์ และผู้ป่วย ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน เจ้าหน้าที่สามารถจัดเก็บข้อมูลประวัติผู้ป่วย แพทย์สามารถดูรายงานข้อมูลผู้ป่วย จัดเก็บประวัติการรักษา และผู้ป่วยสามารถล็อคอินเข้าตรวจสอบข้อมูลของตัวเอง เพื่อดูตารางนัดหมายได้ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ในภาพรวมในส่วนของเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 ในส่วนของผู้ป่วยอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ส่วนของแพทย์อยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 และส่วนของผู้ดูแลระบบอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.09

คำสำคัญ: ติดตามผู้ป่วย, โรงพยาบาลพรหมคีรี, ผู้ป่วย

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3,4]นักศึกษา.,สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

*Corresponding author, E-mail: sopee_kae@nstru.ac.th

Abstract

This paper aims to 1) develop the patient tracking information system at Phromkhiri hospital. 2) study the user satisfaction level of the system by using the system development life Cycle (SDLC) with PHP program language version 5.2.6 together with MySQL database management system. The findings found that 1) the system have 4 groups (administrator, staff, doctors, and patient). Administrator can manage user information, staff can save patient information, doctor can view the patient information reports and save treatment history, and patient can login, view their own information, and view the appointment schedule. The evaluation results of expert in overall at a high level (mean = 3.80) and satisfaction evaluation results of staff is average high level (mean = 4.01), patient groups is high level (mean = 4.07), doctor groups is high level (mean = 4.08), and administrator groups is high level (mean = 4.09)

Keywords: patient tracking, Phrom Khiri Hospital, patient

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีเริ่มมีความสำคัญและแพร่หลายทำให้เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความสะดวกสบายในการใช้งานในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นในด้านการตรวจรักษา หรือไม่ว่าจะเป็นการจัดเก็บข้อมูลให้มีความเป็นระบบรวมถึงด้านการสื่อสารระหว่างแพทย์และอาสาสมัครหรือเจ้าหน้าที่ ที่มีความรวดเร็ว และมีความสามารถเข้าถึงผู้ป่วยได้อย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาททางด้านการแพทย์มากขึ้น ทั้งนี้เทคโนโลยีสามารถที่จะเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา ยังเป็นสื่อที่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ของมนุษย์ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งการบริการทางด้านสุขภาพนั้นนับได้ว่าเป็นสิทธิพื้นฐานของประชาชนทุกคนและทุกกลุ่มที่ได้รับมาตรฐานที่ดีพอ โรงพยาบาลเป็นสถานบริการทางด้านสุขภาพที่สำคัญเพื่อให้บริการและรัฐบาลได้พยายามจัดการบริการที่มีประสิทธิภาพและกระจายให้ครอบคลุมประชาชนในทุกพื้นที่ แต่ในความเป็นจริงประชาชนยังไม่ได้รับการที่เท่าเทียมกัน ดังนั้นโรงพยาบาลเป็นสถานที่ด้านสาธารณสุขจึงต้องมีการพัฒนาคุณภาพบริการให้สอดคล้องความต้องการของผู้เข้ามาบริการในระดับความพึงพอใจในด้านบริการที่สามารถยอมรับได้ (เชิดชู อริยศรีวัฒนา, 2558)

โรงพยาบาลเป็นองค์กรที่สำคัญของระบบบริการสุขภาพ คุณภาพของการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาลจึงเป็นสิ่งที่ผู้ป่วย และญาติพึงประสงค์เมื่อเข้ารักษาที่ใดก็หวังที่จะได้รับบริการที่ดี ที่สุด หายจากโรคไม่เกิดความพิการ แต่เมื่อระบบบริการสุขภาพ ได้ปรับเปลี่ยนไป ระบบการจัดบริการสุขภาพและภาวะการเจ็บ ป่วยมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น ผู้รับผิดชอบ ค่าใช้จ่ายหลากหลายมากขึ้น ความไม่เข้าใจกันและความขัดแย้ง

จึงเพิ่มมากขึ้น (อนุวัฒน์ศุภชุติกุลและจิรุตม์ศรีรัตนบัลล์, 2543, น. 65) ความคิดเห็นของผู้รับบริการเกี่ยวกับการจัดบริการของ ระบบสุขภาพจัดว่าเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญต่อการตัดสินคุณภาพ การรับรู้คุณภาพจากมุมมองของผู้ป่วยจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และมีความหมายตั้งแต่แรกที่ผู้ให้บริการต้องให้ความสนใจใน เบื้องต้นของระบบบริการสุขภาพ เพราะผู้ป่วยคือผู้ขับเคลื่อน ในผลลัพธ์ที่สำคัญ ทั้งผลลัพธ์ด้านการรักษาและค่าใช้จ่าย รวมถึงคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย นอกจากนี้ยังมีผลลัพธ์ที่ส่งผลต่อ ผู้เกี่ยวข้องในหลายแง่มุม ได้แก่ทางเลือกในการวางแผนการรักษา ของผู้ป่วยและผู้ให้บริการซึ่งมีผลต่อการยอมรับการรักษาการร้อง เรียนเรื่องความไม่พึงพอใจในบริการซึ่งระดับของความรุนแรงใน การร้องเรียนอาจรุนแรงถึงการผิดจรรยาบรรณของวิชาชีพ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาการรับรู้ของผู้รับบริการ ต่อคุณภาพของระบบบริการสุขภาพ เพื่อให้การบริการสุขภาพ มีประสิทธิภาพเอื้อประโยชน์ทั้งฝ่ายผู้รับบริการและผู้ให้บริการ (Sofaer & Firminger, 2005, pp. 516-517)

จากการสำรวจการทำงานของโรงพยาบาลพรหมคีรี ซึ่งสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ได้ดำเนินการติดตามผู้ป่วย ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงปัญหาในการจัดเก็บข้อมูลการติดตามผู้ป่วย เนื่องจากการลงพื้นที่ของเจ้าหน้าที่อาสาสมัครในการตรวจเยี่ยมผู้ป่วย การทำงานยังไม่เป็นระบบ มีการจัดเก็บข้อมูลแบบการจดบันทึก ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในการเรียกใช้ข้อมูล อาจทำให้เกิดการสูญหายของข้อมูลได้ และเกิดความไม่ต่อเนื่องในการทำงาน

ดังนั้นผู้วิจัย มีแนวทางในการแก้ปัญหาเหล่านี้โดยการนำระบบฐานข้อมูล เข้ามาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลผู้ป่วย และพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับใช้งานกับผู้ป่วย โดยใช้โปรแกรม php เวอร์ชัน 5.2.6 ร่วมกับ โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL เวอร์ชัน 8.6.0 ในการพัฒนาระบบ และส่งเสริมประสิทธิภาพของการทำงานระบบ ซึ่งปัจจุบันโรงพยาบาลพรหมคีรีจะก้าวเข้าสู่ไทยแลนด์ 4.0 โรงพยาบาลจะต้องนำเทคโนโลยี เข้ามาช่วยในการบริหารงาน ผู้วิจัยเห็นความสำคัญในการจัดทำบริหารงาน จึงจัดทำระบบเพื่อตอบสนองตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนระบบ

การวางแผนระบบ (Systems planning) เป็นขั้นตอนในการศึกษารวบรวมข้อมูลโดยใช้ การสังเกต สอบถาม จากการสัมภาษณ์ เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนระบบให้ตอบสนองตามความต้องการของผู้ใช้ เพื่อที่จะวิเคราะห์พัฒนาเป็นแบบจำลองซึ่งจะทำให้ทราบถึงรายละเอียด ขั้นตอนของการดำเนินงานในการจัดทำระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลของระบบงานเก่ายังมีปัญหาในส่วนของการบันทึกข้อมูลและการทำงานที่ยังไม่สะดวกและขาดความเป็นระบบ

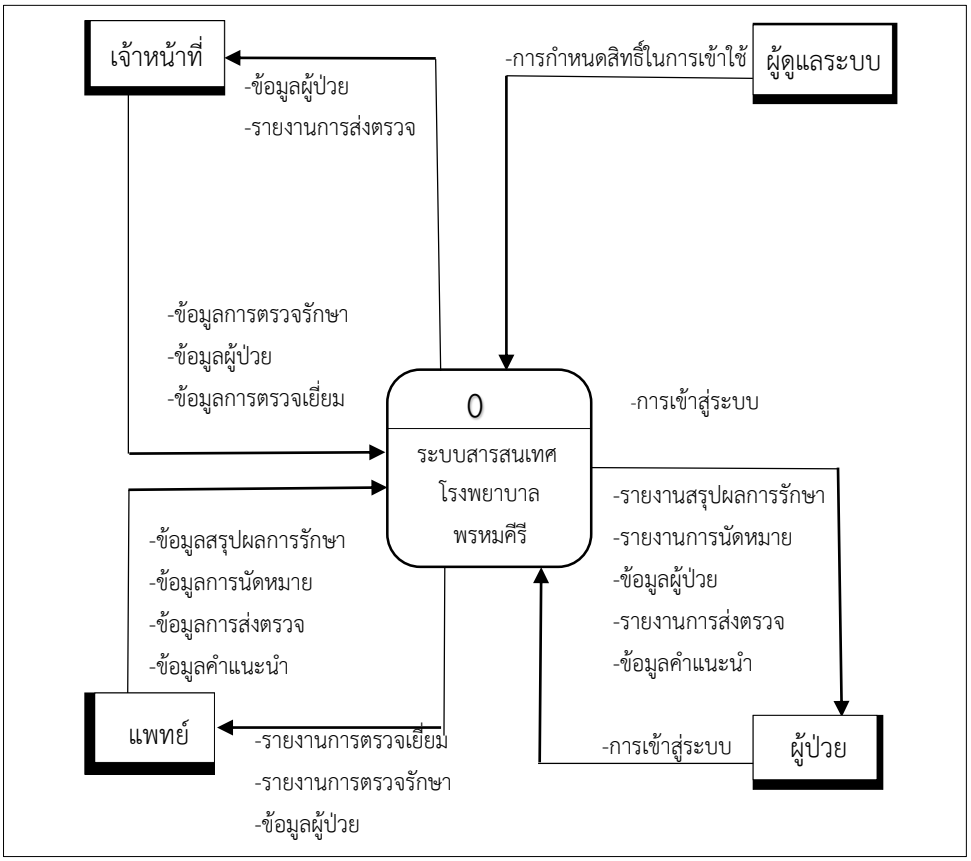
2. การวิเคราะห์ระบบ

การวิเคราะห์ระบบผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาในการทำงานของเจ้าหน้าที่และทีมแพทย์ผู้วิจัยได้เน้นในการอำนวยความสะดวกเพื่อพัฒนาระบบการติดตามผู้ป่วยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นการทำงานของเจ้าหน้าที่

สามารถทำงานเป็นระบบเพื่อให้ระบบงานนั้นเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งานให้สามารถใช้งานได้ง่าย

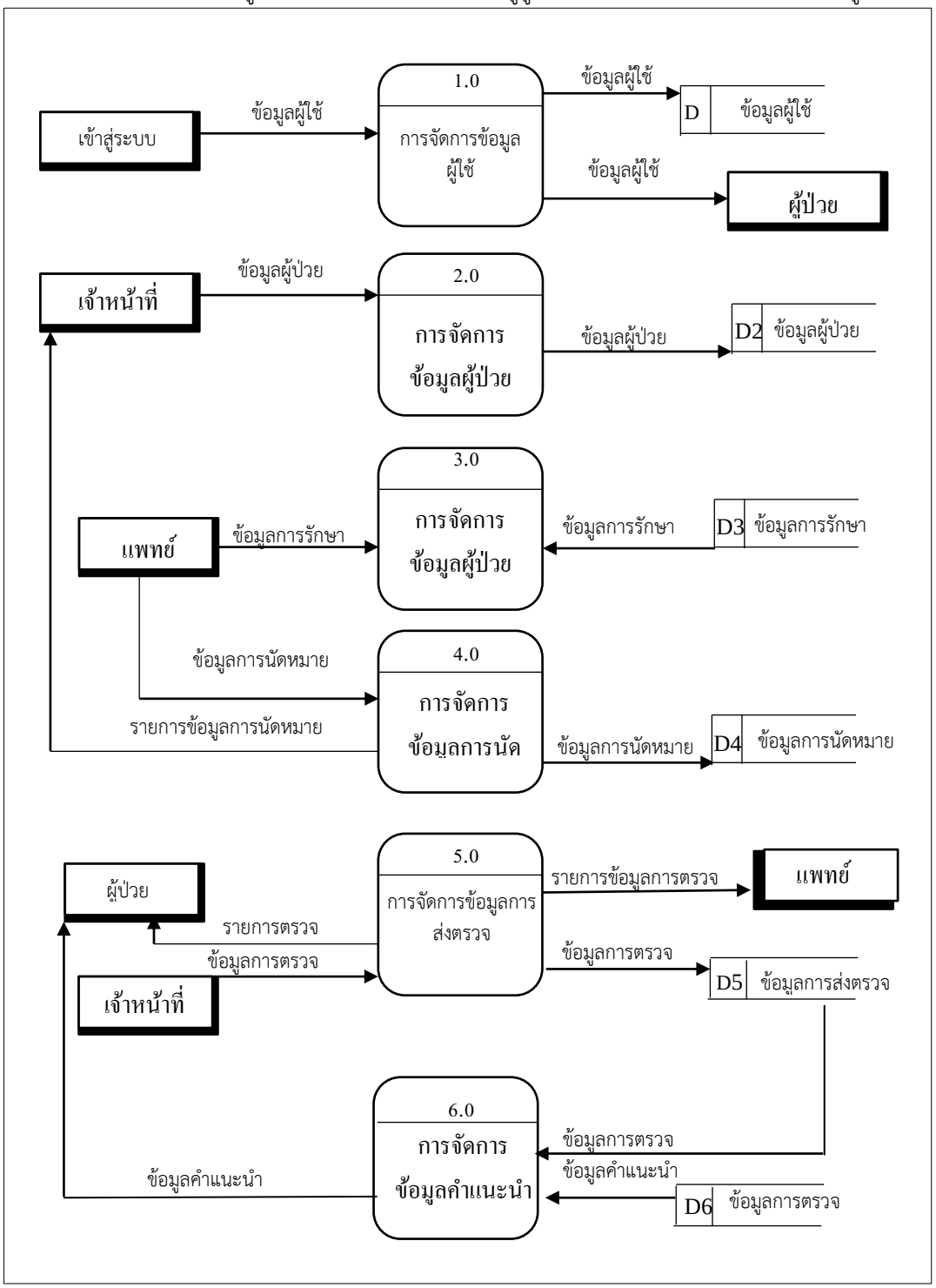
3. การออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบโดยการออกแบบเป็นแผนภาพบริบท และ แผนภาพกระแสข้อมูล แผนภาพบริบทแสดงถึงขอบเขตของระบบข้อมูลและผลลัพธ์ของระบบซึ่งได้รับข้อมูลจากที่ใด มีการติดต่อกันระหว่างระบบอย่างไรบ้าง มีส่วนเกี่ยวข้อง สำหรับระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วย ผู้วิจัยได้เขียนแผนภาพแสดงกระแสข้อมูลโดยรวมของระบบ ดังภาพ 1



ภาพ 1 แผนภาพบริบทแสดงระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วย

แผนภาพกระแสข้อมูล แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่ อสม. แพทย์ และผู้ป่วย



ภาพ 2 แผนภาพกระแสข้อมูล แสดงขั้นตอนของระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วย

4. การพัฒนาระบบ

การดำเนินงานเป็นขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมในการจัดทำระบบเป็นการศึกษาในส่วนของโปรแกรมภาษา PHP ร่วมกับระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL มาใช้ในการพัฒนาระบบการสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรหมคีรีการพัฒนามีการทดสอบการใช้งามร่วมไปด้วยเพื่อความถูกต้องแม่นยำใช้งานง่ายสะดวกและรวดเร็วโดยมีขั้นตอนการ
ดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

4.1 เลือกภาษา PHP และ MySQL มาพัฒนาและเขียนโปรแกรม

4.2 พัฒนาโปรแกรมจากที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบ

4.3 ทดสอบโปรแกรมโดยผู้ดูแลระบบ และประเมินคุณภาพของระบบการจัดการสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรหมคีรีใช้ผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินจำนวน 3 คน

4.4 ทำคู่มือประกอบการใช้งานระบบการจัดเอกสารสำหรับเจ้าหน้าที่ และนักพัฒนาโปรแกรม

4.5 การนำระบบลองติดตั้งโดยใช้งานจริงเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของระบบงาน

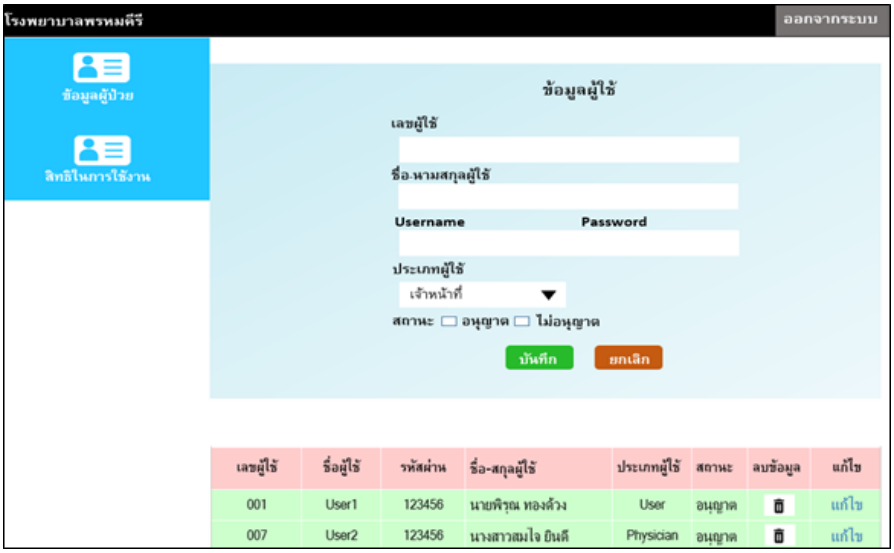
5. การบำรุงรักษาระบบ

ประกอบด้วยการนำไปทดลองใช้ จากนั้นนำระบบไปประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรหมคีรี โดยการประเมินความพึงพอใจ ใช้แบบสอบถาม จากกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และผู้ใช้ระบบ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ และผู้ป่วย โดยเจ้าหน้าที่ใช้ จำนวน 30 คน ผู้ป่วย จำนวน 30 คน ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยใช้ระดับมาตรส่วน 5 ระดับ กำหนดค่าน้ำหนักตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) ในการหาวิธีการหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) วิธีหาค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้กำหนดทศนิยม 2 ตำแหน่ง และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

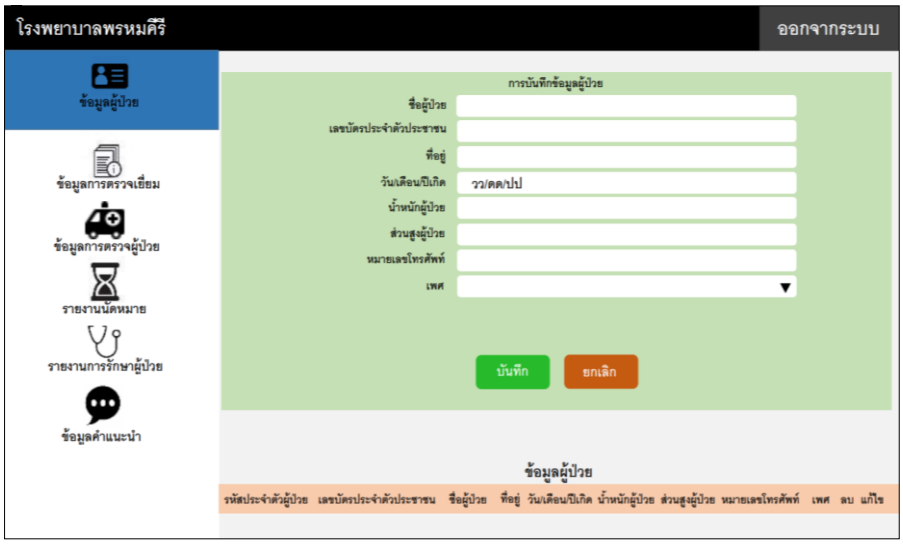
1. ผลการพัฒนาระบบตามวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) โดยระบบมีการทำงานของผู้ใช้ 4 ส่วน ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่ แพทย์ และผู้ป่วย

1.1 ส่วนผู้ดูแลระบบ ในส่วนของผู้ดูแลระบบนั้นสามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้ เพื่อกำหนดสิทธิในการใช้งานของแพทย์ และเจ้าหน้าที่ได้ ดังภาพ 3



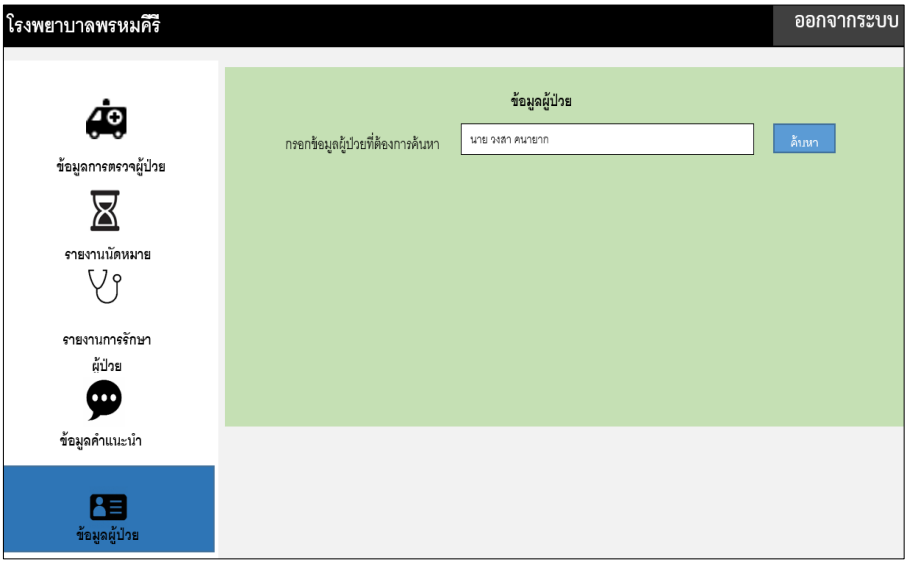
ภาพ 3 หน้าจอหลักในการเข้าสู่ระบบ ของผู้ดูแลระบบ

1.2 ส่วนเจ้าหน้าที่ในส่วนของเจ้าหน้าที่ โดยเจ้าหน้าที่สามารถจัดการข้อมูลผู้ป่วยได้ เพื่อนำไปแสดงที่แพทย์ให้ทำการรักษา ดังภาพ 4



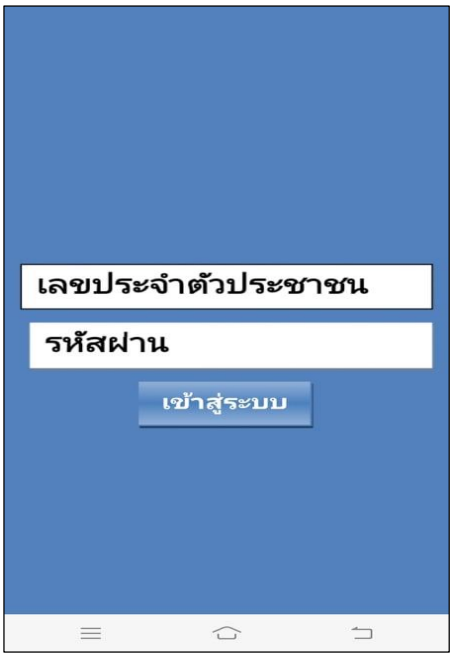
ภาพ 4 ส่วนของเจ้าหน้าที่ อสม.ในการกรอกแบบฟอร์มประวัติของผู้ป่วย

1.3 ส่วนแพทย์ในส่วนของแพทย์ โดยแพทย์สามารถดูรายงานข้อมูลผู้ป่วยได้ ดังภาพ 5



ภาพ 5 แพทย์สามารถค้นหาข้อมูลของผู้ป่วยได้

1.4 ส่วนผู้ป่วยในส่วนของผู้ป่วยจะเป็นส่วนของแอปพลิเคชันผู้ป่วย โดยผู้ป่วยสามารถล็อกอินเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าใจการใช้งานผ่านมือถือ ดังภาพ 6



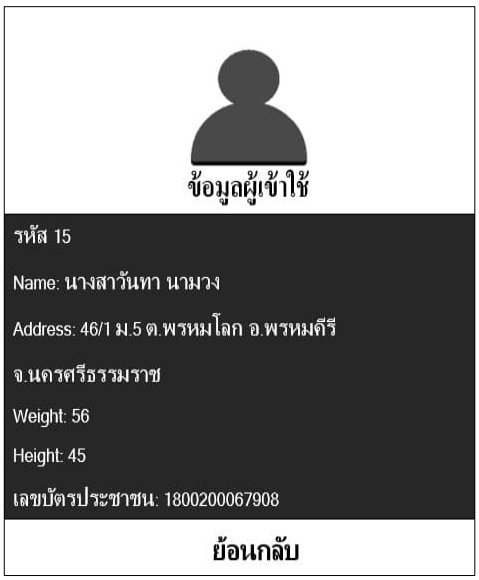
ภาพ 6 หน้าล็อกอินเข้าสู่ระบบของผู้ป่วย

1.4.1 เมื่อผู้ป่วยทำการล็อกอินมาแล้วจะปรากฏหน้าเมนู ในการใช้งานของแอปพลิเคชันได้ ดังภาพ 7



ภาพ 7 ส่วนของหน้าเมนูแอปพลิเคชัน ในการใช้งานของผู่ป่วย

1.4.2 หากผู้ป่วยต้องการดูข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วย ผู้ป่วยสามารถดูข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วยได้ ดังภาพ 8



ภาพ 8 ส่วนของข้อมูลส่วนตัวผู้ป่วย

2. ผลประเมินประสิทธิภาพและผลประเมินความพึงพอใจ

2.1 ผลประเมินประสิทธิภาพและผลประเมินความพึงพอใจในการนำระบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินจำนวน 3 คน และปรับปรุงแก้ไขระบบตามข้อเสนอแนะ สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้	4.33	0.57	มาก
2. ด้านความสามารถของระบบโดยรวม	3.33	0.57	ปานกลาง
3. การทำงานได้ง่ายและสร้างความพึงพอใจกับผู้ใช้	3.66	0.57	มาก
4. ประสิทธิภาพ การทำงานของระบบ	4.33	0.57	มาก
5. เพื่อทดสอบการรักษาความปลอดภัยของระบบ	3.00	0.00	ปานกลาง
6. สามารถเรียกใช้งานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต	4.67	0.57	มากที่สุด
7. ความชัดเจนในการอธิบาย ชี้แจง และแนะนำ ขั้นตอนการให้บริการ	3.33	0.57	ปานกลาง
รวม	3.80	0.74	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรหมคีรี โดยค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ มาก($\bar{x}$ =3.80) เมื่อพิจารณารายการ พบว่า สามารถเรียกใช้งานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.67) และรองลงมา ความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ =4.33)

2.2 ผลประเมินประสิทธิภาพและผลประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่ อสม. แพทย์ จำนวนอย่างละ 10 คน และผู้ป่วย จำนวน 30 คน สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลประเมินประสิทธิภาพและผลประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และผู้ป่วย

ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ					
	เจ้าหน้าที่			ผู้ป่วย		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ระบบสารสนเทศตอบสนองความต้องการได้	4.00	0.83	มาก	4.00	0.83	มาก
2. ระบบใช้งานง่าย และมีความรวดเร็วในการทำงาน	3.93	0.83	มาก	4.23	0.86	มาก
3. ความพึงพอใจของหน้าระบบ	3.97	0.85	มาก	4.00	0.87	มาก
4. ระบบมีความถูกต้อง ตรงกัน เชื่อถือได้ และมีการรักษาข้อมูลที่เป็นส่วนตัว	4.03	0.85	มาก	4.10	0.80	มาก
5. คุณภาพและความทันสมัยของระบบ	4.07	0.94	มาก	4.13	0.94	มาก
6. กระบวนการทำงานของระบบ	4.00	0.83	มาก	3.93	0.83	มาก
7. มีช่องทางในการติดต่อ/สอบถามปัญหาอย่างเพียงพอ	4.07	0.83	มาก	4.07	0.83	มาก
รวม	4.01	0.84	มาก	4.07	0.84	มาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับระบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรมคีรี โดยแสดงความพึงพอใจในส่วนของเจ้าหน้าที่ที่เป็นภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (4.01) เมื่อแยกเป็นส่วนพบว่า คุณภาพและความทันสมัยของระบบ มีช่องทางในการติดต่อ/สอบถามปัญหาอย่างเพียงพออยู่ในระดับมาก (4.07) ในส่วนของผู้ป่วยเป็นภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก (4.07) เมื่อแยกเป็นส่วนพบว่า ระบบใช้งานง่าย และมีความรวดเร็วในการทำงาน (4.23) รองลงมา คุณภาพและความทันสมัยของระบบอยู่ในระดับมาก (4.23) ในส่วนของแพทย์เป็นภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก (4.08) เมื่อแยกเป็นส่วนพบว่า ระบบมีระบบใช้งานง่าย และมีความรวดเร็วในการทำงานอยู่ในระดับมาก (4.40) รองลงมาความถูกต้อง ตรงกัน เชื่อถือได้ และมีการรักษาข้อมูลที่เป็นส่วนตัวอยู่ในระดับมาก (4.17) ในส่วนของผู้ป่วยเป็นภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวมอยู

ในระดับมาก (4.07) เมื่อแยกเป็นส่วนพบว่า ในส่วนของผู้ดูแลระบบเป็นภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก (4.09) เมื่อแยกเป็นส่วนพบว่ากระบวนการทำงานของระบบอยู่ในระดับมาก (4.27) รองลงมามีช่องทางในการติดต่อ/สอบถามปัญหาอย่างเพียงพออยู่ในระดับมาก (4.23) ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัย พีระเดช สำรวมรัมย์, (2559) และบัณฑิต ถิ่นคำรพ, (2560)

สรุประบบสารสนเทศติดตามผู้ป่วยโรงพยาบาลพรหมคีรี โดยการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการอำนวยความสะดวกแก่การทำงานของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลพรหมคีรีให้มีการจัดการข้อมูลเป็นระบบรวดเร็วแก่การติดตามผู้ป่วยทั้งนี้ ผู้ใช้ยังเล็งเห็นให้มีการใส่คำแนะนำเพื่อให้ญาติผู้ป่วยได้ปฏิบัติแก่ผู้ป่วยได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้จัดทำแอพพลีเคชันเพื่อที่จะอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ อสม. และเจ้าหน้าที่แพทย์โดยมีการใช้ภาษา php ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL สร้างความมั่นใจในการใช้งานงานเน้นความทันสมัย ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีภาพรวมอยู่ในระดับมาก (3.80) และประเมินตามความพึงพอใจของผู้ใช้ในภาพรวม ในส่วนของเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับมาก (4.01) ในส่วนของผู้ป่วยอยู่ในระดับมาก (4.07) ส่วนของแพทย์อยู่ในระดับมาก (4.08) และส่วนของผู้ดูแลระบบอยู่ในระดับมาก (4.09) เพื่อให้สามารถติดตามผู้ป่วยตามที่ต้องการได้

เอกสารอ้างอิง

เชิดชู อริยศรีวัฒนา. (2558). **ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการให้บริการ.** วารสารวิทยบริการ. (ฉบับที่ 3), หน้า 12-13

บรรจง จาดบุญนาค. (2561). **การพัฒนาโปรแกรมการดูแลผู้ป่วยสูงอายุติดเตียงระยะเปลี่ยนผ่านโรงพยาบาลถึงบ้าน.** วารสารโรงพยาบาลมหาสารคาม, ปีที่. 16 ฉบับที่ 13 (กันยายน – ธันวาคม)

บัณฑิต ถิ่นคำรพ. (2560). **ระบบติดตามผู้ป่วยโรคไต**. วิทยานิพนธ์ วท.บ (เทคโนโลยีสารสนเทศ). วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปรีชญา ชัยสิงห์. (2561). **การพัฒนาระบบสารสนเทศติดตามตัวตามรอยทางคลินิก (ClinicalTracer) ผู้ป่วยโรคซึมเศร้า หน่วยตรวจโรคจิตเวชศาสตร์ โรงพยาบาลศิริราช.** วิทยานิพนธ์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา.

พีระเดช สำรวมรัมย์. (2559). **ระบบติดตามพิกัดผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยง**. กรุงเทพฯ: ไทวัฒนาพาณิชย์พิมพ์. ทีมงานอีซี่บร๊านเซส.

สถาบันแพทย์ศาสตร์. (2558) . **การดูแลผู้ป่วยติดเตียง.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

อำนาจ นุตะมาน. (2557). **พัฒนาแอปพลิเคชัน.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

โอภาส เอี่อมสิริวงศ์. (2555). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ**. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร จังหวัดนครศรีธรรมราช

2D Animation : Cultural Tourism Wat Phra MahathatWoramahawihan in Nakhon Si Thammarat Province

สุนิษา คิดใจเดียว[1*], สมพร เรืองอ่อน[2], ภูรินทร์ ทองมาก[3], ศิวภาค รัตนมณี[4]

Sunisa Kidjaideaw[1*], Somporn Ruang-on[2], Purin Tongmak[3], Siwapak Rattanamanee[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านแอนนิเมชัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามซึ่งเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ เยาวชน ผู้ที่สนใจทั่วไป และนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช นอกจากนั้นกระบวนการสร้างแอนิเมชันการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนก่อนการผลิต ขั้นตอนการผลิต และขั้นตอนหลังการผลิต ผลการวิจัยพบว่า 1) แอนิเมชัน 2 มิติ เกี่ยวกับพระบรมธาตุเจดีย์ วิหารพระทรงม้า มณฑปพระพุทธบาท วิหารโพธิ์ลังกา เจดีย์พระปัญญา วิหารทับเกษตร วิหารพระคด และเจดีย์รายรอบพระบรมธาตุเจดีย์ สามารถนำไปใช้งานได้ 2) ผลการประเมินความเหมาะสมแอนิเมชัน 2 มิติ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 4.29) และความพึงพอใจของผู้ใช้ในภาพรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 4.12) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร, วิหาร, เจดีย์

[1]อาจารย์สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2]อาจารย์สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3, 4] นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*]**Corresponding author, E-mail:** sunisa_kid@nstru.ac.th

Abstract

This paper aim to 1) develop 2D animation: cultural tourism Wat Phra Mahathat Worama hawihan in Nakhon Si Thammarat Province and 2) study the satisfaction of the user system. It was a qualitative research by appropriateness evaluation of animation expert. The research tool was questionnaires with data collected from sample consisted of young tourists and travellers Wat Phra Mahathat Worama hawihan, Nakhon Si Thammarat province. Furthermore, the creation animated are divided into 3 parts (pre- production, production, and post-production). The results of the research showed that 1) 2D animation related to Phra Borommathat Chedi, Phra Ma Wihan, Buddha footprint, Pho Lanka Wihan, The Wisdom Stupa, Wihan Tap Kaset, Wihan Khot, and Smaller Chedi, it can be used. 2) The 2D animation was evaluated by 3 experts, the satified at high level (mean= 4. 29), and the satisfaction of the users at high level (mean= 4. 12). Therefore, it can be concluded that can be used effectively.

Keywords: Wat Phra MahathatWoramahawihan, Wihan, Chedi

บทนำ

การท่องเที่ยวศาสนสถานเชิงพุทธเป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่น่าสนใจ ทั้งจากกระแสความต้องการของนักท่องเที่ยวหรือการถูกจัดให้เป็นกลุ่มสินค้าการท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศ รวมทั้งนโยบายการส่งเสริมการท่องเที่ยวของภาครัฐที่มุ่งรักษาและพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ โดยจะมีการสนับสนุนการกำหนดจุดขายที่ชัดเจนและเชื่อมโยงให้เกิดการเกื้อหนุนกันภายใต้แนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน การท่องเที่ยวศาสนสถานเชิงพุทธเป็นการท่องเที่ยวไปยังแหล่งท่องเที่ยวที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ วัฒนธรรมและสังคม รวมถึงสถานที่ ๆ มีความผูกพันทางจิตใจของชนรุ่นหลังเพื่อชื่นชมและเรียนรู้ต่อประวัติศาสตร์และโบราณสถานในแหล่งท่องเที่ยวนั้นบนพื้นฐานของความรับผิดชอบที่มีจิตสำนึกต่อการรักษามรดกทางวัฒนธรรม และรักษาคุณค่าของสภาพแวดล้อม โดยที่ชุมชนในท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวนั้น (ชมพูนุช หุ่นนาค, 2559)

วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารเป็นโบราณสถานที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ มีอนุสาวรีย์ที่บอกเล่าเรื่องราวประวัติศาสตร์ และพิพิธภัณฑ์ที่สื่อความหมายชัดเจน ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางสังคม ค่านิยม ความเชื่อ ในปัจจุบันภาวะและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้เปลี่ยนแปลงไปมีผลต่อวัฒนธรรมบางอย่างเช่น ค่านิยมของคนไทยในเรื่องความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ซึ่งแสดงออกถึงน้ำใจในความสามัคคี ปัจจุบันนี้หาดำด้ยากเพราะการแข่งขันความอยู่รอดในสังคมมีมากขึ้น ทำให้เกิดปัญหาการละเลยไม่สนใจปฏิบัติเข้าร่วมประเพณี มีนักท่องเที่ยวเข้าร่วมน้อยลง ส่งผลเสียต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราชอย่างยั่งยืน

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อเป็นช่องทางในการส่งเสริมการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมและเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราชให้เป็นที่รู้จักของบุคคลที่สนใจซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มโอกาสในการเผยแพร่การท่องเที่ยวและสร้างรายได้เพิ่มขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตของการวิจัย

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เยาวชน ผู้ที่สนใจทั่วไป และนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเดือน มกราคม 2562

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคัดเลือกโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายคน จำนวน 30 คน ซึ่งสามารถใช้สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ ที่พัฒนาขึ้นได้

1.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การนำเสนอสถานที่สำคัญ 8 สถานที่ในวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งประกอบด้วย ตัวละครดำเนินเรื่อง พื้นหลังเป็นพระบรมธาตุเจดีย์ วิหารพระทรงม้า มณฑปพระพุทธบาท วิหารโพธิ์ลังกา เจดีย์พระปัญญา วิหารทับเกษตร วิหารคด และเจดีย์รายรอบพระบรมธาตุเจดีย์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 สื่อมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช

2.2 การสังเกต เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องอาศัยประสาทสัมผัสหลายอยางโดยเฉพาะอย่างยิ่งประสาทสัมผัสทางตาและหูเป็นสำคัญ การสังเกต ใช้ได้ดีสำหรับการศึกษาคุณลักษณะและพฤติกรรมของบุคคล รวมถึงปรากฏการณและพิธีการต่าง ๆ ใช้เป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูลได้ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ กายภาพและทางด้านพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย, 2558)

2.3 แบบสอบถามการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านแอนนิเมชัน และแบบสอบถามการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยใช้แบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ

3. วิธีดำเนินการพัฒนา

3.1 ขั้นตอนก่อนการผลิต (Pre-Production) หรือขั้นตอนการเตรียมงาน เป็นขั้นตอนสำหรับการเตรียมการสร้างงานแอนิเมชัน โดยจะมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 การศึกษาดูงาน ทำการค้นคว้าเนื้อหาเกี่ยวกับวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร โดยศึกษาจากทางอินเทอร์เน็ต บทความวิจัย เพื่อช่วยในการสร้างแอนิเมชันให้มีข้อมูลครบถ้วนมากที่สุด

3.1.2 การเขียนบทแอนิเมชัน เป็นการเลือกประเภทของการ์ตูน แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

3.1.2.1 ตัวละครหลักจะทำหน้าที่เป็นพิธีกร

3.1.2.2 ตัวละครรองจะเป็นตัวดำเนินเรื่อง

3.1.3 การออกแบบ โดยจะมีการออกแบบตัวละครให้มีเอกลักษณ์เฉพาะตน การออกแบบฉากจะมีหลักในการออกแบบฉาก คือ เป็นสถานที่ไหน เวลาใด ในสถานที่นั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

3.1.4 การสร้างผังแสดงขั้นตอนการทำงานของเนื้อหาแอนิเมชัน เป็นการกำหนดการทำงานของเนื้อหาในแอมิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่เริ่มเรื่องจนจบ

3.1.5 การเขียนสตอรี่บอร์ด เป็นการนำเนื้อหาที่จัดเตรียมไว้แล้วมาจัดวางตำแหน่ง โดยใช้แบบฟอร์มสตอรี่บอร์ดในการวาดบทแอนิเมชัน มีตัวอย่างดังต่อไปนี้

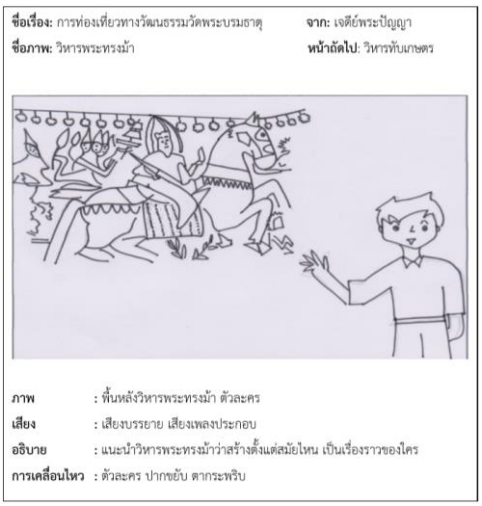
3.1.5.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของพระบรมธาตุเจดีย์แสดงให้เห็นถึงความสวยงามของพระบรมธาตุเจดีย์ ดังภาพ 1



ภาพ 1 พระบรมธาตุเจดีย์

จากภาพ 1 ตัวละครดำเนินเรื่องจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและความสำคัญของพระบรมธาตุเจดีย์ อธิบายได้จากภายนอกของเจดีย์ที่มีสถาปัตยกรรมแบบทรงระฆังคว่ำ มีจุดเด่นที่ยอดเจดีย์ ซึ่งหุ้มด้วยทองคำแท้

3.1.5.2 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของวิหารพระทรงม้าแสดงให้เห็นถึงความสวยงามของวิหารพระทรงม้า ดังภาพ 2



ภาพ 2 วิหารพระทรงม้า

จากภาพ 2 ตัวละครดำเนินเรื่องจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและความสำคัญของวิหารพระทรงม้า เป็นวิหารขนาดไม่ใหญ่นัก มีรูปปูนปั้นแสดงถึงพุทธประวัติในตอนที่มีการเสด็จออกบวชของเจ้าชายสิทธัตถะหรือพระพุทธเจ้า

3.1.5.3 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของมณฑปพระพุทธบาท แสดงให้เห็นถึงความสวยงามของมณฑปพระพุทธ ดังภาพ 3



ภาพ 3 มณฑปพระพุทธบาท

จากภาพ 3 ตัวละครดำเนินเรื่องจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและความสำคัญของมณฑปพระพุทธบาท เป็นมณฑปตั้งอยู่บนเนินภายในประดิษฐานรอยจำลองพระพุทธบาท ยาว 74 นิ้ว กว้าง 44 นิ้ว

3.1.5.4 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของวิหารโพธิ์ลังกาแสดงให้เห็นถึงความสวยงามของวิหารโพธิ์ลังกา ดังภาพ 4



ภาพ 4 วิหารโพธิ์ลังกา

จากภาพ 4 ตัวละครดำเนินเรื่องจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและความสำคัญของวิหารโพธิ์ลังกา ที่ประดิษฐานพระพุทธประทับยืนปางประทานอภัย เรียกว่า พระพวย เชื่อกันว่าพระพุทธรูปองค์นี้สามารถบันดาลสิ่งที่พึงประสงค์ได้

3.1.5.5 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของเจดีย์พระปัญญาแสดงให้เห็นถึงความสวยงามของเจดีย์พระปัญญา ดังภาพ 5



ภาพ 5 เจดีย์พระปัญญา

จากภาพ 5 ตัวละครดำเนินเรื่องจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและความสำคัญของเจดีย์พระปัญญาเป็นที่ประดิษฐานพระบรมสารีริกธาตุพระสัมมาสัมพุทธเจ้า ตั้งตระหง่านอยู่โดดเด่นและมีเจดีย์รายหรือเจดีย์บริวารอยู่

รอบองค์พระบรมธาตุเจดีย์จำนวน 158 องค์

3.1.5.6 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของวิหารทับเกษตรแสดงให้เห็นถึงความสวยงามของวิหารทับเกษตร ดังภาพ 6



ภาพ 6 วิหารทับเกษตร

จากภาพ 6 ตัวละครดำเนินเรื่องจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและความสำคัญของวิหารทับเกษตร ประติมากรรมภายในสร้างขึ้นในสมัยอยุธยาตอนต้น (ภายหลังสร้างซุ้มหัวช้างแล้วหลายปี) โดยได้รับอิทธิพลศิลปกรรมจากกรุงศรีอยุธยา

3.1.5.7 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของวิหารพระคดแสดงให้เห็นถึงความงดงามของวิหารพระคด ดังภาพ 7



ภาพ 7 วิหารพระคด

จากภาพ 7 ตัวละครดำเนินเรื่องจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและความสำคัญของวิหารพระคด ส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมพุทธศาสนสถาน มีลักษณะเป็นวิหารล้อมรอบลานด้านในของวิหารหลักและคดเป็นข้อศอกตรงมุม มีลักษณะเทียบได้กับ ระเบียงฉันนบถ ในสถาปัตยกรรมตะวันตก

3.2 ขั้นตอนการผลิต (Production) เป็นขั้นตอนการเริ่มทำงานแอนิเมชันจากบทดำเนินเรื่องที่เตรียมไว้ โดยมี 2 ขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การสร้างแอนิเมชัน เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสร้างแอนิเมชัน โดยใช้โปรแกรม Adobe Flash CS6

3.2.2 การพากย์เสียง เป็นขั้นตอนหลังจากการทำแอนิเมชัน คือ พากย์เสียง การตัดแต่งเสียงให้สมบูรณ์

3.3 ขั้นตอนหลังการผลิต (Post-Production) แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 การทดสอบ เป็นขั้นตอนหลังจากการผลิตที่ต้องตรวจสอบข้อบกพร่องข้อผิดพลาด และทำการทดสอบแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช

3.3.2 การแก้ไขและปรับปรุง เป็นขั้นตอนที่ต้องทำต่อจากการทดสอบทำการแก้ไขส่วนที่มีข้อผิดพลาดและบกพร่อง

3.3.3 การจัดทำคู่มือ เป็นการจัดทำคู่มือของแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช เนื้อหาประกอบด้วย บทนำเรื่อง ประวัติความเป็นมา สถาที่สำคัญของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างสื่อมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีผลการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราชนำเสนอข้อมูลประวัติความเป็นมาและความสำคัญของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารผ่านการจำลองการเที่ยววัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารในรูปแบบสองมิติ ดังภาพ 9



ภาพ 9 แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช

2. ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านแอนิเมชันและผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

2.1 ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านแอนนิเมชัน

ตางราง 1 ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านแอนนิเมชัน

รายการประเมินความเหมาะสม	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1. ความเหมาะสมของการใช้สีพื้นหลัง	4.33	0.58	มาก
2. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	3.67	0.58	มาก
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	3.67	0.58	มาก
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	3.33	0.58	ปานกลาง
5. เนื้อหาเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	4.67	0.58	มากที่สุด
6. การออกแบบกราฟิกหน้าจอมีความสวยงาม	4.33	0.58	มาก
7. ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	มากที่สุด
8. ภาพในแอนิเมชัน 2 มิติ มีความคมชัด	4.33	0.58	มาก
9. เทคนิคและการใช้โปรแกรมต่าง ๆ	4.67	0.58	มากที่สุด
โดยรวม	4.19	0.68	มาก

จากตาราง 1 ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านแอนนิเมชันอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.19 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดมีจำนวน 3 ด้าน คือ เทคนิคและการใช้โปรแกรม

ต่าง ๆ เนื้อหาเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายภาพและประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.67 รองลงมามีจำนวน 3 ด้าน คือ ความเหมาะสมของการใช้สีพื้นหลัง การออกแบบกราฟิกหน้าจอมีความสวยงาม และภาพในแอนิเมชัน 2 มิติ มีความคมชัด มีค่าเฉลี่ย 4.33 เพราะเป็นแอนิเมชันที่เกี่ยวกับศาสนาเลยไม่สามารถใช้สีที่ฉูดฉาดได้ ใช้เป็นสีสุภาพแทนและด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ความเหมาะสมของสีตัวอักษรมีค่าเฉลี่ย 3.33 เพราะใช้สีตัวอีกษรที่มีสีคลายคลึงกับสีของพื้นหลังในแอนิเมชันเลยทำให้ตัวอักษรอ่านยาก ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญาฐณา คลาดแคล้ว (2556) เนื่องจากปัจจัยของสีที่มีผลต่อการมองเห็นในงานเลขนศิลป์ ได้แก่ ความสดของสี สีของพื้น จำนวนสีที่ใช้ สัดส่วนการใช้ของสีต่อพื้นที่การใช้งานทั้งหมดและลักษณะของภาพ

2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

ตางราง 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

รายการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1. การนำเสนอมีรูปแบบโดดเด่นน่าสนใจ	4.27	0.58	มาก
2. ระยะเวลาในการดำเนินเรื่องเหมาะสม	4.37	0.56	มาก
3. การใช้สีสันที่เหมาะสมสวยงาม	4.43	0.57	มาก
4. ภาพประกอบเนื้อหาคมชัดสวยงามน่าสนใจสื่อความหมายได้ดี	4.50	0.51	มาก
5. เสียงบรรยายและเสียงประกอบเนื้อหาน่าสนใจ	4.67	0.48	มากที่สุด
6. แอนิเมชันน่าสนใจและดึงดูดต่อการเรียน	4.57	0.50	มากที่สุด
7. ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา	4.53	0.51	มากที่สุด
8. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.30	0.47	มาก
9. ประโยน์ที่ได้รับ	4.70	0.47	มากที่สุด
โดยรวม	4.48	0.53	มาก

จากตาราง 2 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้ใช้เกี่ยวกับแอนิเมชัน 2 มิติ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านประโยน์ที่ได้รับ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ที่ 4.70 รองลงมาด้านเสียงบรรยาย และเสียงประกอบเนื้อหาน่าสนใจ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.67 ด้านที่มีค่าเฉี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการนำเสนอมีรูปแบบโดดเด่นน่าสนใจมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.27

สรุปผลการวิจัย

สรุปได้ว่า แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วยประวัติว่าเป็นมาของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารและสถานที่สำคัญต่าง ๆ ภายในวัดและเป็นสื่อที่ให้ความรู้ สามารถเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน เหมาะที่จะนำไปเป็นสื่อให้ความรู้กับบุคคลที่ไม่มีความรู้

เรื่องประวัติศาสตร์ของวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านแอนิเมชัน จำนวน 3 คน พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (4.29) สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้และเผยแพร่แก่เยาวชน ผู้ที่สนใจทั่วไป และนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวได้ และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับมาก (4.12) สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ กัลยารัตน์ ศิริรัตน์ (2556) เรื่องผลการศึกษาทรัพยากรทางการท่องเที่ยวทางด้านวัฒนธรรมและศาสนา พบว่าทรัพยากรทางการท่องเที่ยวด้านวัฒนธรรมและศาสนามากที่สุดจากปัจจัยวัดพระธาตุวรมหาวิหารเป็นโบราณสถานที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ มีอนุสาวรีย์ที่บอกเล่าเรื่องราวประวัติความเป็นมา และมีพิพิธภัณฑ์ที่สื่อความหมายชัดเจน ทรัพยากรการท่องเที่ยวด้านประเพณีและกิจกรรมทางศาสนามากจากปัจจัยวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารมีการจัดงานวันสำคัญทางศาสนาทำให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงประเด็นที่ผู้นำเสนอต้องการสื่อได้ง่ายขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยให้คำแนะนำในการจัดทำโครงงานการออกแบบระบบงาน การจัดทำเอกสารประกอบโครงงาน และแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินงาน ขอขอบ คุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำคำปรึกษา ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชทุกท่านที่ให้ความรู้ ให้คำแนะนำอำนวยความสะดวกด้าน อุปกรณ์และสถานที่ในการจัดทำโครงงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กัลยารัตน์ ศิริรัตน์. (2556). **การจัดการการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนในวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารจังหวัดนครศรีธรรมราช.** สาขาวิชาวัฒนธรรมศึกษาเพื่อการท่องเที่ยว คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย. (2558). **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Research Instrument).**วารสารบัณฑิตศึกษา. 12(58), 13-24

ชมพูนุช หุ่นนาค. (2559). **การท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์**. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 27 (1), 39-46

ญาฐณา คลาดแคล้ว. (2556). **การใช้สีในงานออกแบบเลขนศิลป์เพื่อรองรับเด็กสายตาเลือนราง.** วารสารวิชาการ Veridian E-Journal. 7 (ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม), 783-785

วิมล ดำศรี. (2557). **วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร นครศรีธรรมราช มรดกธรรม นำสู่มรดกโลก ภาพลักษณ์จากวรรณกรรม.** นครศรีธรรมราช: ศูนย์ศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

เอธยา ติ๊บประสอน นมิดา ซื่อสัตย์สกุลชัย และธีระ พร้อมเพรียง. (2556). **การพัฒนาสื่อแอนิเมชันแนะนำวิธีการประหยัดพลังงานและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม**. รายงานการวิจัยส่วนบุคคล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิต โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ตำบลบ้านทรายขาว อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช

Information System of Diabetes and Blood Pressure Patient Tambon Ban Don Khae Health Promotion Hospital, Ban Sai Khao Subdistrict, Hua Sai District, Nakhon Si Thammarat Province

โสภี แก้วชะฎา[1*], รัตยากร ไทยพันธ์[2], นันทวัฒน์ ไพรสณฑ์[3], ฉัตรฑริกา ธิบดี[4]

Sopee Kaewchada [1], Rattayagon Thaiphan [2], Nantawat Praison[3], Chatarika Tibadee[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิต โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ตำบลบ้านทรายขาว อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ กระบวนการพัฒนาระบบใช้วงจร(System Development Life Cycle) ใช้ภาษา PHP ร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ การพัฒนาระบบมีการสนับสนุนการใช้งานของผู้ใช้ 4 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ แพทย์ เจ้าหน้าที่ และอาสาสมัครสาธารณสุข การประเมินความพึงพอใจระบบโดยแพทย์ อาสาสมัคร เจ้าหน้าที่ และอาสาสมัครสาธารณสุข ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการแบบเจาะจง ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมมีระดับความพึงพอใจมากที่สุดเท่ากับค่าเฉลี่ย 4.55 งานวิจัยนี้จึงนับว่ามีประโยชน์ต่อบุคลากรทางการแพทย์และอาสาสมัครสาธารณสุขที่จะนำระบบไปใช้ในการช่วยเหลือผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตที่เข้ามาตรวจรักษาได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ, ผู้ป่วยโรคเบาหวาน, ผู้ป่วยความดันโลหิต

---

[1]อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2]อาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3]นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[4]นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*]**Corresponding author, E-mail:** sopee_kae@nstru.ac.th

Abstract

The objectives of the study were to: 1) develop an information system for diabetic and blood pressure patients at Tambon Ban Don Khae Health Promotion Hospital, Ban Sai Khao subdistrict, Hua Sai district, Nakhon Si Thammarat province; (2) study the level of satisfaction of the users. The system development process based on the system development life cycle. PHP language and MySQL database management system were a tool for system development. The system development was designed to support for 4 groups sush as administrators, doctors, staff ;and public health volunteers. The sample was selected by purposive sampling that consists of doctor, staff and public health volunteers. Overall complacency was high level (mean=4.55). The developed information system was useful for doctor and public health volunteers that they can use the developed information system to help blood pressure and diabetes patients for treatment.
Keywords: Information system, Diabetes patient, Blood pressure patient

บทนำ

ปี พ.ศ. 2558 อุบัติการณ์ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ที่มารับบริการในสถานพยาบาลภาครัฐมีแนวโน้มคงที่ อัตราส่วนเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มผู้สูงอายุ พบในกลุ่มที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบผู้ป่วยสูงสุดผู้ป่วยโรคเบาหวาน มีภาวะแทรกซ้อนร้อยละ 10.64 ส่วนใหญ่มีภาวะแทรกซ้อนทางไต อย่างไรก็ตาม ความครอบคลุมของการคัดกรองผู้ป่วยที่มีภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน และภาวะแทรกซ้อนจะส่งผลต่อจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานรายใหม่ และจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ภาวะแทรกซ้อนต่างๆในแต่ละปีด้วย ซึ่งพบว่าความครอบคลุมในการคัดกรองโรคเบาหวานนั้นค่อนข้างต่ำเพียงร้อยละ 56.5 นอกจากนั้น สถานการณ์การเสียชีวิตก็ต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจาก ข้อมูลสาเหตุการเสียชีวิตในมรณบัตรส่วนใหญ่จะแสดงเฉพาะสาเหตุสุดท้ายที่ทำให้เสียชีวิต ซึ่งจะไม่ระบุว่าเกิดจากโรคเบาหวาน แต่หากพิจารณาจากข้อมูลพฤติกรรมเสี่ยง พบว่า ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จึงมีความเป็นไปได้ว่า สถานการณ์ผู้ป่วยโรคเบาหวานในปัจจุบันและในอนาคตจะยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเพื่อการติดตามประเมินสถานการณ์โรคเบาหวานได้ถูกต้องขึ้น จึงควรมีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลทั้งข้อมูลการเจ็บป่วยและข้อมูลการเสียชีวิต (อมรา ทองหงษ์, 2558) และโรคความดันโลหิตสูงเป็นสาเหตุการตายอันดับ 3 ของโลก ในปี ค.ศ. 2014 มีผู้ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงจำนวน 1.56 พันล้านคน (World Health Organization [WHO], 2015) สำหรับประเทศไทยในช่วง พ.ศ. 2544-2555 มีผู้เข้ารับการรักษาในสถานบริการสาธารณสุขของกระทรวงสาธารณสุขด้วยโรคความดันโลหิตสูง เพิ่มจาก 156,442 ราย เป็น 1,009,385 ราย คิดเป็นอัตราที่เพิ่มมากขึ้นกว่า 5 เท่าของจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกภาคของประเทศ (คนึงนิจ เพชรรัตน์, สัญญา ปงลังกา และจุฑามาศ กิติศรี, 2018)

จากสภาพข้อมูลดังนั้นการติดตามผู้ป่วยเบาหวานและความดันโลหิตอย่างต่อเนื่องและตรงเวลา เพื่อการดูแลรักษาผู้ป่วยให้เป็นไปตามแผนการดูแลรักษาพยาบาลของแต่ละโรงพยาบาลจึงต้องมีการเก็บข้อมูลให้เป็นปัจจุบันง่ายต่อการติดตามและเฝ้าระวังจะสามารถช่วยเพิ่มให้มาตรฐานการรักษาและผลการรักษาดียิ่งขึ้นได้ (ชัยชาญ ดีโรจนวงศ์, 2560) ดังนั้นความสำคัญในการจัดเก็บข้อมูลประวัติผู้ป่วยไว้ในระบบคอมพิวเตอร์แทนการเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสารจึงเกิดขึ้น เพื่อลดความยุ่งยาก ความล่าช้า ในการสืบค้นข้อมูลของผู้ป่วย เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล

ดังนั้นจากการศึกษาความสำคัญและปัญหารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับผู้ป่ายโรคเบาหวานและความดันโลหิต จึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศมาจัดเก็บข้อมูลประวัติของผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิต ระบบสารสนเทศช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงเป็นรายงานสรุปผลให้กับบุคลากรทางการแพทย์เพื่อช่วยการติดตาม เฝ้าระวัง และเพิ่มมาตราฐานการรักษาให้โรงพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1.พัฒนาระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ตำบลบ้านทรายขาว อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ตำบลบ้านทรายขาว อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการเพื่อให้ได้ระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ตำบลบ้านทรายขาว อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช ตามความต้องการของผู้ใช้ผู้วิจัยได้นำวงจรการพัฒนาระบบแบบ (Systems DevelopmentlLifelCycle: SDLC) ขั้นตอนการพัฒนาระบบเป็นการแสดงถึงกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จการพัฒนาระบบซึ่งจะทำให้เข้าถึงกิจกรรมพื้นฐานและรายละเอียด ต่างๆ ในการพัฒนาระบบจะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผนระบบ

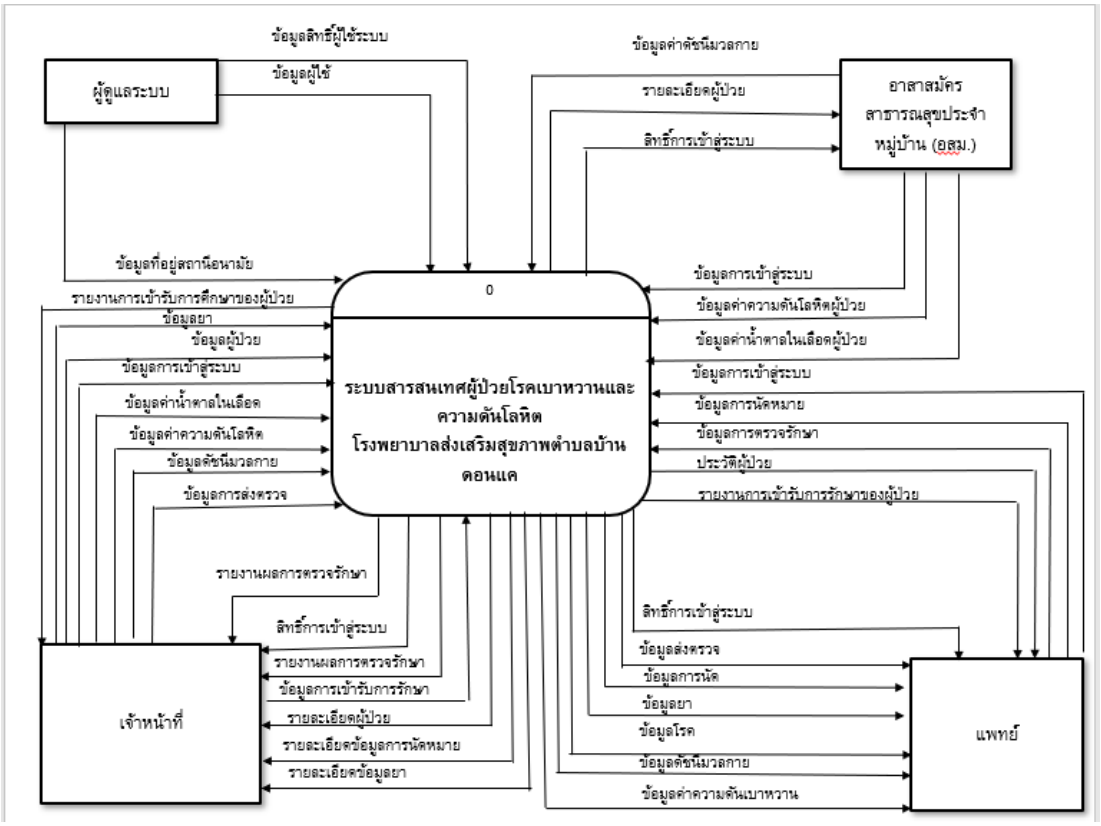
ในการจัดทำโครงงานระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ได้มีวิธีการวางแผนจัดทำระบบโดยการศึกษาเริ่มตั้งแต่ การรักษาและติดตามผู้ป่วยเบาหวานและความดันโลหิต โดยการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) เจ้าหน้าที่และแพทย์ เพื่อได้ทราบถึงความต้องการในการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารข้อมูลผู้รับบริการโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง

2. การวิเคราะห์ระบบ

จากการกำหนดปัญหาและทราบถึงความต้องการของผู้ใช้งาน จึงได้นำปัญหาและความต้องการมาวิเคราะห์ระบบเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค โดยเลือกใช้เครื่องมือการวิเคราะห์และการออกแบบได้แก่ แผนภาพบริบท (Context Diagram) แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram level 1) และคำอธิบายการประมวลผลข้อมูล (Process Description) โดยแสดงตัวอย่างเครื่องมือดังให้เห็นในภาพที่ 1 เป็นแผนภาพบริบทเพื่อแสดงภาพรวมการทำงานของระบบซึ่งจะบอกให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบภายนอก อินพุตและผลลัพธ์ของระบบ โดยจากภาพจะเกี่ยวข้องกับระบบภายนอกประกอบด้วย 4 ส่วน คือ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) เจ้าหน้าที่ แพทย์ และผู้ดูแลระบบ

3. การออกแบบระบบ

หลังจากการวิเคราะห์ระบบแล้วผู้พัฒนาได้ออกแบบระบบโดยการออกแบบระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ในขั้นตอนนี้จะเริ่มด้วยการออกแบบส่วนต่างๆ เช่น การออกแบบอินพุต การออกแบบเอาต์พุต การออกแบบข้อมูล และการออกแบบรายงานต่างๆ



ภาพ 1 แผนภาพบริบทระบบ

4. การพัฒนาระบบ

ในระยะของการพัฒนาระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ในการจัดทำระบบนี้จะเป็นการศึกษาในส่วนของโปรแกรมภาษา PHP และ HTML5 ร่วมกับโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล MySQL มาใช้ในการจัดการระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ได้นำโปรแกรม PHP และ HTML5 มาช่วยจัดการในส่วนของการแสดงผลและในระหว่างการพัฒนานั้นจะมีการทดสอบการใช้งานร่วมไปด้วยเพื่อความถูกต้องแม่นยำ ใช้งานง่าย สะดวกและรวดเร็ว โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

4.1 พัฒนาโปรแกรมจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ และออกแบบ

4.2 เลือกภาษา PHP และ MySQL มาพัฒนา และเขียนโปรแกรม

4.3 ทดสอบโปรแกรมโดยผู้ดูแลระบบ

4.4 ทำคู่มือประกอบการใช้ระบบการจัดเอกสารสำหรับบุคคลากรที่เกี่ยวข้อง

4.5 การนำระบบลองติดตั้งโดยใช้งานจริงเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของระบบงานโดยให้ผู้ที่ใช้งานจริงเป็นผู้ทดสอบ

5. การบำรุงรักษา

ประกอบด้วยการนำไปทดลองใช้ พร้อมทั้งมีการทดสอบระบบ โดยใช้วิธีการทดสอบแบบกล่องดำ (Blackbox Testing) เป็นการทดสอบฟังก์ชันต่าง ๆ ของระบบตามความต้องการของใช้งานของผู้ใช้ ด้วยการทดสอบโดยดูผลลัพธ์จากการตอบสนองของระบบจากการข้อมูลที่ป้อนให้กับระบบเท่านั้น และให้ผู้ใช้ทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิต โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค โดยการประเมินความพึงพอใจ ใช้แบบสอบถาม จากกลุ่มตัวอย่าง อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) 4 คน เจ้าหน้าที่ 4 คน แพทย์ 2 คน ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยใช้ระดับมาตราส่วน 5 ระดับ กำหนดค่าน้ำหนักตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) ในการหาวิธีการหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) วิธีหาค่าเฉลี่ยที่คำนวณ และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

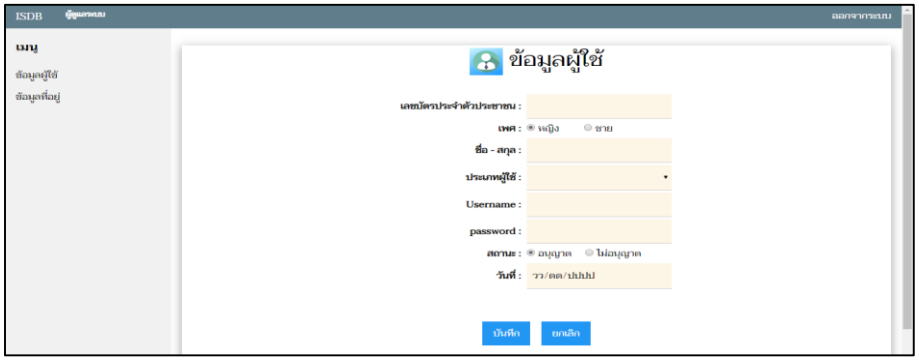
1. การพัฒนาระบบ

ระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนของผู้ดูแลระบบ ส่วนเจ้าหน้าที่ ส่วนแพทย์และส่วนของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถเข้าสู่ระบบ จัดการข้อมูลแพทย์ ข้อมูลเจ้าหน้าที่ ข้อมูลอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) กำหนดสิทธิ์ผู้ใช้เพื่อเข้าสู่ระบบและปรับเปลี่ยนข้อมูลเบื้องต้นโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ตัวอย่างการใช้งานในส่วนของผู้แลระบบดังภาพที่ 2 -3

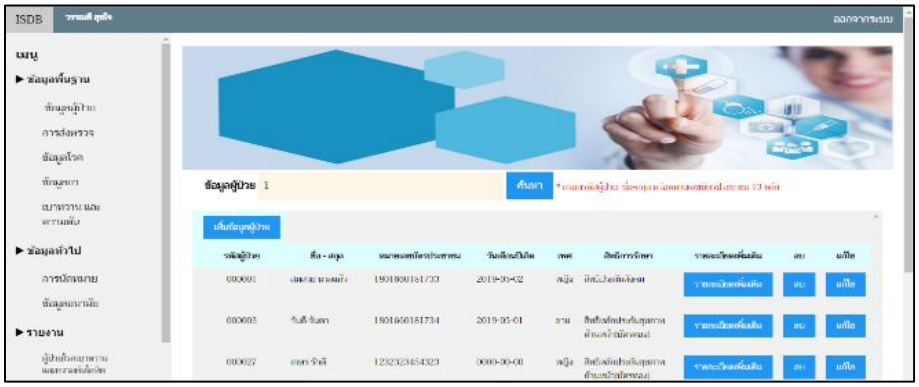


ภาพ 2 หน้าหลักสำหรับผู้ดูแลระบบ

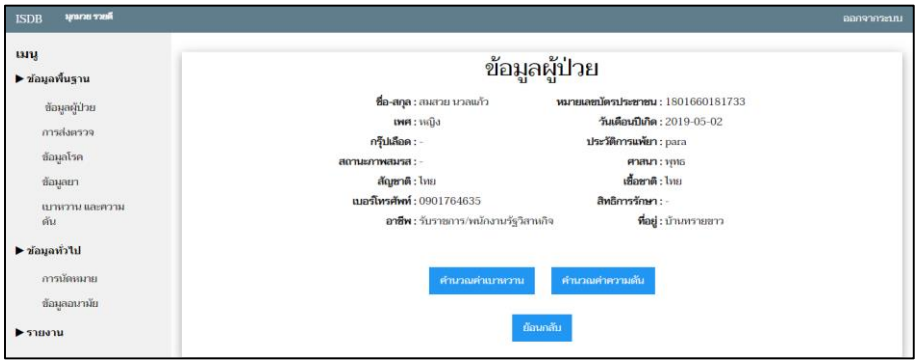


ภาพ 3 หน้าจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบ

1.2 ส่วนของเจ้าหน้าที่ สามารถเข้าสู่ระบบ จัดการข้อมูล ดูรายละเอียด ข้อมูลยา ข้อมูลโรคและจัดการข้อมูลส่งตรวจ ตัวอย่างการใช้งานในส่วนของเจ้าหน้าที่ดังภาพที่ 4 -5

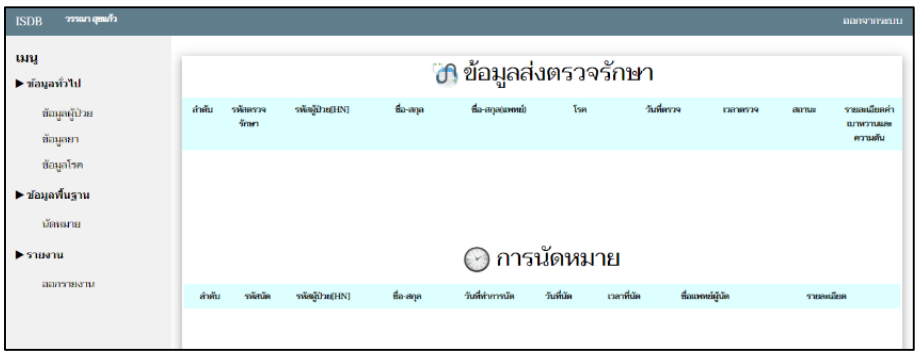


ภาพ 4 หน้าค้นหาข้อมูลผู้ป่วยสำหรับเจ้าหน้าที่



ภาพ 5 หน้ารายละเอียดข้อมูลผู้ป่วยสำหรับเจ้าหน้าที่

1.3 ส่วนของแพทย์ สามารถเข้าสู่ระบบ ดูรายละเอียดข้อมูลยา รายละเอียดข้อมูลผู้ป่วย รายละเอียดข้อมูลการส่งตรวจและดูรายละเอียดข้อมูลโรคได้ บันทึกข้อมูลการตรวจรักษาและจัดการข้อมูลนัดหมาย ตัวอย่างหน้าจอในส่วนของแพทย์ ตัวอย่างการใช้งานในส่วนของแพทย์ดังภาพที่ 6 -7



ภาพ 6 หน้าหลักสำหรับแพทย์

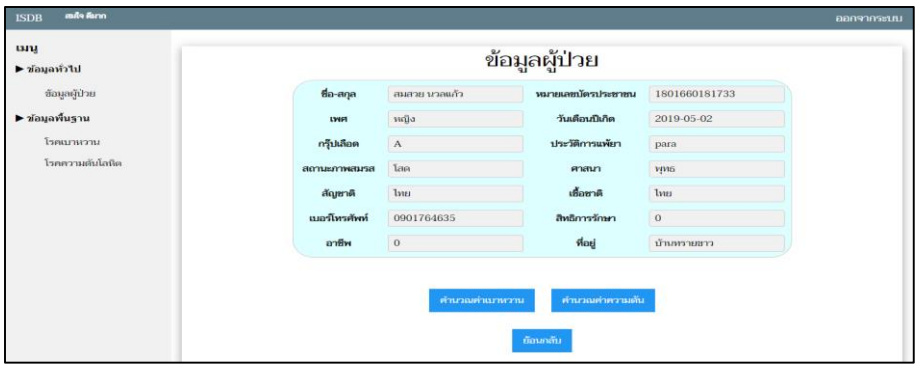


ภาพ 7 ข้อมูลผู้ป่วยสำหรับแพทย์

1.4 ส่วนของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.) สามารถเข้าสู่ระบบ ดูรายละเอียดข้อมูล จัดการบันทึกข้อมูลค่าน้ำตาลในเลือด บันทึกข้อมูลค่าความดันโลหิตและจัดการบันทึกข้อมูลดัชนีมวลกายของผู้ป่วย ตัวอย่างการใช้งานในส่วนของอาสาสมัครสาธารณสุขดังภาพที่ 8 -9



ภาพ 8 หน้าค้นหาข้อมูลผู้ป่วยสำหรับอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.)



ภาพ 9 รายละเอียดข้อมูลผู้ป่วยสำหรับอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.)

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้ใช้และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิต โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค มีผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้ใช้

ประเด็นการประเมินประสิทธิภาพ	ประสิทธิภาพของระบบ		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. ความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้	4.60	0.50	มากที่สุด
2. ด้านความสามารถของระบบโดยรวม	4.60	0.50	มากที่สุด
3. การทำงาน ได้ง่ายและสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้	4.50	0.63	มากที่สุด
4. ประสิทธิภาพ การทำงานของระบบ	4.30	0.60	มาก
5. เพื่อทดสอบการรักษาความปลอดภัยของระบบ	4.40	0.62	มาก
6. ระบบข้อมูลมีการแยกหมวดหมู่	4.23	0.63	มาก
7. ข้อมูลมีความทันสมัย	4.40	0.67	มาก
เฉลี่ยรวม	4.43	0.60	มาก

จากตาราง 1 ผลประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิต โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก (4.43) เมื่อพิจาราณารายด้าน พบว่า ความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้และด้านความสามารถของระบบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (4.60) และด้านระบบข้อมูลมีการแยกหมวดหมู่ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (4.23)

2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ซึ่งได้ประเมินโดยใช้แบบสอบถามกับผู้ใช้งานระบบ จำนวน 10 คน โดยจำแนกเป็น อาสาสมัครสาธารณสุข 7 คน รองลงมาเป็นเจ้าหน้าที่ 2 คน รองลงมาเป็นแพทย์ 1 คน ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 ผลการประเมินผลแบบสอบถามความพึงพอใจ

ประเด็นการประเมินความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. สามารถใช้งานได้ง่าย	4.17	0.70	มาก
2. ระบบสามารถตอบสนองความต้องการได้	4.40	0.50	มาก
3. ความรวดเร็วในการทำงานของระบบ	4.30	0.65	มาก
4. ความพึงพอใจในหน้าตาของระบบ	4.33	0.66	มาก
5. ได้รับประโยชน์จากระบบ	4.30	0.70	มาก
6. ความสะดวกในการเข้าถึงระบบ	4.07	0.74	มาก
7. ข้อมูลมีความถูกต้อง ตรงกัน เชื่อถือได้	4.23	0.77	มาก
8. ขนาดตัวอักษรดูง่ายสบายตา	4.23	0.57	มาก
9. ใช้ภาษาเหมาะสม อ่านเข้าใจ	4.20	0.66	มาก
10. ใช้ประกอบการตัดสินใจในการปฏิบัติงานได้	4.10	0.66	มาก
เฉลี่ยรวม	4.23	0.66	มาก

จากตาราง 2 ผลการทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ผลความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.23) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านระบบสามารถตอบสนองความต้องการได้ อยู่ในระดับมากที่สุด (4.40) และด้านใช้ประกอบการตัดสินใจในการปฏิบัติงานได้ มีค่าระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด (4.10)

สรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ตำบลบ้านทรายขาว อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยตัวแบบสารสนเทศเพื่อการบริหารข้อมูลผู้รับบริการโรคเบาหวาน และความดันโลหิตสูง (สุเมธ สายเสียงสด วีระชัย คอนจอหอ และเสน่ห์ คำแพง, 2558) ที่ว่าการพัฒนาระบบสามารถนำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกจัดเก็บข้อมูลและการประมวลผล โดยในแต่ละส่วนงานจะมีผู้ใช้ระบบเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป คือ ผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กำหนดสิทธิ์ และอนุมัติการเข้าใช้งานระบบของผู้ใช้ ส่วนของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) สามารถจัดการข้อมูลค่าเบาหวานและความดันโลหิตได้ และดูข้อมูลของผู้ป่วยได้ ส่วนของเจ้าหน้าที่สามารถจัดการข้อมูลผู้ป่วย ข้อมูลการส่งตรวจ ข้อมูลโรค ข้อมูลยา และข้อมูลพื้นฐานของค่าเบาหวานและความดันโลหิต และสามารถดูข้อมูลการนัดหมาย และรายงานการตรวจรักษา รายงานผู้ป่วยที่มารับบริการการรักษาโรงพยาบาล

ส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ส่วนของแพทย์ได้โดยผ่านการอนุมัติมาจากผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการข้อมูลการวินิจฉัย การนัดหมายได้ และสามารถดูข้อมูลการนัดหมาย ข้อมูลการส่งตรวจ ข้อมูลผู้ป่วย ข้อมูลยา ข้อมูลโรค และสามารถดูรายงานการเข้ารับการรักษาของผู้ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนแค ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินการ การให้บริการพร้อมทั้งสามารถใช้ข้อมูลมาวิเคราะห์ประกอบการตัดสินใจในการรักษาติดตามผู้ป่วยให้กับบุคลากรทางการแพทย์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ทุกท่านที่ช่วยให้คำแนะนำในการจัดทำโครงงาน การออกแบบระบบงาน การจัดทำเอกสารประกอบโครงงาน และแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินโครงงาน

เอกสารอ้างอิง

คนึงนิจ เพชรรัตน์. (2561). **"ผลของโปรแกรมการพยาบาลและระบบสนับสนุนให้ความรู้ต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองและ การควบคุมความดันโลหิตในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง"** พยาบาลสาร. ปีที่ 45 ฉบับที่ 1, 37-42.

ชัยชาญ ดีโรจนวงศ์. (2560). "**ร่วมกันเพื่อการพัฒนาการดูแลรักษาผู้ป่วยเบาหวาน**". สถานการณ์ปัจจุบันและความร่วมมือปฏิรูปการดูแลรักษาโรคเบาหวานในประเทศไทย. ปีที่ 17, 3

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพ: สุวีริยาสาส์น.

สุเมธ สายเสียงสด. (2558). **"ตัวแบบสารสนเทศเพื่อการบริหารข้อมูลผู้รับบริการโรคเบาหวาน และความดันโลหิตสูง ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดประจวบคีรีขันธ์."** ในการประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมครั้งที่ 1, 12-13 พฤษภาคม 2558. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชมหาสารคาม, 109-116.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2560). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ.ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชัน.

อมรา ทองหงษ์. (2558). **"โรคเบาหวาน"** สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค ประจำปี 2558 ปีที่ 2558, 214-215

การพัฒนาระบบจัดการธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน บุญไพศาล เซอร์วิส

The Development of Car Care Online Management System: A Case Study Boon Phaisan Service Shop

***วีระพงศ์ บางจาก[1] , ภานุมาส อ่อนสนิท[1], สิตานันท์ บุญรินทร์[1], พัทธนันท์ เพ็งดำ [2]**

*Weerapong Bangjak[1], Phanumas Onsanit[1], Sitanan Boonrin[1], Pattanan pangdum[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยระบบจัดการธุรกิจ คาร์แคร์ ออนไลน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดการธุรกิจ คาร์แคร์ ออนไลน์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ลูกค้าที่มาใช้บริการในคาร์แคร์ อำนวยความสะดวกในการจองคิว คำนวณค่าบริการ ทั้งนี้ระบบนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นให้ผู้ใช้บริการสามารถตรวจสอบข้อมูลรถ ข้อมูลผู้ใช้บริการได้ เป็นต้น ประชากรกรและกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใช้งาน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบนี้ ได้แก่ ภาษา PHP ร่วมกับ Mysql และแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของระบบโดยผู้ใช้บริการจำนวน 35 คน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจและค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลวิจัยพบว่าการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจใน ด้านเนื้อหาของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.29 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการทำงานของระบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.26 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการออกแบบและการจัดการรูปแบบเว็บไซต์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.23 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ จากผลการประเมินความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ว่าระบบจัดการธุรกิจ คาร์แคร์ มีความพึงพอใจในระดับมาก

คำสำคัญ: ธุรกิจคาร์แคร์, เว็บไซต์คาร์แคร์, ระบบจัดการคาร์แคร์

---

[1]นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

***นาย วีระพงศ์ บางจาก , Email**: Armzusa2539@hotmail.com

Abstract

Car Care Online Business Management System Research aims to develop Car Care Online Business Management System to increase the efficiency of the system to facilitate the customers who use the service in Car Care. Facilitating the queue reservation Calculate service charge This system has been developed for service users to check vehicle information. The user data can be used for example. The population of the population and the sample groups are users. The tools used in developing this system are PHP language with Mysql and a questionnaire to assess system satisfaction by 35 users. The statistics used in this research are satisfaction and standard deviation. The research found that the satisfaction rating of the service users is satisfied in System content With an average of 4.29 at the highest level System operation With an average of 4.26 at the highest level Website design and layout management With an average of 4.23 at the highest level Benefits and uses From the satisfaction evaluation results It can be concluded that the car care business management system is at a high level of satisfaction.

Keywords: Car care business, car care website, car care management system

บทนำ

ปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว การนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาธุรกิจเพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำในการบริการให้แก่ลูกค้า ที่ยังช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการธุรกิจอีกด้วย ดังนั้น จึงนำมาเอาเทคโนโลยี เข้ามาใช้งานในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆของธุรกิจ เพื่อเพิ่มให้ประสิทธิภาพมากขึ้นยิ่งขึ้น

ธุรกิจ คาร์แคร์ เป็นธุรกิจที่ให้บริการแก่ลูกค้า มีบริการล้างดูดฝุ่นและเคลือบฯ และมีการจัดการข้อมูลการให้บริการลูกค้าและจัดคิวด้วยการบันทึกลงสมุด ซึ่งทำให้เกิดความผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนของข้อมูลอีกทั้งการจัดเก็บข้อมูลไม่มีความเป็นระบบ ระเบียบ ทางร้านคาร์แคร์ จึงนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวก เช่น การจัดเก็บข้อมูลการบริการ ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสถานะการจอง เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำโครงงานระบบจัดการธุรกิจ คาร์แคร์ จึงได้นำระบบเข้ามาช่วยในการจัดการข้อมูลต่าง เช่น ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลบริการ เป็นต้น และผู้ใช้สามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา ข้อมูลต่างๆได้ง่ายขึ้น ทำให้สะดวกรวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น ทำให้ธุรกิจน่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบจัดการธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจัดการธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ความรู้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบมีความสำคัญ เพราะเป็นปัจจัยในการสร้างและพัฒนาระบบสารสนเทศ การวิเคราะห์ระบบเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะนักวิเคราะห์ระบบต้องติดต่อกับคนหลายคน ได้รู้ถึงการจัดการและการทำงานในองค์การ ทำให้เรามีความรู้เกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์หลายแบบมากขึ้น ผู้ที่สามารถวิเคราะห์ระบบได้ดี ควรมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรม มีความรู้ทางด้านธุรกิจ ความรู้เกี่ยวกับระบบเครือข่ายและฐานข้อมูล ซึ่งใช้เป็นความรู้ในการออกแบบระบบที่มีความแตกต่างกันออกไปตาม สภาพงาน ดังนั้น หน้าที่ของนักวิเคราะห์ ก็คือการศึกษาระบบ แล้วให้คำแนะนำในการปรับปรุงและพัฒนาระบบนั้นจนเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งการทำงานทั้งหมดต้องมีลำดับขั้นตอนและการศึกษาวิธีการวิเคราะห์และการออกแบบระบบในแต่ละขั้นตอน ทำให้เข้าใจการวิเคราะห์ระบบนั้นๆ ดียิ่ง และสามารถออกแบบระบบใหม่โดยไม่ยากเย็นนัก โดยสามารถตัดสินใจว่าระบบใหม่ควรใช้คอมพิวเตอร์ประเภทไหน ใช้โปรแกรมอะไร ออกแบบ Input/Output อย่างไรเป็นต้น (Bizcom, 2553, ย่อหน้าที่)

ระบบ

ระบบคือกลุ่มขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ทำงานร่วมกันเพื่อจุดประสงค์อันเดียวกัน ระบบอาจจะประกอบด้วย บุคคลากร เครื่องมือ เครื่องใช้ พัสดุ วิธีการ ซึ่งทั้งหมดนี้จะต้องมีระบบจัดการอันหนึ่ง เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์อันเดียวกัน เช่น ระบบการเรียนการสอน มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอน การวิเคราะห์ระบบและการออกแบบ (System Analysis and Design) การวิเคราะห์และออกแบบระบบคือ วิธีการที่ใช้ในการสร้างระบบสารสนเทศขึ้นมาใหม่ในธุรกิจใดธุรกิจหนึ่งหรือ ระบบย่อยของธุรกิจ นอกจากการสร้างระบบสารสนเทศใหม่แล้ว การวิเคราะห์ระบบ ช่วยในการแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นด้วยก็ได้ การวิเคราะห์ระบบก็คือ การหาความต้องการ (Requirements) ของระบบสารสนเทศว่าคืออะไร หรือต้องการเพิ่มเติมอะไรเข้ามาในระบบ และการออกแบบก็คือ การนำเอาความต้องการของระบบมาเป็นแบบแผน หรือเรียกว่าพิมพ์เขียวในการสร้างระบบสารสนเทศนั้นให้ใช้งานได้จริง ตัวอย่างระบบสารสนเทศ เช่น ระบบการขาย ความต้องการของระบบก็คือ สามารถติดตามยอดขายได้เป็นระยะ เพื่อฝ่ายบริหารสามารถปรับปรุงการขายได้ทันท่วงที ตัวอย่างรายงานการขายที่กล่าวมาแล้วจะชี้ให้เห็นว่าเราสามารถติดตามการขายได้อย่างไร (Bizcom, 2553, ย่อหน้าที่)

Database

Database หรือ ฐานข้อมูล คือ กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บหลาย ๆ แฟ้มข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูล เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่าง (Bizcom, ปี 2553)

การจัดการข้อมูล

วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) คือ กระบวนการทางความคิด (Logical Process) ใน การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาทางธุรกิจและตอบสนองความต้องการของผู้ ใช้ได้ โดยระบบที่จะพัฒนานั้น อาจเริ่มด้วยการพัฒนาระบบใหม่เลยหรือนำระบบเดิมที่มีอยู่แล้วมาปรับเปลี่ยน ให้ดียิ่งขึ้น ภายในวงจรนี้จะแบ่งกระบวนการพัฒนาออกเป็นระยะ (Phases) ได้แก่ ระยะการวางแผน (Planning Phase) ระยะการวิเคราะห์ (Analysis Phase) ระยะการออกแบบ (Design Phase) และระยะการสร้างและพัฒนา (Implementation Phase) โดยแต่ละระยะจะประกอบไปด้วยขั้นตอน (Steps) ต่าง ๆ แตกต่างกันไปตาม Methodology ที่นักวิเคราะห์นำมาใช้ เพื่อให้เหมาะสมกับสถานะทางการเงินและความพร้อมขององค์กรในขณะนั้น (Bizcom, 2553, ย่อหน้าที่)

ธุรกิจคาร์แคร์

โดยทั่วไปจะมีบริการที่หลากหลายอยู่ภายในศูนย์บริการ ตั้งแต่การบริการทำความสะอาด บริการซ่อมบำรุง หรือบริการเพิ่มประสิทธิภาพของรถ แต่บริการทำความสะอาดรถจะเป็นบริการหลักของธุรกิจคาร์แคร์ เนื่องจากเป็นบริการที่ผู้ใช้รถนิยมและมีความถี่ในการเข้าใช้บริการมากที่สุด เมื่อเทียบกับบริการด้านอื่นๆ อีกทั้งยังมีแนวโน้มการเติบโตเพิ่มขึ้น เนื่องจาก วิถีชีวิตของผู้คนที่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีการดำเนินชีวิตที่เร่งรีบมากขึ้น จนทำให้ไม่มีเวลาในการดูแลรักษาทำความสะอาดรถ ประกอบกับการเติบโตของสังคมเมือง ทำให้ขนาดของที่พักอาศัยมีพื้นที่เล็กลง ส่งผลให้สถานที่และความสะดวกในการดูแลรักษาทำความสะอาดรถนั้นลดน้อยลงไป (Bizcom, 2553, ย่อหน้าที่)

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนิน การพัฒนาระบบ คาร์แคร์ ออนไลน์ แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหา และความต้องการระบบ

เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลโดยตอบแบบสอบถามพร้อมทั้งอธิบายวิธีบันทึกตลอดจนคำอธิบายศัพท์ต่างๆ ให้แก่หน่วยตัวอย่างล่วงหน้า ผู้วิจัยจะกลับไปรับแบบสอบถามตามวัน เวลาที่นัดหมายไว้ ถ้าการบันทึกแบบสอบถามไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อยก็จะได้มีการสอบถามหรือสัมภาษณ์เพิ่มเติมจนกระทั่งได้ข้อมูลตามที่ต้องการ ตามประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

- ปัญหาที่พบ คือ ระบบเก่าเป็นการจดบันทึกใส่สมุดซึงอาจทำให้ข้อมูลตกหล่นสูญหาย
- มีความล้าช้าในการสืบค้นหาประวัติรถที่เข้ามาใช้บริการ
-ไม่มีความเรียบร้อยของข้อมูล หรือ ประวัติการใช้บริการต่าง ๆ

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบ

ในขั้นตอนนี้จะนำผลสรุปที่ได้จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาและความต้องการของระบบมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ด้วยการสร้างแผนภาพ (Context Diagram) ซึ่งเป็นแผนภาพที่บอกถึงรายละเอียดของระบบโดยเฉพาะข้อมูล และผังการไหลของข้อมูล หลังจากนั้นทำการพัฒนาระบบตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยการ

ใช้ภาษาPHP และใช้ฐานข้อมูล MySQL

3. ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจระบบธุรกิจ คาร์แคร์ ออนไลน์

ในขั้นตอนนี้จะทำหลังจากมีการพัฒนาระบบธุรกิจ คาร์แคร์ ออนไลน์ และมีการติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้ว และทำการสำรวจความพึงพอใจด้วยแบบสอบถาม กับกลุ่มประชากรที่เป็นลูกค้าที่ใช้งานระบบ จำนวน 35 คน หลังจากนั้นวิเคราะห์ผล โดยใช้ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วสรุปผลความพึงพอใจที่ได้ โดยใช้มาตราวัดแบบประมาณค่าและมีเกณฑ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความพึงพอใจ มีรายละเอียด ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.21 - 5.00	แสดงถึงความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.41 - 4.20	แสดงถึงความพึงพอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.61 - 3.40	แสดงถึงความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 - 2.60	แสดงถึงความพึงพอใจน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.80	แสดงถึงความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเนินการพัฒนาระบบ คาร์แคร์ ออนไลน์ โดยการนำวงจรการพัฒนา วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Lift Cycle-SDLC) มาเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมตั้งแต่เริ่มต้นวิเคราะห์ปัญหาจนกระทั่งพัฒนาโปรแกรม ซึ่งรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาระบบมีอยู่ด้วยกัน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาและความต้องการระบบ จากการตอบแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน บุญไพศาล เซอร์วิส มีปัญหาดังนี้

- เอกสารยังคงใช้เป็นวิธีการจดบันทึกทำให้บางครั้งมีความตกหล่นของข้อมูล มีความผิดพลาดเยอะ
- การจัดเก็บเอกสารที่เกี่ยวกับประวัติการเข้าใช้บริการต่าง ๆ ใบเสร็จ ยากต่อการจัดเก็บ
- รายงานต่าง ๆ สรุปยอดในแต่ละเดือนต้องเปิดหา หากสูญหายก็ลำบากต่อการคิดยอดในแต่ละเดือน

ความต้องการระบบจัดการธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน บุญไพศาล เซอร์วิส แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- ส่วนที่ 1 จัดเก็บข้อมูลโดยระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขค้นหา โดยมีขอบเขตระบบ ได้แก่ การจัดการข้อมูลลูกค้าข้อมูลรถ ข้อมูลผู้ดูแลระบบ ข้อมูลสถานะการเงิน ข้อมูลสถานะรถ ข้อมูลสถานะการจอง ข้อมูลช่วงเวลา ข้อมูลการบริการ ข้อมูลอุปกรณ์และวัสดุการล้างรถ
- ส่วนที่ 2 ส่วนสรุปรายงาน ได้แก่

-รายงานสรุปการล้างรถประจำวัน/เดือน/ปี/ช่วงเวลา

-รายงานสรุปข้อมูลวัสดุการล้างรถ คงเหลือ ณ ปัจจุบัน

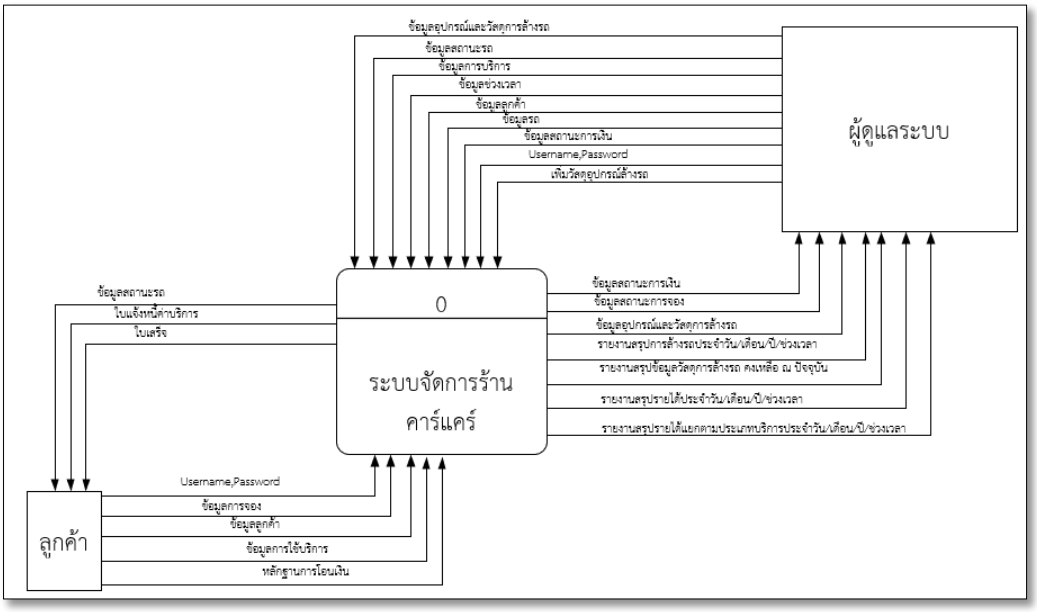
-รายงานสรุปรายได้ประจำวัน/เดือน/ปี/ช่วงเวลา

-รายงานสรุปรายได้แยกตามประเภทบริการประจำวัน/เดือน/ปี/ช่วงเวลา

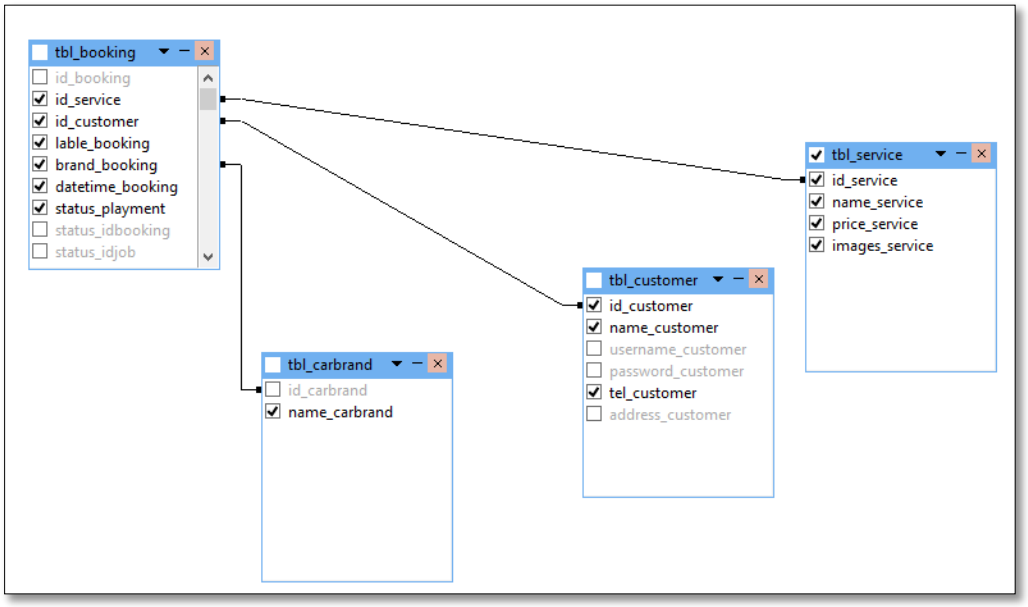
2. การวิเคราะห์

การวิเคราะห์ จะต้องรวบรวมข้อมูลความต้องการ (Requirements) ต่างๆ มาให้มากที่สุด ซึ่งการสืบค้นความต้องการของผู้ใช้สามารถดำเนินการได้จากการรวบรวมเอกสารการสัมภาษณ์ การออกแบบสอบถาม และการสังเกตการณ์บนสภาพแวดล้อมการทำงานจริง เมื่อได้นำความต้องการมาผ่านการวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นข้อกำหนดที่

ชัดเจนแล้ว สรุปขั้นตอนระบบ คาร์แคร์ ออนไลน์ จากผู้มาใช้บริการ



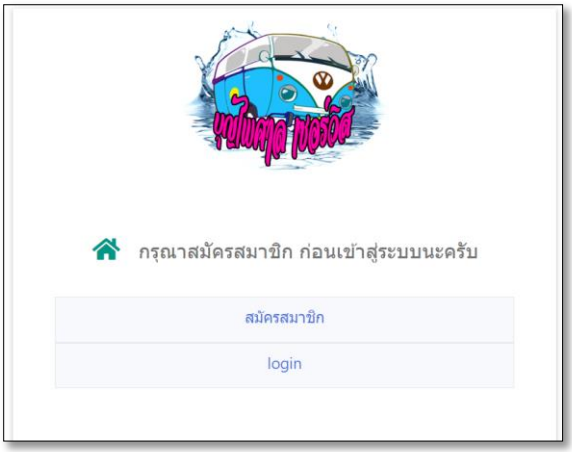
ภาพที่ 1 Context Diagram ของระบบการจัดการธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์



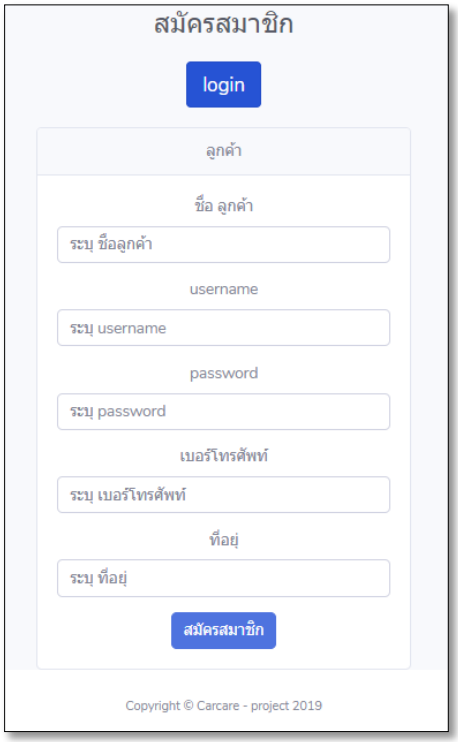
ภาพที่ 2 แสดงการเชื่อมข้อมูลของการจอง ของระบบการจัดการธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์

3. การออกแบบ

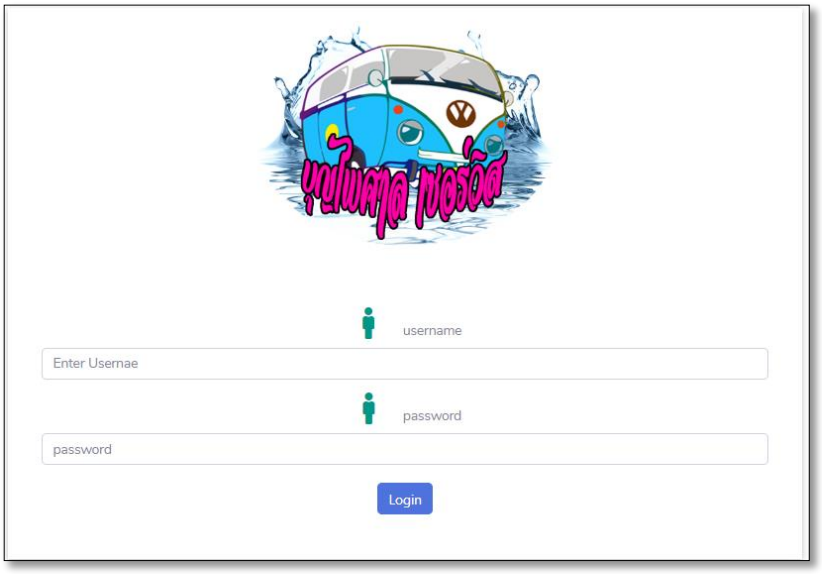
การออกแบบโปรแกรมพัฒนา ระบบ คาร์แคร์ ออนไลน์ การที่นำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์มาออกโปรแกรม ระบบฐานข้อมูล การออกแบบรายงาน การออกแบบหน้าจออินพุตข้อมูลการออกแบบผังงานระบบ การออกแบบฐานข้อมูล และการออกแบบโปรแกรม



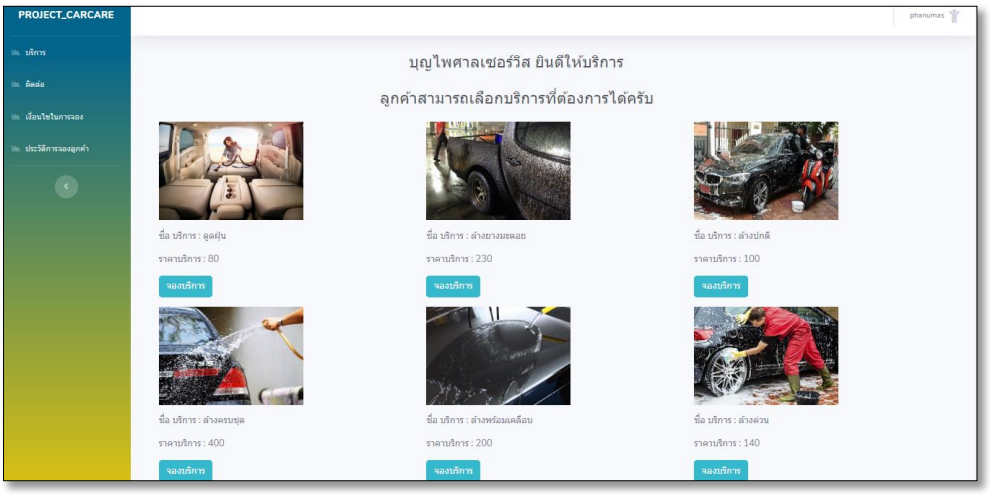
ภาพที่ 3 หน้าแรกของการ สมัคร/login ของระบบ



ภาพที่ 4 ภาพหน้าการสมัครสมาชิก ของระบบ จัดการธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์



ภาพที่ 5 ภาพหน้าการ login เข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 6 ภาพหน้าการให้บริการต่าง ๆ ของระบบ จัดการธุรกิจคาร์แคร์ ออนไลน์

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ที่มาใช้บริการคาร์แคร์ จำนวน 35 คน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการประเมินความพึงพอใจระบบคาร์แคร์ ออนไลน์ โดยกลุ่มลูกค้า จำนวน 35 คน สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินการใช้งานระบบ

คำถาม	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลค่า
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 ข้อมูลมีความทันสมัย	4.48	0.59	มากที่สุด
1.2 มีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ	4.08	0.4	มาก
1.3 การจัดลำดับเนื้อหาเป็นหมวดหมู่ ง่ายต่อการค้นหา	4.32	0.63	มากที่สุด
1.4 ข้อความในเว็บไซต์ถูกต้องตามหลักภาษา และไวยากรณ์	4.12	0.67	มาก
1.5 การประชาสัมพันธ์ข่าวสาร ภาพ ในเว็บไซต์มีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.32	0.69	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.26	0.59	มากที่สุด
2. ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์			
2.1 หน้าโฮมเพจมีความสวยงาม เหมาะสมและน่าสนใจ	4.6	0.5	มากที่สุด
2.2 การจัดรูปแบบในเว็บไซต์ง่ายต่อการใช้งาน	4.2	0.5	มาก
2.3 รูปแบบ,ขนาด และสีของตัวอักษร มีความสวยงาม	4.08	0.70	มาก
2.4 ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่าย	4.32	0.69	มากที่สุด
2.5 ภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกัน และสามารถสื่อความหมายได้	4.24	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.29	0.58	มากที่สุด
3. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้			
3.1 เป็นแหล่งข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	4.2	0.58	มาก
3.2 ระบบมีความปลอดภัยในการเข้าใช้งานระบบ	4.08	0.70	มาก
3.3 ระบบมีคุณภาพและเสถียรภาพต่อการใช้งาน	4.4	0.5	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.23	0.59	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินข้อมูลพบว่าความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจใน ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.29 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.26 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านประโยชน์และการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.23 ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการที่ได้ศึกษาปัญหาการใช้งานของลูกค้าและการให้บริการ การพัฒนาระบบจัดการธุรกิจคาร์แคร์ออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน บุญไพศาล เซอร์วิส จังหวัดพังงา การบริหารจัดการเก็บข้อมูลภายในร้านคาร์แคร์ มีความยาก และ สับสนต่อการดึงข้อมูลมาดู ยากต่อการดูย้อนหลังของแต่ละเดือนที่ลูกค้ามาใช้บริการ ผลการวิจัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจ ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.29 อยู่ในระดับ

ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.26 อยู่ในระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านประโยชน์และการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.23 ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นายภาคภูมิ บุญประเสริฐ (2558) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการคาร์แคร์ครบวงจรของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการคาร์แคร์ครบวงจร มาจากผู้ประกอบการของคาร์แคร์เลือกทำเลที่ตั้งในการเปิดบริการ มีความสะดวกในการเดินทางมาใช้บริการของลูกค้า ปัจจัยด้านบุคลากรและมาตรฐานการให้บริการ มีพนักงานที่ให้บริการได้ตามมาตรฐานที่ได้วางไว้ ปัจจัยด้านการน าเสนอลักษณะทางกายภาพและการบริการที่รวดเร็ว ทำให้ลูกค้าไม่ต้องรอใช้บริการนานเกินไป ผลจากการศึกษาปัจจัยอยู่ในระดับมากทุกด้าน

เอกสารอ้างอิง

คณะผู้จัดทำ Bizcom มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ราชภัฏสวนดุสิต [เว็บบล็อก].
สืบค้นจากhttps://www.gotoknow.org/posts/378954
งานปรึกษาด้านไอทีเขตอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ประเทศไทยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

พรเทพ รัตนบุรี , อนิรุจน์ วิระสุข และ สุพัตรา แก้วสว่าง. (2554). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ** [เว็บบล็อก]. สืบค้นจาก http://information-system-analysis-and-desi.blogspot.com/

ธนภัทร พูนพานิช ว**งจรพัฒนาระบบ(System Development Life Cycle : SDLC)** [เว็บบล็อก].
สืบค้นจาก https://sites.google.com/site/

มนตรี ศรีวงษ์ (อ๊อฟ) (2019) **ธุรกิจคาร์แคร์** [เว็บบล็อก].
สืบค้นจาก http://www.thaismescenter.com/

พลชัย พิทักษานนท์กุล (2561) **ระบบฐานข้อมูล (Database System)** [เว็บบล็อก].
สืบค้นจาก http://www.glurgeek.com/education/

โยธิน ศิริเอ้ย. (2558) **วงจรการพัฒนาระบบ(SDLC)** [เว็บบล็อก].
สืบค้นจาก https://sites.google.com/a/thoengwit.ac.th/

วรินดา นวนกัน "เทคโนโลยีสารสนเทศ:IT" **ฐานข้อมูล (Database)** [เว็บบล็อก].
สืบค้นจาก https://sites.google.com/site/

มนธาดา หอมละมัย. (2559) **เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในยุคปัจจุบัน)** [เว็บบล็อก].
สืบค้นจาก https://www.khaosod.co.th/sci-tech/news_2021981

นายภาคภูมิ บุญประเสริฐ.(2558) **ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการคาร์แคร์ครบวงจรของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล**
สืบค้นจาก http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2015/ TU_2015_5702030114_3556_2035.pdf

ระบบจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

The Development of Mobile Application for Barber Shop Reservation System

จีราณุ ศรีมารินทร์[*1], ณัฐชยา อารีทาน[1], ซอลีฮีน สองเมือง[1], ดวงรัตน์ โกยกิจเจริญ[2]

Jeeranu Srimarin[*1], Natchaya Areetan[1], Sorleeheen Songmuan[1], Doungrat Koikitchasoen[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกในการจองคิว จัดการ ค้นหา ออกรายงาน และประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ เครื่องมือที่ใช้พัฒนาแอปพลิเคชันจะเป็น ไอออนิค เฟลมเวิร์ค และเชื่อมต่อฐานข้อมูล พีเอชพีมายด์เอสคิวเอล โดยผ่าน โฟไวเดอร์ เจสันโพสต์ กลุ่มตัวอย่างคือร้านตัดผมในย่านสามกอง จำนวน 8 ร้านและลูกค้าที่เข้าใช้บริการ จำนวน 22 คน เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้สถิติ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยที่ 4.59 ค่าเบี่ยงเบนมาตฐานอยู่ที่ 0.52 ด้านการนำไปใช้งานจริง อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยที่ 4.76 ค่าเบี่ยงเบนมาตฐานอยู่ที่ 0.27 และด้านความแม่นยำของระบบ อยู่ในระดับความพึงมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยที่ 4.91 ค่าเบี่ยงเบนมาตฐานอยู่ที่ 0.45 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ที่ 4.75 แสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้

คำสำคัญ: ร้านตัดผม, โมบายแอปพลิเคชัน , ฐานข้อมูล

---

[1] นักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[*]**จีราณุ ศรีมารินทร์, E-mail:** s5913805106@pkru.ac.th

ABSTRACT

The objective of the study was to search management, Report and evaluate the satisfaction of using the system. A sample was selected from a barber shop in Samkong area. The Developer therefore developed a barber shop management system. To help facilitate both the barber shop and customers who use the service And help to allocate time. Development tools uses Ionic Framwork and The database that uses phpmysql, Which is connected to the provider past jsonpost. The findings indicated that the opinions of system users are satisfied with the design and formatting was statistically significant at 4.59 level, In the real application was statistically significant at 4.76 level and Precision of system was statistically significant at 4.91 level. Show that the system can meet the needs of users.

Keywords: Barber shop, Mobile application, Database

บทนำ

ปัจจุบันอุปกรณ์เคลื่อนที่เช่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์นำทางผ่านดาวเทียม และเครื่องอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการใช้ชีวิตประจำวันเพื่อสนองตอบความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตทุกที่ทุกเวลาของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีสื่อสารที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตลอดเวลาโดยเฉพาะเทคโนโลยีสื่อสารความเร็วสูงไร้สาย ทำให้นักพัฒนาโปรแกรมได้คิดค้นโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งาน

ธุรกิจร้านตัดผมชายเป็นธุรกิจที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากแฟชั่นการแต่งตัวและทรงผมเข้ามามีอิทธิพลกับผู้คนมากขึ้น ทำให้มีการแข่งขันระหว่างธุรกิจร้านตัดผมชายกันมากขึ้นและลูกค้าย่อมต้องการความสะดวกสบายในการใช้บริการ และด้วยการดำเนินชีวิตของมนุษย์ยุคปัจจุบัน ที่เป็นยุคการทำงานแข่งกับเวลาทำให้มีเวลาลดน้อยลง ทุกนาทีจึงมีความสำคัญ ทำให้ผู้พัฒนาคิดหาวิธีที่จะตอบสนองความต้องการที่ให้บริการความสะดวก ตรวจสอบสถานะร้านตัดผมแต่ละร้าน ลดระยะเวลาในการรอคิว และนำเส้นทาง ซึ่งปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่มีโทรศัพท์และใช้อินเตอร์เน็ตในการติดต่อสื่อสาร ทำให้ตลาดผู้บริโภคมากขึ้น และประหยัดเวลา แนวความคิดนี้เองทำให้เจ้าของธุรกิจร้านตัดผมและลูกค้า หันมาใช้บริการแอปพลิเคชั่นร้านตัดผมชายออนไลน์(ย่านสามกอง)มากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อให้ลูกค้าสามารถจองคิว และนำเส้นทางไปร้านตัดผมในย่านสามกอง จังหวัดภูเก็ต เพื่อความสะดวก ในการใช้บริการระบบร้านตัดผมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ทั้งเจ้าของร้านและลูกค้า

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบการจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอปพลิเคชัน ในเขตพื้นที่สามกอง
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพความพึงพอใจของระบบจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการทำงาน ดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโมบายแอปพลิเคชัน (MOBILE APPLICATION)

Sukanya.d. (2561) ได้แบ่งประเภทของโมบายแอปพลิเคชันนั้นแบ่งออกได้ 3 ประเภท ดังนี้

1.1 เนทีพ แอปพลิเคชัน (Native Application) แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนามาด้วยไลบรารี่ (Library) หรือเอสดีเค (SDK) เป็นเครื่องมือที่เอาไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันของระบบปฏิบัติบนอุปกรณ์โมบาย โดยเฉพาะแอนดรอยด์ (Android) ใช้ Android SDK, IOS ใช้ Objective c, Windows Phone ใช้ C# เป็นต้น

1.2 ไฮบริด แอปพลิเคชัน (Hybrid Application) พัฒนาขึ้นมาด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการให้สามารถรันบนทุกระบบปฏิบัติการได้ โดยใช้ Framework เข้าช่วย เพื่อให้สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ

1.3 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) แอปพลิเคชันที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็นเบราว์เซอร์สำหรับการใช้งานเว็บเพจต่าง ๆ ถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็นเพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผลของสมาร์ตโฟน หรือแท็บเล็ต ซึ่งทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น และผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่านอินเตอร์เน็ตและอินทราเน็ตในความเร็วต่ำได้อีกด้วย

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไอออนิคเฟรมเวิร์ค (Ionic Framework)

ไอออนิคเฟรมเวิร์ค คือ เครื่องมือในการสร้างเอชทีเอ็มแอล (HTML) , ซีเอสเอส (CSS) และจาวาสคริปต์ (JavaScript) เพื่อใช้ในการสร้างโมบายแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถใช้งานได้ค่อนข้างง่าย สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS), แอนดรอย์ (Android) และวินโดว์ (Windows) ซึ่งก็จะใช้งานร่วมกับเฟรมเวิร์ค (Framework) ตัวอื่น ๆ ได้ เช่น แองกูล่า (Angular) และอาปาเช่ คอโดวา (Apache Cordova) เป็นต้น (N.Khodom, 2018)

3. การนำทางผ่านกูเกิล แมพ (Google Maps)

Google Maps คือ บริการของ Googleที่ให้บริการ เทคโนโลยีด้านแผนที่ประสิทธิภาพสูง ใช้งานง่าย และ ให้ข้อมูลของธุรกิจในท้องถิ่น ได้แก่ที่ตั้งของธุรกิจ รายละเอียดการติดต่อและเส้นทางการขับขี่ เป็นแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดี ซึ่งครองคลุมพื้นผิวโลกในมาตราส่วนต่างๆ ตามความเหมาะสม (จารุพร สุวรรณรัตน์, 2558)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิวพร เพชรวิลัย และคณะ (2561) ทำวิจัยเรื่อง ระบบการจองคิวและจัดการร้านทำผมออนไลน์แฮร์ทูสไตล์ ซึ่งดำเนินธุรกิจที่เกี่ยวกับการตัดผม ออกแบบทรงผม ทำสีอบไอน้ำ มีผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมและผลิตภัณฑ์จัดแต่งทรงผมจำหน่ายภายในร้านมีช่างทำผม ช่างสระช่างไดร์และช่างเทคนิคเกี่ยวกับผมจำนวนมากในบางครั้งมีการโทรมาจองคิวทำผมกับทางร้าน ซึ่งเดิมเป็นการจดกระดาษทำให้เกิดความผิดพลาดในการจองคิวการซ้ำซ้อนของการจดบันทึกการจัดคิวซ้ำกันหรือลูกค้ามาไม่ตรงตามนัด ส่งผลให้ลูกค้าเกิดปัญหาไม่พอใจขาดความสะดวกและสูญเสียรายได้ส่งผลกระทบต่อการบริการของร้าน จากแนวคิดดังกล่าวจึงได้พัฒนาระบบการจัดการร้านทำผมออนไลน์กรณีศึกษา ร้านทำผมแฮร์ทูสไตล์ขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ให้เป็นระบบ ช่วยลดขั้นตอนการดำเนินงานที่ซ้ำซ้อน มีการจัดทำระบบจองคิว มีการออกรายงานที่ถูกต้อง ระบบนี้พัฒนาด้วยภาษาพีเฮชพีบนระบบฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลรวมถึงการนำทฤษฎี เฟิร์สอิน เฟิร์สเอ้าFirst In First Out (FIFO) มาจัดการในเรื่องการจัดการคิวลูกค้าที่ใช้บริการในการจองคิวทำผม ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างความสะดวกในการใช้บริการของลูกค้าและเพื่อลดข้อผิดพลาดของทางร้านในการจองคิวของลูกค้าและการจัดการกับพนักงาน กลุ่มผู้ใช้ประกอบด้วย กลุ่มผู้ใช้เป็นลูกค้า, เจ้าของร้าน, พนักงานในร้าน เมื่อนำไปใช้ สรุปได้ว่าระบบช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการบริหารจัดการจองคิวได้อย่างถูกต้อง สามารถทำงานตามฟังก์ชั่นต่างๆได้อย่างสมบูรณ์ช่วยให้การทำงาน สะดวกขึ้น ลดข้อผิดพลาดและตรงไปตามความต้องการของผู้ใช้

บวรพจน์ จินดาชื่น พันธนู พลอยขาว และเสกสรรค์ มธุลาภรังสรรค์. (2557). ทำวิจัยเรื่อง ระบบธุรกิจสนามฟุตบอลหญ้าเทียมได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ในประเทศไทยผู้ใช้บริการส่วนมากจะมีปัญหาในเรื่องของช่องทางการเข้าใช้บริการสนามฟุตบอล ได้แก่การจองสนามฟุตบอล และการชำระเงินค่าบริการสนามฟุตบอลเนื่องจากผู้ประกอบกิจการสนามฟุตบอลหญ้าเทียมมีการวางแผนการบริหารจัดการภายในสนามฟุตบอลหญ้าเทียมอย่างไม่เป็นระบบ ทางผู้จัดทำมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบบริหารจัดการสนามฟุตบอลหญ้าเทียมเพื่อขจัดปัญหาเหล่านั้นโดยพัฒนาระบบในรูปแบบเว็ปแอพพลิเคชัน มีการออกแบบระบบให้ครอบคลุมกับการบริหารจัดการสนามฟุตบอลหญ้าเทียมอย่างมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการจองสนาม การจัดการผู้ใช้ระบบ การจัดการคลังสินค้า และการจัดการสนามฟุตบอล โดยแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ผู้ใช้บริการ เจ้าหน้าที่สนาม เจ้าหน้าที่คลังสินค้า และผู้ดูแลระบบ

และผู้ประกอบกิจการจากการทดสอบ ระบบสามารถใช้งานได้ทุกระบบย่อย มีการทำงานอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหา และความต้องการระบบจองคิวร้านตัดผมชายโดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการศึกษา โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ เจ้าของร้านตัดผม และลูกค้า จำนวน 30 คน ซึ่งในการสัมภาษณ์จะมีประเด็นต่างๆดังนี้

- ปัญหาที่พบในปัจจุบันของการจัดการร้านตัดผมชาย
- ขั้นตอนการดำเนินงานของร้านตัดผมชายมีอะไรบ้าง
- ความต้องการระบบการจองคิวร้านตัดผมชายในส่วนของ ข้อมูลที่จำเป็นในการดำเนินการจัดการร้านตัดผมมีอะไรบ้าง และรายงานที่จำเป็นในการดำเนินงานจัดการร้านตัดผมชายคือรายงานใดและมีรายละเอียดอย่างไร

ซึ่งเมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และสรุปผลปัญหาและความต้องการ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบจองคิวร้านตัดผมชายผ่านโมบายแอป(ย่านสามกอง)

ในขั้นตอนนี้จะนำผลสรุปที่ได้จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาและความต้องการของระบบมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ด้วยการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูล (Context Diagram) และสร้าง ER Diagram ซึ่งเป็นแผนภาพที่บอกถึงรายละเอียดของระบบ โดยเฉพาะข้อมูล และผังการไหลของข้อมูล หลังจากนั้นทำการพัฒนาระบบตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยการใช้ภาษา PHP และในส่วน Database ที่ใช้คือ phpmysql โดยมีตัวกลางเชื่อมต่อเป็น Provider ผ่าน Jsonpost

3. ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจระบบการจองคิวร้านตัดผมชายผ่านโมบายแอป(ย่านสามกอง)

ในขั้นตอนนี้จะทำหลังจากที่มีการพัฒนาระบบการจองคิวร้านตัดผมชายผ่านโมบายแอป(ย่านสามกอง) และมีการติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นจะให้กลุ่มตัวอย่างได้ใช้ระบบ 15 วัน แล้วทำการสำรวจความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ได้แก่ เจ้าของร้านตัดผมและลูกค้า หลังจากนั้นวิเคราะห์ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วสรุปผลความพึงพอใจที่ได้

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบการจองคิวร้านตัดผมชายผ่านโมบายแอป(ย่านสามกอง) ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำเสนอ ผลการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหา และความต้องการระบบการจองคิวร้านตัดผมชาย จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง พบว่า การจองคิวร้านตัดผมชาย มีปัญหาดังนี้

- การบริหารจัดการข้อมูลในการเก็บข้อมูลการจองคิว ยากต่อการจดบันทึก และจัดเก็บ ข้อมูลบางอย่างเกิดการสูญหาย ไม่มีความเป็นระบบงาน และพบปัญหาล่าช้าในการสืบค้นข้อมูลเป็นที่ยากลำบาก

- มีความยากต่อการตรวจสอบรายละเอียดของการจองคิว ทั้งในด้านจำนวนผู้เข้าใช้บริการ เวลาในการขอใช้บริการ

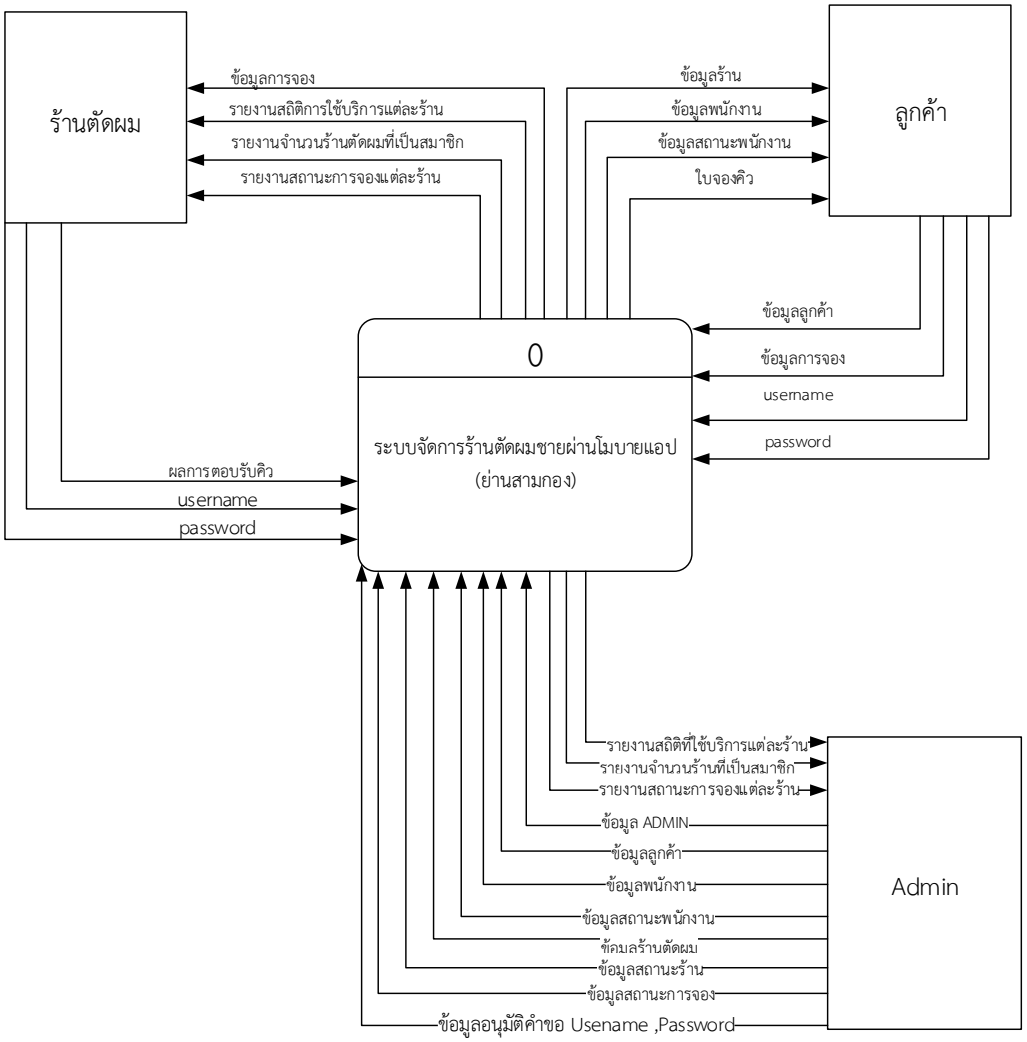
- รายงานที่จำเป็นในการดำเนินงานของระบบการจองคิวร้านตัดผมชาย ได้แก่ รายงานสถิติการใช้บริการแต่ละร้าน รายงานจำนวนร้านตัดผมที่เป็นสมาชิก รายงานสถานะการจองแต่ละร้าน

ทั้งนี้มีความต้องการระบบจองคิวร้านตัดผม จำแนกเป็น 2 ส่วนคือ

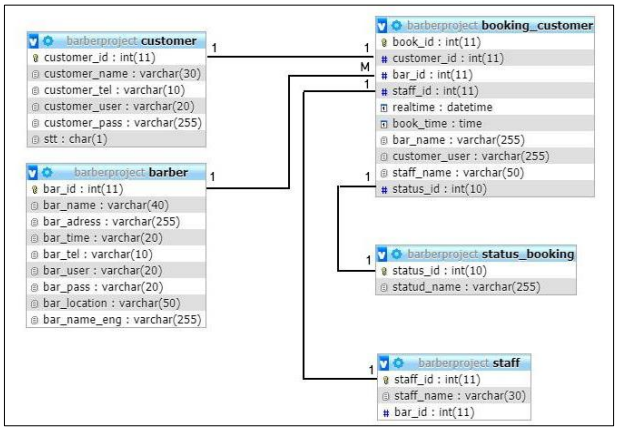
- ส่วนการจัดเก็บข้อมูลโดยระบบสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข และค้นหา โดยมีขอบเขต ระบบ ได้แก่ การจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบ การจัดการข้อมูลร้านตัดผมแต่ละร้าน การจัดการข้อมูลการจองคิว และ การตอบรับ/ยกเลิกการจองคิว การจองพนักงาน

- ส่วนการนำทางโดยจะใช้ Google map

ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบการจองคิวร้านตัดผมชายผ่านโมบายแอป(ย่านสามกอง) เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบเสร็จสิ้นได้นำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ นำมาทำการ ออกแบบระบบ และพัฒนาระบบ ดังนี้

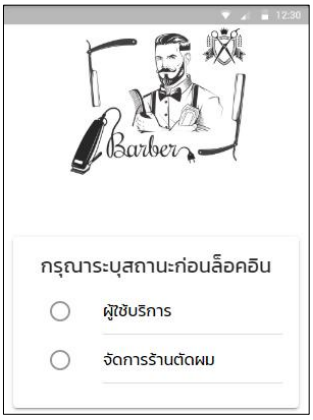


ภาพที่ 1 แผนภาพบริบทของ (Context Diagram) ระบบจองคิวร้านตัดผม



ภาพที่ 2 แผนภาพ ER-Driagram ของระบบการจองคิวร้านตัดผม

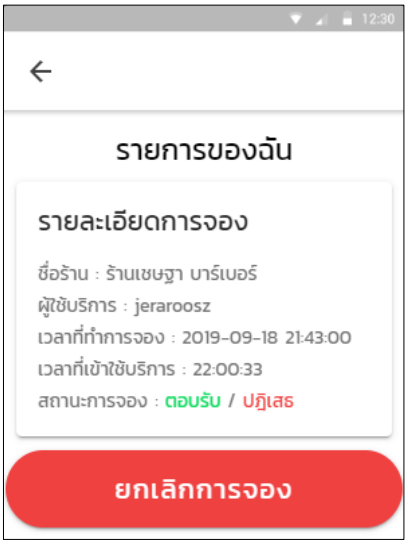
พัฒนาโปรแกรม (Development)



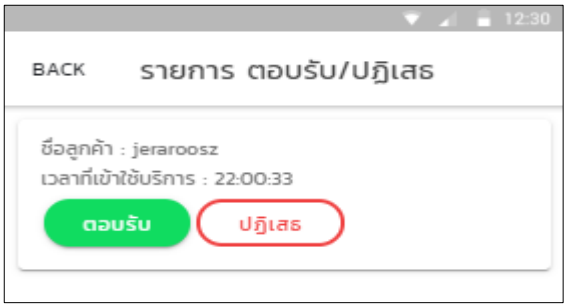
ภาพที่ 3 ภาพหน้าจอหลัก หน้าเข้าสู่ระบบของระบบการจองคิวร้านตัดผม



ภาพที่ 4 ภาพหน้าจอ หน้าเข้าสู่ระบบของลูกค้าและร้านตัดผมของระบบการจองคิวร้านตัดผม



ภาพที่ 5 ภาพหน้าจอรายละเอียดการจองของลูกค้าของระบบการจองคิวร้านตัดผม



ภาพที่ 6 ภาพหน้าจอการจัดการคิวของร้านตัดผมของระบบการจองคิวร้านตัดผม

ขั้นตอนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจระบบการจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอพ โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ได้แก่ เจ้าของร้านตัดผมและลูกค้าสามารถสรุปผลดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลประเมินการใช้งานระบบ

คำถาม	**ผลการประเมิน**		
	$\bar{x}$	**S.D.**	**แปลค่า**
1. ด้านการออกแบบและจัดรูปแบบ			
1.1. Application มีความน่าสนใจ	4.43	0.50	มากที่สุด
1.2 การจัดรูปแบบของ App ง่ายต่อการใช้งาน	4.70	0.46	มากที่สุด
1.3 เนื้อหา ตัวอักษร อ่านได้ง่าย	4.73	0.45	มากที่สุด
1.4 สีสันของ App มีความเหมาะสม	4.50	0.68	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.59**	**0.52**	มากที่สุด

คำถาม	ผลการประเมิน		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลค่า
2. ด้านความแม่นยำของระบบ			
2.1 ความถูกต้องในการแสดงผลลัพธ์	4.93	**0.25**	มากที่สุด
2.2 ระบบสามารถจัดการจองคิวได้อย่างถูกต้อง	4.90	**0.30**	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.91	**0.27**	มากที่สุด
3. ด้านการนำไปใช้งาน			
3.1 ความเร็วในการเข้าถึง Application	4.67	**0.55**	มากที่สุด
3.2 ความง่ายต่อการใช้งาน	4.77	**0.50**	มากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมของข้อมูลภายใน App	4.90	**0.30**	มากที่สุด
3.4 ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้จริง	4.73	**0.45**	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.76**	**0.45**	มากที่สุด

ผลการประเมินข้อมูลพบว่าความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในด้านการออกแบบและจัดรูปแบบ มีค่าเฉลี่ยที่ 4.59 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านความแม่นยำของระบบ มีค่าเฉลี่ยที่ 4.91 อยู่ในระดับความพึงมากที่สุด และด้านการนำไปใช้งานจริง มีค่าเฉลี่ยที่ 4.76 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

อภิปรายผล

จากการศึกษาและพัฒนาระบบการจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอป(ย่านสามกอง) สามารถสรุปและอภิปรายดังนี้

ระบบการจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอป(ย่านสามกอง) มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น การนำสารสนเทศเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ การคิว การทำงานเป็นไปตามลำดับขั้นตอน มีความเป็นระบบในการจัดเก็บ แก้ไข ลบ และ ค้นหา และช่วยเพิ่มความมั่นใจในการ จัดการคิว สามารถทำการจองคิวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และข้อมูลมีความปลอดภัยไม่มีการสูญหาย ซึ่งระบบงานที่พัฒนาออกมานั้น มีการจัดการทำงานดังต่อไปนี้

1 ผู้ใช้ระบบสามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไข และค้นหา ข้อมูลร้านตัดผม ข้อมูลการจอง และข้อมูลผู้ใช้ระบบ รวมไปทั้งสามารถแสดง รายงานได้อย่างรวดเร็ว

2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบการจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอป กรณีศึกษา : เขตพื้นที่สามกอง พบว่าผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในเรื่อง ความถูกต้องของการแสดงผลลัพธ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ระบบ

สามารถจัดการจองคิวได้อย่างถูกต้อง ความเหมาะสมของข้อมูลภายใน App ความง่ายต่อการใช้งานเนื้อหาตัวอักษร อ่านได้ง่าย ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้จริง ตามลำดับ

อภิปรายผล

ระบบการจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอป(ย่านสามกอง) ผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม โดยกระบวนการสร้างแบบสอบถามได้มาจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบได้พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งานระบบ ช่วยลดปริมาณการใช้กระดาษและระบบฐานข้อมูล ฯ ช่วยทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิวพร เพชรวิลัยและนันทนา ศรีพรมทอง (2561) ได้ทำโครงการเรื่อง ระบบการจองคิวและจัดการร้านทำผมออนไลน์แฮร์ทูสไตล์ วัตถุประสงค์ของระบบจองคิวร้านตัดผมออนไลน์ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าที่ต้องการจะจองคิวร้านตัดผม และอำนวยความสะดวกให้กับผู้ดูแลในเรื่องของการจัดเก็บข้อมูลลูกค้า จดบันทึก การจองมาทำการจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์แทน รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ บวรพจน์ จินดาชื่น พันธนู พลอยขาว และเสกสรรค์ มธุลาภรังสรรค์ (2557) ได้ทำโครงการเรื่องธุรกิจสนามฟุตบอลหญ้าเทียมผู้จัดทำมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบบริหารจัดการสนามฟุตบอลหญ้าเทียมโดยพัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่น มีการออกแบบระบบให้ครอบคลุมกับการบริหารจัดการสนามฟุตบอลหญ้าเทียมอย่างมากที่สุดไม่ว่าจะเป็นการจองสนาม การจัดการผู้ใช้ระบบการจัดการ คลังสินค้า และการจัดการสนามฟุตบอล มีการทำงานอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ และสอดคล้อง กับงานวิจัยเจนจิรา แจ่มศิร และคัชรินทร์ ทองฟัก (2561) ได้ทำโครงการเรื่อง การพัฒนาระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่สามารถค้นหาฐานข้อมูลเพิ่มและลบ ข้อมูลได้เร็วขึ้นและง่าย

ข้อเสนอแนะ

1. ระบบการจองคิวร้านตัดผมผ่านโมบายแอป(ย่านสามกอง) ที่พัฒนาขึ้นนั้นยังไม่สามารถชำระเงินผ่านระบบได้ ควรมีการชำระเงินผ่านระบบได้

2. ควรมีการติดตามการจองผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ร่วมด้วย เมื่อมีการจอง การอนุมัติการจอง และเตือนผู้จองห้องประชุมเมื่อใกล้ถึงเวลาที่จอง

3. ควรมีการให้คะแนนร้าน และ ช่างตัดผม

4. ควรมีฟังก์ชั่นอย่างอื่นเพิ่มนอกจากการจองเช่น การยืดผม ตัดขนจมูก โกนหนวด

เอกสารอ้างอิง

เจนจิรา แจ่มศิริ และคัชรินทร์ ทองฟัก. (2561). **การพัฒนาระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก** (Online). http://gnru2018.lpru.ac.th/pdf/proceeding/Science_Group/Page_263-329.pdf, 15 ตุลาคม 2562.

บวรพจน์ จินดาชื่น พันธนู พลอยขาว และเสกสรรค์ มธุลาภรังสรรค์. (2557). **ระบบบริหารจัดการ สนามฟุตบอลหญ้าเทียม**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ศิวพร เพชรวิลัย และคณะ. (2561) .**ระบบการจองคิวและจัดการร้านทำผมออนไลน์แฮร์ทูสไตล์** (Online). http://research-system.siam.edu/thesis/bachelor/5841-2013-12-20-05-58-244?fbclid=IwAR0udVtezgLeQaIV-f5GMySl9k6TQ6N1W_CtAd7i-XHbf7J8DEQqIJY3b3w, 15 ตุลาคม 2562.

ศุภฤกษ์ จั่นมณี. (2555). **ระบบจองสนามฟุตบอล**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

จารุพร สุวรรณรัตน์. (2558).**ความหมายของ Google maps** (Online). https://sites.google.com/site/krooapidat/home/khwam-hmay/google-maps/khwam-hmay-khxng-google-maps, 16 ตุลาคม 2562

N.Khodom. (2018).**เริ่มต้นสร้างแอพฯ แบบ Cross platform ด้วย Ionic Framework** (Online). https://medium.com/artisan-digital-agency, 5 กันยายน 2562

Sukanya.d. (2561). **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ MOBILE APPLICATION** (Online). https://www.wynnsoft-solution.com/บทความ/What-are-the-different-types-of-applications, 6 กันยายน 2562

ความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษา : กรณีศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนัง

Cloud Computing system need in educational institution : Case Study Pakphanang Vocational College

สุรนันท์ วัฒนพงค์[1*], สมพร เรืองอ่อน[2], วีรวรรณ จงจิตร ศิริจิรกาล[3]

Suranan Watthanaphong[1*], Somporn Ruang-on[2], Veeravan Jongjit Sirijirakal[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษา: กรณีศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนัง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาในระบบงานต่างๆ ภายในวิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนังและ 2) เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่สำคัญในการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในวิทยาลัย ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ คณะผู้บริหาร ครูและเจ้าหน้าที่วิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนังจำนวน 63 คน เครื่องมือการวิจัยใช้ได้แก่ แบบสอบถามความต้องการและปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณานำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า 1) ผู้บริหาร คณะครู และเจ้าหน้าที่มีความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในระบบงานธุรการ/ประชาสัมพันธ์ ระบบงานทะเบียน ระบบงานวัดผล/ประเมินผล ระบบงานกองทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษา ระบบงานการเงิน/บัญชี ระบบงานแนะแนว/นโยบายและแผน ระบบงานประกันคุณภาพ ระบบงานพยาบาล ระบบงานบรรณารักษ์/งานวิจัย ระบบงานธนาคารวิทยาลัย ระบบงานสิ่งแวดล้อม ระบบงานกิจการนักเรียน/นักศึกษา และระบบงานหอพักวิทยาลัย และ 2) พบว่าปัจจัยที่ด้านฮาร์ดแวร์ ด้านซอฟต์แวร์ ด้านข้อมูล/สารสนเทศ ด้านกระบวนการ และด้านระบบเครือข่าย เป็นปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในวิทยาลัย

คำสำคัญ: ความต้องการ การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ วิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนัง

---

[1]นักศึกษาระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวัตกรรมวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2]อาจารย์ประจำหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวัตกรรมวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[3]อาจารย์ประจำหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวัตกรรมวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*]Corresponding author, E-mail: surananblog@gmail.com

Abstract

Cloud Computing user requirement in Institue : Case Study Pakphanang Vocational College. The objectives of this study are 1) to study user requirement cloud computing using in work system of Pakphanang Vocational College and 2) to study important factor in the cloud computing implementation of Pakphanang Vocational College. This study population are excusive teacher and staff amount 63 peoples. The tool used in this study were cloud computing user requirement and study important factor in the cloud computing in Institue assessment. The statistical used are mean and standard devision. The result show that 1) excusive teacher and staff are requirement cloud computing using in general administration/ information system, registration system, measurement system, student loan system, financial/ accounting system, counseling/ policy system, quality assurance system, nursing systems, librarian/research systems, school bank system, student affairs system, and school dorm system. 2) has important factor in hardware, software, dat/information, procedure and network to considerin cloud computing of Pakphanang Vocational College.

Keywords: Requirement, Cloud Computing, Pakphanang Vocational College

บทนำ

ปัจจุบันสังคมไทยได้เข้าสู่ยุค ประเทศไทย 4.0 ตามนโยบายของรัฐบาลภายใต้การนำของ พลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา ได้กำหนดนโยบาย เพื่อใช้ในการบริหารประเทศ นโยบายประเทศไทย 4.0 คืออะไร นโยบายประเทศไทย 4.0 เป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ โดยมุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางเศรษฐกิจมาสู่ระบบเศรษฐกิจที่เน้นการสร้างมูลค่า (Value-Based Economy) เพื่อพัฒนาประเทศไทยหลุดพ้นจากกับดักรายได้ปานกลางกับดักความเหลื่อมล้ำทางสังคม และกับดักความไม่สมดุลในการพัฒนา โดยมีการปรับเปลี่ยนใน 4 มิติดังนี้ มิติที่ 1 ความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจ (Economic Wealth) มิติที่ 2 ความอยู่ดีมีสุขของผู้คนในสังคม (Social Well-beings) มิติที่ 3 การยกระดับศักยภาพและคุณค่าของมนุษย์ (Human Wisdom) และมิติที่ 4 การรักษ์สิ่งแวดล้อม (Environmental Wellness) เป้าหมายการพัฒนาประเทศไทย 4.0 คือ การยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนคนไทยทุกกลุ่มให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มคนที่ยังต้องการเติมเต็มศักยภาพ ผู้ด้อยโอกาส หรือผู้ที่กำลังประสบกับปัญหาความยากจนอย่างมาก ดังนั้นภารกิจสำคัญคือจะต้องทำให้คนในกลุ่มนี้มี "โอกาสทางสังคม" (Social Mobility) โดยเน้นการป้องกันความเสี่ยงให้พวกเขาหลุดพ้นกับดักความยากจน ด้วยการสร้างแต้มต่อและสร้างโอกาส พร้อมๆ ไปกับการเสริมสร้างศักยภาพไปที่ตัวบุคคล ครอบครัว และชุมชน (ไทยคู่ฟ้า วารสารสำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี, 2560, หน้า 4-5)

จากที่กล่าวมาข้างต้นการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมให้สอดคล้องกับนโยบาย ประเทศไทย 4.0 มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้นโยบายดังกล่าวได้เป็นไปในทิศทางที่มีคุณภาพและสามารถพัฒนาเศรษฐกิจได้อย่างต่อเนื่องจำเป็นอย่างยิ่งที่เทคโนโลยีและนวัตกรรมจะต้องเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างเศรษฐกิจของประเทศ สังเกตได้ว่าประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศส่วนใหญ่ที่จะประสบความสำเร็จทางด้านเศรษฐกิจ มักจะ

รู้จักวิธีนำนวัตกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ (รติมา คชนันทน์, 2561, หน้า 1) ซึ่งรัฐบาลไทยได้มีการตอบรับในการพัฒนาเศรษฐกิจโดยเน้นที่การสร้างนวัตกรรมโดยกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็น กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ในปี พ.ศ. 2559 เพื่อตอบรับกับนโยบายประเทศไทย 4.0 โดยมีการเพิ่มหน่วยงานใหม่เข้าไปคือ สำนักงานเศรษฐกิจดิจิทัล มีนโยบายหลักคือ การสร้างบุคลากรคน และการสร้างพื้นที่สำหรับเศรษฐกิจดิจิทัล (ชนินทร เพ็ญสูตร, 2560, หน้า 74)

คุณภาพของการศึกษาในสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษานั้น ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้ออกกฎกระทรวงการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นที่ทราบและตระหนักโดยทั่วกันในแวดวงการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานรัฐและเอกชน ที่จัดการศึกษาทุกระดับ ว่าหลักการสำคัญของประกาศกระทรวงนี้ คือ สถานศึกษาแต่ละแห่งจัดให้มีระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษา โดยการกำหนดมาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษาให้เป็นไปตามมาตรฐานการศึกษาแต่ละระดับ และประเภทการศึกษาที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการกำหนด พร้อมทั้งจัดทำแผนพัฒนาการจัดการศึกษาของสถานศึกษาที่มุ่งคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาและดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ (ศักดิ์ กองสุวรรณ, 2562, หน้า 2)

ซึ่งในปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศได้นำมาใช้กับการบริหารงานภายในสถานศึกษา ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีหนึ่งที่กำลังได้รับการกล่าวถึงอย่างแพร่หลาย ลักษณะของการทำงานเพียงแค่ผู้ใช้บริการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตและเรียกบริการที่ง่าย (พลเดช พิชญ์ประเสริฐ, 2562, หน้า 103) การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คลาวน์ (Cloud) มาจากสัญลักษณ์รูปก้อนเมฆที่ใช้แทนสัญลักษณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการเขียนแผนผังระบบคอมพิวเตอร์เปรียบเสมือนกลุ่มก้อนเมฆที่ปกคลุมทรัพยากรคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ทรัพยากร และผู้ใช้งานจำนวนมาก แลกเปลี่ยน แบ่งปันความรู้ สาระ เรื่องราวต่าง ๆ ส่วนคำว่าประมวลผลหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คอมพิวติง (Computing) นั้นก็คือการนับ หรือการคำนวณ การประมวลผล แต่ในปัจจุบันมักจะหมายถึงคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นสิ่งประดิษฐ์แบบอิเล็กทรอนิกส์ ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม (Software) ที่มีการกำหนดคำสั่ง ชุดคำสั่ง หรือสิ่งอื่นใด เพื่อทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลโดยอัตโนมัติเสมือนสมองกล ใช้สำหรับแก้ปัญหา ที่ง่ายและซับซ้อนโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ เมื่อนำคำทั้งสองคำมาใช้ร่วมกันเป็นการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) จึงหมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการประมวลผลอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต บนรูปแบบของโครงสร้างการประมวลผลขนาดใหญ่ที่ทำงานร่วมกันผู้ใช้มองเห็นทรัพยากรผ่านทางบริการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เข้าถึงการประมวลผลและการใช้ทรัพยากร และร่วมกันแบ่งปันทรัพยากรการประมวลผลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (วิวัฒน์ มีสุวรรณ์, 2557, หน้า 150) โดยคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆนั้น มีประเด็นที่สำคัญอยู่ด้วยกัน 5 ประการ 1) On-demand Self-service : ผู้ใช้สามารถร้องขอการใช้บริการการประมวลผล ได้ด้วยตนเองทุกเวลาตามความต้องการโดยอัตโนมัติไม่จำเป็นต้องได้รับการปฏิสัมพันธ์กับผู้ให้บริการ 2) Broad Network Access or Ubiquitous Access : ผู้ใช้สามารถเข้าถึงบริการ บนเครือข่ายการให้บริการได้อย่างกว้างขวางจากที่ใดก็ได้ ผ่านช่องทางกลไกลมาตรฐานที่สนับสนุนการใช้งานจากอุปกรณ์หลากหลายแพลตฟอร์ม 3) Resource Pooling : ทรัพยากรการประมวลผลของผู้ให้บริการถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบของแหล่งรวมทรัพยากรเพื่อที่จะคอยให้บริการแก่ผู้ใช้งานจำนวนมากมายในรูปแบบที่เรียกว่า Multi-tenant Model อันประกอบไปด้วยทรัพยากรเชิงกายภาพและทรัพยากรเสมือน

ต่าง ๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกใช้หรือยกเลิกการใช้งานได้ตามความต้องการ 4) Rapid Elasticity : ผู้ใช้สามารถเลือกขยายหรือลดขนาดของการใช้บริการต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและและมีความยืดหยุ่นสูง เสมือนว่าสามารถเลือกใช้บริการต่าง ๆ ได้อย่างไม่มีขีดจำกัด ได้ตลอดเวลา 5) Measured Service: การใช้บริการทรัพยากรต่าง ๆ สามารถถูกวัดปริมาณการใช้งาน ติดตามผลควบคุม และรายงานผลให้ทราบได้จากทั้งทางฝั่งของผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ (เจริญศักดิ์ แซ่จึง, 2562, หน้า 248)

สถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาในปัจจุบันนั้นมีทั้งภาครัฐและเอกชนอยู่ภายใต้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษามีการบริหารจัดการระบบสารสนเทศที่แตกต่างกัน โดยในภาครัฐมีการใช้งานระบบ RMS 2016 ส่วนภาคเอกชนนั้นยังไม่มีระบบสารสนเทศที่เป็นเอกภาพที่เหมือนกัน ซึ่งในแต่ละสถานศึกษาเอกชนก็จะมีการพัฒนาระบบสารสนเทศเป็นของตนเองไว้สำหรับใช้บริหารงานของวิทยาลัย แต่ระบบสารสนเทศของสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาทั้ง 2 ประเภท ยังไม่มีการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในการบริหารจัดการสถานศึกษา โดยข้อดีของการการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเข้ามาใช้ในสถานศึกษานั้น สามารถแลกเปลี่ยน ประมวลผล จัดเก็บ สำรองข้อมูล โดยที่ผู้ให้บริการจะเป็นผู้จัดสรรแบ่งปันทรัพยากรให้ผู้ใช้บริการ ผู้เรียน ผู้สอน และผู้พัฒนาสื่อการสอนไม่จำเป็นต้องทราบการทำงานที่อยู่เบื้องหลัง (สิทธิชัย ลายเสมา, 2561, หน้า 53)

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความต้องการเกี่ยวกับการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาในระบบงานต่างๆ ภายในวิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนังและ 2) เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่สำคัญในการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในวิทยาลัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ คณะผู้บริหาร ครู และเจ้าหน้าที่วิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนังจำนวน 63 คน

เครื่องมือการวิจัยใช้ แบบสอบถามความต้องการและปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณานำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มาใช้ในสถานศึกษา

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) กำหนดประเด็นการประเมินความต้องการของและปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณาของผู้ใช้บริการในการใช้งานระบบการประมวลแบบกลุ่มเมฆ โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 4 ตอน คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม , ความเหมาะสมในการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในระบบงานต่างๆ ของวิทยาลัย, ปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณาในการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในวิทยาลัย และข้อเสนอแนะ

3) นำแบบสอบถามความต้องการและปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณานำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษาให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการตรวจสอบ 5 ท่าน โดยมีคุณสมบัติเป็น นักวิชาการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี

4) ปรับปรุงแบบสอบถามความต้องการและปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณานำระบบการประมวลผลแบบกลุ่ม

เมฆ มาใช้ในสถานศึกษาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) แบบสอบถามความต้องการและปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณานำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มาใช้ในสถานศึกษาฉบับสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

6) ขออนุญาตเก็บข้อมูลและชี้แจงให้คณะผู้บริหาร ครูและเจ้าหน้าที่ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

7) นำแบบสอบถามความต้องการและปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณานำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มาใช้ในสถานศึกษา ให้คณะผู้บริหาร ครูและเจ้าหน้าที่ได้ตอบแบบสอบถาม

8) นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความต้องการและปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณานำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มาใช้ในสถานศึกษา มาวิเคราะห์ทางสถิติที่หา ค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)

9) นำผลที่ได้จากวิเคราะห์มาสรุปและจัดทำรายงานฉบับบูรณ์

ผลการวิจัย

จากการศึกษาความต้องการระบบและปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณานำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มาใช้ในสถานศึกษา: กรณีศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนัง นั้นพบว่าคณะผู้บริหารครูและบุคลากรทางการศึกษา มีระดับความต้องการใช้งานระบบการประมวลแบบกลุ่มเมฆ ในด้านต่างๆ ดังนี้

ระดับความต้องการการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในด้านระบบงานของวิทยาลัยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความต้องการโดยรวมและรายข้อของการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในระบบงานของวิทยาลัย

รายการ	μ	σ	ระดับ
1. ระบบงานธุรการ/ประชาสัมพันธ์	4.57	0.53	มากที่สุด
2. ระบบงานทะเบียน	4.59	0.50	มากที่สุด
3. ระบบงานวัดผล/ประเมินผล	4.62	0.49	มากที่สุด
4. ระบบงานกองทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษา	4.62	0.58	มากที่สุด
5. ระบบงานการเงิน/บัญชี	4.54	0.62	มากที่สุด
6. ระบบงานแนะแนว/นโยบายและแผน	4.62	0.55	มากที่สุด
7. ระบบงานประกันคุณภาพ	4.59	0.53	มากที่สุด
8. ระบบงานพยาบาล	4.30	0.73	มาก
9. ระบบงานบรรณารักษ์/งานวิจัย	4.49	0.64	มาก

รายการ	μ	σ	ระดับ
10. ระบบงานธนาคารวิทยาลัย	4.60	0.58	มากที่สุด
11. ระบบงานสิ่งแวดล้อม	4.51	0.69	มากที่สุด
12. ระบบงานกิจการนักเรียน/นักศึกษา	4.70	0.46	มากที่สุด
13. ระบบงานหอพักวิทยาลัย	4.51	0.64	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.56**	**0.58**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 1 พบว่า ความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในระบบงานของวิทยาลัยอยู่ในระดับ มากที่สุด (μ = 4.56) เมื่อพิจารณาเป็นระบบงานพบว่า ความต้องการระบบงานกิจการนักเรียน/นักศึกษา มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (μ = 4.70) รองลงมาคือระบบงานวัดผล/ประเมินผลและระบบงานแนะแนว/นโยบายและแผน มีค่าเฉลี่ย (μ = 4.62) และระบบงานพยาบาลมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (μ = 4.30)

ด้านที่ 2 ปัจจัย ที่ควรนำมาพิจารณาในการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในวิทยาลัยดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความต้องการโดยรวมและรายข้อของปัจจัยที่ควรพิจารณาในการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้วิทยาลัย

รายการ	μ	σ	ระดับ
ด้านฮาร์ดแวร์	**4.68**	**0.48**	**มากที่สุด**
1. ความเร็วหน่วยประมวลผลกลาง (CPU)	4.68	0.50	มากที่สุด
2. ความจุหน่วยความจำ (Data Storage)	4.67	0.47	มากที่สุด
3. ขนาดหน่วยความจำชั่วคราว (RAM)	4.68	0.48	มากที่สุด
ด้านซอฟต์แวร์	**4.65**	**0.50**	**มากที่สุด**
4. ความสะดวกและง่ายในการใช้งาน	4.70	0.49	มากที่สุด
5. สิทธิ์การใช้งาน	4.63	0.47	มากที่สุด
6. ระบบรักษาความปลอดภัย	4.63	0.53	มากที่สุด
ด้านข้อมูล/สารสนเทศ	**4.70**	**0.48**	**มากที่สุด**
7. การจัดเก็บข้อมูลที่เป็นระเบียบสามารถเรียกใช้งานได้อย่างสะดวก	4.67	0.47	มากที่สุด
8. สามารถแบ่งปันข้อมูลหรือทรัพยากรร่วมกันได้	4.70	0.51	มากที่สุด

รายการ	μ	σ	ระดับ
9.ระบบการรายงานผลและสรุปผลของระบบงานแต่ละงาน	4.73	0.48	มากที่สุด
10. ระบบการสำรองข้อมูลอัตโนมัติ	4.69	0.45	มากที่สุด
ด้านกระบวนการ	**4.64**	**0.50**	**มากที่สุด**
11. สามารถประมวลผลได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว	4.61	0.48	มากที่สุด
12. ผู้ใช้สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลในส่วนงานของตนเองได้	4.62	0.53	มากที่สุด
13. สามารถตอบสนองการปฏิบัติงานได้อย่างครอบคลุม	4.69	0.48	มากที่สุด
ด้านระบบเครือข่าย	**4.71**	**0.46**	**มากที่สุด**
14. ความเร็วในการเข้าถึงระบบและทรัพยากรต่างๆ	4.71	0.46	มากที่สุด
15. ความเร็วในการอัพโหลดและดาวน์โหลดข้อมูลสารสนเทศ	4.71	0.46	มากที่สุด
16. ผู้ใช้งานสามารถเข้าระบบได้ทุกที่ทุกเวลาและหลากหลายอุปกรณ์	4.70	0.46	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	**4.68**	**0.48**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 2 พบว่าปัจจัยที่ควรพิจารณาในการนำการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในวิทยาลัย อยู่ในระดับ มากที่สุด (μ = 4.68) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า 1) ด้านฮาร์ดแวร์มีค่าเฉลี่ย (μ = 4.68) อยู่ในระดับ มากที่สุด 2) ด้านซอฟต์แวร์มีค่าเฉลี่ย (μ = 4.65) อยู่ในระดับ มากที่สุด 3) ด้านข้อมูล/สารสนเทศมีค่าเฉลี่ย (μ = 4.70) อยู่ในระดับ มากที่สุด 4) ด้านกระบวนการมีค่าเฉลี่ย (μ = 4.64) อยู่ในระดับ มากที่สุด และ 5) ด้านระบบเครือข่ายมีค่าเฉลี่ย (μ = 4.71) อยู่ในระดับ มากที่สุด

เมื่อพิจารณาเป็นปัจจัยแต่ละข้อพบว่า ปัจจัยด้านความเร็วในการเข้าถึงระบบและทรัพยากรต่างๆและความเร็วในการอัพโหลดและดาวน์โหลดข้อมูลสารสนเทศมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (μ = 4.71) รองลงมาคือปัจจัยด้านความสะดวกและง่ายในการใช้งาน สามารถแบ่งปันข้อมูลหรือทรัพยากรร่วมกันได้ และผู้ใช้งานสามารถเข้าระบบได้ทุกที่ทุกเวลาและหลากหลายอุปกรณ์ ค่าเฉลี่ย (μ = 4.70) และปัจจัยด้านความสามารถประมวลผลได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (μ = 4.61)

อภิปรายผล

ความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษา : กรณีศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนัง นั้นได้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความเหมาะสมของระบบงานภายในวิทยาลัยที่มีในนำการประมวลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ พบว่าคณะผู้บริหาร ครูและเจ้าหน้าที่ให้ความเหมาะสมในการนำไปใช้กับระบบงานทั้งหมดของวิทยาลัยอยู่ในระดับมากที่สุด และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ควรพิจารณาการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในวิทยาลัย ประกอบด้วย ด้านฮาร์ดแวร์ ด้านซอฟต์แวร์ ด้านข้อมูล/สารสนเทศ ด้านกระบวนการ และด้านระบบเครือข่าย พบว่าผู้บริหาร คณะครูและเจ้าหน้าที่ให้ความสำคัญอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยอดศักดิ์ รักษาแก้ว (2559)

การศึกษาความต้องการในการนำมาใช้ในระบบงานต่างๆ ของวิทยาลัยและปัจจัยต่างๆที่ควรนำมาพิจารณาทั้ง ทั้ง 2 ด้านอยู่ในระดับ มากที่สุด เพราะว่าการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆนั้นมีประโยชน์ในการให้บริการระบบงานสานเทศเพื่อการบริหารสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้ทรัยากรร่วมกัน การประมวลผลข้อมูลร่วมกัน การเข้าถึงข้อมูล/สารสนเทศได้สะดวกทุกที่ทุกเวลา และมีระบบการสำรองข้อมูลอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถขยายพื้นที่การจัดเก็บข้อมูลได้ตามความต้องการ และระบบยังสามารถรายงานผลการใช้งานให้ผู้บริหารทราบได้โดยอัติโนมัติ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ สิทธิชัย ลายเสมา (2561) และเจริญศักดิ์ แซ่จึง (2562) ด้วยประโยชน์ที่กล่าวมานั้นจึงทำให้ผู้บริหาร คณะครู และเจ้าหน้าที่มีความต้องการเกี่ยวกับการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้สามารถนำผลการวิจัยที่ได้รับจากการวิเคราะห์ข้อมูล เสนอรายงานให้กับผู้บริหารสถานศึกษาระดับสูง เพื่อพิจารณาการนำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในระบบงานของวิทยาลัย และได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณในการจัดทำระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เพื่อพัฒนาการบริหารสถานศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่ดีต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาความต้องการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษา: กรณีศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนัง ได้รับความอนุเคราะห์จากคณะผู้บริหาร ครูและเจ้าหน้าที่ วิทยาลัยอาชีวศึกษาปากพนัง และได้รับคำปรึกษาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เรืองอ่อน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีรวรรณ จงจิตร ศิริจิรกาล อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เอกสารอ้างอิง

ชนินทร เพ็ญสูตร. (2560). **ประเทศไทย 4.0 บริบททางเศรษฐกิจ และการเมือง.** วารสารรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์, 8(1). 74.

เจริญศักดิ์ แซ่จึง. (2562). **การวางแผนทรัพยากรวิสาหกิจบนคลาวด์.** วารสาร ธุรกิจปริทัศน์, 11(1), 248.

พลเดช พิชญ์ประเสริฐ. (2562). **การพัฒนำระบบงานนพัสดุผ่านคลาวด์คอมพิวติ้ง โรงเรียนโพธิ์ธาตุประชาสรรค์สังกัดองค์กกรบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ**. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น, 16(1), 103.

ยอดศักดิ์ รักษาแก้ว. (2559). **แนวทางการพิจารณานาเทคโนโลยี คลาวด์ คอมพิวติ้ง มาใช้ในองค์กรกรณีศึกษาบริษัทจัดจาหน่ายสินค้าอุปกรณ์สื่อสารแห่งหนึ่ง**. (การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์).

รติมา คชนันทน์. (2561). **การพัฒนานวัตกรรมไทย อยู่ตรงไหนในเวทีโลก**. กรุงเทพ: สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการผู้แทนราษฎร.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2557). **ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆในงานทางการศึกษา**. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16(1), 150.

ศักดิ์ กองสุวรรณ. (2562). **คุณภาพการศึกษาของสถาบันการอาชีวศึกษาและสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร**. Vocational Education Research Journal, 3(1), 2.

สำนักโฆษก สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี. (2560). **นโยบาย Thailand 4.0 คืออะไร**. ไทยคู่ฟ้า วารสารสำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี, 1(33), 4-5.

สิทธิชัย ลายเสมา. (2561). **การเรียนแบบเอ็มเลิร์นนิงด้วยเทคโนโลยีการคำนวณแบบคลาวด์.** วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 16(1), 53.

Farhan Yetaim Alenezi (2019). **The Role of Cloud Computing for the Enhancement of Teaching And Learning in Saudi Arabian Universities in Accordance with the Social Constructivism Theory: A Specialist's Point of View**. Northern Border University.

Humphrey M. Sabi (2016). **Conceptualizing a model for adoption of cloud computing in Education Humphrey.** The ICT University**.**

ระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

System Rain Measurement using internet of things

Case study : Phuket Rajabhat University

เทพทอง แซ่หงอ[1*], อภิสิทธิ์ ชมสุข[2]

Theptong Saengor[1*], Apisit Chomsuk[2]

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตมีอาคารเรียนจำนวนมาก ซึ่งมีอาคารเรียนจำนวนหนึ่งที่สร้างบริเวณริมคลอง ซึ่งหากฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานาน น้ำในคลองอาจจะมีจำนวนมากอาจทำให้เกิดน้ำเอ่อล้นในอาคารเรียน ทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตจากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต สำหรับวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเพื่อป้องกันอุทกภัยที่อาจจะเกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนจะมีบอร์ดไมโครโทรเลอร์ (Arduino) เขียนชุดคำสั่งให้กับตัวอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝน (MS-WH-SP-RG) ส่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนผ่านอุปกรณ์ NB-Shield และใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการจ่ายไฟกับให้ตัวอุปกรณ์ จากผลการทดลองพบว่า อุปกรณ์ NB-Shield สามารถส่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนขึ้นไปยังเว็บไซต์ Magellan แสดงค่าปริมาณน้ำฝนผ่าน Dashboard (Dweet) เป็นช่วงระยะเวลา เพื่อช่วยเฝ้าระวังการเกิดอุทกภัยขึ้น ผลจากการพัฒนาระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสามารถใช้ได้จริงสามารถเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้ และ นำเสนอข้อมูลได้ถูกต้อง

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง,อุทกภัย,ปริมาณน้ำฝน

---

[1]เทพทอง แซ่หงอ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2]อภิสิทธิ์ ชมสุข สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[*]**Corresponding author, Email:** s5910886117@pkru.ac.th[*],s5910886128@pkru.ac.th

Abstract

Phuket Rajabhat University has many educational buildings. Which there are a number of school buildings constructed around the canal Which if heavy rain continues for a long time There may be a lot of water in the canal, which may cause overflowing water in the school building. Causing damage to the property of Phuket Rajabhat University. From the above problem, the researcher aims to develop the rain measuring system using internet of things Case study: Phuket Rajabhat University Can analyzing the amount of rainfall to prevent flooding that may occur in Phuket Rajabhat University The rain measuring system will have a microcontroller board (Arduino) to write a set of instructions to the rain measuring device. (MS-WH-SP-RG) transmits rainfall data through the NB-Shield device and uses solar energy to power the device. The results show that the NB-Shield device can send rainfall data to the Magellan website, showing the rainfall value through the Dashboard (Dweet) for a period of time. To help keep an eye on flooding The result of the development of the rain measuring system is practical, able to collect rainfall data and present the data correctly.

Keywords: internet of things,flooding,rainfall

บทนำ

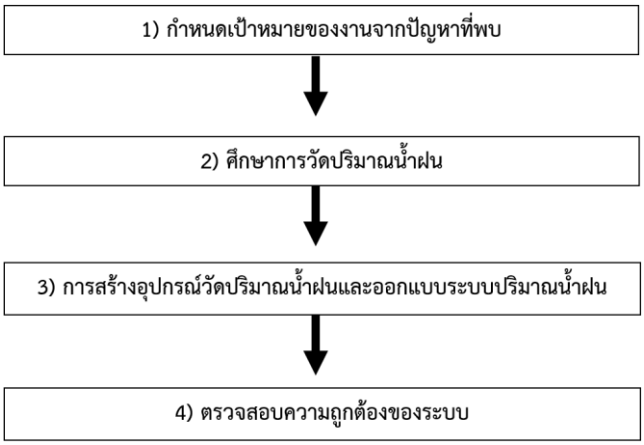
ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากกับชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะทำอะไร ที่ไหน กับใคร ล้วนต้องมีอินเทอร์เน็ตเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งได้มีวิวัฒนาการปรับเปลี่ยนไปเป็นอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ IoT การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ เป็นต้น และได้มีการขยายขอบเขตการใช้อินเทอร์เน็ตกับงานด้านต่าง ๆ ให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม (ดวงพร เจียมอัมพร, 2561) ซึ่งแนวคิดของรัฐบาลเพื่อเป็นแนวทางในการขับเคลื่อนประเทศผ่านการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม (Thailland 4.0) ทั้งนี้การนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things หรือ IoT) ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี

จังหวัดภูเก็ตเป็นจังหวัดที่มีฝนตกหนักในหลายพื้นที่ ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขังหลายจุดเกิดจากการระบายน้ำไม่ทันประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงมานาน ส่งผลให้ประชาชนได้รับความเดือดร้อนทรัพย์สินเสียหายและขาดแคลนน้ำกินน้ำใช้ ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาพบว่ามีบางส่วนเท่านั้นที่ไหลลงอ่างเก็บ แต่น้ำส่วนใหญ่กลับพบว่าไหลลงทะเล จากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาพบว่ายังไม่สามารถแก้ปัญหาภัยในพื้นได้

จากการลงสำรวจบริเวณตึกภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตที่ติดกับริมคลองเมื่อมีมรสุมหรือมีฝนตกหนักเป็นเวลาต่อเนื่องทำให้เกิดน้ำเอ่อล้นในบริเวณริมคลองทำให้อาคารเรียนที่ติดกับริมคลอง เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตและทรัพย์สินของนักศึกษาที่อยู่ใกล้กับอาคารบริเวณริมคลอง เมื่อมีการเกิดความเสียหายผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อช่วยเฝ้าระวังการเกิดอุทกภัยนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องผ่านเว็บเบราว์เซอร์ให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตและทรัพย์สินของนักศึกษาให้น้อยที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยสำหรับการพัฒนาระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต แบ่งเป็น 4 ส่วน ดังภาพที่ 1

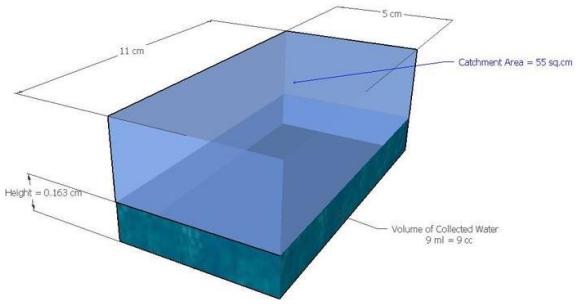


ภาพที่ 1 วิธีการดำเนินการวิจัย

1) กำหนดเป้าหมายของงานจากปัญหาที่พบ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลและปัญหาที่เกี่ยวข้อง โดยทำการลงพื้นที่สำรวจสภาพอากาศและปริมาณของน้ำฝนปัญหาที่พบมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตในช่วงที่มีมรสุมหรือฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ภายในบริเวณตึกที่ติดคลองระบายน้ำไม่สามารถระบายน้ำได้ทันส่งผลให้เกิดปัญหาอุทกภัยในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ระบบพลังงานโซลาร์เซลล์ และ ใช้เซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดกเพราะเซ็นเซอร์นี้มีต้นทุนต่ำและเชื่อถือได้มาก และรองรับน้ำฝนได้ไม่จำกัด เพื่อนำมาเตรียมรับมือกับอุทกภัยได้ทันท่วงที โดยแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์Magellan สามารถนำข้อมูลจาก Magellan ขึ้น Dweet เพื่อให้สามารถนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนขึ้นฐานข้อมูลและใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเมื่อมีสถานะการเกิดอุทกภัยสามารถบันทึกข้อมูลของปริมาณน้ำฝนที่ทำให้เกิดน้ำเอ่อล้น ณ บริเวณริมคลองเพื่อให้ทราบปริมาณน้ำฝนที่ถูกต้องในการแจ้งเตือนการเกิดอุทกภัยได้ 100%

ปริมาณน้ำฝน หมายถึง ระดับความลึกของน้ำฝนในภาชนะที่รองรับน้ำฝนทั้งนี้ภาชนะที่รองรับน้ำฝนจะต้องตั้งอยู่ในแนวระดับ และวัดในช่วงเวลาที่กำหนด หน่วยที่ใช้วัดปริมาณน้ำฝนนิยมใช้ในหน่วยของมิลลิเมตร (Ponpe, 2558)

2) ศึกษา**การวัดปริมาณน้ำฝน**



ภาพที่ 2 ต้นแบบอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝน

ภาพที่2 ใช้หลักการวัดจำนวนน้ำฝนที่ตกลงมาจากท้องฟ้าโดยให้น้ำฝนตกลงในภาชนะ มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 55 ตารางเซนติเมตร น้ำฝนจะตกผ่านอุปกรณ์

ดังนั้นหากการสะสมของน้ำฝนอยู่ที่ 9 มิลลิเมตร หมายถึง 9 มิลลิเมตร / 55 เซนติเมตร = 0.16363... เซนติเมตร = 1.6363... มิลลิเมตร = 0.394 นิ้ว ในมาตรวัดปริมาณน้ำฝนทำการกระดก 4 ครั้งสำหรับ 9 มิลลิเมตร (หรือ 0.394 นิ้วของน้ำฝน) (9/4) มล. = 2.25 มิลลิเมตร (หรือก็คือ 0.0161059413027953..นิ้ว)

ดังนั้นการกระดก 1 ครั้ง เท่ากับ 0.0161 นิ้ว = มิลลิเมตร 0.4089400 มิลลิเมตร (จะได้ 0.408 จากมุมมองของบอร์ดไมโครโทรเลอร์ Arduino (Abhijit Borah, 2560)

ในการรายงานปริมาณน้ำฝนนั้น จะรายงานว่าฝนตกเล็กน้อย ฝนตกปานกลาง ฝนตกหนัก ฝนตกหนักมาก แต่การตั้งเกณฑ์สากลไม่อาจทำได้ เพราะสภาพของฝนในแต่ละประเทศปริมาณไม่เหมือนกัน เฉพาะประเทศใช้รายงานเป็นจำนวนมิลลิเมตร (มม.) ต่อ 24 ชั่วโมง โดยจะมีหลักเกณฑ์ในการรายงานดังนี้(bananabrn,2560)

ปริมาณฝนต่อ 24 ชั่วโมง

เกณฑ์ปริมาณน้ำฝน	ปริมาณน้ำฝน
0.1 มม. – 10.0 มม.	ฝนตกเล็กน้อย
10.1 มม. – 35.0 มม.	ฝนตกปานกลาง
35.1 มม. – 90.0 มม.	ฝนตกหนัก
90.1 มม. ขึ้นไป	ฝนตกหนักมาก

ภาพที่ 3 **ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ ประเทศไทยใช้หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร**

ภาพที่3 ตารางปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ของประเทศไทย

3) การสร้างอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝนและออกแบบระบบปริมาณน้ำฝน

1. เซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดก (MS-WH-SP-RG)



ภาพที่ 4 เซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนแบบคานกระดก (MS-WH-SP-RG)

จากภาพ4 หลักการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบกระดกจะใช้ภาชนะทรงสามเหลี่ยม 2 ชิ้นทำหน้าที่รับปริมาณน้ำฝนจากกรวย โดยจะเปลี่ยนกันรับทีละด้าน ณ เวลาหนึ่งจะมีภาชนะด้านเดียวที่หันเข้ารับน้ำฝนที่ไหลมาจากรวย (อภิศักดิ์ และ พิทักษ์, ม.ป.ป.)

2. แบตเตอร์รี่ LG 18650 ME1 ความจุสูงสุด 2100.00 mAh 4.2A, 3.75V



ภาพที่ 5 ถ่านชาร์จ Lithium Ion

ภาพที่5 การใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยแหล่งกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ดี เช่น แบตเตอรี่ (ดร.นงลักษณ์, 2553)

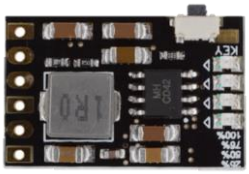
3. Solar cell 10 x 7 cm เป็นแผงพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดมินิแบตเตอรี่ที่ชาร์จไฟฟ้า 5 โวลต์



ภาพที่ 6 Solar cell 10 x 7 cm

ภาพที่6 เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ หรือ Solar cell เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง และไฟฟ้าที่ได้นั้นจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) จัดว่าเป็นแหล่งพลังงานทดแทนชนิดหนึ่ง (คนบัลดาลไฟ, 2562)

4. โมดูล MH-CD 42 หน้าที่เป็นตัวกลางจากที่ชาร์จไฟ



ภาพที่ 7 MH-CD 42

ภาพที่7 อุปกรณ์ชาร์จ 3.7v เล็กน้อย, 4.2v สูงสุด, แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนอินพุตการชาร์จ 5v, 2.1A charing สูงสุดในปัจจุบันการป้องกันแบตเตอรี่สำหรับกระแสเกิน, แรงดันไฟฟ้าเกินและอุณหภูมิสูงเกินไป (สำหรับ IC ที่ชาร์จอย่างน้อย, ไม่มีข้อกำหนดสำหรับเทอร์มิสเตอร์เพื่อรับรู้อุณหภูมิของแพ็ค) เอาต์พุต 5v สูงสุด 2.1A (eas, 2019)

5. บอร์ดไมโครโทรเลอร์ Arduino Uno R3



ภาพที่ 8 Arduino Uno R3

ภาพที่8 บอร์ด Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องใช้ภาษา Arduino ซึ่งมีคำสั่งเพิ่มขึ้นมาเพื่อเขียนในรูปแบบภาษา C++ และใช้ซอฟต์แวร์ Arduino IDE เป็นหลักในการประมวลผล (แสงศิริ, 2562)

6. โมดูล 2A **DC-DC Step Up Booster Power (MT3608)** เป็นโมดูลแปลงไฟจาก 2v-24v กระแส 2A



ภาพที่ 9 DC-DC Step Up Booster Power (MT3608)

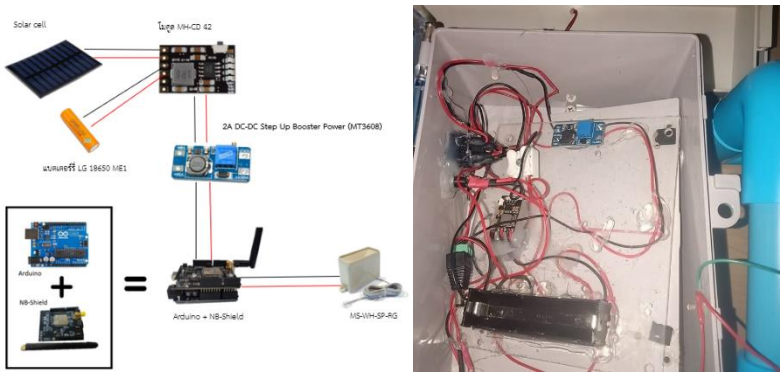
ภาพที่ 9 วงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบเพิ่มระดับแรงดัน(Boost Converter) ทำงานร่วมกับวงจรทวีแรงดัน(Multiplier Circuit)ทำให้สามารถเพิ่มอัตราขยายแรงดันได้ (นายเฉลิมพล และ นายยุทธนา, 2558)

7. โมดูล NB - IoT shield บอร์ด NB-Iot-Shield



ภาพที่ 10 NB-IoT-shield

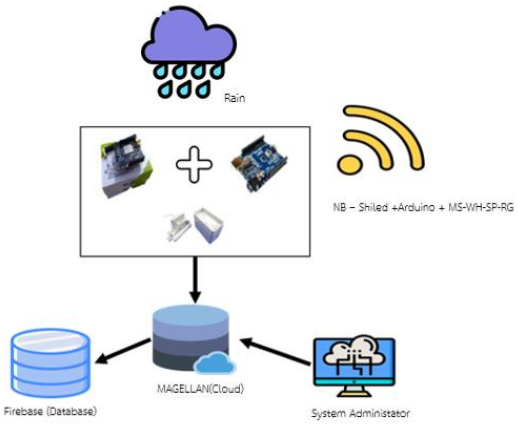
ภาพที่ 10 โมดูล NB - IoT shield บอร์ด NB-Iot-Shield ใช้สื่อสารสำหรับเครือข่าย NB-IoT ใช้โมดูลรุ่น BC95-B8 จาก Quectel ซึ่งรองรับการใช้งานในย่านความถี่ 900 MHz ของ True NB-IoT SIM ใช้งานผ่าน USB (itpcc, 2562)





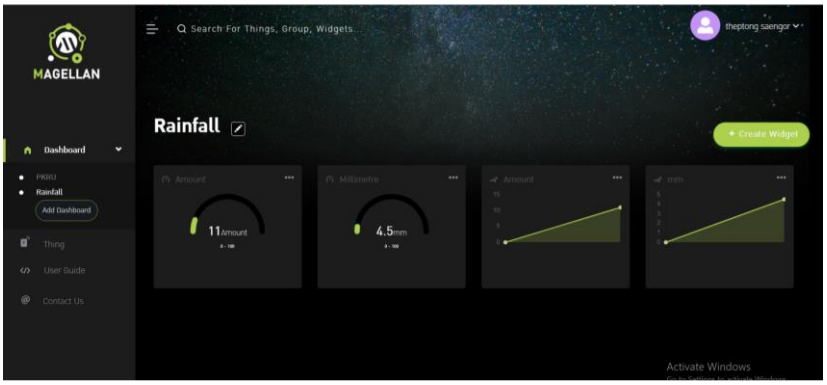
ภาพที่ 11 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

จากภาพที่ 11 ขั้นตอนการเชื่อมต่ออุปกรณ์การตรวจวัดปริมาณน้ำฝน โดยการนำบอร์ดไมโครโทรเลอร์ (Arduino ประกอบกับ NB-Shield) เข้าด้วยกัน โดยนำไฟมาจากพลังงานแสงอาทิตย์ มาเก็บไฟที่แบตเตอร์รี่ ผ่านโมดูล MH-CD 42ทำการแปลงไฟจากโมดูล 2A DC-DC Step Up แปลงค่าไฟจากแบตเตอร์รี่ 3.75 V เป็น 7 V – 9 V เพื่อให้รองรับกับบอร์ดไมโครโทรเลอร์(Arduino) และนำ MS-WH-SP-RG อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝน เชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครโทรเลอร์(Arduino)เพื่อวัดปริมาณน้ำฝน และส่งข้อมูล การกระดก และ ปริมาณน้ำฝน ส่งขึ้นออนไลน์ไปยังเว็บเบราว์เซอร์



ภาพที่ 12 การส่งข้อมูลขึ้น DashBorad

จากภาพที่ 12 บอร์ดไมโครโทรเลอร์(Arduino)ระบบรับค่าจากเซ็นเซอร์การวัดค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในภาชนะ (MS-WH-SP-RG) ส่งค่าจำนวนการกระดก และ ปริมาณน้ำฝนขึ้นไปยังหน้าเว็บเบราว์เซอร์ Magellan ผ่าน NB-Shield ให้แสดงค่าปริมาณน้ำฝนเป็นช่วงระยะในการทำงาน ทุกๆ 10นาที สามารถเก็บค่าปริมาณน้ำฝนได้ถูกต้องและสามารถดึงข้อมูลเข้าไปยังฐานข้อมูลทำให้สามารถเก็บข้อมูลการเกิดอุทกภัยภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตได้ถูกต้องและแจ้งเตือนการเกิดอุทกภัยทำให้สามารถรับผลกระทบความเสียหายน้อยที่สุด



ภาพที่ 13 แสดงค่าปริมาณน้ำฝน เป็นช่วงระยะที่ส่งขึ้น Magellen



ภาพที่ 14 แสดงค่าการกระดก และ ปริมาณน้ำฝนแบบย้อนหลัง

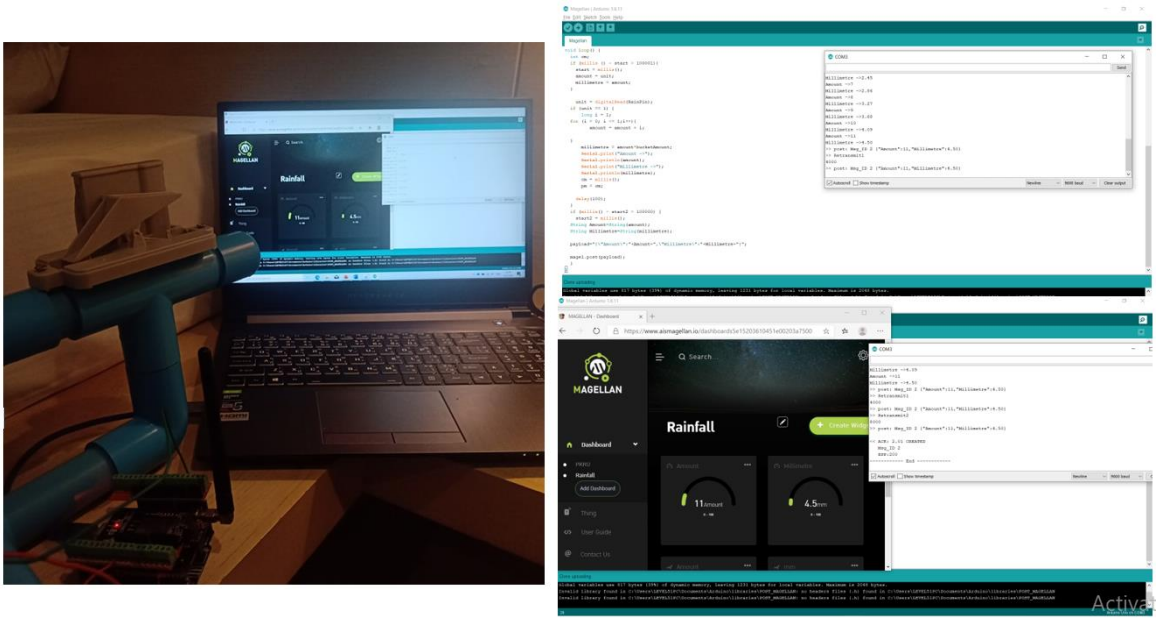
จากภาพที่ 13,14 ระบบรับค่าเซ็นเซอร์การวัดค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในภาชนะถูกนำมาประมวลผลให้กับโมดูล NB-Shield ส่งค่าปริมาณน้ำฝนไร้สายไปยัง Dashboard เพื่อแสดงค่าปริมาณน้ำฝนบนเว็บไซต์ Magellan และ สามารถตรวจปริมาณน้ำฝนย้อนหลังได้ผ่าน History ของ Magellan



ภาพที่ 15 รูปแบบการต่ออุปกรณ์

จากภาพที่15 อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ไปยังโมดูล MH-CD 42 ชาร์จเข้าแบตเตอร์รี่ของตัวอุปกรณ์นำต่อกับโมดูล 2A DC-DC Step Up Booster Power เพื่อปรับพลังงานไฟฟ้าให้เข้ากับบอร์ดไมโครโทรเลอร์(Arduino) ถูกนำไปประกอบกับโมดูล NB-Shield เพื่อส่งสัญญาณไร้สายไปยัง MAGELLAN แสดงค่าปริมาณน้ำฝนเป็นช่วงระยะ

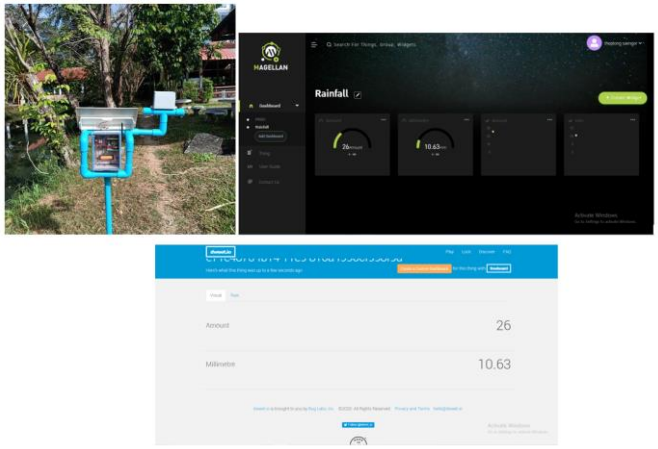
4) ตรวจสอบความถูกต้องของระบบ



ภาพที่ 16 ตรวจสอบความถูกต้องของระบบผ่านArduino ,ตรวจสอบความถูกต้องของระบบผ่าน Magellan, ตรวจสอบความถูกต้องผ่านการกระดกแบบทดสอบการทำงานจริง

จากภาพที่ 16 ตรวจสอบเช็คความถูกต้องของอุปกรณ์โดยทดสอบการทำงานของตัวไม้กระดกโดยใช้การกระดก เพื่อทราบค่า ปริมาณน้ำฝนที่ถูกต้อง เมื่อมีปริมาณน้ำฝนตกลงในภาชนะเกิดการกระดกทำให้ตัวอุปกรณ์ทำงาน และส่งข้อมูลที่ถูกต้องนำเสนอบนเว็บเบราว์เซอร์Magellan เพื่อเฝ้าระวังการเกิดอุทกภัยได้

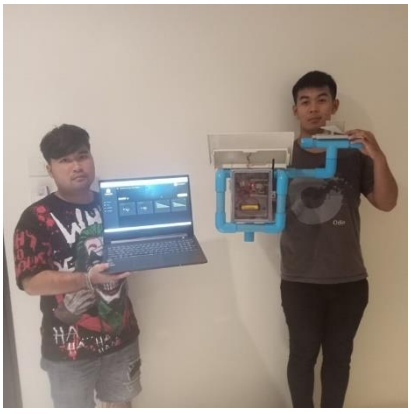
ผลและอภิปรายผลการวิจัย



ภาพที่ 17 อุปกรณ์ที่นำไปติดตั้ง ณ บริเวณที่ติดกับริมคลอง หน้าเว็บเบราว์เซอร์ ที่แสดงผลจากการส่งข้อมูลเป็นระยะ ทุกๆ 10 นาที จากการทำงานจริงของตัวอุปกรณ์ และ หน้าเว็บเบราว์เซอร์ Dweet ที่สามารถดึงข้อมูล ของการส่งข้อมูลเป็นระยะ ขึ้นฐานข้อมูลได้ถูกต้อง

ภาพที่ 17 จากการได้ศึกษาค้นคว้า ระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต สามารถเก็บข้อมูลเมื่อมีฝนตก ณ บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์การทำงานของตัวอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝน และส่งข้อมูลเป็นระยะขึ้นเว็บเบราว์เซอร์Magellan แบบถูกต้อง 100% ทำให้สามารถเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนขึ้นฐานข้อมูลได้ถูกต้องและสามารถเก็บค่าปริมาณน้ำฝนเมื่อมีการเกิดอุทกภัยและสามารถเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนที่อาจจะทำให้เกิดอุทกภัยในอนาคตได้ทำให้สามารถเฝ้าระวังอุทกภัย เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลมาเตรียมรับมือกับอุทกภัยได้ทันท่วงที

สรุปผลวิจัย



ภาพที่ 18 ตรวจสอบความถูกต้องของระบบโดยทดสอบใช้งานจริง ส่งข้อมูลได้ถูกต้อง 100%

ภาพที่ 18 ระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนทำงานได้ มีค่าปริมาณน้ำฝนแสดงบนเว็บเบราว์เซอร์Magellan ทำให้สามารถติดตามเฝ้าระวังผ่าน Dashboard แบบเป็นระยะของการส่งข้อมูลของตัวอุปกรณ์ หรือกราฟย้อนหลังได้ โดยปริมาณน้ำฝนสามารถวัดได้จากเซ็นเซอร์ MS-WH-SP-RG ที่น้ำฝนกระทบกับตัวไม้กระดกจะแสดงค่าการกระดกและ ปริมาณน้ำฝนได้ถูกต้อง และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาช่วยในการจ่ายไฟให้กับตัวอุปกรณ์โดยรวม การทำงานของอุปกรณ์ถือว่าประสบความสำเร็จสามารถเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝน ณ บริเวณอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต กรณีมีมรสุมหรือฝนตกหนักเป็นเวลาต่อเนื่อง สามารถเฝ้าป้องกันการเกิดอุทกภัยได้ 100% อุปสรรคของตัวระบบนี้มีอยู่ด้วยกันสองอย่าง หนึ่งคือแบตเตอรี่เมื่อแบตเตอรี่ไม่เพียงพอทำให้บอร์ดไมโครโทรเลอร์รีเซ็ตระบบเองอัตโนมัติทำให้เกิดความล่าช้าในการส่งข้อมูล สองคือตัวอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝน เมื่อไม่มีฝนในพื้นที่ค่าที่ถูกส่งเป็น 0 มม. เช่นเดียวกับกรณีที่ตัวอุปกรณ์ไม่ทำงาน จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ตรวจวัดสถานะการทำงานของอุปกรณ์ เพื่อตรวจสอบได้ว่าอุปกรณ์ยังทำงานอยู่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ความกรุณาจากอาจารย์ในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตทุกท่าน ขอขอบคุณคณะครูอาจารย์ทุกท่านที่ให้ข้อแนะนำและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านในการทำวิจัยขอขอบคุณบิดาและมารดาและทางมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยเรื่องระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกรณีศึกษา:มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

เอกสารอ้างอิง

Abhijit Borah. (2560). *Arduino Rain Gauge Calibration*. (Online)
https://www.instructables.com/id/Arduino-Rain-Gauge-Calibration/,october 10, 2562.

bananabrn. (20 กรกฎาคม 2560). *การวัดปริมาณน้ำฝน*.
(Online)https://rainweather.blogspot.com/2017/07/blog-post_20.html,6 กุมภาพันธ์ 2563.

eas. (17 July 2019). *What IC does the MH-CD42 battery/5v power board use?*.
(Online)https://techobsessed.net/tag/mh-cd42/, February 6, 2020.

itpcc. (2562). *itpcc*. เข้าถึงได้จาก รีวิว DEVIO NB-Shield I และ Mini-project: Cellular Tower logger:
(Online)https://www.itpcc.net/tip-and-technic/review-devio-nb-shield-i-and-mini-project-cellular-tower-logger/,24 กันยายน 2562.

MH-ET LIVE. (22 November 2018). *MH-CD42 DC 5V 2.1A Mobile Power Diy Board*. (Online)http://mh.nodebb.com/topic/48/mh-cd42-dc-5v-2-1a-mobile-power-diy-board/1, February 6, 2020.

คนบัลดาลไฟ. (2562). *ส่วนประกอบของโซลาร์เซลล์*. (Online) https://pdfmkm.erc.or.th/km_site/CatDetail/116, 6 กุมภาพันธ์ 2563.

เจียมอัมพร ดวงพร. (2561). *อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)*. (Online)http://ejournal.nidtep.go.th/PDF/pdf5bd95e2b0e1df.pdf,24 ตุลาคม 2562.

พรหมฝาย อภิศักดิ์, และ คล้ายชม พิทักษ์. (ม.ป.ป.). *การพัฒนาเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบกระดก*.ภาควิชาไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ และอุตสาหการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

มาโนชญ์ แสงศิริ. (16 พฤษภาคม 2562). *Arduino ผู้นำด้านฮาร์ดแวร์และระบบนิเวศซอฟต์แวร์แบบเปิดระดับโลก*. (Online) https://www.scimath.org/article-technology/item/9815-arduino, 6 กุมภาพันธ์ 2563.

มีทอง ดร.นงลักษณ์. (กันยายน 2553). *วัสดุสำหรับแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน*. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นายเฉลิมพล เรืองพัฒนาวิวัฒน์ , และ นายยุทธนา กันทะพะเยา. (2558). *ศึกษาและออกแบบวงจรแปลงผันอัตราขยายแรงดันสูงสำหรับแสงอาทิตย์*.สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

การสำรวจปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 6 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช

Survey of Termites in RRIM 600 Clone Rubber Plantations of Six Districts, Nakhon Si Thammarat Province

พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์[1*], ธเนษฐ มณีฉาย[2] และ ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์[3]

Patcharaporn Vanichpakorn[1*], Thanet Manichai[2] and Yuenyong Vanichpakorn[3]

บทคัดย่อ

ปลวกเป็นแมลงสังคมมีบทบาทที่เป็นประโยชน์โดยทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ ปลวกยังมีบทบาทเป็นศัตรูของสวนยางด้วย วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 6 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราชได้แก่ อำเภอร่อนพิบูลย์ ทุ่งสง นาบอน บางขัน พิปูน และจุฬาภรณ์ ผลการสำรวจพบปลวก 7 ชนิด จัดอยู่ใน 6 สกุล ปลวกที่สำรวจพบจำนวน 6 ชนิดจัดอยู่ในวงศ์ Termitidae ปลวกส่วนใหญ่ที่พบเป็นกลุ่มปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อราซึ่งพบ 4 ชนิด และพบปลวกกินเนื้อไม้จำนวน 3 ชนิด พื้นที่สวนยางในอำเภอบางขันพบปลวกมากสุดจำนวน 7 ชนิด ส่วนอำเภอทุ่งสงพบปลวกน้อยสุดเพียง 3 ชนิด *Macrotermes gillvus* และ *Microcerotermes minutus* เป็นปลวกที่พบในทุกอำเภอ ปลวกที่สำรวจพบทั้ง 7 ชนิดเป็นศัตรูของยาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลวก *Coptotermes curvignathus* ซึ่งพบในอำเภอร่อนพิบูลย์ บางขัน และพิปูน เป็นศัตรูร้ายแรงที่กัดกินเนื้อเยื่อที่มีชีวิตเป็นสาเหตุให้ยางได้รับความเสียหายและตายในที่สุด ผลการสำรวจชี้ให้เห็นว่า ควรพัฒนาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการปลวกศัตรูของสวนยางอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ปลวก, สวนยาง, จังหวัดนครศรีธรรมราช, ความหลากหลาย

---

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช

[2]นักศึกษาปริญญาตรี สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช

[3]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช

[*]Corresponding author, E-mail: pvanich@gmail.com

ABSTRACT

Termites are social insects and play beneficial role as decomposers in ecosystem. However, their occurrences in rubber plantation are generally treated as pest. The objective of this research was to study the diversity of termites in RRIM 600 clone rubber plantations in 6 districts including Ron Phibun, Thung Song, Na Bon, Bang Khan, Phipun and Chulabhorn, Nakhon Si Thammarat Province**.** The results showed that a total of 7 termite species grouped into 6 genera were collected. Termitidae were the most species-rich family with 6 species. The fungus-growing termites with 4 species were the most dominant species while the wood-feeding termites were found with 3 species. Bang khan District had the highest species richness with 7 species. The lowest species richness with 3 species was recorded in Thung Song District. *Macrotermes gillvus* and *Microcerotermes minutus* were dominant species in surveyed rubber plantations. All 7 species were pests of rubber plantations and *Coptotermes curvignathus* found in Ron Phibun, Ban Khan and Phipun was identified as a serious pest to feed on the living tissues of rubber causing damage or death of the tree. The results indicated that the strategy for sustainable termite management in rubber plantation should be developed.

Keywords: termite, rubber plantation, Nakhon Si Thammarat Province, diversity

บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกยางธรรมชาติมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยในปี 2561 มีมูลค่าการส่งออก 221,412 ล้านบาท และจัดเป็นสินค้าเกษตรที่มีมูลค่าการส่งออกสูงสุดเมื่อเทียบกับสินค้าเกษตรชนิดอื่นๆ (ศูนย์สารสนเทศเกษตร, 2562) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางหลักอยู่ในภาคใต้ประมาณ 13,584,115 ไร่ คิดเป็น 60% ของประเทศ ซึ่งจังหวัดนครศรีธรรมราชมีพื้นที่ปลูกยางมากเป็นอันดับสามของภาคใต้รองจากจังหวัดสุราษฎร์ธานีและสงขลา คือมีพื้นที่ปลูกยางประมาณ 1,779,284 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) โดยทั่วไปภาคใต้มีภูมิอากาศแบบมรสุมเมืองร้อน อากาศร้อนชื้นและมีฝนตกตลอดทั้งปี ซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบโตของปลวก จึงทำให้พบปลวกในสวนยางในลักษณะสร้างรังบนพื้นดินที่เรียกว่าจอมปลวก หรือสร้างท่อทางเดินรวมทั้งสร้างรังบนต้นยาง ปลวกเป็นแมลงสังคมอยู่รวมกันภายในรัง ไม่ชอบแสงสว่าง ชอบที่มืดและอับชื้น มีการแบ่งหน้าที่การทำงานเป็น 3 วรรณะได้แก่ วรรณะสืบพันธุ์ วรรณกรรมกร และวรรณะทหาร โดยวรรณะกรรมกรหรือปลวกงานทำหน้าที่สร้าง ซ่อม ทำความสะอาดรัง ป้อนอาหารตัวอ่อน ราชินี ราชา และปลวกทหาร โดยแหล่งอาหารของปลวกงาน

ได้แก่ ไม้ ใบไม้ เศษซากพืชที่ทับถมบนดิน ไลเคนและมอส หรือวัสดุอื่นๆ ที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ ปลวกเป็นแมลงที่มีบทบาทมีทั้งประโยชน์และโทษ ปลวกบางชนิดมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศในสวนยาง ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุต่างๆ เช่น ท่อนไม้ กิ่งไม้ และใบไม้ ให้กลายเป็นฮิวมัสในดินทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ ปลวกบางชนิดสามารถสร้างเห็ดโคนโดยมีเชื้อราที่อยู่ร่วมกันในรังปลวกช่วยในการผลิต (จารุณี และขวัญชัย, 2551) สำหรับบทบาทในด้านที่เป็นโทษ เช่น ปลวกใต้ดินบางชนิดเป็นแมลงศัตรูสำคัญของยาง สามารถกัดกินต้นยางที่มีชีวิตโดยกัดกินส่วนรากและลำต้น ทำให้ต้นยางโค่นล้มและยืนต้นตายในที่สุด (ปัทมา, 2553) สุทัศน์ (2535) ศึกษาความหลากหลายของปลวกในสวนยางจังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส พบปลวกทั้งหมด 21 ชนิด 10 สกุล ชนิดของปลวกที่พบบนเปลือกต้นยางมากที่สุดคือ *Odontotermes formosanus* รองลงมาคือ *Ancistrotermes pakistanicus* และ *Microcerotermes paracelebensis* ตามลำดับ สำหรับปลวกที่พบตรงแกนต้นยางที่โค่นเพื่อปลูกใหม่มีเพียงชนิดเดียวคือ *Coptotermes curvignathus* อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการสำรวจความหลากหลายของปลวกในจังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาความหลากหลายของปลวกใน 6 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แก่ อำเภอร่อนพิบูลย์ ทุ่งสง นาบอน บางขัน พิปูน และจุฬาภรณ์ สำหรับเป็นฐานข้อมูลในการหาแนวทางที่เหมาะสมสำหรับป้องกันกำจัดปลวกในสวนยาง รวมทั้งใช้ประโยชน์จากปลวกในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 15-27 ปี ระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม 2562 ในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 6 อำเภอ ได้แก่ อำเภอร่อนพิบูลย์ ทุ่งสง นาบอน บางขัน พิปูน และจุฬาภรณ์ โดยสำรวจอำเภอละ 3 สวน แต่ละสวนสำรวจในพื้นที่ 1,260 ตารางเมตร (Figure 1) เดือนละครั้ง ตามแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยทั้งบนผิวดิน ในกิ่งไม้ ท่อนไม้ เศษไม้ ใบไม้ที่ร่วงหล่นอยู่บนพื้นดิน ตลอดจนสำรวจตามเส้นทางเดินของปลวกบนต้นยาง และรังปลวกที่สร้างขึ้นทั้งบนพื้นดินรวมทั้งรังปลวกที่อยู่บนต้นยาง เก็บตัวอย่างปลวกทั้งปลวกงานและปลวกทหารประมาณ 10-30 ตัว ใส่ในขวดแก้วปริมาตร 10 มิลลิลิตร ซึ่งมีสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 80% บรรจุอยู่ภายในขวด บันทึกข้อมูลวัสดุอาศัย สถานที่เก็บ วัน เดือน ปี และชื่อผู้เก็บ บันทึกภาพสภาพนิเวศวิทยาของแหล่งอาหาร และแหล่งที่อยู่อาศัยรวมถึงลักษณะของรังด้วยกล้องถ่ายภาพ นำปลวกวรรณะทหารมาจำแนกชนิดตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยใช้คู่มือการจำแนกของ Ahmad (1965), Sornnuwat et al. (2004) และ Engel (2011) โดยลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกได้แก่ ส่วนหัว (head) กราม (mandible) ริมฝีปากบน (labrum) ฐานริมฝีปากบน (clypeus) ฐานริมฝีปากล่าง (postmentum) หนวด (antenna) แผ่นแข็งของอกปล้องแรก (pronotum) รูเปิดของต่อมขับสารพิษ (frontal gland หรือ fontanelle) ที่อยู่บริเวณหัวด้านบน



Figure 1 Termite sampling site in 6 districts of Nakhon Si Thammarat Province.

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการสำรวจความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 6 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช พบปลวกทั้งสิ้น 7 ชนิด 6 สกุล จัดอยู่ใน 2 วงศ์ 3 วงศ์ย่อย โดยปลวกที่พบจำนวน 6 ชนิดได้แก่ *Macrotermes gilvus*, *Ma. carbonarius*, *O. formosanus*, *A. pakistanicus*, *Globitermes sulphureus* และ *Mi. minutus* อยู่ในวงศ์ Termitidae คิดเป็นสัดส่วน 86% มีปลวกเพียงชนิดเดียวได้แก่ *C. curvignathus* อยู่ในวงศ์ Rhinotermitidae คิดเป็นสัดส่วน 14% ปลวก *Ma. gilvus* พบในลักษณะสร้างจอมปลวกบนดินโดยจอมปลวกมีรูปร่างไม่แน่นอน เช่น ส่วนฐานรังกว้าง ส่วนยอดรังป้าน หรือส่วนฐานรังกว้าง ส่วนยอดรังแหลม ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกเป็นดินเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาลปนเหลือง ดินมีความแข็ง นอกจากนี้ยังพบบนต้นยางในลักษณะสร้างคราบดินสีน้ำตาลคลุมเปลือกยางและพบในเศษไม้ที่ร่วงหล่นในสวนยาง ส่วนปลวก *Ma. carbonarius* พบเฉพาะจอมปลวกบนพื้นดินโดยสร้างรังเป็นรูประฆังคว่ำ มีสีน้ำตาลแดง ในขณะที่พบปลวก *O. formosanus* บนต้นยางโดยสร้างคราบดินสีน้ำตาลเหลืองคลุมเปลือกยางและยังพบในท่อนไม้ ส่วนปลวก *A. pakistanicus* สร้างจอมปลวกบนพื้นดินโดยรังมีรูปร่างไม่แน่นอน ดินที่สร้างรังมีสีน้ำตาลแดง และยังพบบนต้นยางโดยสร้างคราบดินสีเทาอ่อนคลุมเปลือกยางและพบในท่อนไม้ด้วย สำหรับปลวก *G. sulphureus* มีแหล่งอาศัยโดยสร้างจอมปลวกเป็นรูปโดม ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกมีสีเทาปนดำ นอกจากนี้ยังสร้างสร้างคราบดินสีน้ำตาลคลุมเปลือกยางและพบอาศัยในท่อนไม้ สำหรับปลวก *Mi. minutus* พบสร้างรังบนต้นยาง มีลักษณะรังค่อนข้างกลมหรือทรงกรวยแหลม มีสีเทา รังดินแข็งมากยากจะทุบให้แตก ผิวรังหยาบขรุขระ มีติ่งหรือกลีบเล็กๆ ยื่นออกมา โครงสร้างภายในมีช่องระบายอากาศขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป รวมทั้งยังพบในท่อนไม้ ส่วนปลวก *C. curvignathus* พบสร้างท่อทางเดินสีน้ำตาลขนาดใหญ่บนเปลือกยาง เมื่อแกะท่อสีน้ำตาลออกจะเห็นเนื้อไม้ถูกปลวกชนิดนี้กัดกิน และยังพบในท่อนไม้ สำหรับองค์ประกอบของกลุ่มปลวกที่มีบทบาทในระบบนิเวศของสวนยางแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อ

รา (fungus-growers) มีจำนวน 4 ชนิดได้แก่ *Ma. gilvus*, *Ma. carbonarius*, *O. formosanus* และ *A. pakistanicus* และปลวกกินเนื้อไม้ (wood-feeders) พบปลวกจำนวน 3 ชนิดได้แก่ *C. curvignathus*, *G. sulphureus* และ *Mi. minutus* เมื่อพิจารณาชนิดปลวกที่สำรวจพบแต่ละอำเภอ พบว่า อำเภอร่อนพิบูลย์พบปลวก 4 ชนิด ได้แก่ *C. curvignathus*, *Ma. gilvus*, *A. pakistanicus* และ *Mi. minutus* ส่วนอำเภอทุ่งสงพบปลวกน้อยสุดจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Ma. gilvus*, *A. pakistanicus* และ *Mi. minutus* สำหรับอำเภอนาบอน พบปลวกจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Ma. gilvus*, *O. formosanus*, *G. sulphureus* และ *Mi. minutus* ในขณะที่อำเภอบางขันพบปลวกสูงสุดจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ *C. curvignathus, Ma. gilvus*, *Ma. carbonarius, O. formosanus*, *A. pakistanicus, G. sulphureus* และ *Mi. minutus* สำหรับปลวกที่พบในอำเภอพิปูนได้แก่ *C. curvignathus, Ma. gilvus*, *A. pakistanicus* และ *Mi. minutus* ส่วนอำเภอจุฬาภรณ์พบปลวก *Ma. gilvus*, *O. formosanus*, *A. pakistanicus* และ *Mi. minutus* (Table 1 and Figures 2-4) จากผลการสำรวจชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าปลวก *Ma. gilvus* และ *Mi. minutus* เป็นปลวกที่พบในทุกพื้นที่ ในขณะที่ปลวก *Ma. carbonarius* พบเฉพาะในพื้นที่อำเภอบางขันเท่านั้น

Table 1 Distribution of termite species in rubber plantations of 6 districts, Nakhon Si Thammarat Province.

Species	Feeding group	District					
		Ron Phibun	Thung Song	Na Bon	Bang Khan	Phipun	Chulabhorn
F. Rhinotermitidae							
SF. Coptotermitinae							
- *Coptotermes curvignathus*	W	X	-	-	X	X	-
F. Termitidae							
SF. Macrotermitinae							
- *Macrotermes gilvus*	F	X	X	X	X	X	X
- *Macrotermes carbonarius*	F	-	-	-	X	-	-
- *Odontotermes formosanus*	F	-	-	X	X	-	X
- *Ancistrotermes pakistanicus*	F	X	X	-	X	X	X
SF. Termitinae							
- *Globitermes sulphureus*	W	-	-	X	X	-	-
- *Microcerotermes minutus*	W	X	X	X	X	X	X

Feeding group: W= Wood-feeders, F= Fungus-growers

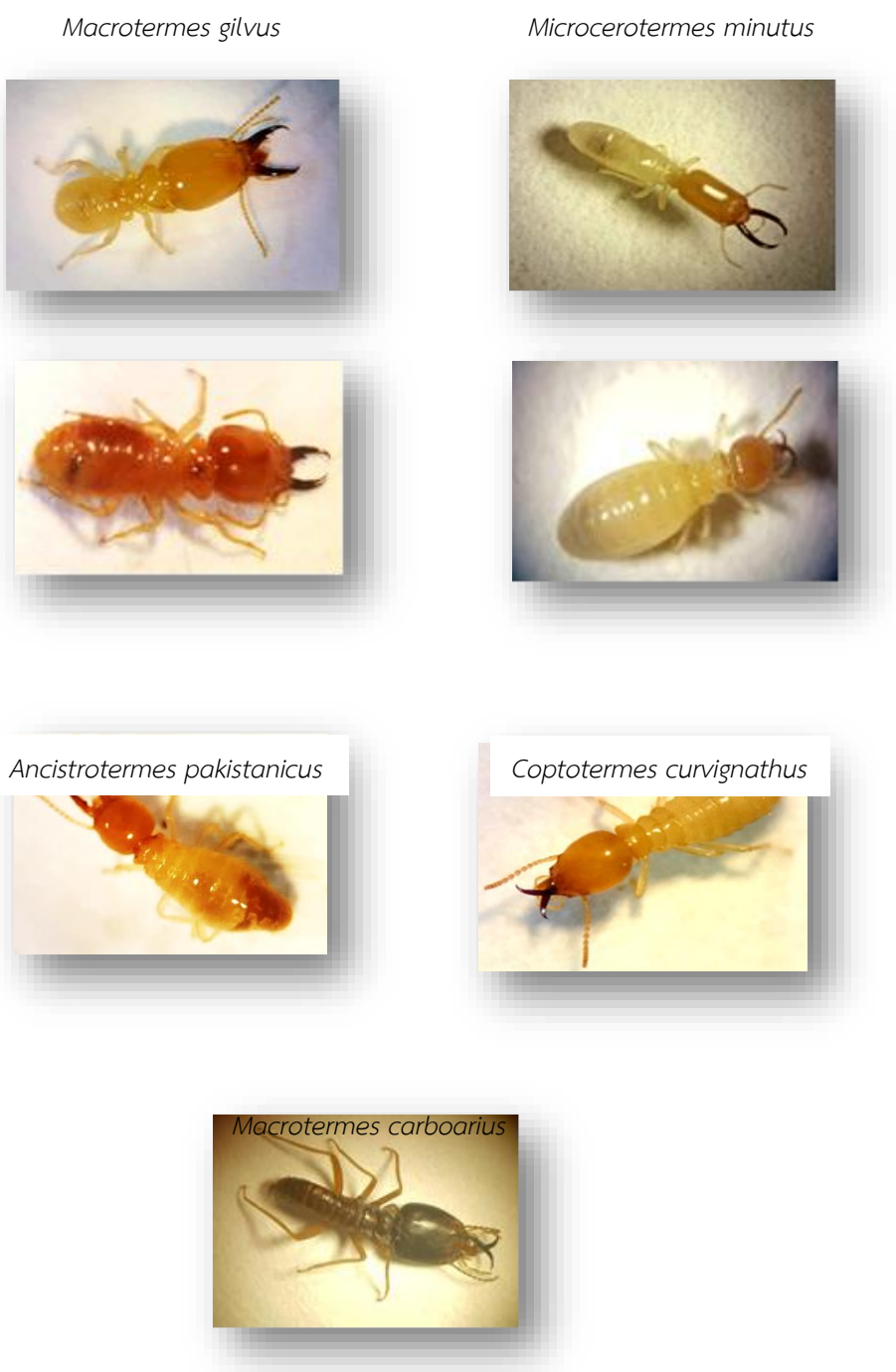


Figure 2 Solider caste of collected termites in rubber plantations of 6 districts, Nakhon Si Thammarat Province.



Globitermes sulphureus



Macrotermes gilvus



Macrotermes carbonarius



Ancistrotermes pakistanicus

Figure 3 Termite nests found in rubber plantations of 6 districts, Nakhon Si Thammarat Province.



Ancistrotermes pakistanicus



Macrotermes gilvus



Coptotermes curvignathus



Microcerotermes minutus



Odontotermes formosanus



Globitermes sulphureus

Figure 4 Termites found on rubber trees of 6 districts, Nakhon Si Thammarat Province.

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของกลุ่มปลวกแบ่งตามการกินอาหารตามเกณฑ์ของ Akpesse et al. (2019) พบปลวกจำนวน 2 กลุ่มได้แก่ ปลวกกินเนื้อไม้และปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อรา โดยปลวกกินเนื้อไม้ที่พบในอำเภอร่อน-พิบูลย์ ทุ่งสง นาบอน บางขัน พิปูน และจุฬาภรณ์ มีสัดส่วน 50, 33, 50, 43, 50 และ 25% ตามลำดับ ส่วนปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อราพบในสัดส่วน 50, 67, 50, 57, 50 และ 75% ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Composition of termites based on feeding group in rubber plantations of 6 districts, Nakhon Si Thammarat Province.

Feeding group	Percent					
	Ron Phibun (4 species)	Thung Song (3 species)	Na Bon (4 species)	Bang Khan (7 species)	Phipun (4 species)	Chulabhorn (4 species)
Wood-feeders	50	33	50	43	50	25
Fungus-growers	50	67	50	57	50	75
Soil-feeders	-	-	-	-	-	-

การสำรวจความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ของจังหวัดนครศรีธรรมราชจำนวน 6 อำเภอได้แก่ อำเภอร่อนพิบูลย์ ทุ่งสง นาบอน บางขัน พิปูน และจุฬาภรณ์ พบปลวกเพียง 7 ชนิด อาจเนื่องมาจากเกษตรกรในพื้นที่ที่สำรวจปลวกปลูกยางเป็นพืชหลักเพียงชนิดเดียว (monoculture) ไม่มีพืชแซม จึงทำให้พบปลวกน้อยชนิด สอดคล้องกับ Gbenyedji et al. (2011) รายงานว่า ความหลากหลายของปลวกในระบบนิเวศขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่อยู่ในระบบนิเวศนั้นๆ การเพาะปลูกพืชเชิงเดี่ยวไปรบกวนสมดุลของสัตว์หน้าดินในระบบนิเวศ ส่งผลให้ความหลายหลากของสัตว์ลดลง นอกจากนี้ช่วงเวลาที่สำรวจปลวกอยู่ในเดือนมกราคม-มีนาคม 2562 ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศร้อนอุณหภูมิประมาณ 26.3-28.7 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศค่อนข้างต่ำ 74.0-81.0% ทำให้พบปลวกน้อยชนิด สอดคล้องกับณัฐวุฒิ (2557) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกและความสัมพันธ์กับระบบนิเวศป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังในพื้นที่ชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยพบว่าความหนาแน่นของประชากรปลวกทั้งสองพื้นที่มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน และต่ำสุดในเดือนมกราคม Akpesse et al. (2019) รายงานว่า ฤดูกาลเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความหนาแน่นของปลวก โดยช่วงต้นและปลายฤดูฝนมักพบปลวกมีจำนวนชนิดและปริมาณมากกว่าช่วงอื่นๆของปี ณัฐวุฒิ (2557) รายงานเพิ่มเติมว่าความหนาแน่นของประชากรปลวกมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับค่าความชื้นของดิน และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับกับค่าอุณหภูมิของดิน โดยไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเป็นกรด-ด่างของดิน อย่างไรก็ตามการสำรวจความหลากหลายของปลวกครั้งนี้ไม่ได้เก็บข้อมูลสภาพดินฟ้าอากาศ นอกจากนี้จากการสอบถามเกษตรกรในพื้นที่สำรวจปลวกทั้ง 6 อำเภอ พบว่า เกษตรกรนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมวัชพืชในสวนยาง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของปลวก ผลการสำรวจพบว่าอำเภอบางขันเป็นพื้นที่ที่พบปลวกมากสุดจำนวน 7 ชนิด ส่วนอำเภอทุ่งสงพบปลวกน้อยสุดจำนวน 3 ชนิด เนื่องจากสภาพสวนยางของอำเภอบางขันเป็นยางต้นโตมีอายุประมาณ 27 ปี ใบแน่น อยู่บนเนินเขา มีทางน้ำไหลผ่านรอบสวน ภายในสวนยางมีความชื้นสูง ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลวก จึงพบปลวกมาก ส่วนสวนยางในอำเภอทุ่งสงมีอายุประมาณ 15 ปีเป็นสวนที่อยู่ในตัวเมือง สภาพสวนโปร่ง อากาศภายในสวนค่อนข้างร้อน จึงพบปลวกน้อยชนิด

ปลวกที่สำรวจพบทั้ง 7 ชนิดจัดเป็นแมลงศัตรูของยาง สอดคล้องกับการรายงานของ Akpesse et al. (2019) โดยปลวก *Ma. gilvus* และ *Mi. minutus* พบในทุกพื้นที่ แสดงให้เห็นว่าปลวกทั้ง 2 ชนิดสามารถปรับตัว

เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี สอดคล้องกับวีรยุทธ และคณะ (2552) ได้สำรวจปลวกในสวนยางจังหวัดกระบี่ ตรัง และพัทลุง และรายงานว่า *Ma. gilvus* เป็นปลวกที่พบมากที่สุดในสวนยาง ส่วนปลวก *Ma. carbonarius* พบเฉพาะในพื้นที่อำเภอบางขันซึ่งเป็นสวนยางที่อยู่บนเนินเขา สอดคล้องกับการรายงานของ วีรยุทธ และคณะ (2552) ซึ่งพบปลวกชนิดนี้ในสวนยางใกล้เขา ปลวกที่เป็นศัตรูสำคัญสุดของยางคือปลวก *C. curvignathus* (Hidayat et al., 2018) พบในพื้นที่อำเภอบางขัน พิปูน และร่อนพิบูลย์ ซึ่งต้นยางมีอายุมากเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นคือมีอายุประมาณ 27, 18 และ 20 ปี ตามลำดับ สอดคล้องกับสุทัศน์ (2535) รายงานว่า ปลวกชอบทำลายต้นยางที่มีอายุมากมากกว่าต้นยางที่มีขนาดเล็กหรือมีอายุน้อย *C. curvignathus* จัดเป็นปลวกใต้ดินชนิดเดียวที่ทำลายต้นยางที่มีชีวิต โดยทำรังอยู่ใต้ดินสามารถกัดกินต้นยางทุกระยะการเจริญเติบโต ทำลายต้นยางโดยกัดกินรากและบริเวณโคนต้นที่อยู่ใต้ผิวดิน และกัดกินต่อไปภายในลำต้นจนเป็นโพรงทำให้ต้นยางโค่นล้มได้ง่ายและตายในที่สุด (Pujiastuti et al., 2018) จากการสำรวจพบว่ามีต้นยางโค่นล้มจากการทำลายของปลวกชนิดนี้ประมาณ 3-4 ต้น/สวน เกษตรกรส่วนใหญ่มักใช้สารฆ่าแมลง เช่น ไบเฟนทริน (bifenthrin) หรือ คลอร์ไพริฟอส (chlopyrifos) ราดดินรอบๆต้นยางที่พบการทำลายของปลวกชนิดนี้ ส่วนลำต้นยางที่โค่นล้มอยู่ในสวน เกษตรกรมักปล่อยทิ้งไว้ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารและขยายพันธุ์ของปลวก *C. curvignathus* ทำให้ปลวกสามารถเข้าทำลายต้นยางต้นอื่นๆในสวนได้ ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นต้องหาแนวทางที่เหมาะสมและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการควบคุมการระบาดของปลวกชนิดนี้ ปลวก *C. curvignathus* ยังเป็นศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น ปาล์มน้ำมัน มะม่วง ทุเรียน (Saputra et al., 2018)

ปลวกกินเนื้อไม้และปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อราเป็นกลุ่มปลวกที่สำรวจพบทุกพื้นที่ในสัดส่วนใกล้เคียงกัน สาเหตุอาจเนื่องมาจากปลวกทั้งสองกลุ่มสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ง่าย อย่างไรก็ตาม ไม่พบปลวกกินอินทรียวัตถุเป็นอาหารอาจเนื่องมาจากการใช้สารกำจัดวัชพืชในสวนยาง สอดคล้องกับ Gillison et al. (2003) รายงานว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชในสวนยางส่งผลกระทบต่อคุณภาพของอินทรียวัตถุในดินซึ่งเป็นอาหารของปลวกกินอินทรียวัตถุ

สรุปผลการวิจัย

ผลการสำรวจความหลากหลายของปลวกในสวนยางพันธุ์ RRIM 600 ใน 6 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช สรุปได้ว่า พบปลวกทั้งสิ้น 7 ชนิด ใน 6 สกุล อำเภอบางขันมีความหลากหลายของปลวกสูงสุดโดยพบปลวกจำนวน 7 ชนิด ในขณะที่อำเภอทุ่งสงมีความหลากหลายของปลวกต่ำสุดพบปลวกเพียง 3 ชนิด ปลวก *Ma. gilvus* และ *Mi. minutus* พบแพร่กระจายทุกพื้นที่ ในขณะที่ปลวก *Ma. carbonarius* พบเฉพาะในพื้นที่อำเภอบางขันเท่านั้น ส่วนปลวก *C. curvignathus* แมลงศัตรูสำคัญของยางพบในพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์ บางขัน และพิปูน เพื่อให้การศึกษาความหลายหลายของปลวกในสวนยางมีความสมบูรณ์ สำหรับเป็นข้อมูลในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการควบคุมปลวกในสวนยางหรือใช้ประโยชน์จากปลวกในด้านอื่นๆต่อไป ควรศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการกระจายตัวของปลวก เช่น ชนิดของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพันธ์ รวมทั้งฤดูกาล

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จารุณี วงศ์ข้าหลวง และขวัญชัย เจริญกรุง. (2551). **ปลวก การป้องกันและกำจัด.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: อักษรสยามการพิมพ์.

ปัทมา ชนะสงคราม. (2553). "ปลวกทำลายต้นยางสด". **วารสารยางพารา.** 23(2), 16-17.

วีรยุทธ คงทอง, สุรไกร เพิ่มคำ และอรัญ งามผ่องใส. (2552). "ปลวกในระบบนิเวศวิทยาสวนยางพารา". **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.** 12 (2), 34-42.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. (2562). **สถิติการค้าสินค้าเกษตรในไทยกับต่างประเทศปี 2561.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุทัศน์ สุบินประเสริฐ. (2535). **ชนิด ปริมาณ ลักษณะการเข้าทำลายของศัตรูธรรมชาติของปลวกในสวนยางพารา.** ปัตตานี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). **สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2561.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Ahmad, Muzaffer. (1965). "Termites (Isoptera) of Thailand". **Bulletin of the American Museum of Natural History.** 131(1), 1-113.

Akpesse, Akpa A.M., Kissi, Thérèse A.P., Coulibaly, Tenon., Diby, Yao K.S., Kouassi, Kouassi P. and Koua, Hervé K. (2019). "Termite assemblages and infestation in rubber plantations of M'Brimbo in southern Côte d'Ivoire". **International Journal of Advanced Research in Biological Sciences.** 6 (4), 21-29.

Engel, Michael S. (2011). "Family-group names for termites (Isoptera), redux". **ZooKeys**. 148 (November), 171-184.

Gbenyedji, Koami B.J.N., Kotoklo, Essè A., Amevoin, Komina and Glithoamevoin, Isabelle A. (2011). "Diversité spécifique des termites (Isoptera) dans deux plantations de tecks (Tectona grandis L.) au sud du Togo". **International Journal of Biological and Chemical Sciences.** 5(2), 755- 765.

Gillison, Andrew N., Jones, David T., Susilo, Francis-Xavier and Bignell, David E. (2003). "Vegetation indicates diversity of soil macroinvertebrates: a case study with termites along a land-use intensification gradient in lowland Sumatra". **Organisms Diversity & Evolution.** 3(2), 111-126.

Hidayat, Mohamad R., Endris, Wahyu M. and Dwiyanti, Yulia. (2018). “Effect of a rubber plantation on termite diversity in Melawi, West Kalimantan, Indonesia”. **Agriculture and Natural Resources.** 52(5), 439-444.

Pujiastuti, Yulia, Rohwati, Suwandi, Probowati, Dwi, Suparman and Arsy. (2018). “Toxicity of *Bacillus thuringiensis*-based bioinsecticide on *Coptotermes curvinagthus* (Isoptera: Rhinotermidae) in Laboratory”. **Journal of Advanced Agricultural Technologies.** 5(1), 41-45.

Saputra, Andi, Nasir, Dzulhelmi M., Jalaludin, Nur J., Halim, Madihah, Bakri, Asraf, Esa, Mohammad F.M., Hazmi, Izfa R. and Rahim, Faszly. (2018). “Composition of termites in three different soil types across oil palm agroecosystem regions in Riau (Indonesia) and Johor (Peninsular Malaysia)”. **Journal of Oil Palm Research.** 30 (December), 559-569.

Sornnuwat, Yupaporn, Vongkaluang, Charunee and Takematsu, Yoko. (2004). “A systematic key to termites of Thailand”. **Kasetsart Journal (Natural Science).** 38(3), 349-368.

ความหลากชนิดของปลวกในสวนยางพารา อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

Species Richness of Termites in Para Rubber Plantation AtSadaoDistrict, Songkhla Province

วีรยุทธ ทองคง[1*], นาซูฮา แมเราะ[2]

VeerayuthThongkhong[1*], Nasuha Maeroh[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากชนิดของปลวกในสวนยางพารา อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา สำรวจระหว่างเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม พ.ศ.2562 โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างปลวกที่สร้างจอมปลวกในสวนยางพารา พื้นที่ศึกษา ทั้งหมด 35 หมู่บ้าน ในอำเภอสะเดา ได้แก่เตำบลพังลา ตำบลสำนักแต้วเตำบลทุ่งหมอ ตำบลท่าโพธิ์ ตำบลสำนักขาม ตำบลปาดังเบซาร์ และตำบลเขามีเกียรติ ผลการศึกษาพบปลวก 1 วงศ์ คือ วงศ์ Termitidae ประกอบด้วย 3 วงศ์ย่อย คือ Macrotermitinae จำนวน 2 สกุล 3 ชนิด ได้แก่ สกุล Macrotermes คือ ชนิด *Macrotermes gilvus* และชนิด *Macrotermes carbonarius* และสกุล Odontotermes คือปลวก *Odontetermes* sp.วงศ์ย่อย Nasutitermitinae สกุล *Nasutitermes* คือ ชนิด *Nasutitermes* sp.วงศ์ย่อย Termitinae สกุล *Globitermes* คือ ชนิด *G.lsulphureus* จากการสำรวจปลวกชนิด *M. gilvus* เป็นปลวกที่พบมากที่สุดรองลงมาคือ *G. sulphureus*, *Odontetermes* sp., *M. carbonarius* และ*Nasutitermes* sp. ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความหลากชนิด, ปลวก, ยางพารา

[1]ตำแหน่งอาจารย์สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]ตำแหน่งผู้ช่วยนักวิจัย สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา *

Corresponding author, E-mail: balloon_051@hotmail.com

Abstract

Study on species richness of termites in rubber plantations, Sadao district, Songkhla province survey between July - October 2019, By randomly collecting specimens of termite mounds in rubber plantations. The study area covers 35 villages in Sadao Dirtrict, including Phang La subdistrict, Samnak Tae subdistrict, Thung Mo subdistrict, Tha Pho subdistrict, Samnak Kham subdistrict, Padang Besar subdistrict, and Khao-mekiat subdistrict. The study was found 1 family is Termitidae is composed of 3 subfamily which are Macrotermitinae of 2 genus, 3 species which are Macrotermes genus was found; *Macrotermes gilvus* and *Macrotermes carbonarius*. One of Odontotermes and Nasutitermitinae genus were found. The subfamily termitinae which founud in this study was *G. sulphureus*.

Keywords: Species Richness, Termite, Rubber

บทนำ

ยางพารา (*Heveabrasiliensis* Mull-Arg.) เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญอย่างยิ่งของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางพาราเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีพื้นที่ ปลูกยาง16.89 ล้านไร่ โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคเหนือ ตามลำดับ ทำให้การส่งออกยางธรรมชาติของไทยสร้างรายได้ให้เกษตรกรชาวสวนยางพาราเป็นจำนวนมาก ยางพารามีบทบาทสำคัญ ต่อชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกรชาวสวนยางกว่า 1 ล้านครอบครัว ซึ่งเป็นเกษตรกรรายย่อยถึงร้อยละ 95 ของสวนยางทั้งประเทศ

ปลวก (termites) เป็นแมลงในอันดับไอซอพเทอร่า (isoptera) อาศัยอยู่รวมกันแบบสังคม มีรูปร่างแตกต่างกันตามวรรณะ (castes) ได้แก่ วรรณะสืบพันธุ์ วรรณะกรรมกรและวรรณะทหาร ปลวกมีความสำคัญในแง่เศรษฐกิจมาก มีทั้งคุณและโทษ ในแง่ประโยชน์ปลวกจัดเป็นส่วนหนึ่งของสังคมป่าไม้ที่สำคัญมาก เป็นทั้งผู้สร้างและผู้ทำลายในระบบนิเวศโทษของปลวกนั้นเกิดขึ้นเพราะว่า ปลวกเป็นแมลงที่ต้องการเซลลูโลสเป็นอาหารหลักในการดำรงชีวิต โดยที่เซลลูโลสนั้นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเนื้อไม้ ดังนั้นจึงพบปลวกเข้าทำความเสียหายอย่างรุนแรงให้แก่ไม้ หรือโครงสร้างไม้ภายในอาคารบ้านเรือน เครื่องใช้ต่างๆที่ทำมาจากไม้และผลิตภัณฑ์อื่นๆที่มีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบ ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจปีหนึ่งๆ นับเป็นมูลค่ามหาศาล 95 เปอร์เซ็นต์ของความเสียหายที่เกิดกับไม้ทั้งที่แปรรูปแล้วและยังไม่ได้แปรรูปอันเนื่องมาจากการเข้าทำลายของปลวก (ณัฐวุฒิ, 2557)

สวนยางพารามีปลวกอาศัยอยู่หลายชนิด ต้นยางที่ถูกปลวกทำลาย ส่วนมากมีอาการใบเหลืองเหมือนโรคทำลายรากของต้นยาง ปลวกสามารถเข้าทำลายต้นยางได้ทุกระยะ โดยการกัดกินรากและโคนต้น ต้นยางที่ปลูกใหม่จะถูกปลวกทำลายไม่สามารถมองเห็นลักษณะการทำลายจากภายนอกต้นยางได้เลย จนกระทั่งต้นยางโค่นล้มเพราะถูกลมพัดแรง หรือต้องขุดรากขึ้นดูจึงเห็นโพรงปลวกที่ราก (ชุตินันท์ และคณะ, 2561) หากไม่มีการศึกษาหรือ

ป้องกันอาจก่อให้เกิดการระบาดของปลวกอย่างรุนแรงจะทำให้ชาวสวนสูญเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการดูแลรักษาสวนยางตามไปด้วย ดังนั้นการศึกษาความหลากชนิดของปลวกในสวนยางพาราอำเภอสะเดาเจังหวัดสงขลาเจึงมีจุดประสงค์เพื่อทราบถึงความหลากชนิดของปลวกในสวนยางพาราและการแพร่กระจาย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการป้องกัน และลดความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจและเพื่อใช้เป็นแนวทางให้เกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

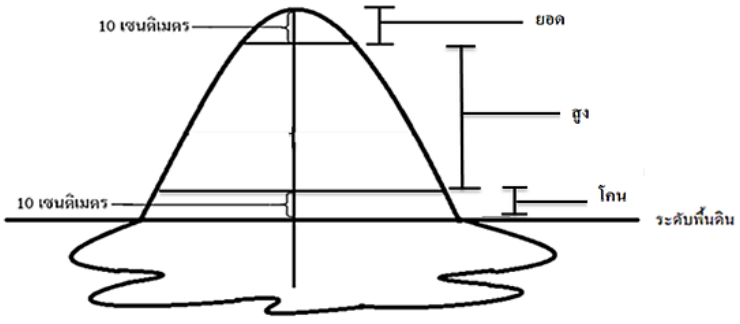
1. พื้นที่การศึกษา

อำเภอสะเดาแบ่งพื้นที่ออกเป็น 9 ตำบล 18 ชุมชน 67 หมู่บ้านประกอบด้วยสะเดา 18 หมู่บ้าน ปริก 11 หมู่บ้าน พังลา 7 หมู่บ้าน สำนักแต้ว 10 หมู่บ้าน ทุ่งหมอ 7 หมู่บ้าน ท่าโพธิ์ 8 หมู่บ้านเปาดังเบซาร์12หมู่บ้าน สำนักขาม7 หมู่บ้าน และเขามีเกียรติ5 หมู่บ้าน

การศึกษาความหลากชนิดของปลวกในสวนยางพารา เป็นการศึกษาแบบสุ่มโดยวิธีหยิบฉลากเลือกพื้นที่จากพื้นที่ทั้งหมด 9 ตำบล 35 หมู่บ้านในอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ประกอบด้วย ตำบลสำนักขาม 4 หมู่บ้าน ตำบลสำนักแต้ว 5 หมู่บ้าน ตำบลปาดังเบซาร์ 6 หมู่บ้าน ตำบลปริก 6 หมู่บ้าน ตำบลทุ่งหมอ 4 หมู่บ้าน ตำบลท่าโพธิ์ 4 หมู่บ้าน ตำบลพังลา 4 หมู่บ้าน และตำบลเขามีเกียรติ 2 หมู่บ้าน รวมทั้งหมด 35 หมู่บ้าน หมู่บ้านละ 1 จุด โดยใช้ GPS ในการบันทึกจุดพิกัด สำรวจระหว่างเดือนกรกฎาคมเ-เตุลาคม พ.ศ. 2562

2. การเก็บข้อมูล

1. วัดขนาดและบันทึกรูปร่างของจอมปลวก โดยใช้สายวัดพลาสติกชนิดม้วน วัดขนาดจอมปลวก 3 ตำแหน่ง ยอด โคน และสูง โดยวัดรอบโคนที่สูงจากพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร บริเวณส่วนยอดของจอมปลวกโดยวัดห่างลงมาจากยอดสุดลงมา 10 เซนติเมตร (ภาพที่ 1) และวัดความสูงจากพื้นดินจนถึงปลายยอด



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครงสร้างจอมปลวกที่สำรวจ

2. ใช้เครื่องมือสำหรับการขุด เช่น จอบ ผ่าครึ่งจอมปลวกเพื่อวัดความสูง วัดความสูงจากพื้นดินภายในรังถึงยอดบนสุดของจอมปลวกโดยใช้สายวัดพลาสติกชนิดม้วน

3. เก็บตัวอย่างปลวกของวรรณะทหารที่ยังมีชีวิตและอาศัยอยู่ภายในจอมปลวกใส่ขวดเก็บตัวอย่างที่มีแอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ บรรจุภายใน เก็บปลวกวรรณะทหารจอมปลวกละ 30 ตัว

4. จดบันทึกพิกัดใน GPS บันทึกชื่อสถานที่ วันที่เก็บตัวอย่าง ลงบนกระดาษสติกเกอร์ ติดไว้ที่ขวดเก็บตัวอย่าง

5. นำตัวอย่างปลวกมาจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการ โดยจำแนกจากการสังเกต หัว (head) กราม (mandible) ฐานริมฝีปากบน (clypeus) ฐานริมฝีปากล่าง (postentum) หนวด (antenna) แผ่นอกด้านหลังแผ่นแรกที่ติดกับหัว (pronotum) ใช้หนังสือ Insects of Australia (Watsonand Gay,1970)

5.1 เลือกปลวกวรรณะทหารที่มีสภาพสมบูรณ์มากที่สุดที่เก็บได้จากพื้นที่ที่สำรวจ มาล้างคราบดินและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับตัวปลวกวรรณะทหารดังกล่าว ด้วยแอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์

5.2 นำปลวกวรรณะทหารที่สะอาดมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ พื้นที่ละประมาณ 5-10 ตัว เพื่อความชัดเจนและถูกต้อง

5.3 จำแนกชนิดของตัวอย่างปลวกที่พบ บันทึกรายละเอียดทั้งหมดที่สามารถพบและบันทึกภาพ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1.ความหลากชนิดของปลวกในอำเภอสะเดา

จากการสำรวจจอมปลวกทั้งหมด 35 จอมปลวก จาก 8 ตำบลภายในอำเภอสะเดา ได้แก่ตำบลปริกตำบลพังลาตำบลสำนักแต้วตำบลทุ่งหมอตำบลท่าโพธิ์ตำบลสำนักขาม ตำบลปาดังเบซาร์ และตำบลเขามีเกียรติ ระหว่างเดือนกรกฎาคม จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2562 พบปลวกทั้งหมด 1 วงศ์ คือวงศ์ Termitidaeประกอบด้วย 3 วงศ์ย่อย คือ Macrotermitinaeจำนวน 2 สกุล 3 ชนิด ได้แก่ สกุล*Macrotermes*คือ ชนิด *M.gilvus*และชนิด *M.carbonarius*และพบสกุล *Odontotermes*ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ คือ *Odontetermes*sp. วงศ์ย่อย Nasutitermitinaeพบสกุล *Nasutitermes* ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ คือ *Nasutitermes* sp.วงศ์ย่อยTermitinae พบสกุล *Globitermes*คือ ชนิด *G.sulphureus* (ตารางที่1) สอดคล้องกับ วีรยุทธ (2552) ศึกษาชนิดของปลวกในระบบนิเวศสวนยางพาราในเขตจังหวัดกระบี่ จังหวัดตรัง จังหวัดพัทลุง จังหวัดสตูล และจังหวัดสงขลาจำนวน 60 รัง พบปลวก1วงศ์คือวงศ์Termitidaeมี3ชนิด ได้แก่ *G.sulphureus*, *M. gilvus* และ *M.carbonarius* ซึ่งจะแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ คือ พบปลวก *Odontetermes* sp. กับ *Nasutitermes* sp.เพิ่มขึ้นจากเดิม

ตารางที่ 1ชนิดของปลวกที่พบในอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

วงศ์	วงศ์ย่อย	สกุล	ชนิด
Termitidae	Macrotermitinae	*Macrotermes*	*M. gilvus*
			M. carbonarius
		Odontotermes	*Odontetermes*sp.
	Nasutitermitinae	*Nasutitermes*	*Nasutitermeslsp.*
	Termitinae	*Globitermes*	*G.sulphureus*

2. ลักษณะสำคัญของปลวกและจอมปลวกชนิดต่างๆ

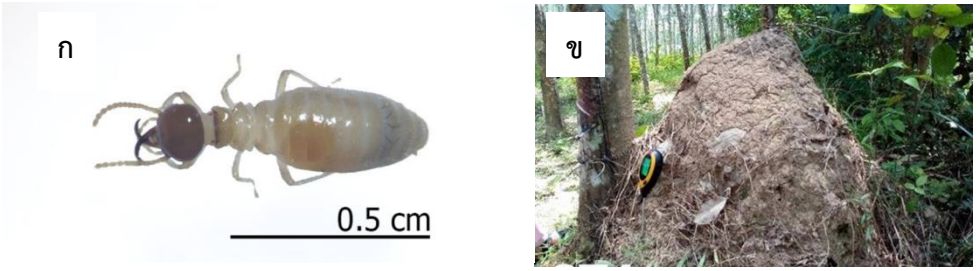
ปลวกl1lวงศ์ 4 สกุล สามารถจำแนกชนิดได้ 3 ชนิดและที่จำแนกไม่ได้ 2 ชนิด ที่สำรวจพบในอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ได้แก่ สกุล *G. Sulphureus*, *M.lgilvus*, *M.lcarbonarius*, *Nasutitermesl*sp.และสกุล l*Odontetermes* sp.ซึ่งสามารถจัดจำแนกตามสัณฐานวิทยาได้ดังนี้

2.1 ปลวกชนิด *Globitermeslsulphureus*

รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวกวรรณะทหารชนิด *G.lsulphureus* แสดงในภาพที่ 2 โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

ส่วนหัว สีน้ำตาลเหลือง ลักษะกลมหรือเกือบกลม ขนาดประมาณ 0.1เซนติเมตรมีขนอ่อนกระจายเล็กน้อยส่วนกราม สีน้ำตาล ขนาดใหญ่แข็งแรง กรามยาวกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวหัว ปลายโค้งงอมาก กรามซ้ายและกรามขวามีฟัน 1 ซีก ตรงกลางค่อนไปทางโคน ยาวประมาณ 0.5-0.9 เซนติเมตรริมผีปากบน สีน้ำตาลปนเหลืองอ่อน ขอบด้านข้างขนานกันแต่ปลายโค้งมน ขนาดความกว้างความยาวเท่ากัน และริมฝีปากล่าง ด้านโคนที่ติดกับหัวโค้งมากความยาวมากกว่าความกว้างประมาณหนึ่งเท่าครึ่ง หนวด มีจำนวน 14 ปล้อง ปล้องที่ 2 สั้นกว่าปล้องที่ 3 เล็กน้อย

ปลวกชนิดนี้สร้างจอมปลวกบนพื้นดินบริเวณใกล้โคนยางพารา ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกเป็นดินสีดำปนเทา ลักษณะของจอมปลวกเป็นรูปโดม (ภาพที่ 2) การศึกษาครั้งนี้พบจอมปลวกขนาด ยอด108l±l0.12 เซนติเมตร ขนาดโคน 218±0.12 เซนติเมตร และสูง 43±0.11 เซนติเมตร



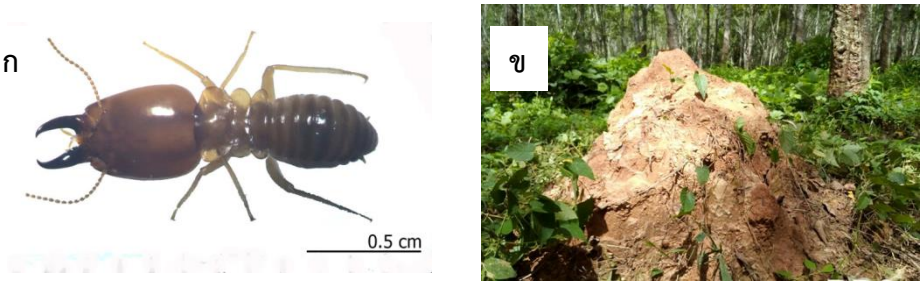
ภาพที่ 2 (ก) รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวก *G.lsulphureus* (ข) ลักษณะของรังปลวก

2.2 ปลวกชนิด *Macrotermeslgilvus*

รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวกวรรณะทหารชนิด *M.lgilvus*แสดงในภาพที่ 3 โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

ส่วนหัว สีน้ำตาลแดงอ่อน ส่วนบนมีสีเข้มกว่า รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านปลายหัวเรียวเล็กน้อย มีขนประปราย frontal gland มีขนาดเล็กอยู่เหนือจุดกึ่งกลางหัวเล็กน้อย ริมฝีปากบนสีน้ำตาลแดง ความยาวมากกว่าความกว้างเล็ก น้อย ส่วนปลายมีลักษณะแหลม แต่ไม่ยื่นยาวออกไปมากและเป็นสีขาวใสโปร่งแสง ส่วนกราม สีน้ำตาลดำเข้ม มีขนาดอ้วนป้อม ส่วนปลายโค้งงอเล็กน้อย กรามซ้ายมีฟันที่ตำแหน่งฐาน 3 ซี่ แต่กรามขวาเรียบไม่มีฟัน กรามยาวประมาณ 0.13-0.18 เซนติเมตร ริมฝีปากล่าง ยาวแคบ ขอบด้านหน้าโค้งเล็กน้อยและแคบที่สุดตรงกลาง หนวด มีสีน้ำตาล มีปล้องจำนวน 17 ปล้อง ปล้องที่ 3 ยาวกว่าปล้องที่ 2 และปล้องที่ 4 เล็กน้อย

ปลวกชนิดนี้สร้างจอมปลวกบนพื้นดินบริเวณใกล้โคนยางพารา ดินที่ใช้สร้างเป็นเหนียวปนทรายสีน้ำตาลเหลือง ผิวรังหยาบขรุขระยื่นออกมาโครงสร้างภายในมีช่องระบายอากาศขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 3) การศึกษาครั้งนี้พบขนาดของจอมปลวก ยอดเฉลี่ยเท่ากับ 107±0.10 เซนติเมตร ขนาดโคนเฉลี่ยเท่ากับ 246±0.12เซนติเมตร และสูงเฉลี่ยเท่ากับ49±0.24เซนติเมตร



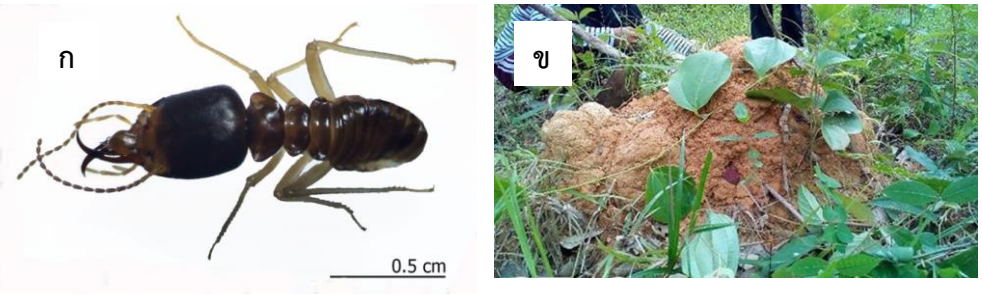
ภาพที่ 3 (ก) รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวก*M.lgilvus* (ข) ลักษณะของรังปลวก

2.3 ปลวกชนิด *Macrotermeslcarbonarius*

รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวกวรรณะทหารชนิด *M.lcarbonarius* แสดงในภาพที่ 4 โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

ส่วนหัว ทางปลายหัวมีสีน้ำตาลแดงเข้ม ด้านปลายหัวเรียว ค่อนข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมบริเวณส่วนใหญ่มีสีดำ ขนขึ้นประปราย มี frontal gland ขนาดเล็กและกลมอยู่ใต้ระดับตาเล็กน้อย ริมฝีปากบนสีน้ำตาล คล้ายรูปโดม มีขนที่ด้านข้างและส่วนปลายส่วนกราม สีน้ำตาลเข้ม อ้วน โคนฐานมีสีน้ำตาลแดงยาว ส่วนปลายโค้ง กรามซ้ายมีฟันที่ตำแหน่งฐาน 3 ซี่ แต่กรามขวาเรียบไม่มีฟัน ริมฝีปากล่าง ยาวแคบ ขอบด้านหน้าโค้งเล็กน้อยแต่ส่วนกลางเกือบเป็นเส้นตรง หนวดสีน้ำตาล เรียวยาวมีปล้องจำนวน 17 ปล้อง ปล้องที่ 3 ยาวกว่าปล้องที่ 2 สองเท่า

ปลวกชนิดนี้สร้างจอมปลวกบนพื้นดินบริเวณใกล้โคนยางพารา ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกเป็นดินแข็งสีน้ำตาลเหลือง ลักษณะของจอมปลวกเป็นรูประฆังคว่ำ จากการศึกษาครั้งนี้พบขนาดจอมปลวก ขนาดยอด 70 เซนติเมตร ขนาดโคน 200 เซนติเมตร และสูง 23 เซนติเมตร



ภาพที่ 4 (ก) รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวก*M.lcarbonarius* (ข) ลักษณะของรังปลวก

2.4 ปลวกชนิด *Nasutitermes*sp.

รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวกวรรณะทหารชนิด *Nasutitermes*sp.แสดงในภาพที่ 5 โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

ส่วนหัวของปลวกวรรณะทหารมีลักษณะค่อนข้างกลมสีน้ำตาลแดงส่วนกรามทั้งสองข้างลดรูปหายไปเปลี่ยนรูปร่างไปเป็นงวง (nasus) ยื่นยาวออกไปด้านหน้าเพื่อฉีดพ่นสารเคมีออกมาต่อสู้กับศัตรูขนาดความยาวของหัววัดถึงnasusยาว 0. 1 - 0.2เซนติเมตรความยาวส่วนหัวถึงฐานกรามไม่รวมnasus0.1 - 0.2 เซนติเมตร ความกว้างส่วนหัวประมาณ 0.10-0.12เซนติเมตรหนวด มีจำนวน 14 ปล้อง

ปลวกชนิดนี้สร้างจอมปลวกบนพื้นดินบริเวณใกล้โคนต้นยางพาราดินที่ใช้สร้างจอมปลวกเป็นดินเหนียวปนทราย สีน้ำตาลเหลือง จอมปลวกแข็ง โครงสร้างภายในมีช่องระบายอากาศขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 5) การศึกษาครั้งนี้พบขนาดของจอมปลวก ยอด 124 เซนติเมตร ขนาดโคน 200 เซนติเมตร และสูง 25 เซนติเมตร



ภาพที่ 5 (ก) รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวก *Nasutitermes*sp.(ข) ลักษณะของรังปลวก

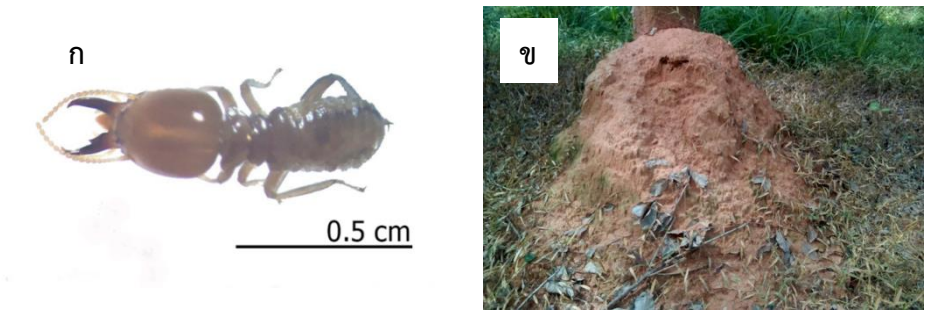
2.5 ปลวกชนิด *Odontotermes* sp.

รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวกวรรณะทหารชนิด *Odontotermes*sp. แสดงในภาพที่ 6 โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

ส่วนหัวมีสีน้ำตาลถึงแดง ลักษณะหัวค่อนข้างกลมแต่ด้านปลายหัวเรียวเล็กน้อย มีส่วนหน้าแคบกว่าส่วนท้าย ขนาดความยาวของหัวถึงฐานกราม 0.8-1 เซนติเมตรส่วนกราม ที่กรามด้านซ้ายจะมีฟันแหลมยื่นออกมา 1 ซี่ ในตำแหน่งที่แตกต่างไปตามชนิดปลวก หนวด มีปล้องจำนวน 17 ปล้อง

Pronotumเป็นรูปอานม้า มีความกว้างประมาณ 2 เท่าของความยาว ขอบด้านหน้าและท้ายเว้าเล็กน้อย ความยาวลำตัวจากกรามถึงส่วนท้องประมาณ 0.-1.0 เซนติเมตร (อิสระ อินตะนัย, 2530)

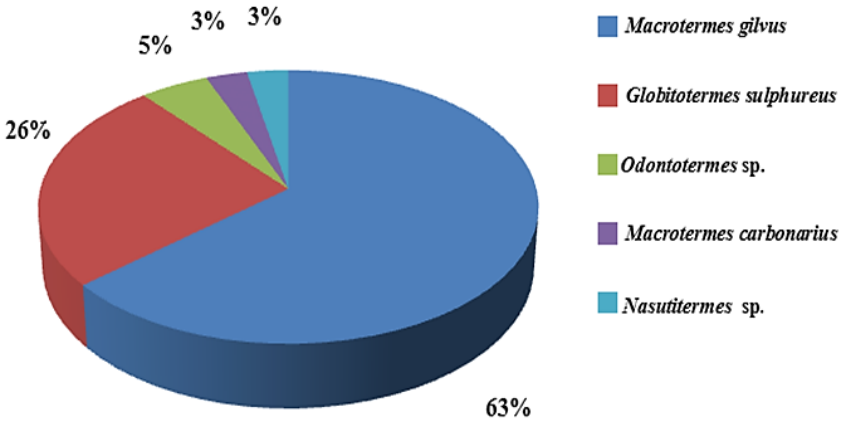
ปลวกชนิด *Odontotermes* sp. สร้างจอมปลวกอยู่ใต้พื้นดินบริเวณใกล้โคนยางพารา ดินที่ใช้สร้างจอมปลวกเป็นดินสีแดงปนน้ำตาล ลักษณะเป็นรูปโดม การศึกษาครั้งนี้พบขนาดของจอมปลวกเยอดเฉลี่ยเท่ากับ 318±0.39 เซนติเมตร ขนาดโคนเฉลี่ยเท่ากับ 575±0.32 เซนติเมตร และสูงเฉลี่ยเท่ากับ 85±0.11 เซนติเมตร



ภาพที่ 6 (ก) รูปร่างลักษณะภายนอกของปลวก*Odontotermes*sp.(ข) ลักษณะของรังปลวก

3. ความถี่ของการพบปลวกแต่ละชนิด

การศึกษาความถี่ของชนิดปลวกที่พบในอำเภอสะเดา ทั้งหมด 35 จอมปลวก พบจอมปลวกของปลวก 5 ชนิดด้วยกัน คือ ปลวกชนิด*M.lgilvus* พบจอมปลวกจำนวนl22lจอมปลวก คิดเป็นl63lเปอร์เซ็นต์ของจอมปลวกที่พบทั้งหมด สามารถพบได้ทั่วไปในทุกตำบล ส่วนปลวกชนิด *G.lsulphureus* มีการแพร่กระจายรองลงมาlพบจอมปลวกจำนวน 9 จอมปลวก คิดเป็นl26lเปอร์เซ็นต์ ของจอมปลวกที่พบทั้งหมด และปลวก *Odontotermes* sp. พบจอมปลวกทั้งหมด 2 จอมปลวก คิดเป็น 5เปอร์เซ็นต์ ของจอมปลวกที่พบทั้งหมด สามารถพบได้ในพื้นที่ตำบลท่าโพธิ์ และปลวกชนิด *M.lcarbonarius* พบเพียง 1 จอมปลวกในพื้นที่ตำบลสำนักแต้ว คิดเป็น3 เปอร์เซ็นต์ ปลวก *Nasutitermeslsp.* พบเพียง 1 จอมปลวก พบในพื้นที่ปาดังเบซาร์ คิดเป็น 3 เปอร์เซ็นต์ของจอมปลวกที่พบทั้งหมด (ภาพที่ 7)

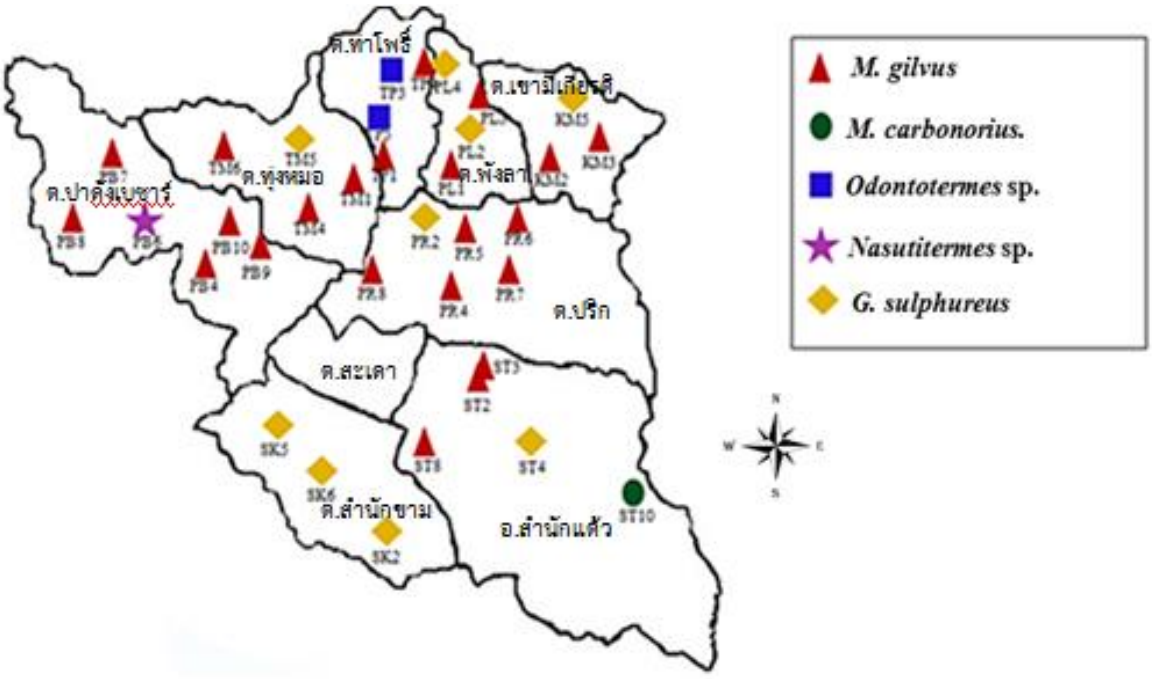


ภาพที่ 7 ความถี่ของชนิดปลวกที่พบทั้งหมดในอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

4. การแพร่กระจายของปลวกแต่ละชนิด

การศึกษาพบว่าปลวกชนิด *M. gilvus* การแพร่กระจายมากที่สุด จำนวน 22 จอมปลวก สามารถพบได้ทั่วไปในอำเภอสะเดา ยกเว้นตำบลสำนักขาม โดยตำบลปริกพบมากที่สุด 5 จอมปลวก ตำบลปาดังเบซาร์ 5 จอมปลวก รองลงมาคือตำบลทุ่งหมอ 3 จอมปลวก ตำบลสำนักแต้ว 2 จอมปลวก ตำบลท่าโพธิ์ 2 จอมปลวก ตำบลพังลา 2 จอมปลวก และตำบล เขามีเกียรติ 2 จอมปลวก ปลวกชนิด *G.lsulphureus* พบมีการแพร่กระจายรองลงมา พบจำนวน 9 จอมปลวก โดยตำบลสำนักขามพบทุกพื้นที่ที่ลงสำรวจ จำนวน 3 จอมปลวก ตำบลสำนักแต้ว 1 จอมปลวก ตำบลท่าหมอ 1 จอมปลวก ตำบลปริก 1 จอมปลวก ตำบลพังลา 2 จอมปลวก ตำบลเขามีเกียรติ 1 จอมปลวก ไม่พบในตำบลปาดังเบซาร์ ตำบลท่าโพธิ์ ปลวกl*Odontetermeslsp.*lพบ 2 จอมปลวก ในพื้นที่ตำบล

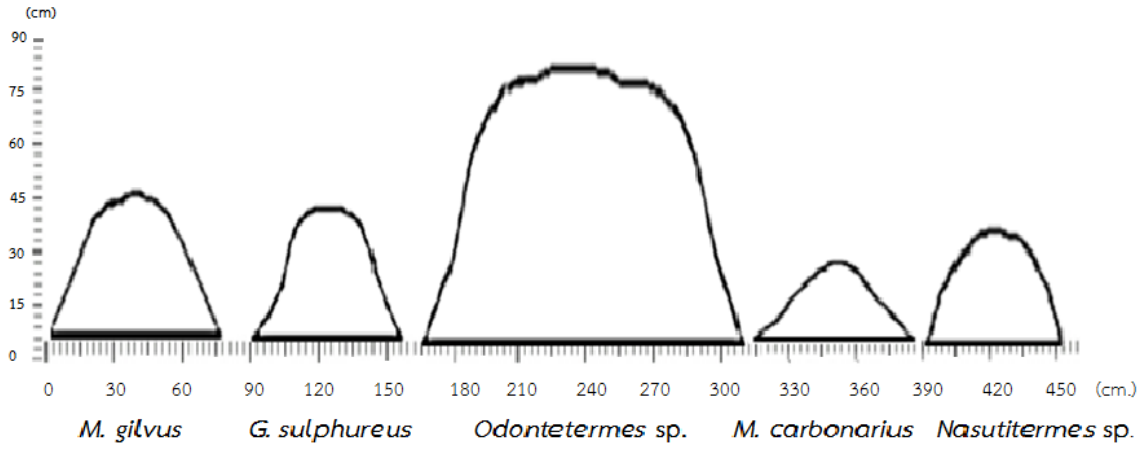
ท่าโพธิ์ใหม่ 2 และหมู่ 5 ปลวกชนิด*M.lcarbonarius* พบ 1 จอมปลวก ที่ตำบลสำนักแต้ว และปลวก *Nasutitermes* sp.พบ 1 จอมปลวก ที่ตำบลปาดังเบซาร์ (ภาพที่ 8) โดยปลวกชนิด *M.lgilvus* เป็นปลวกชนิดกินไม้ ใบไม้ เศษไม้ และยังสามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ขาดแคลนอาหารและถิ่นที่อยู่อาศัยถูกทำลายได้ (ณัฐวุฒิ, 2557) ส่วนปลวกชนิด *G.lSulphureus*เป็นปลวกกินเนื้อไม้ที่สามารถพบได้ทั่วไป สามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ดีในสภาพนิเวศหลายแบบ โดยเฉพาะในสภาพป่าโปร่ง ค่อนข้างแห้งแล้ง และมีการระบายอากาศดี ดังนั้นจึงพบปลวกทั้ง 3 ชนิดนี้ในบริเวณป่าที่มีความแห้งแล้ง หรือตามชายป่า (ปลวกพังงา) ปลวกในสกุล *Odontetermes* sp. พบการกระจายตัวเฉพาะทิศเหนือ ที่มีพื้นที่เป็นพื้นที่ราบ เป็นปลวกสร้างเชื้อรา สกุล *Odontotermes* ส่วนปลวกชนิด *M. Carbonarius* และปลวกในสกุล *Nasutitermes* sp. การกระจายตัวทิศตะวันออก ซึ่งเป็นพื้นที่เทือกเขา สอดคล้องกับยุพาพร และคณะ (2544) กล่าวว่า ปัจจัยที่เกี่ยวของกับความแตกต่างของระดับความสูงของพื้นที่มีผลต่อจำนวนชนิดหรือความหลากหลายของปลวกจะมีแนวโน้มที่จะลดลงในพื้นที่ซึ่งมีระดับความสูงที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในพื้นที่ที่ศึกษาที่มีระดับความสูงพบชนิดของปลวกน้อย เมื่อเทียบกับที่ราบ



ภาพที่ 8 ตำแหน่งจอมปลวกและชนิดจอมปลวกที่พบในอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

จากสำรวจข้อมูลเส้นรอบวงของจอมปลวกส่วนยอด ส่วนโคน และส่วนสูง ของปลวกทั้ง 5 ชนิด พบว่า จอมปลวกชนิด *M.lgilvusl*มีค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงส่วนยอดเท่ากับ 107±0.10lเซนติเมตรส่วนโคนเท่ากับ 246±0.12 เซนติเมตร และส่วนสูงเท่ากับ 49±0.24 เซนติเมตร จอมปลวกของ *G.lsulphureusl*มีค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงส่วนยอดเท่ากับ 108±0.12 เซนติเมตร ส่วนโคนเท่ากับ 218±0.12 เซนติเมตร และส่วนสูงเท่ากับ 43±0.11 เซนติเมตร จอมปลวกของ *Odontetermes* sp. มีค่าเฉลี่ยเส้นรอบ วงส่วนยอดเท่ากับ 318±l0.39 เซนติเมตร ส่วนโคนเท่ากับ 575l±l0.32 เซนติเมตร และส่วนสูงเท่ากับ 85l±l0.11 เซนติเมตร จอมปลวกของ *M.lcarbonarius* มีขนาดเส้นรอบวงส่วนยอดเท่ากับ 70 เซนติเมตร ส่วนโคนเท่ากับ 200 เซนติเมตร และส่วนสูงเท่ากับ 23 เซนติเมตร จอมปลวกของ *Nasutitermeslsp.* มีขนาดเส้นรอบวงส่วนยอดเท่ากับ 124lเซนติเมตร ส่วนโคนเท่ากับ 200 เซนติเมตร และส่วนสูงเท่ากับ 25 เซนติเมตร จากค่าเฉลี่ยของลักษณะจอมปลวกทั้ง 5 ชนิดดังกล่าว สามารถจำลองรูปร่างและขนาดได้ดังรูปภาพที่ 9

จอมปลวกของปลวกชนิด *Odontetermessp.* มีลักษณะจอมปลวกที่แตกต่างไปจากจอมปลวกชนิด *M. gilvus, G. Sulphureus*, *M. carbonarius* และ *Nasutitermessp.*อย่างเห็นได้ชัด จอมปลวกมีรูปร่างเป็นรูปโดมในขณะที่ *M. gilvus* และ *G. sulphureus* มีค่าเฉลี่ยของจอมปลวกที่ใกล้เคียงกัน ทั้งค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงยอด เส้นรอบวงโคน และส่วนสูง เมื่อเทียบกับ *Odontetermes* sp. และทั้ง 2 ชนิดมีค่าความสูงของจอมปลวกเพียงเล็กน้อย ทำให้จอมปลวกมีลักษณะเป็นรูประฆังคว่ำ สอดคล้องกับรายงานของณัฐวุฒิ (2557) ที่พบว่าลักษณะของจอมปลวกที่แตกต่างกัน อาจสามารถคะเนถึงชนิดของปลวกที่อาศัยอยู่ภายใน และดินที่ใช้สร้างจอมปลวกยังมีลักษณะที่แตกต่างขึ้นอยู่กับชนิดปลวกอีกด้วย เมื่อพิจารณาขนาดของจอมปลวกพบว่า เป็นจอมปลวกขนาดเล็ก เป็นระยะเริ่มสร้าง เนื่องจากพื้นที่สวนยางพาราที่ศึกษา มีการไถดินระหว่างแปลงยางพาราเพื่อกำจัดวัชพืช ทำให้จอมปลวกที่มีอยู่เดิมถูกทำลาย และมีการก่อจอมปลวกขึ้นใหม่



ภาพที่ 9 ภาพจำลองลักษณะทางกายภาพของจอมปลวกทั้ง 5 ชนิด

เอกสารอ้างอิง

ชุตินันท์ ชูสาย, อนันต์ วงเจริญและ ยุพา หาญบุญทรง. (2561). **การศึกษาความเสียหาย และลักษณะการ เข้าเข้าทำลายของปลวกในต้นยางพารา จังหวัดขอนแก่น.** วารสารแก่นเกษตร. 46(1)**:** 745–750**.**

ณัฐวุฒิ ธานี.(2557). **ความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกและความสัมพันธ์กับระบบนิเวศป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้งในพื้นที่ชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา.**สาขาวิชาชีววิทยามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วีรยุทธ ทองคง. (2552). **การจำแนกชนิดลักษณะของจอมปลวกและการควบคุมโดยใช้เหยื่อล่อในสวนยางพาราของภาคใต้ประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Watson, J.A.L. and Gay, F.J. (1970).**Isoptera (Termites).** In The Insects of Australia A textbook for Students and Research Workers Volume II.Melbourne :Mebourne University Press.Pp. 330–347.

การตรวจสอบการปนเปื้อน *Vibrio parahaemolyticus* ในหอยพอกที่จำหน่ายในจังหวัดปัตตานี ด้วยวิธี Polymerase Chain Reaction (PCR)

Detection of *Vibrio parahaemolyticus* Contamination in Muddy Clam (*Geloina erosa*) from Pattani by Polymerase Chain Reaction (PCR)

ซีตีฮามีเนาะ ดือเระซอ[1], นูอาฟีซา ตีเย๊าะ[1], วารุณี หะยีมะสาและ[2*]

Sitihaminoh Duerahsor[1], Nu-afisa Tiyok[1], Warunee Hajimasalaeh[2*]

บทคัดย่อ

Vibrio parahaemolyticus เป็นแบคทีเรียก่อโรคในมนุษย์ สามารถก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับลำไส้อักเสบ เป็นปัญหาที่สำคัญทางสาธารณสุข และสามารถพบได้ในอาหารทะเล งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ในหอยพอก *(Geloina erosa)* ที่มีจำหน่ายในจังหวัดปัตตานี ได้แก่ ตลาดแหลมนก และตลาดยะหริ่ง ด้วยวิธี polymerase chain reaction (PCR) โดยทำการสุ่มหอยพอกตลาดละ 40 ตัวอย่าง และตรวจสอบการปนเปื้อนโดยเพิ่มจำนวนยีน thermolabile hemolysin (*tlh*) ของ *V. parahaemolyticus* พบว่าหอยพอกที่มีจำหน่ายในตลาดจังหวัดปัตตานีมีการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* โดยในตลาดแหลมนก และตลาดยะหริ่ง มีการปนเปื้อน 17.5 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลจากการศึกษานี้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้บริโภคหอยพอก และช่วยป้องกันการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ

คำสำคัญ: หอยพอก, วิบริโอพาราฮีโมไลติคัส, ยีน *tlh*, พีซีอาร์

Abstract

Vibrio parahaemolyticus is bacteria cause food poisoning in human which major public health problem and could found in seafood. In aim for this research was detected *V. parahaemolyticus* contamination in muddy clam (*Geloina erosa*) in Pattani; Laem Nok and Yaring market by polymerase chain reaction (PCR) . Sampling 40 samples/ market and amplified thermolabile hemolysin (*tlh*) gene of *V. parahaemolyticus*. The results showed muddy clam from Laem Nok and Yaring market were contaminated 17. 5 and 70% , respectively. This is basic information for consumption muddy clam and prevent the outbreak of food poisoning.

Keywords : *Geloina erosa*, *Vibrio parahaemolyticus*, thermolabile hemolysin (*tlh*), Polymerase Chain Reaction (PCR)

[1]นักศึกษา สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]อาจารย์ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail: warunee.h@yru.ac.th**

บทนำ

Vibrio parahaemolyticus เป็นเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในคน โดยเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ เชื้อนี้เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่ง ชอบเกลือ เคลื่อนที่ในอาหารเหลวโดยอาศัยแฟลเจลลาเส้นเดี่ยวที่ขั้ว (single polar flagellum) มีแหล่งอาศัยตามธรรมชาติในน้ำทะเล และน้ำกร่อย มีรายงานการตรวจพบ *V. parahaemolyticus* ได้จากอาหารทะเลหลายชนิดเช่น ปลาคอด ปลาซาร์ดีน ปลาแมคคาเรล ปลาตาเดียว หอยนางรม หอยเซลล์ ปลาหมึก กุ้ง และปู (Liston, 1990) ส่งผลให้การบริโภคอาหารทะเลดิบ อาหารทะเลสด หรือผ่านการปรุงอย่างไม่เหมาะสมที่มีการปนเปื้อนเชื้อ ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งมีอาการท้องเสีย ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน และมีไข้ต่ำ (Su and Liu, 2007) เชื้อนี้พบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1951 พบมากในประเทศแถบทวีปเอเชีย ซึ่งประชาชนนิยมบริโภคอาหารทะเล ระยะการฟักตัวของเชื้อนี้อยู่ในช่วง 3 - 76 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการของโรค 1 - 8 วัน โดยจะมีอาการท้องเสีย เป็นตะคริวที่ท้อง อ่อนเพลีย คลื่นไส้ หนาว ปวดหัว และอาเจียน (Oliver *et al*., 1983) รวมทั้งมีรายงานจากประเทศญี่ปุ่น จีน ไต้หวัน อินเดีย และหลายๆ ประเทศทางเอเชียรวมทั้งประเทศอเมริกา พบว่ามากกว่าร้อยละ 50 ของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากอาหารทะเล มีสาเหตุจาก *V. parahaemolyticus* นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าเชื้อนี้เป็นสาเหตุของการติดเชื้อทางบาดแผล 34 เปอร์เซ็นต์ และการติดเชื้อในกระแสโลหิต 5 เปอร์เซ็นต์ (Daniels *et al*., 2000)

จากรายงานการตรวจพบ*V. parahaemolyticus* ในอาหารทะเลชนิดต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาและตรวจสอบการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ในหอยพอก (*Geloina erosa*) ซึ่งเป็นหอยสองฝาขนาดใหญ่ที่ฝังตัวอยู่ในโคลนดิน สามารถพบการกระจายตัวทั่วไปในป่าชายเลนในแถบเอเชียตะวันออกใต้ เช่นประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ ไทย เป็นต้น โดยในประเทศมาเลเซียและจีน ส่วนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้นอกเหนือจากหอยแครงและหอยแมลงภู่ โดยเป็นหอยที่อาศัยในป่าชายเลนยะหริ่ง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี หอยชนิดนี้ถือเป็นหอยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ (Morton, 1976) และเป็นหอยอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการบริโภค นอกเหนือจากหอยแครงและหอยแมลงภู่ จากการที่หอยพอกหาอาหารโดยการกรองกิน คาดว่าจะมีโอกาสสะสมและปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* ได้ เนื่องจากด้วยสภาพพื้นที่เชื้อนี้สามารถแพร่กระจายได้ดีในตะกอน ใต้น้ำ หรือน้ำทะเล และน้ำกร่อย ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้ทำการตรวจสอบการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* ในหอยพอก ด้วยวิธี polymerase chain reaction (PCR) โดยการเพิ่มจำนวนยีน thermolabile hemolysin gene (*tlh*) ของ *V. parahaemolyticus* ผลจากการตรวจสอบนี้คาดว่าจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้ที่สนใจบริโภคหอยพอก และป้องกันการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างหอยพอก

ทำการเก็บตัวอย่างหอยพอกจากตลาดในจังหวัดปัตตานี ได้แก่ ตลาดแหลมนก อำเภอเมืองปัตตานี และตลาดยะหริ่ง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี จำนวน 40 ตัวอย่างต่อตลาด

2. การเพิ่มจำนวน *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างหอยพอก

ในการเพิ่มจำนวน *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างหอยพอก โดยดัดแปลงวิธีการของ นฤชล และคณะ (2558) ดังนี้ ทำการเจือจางตัวอย่างหอยพอกแบบ tenfold serial dilution ในอาหารเลี้ยงเชื้อ alkaline peptone water (APW) ที่เติม 1.5 % NaCl จากนั้นนำมาบ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำไปสกัด genomic DNA ต่อไป

3. การสกัด genomic DNA

ทำการสกัด genomic DNA โดยดัดแปลงวิธีการของ นฤชล และคณะ (2558) ดังนี้ นำน้ำเลี้ยงเซลล์แบคทีเรียใส่ในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร แล้วปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 x*g* เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นล้างเซลล์แบคทีเรียด้วยสารละลาย phosphate buffered saline (PBS) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร แล้วปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 x*g* เป็นเวลา 5 นาที นำตัวเซลล์มาสกัดดีเอ็นเอ โดยเติมสารละลาย SDS - Nacl lysis buffer ปริมาตร 500 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 12,000 x*g* เป็นเวลา 10 นาที และนำส่วนใสใส่หลอดใหม่ เติมสาร Isopropanol ปริมาตร 2 เท่าของส่วนใส แล้วเก็บใส่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 14,000 x*g* เป็นเวลา 10 นาที แล้วเก็บตะกอนของดีเอ็นเอ ใส่ในหลอดใหม่ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วยเอทานอล 70 % แล้วปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 14,000 x*g* เป็นเวลา 10 นาที โดยทำการซ้ำ 2 รอบ จากนั้นละลายดีเอ็นเอด้วยน้ำกลั่น

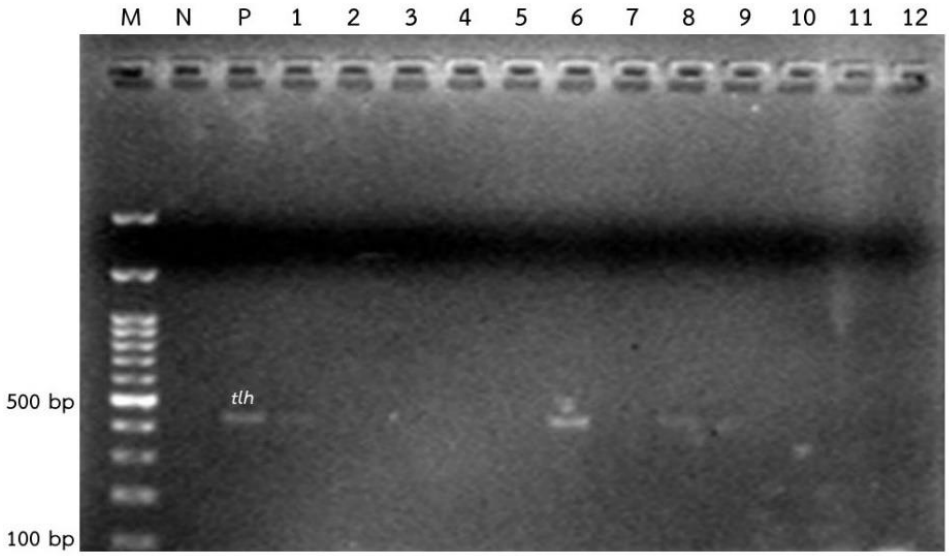
4. การตรวจสอบการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ด้วยวิธี PCR

นำ genomic DNA มาเพิ่มจำนวนยีน *tlh* ของ *V. parahaemolyticus* ด้วยวิธี PCR โดยใช้ primer ที่มีลำดับเบส ดังนี้ R-tl: 5'-GCT ACT TTC TAG CAT TTT CTC TGC-3' และ L-tl: 5'-AAA GCG GAT TAT GCA GAA GCA CTG-3' (Taniguchi et al., 1986) ส่วนสภาวะการดำเนินปฏิกิริยา PCR มีดังนี้ denaturation; อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที annealing; อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที และ extention; อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที โดยทำตามขั้นตอนนี้ จำนวน 30 รอบ เมื่อเสร็จสิ้นปฏิกิริยา ทำการตรวจสอบ PCR Product ที่มีขนาด 450 คู่เบส ด้วยเทคนิค agarose gel electrophoresis และถ่ายรูปภายใต้แสง UV บันทึกภาพ

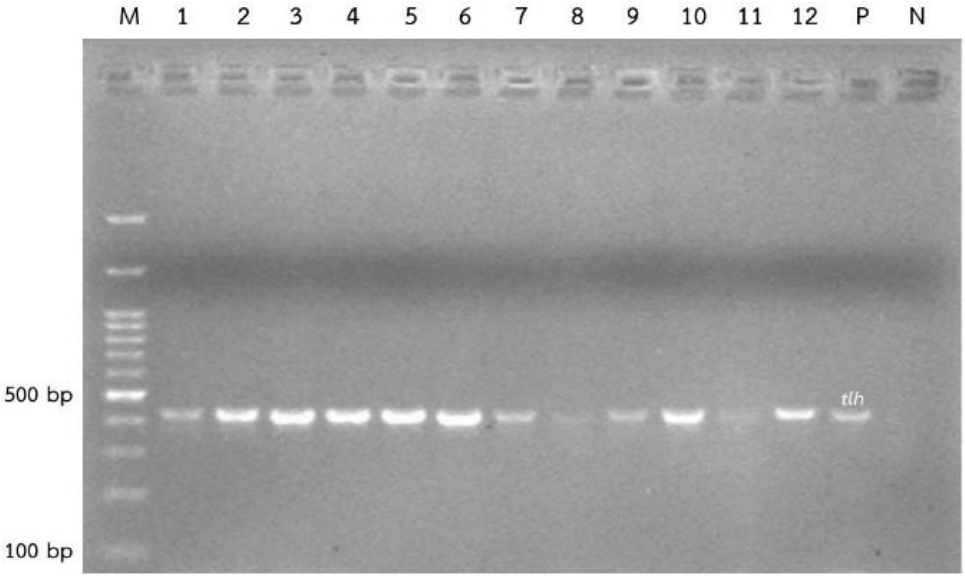
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการตรวจสอบการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างหอยพอกที่มีจำหน่ายในตลาดแหลมนก อำเภอเมืองปัตตานี และตลาดยะหริ่ง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี ด้วยวิธี PCR โดยการเพิ่มจำนวนยีน *tlh* ของ *V. parahaemolyticus* ซึ่งเป็น housekeeping gene สามารถนำมาใช้ตรวจและบ่งชี้ *V. parahaemolyticus* ทุกสายพันธุ์ (นฤชล และคณะ, 2558 & Bej *et al.*, 1999) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการก่อโรคของ *V. parahaemolyticus* ซึ่งยีน *tlh* เป็นยีนที่จะสร้างโปรตีนฮีโมโกลบิน ทรานสเฟอริน และ เลคโตเฟอริน ซึ่งโปรตีนนี้สามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดงของคน และม้า (Humada *et al.*, 2007) ส่วนวิธี PCR สามารถจำแนกเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้ทั้งในตัวอย่างทางคลินิก ในสิ่งแวดล้อม และอาหารทะเล จัดเป็นวิธีที่มีความแม่นยำและความจำเพาะสูง (Nelapati *et al.*, 2012) ในการศึกษานี้ทำการสุ่มหอยพอกตลาดละ 40 ตัวอย่าง พบว่าหอยพอกที่มีจำหน่ายในตลาดทั้ง 2 แห่งของจังหวัดปัตตานี มีการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* (ภาพที่ 1 และ 2) ซึ่ง

สอดคล้องกับงานวิจัยต่างๆ ที่รายงานการตรวจพบ *V. parahaemolyticus* ในสัตว์น้ำจำพวกหอยสองฝาหลายชนิด เช่น หอยแครง หอยนางรม หอยแมลงภู่ หอยตลับ เป็นต้น (Kanjanasopa *et al*., 2011; Vuddhakul *et al*., 2000; Baffone *et al*., 2006; & Tran *et al*., 2018) โดยในตลาดแหลมนก และตลาดยะหริ่ง พบการปนเปื้อน 17.5 และ70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 ซึ่งหอยพอกที่จำหน่ายในตลาดยะหริ่งมีการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ในปริมาณสูง คาดว่าเกิดจากภาชนะที่ใช้มีการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* เนื่องจากการแพร่กระจายของ *V. parahaemolyticus* เจริญได้ที่อุณหภูมิ 15–42 องศาเซลเซียส สามารถอาศัยใน pH ในช่วง 4.4-11 (Gode-Potratz et al., 2011) และจากการสอบถามผู้จำหน่ายหอยพอกในตลาดทั้งสองแห่ง พบว่าหอยพอกทั้งหมดเก็บมาจากอ่าวปัตตานี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ตรวจพบการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* ในหอยแครงจากแหล่งธรรมชาติบริเวณอ่าวปัตตานี (วารุณี หะยีมะสาและ, 2560) ทำให้ผู้บริโภคมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากการบริโภคหอยพอกที่ผ่านความร้อนไม่เพียงพอ ดังนั้นผู้บริโภคต้องมีความระมัดระวังในการบริโภค โดยทำให้ถูกสุขลักษณะด้วยการทำให้สุกด้วยความร้อน ซึ่งเชื้อถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (ศศิธร และคณะ., 2559)



ภาพที่ 1 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างหอยพอกที่จำหน่ายในตลาดแหลมนก อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี โดย M คือ DNA marker N คือ negative control P คือ positive control และหมายเลข 1-12 คือ ตัวอย่างหอยพอก



ภาพที่ 2 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างหอยพอกที่จำหน่ายในตลาดยะหริ่ง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี โดย M คือ DNA marker N คือ negative control P คือ positive control และหมายเลข 1-12 คือ ตัวอย่างหอยพอก

ตารางที่ 1 การตรวจสอบการปนเปื้อนของ *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างหอยพอกที่จำหน่ายในตลาดแหลมนก อำเภอเมืองปัตตานี และตลาดยะหริ่ง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี

สถานที่	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ *V. parahaemolyticus*	เปอร์เซ็นต์
ตลาดแหลมนก	7/40	17.5
ตลาดยะหริ่ง	28/40	70

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการตรวจสอบการปนเปื้อน *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างหอยพอกที่มีจำหน่ายในตลาดแหลมนก อำเภอเมืองปัตตานี และตลาดยะหริ่ง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี ด้วยวิธี PCR พบว่า หอยพอกจากตลาดทั้งสองแห่งมีการปนเปื้อน *V. Parahaemolyticus*

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และได้รับการอนุเคราะห์เครื่องมือและห้องปฏิบัติการจากสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

นฤชล ตันธราพรฤกษ์ เจตน์สฤษฎ์ คัมภีรกิจ สุรีย์พร เอี่ยมศรี และ สุดารัตน์ สวนจิตร. (2558). "การตรวจวิเคราะห์ *Vibrio parahaemolyticus* (*tdh*+) จากตัวอย่างกุ้งขาวที่จำหน่ายในจังหวัดสมุทรปราการโดยใช้เทคนิคดูเพล็กซ์พีซีอาร์". **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ**. 1 (2), 1–12.

วารุณี หะยีมะสาและ. (2560). "การตรวจสอบการปนเปื้อน *Vibrio parahaemolyticus* ในหอยแครงด้วยโมโนโคลนอลแอนติบอดี". **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 6, 759-763.

ศศิธร ฐิติเพชรกุล กนกพรรณ สมยูรทรัพย์ และ ศรีวรรณา หัทยานานนท์. (2559). "การเฝ้าระวัง *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. ในเนื้อปูต้มแกะ". **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. 58 (2), 80-92.

Bej, A. K., Patterson, D. P., Brasher, C. W., Vickery, M. C.L., Jones, D. D., and Kaysner, C. A. (1999). Detection of total and hemolysin - producing *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish using multiplex PCR amplification of *tl, tdh* and *trh.* **The Journal of Microbiological Methods**. 36, 219–220.

Baffone, W., Tarsi, R., Pane, L., Campana, R., Repetto, B., Mariottini, G. L., Pruzzo, C. (2006). Detection of free-living and plankton-bound vibrios in coastal waters of the Adriatic Sea (Italy) and study of their pathogenicity-associated properties. **Environmental Microbiology**. 8, 1299–1305.

Daniels, N. A., Mackinnon, L., Bishop, R., Ray, B., Hammond, R. M., Thompson, S., Wilson, S., Bean, N. H., Griffin, P. M. and Slutsker, L. (2000). *Vibrio parahaemolyticus* infection in the United States, (1973–1998). **The Jonrnal of Infectioun Diseases**. 181, 1661-1666.

Gode-Potratz, C. J., Kustusch, R. J., Breheny, P. J., Weiss, D. S., and McCarte, L. L. (2011). Surface sensing in *Vibrio parahaemolyticus* triggers a programme of gene expression that promotes colonization and virulence. **Molecular Microbiology**. 79, 240-263.

Humada, D., Higurashi, T., Mayanagi, K., Miyata, T., Fukui, T., Lida, T., Honda, T. and Yanagihaya, I. (2007). Tetrameric structure of thermostable direct hemolysin from *Vibrio parahaemolyticus* revealed by ultracentrifugation, small-angle X-ray scattering and electron microscopy. **Journal of Molecular Biology**. 365, 187-195.

Kanjanasopa, D., Pimpa, B., and Chowpongpang, S. (2011). Occurrence of *Vibrio parahaemolyticus* in cockle (*Anadara granosa*) harvested from the south coast of Thailand. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**. 33 (3), 295-300.

Liston, J. (1990). Microbial hazard of seafood consumption. **Food Technology Frad Fair**. 44 (12), 56-62.

Matsumoto, C., Okuda, J., Ishibashi, M., Iwanaga, M., Garg, P. and Ramamurthy, T. (2000). Pandemic spread of an O3:K6 clone of *Vibrio parahaemolyticus* and emergence of related strains evidenced by arbitrarity primed PCR and toxR sequence analyses. **Journal of Clinical Microbiology**. 38, 578-585.

Morton, B. (1976). The biology and functional morphology of the Southeast Asian mangrove bivalve, *Polymesoda* (*Geloina*) *erosa* (Solander, 1786) (Bivalvia: Corbiculidae). **Canadian Journal of Zoology**. 54 (4), 482-500.

Nelapati, S., Nelapati, K. and Chinnam, B. K. (2012). *Vibrio parahaemolyticus*- An emerging foodborne pathogen- A Review. **Veterinary World**. 5, 48-62.

Oliver, J. D., Waener, R. A., and Cleland, D. R. (1983). Distribution of *Vibrio vulnificus* and other lactose –fermenting vibrios in the marine environment. **Applied and Environmental Microbiology**. 45, 985–998.

Su, Y. C. and Liu, C. (2007). *Vibrio parahaemolyticus*: a concern of Seafood safety. **Food Microbiology**. 24, 549–558.

Taniguchi, H., Hirano, H., Kubomura, S., Higashi, K. and Mizuguchi, Y., (1986). Comparison of the nucleotide sequences of the genes for the thermolabile hemolysin from *Vibrio parahaemolyticus.* **Microbiology Pathogen**. 1, 425–432.

Tran, T. H. T., YANAGAWA, H., NGUYEN, K. T., HARA-KUDO, Y., TANIGUCHI, T., and HAYASHIDANI, H. (2018). Prevalence of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood and water environment in the Mekong Delta, Vietnam. **Journal of Veterinary Medical Science**. 80 (11), 1737–1742.

Vuddhakul, V., Chowdhury, A., Laohaprertthisan, V., Pungrasamee, P., Patararungrong, N., Thianmontri, P., Ishibashi, M., Matsumoto, C. and Nishibuchi, M. (2000). Isolation of a pandemic O3:K6 clone of a *Vibrio parahaemolyticus* strain from environmental and clinical sources in Thailand. **Applied and Environmental Microbiology**. 66, 2685–2689.

การผลิตสารสีบนเปลือกกล้วยหินของเชื้อราโมแนสคัสที่แยกจากข้าวแดง

Pigment Production on Saba Banana Peel by *Monascus* sp. Isolated From Red Yeast Rice

ยาสมี เลาหสกุล[1*] นูรีซัน สาและ[2] ฟายีมะห์ อาแด[1] ฮินดล วาโด[2] รอฮานา ลาเตะ[2] ลักขณา รักขพันธ์ [3]

Yasmi Louhasakul[1*], Nureesan Salaeh[2], Fayimah Ardae[2], Hindol Wado[2], Rohana Lateh[2], Lakkhana Rakkhaphan[3]

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกและคัดเลือกเชื้อราโมแนสคัสจากผลิตภัณฑ์ข้าวแดง (angkak) และศึกษาการผลิตสารสีและกิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสของเชื้อราบนเปลือกกล้วยหิน โดยสามารถคัดแยกเชื้อราโมแนสคัสได้จำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ *Monascus* sp. YRU01, *Monascus* sp. YRU02, *Monascus* sp. YRU03 *Monascus* sp. YRU04 และ *Monascus* sp. YRU05 ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคือโคโลนีเป็นเส้นใยสีส้ม และมีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 4.93-6.17เซนติเมตร เมื่อเพาะเลี้ยงเชื้อราทั้ง 5 ไอโซเลตบนเปลือกกล้วยหินพบว่าเชื้อรา *Monascus* sp. YRU01 ให้ค่าการผลิตสารสีได้สูงที่สุด โดยให้ค่าปริมาณสารสีเหลืองสูงสุดเท่ากับ 4.31±0.38 OD unit/gdsรองลงมาคือสารสีแดงและสารสีส้มเท่ากับ 1.58±0.01 และ 2.05±0.04 OD unit/gdsตามลำดับ นอกจากนี้ยังให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสได้สูงสุดเท่ากับ 8.75±6.51 Unit/gds อีกด้วย

คำสำคัญ: เชื้อราโมแนสคัส, สารสี, กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส, เปลือกกล้วยหิน

Abstract

This research aims to isolate and screen *Monascus* from red yeast rice products (angkak), and produce high pigment concentration, and to investigate their pigment production and cellulase activity on Saba banana peel. There were 5 isolations, *Monascus* sp. YRU01, *Monascus* sp. YRU02, *Monascus* sp. YRU03, *Monascus* sp. YRU04 and *Monascus* sp. YRU05 found and their colony contained orange mycelium. When 5 *Monascus* strains cultivated on Saba banana peel *Monascus* sp. YRU01 gave the highest pigment concentration. Yellow pigment was produced at the highest concentration of 4.31±0.38 OD unit/gds, followed by red and orange piments, produced 1.58±0.01 and 2.05±0.04 OD unit/gds, respectively. In addition, it gave the highest cellulase activity of 8.75±6.51 Unit/gds.

Keywords: *Monascus*, pigment, cellulase activity, Saba banana peel

[1]อาจารย์ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษา สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]นักวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** yasmi.lo@yru.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันกระบวนการผลิตสินค้า เช่น เครื่องสำอาง เครื่องนุ่งห่ม และผลิตภัณฑ์อาหารล้วนใช้สีในการผลิตเพื่อเติมแต่งให้สินค้ามีสีสันที่สวยงามน่าใช้และน่ารับประทาน ซึ่งอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักนิยมใช้สีสังเคราะห์ ตัวอย่างเช่น สีแดง ได้แก่ ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau4 R) คาร์โมอีซีน หรือ เอโซรูบิน (Carmoisine or Azorubine) เออร์โธรซีน (Erythrosine)เป็นต้นสีเหลือง ได้แก่ ตาร์ตราซีน (Tartrazine) ซันเซ็ตเย็ลโลว์เอ็ฟ ซี เอ็ฟ (Sunset Yellow F C F) ไรโบฟลาวิน (Riboflavin) เป็นต้น (Francisco & Octavio, 2003) อย่างไรก็ตามการใช้สีสังเคราะห์นั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพในระยะยาว เช่น สีจะไปเคลือบเยื่อบุกระเพาะอาหารและลำไส้ทำให้น้ำย่อยออกมาไม่สะดวก อาหารย่อยยาก เกิดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และก่อให้เกิดโรคมะเร็งในอานาคตได้ เป็นต้น (กฤษณพงค์และสมศักดิ์, 2557) ด้วยเหตุนี้ผู้บริโภคจึงให้ความสำคัญในการเลือกซื้อสินค้าที่ใช้สีจากธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสีจากธรรมชาตินั้นสามารถผลิตได้จากพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ (วาลิสาและคณะ, 2558) แต่การผลิตสีจากจุลินทรีย์นั้นมีข้อได้เปรียบมากกว่าสีจากพืชและสัตว์ คือจุลินทรีย์สามารถผลิตสีได้รวดเร็วให้ปริมาณสีที่สูงและใช้พื้นที่ในการผลิตน้อย นอกจากนี้สีที่ได้ยังสกัดได้ง่าย และมีความคงตัวสูง อีกทั้งยังมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและย่อยสลายได้ง่ายกว่าสีสังเคราะห์อีกด้วย การผลิตสีจากจุลินทรีย์ที่มีการพัฒนามาเป็นเวลานานและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป คือการผลิตสีจากเชื้อราโมแนสคัสซึ่งให้สารสีแดงที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย ได้แก่ การนำมาใช้ผสมอาหาร เครื่องดื่ม ยารักษาโรค และเครื่องสำอาง (กรกตและคณะ , 2553) นอกจากสารสีแดงแล้วเชื้อราดังกล่าวยังสามารถผลิตสารสีส้ม และสีเหลืองได้อีกด้วย ดังนั้นสารสีที่ได้จากเชื้อราโมแนสคัสจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการทดแทนสีสังเคราะห์ทางเคมี เพื่อประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มิใช่อาหารได้ด้วย (จารุวรรณ, 2554) โดยทั่วไปแล้วในการผลิตสารสีจากจุลินทรีย์นั้นมักใช้อาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์เป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจน ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวมักมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมีการศึกษาใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น รำข้าวและกากถั่วเหลือง เป็นต้น (วาริสาและคณะ, 2558) เป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนทดแทนอาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์กล้วยหินเป็นพืชเศรษฐกิจในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ ได้แก่ ยะลา ปัตตานี และนราธิวาสที่นิยมบริโภคและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในชุมชน โดยชุมชนมักนำกล้วยหินมาแปรรูปในรูปแบบต่างๆ เช่น กล้วยฉาบ กล้วยทอด เป็นต้น ซึ่งหลังจากกระบวนการแปรรูปกล้วยหินจะมีเปลือกกล้วยหินเกิดขึ้นจำนวนมากที่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจแยกและคัดเลือกเชื้อราโมแนสคัสจากผลิตภัณฑ์ข้าวแดง และศึกษาการผลิตสารสีและกิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสของเชื้อราบนเปลือกกล้วยหิน

วิธีดำเนินการวิจัย

การแยก คัดเลือก และเพาะเลี้ยงเชื้อราโมแนสคัส

ชั่งตัวอย่างข้าวแดง 10 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่มีน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ผสมกับ tween 80 ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นนำไปเขย่าที่ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการเจือจางที่ 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} จากนั้นปิเปตสารละลาย ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหารเพาะเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) แล้วใช้ glass spreader เกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหารเพาะเชื้อจนแห้ง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2-3 วัน ไม่ควรคว่ำจานอาหารเพาะเชื้อ และไม่ควรซ้อนเกิน 4 ชั้น สังเกตลักษณะโคโลนีบนอาหารเพาะเชื้อหากเป็นเชื้อราโมแนสคัสจะสร้างเส้นใยสีเหลือง สีส้มและสีแดง จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเชื้อย้ายเชื้อราไปวางลงบนอาหารเพาะเชื้อ PDA ใหม่ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3-4 วัน ทำซ้ำ 2-3 รอบ เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ จากนั้นนำเชื้อราโมแนสคัสที่คัดแยกได้ไปทำการศึกษาการผลิตสารสีและเอนไซม์เซลลูเลส โดยเตรียมเปลือกกล้วยหิน 50 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปรับความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 50 และค่าพีเอชเริ่มต้น 6.0 แล้วปิดถุงด้วยกระดาษ นึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำเปลือกกล้วยหินที่ฆ่าเชื้อแล้วทิ้งไว้ให้เย็น แล้วถ่ายสปอร์เชื้อราจำนวน 10^6สปอร์ต่อมิลลิลิตรปริมาตร10 มิลลิลิตร (ร้อยละ 10) ลงบนเปลือกกล้วยหิน คลุกเคล้าให้เข้ากันแต่ละชุดทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 วัน เก็บตัวอย่างที่ 7 และ 10 วัน

แหล่งที่มา และการเตรียมเปลือกกล้วยหิน

เก็บตัวอย่างเปลือกกล้วยหินจากร้านกล้วยหินทอด ตำบลสะเตงอำเภอเมือง จังหวัดยะลา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 เซนติเมตร ยาว 8-10 เซนติเมตรน้ำหนักเปลือกเปียก 50-51 กรัม อายุผลไม่เกิน 2 เดือน โดยนำเปลือกกล้วยหินมาล้างทำความสะอาดแล้วตัดเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปบดและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 24 เมช (Saimmai et al., 2018)

การวิเคราะห์การวัดค่าพีเอช

นำตัวอย่างมาวัดโดยตรงด้วยเครื่องวัดพีเอช

การวิเคราะห์การนับสปอร์เชื้อรา

การนับสปอร์ของเชื้อราเพื่อควบคุมปริมาณเชื้อราเริ่มต้นด้วยวิธี Direct microscopic counts ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของเดชาวุฒิและคณะ (2558) โดยหยดตัวอย่างที่มีการเจือจางที่เหมาะสม10-12 ไมโครลิตร ลงบนช่องระหว่างสไลด์ แล้วปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ให้ของเหลวซึมเข้าไปในช่อง ซึ่งกำหนดปริมาตร จากนั้นทำการ

ตรวจนับสปอร์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 40 เท่า โดยนับช่อง 0.04 ตารางมิลลิเมตร ระหว่าง 5-10 ช่อง ทั้งหมด 5 ช่องใหญ่ แล้วหาค่าเฉลี่ยแต่ละช่อง แล้วบันทึกผลและคำนวณตามสูตร

การคำนวณ

$$\text{จำนวนสปอร์ (สปอร์ต่อมิลลิลิตร)} = \frac{(A \times 10^3 \times C)}{B}$$

เมื่อ A = จำนวนสปอร์เฉลี่ย

B =พื้นที่สี่เหลี่ยม เท่ากับ 0.004 ลูกบาศก์มิลลิเมตร

C =อัตราการเจือจางตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณสารสี

วิเคราะห์ปริมาณสารสีตามวิธีของ Clement et al. (2018) โดยนำตัวอย่างที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อราโมแนสคัสปริมาณ 1 กรัม มาสกัดสารสีด้วยเอทานอลร้อยละ 40 ปริมาตร 5มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าที่ 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 7,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ดูดสารละลายส่วนใสแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 400 470 และ 500 นาโนเมตร เพื่อวัดสารสีเหลือง สีส้มและสีแดง ตามลำดับ

การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส

วิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสตามวิธีของ Ghose (1987) โดยนำเปลือกกล้วยหินที่ผ่านการหมักสารสีด้วยเชื้อรา *Monascus*มาสกัดด้วยสารละลาย 0.05 M citrate buffer (pH 4.8) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เขย่าที่ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงที่ 7,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เก็บสารละลายส่วนใสที่ได้ไว้ นำกระดาษกรองเบอร์ 1 ขนาด 1 × 6เซนติเมตรลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลาย 0.05 M citrate buffer (pH 4.8) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเอนไซม์ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปอุ่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาทีแล้วนำสารละลายไปตรวจสอบน้ำตาลรีดิวซ์ต่อด้วยวิธี DNS method ตามวิธีของ Miller (1959) นำสารละลายที่ผ่านการเจืองจาง 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง และเติมสารละลาย DNS 0.5 มิลลิลิตร จากนั้นนำหลอดทดลองไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที แล้วแช่หลอดทดลองในอ่างน้ำเย็นทันทีเป็นเวลา 5 นาที เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่

ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ในการทดลองชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง แล้ววิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากกราฟมาตรฐาน เพื่อหาความเข้มข้นของกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง โดยกำหนดให้เอนไซม์เซลลูโลส 1 หน่วย หมายถึงปริมาณเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาย่อยสลายสารตั้งต้นให้เป็นน้ำตาลกลูโคส 1 ไมโครโมลในเวลา 1 นาที

การวิเคราะห์ทางสถิติ

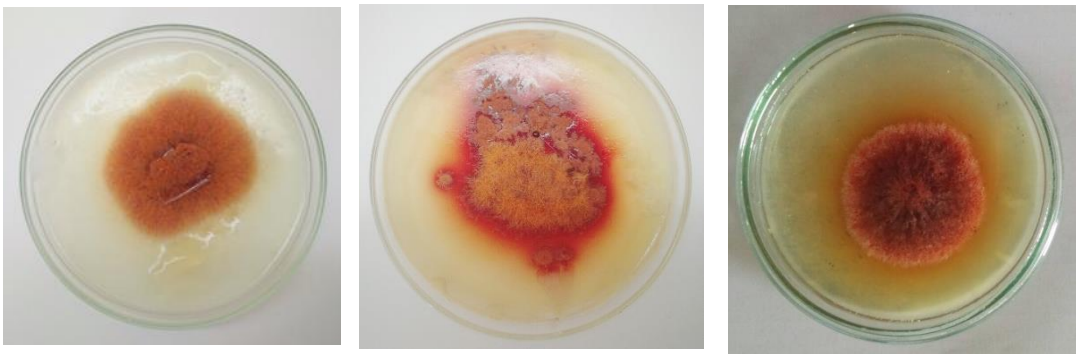
วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทุกชุดการทดลองทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ แล้วนำข้อมูลผลการทดลองหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อมูลด้วย one way ANOWA ($p< 0.05$)

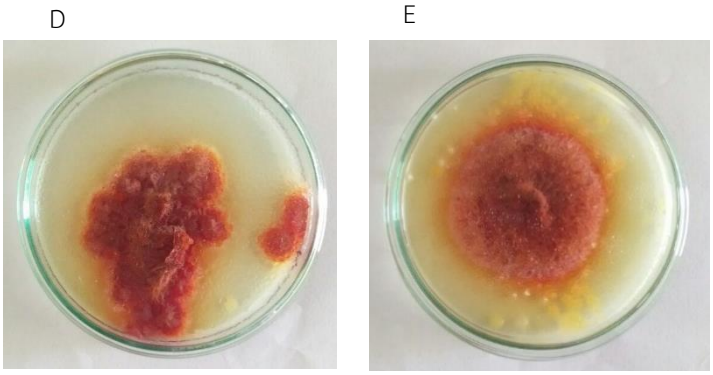
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การแยกและคัดเลือกเชื้อราโมแนสคัสจากข้าวแดง

จากการคัดแยกเชื้อราโมแนสคัสจากผลิตภัณฑ์ข้าวแดงที่ได้จากร้านขายยาจำนวน 5 แหล่ง ได้แก่ ร้านบ้วนฮั่วตึ๊ง ร้านขายยาจีนลี่ยู่ฮะ ร้านขายยาลิ้ม ซุ่น เฮง ร้านธาตรีเภสัช และร้านงีเทียน พบว่าสามารถคัดแยกเชื้อราได้จำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ *Monascus* sp. YRU01, *Monascus* sp.YRU02, *Monascus* sp. YRU03, *Monascus* sp. YRU04 และ *Monascus* sp. YRU05 ที่มีลักษณะโคโลนีเป็นเส้นใยสีขาว เมื่อเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นเวลา 1-2 วัน จากนั้นเส้นใยจะแพร่กระจายแนบกับผิวอาหารเลี้ยงเชื้อและเปลี่ยนเป็นเส้นใยสีส้ม ที่มีลักษณะเส้นใยฟูและมีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 4.93-6.17 เซนติเมตร (ภาพที่ 1และตารางที่ 1) ในขณะที่งานวิจัยของเกตุการและหทัยทิพย์ (2559) ได้คัดแยกเชื้อราโมแนสคัสจากผลิตภัณฑ์ข้าวแดงจำนวน 13 ไอโซเลต ที่มีลักษณะสัณฐานวิทยาแตกต่างกัน โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีหลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 3 วันอยู่ระหว่าง 1.63-2.72 เซนติเมตร โคโลนีเป็นสีขาวครีมจนถึงสีส้ม และงานวิจัยของสิริพรและคณะ (2556) ได้คัดแยกเชื้อรา *Monascus* sp. จากผลิตภัณฑ์ข้าวแดงจำนวน 2 ตัวอย่าง สามารถคัดแยกเชื้อได้ทั้งหมด 32 ไอโซเลต ที่มีลักษณะเส้นใยเกาะกลุ่มเป็นก้อน

A B C





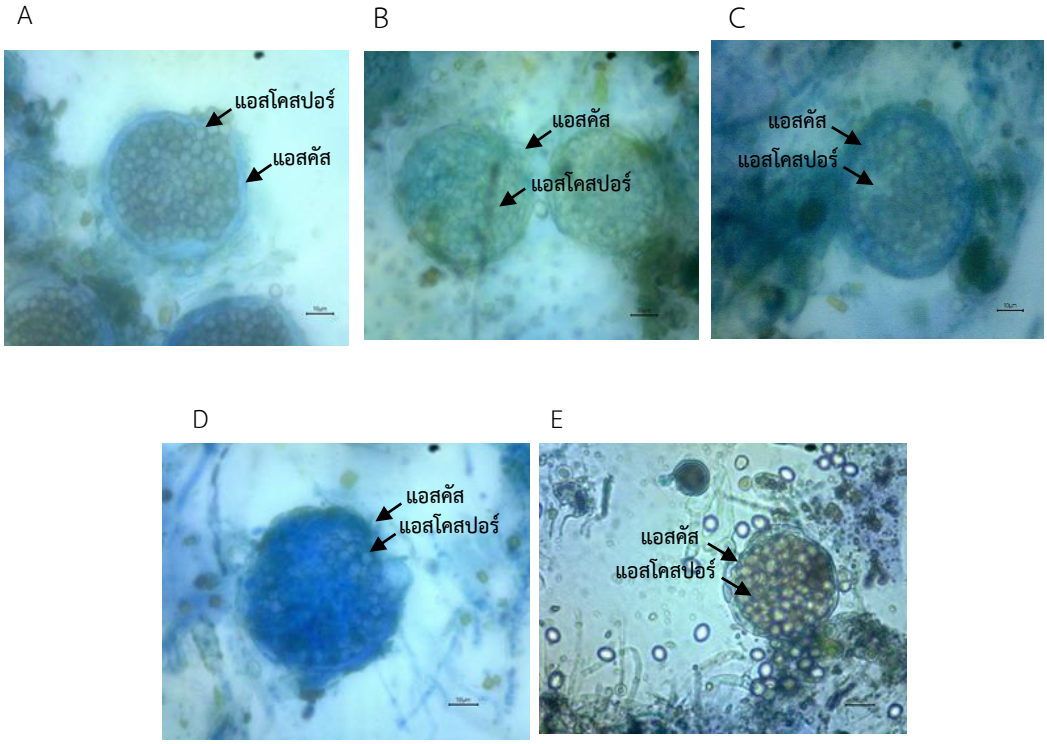
ภาพที่ 1 เชื้อรา *Monascus* sp. YRU01 (A) *Monascus* sp. YRU02 (B) *Monascus* sp. YRU03 (C) *Monascus* sp. YRU04 (D) *Monascus* sp. YRU05 (E) ที่คัดแยกได้จากข้าวแดงที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) เป็นเวลา 7 วัน

ตารางที่ 1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Monascus* sp. ที่คัดแยกได้จากข้าวแดง

แหล่ง	ไอโซเลต	ขนาดโคโลนี (เซนติเมตร)*	สีของโคโลนี	ลักษณะเส้นใย	ขนาดแอสคัส (ไมโครเมตร)*
ร้านบ้วนฮั่วตึ๊ง	*Monascus* sp. YRU01	6.17± 0.7 4	สีส้ม	ฟู	2.5 5 ±0.04
ร้านขายยาจีน ลี่ยู่ฮะ	*Monascus* sp. YRU02	5.57±0.40	สีส้ม	ฟูเล็กน้อย	2.3 2 ±0.17
ร้านขายยา ลิ้ม ซุ่น เฮง	*Monascus* sp. YRU03	5.07±0.74	สีส้ม	ฟู	2.4 0 ±0.0 7
ร้านงีเทียน	*Monascus* sp. YRU04	5.43± 0.6 8	สีส้ม	ฟูเล็กน้อย	3.1 0 ± 0.2 1
ร้านธาตรีเภสัช	*Monascus* sp. YRU05	4.93±0.4 9	สีส้ม	ฟู	2.2 7 ± 0.0 2

*ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เมื่อนำเชื้อราโมแนสคัสที่คัดแยกได้มาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าเชื้อราโมแนสคัสสร้างเส้นใยแตกแขนง มีผนังกั้น ไม่มีสี และสร้างแอสโคสปอร์ ซึ่งเป็นโครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่บรรจุอยู่ในแอสคัสที่มีรูปร่างกลมหรือรี และมีขนาดที่แตกต่างกันอยู่ระหว่าง 2.27-3.10 ไมโครเมตร (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 2) มีความสอดคล้องกับงานวิจัย Manan et al. (2017) ที่ได้คัดแยกเชื้อราโมแนสคัสจากข้าวแดงโดยเลี้ยงที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียลเป็นเวลา 7 วัน พบว่าเชื้อราโมแนสคัสสร้างแอสโคสปอร์ที่มีลักษณะทรงกลม มีผนังกั้นเรียบ โดยแอสโคสปอร์จะอยู่ในแอสคัส และแอสคัสจะอยู่บนก้านชูเมื่อผนังแอสคัสแตกก็จะปล่อยแอสโคสปอร์งอกเป็นเส้นใยใหม่ขึ้น (วรวุฒิ, 2543)



ภาพที่ 2 ลักษณะแอสคัสของเชื้อรา *Monascus* sp. YRU01 (A) *Monascus* sp. YRU02 (B) *Monascus* sp. YRU03 (C) *Monascus* sp. YRU04 (D) *Monascus* sp.YRU05 (E) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า

การศึกษาการผลิตสารสีและเอนไซม์เซลลูเลสของเชื้อราโมแนสคัสที่คัดแยกได้บนเปลือกกล้วยหิน

จากการศึกษาการเจริญ การผลิตสารสี และเอนไซน์เซลลูเลสของเชื้อราโมแนสคัสจำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ *Monascus* sp. YRU01, *Monascus* sp. YRU02, *Monascus* sp. YRU03, *Monascus* sp. YRU04 และ *Monascus* sp. YRU05 บนเปลือกกล้วยหินที่ปรับค่าความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 50 และค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.0 โดยเปรียบเทียบปริมาณสารสี ค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสและค่าพีเอชของการเจริญของเชื้อรา ผลแสดงดังตารางที่ 2 พบว่าเชื้อราทุกไอโซเลตสามารถผลิตสารสีและเอนไซม์เซลลูเลสบนเปลือกกล้วยหินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดย *Monascus* sp. YRU01 *Monascus* sp. YRU02 และ *Monascus* sp. YRU05 สามารถผลิตสารสีเหลือง สารสีส้ม สารสีแดง และเอนไซม์เซลลูเลสได้สูงสุดในวันที่ 7 ในขณะที่ *Monascus* sp. YRU03 และ *Monascus* sp. YRU04 มีการผลิตสารสี และเอนไซม์เซลลูเลสได้สูงสุดในวันที่ 10 (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ขึ้นกับสปีชีส์ที่แยกได้ ซึ่งเชื้อราจะเกาะติดกับสับสเตรท เช่น เปลือกกล้วย ที่มีองค์ประกอบเป็นเซลลูเลส (Mohapatra et al., 2010) จากนั้นจะผลิตเอนไซม์เซลลูเลสทำหน้าที่ย่อยโมเลกุลของเซลลูเลสและได้น้ำตาลกลูโคสเป็นแหล่งอาหาร ทำ

ให้เชื้อราเจริญและผลิตสารสี (Embaby et al., 2018) นอกจากนี้ค่าพีเอชมีผลต่อการเจริญและผลิตสารสีของเชื้อราชนิดนี้ โดยพบว่าจุดไอโซอิเลกตริกของแหล่งไนโตรเจนในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการเลี้ยงเชื้อและส่งผลต่อการผลิตสารสีต่างๆ ที่แตกต่างกันคือเชื้อผลิตสารสีสีเหลืองได้ดีที่พีเอชต่ำระหว่าง 2.0-3.0 ขณะที่การผลิตสีส้มอยู่ในช่วงพีเอชระหว่าง 3.0-4.0 และการผลิตสีแดงได้ดีที่พีเอชมากกว่า 5.0 (Vendruscolo et al., 2016) อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้พบว่าค่าพีเอชของทั้ง 5 ไอโซเลตมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่างพีเอช 5.0-6.5 และค่าให้สารสีเหลืองสูงที่สุด (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากการผลิตสารสีของราชนิดนี้อาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลร่วมกันในการผลิตสารสี เช่น ชนิดสับสเตรท ชนิดของแหล่งไนโตรเจน เวลาในการเพาะเลี้ยง เป็นต้น (Patrovsky et al., 2019) เมื่อเปรียบเทียบการผลิตสารสีพบว่า *Monascus* sp. YRU01 และ *Monascus* sp. YRU 02 ให้ปริมาณสารสีเหลือง สารสีส้ม และสารสีแดงได้สูงกว่าไอโซเลตอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดย *Monascus* sp. YRU01 ให้ปริมาณสารสีเหลือง สารสีส้ม และสารสีแดงสูงสุดเท่ากับ 4.31±0.37 2.05±0.04 และ 1.58±0.01 OD unit/gdsตามลำดับ ขณะที่ *Monascus* sp. YRU02 ให้ปริมาณสารสีเหลือง สารสีส้ม และสารสีแดงสูงสุดเท่ากับ 4.09±0.66 2.05±0.14 และ1.51±0.01 OD unit/gds ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส พบว่า *Monascus* sp. YRU01 ให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสได้สูงสุดเท่ากับ 8.75±6.51 Unit/gds ซึ่งแตกต่างจากไอโซเลตอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณสารสี ค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส และค่าพีเอชของการเจริญของเชื้อรา *Monascus* sp.ไอโซเลตต่างๆ บนเปลือกกล้วยหิน

ไอโซเลต	สีเหลือง (OD unit/gds)		สีส้ม (OD unit/gds)		สีแดง (OD unit/gds)		กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส (Unit/gds)		พีเอช	
	7 วัน	10 วัน	7 วัน	10 วัน	7 วัน	10 วัน	7 วัน	10 วัน	7 วัน	10 วัน
Monascus sp. YRU01	4.31±0.37^{a}	2.87±90.2^{b}	2.05±0.04^{a}	1.27±0.14^{ab}	1.58±0.01^{a}	1.13±0.01^{b}	8.75±6.51^{a}	1.01±0.01^{ab}	5.85±0.11	5.78±0.06
Monascus sp. YRU02	4.09±0.66^{a}	4.09±0.05^{b}	2.05±0.14^{a}	1.23±0.14^{b}	1.51±0.01^{a}	1.12±0.09^{b}	1.41±0.11^{b}	1.06±0.01^{ab}	5.49±0.16	5.70±0.27
Monascus sp. YRU03	2.65±0.23^{b}	3.26±0.26^{a}	1.58±0.03^{b}	1.57±0.29^{a}	1.07±0.07^{b}	1.26±0.10^{a}	1.08±0.2^{b}	1.24±0.01^{a}	5.43±0.22	5.64±0.26
Monascus sp. YRU04	2.52±0.23^{b}	2.86±0.05^{b}	1.16±0.15^{b}	1.35±0.05^{ab}	1.06±0.07^{b}	1.01±0.01^{c}	1.12±0.04^{b}	1.13±0.14^{b}	5.41±0.17	5.52±0.04
Monascus sp. YRU05	2.23±0.42^{b}	2.08±0.16^{c}	0.99±0.17^{b}	1.08±0.04^{b}	0.93±0.07^{b}	0.85±0.02^{d}	1.20±0.13^{b}	0.68±0.44^{b}	5.07±0.17	6.52±1.95

ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแต่ละคอลัมน์แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถคัดแยกเชื้อราโมแนสคัสได้จำนวน 5 ไอโซเลต ที่มีลักษณะโคโลนีเป็นเส้นใยสีส้ม และมีแอสโคสปอร์เป็นโครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เมื่อเพาะเลี้ยงเชื้อราทั้ง 5 ไอโซเลตบนเปลือกกล้วยหินพบว่าเชื้อรา *Monascus* sp. YRU01 ให้ค่าปริมาณสารสีเหลือง สารสีแดง และสารสีส้มสูงสุดเท่ากับ 4.31±0.38 1.58±0.01 และ 2.05±0.04 OD unit/gds ตามลำดับ และยังให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสได้สูงสุดเท่ากับ 8.75±6.51 Unit/gds

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากสาขาชีววิทยา คณะวิทยาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราช-ภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

กรกต สุนทรกุลสุกานดา วิชิตพันธ์ และคณิต วิชิตพันธุ์. (2553). โมแนสคัส : ราแดงที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ. **ศูนย์บริการวิชาการ**, 18(3-4).

กฤษณพงศ์ ทองทิพย์และสมศักดิ์ศิริไชย. (2557). การหาปริมาณสีสังเคราะห์โดยมอนอลิท C18HPLC. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์วิจัย**, (6).

เกตุการ ดาจันทา และหทัยทิพย์ ร้องคำ. (2559). ลักษณะทางสัณฐานวิทยาการสร้างสารพิษและรงควัตถุของราโมแนสคัสที่คัดแยกจากอังคัก. **วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**, (16).

จารุวรรณ ฉัตรทอง.(2554). การสกัดสีจาก *Neurospora* sp. (Colorantextractionfrom*Neurospora*sp.) **มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา**, (2).

เดชาวุฒิ วานิชสรรพ์ นิทัศน์ นิลฉวี ทวีศักดิ์ รัตนคม และพรรณนิการ์ กงจักร. (2558). ขั้นตอนวิธีนับจำนวนเชื้อบนแผ่น ฮิโมซิโตมิเตอร์ด้วยเทคนิคประมวลผลภาพและดีบีสแกน**. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ**, (2).

วรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล. (2543). **การชักนำให้เกิดมิวเตชันในรา *Monascus purpureus* ด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วาลิสา เมืองแมน ปัญญรัตน์ ปัณฑุกำพล และ อลิษา สุนทรวัฒน์. (2558). การผลิตสารสีของเชื้อรา *Monascus* sp. โดยใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร รำข้าวหรือกากถั่วเหลือง. **มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ**, 45(2).

สิริพร อักษรวงเดือน บุตรหนัน และปาริยา ณ นคร. (2558). ความคงตัวของสีแดงที่สกัดได้จากการเลี้ยงราที่คัดแยกได้ในอาหารเหลว. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, 2(3).

Clement, A., Kong, W.B., Chen, D., Zhang, A.M. & Niu, S.Q. (2018). *Monascus* pigments production, composition, bioactivity and its application. **Biocataslysis and Agricultural Biotecnology**, (16), 433-447.

Embaby, A.M., Hussein, M.N. & Hussein, A. (2018). Monascus orange and red pigments production by *Monascus purpureus* ATCC16436 through co-solid state fermentation of corn cob and glycerol: An eco-friendly environmental low cost approach. **PLoS One**, 13(12), 1-18.

Francisco, D. V. & Octavio, P. L. (2003). **Natural colorants for food and nutraceutical uses**. CRC Press**,** Boca Raton.

Ghose, T.K. (1987). Measurements of cellulose activities. **Pure and Applied Chemistry**, (59), 257-268

Manan, M. A.,Mohamad, R. &Ariff, A. (2017). The Morphology and structure of red pigment producing fungus: *Monascus Purpureus***. Journal of Microbiology & Experimentation**, 5(1), 00138.

Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, (31), 426-429.

Mohapatra, D., Mishra, S. & Sutur, N. (2010). Banana and its by-producti utilisation: an overview. **Journal of Scientific & Industril Research**, 69, 323-329.

Patrovsky, M., Sinovska, K., Branska, B. & Patakova, P. (2019). Effect of initial pH, different nitrogen sources, and cultivation time on the production of yellow or orange Monascus purpureus pigments and the mycotoxin citrinin. **Food Science & Nutrition**, 7, 3494–3500.

Saimmai, A., Chooklin, C.S., Dikit, P., & Meeboon, N. (2018). Application of banana peel as a carbon source for biosurfactant production from bacteria Isolated from used lubricating oil contaminated soil. **Wichcha Journal Nakhon Si Thammarat Rajabhat University**, 37, 41-42.

Vendruscolo, F., Schmidell, W., Moritz, D.E., Bühler, R.M.M., de Oliveira, D. & Ninow, J.L. (2016). Isoelectric point of amino acid: Importance for monascus pigment production. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, 5, 179-185.

ประสิทธิภาพของน้ำยาต่อการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันแบบระยะสั้นในตู้เย็น

The effect of different extenders on short-term chill storage of Slender walking catfish (*Clarias nieuhofii*) semen

ณิศา มาชู[1*]

Nisa Machoo[1*]

บทคัดย่อ

ปลาดุกลำพันมีแหล่งอาศัยในป่าพรุ เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ มีปริมาณน้ำเชื้อน้อย วิจัยครั้งนี้จึงศึกษาน้ำยาที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาน้ำเชื้อ โดยศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยา 5 สูตร คือ 0.85%NaCl, 0.9%NaCl, FRS, MC#1 และ BCB เก็บรักษาน้ำเชื้อในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-6°c เป็นเวลา 48 และ 96 ชั่วโมง พบว่า 0.9%NaCl และ FRS เก็บรักษาน้ำเชื้อได้ดีกว่าน้ำยาอื่น ๆ ($P<0.05$) ทั้งนี้มีการวัดปริมาณอิออนในน้ำเลือดของปลาดุกลำพัน พบว่ามี Na^+ ในปริมาณสูง จึงได้ปรับน้ำยาโดยเพิ่มปริมาณโซเดียมคลอไรด์ใน FRS, MC#1 และ BCB นำมาเก็บรักษาน้ำเชื้ออีกครั้ง พบว่าน้ำยาหลังปรับให้ผลการเก็บรักษาน้ำเชื้อในทำนองเดียวกับก่อนปรับ แสดงว่าการเพิ่มปริมาณ NaCl ไม่มีผลต่อการมีชีวิตของอสุจิปลาดุกลำพัน ทั้งนี้พบว่าโซเดียมคลอไรด์ก็ไม่ควรน้อยกว่า 0.9% เพราะ 0.85%NaCl มีประสิทธิภาพด้อยกว่า 0.9%NaCl เนื่องจาก 0.85%NaCl มีอสุจิเคลื่อนไหวก่อนการเก็บรักษา 1-2% ผลศึกษาครั้งนี้ 0.9%NaCl มีประสิทธิภาพเก็บรักษาน้ำเชื้อได้ดี (เก็บรักษา 96 ชั่วโมง มีอสุจิเคลื่อนไหว 5.33% ผสมติด 26.48% ฟักเป็นตัว 14.17%) ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับ FRS ซึ่งมีส่วนประกอบของสารเคมีหลายชนิด ดังนั้นถ้าจะเก็บรักษาน้ำเชื้อ หรือเจือจางน้ำเชื้อปลาดุกลำพันควรใช้ 0.9%NaCl ซึ่งเตรียมได้ง่าย หาได้สะดวกเนื่องจากมีจำหน่ายในร้านขายยาทั่วไป ไม่ต้องเสียเวลาเตรียมเอง

คำสำคัญ: สูตรน้ำยา , น้ำเชื้อ , ปลาดุกลำพัน , การเก็บรักษา , แบบระยะสั้น

[1] ผศ. สาขาวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** mod1545@gmail.com

Abstract

Slender walking catfish (*Clarias nieuhofii*) has been found in a natural habitat in swamp forest and considered as a rare and endangered fish species. This research studied the optimal extenders on short-term chill storage of slender walking catfish semen by using 5 different extenders, 0.85% NaCl, 0.9% NaCl, FRS (Frog Ringer Solution), MC#1 (Modified Cortland’s #1) and BCB (bicarbonate buffer). All samples were stored at 0-6°C refrigerator for 48 and 96 hours. The results showed that extenders FRS was not statistically different from 0.9% NaCl ($p>0.05$) and gave the better quality of the fish semen than others. The amount of ions in the blood of the catfish analysis showed that the amount of Na^+ was high. Therefore, the extenders were adjusted by increasing sodium chloride content in FRS, MC # 1 and BCB solutions for storage of semen. It was found that the results were not different before adjusting. For this reason, it was indicated that increasing of NaCl was not stimulate sperm motility of slender walking catfish. However, the use of sodium chloride should not be less than 0.9% because 0.85%NaCl showed that the sperm motility was determined as 1-2% before storage. The results of this study found that the 0.9% NaCl extender was not statistically different ($p>0.05$) and higher effectiveness of storage (96 hrs storage, 5.33% sperm motility, 26.48% fertilization rate, 14.17% fertilization rate) than FRS. Finally, it is necessary to keep the fish semen for further use in the short period of time, a 0.9 percent saline solution can be easily effectively used and prepared.

Keywords: extender , semen , *Clarias nieuhofii* , chill storage , short-term

บทนำ

ปลาดุกลำพันเป็นปลาน้ำจืดไม่มีเกล็ด ลำตัวค่อนข้างยาว มีจุดขาวเรียงขวางกับลำตัว ทำให้มีความสวยงาม คนบางกลุ่มจึงเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม เนื้อมีรสชาติดีเป็นที่นิยมของผู้บริโภค จึงทำให้ปลาดุกลำพันมีราคาค่อนข้างสูง ปลาดุกลำพันมีแหล่งอาศัยในพื้นที่ป่าพรุ ซึ่งหมายถึงพื้นดินที่ข้างบนแข็ง ข้างล่างเป็นหล่มเลน เป็นพื้นที่ลุ่มมีน้ำขัง มีการสะสมตัวของซากพืช และอินทรียวัตถุจำนวนมาก สีของน้ำในพรุเป็นสีน้ำตาล มีสภาพความเป็นกรดระหว่าง 4.5-6.0 (ศูนย์วิจัยและศึกษาธรรมชาติป่าพรุสิรินธร, 2540) ปลาดุกลำพันจึงเป็นปลาที่มีความอดทนสูง เพราะสามารถปรับตัวเจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้ในพื้นที่ป่าพรุซึ่งดินมีความเป็นกรด จากการศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาดุกลำพัน ของศราวุธ และคณะ (2538) พบว่าปลาดุกลำพันมีน้ำเชื้อตลอดปี แต่น้ำเชื้อจะแก่สมบูรณ์ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ซึ่งอยู่ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม โดยค่า GSI มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละเดือนของรอบปี แต่บริเวณน้ำเชื้อมีค่อนข้างน้อย โดยถุงน้ำเชื้อในช่วงฤดูผสมพันธุ์มีน้ำหนักระหว่าง 1.29-3.16 กรัม/ตัว

ปลาดุกลำพันสามารถนำมาเพาะเลี้ยงในสภาพน้ำจืดทั่วไปได้ ในการเพาะขยายพันธุ์ใช้วิธีการฉีดฮอร์โมนผสมเทียม ซึ่งต้องฆ่าปลาตัวผู้เพื่อนำอัณฑะมาตัดหรือบี้ให้แตกให้ได้น้ำเชื้อ ตอนนี้ต้องใช้น้ำยาในการเจือจางโดยปลาดุกทั่วไปส่วนใหญ่จะใช้น้ำเกลือ 0.6-0.85% ทั้งนี้ในการใช้น้ำเกลือถ้าความเข้มข้นไม่เหมาะสมก็จะส่งผลให้อสุจิมีการเคลื่อนไหวก่อนนำไปใช้ผสมกับไข่ ทำให้การผสมติดต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากในสภาวะปกติอสุจิที่อยู่ในอัณฑะหรือที่รีดออกมาจะไม่มีการเคลื่อนไหว แต่จะเคลื่อนไหวเมื่อได้รับการกระตุ้น โดยการเจือจางด้วยน้ำ หรือสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าของเหลวในน้ำเชื้อ (seminal fluid) ซึ่งประกอบด้วยอิออนต่าง ๆ ได้แก่ Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, และ Cl^- เป็นต้น ซึ่งส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้จะมีชนิดและปริมาณแตกต่างกันตามชนิดหรือกลุ่มของปลา (Suquet et al., 1993) เช่น Billard et al. (1995) ได้ศึกษาในปลาไน พบว่า อสุจิจะไม่เคลื่อนไหว เมื่ออยู่ใน genital tract ของเพศผู้ แต่จะเริ่มเคลื่อนไหวเมื่อถูกปล่อยลงสู่น้ำจืด ซึ่ง osmotic presume ลดลง ในการเจือจางด้วยน้ำจืด โครงสร้างของ flagellum จะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว และการเคลื่อนไหวจะหยุดภายใน 30 วินาที ในขณะที่เจือจางในสารละลาย 50 mM NaCl ซึ่งมี osmotic เพียงพอต่อการเริ่มเคลื่อนไหวของอสุจิ โครงสร้างของ flagellum มีคุณสมบัติคงเดิม และการเคลื่อนไหวค่อย ๆ ลดลงภายใน 1 นาที ในทำนองเดียวกัน Billard and Cosson (1992) ศึกษาการเคลื่อนไหว (motility) ของอสุจิปลา trout และ carp โดยทำการเจือจางน้ำเชื้อ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกจะเจือจางน้ำเชื้อในน้ำยา (80 mM NaCl, 60 mM KCl, 25 mM Tris) ที่ไม่กระตุ้นการเคลื่อนไหวของอสุจิในอัตรา 1:100 เนื่องจากน้ำเชื้อปลาจะข้นและเหนียวมาก ครั้งที่ 2 จะเจือจางด้วยน้ำ ใช้อัตราส่วน 1:20 โดยทำภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าอสุจิมี motility สูง มีความถี่ประมาณ 60 Hz จะเคลื่อนไหวเป็นวงกว้างเส้นผ่าศูนย์กลาง >400 μm อัตราความเร็ว 250 μm/sec ซึ่งจะเกิดขึ้นภายใน 20 วินาที หลังเจือจางด้วยน้ำ หลังจากนั้นอสุจิจะเคลื่อนไหวด้วยความถี่ลดลง <10 Hz และจะหยุดเคลื่อนไหวในที่สุด ภายใน 40 วินาที

การเก็บรักษาน้ำเชื้อปลามีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานทางด้านเพาะพันธุ์ปลา การเก็บรักษาน้ำเชื้อปลามีจุดประสงค์เพื่อยืดระยะเวลาในการมีชีวิตของอสุจิปลาให้นานขึ้นหลังรีด หรือผ่าอัณฑะออกมาจากตัวปลาเพศผู้ สามารถทำได้ 2 แบบ คือ การเก็บรักษาแบบระยะสั้นเป็นการเก็บรักษาในตู้เย็นหรือถังน้ำแข็งอุณหภูมิสูงกว่า 0 องศาเซลเซียสเล็กน้อย และการเก็บรักษาแบบระยะยาวเป็นการเก็บแช่แข็งในถังไนโตรเจนเหลวอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส แต่ทั้งนี้ไม่ว่าการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาจะทำโดยวิธีใดก็ตาม ต้องใช้สูตรน้ำยาเพื่อเจือจางน้ำเชื้อก่อนการเก็บรักษา โดยสูตรน้ำยาที่ใช้ต้องเหมาะสมกับน้ำเชื้อปลาชนิดนั้น ๆ เพื่อให้อสุจิมีชีวิตได้นานที่สุด โดยน้ำยาที่ใช้เจือจางน้ำเชื้อจะมีส่วนประกอบทางเคมีที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ประกอบด้วยอิออนต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับที่ปรากฏในน้ำเลือดของปลา มีแรงดันออสโมติกใกล้เคียงที่สุดกับแรงดันออสโมติกของน้ำเลือด น้ำยาจะประกอบด้วยสารเคมีที่ทำหน้าที่ควบคุมความเป็นกรด-ด่าง เป็นแหล่งพลังงาน และสารเคมีบางตัวทำหน้าที่ต้าน หรือทำลายพิษจากของเสียที่ขับถ่ายออกมาจากเซลล์ หรือมีส่วนประกอบที่เป็นยาปฏิชีวนะเพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งนี้การปรับปรุงน้ำยาบางสูตร บางครั้งไม่ได้อาศัยทฤษฎีหรือการทดลองใด ๆ เป็นการชี้นำการปรับปรุงนั้นแต่เป็นการกระทำจากผลการลองผิดลองถูกเป็นเกณฑ์ (กฤษณ์, 2536)

การเก็บรักษาแบบระยะสั้น เป็นการเก็บรักษาในตู้เย็น หรือถังน้ำแข็งอุณหภูมิ สูงกว่า 0 องศาเซลเซียสเล็กน้อย ซึ่งการเก็บรักษาน้ำเชื้อด้วยวิธีนี้ สามารถเก็บได้ทั้งสภาพเข้มข้น หรือเจือจางด้วยสารละลายที่มีความเหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลา เช่น นิศา และกฤษณ์ (2538) ทดลองเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกอุยในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-6 องศาเซลเซียส

นาน 72 ชั่วโมง ในน้ำยา 8 สูตร คือ MC#1, FRS, 0.8% NaCl และ HCO_3 ส่วนสูตรที่ 5-8 เป็นสูตรที่ได้จากการปรับแรงดันออสโมติกสูตรน้ำยา สูตรที่ 1-4 ให้ได้ค่าประมาณ 300 mOsm แล้วนำน้ำเชื้อที่เก็บรักษามาตรวจคุณภาพ โดยดูเปอร์เซ็นต์อสุจิที่เคลื่อนไหวและอัตราการปฏิสนธิ พบว่าในน้ำยาสูตรที่ 1-4 สูตร 0.8%NaCl สามารถเก็บน้ำเชื้อได้สูงสุด คือ มีเปอร์เซ็นต์อสุจิที่เคลื่อนไหว 6.22±1.56 อัตราการปฏิสนธิ 22.96±11.13 (~34% ของน้ำเชื้อสด) ส่วนสูตรน้ำยาที่ปรับความดันออสโมติก (สูตรที่ 5-8) พบว่าทุกสูตรมีความสามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อได้ดีกว่าสูตรที่ 1-4 แต่สูตร 0.85%NaCl (281 mOsm) สามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกอุยได้ดีที่สุด คือ มีเปอร์เซ็นต์อสุจิที่เคลื่อนไหว 8.89±1.11 และเปอร์เซ็นต์การปฏิสนธิ 45.17±13.3 (~ 56% ของน้ำเชื้อสด) ผลการทดลองทำนองเดียวกัน จากการศึกษาของอนงคณ์ และกฤษณ์ (2539) ทดลองเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาสวายในตู้เย็น 0-6 องศาเซลเซียส ในน้ำยากลุ่ม bicarbonate หรือ modified bicarbonate buffer, น้ำเกลือ (0.8 และ 0.85% NaCl), frog Ringers's solution (FRS) และ calcium-free Hank's balanced salt solution (C-FHBSS) พบว่า 0.85%NaCl (282 mOsm/kg pH 7.0) เก็บรักษาน้ำเชื้อปลาได้ดีที่สุดคือ เมื่อเก็บนาน 78 และ 150 ชั่วโมง มีอสุจิเคลื่อนไหว 70±0 และ 36.7±3.3 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการปฏิสนธิ 59.1±4.5 และ 45.7±5.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยาในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันแบบระยะสั้นในตู้เย็น ซึ่งถ้าทราบสูตรน้ำยาที่เหมาะสมกับน้ำเชื้อปลาดุกลำพัน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะขยายพันธุ์ปลาดุกลำพัน ในขั้นตอนการเจือจางน้ำเชื้อจากอัณฑะ เนื่องจากปลาดุกลำพันไม่สามารถรีดน้ำเชื้อได้ อีกทั้งการเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบระยะสั้นในตู้เย็น หรือถังน้ำแข็งใช้แก้ปัญหาในยามขาดแคลนพ่อปลา หรือใช้เก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่แข็งในถังไนโตรเจนเหลวอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส ต่อไป ซึ่งสามารถรักษาเซลล์อสุจิให้มีชีวิตได้นานเป็นปี มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการอนุรักษ์พันธุ์ปลาที่หายากเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์อย่างปลาดุกลำพัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 เก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-6 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำยา ดังตารางที่ 1 จำนวน 5 สูตร [0.85%NaCl, 0.9%NaCl, FRS (Frog Ringer' Solution), MC#1 (Modified Cortland's #1), BCB (bicarbonate buffer)] และชุดควบคุม ซึ่งเป็นน้ำเชื้อสดเก็บรักษาโดยไม่ใส่น้ำยา [ชุดควบคุม 1 (น้ำเชื้อสดเก็บรักษา)] และการทดลองที่ 2 มีการปรับสูตรน้ำยาจากการทดลองที่ 1 โดยการเพิ่มโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในน้ำยาสูตร FRS, MC#1 และ BCB จำนวน 8.5 กรัม/ลิตร เรียกชื่อใหม่เป็น FRS-1, MC#1-1 และ BCB-1 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 ส่วนการดำเนินการอื่น ๆ จะเหมือนกันดังนี้

การวางแผนการทดลอง

ใช้การทดลองแบบ 6×2 แฟกทอเรียลในการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อกอย่างสมบูรณ์ (Randomized Completely Blocks Design; RCBD) โดยกำหนดเป็น 12 ชุดการทดลอง ซึ่งมี 2 ปัจจัย คือ สูตรน้ำยาในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพัน จำนวน 5 สูตร [0.85%NaCl, 0.9%NaCl, FRS (Frog Ringer' Solution), MC#1 (Modified Cortland's #1), BCB (bicarbonate buffer)] และชุดควบคุม ซึ่งเป็นน้ำเชื้อสดมาเก็บรักษาโดยไม่ใส่น้ำยา และปัจจัยจำนวนชั่วโมงที่เก็บรักษาน้ำเชื้อ 2 ระดับ (48 และ 96 ชั่วโมง) ชุดละ 3 ซ้ำ ซึ่งใช้พ่อแม่ปลาคนละช่วงเวลา (block) ทั้งนี้ในแต่ละซ้ำในการเก็บรักษาน้ำเชื้อจะใช้พ่อปลา 5 ตัว (พ่อปลาแต่ละตัวจะตัดอัณฑะแบ่งเท่า ๆ กัน ตามจำนวนสูตรน้ำยาและชุดควบคุม)

การเตรียมน้ำยา

ชั่งสารเคมีตามส่วนประกอบของน้ำยาแต่ละสูตร ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ละลายในน้ำกลั่น และเติมสารปฏิชีวนะ ซึ่งจะใช้ Penosep (ประกอบด้วย penicillin และ streptomycin) 1 กรัม ต่อปริมาตรน้ำยา 1,000 มิลลิลิตร นำน้ำยาที่เตรียมเสร็จแล้วใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-6 องศาเซลเซียส

การเตรียมน้ำเชื้อ

เลือกพ่อพันธุ์ปลาดุกลำพันที่แข็งแรงสมบูรณ์ ไม่เป็นโรค ไม่บอบช้ำ มีน้ำหนัก 320-420 กรัม และความยาว 37-42 เซนติเมตร มาฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ suprefact ระดับความเข้มข้น 5 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ร่วมกับ motilium 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เพื่อกระตุ้นให้พ่อพันธุ์ปลาผลิตน้ำเชื้อเพิ่มขึ้น โดยหลังฉีดฮอร์โมนประมาณ 10 ชั่วโมง จะทำการผ่าท้องปลาดุกลำพันเพศผู้เพื่อเอาอัณฑะไปใช้ในการทดลอง เพื่อให้สะดวกในการเรียกน้ำเชื้อในการทดลอง จึงได้กำหนดนิยามน้ำเชื้อไว้ดังนี้

1. น้ำเชื้อสด หมายถึง น้ำเชื้อที่ได้จากการบีบน้ำเชื้อจากพูอัณฑะ ทำโดยตัดพูอัณฑะให้แตกแล้วใช้มือบีบให้น้ำเชื้อหยดใส่ microcentrifuge tube ขนาด 2 มิลลิลิตร ซึ่งใช้ในชุดควบคุม 1 (น้ำเชื้อสดเก็บรักษา) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับน้ำเชื้อเจือจางในน้ำยาแต่ละสูตรเท่านั้น

2. น้ำเชื้อสดเจือจาง หมายถึง น้ำเชื้อที่ได้จากการนำอัณฑะมาบดบี้ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนน้ำเชื้อต่อน้ำเกลือ เท่ากับ 1:6 (อัณฑะ 1 กรัมต่อน้ำเกลือ 6 มิลลิลิตร) ซึ่งใช้ในชุดควบคุม 2 (น้ำเชื้อสดเจือจาง) เพื่อใช้เปรียบเทียบในขั้นตอนการเพาะฟัก ดูคุณภาพของน้ำเชื้อสด และไข่สด ที่ใช้ในการเพาะฟักครั้งนั้น ๆ เท่านั้น

3. น้ำเชื้อเจือจาง หมายถึง น้ำเชื้อที่ได้จากการนำอัณฑะมาบดบี้ในน้ำยาสูตรต่าง ๆ อัตราส่วนน้ำเชื้อต่อน้ำยาเท่ากับ 1:6 (อัณฑะ 1 กรัมต่อน้ำยา 6 มิลลิลิตร) โดยนำอัณฑะมาตัดแบ่งส่วนให้เท่า ๆ กันสำหรับน้ำยาแต่ละสูตร บดและบี้อัณฑะให้แตกในน้ำยา ดูดเอาส่วนที่เป็นของเหลวใส่หลอด microcentrifuge tube ขนาด 2 มิลลิลิตร เพื่อเก็บรักษา นำน้ำเชื้อเจือจางด้วยน้ำยาทั้ง 5 สูตร คือ 0.85%NaCl, 0.9%NaCl, FRS, MC#1 และ BCB มาเก็บรักษาแบบระยะสั้นในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-6 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับชุดควบคุม 1 (น้ำเชื้อสดเก็บรักษา) ซึ่งเป็นน้ำเชื้อสดเก็บรักษาโดยไม่ใส่น้ำยา เป็นระยะเวลา 48 และ 96 ชั่วโมง แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อจากการดูเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนไหวของอสุจิ (motile spem) ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดูอัตราการผสมติด (fertilization) กับไข่จากแม่ปลาดุกลำพัน และอัตราฟักเป็นตัว (hatching) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม 2 (น้ำเชื้อสดเจือจาง)

การตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ

1. ประเมินการเคลื่อนไหวของอสุจิ

การประเมินการเคลื่อนไหวของอสุจิ (motile sperm) ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (100x) ซึ่งเป็นการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนไหวของอสุจิทั้งในน้ำเชื้อสด น้ำเชื้อสดเจือจาง และน้ำเชื้อเจือจางก่อนหรือหลังการเก็บรักษา โดยหยดน้ำกลั่น (20 ไมโครลิตร) บนสไลด์ ใช้ปลายไม้จิ้มฟันพลาสติกแตะตัวอย่างน้ำเชื้อ (~1 ไมโครลิตร) ลงบนสไลด์ใกล้หยดน้ำ แล้วลากน้ำมาสัมผัสกับน้ำเชื้อในขณะมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ ประเมินอสุจิที่เคลื่อนไหวเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยให้ 100% สำหรับอสุจิที่เคลื่อนไหวทั้งหมดภายใน field ที่มองผ่านกล้อง ให้ 50% สำหรับอสุจิที่เคลื่อนไหวเพียงครึ่งหนึ่งของ field และให้เปอร์เซ็นต์ลดหลั่นกันตามการเคลื่อนไหวที่มองผ่านกล้อง และให้ 0 % สำหรับอสุจิที่ไม่มีการเคลื่อนไหวเลย

2. ประเมินอัตราการผสมติด

การประเมินอัตราการผสมติด หรือปฏิสนธิ เป็นการตรวจความสามารถของอสุจิในน้ำเชื้อที่เก็บรักษาในการเข้าผสมกับไข่สด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม 2 (น้ำเชื้อสดเจือจาง) โดยนับจำนวนไข่ดี-ไข่เสีย ซึ่งไข่ดีจะมีลักษณะสีน้ำตาลโปร่ง

แสง ส่วนไข่เสียจะมีลักษณะสีขาวขุ่นทึบแสง โดยตรวจนับที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังการผสมเทียม ซึ่งจะเป็นไข่ระยะที่มองเห็นแกนกลางของร่างกายชัดเจนขึ้น (กฤษณะ และคณะ, 2551) จะได้ประเมินไข่ดีไข่เสียได้ถูกต้อง เพื่อดูอัตราการผสมติดตามสูตรดังนี้

$$\text{อัตราการผสมติด} = \frac{\text{จำนวนไข่ดี} \times 100}{\text{จำนวนไข่ดี + ไข่เสีย}}$$

3. ประเมินอัตราการฟักเป็นตัว

การประเมินอัตราการฟักเป็นตัว เป็นการนับจำนวนลูกปลาทั้งหมดที่ได้ เพื่อดูอัตราการฟักเป็นตัวของลูกปลา ทั้งนี้อัตราการฟักเป็นตัวคิดจากจำนวนไข่ดี เนื่องจากในการเพาะฟักจะดูดไข่เสียทิ้ง ตามสูตรดังนี้

$$\text{อัตราการฟักเป็นตัว} = \frac{\text{จำนวนลูกปลา} \times 100}{\text{จำนวนไข่ดี}}$$

ตรวจคุณสมบัติทางเคมีของของเหลวในน้ำเลือดของปลาดุกลำพัน

ของเหลวในน้ำเลือด (blood serum) ของปลาดุกลำพัน ได้จากการนำปลามาดูดเลือด และนำน้ำเลือดมาใส่หลอด centrifuge tube แล้วนำมาปั่น (centrifuge) ที่ 8,000 g นาน 15 นาที ก็จะได้ส่วนที่เป็นของเหลวใส ๆ อยู่ด้านบนของหลอด ซึ่งก็คือ blood serum นำมาตรวจวัดหาปริมาณของธาตุต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบ ด้วยวิธีทดสอบ ICP-OES (Inductively Couple Plasma-Optical Emission Spectrometer)

ตารางที่ 1. ส่วนประกอบทางเคมี และ pH ของน้ำยาสูตรต่าง ๆ เพื่อเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพัน ในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-6 องศาเซลเซียส ในการทดลองที่ 1

ส่วนประกอบ (กรัม)	สูตรน้ำยา				
	0.85%NaCl	0.9%NaCl	FRS	MC#1	BCB
NaCl	8.50	9.00	6.50	1.88	-
KCl	-	-	0.14	7.20	-
$CaCl_2.2H_2O$	-	-	0.16	0.17	-
NaH_2PO_4	-	-	-	0.36	-
$NaHCO_3$	-	-	0.20	-	-
$MgSO_4.7H_2O$	-	-	0.39	0.23	-
glucose	-	-	-	1	-
$KHCO_3$	-	-	-	-	12.50
sucrose	-	-	-	-	85.50
reduced glutathione	-	-	-	-	3.00
น้ำกลั่น	เติมจนครบ 1,000 มิลลิลิตร				
pH	6.2	6.5	7.6	5.2	8.9

ตารางที่ 2. ส่วนประกอบทางเคมี และ pH ของน้ำยาสูตรต่าง ๆ เพื่อเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพัน ในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-6 องศาเซลเซียส ในการทดลองที่ 2

ส่วนประกอบ (กรัม)	สูตรน้ำยา				
	0.85%NaCl	0.9%NaCl	FRS-1	MC#1-1	BCBCB-1
NaCl	8.50	9.00	8.50	8.50	8.50
KCl	-	-	0.14	7.20	-
$CaCl_2.2H_2O$	-	-	0.16	0.17	-
NaH_2PO_4	-	-	-	0.36	-
$NaHCO_3$	-	-	0.20	-	-
$MgSO_4.7H_2O$	-	-	0.39	0.23	-
glucose	-	-	-	1.00	-
$KHCO_3$	-	-	-	-	12.50
sucrose	-	-	-	-	85.50
reduced glutathione	-	-	-	-	3.00
น้ำกลั่น	เติมจนครบ 1,000 มิลลิลิตร				
pH	6.2	6.5	7.8	5.6	9.2

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันแบบระยะสั้นในตู้เย็น ในการทดลองที่ 1 ใช้น้ำยา 5 สูตร คือ 0.85%NaCl, 0.9%NaCl, FRS (Frog Ringer' Solution), MC#1 (Modified Cortland's #1) และ BCB (bicarbonate buffer) ซึ่งมีส่วนประกอบของสารเคมีดังตารางที่ 1 เปรียบเทียบกับชุดควบคุม 1 (น้ำเชื้อสดเก็บรักษา) ซึ่งเป็นน้ำเชื้อสดมาเก็บรักษาโดยไม่ใส่น้ำยา เก็บรักษาน้ำเชื้อเป็นระยะเวลา 48 และ 96 ชั่วโมง มีผลการทดลองดังตารางที่ 3 โดยพบว่าน้ำยาสูตร 0.85%NaCl, 0.9%NaCl, FRS และ BCB สามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันให้มีชีวิตอยู่ได้ 96 ชั่วโมง โดยมีการเคลื่อนไหวของอสุจิเฉลี่ย อยู่ในช่วง 0.33-11.65 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการผสมติดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.21-30.61 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการฟักเป็นตัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0-24.70 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุม 1 (น้ำเชื้อสดเก็บรักษา) ซึ่งเป็นน้ำเชื้อสดไม่ได้ใส่น้ำยา พบว่าไม่สามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันได้ เนื่องจากไม่มีอสุจิที่มีชีวิตอยู่เลย ในขณะที่ชุดควบคุม 2 (น้ำเชื้อสดเจือจาง) มีการเคลื่อนไหวของอสุจิ อัตราการผสมติด และอัตราการฟักเป็นตัวเฉลี่ย เท่ากับ 85.00±5.00, 61.10±6.47 และ 59.33±3.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้สูตรน้ำยาที่สามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันได้ดีที่สุด คือ สูตร 0.9%NaCl และ FRS ซึ่งสามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และดีกว่าสูตรอื่น ๆ ($P<0.05$) โดยที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง น้ำยาสูตร 0.9%NaCl มีการเคลื่อนไหวของอสุจิ อัตราการผสมติด และอัตราการฟักเป็นตัวเฉลี่ย เท่ากับ 43.33±15.28, 48.11±6.17 และ 42.51±9.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้ำยาสูตร FRS มีการเคลื่อนไหวของอสุจิ อัตราการผสมติด และอัตราการฟักเป็นตัวเฉลี่ย เท่ากับ 51.67±14.43, 50.63±14.00 และ

47.64±4.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง น้ำยาสูตร 0.9%NaCl มีการเคลื่อนไหวของอสุจิ อัตราการผสมติด และอัตราการฟักเป็นตัวเฉลี่ย เท่ากับ 5.33±4.51, 26.48±4.48 และ14.17±10.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้ำยาสูตร FRS มีการเคลื่อนไหวของอสุจิ อัตราการผสมติด และอัตราการฟักเป็นตัวเฉลี่ย เท่ากับ 11.67±7.64, 30.61±2.67 และ 24.70±2.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังจากการทดลองเก็บรักษาน้ำเชื้อในน้ำยาสูตรต่าง ๆ ในการทดลองที่ 1 มีการตรวจคุณสมบัติทางเคมีของของเหลวในน้ำเลือด (blood serum) ของปลาดุกลำพัน พบว่ามีส่วนประกอบของอิออนชนิดต่าง ๆ ดังตารางที่ 4 ซึ่งอิออนที่พบปริมาณมากที่สุดทั้งในปลาดุกลำพันเพศผู้ และเพศเมีย คือ โซเดียมอิออน (Na^+) มีค่าเฉลี่ย 1,123.60 มิลลิกรัม/ลิตร จึงมีการปรับสูตรน้ำยาในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันอีกครั้ง (ตารางที่ 2) ในการทดลองที่ 2 นำน้ำยาที่ปรับสูตรดังกล่าวมาเก็บรักษาน้ำเชื้อเป็นระยะเวลา 48 และ 96 ชั่วโมง มีผลการทดลองดังตารางที่ 5 ซึ่งมีผลการทดลองทำนองเดียวกับก่อนปรับสูตรน้ำยา โดยสูตรน้ำยาที่สามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันได้ดีที่สุด คือ สูตร 0.9%NaCl และ FRS ซึ่งสามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และดีกว่าสูตรอื่น ๆ ($P<0.05$) ทั้งนี้น้ำยาสูตร MC#1 และ BCB เมื่อเพิ่มโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) จำนวน 8.5 กรัม/ลิตร ก็ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันได้ แสดงว่าการเพิ่มโซเดียมคลอไรด์ ไม่ใช่ปัจจัยที่จะมีผลต่อการมีชีวิตของอสุจิปลาดุกลำพัน แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าน้ำยาสูตร MC#1 มีส่วนประกอบคล้ายน้ำยาสูตร FRS แต่สูตร MC#1 มีปริมาณ KCl ค่อนข้างสูงกว่าสูตร FRS จำนวนมาก ขณะเดียวกันน้ำยาสูตร BCB มีส่วนประกอบของสารเคมีในน้ำยาแตกต่างจากสูตร FRS และสูตรอื่น ๆ ค่อนข้างมาก และมีปริมาณ sucrose ค่อนข้างสูง อาจเป็นปัจจัยส่งผลต่อการมีชีวิตของอสุจิปลาดุกลำพันด้วยหรือไม่ก็ได้ ซึ่งต้องศึกษาต่อไป

ทั้งนี้น้ำยาสูตร 0.85%NaCl มีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันด้อยกว่า0.9%NaCl เพราะน้ำยาสูตร 0.85%NaCl มีการเคลื่อนไหวของอสุจิก่อนการเก็บรักษา 1-2 เปอร์เซ็นต์ น้ำยาสูตร 0.9%NaCl มีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพันได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) กับสูตร FRS ซึ่งมีส่วนประกอบของสารเคมีหลายชนิด และเป็นที่น่าสังเกตอย่างยิ่ง จากการศึกษาของ Vuthiphandchai *et al*. (2009) ที่นำน้ำยาสูตร Calcium- free Hanks' balanced salt solution (Ca-F HBSS) ซึ่งมีส่วนประกอบของสารเคมีใกล้เคียงกับสูตร FRS แตกต่างกันที่สูตร FRS ไม่มี glucose เป็นส่วนประกอบ เมื่อนำไปเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกอุย แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน (48 ชั่งโมง) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การปฏิสนธิ 80.1±3.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใช้น้ำเชื้อสด ในขณะเดียวกัน แจ่มจันทร์ และคณะ (2556) ก็นำน้ำยาสูตร Calcium- free Hanks' balanced salt solution (Ca-F HBSS) ซึ่งประกอบด้วย Nacl 0.8890, KCl 0.0440, $Na_2HPO_4.2H_2O$ 0.0130, $NaHCO_3$ 0.0390, KH_2PO_4 0.0070 $MgSO_4.7H_2O$ 0.0220 และ glucose 0.1110 กรัมต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ผสมด้วยน้ำมะพร้าวสุกต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกลำพัน แช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่งโมง พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การปฏิสนธิ 80.8±5.1 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การฟัก 52.4±11.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่า($P<0.05$) น้ำเชื้อสดที่มีเปอร์เซ็นต์การปฏิสนธิ 97.5±0.4 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การฟัก 75.5±4.1 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3. คุณภาพน้ำเชื้อปลาดุกลำพัน (mean±sd) ภายหลังการเก็บรักษาในน้ำยาสูตรต่าง ๆ (ก่อนปรับสูตรน้ำยา) ที่อุณหภูมิตู้เย็น 0- 6 องศาเซลเซียส นาน 48 และ 96 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 1

สูตรน้ำยา	การเคลื่อนไหวของอสุจิ (%)		อัตราการผสมติด (%)		อัตราการฟักเป็นตัว (%)	
	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
0.85%NaCl	35.00±13.23 ^{c}	3.67±2.31 ^{c}	42.76±15.65 ^{bc}	14.95±4.35 ^{c}	30.51±5.18 ^{c}	11.03±6.25 ^{bc}
0.9%NaCl	43.33±15.28 ^{bc}	5.33±4.51 ^{bc}	48.11±6.17 ^{b}	26.48±4.48 ^{b}	42.51±9.02 ^{b}	14.17±10.63 ^{b}
FRS	51.67±14.43 ^{b}	11.67±7.64 ^{b}	50.63±14.00 ^{b}	30.61±2.67 ^{b}	47.64±4.60 ^{b}	24.70±2.74 ^{b}
MC#1	6.67±2.89 ^{d}	0 ^{d}	16.56±6.16 ^{d}	0 ^{d}	12.17±3.01 ^{d}	0 ^{d}
BCB	11.67±7.64 ^{d}	0.33±0.58 ^{d}	23.86±12.90 ^{d}	1.21±2.10 ^{d}	14.85±2.13 ^{d}	0 ^{d}
ชุดควบคุม 1 (น้ำเชื้อสดเก็บรักษา)	0 ^{d}	0 ^{d}	0 ^{e}	0 ^{d}	0 ^{e}	0 ^{d}
ชุดควบคุม 2 (น้ำเชื้อสดเจือจาง)	83.33±5.77 ^{a}	85.00±5.00 ^{a}	57.33±3.06 ^{a}	61.10±6.47 ^{a}	57.17±4.81 ^{a}	59.33±3.06 ^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่อักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4. อิออนที่พบในของเหลวในน้ำเลือด (blood serum) ของปลาดุกลำพัน

ปลา	อิออนที่พบ (mg/l)			
	Na^{+}	K^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}
ปลาดุกลำพันเพศผู้	1,274	69.54	59.26	10.85
ปลาดุกลำพันเพศเมีย	973.2	52.84	45.54	8.13
ค่าเฉลี่ย	1,123.60	61.19	52.40	9.49

ตารางที่ 5 คุณภาพน้ำเชื้อปลาดุกลำพัน (mean±sd) ภายหลังการเก็บรักษาในน้ำยาสูตรต่าง ๆ (หลังปรับสูตรน้ำยา) ที่อุณหภูมิตู้เย็น 0-6 องศาเซลเซียส นาน 48 และ 96 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 2

สูตรน้ำยา	การเคลื่อนไหวของอสุจิ (%)		อัตราการผสมติด (%)		อัตราการฟักเป็นตัว (%)	
	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
0.85%NaCl	30.00±10.00 ^{c}	3.67±2.31 ^{c}	39.19±9.53 ^{c}	14.95±4.35 ^{c}	31.51±3.65 ^{c}	11.03±6.25 ^{c}
0.9%NaCl	40.00±10.00 ^{b}	6.67±2.89 ^{bc}	48.30±7.59 ^{bc}	16.03±5.74 ^{b}	42.62±7.50 ^{b}	13.77±5.43 ^{bc}
FRS	46.67±15.28 ^{b}	11.67±7.64 ^{b}	47.77±7.35 ^{b}	25.44±2.37 ^{b}	40.37±2.07 ^{b}	24.09±3.72 ^{b}
MC#1	6.67±2.89 ^{de}	3.33±2.89 ^{d}	19.27±4.66 ^{d}	2.42±2.65 ^{d}	12.17±3.01 ^{d}	2.00±2.65 ^{d}
BCB	11.67±7.64 ^{d}	2.00±2.65 ^{de}	24.41±12.23 ^{d}	2.17±2.02 ^{d}	16.68±1.31 ^{d}	1.55±1.88 ^{d}
ชุดควบคุม 1 (น้ำเชื้อสดเก็บรักษา)	0 ^{e}	0 ^{e}	0 ^{e}	0 ^{e}	0 ^{e}	0 ^{e}
ชุดควบคุม 2 (น้ำเชื้อสดเจือจาง)	83.33±5.77 ^{a}	85.00±5.00 ^{a}	54.00±4.00 ^{a}	53.67±7.77 ^{a}	50.67±9.45 ^{a}	52.21±4.02 ^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่อักษรแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

สรุปผลการวิจัย

น้ำเชื้อปลาดุกลำพันสามารถการเก็บรักษาได้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-6 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง หรือ 96 ชั่วโมง โดยใช้น้ำยา Frog Ringer' Solution (FRS) หรือใช้น้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน และประหยัดต้นทุน ประกอบกับน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ สามารถเตรียมได้ง่าย หรือหาซื้อได้สะดวก เนื่องจากมีจำหน่ายในร้านขายยาทั่ว ๆ ไป ไม่ต้องเสียเวลาเตรียมเอง ทั้งนี้ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เหมาะสมกับน้ำเชื้อปลาดุกลำพัน คือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก 0.85%NaCl มีอสุจิบางส่วนมีการเคลื่อนไหวก่อนการเก็บรักษา 1-2 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีประสิทธิภาพด้อยลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กฤษณ์ มงคลปัญญา. (2536). **การเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาแบบแช่แข็ง หลังการ/วิธีการ/ประโยชน์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กฤษณะ เรืองคล้าย, สุภฎา คีรีรัฐนิคม, พันธสิทธ์ โชคสวัสดิกร และอานุช คีรีรัฐนิคม. (2551). "คัพภะวิทยาของปลาดุกลำพัน (*Clarias nieuhofii*). " ใน **รวบรวมเรื่องเต็มฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิชาการ ครั้งที่ 1**; วันที่ 27-29 สิงหาคม 2551 โรงแรมธรรมรินทร์ธนา จังหวัดตรัง. ตรัง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.

แจ่มจันทร์ เพชรศิริ, อัจฉรัตน์ สุวรรณภักดี และสุภฎา คีรีรัฐนิคม. (2556). "เปอร์เซ็นต์การปฏิสนธิและเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ปลาดุกลำพันจากการผสมเทียมโดยใช้น้ำเชื้อสด น้ำเชื้อแช่เย็น และน้ำเชื้อแช่แข็ง." **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**. 16 (3) ฉบับพิเศษ 2556, 139-146.

นิศา ไชยรักษ์ และกฤษณ์ มงคลปัญญา. (2538). "การเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาดุกอุย." ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 94-100.

ศราวุธ เจะโส๊ะ, สุวิมล สี่หิรัญวงศ์ และพรพนม พรหมแก้ว. (2538). "ชีววิทยาบางประการของปลาดุกลำพัน." ใน **รายงานการสัมมนาวิชาการ ประจำปี 2538**. กรุงเทพฯ: กรมประมง, 329-348.

ศูนย์วิจัยและศึกษาธรรมชาติป่าพรุสิรินธร. (2540). **ป่าพรุโต๊ะแดง**. นราธิวาส: นิวธรรมดาการพิมพ์.

อนงคณ์ หัมพานนท์ และ กฤษณ์ มงคลปัญญา. (2539). "การเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาสวายในตู้เย็น." ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 329-338.

Billard, R. and M.P. Cosson. (1992). "Some problems related to the assessment of sperm motility in fresh water fish." **J. Exp. Zool**,. 261, 122-131.

Billard, R., J. Cosson, G. Perchec and O. Linhart. (1995). "Biology of sperm and artificaila reproduction in carp." **Aquaculture**. 129, 95-112.

Suquet, M., G. Dorange, M.H. Omnes, Y. Normant, A. Le Roux and C. Fauvel. (1993). "Composition of the seminal fiuid and ultrastru cturre of the spermatozoa of turbot (socphthalmus maximus)." **J. of Fish Biol**. 42, 509-516.

Vuthiphandchai, V., Thadsri, I. and Nimrat, S. (2009). “Chilled storage of waiking catfish (*Clarias macrocephalusi*) seman.” **Aquaculture**, 296, 58-64.

การศึกษาเปรียบเทียบความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็ง (จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา)

A comparative study on household food Security of farming households in Phru Khuan Kreng Peat Swamp (Nakhon Si Thammarat, Phatthalung and Songkhla Provinces)

รัตนา อุ่นจันทร์[1*] จารีพร เพชรชิต[1] และอยุทธ์ นิสสภา[2]

Rattana Unjan[1*] Jareporn Phetchit[1] and Ayut Nissapa[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนที่มีองค์ประกอบหลัก 3 ด้านที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ การมีอาหาร การเข้าถึงอาหาร และการใช้ประโยชน์จากอาหาร แต่ละองค์ประกอบมีตัวแปรและน้ำหนักที่แสดงความสำคัญที่แตกต่างกัน ผลการเปรียบเทียบ พบว่า ในด้านการมีอาหาร ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลักมีความมั่นคงด้านอาหารมากสุด ร้อยละ 64.7 ด้านการเข้าถึงอาหาร ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลักมีความมั่นคงด้านอาหารมากสุด ร้อยละ 78.1 และด้านการใช้ประโยชน์จากอาหาร ครัวเรือนทุกกลุ่มอาชีพมีความมั่นคงทางอาหารอยู่ในระดับค่อนข้างมั่นคงใกล้เคียงกัน คือ ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมัน ครัวเรือนที่ปลูกยางพารา และครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก คือ ร้อยละ 53.1, 52.9 และ 50.0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในภาพรวมของความมั่นคงทางอาหารพบว่า ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลักมีความมั่นคงด้านอาหารสูงสุด ร้อยละ 61.8 รองลงมาคือครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 55.9 และครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 37.5 และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD พบว่า ครัวเรือนทำนาเป็นอาชีพหลักมีคะแนนความมั่นคงทางอาหารแตกต่างจากครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยความมั่นคงทางอาหารมากกว่าทั้งสามกลุ่ม และคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวอยู่ในระดับมั่นคง

คำสำคัญ: ความมั่นคงด้านอาหาร, ความมั่นคงด้านอาหารของครัวเรือนเกษตรกร, พรุควนเคร็ง

---

[1]อาจารย์, สาขาพัฒนาการเกษตรและธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2]รศ.ดร., ภาควิชาพัฒนาการเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[*]**Corresponding author, E-mail:** rattana.rmutsv@gmail.com

Abstract

This study has its objectives to analyze household food Security in Phru Khuan Kreng Peat Swamp (Nakhon Si Thammarat, Phatthalung and Songkhla provinces). The three main components of food security were analyzed namely (i) food availability, (ii) food access and (iii) food utilization. Each component has different key variables and their relative importance weights. It was found that 64.7 percent of rice farming households had the most secured food availability. In terms of food access 78.1 percent of oil palm farming households were the most secured. The households food utilization was moderately secured by 53. 1, 52. 9 and 50 percent for oil palm, rubber and rice farming households, respectively. The overall household food security revealed 61.8 percent of rice farming households were the most food secured, followed by 55.9 percent of rubber farming households and 37.5 percent of oil palm farming households. and Different test by using LSD found that rice farming households had score food security different from oil palm farming households statistically significant at the .01 level by average point of food security over all three group and average point in stable level.

Keywords: food security, Household food security, Phru Khuan Kreng Peat Swamp

บทนำ

ความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเป็นส่วนหนึ่งของความมั่นคงในชีวิต และต่อเนื่องไปจนถึงความมั่นคงของชาติ เพราะหากเกิดการขาดแคลนอาหารย่อมทำให้คุณภาพชีวิตของประชาชนและครัวเรือนต่ำลง ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศชาติต่อไป ดังนั้นความมั่นคงทางอาหารจึงเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในทางทฤษฎีนั้นการพิจารณาเกี่ยวกับความมั่นคงทางอาหารจะต้องพิจารณาอย่างน้อยใน 3 ด้าน คือ การมีอาหาร การเข้าถึงอาหาร และการใช้ประโยชน์จากอาหาร (USAID, 1992) การมีอาหารนั้นคือการที่ครัวเรือนสามารถผลิตอาหารเพื่อนำมาบริโภคในครัวเรือนได้เพียงพอ ส่วนทางด้านการเข้าถึงอาหารของครัวเรือนนั้นเป็นการที่ครัวเรือนมีรายได้ที่เพียงพอในการนำไปซื้อหรือจัดหาอาหารมาบริโภคในครัวเรือน และทางด้านการใช้ประโยชน์จากอาหารนั้น หมายถึง การที่ครัวเรือนใช้ประโยชน์จากอาหารอย่างเพียงพอ ได้รับสารอาหารครบถ้วน และเหมาะสมตามหลักโภชนาการ (ศจินทร์ ประชาสันติ์, 2552) ความมั่นคงทางอาหาร ได้กลายเป็นปัญหาความมั่นคงรูปแบบใหม่ที่หลายประเทศกำลังเผชิญและสร้างมาตรการรับมือกับความท้าทายดังกล่าวเพื่อความอยู่รอดของประชากรในประเทศและประชากรโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศกำลังพัฒนา ที่ปัญหานี้กำลังทวีความรุนแรงมากขึ้น อันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ การเกิดวิกฤตด้านพลังงาน ความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมและการให้ความสำคัญของการผลิตพืชอาหารลดลง เน้นการผลิตพืชพลังงานมากขึ้น จึงทำให้ราคาพืชอาหารสูงขึ้น จนทำให้ประชากรที่ยากจนไม่สามารถเข้าถึงอาหารได้

สถานการณ์ด้านอาหารของพื้นที่พรุควนเคร็งนั้นในอดีต เกษตรกรมีอาชีพหลักทางการเกษตรและเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ การทำนาข้าว ประมง หากระจูด และสานกระจูด แต่ปัจจุบันนี้พื้นที่ส่วนใหญ่มีการแปรสภาพจากการทำนามาปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะการทำนาและพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ได้รับผลตอบแทนที่ไม่คุ้มกับการ

ลงทุน เนื่องจากมีปัญหาดินเปรี้ยวหรือดินเป็นกรดจากสภาพพื้นที่ที่เป็นป่าพรุ และปัญหาน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานาน โดยพื้นที่ที่ยังมีการปลูกข้าวนั้นส่วนใหญ่เป็นการปลูกข้าวคุณภาพต่ำเพื่อขายให้กับโรงสีเพื่อนำไปทำแป้ง มีเกษตรกรในบางพื้นที่และบางรายเท่านั้นที่ปลูกข้าวไว้บริโภคในครัวเรือน จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้นทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่พรุควนเคร็งเริ่มหันมาปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้น ประกอบกับได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนจากหน่วยงานของรัฐ ซึ่งในอนาคตพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยรวมทั้งพื้นที่พรุควนเคร็งมีแนวโน้มที่จะมีการปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้น จึงคาดว่าจะทำให้มีความเสี่ยงในความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนและของพื้นที่ในอนาคต เนื่องจากพื้นที่ผลิตอาหารมีจำนวนน้อยลง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรที่ประกอบอาชีพปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก และครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลักในพื้นที่พรุควนเคร็ง ที่มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา เพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ได้ตระหนักถึงความมั่นคงทางอาหารในแต่ละด้านของครัวเรือนภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกร เพื่อนำไปกำหนดแนวทางการส่งเสริมการประกอบอาชีพของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็ง (จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ และใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา เพื่อวัดระดับความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนในพื้นที่พรุควนเคร็ง (จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา) โดยมีระเบียบวิธีวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก ครัวเรือนทำนาเป็นอาชีพหลัก และครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก ในพื้นที่พรุควนเคร็ง จำนวน 2,005 ครัวเรือน จากครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก 642 ครัวเรือน ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก 682 ครัวเรือน และครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก 681 ครัวเรือน กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 5 ของจำนวนประชากรและใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) ของแต่ละกลุ่มอาชีพ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538) ซึ่งจากการสุ่มครั้งนี้ได้ตัวอย่างจำนวน 32, 34 และ 34 ครัวเรือน สำหรับครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก และครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก ตามลำดับ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลจากประชากรครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการหาค่าน้ำหนักของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้ ทำโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบมีส่วนร่วมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยเฉพาะผู้นำท้องถิ่นและเจ้าหน้าที่เกษตรในพื้นที่พรุควนเคร็ง เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์คือใช้แบบสอบถามเชิงโครงสร้างเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำการเปรียบเทียบหาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรต่างๆ ใน

องค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน รวมทั้งการหาค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ 3 ด้าน คือ การมีอาหาร การเข้าถึงอาหาร และการใช้ประโยชน์จากอาหารของความมั่นคงทางอาหาร จากนั้นนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเพื่อนำค่าไปคำนวณหาค่าน้ำหนักของแต่ละองค์ประกอบโดยใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ทำการเปรียบเทียบรายคู่ (pair comparison) ตามหลักของการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบมีส่วนร่วมและกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (analytic hierarchy process หรือ AHP) (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล, 2542; Saaty, 2012; Saaty and Vargas, 1994 และ Saaty, 2008)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา เป็นการอธิบายลักษณะทั่วไปของครัวเรือน โดยใช้ค่าเฉลี่ย และร้อยละโดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) การมีอาหารของครัวเรือน (household food availability) ประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ได้แก่ (1.1) ตัวแปรที่ดินทั้งหมด (ไร่) คำนวณจากที่ดินทำกินทั้งหมดของเกษตรกร ถ้าครัวเรือนไม่มีที่ดิน ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 0 ถ้าครัวเรือนมีขนาดที่ดินน้อยกว่า 19 ไร่ ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 และถ้าครัวเรือนมีขนาดที่ดินมากกว่า 19 ไร่ ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555) (1.2) ตัวแปรผลผลิตข้าวในรอบปีที่ผ่านมา (กิโลกรัม) คำนวณจากผลิตข้าวที่ได้ของครัวเรือนในรอบปีที่ผ่านมา ถ้าครัวเรือนไม่มีผลผลิตข้าว ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 0 ถ้าครัวเรือนมีผลผลิตข้าวทั้งหมดของครัวเรือนน้อยกว่า 11,400 กิโลกรัม ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 ถ้าครัวเรือนมีผลผลิตข้าวทั้งหมดของครัวเรือนมากกว่า 11,400 กิโลกรัม ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ, 2545 และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) (1.3) ตัวแปรผลผลิตข้าวสำรองของครัวเรือนในรูปแคลอรี ถ้าครัวเรือนไม่มีผลผลิตข้าวสำรองที่เก็บในรูปปริมาณแคลอรี ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 0 ถ้าครัวเรือนมีปริมาณแคลอรีของข้าวที่สำรองไว้ของครัวเรือนมากกว่า 1,785 กิโลแคลอรี แต่น้อยกว่า 2,550 กิโลแคลอรี ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 และถ้าครัวเรือนมีปริมาณแคลอรีของข้าวที่สำรองไว้ของครัวเรือนมากกว่าหรือเท่ากับ 2,550 กิโลแคลอรี ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2

ตัวแปรทั้ง 3 ตัวนี้ สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$HHFAV = \sum_{j=1}^{3} a_k X_k = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 \qquad (1)$$

เมื่อ HHFAV หมายถึง คะแนนการมีอาหาร

X_1 หมายถึง ค่าคะแนนของตัวแปรที่ดินทั้งหมด

X_2 หมายถึง ค่าคะแนนของผลผลิตข้าวในรอบปีที่ผ่านมา

X_3 หมายถึง ค่าคะแนนของผลผลิตข้าวสำรองของครัวเรือนในรูปแคลอรี

a_1 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร X_1 เท่ากับ 0.576

a_2 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร X_2 เท่ากับ 0.242

a_3 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร X_3 เท่ากับ 0.182

เมื่อได้ค่าการมีอาหารจากสมการแล้วนำค่าที่ได้มาแบ่งกลุ่ม โดยใช้การหาอันตรภาคชั้นซึ่งใช้สูตร (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548) ดังนี้

$$\text{ช่องว่างระหว่างชั้น} = \frac{\text{ค่าคะแนน HHFAV สูงสุด} - \text{ค่าคะแนน HHFAV ต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ซึ่งการแบ่งชั้นแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับไม่มั่นคง ระดับค่อนข้างมั่นคง และระดับมั่นคง

$$\text{ช่องว่างระหว่างชั้น} = \frac{2.00 - 0}{3} = 0.67$$

ระดับไม่มั่นคงมีค่าคะแนนรวมระหว่าง 0.00 – 0.67

ระดับค่อนข้างมั่นคงมีค่าคะแนนรวมระหว่าง 0.68 – 1.35

ระดับมั่นคงมีค่าคะแนนรวมระหว่าง 1.36 – 2.00

2) การเข้าถึงอาหารของครัวเรือน (household food access) ประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้ (2.1) รายได้ทั้งหมดของครัวเรือนในรอบปีที่ผ่านมา (บาท/ครัวเรือน/ปี) กำหนดให้ ถ้าระดับรายได้ของครัวเรือนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 177,428 บาท/ครัวเรือน/ปี ให้คะแนนเท่ากับ 1 ถ้าระดับรายได้ของครัวเรือนมากกว่า 177,428 บาท/ครัวเรือน/ปี ให้คะแนนเท่ากับ 2 (2.2) รายจ่ายด้านอาหารของครัวเรือน (บาท/ครัวเรือน/ปี) ถ้าสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านอาหารมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 ถ้าสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านอาหารน้อยกว่าร้อยละ 50 ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (2.3) ความหลากหลายของประเภทของอาหารที่บริโภคในครัวเรือน ถ้าค่าที่ได้มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 ถ้าค่าที่ได้มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2

เมื่อได้ตัวแปรทั้ง 2 ตัวแล้ว สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$HHFA = \sum_{k=1}^{3} b_k Y_k = b_1 Y_1 + b_2 Y_2 + b_3 Y_3 \qquad (2)$$

เมื่อ HHFA หมายถึง คะแนนการเข้าถึงอาหารของครัวเรือน

Y_1 หมายถึง ค่าคะแนนของรายได้ทั้งหมดของครัวเรือน

Y_2 หมายถึง ค่าคะแนนของรายจ่ายด้านอาหารของครัวเรือน

Y_3 หมายถึง ค่าคะแนนของความหลากหลายของประเภทของอาหารที่บริโภคในครัวเรือน

b_1 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Y_1 เท่ากับ 0.607

b_2 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Y_2 เท่ากับ 0.173

b_3 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Y_3 เท่ากับ 0.231

เมื่อได้ค่าการเข้าถึงอาหารจากสมการแล้วนำค่าที่ได้มาแบ่งกลุ่ม โดยใช้การหาอันตรภาคชั้นซึ่งใช้สูตร (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548) ดังนี้

$$\text{ช่องว่างระหว่างชั้น} = \frac{\text{ค่าคะแนน HHFA สูงสุด} - \text{ค่าคะแนน HHFA ต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ซึ่งการแบ่งชั้นแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับไม่มั่นคง ระดับค่อนข้างมั่นคง และระดับมั่นคง

$$\text{ช่องว่างระหว่างชั้น} = \frac{2.00 - 1}{3} = 0.33$$

ระดับไม่มั่นคงมีค่าคะแนนรวมระหว่าง 1.00 – 1.33

ระดับค่อนข้างมั่นคงมีค่าคะแนนรวมระหว่าง 1.34 – 1.67

ระดับมั่นคงมีค่าคะแนนรวมระหว่าง 1.68 – 2.00

3) การใช้ประโยชน์จากอาหารของครัวเรือน (household food utilization) ประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ดังนี้ (3.1) พลังงานที่ได้รับ (กิโลแคลอรี/คน) กำหนดเกณฑ์ ดังนี้ ถ้าระดับพลังงานของครัวเรือนมีค่าน้อยกว่า 2,000 กิโลแคลอรี/คน/วัน ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 ถ้ามากกว่า 2,000 กิโลแคลอรี/คน/วัน ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (3.2) โปรตีนที่ได้รับคำนวณได้โดยการนำค่าของโปรตีนที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร 18 ชนิด ของสมาชิกในครัวเรือนในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงผ่านมา แล้วนำมารวมกันและนำค่าที่ได้มาเทียบกับระดับโปรตีนที่ควรได้รับต่อวันซึ่งเท่ากับ 52 กรัม/คน/วัน (กรมอนามัย, 2546) ถ้าระดับโปรตีนของครัวเรือนมีค่าต่ำกว่า 52 กรัม/คน/วัน ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 ถ้าระดับโปรตีนของครัวเรือนมีค่า

มากกว่า 52 กรัม/คน/วัน ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (3.3) ระดับพลังงานที่เพียงพอสำหรับผู้ใหญ่ คำนวณโดยนำค่าพลังงานที่ได้รับของครัวเรือนมาเปรียบเทียบกับระดับพลังงานที่ต้องการต่อวันคือ 2,000 กิโลแคลอรี/คน/วัน หากค่าที่ได้น้อยกว่าร้อยละ 70 แสดงว่าไม่เพียงพอ ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 แสดงว่าเพียงพอ ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (3.4) ระดับโปรตีนที่เพียงพอสำหรับผู้ใหญ่ คำนวณโดยการนำค่าโปรตีนที่ได้รับมาเปรียบเทียบกับความต้องการของโปรตีนต่อวัน คือ 52 กรัม/คน/วัน หากค่าที่ได้ต่ำกว่าร้อยละ 70 แสดงว่าไม่เพียงพอ ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 แต่ถ้ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 แสดงว่าเพียงพอ ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (3.5) ระดับสารอาหารในผู้ใหญ่ (25 ปีขึ้นไป) สามารถคำนวณโดยหาค่า ดัชนีมวลกาย (BMI) โดยเอาน้ำหนักหารด้วยส่วนสูง แล้วนำมาเทียบกับระดับเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ ปกติ น้ำหนักสูงกว่าเกณฑ์ ซึ่งถ้าค่าที่ได้น้อยกว่า 18.5 (กก./ม ^{2}) ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 0 ถ้าค่าที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 18.5 (กก./ม ^{2}) แต่น้อยกว่า 25 (กก./ม ^{2}) ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 ถ้าค่าที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 25 (กก./ม ^{2}) ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (3.6) ระดับสารอาหารในเด็ก (6-24) ตามสูตรการคำนวณในหัวข้อ 3.5 ซึ่งถ้าค่าที่ได้น้อยกว่า 18.5 (กก./ม ^{2}) ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 0 ถ้าค่าที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 18.5 (กก./ม ^{2}) แต่น้อยกว่า 23 (กก./ม ^{2}) ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 ถ้าค่าที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 23 (กก./ม ^{2}) ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (3.7) ระดับสารอาหารในทารก (0- 5 ปี) ตามสูตรการคำนวณในหัวข้อ 3.5 ซึ่งถ้าค่าที่ได้น้อยกว่า 18.5 (กก./ม ^{2})ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 0 ถ้าค่าที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 18.5 (กก./ม ^{2}) แต่น้อยกว่า 23 (กก./ม ^{2}) ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 1 ถ้าค่าที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 23 (กก./ม ^{2}) ให้ค่าคะแนนเท่ากับ 2 (Mugniesyah and Kosuke, 2004 และ อัจฉรา ทองประดับ, 2552)

เมื่อได้ค่าตัวแปรทั้งหมด 4 ตัวแปรแล้วสามารถนำมาเขียนสมการได้ดังนี้

$$HHFU = \sum_{l=1}^{7} c_l \quad Z_l = c_1 Z_1 + c_2 Z_2 + c_3 Z_3 + c_4 Z_4 + c_5 Z_5 + c_6 Z_6 + c_7 Z_7 \qquad (3)$$

เมื่อ HHFU หมายถึง คะแนนการได้ประโยชน์จากอาหารของครัวเรือน

Z_1 หมายถึง ค่าคะแนนพลังงานที่ได้รับ

Z_2 หมายถึง ค่าคะแนนโปรตีนที่ได้รับ

Z_3 หมายถึง ค่าคะแนนระดับพลังงานที่เพียงพอสำหรับผู้ใหญ่

Z_4 หมายถึง ค่าคะแนนระดับโปรตีนที่เพียงพอสำหรับผู้ใหญ่

Z_5 หมายถึง ค่าคะแนนสถานะสารอาหารในผู้ใหญ่

Z_6 หมายถึง ค่าคะแนนสถานะสารอาหารในเด็ก

Z_7 หมายถึง ค่าคะแนนสถานะสารอาหารในทารก

c_1 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Z_1 เท่ากับ 0.052

c_2 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Z_2 เท่ากับ 0.036

c_3 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Z_3 เท่ากับ 0.036

c_4 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Z_4 เท่ากับ 0.085

c_5 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Z_5 เท่ากับ 0.100

c_6 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Z_6 เท่ากับ 0.228

c_7 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Z_7 เท่ากับ 0.384

เมื่อได้ค่าการใช้ประโยชน์จากอาหารจากสมการแล้วนำค่าที่ได้มาแบ่งกลุ่ม โดยใช้การหาอันตรภาคชั้น เช่นเดียวกันกับการหาชั้นในค่าเข้าถึงอาหาร

4) ความมั่นคงด้านอาหารของครัวเรือน

เมื่อได้ค่าขององค์ประกอบของความมั่นคงอาหารทั้ง 3 ด้าน คือ การมีอาหาร การเข้าถึงอาหาร และการใช้ประโยชน์จากอาหาร แล้วนำค่าที่ได้มารวมกันเพื่อหาค่าความมั่นคงด้านอาหารของพื้นที่พรุควนเคร็ง โดยใช้สมการ ดังนี้

$$HHFS = \sum_{m=1}^{3} w_m A_m = w_1 HHFAV + w_2 HHFA + w_3 HHFU \quad (4)$$

เมื่อ HHFS หมายถึง คะแนนความมั่นคงด้านอาหารของครัวเรือน

HHFAV หมายถึง คะแนนการมีอาหาร

HHFA หมายถึง คะแนนการเข้าถึงอาหาร

HHFU หมายถึง คะแนนการใช้ประโยชน์จากอาหาร

w_1 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร HHFAV เท่ากับ 0.477

w_2 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร HHFA ท่ากับ 0.230

w_3 หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของตัวแปร HHFU ท่ากับ 0.293

เมื่อได้ค่าจากสมการแล้วนำค่าที่ได้มาแบ่งกลุ่ม โดยใช้การหาอันตรภาคชั้น

$$\text{ช่องว่างระหว่างชั้น} = \frac{\text{ค่าคะแนน HHFS สูงสุด} - \text{ค่าคะแนน HHFS ต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ซึ่งการแบ่งชั้นจะแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับไม่มั่นคง ระดับค่อนข้างมั่นคง และระดับมั่นคง เมื่อได้ค่าจากสมการแล้วสามารถนำมาแบ่งระดับความมั่นคงด้านอาหารตามเกณฑ์ ดังนี้

$$\text{ช่องว่างระหว่างชั้น} = \frac{2.00 - 0.523}{3} = 0.49$$

ระดับไม่มั่นคงมีค่าคะแนนรวมระหว่าง	0.523 – 1.01
ระดับค่อนข้างมั่นคงมีค่าคะแนนรวมระหว่าง	1.02 – 1.51
ระดับมั่นคงมีค่าคะแนนรวมระหว่าง	1.52 – 2.00

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถนำเสนอในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

พรุควนเคร็งเป็นพรุขนาดใหญ่แห่งหนึ่งของภาคใต้ รองจากพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส ตั้งอยู่ในบริเวณรอยต่อระหว่างลุ่มน้ำปากพนังตอนล่างและตอนบนของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีเนื้อที่ประมาณ 223,320 ไร่ พื้นที่ครอบคลุม 3 จังหวัด คือ จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา ลักษณะภูมิประเทศ ตั้งอยู่บนที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออกของจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่ในโครงการพัฒนาลุ่มน้ำปากพนังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ จึงเป็นที่ลุ่มชื้นแฉะหรือที่ลุ่มน้ำขัง (inland marsh basin) การประกอบอาชีพของประชากรในพื้นที่พรุควนเคร็งเดิมทำนาเป็นอาชีพหลัก แต่ปัจจุบันได้มีการประกอบอาชีพหลากหลาย เช่น ทำนา ปลูกปาล์มน้ำมัน ปลูกยางพารา ปลูกสนประดิพัทธ์สวนผลไม้ การปลูกและสานกระจูด ปศุสัตว์ ประมง เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ได้เลือก 3 อาชีพหลัก คือ ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก และครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก เพราะเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประชาชนในพื้น

2. การมีอาหาร

การวัดการมีอาหารของครัวเรือนนั้น พิจารณาจากตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ ที่ดินทำกินทั้งหมด เนื่องจากที่ดินเป็นปัจจัยหลักที่สามารถนำมาทำการเพาะปลูกพืชอาหารได้ ถ้าครัวเรือนมีที่ดินก็สามารถผลิตอาหารไว้บริโภคเองได้ และจะเป็นหลักประกันความมั่นคงด้านอาหารของครัวเรือนและสามารถนำผลผลิตข้าวมาแปลงเป็นค่าแคลอรีเพื่อวัดระดับความพอเพียงของการมีข้าวไว้บริโภคในครัวเรือนได้

จากการสำรวจ พบว่า ขนาดที่ดินที่ถือครองเฉลี่ยของเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็ง คือ 19 ไร่ ซึ่งจำแนกตามกลุ่มอาชีพ พบว่า ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลัก และครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลักถือครองที่ดินทำกินมากที่สุดเฉลี่ย 45.25 ไร่ เท่ากัน รองลงมาคือ ครัวเรือนที่ทำนาเป็นหลัก เฉลี่ย 33.39 ไร่ ในส่วนของครัวเรือนเกษตรกรที่ปลูกยางพาราเป็นหลักนั้นมีเกษตรกร 1 รายที่ไม่มีที่ดินทำกินเป็นของตัวเอง

สำหรับผลผลิตข้าวต่อปีนั้น พบว่า ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักมีผลผลิตข้าวมากที่สุดเฉลี่ย 19,542.86 กิโลกรัมต่อปี รองลงมาได้แก่ ครัวเรือนทำนาเป็นหลัก ได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 11,418.18 กิโลกรัมต่อปี และครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นหลัก พบว่ามีผลผลิตข้าวเฉลี่ยน้อยที่สุดเฉลี่ย คือ 7,150 กิโลกรัมต่อปี

ส่วนผลผลิตข้าวสำรองของครัวเรือนในรูปแคลอรี พบว่า ครัวเรือนที่ทำนาเป็นหลัก มีผลผลิตข้าวสำรองของครัวเรือนในรูปแคลอรีมากที่สุด โดยมีผลผลิตข้าวสำรองของครัวเรือนในรูปแคลอรีสูง เฉลี่ย 6,327.51 แคลอรีต่อครัวเรือน รองลงมาได้แก่ครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นหลัก โดยมีผลผลิตข้าวสำรองของครัวเรือนในรูปแคลอรี เฉลี่ย 2,544.88 แคลอรีต่อครัวเรือน เป็นที่น่าสังเกตว่าครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักไม่มีผลผลิตข้าวสำรองของครัวเรือนในรูปแคลอรีเลย ทั้งนี้เนื่องจากครัวเรือนเกษตรกรที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักได้ปลูกข้าวเพื่อส่งให้โรงงานนำไปผลิตแป้ง เพราะข้าวที่ผลิตได้นั้นไม่เป็นที่นิยมนำมาบริโภค

การวิเคราะห์ความมั่นคงด้านอาหารในองค์ประกอบการมีอาหารนั้น พบว่า ครัวเรือนที่ทำนาเป็นหลักมีความมั่นคงด้านอาหารในด้านการมีอาหารมากที่สุดสูงถึง 22 ครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 64.7 ส่วนครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นหลักมีความมั่นคงอาหารค่อนข้างมั่นคงสูงสุดคือ 16 ครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 47.1 ส่วนครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักไม่มีความมั่นคงอาหารอาหารสูงสุดคือ 17 ครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 53.1 เนื่องจากครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักส่วนใหญ่ไม่มีผลผลิตข้าวสำรองในรูปแคลอรีจึงทำให้ส่งผลต่อการมีอาหารของครัวเรือนและความไม่มั่นคงด้านการมีอาหารตามมา (ในตารางที่ 1)

3. การเข้าถึงอาหาร

จากการสำรวจแหล่งที่มาของรายได้ของครัวเรือน พบว่า ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักมีรายได้ทั้งหมดของครัวเรือนในรอบปีที่ผ่านมาสูงที่สุด เฉลี่ย 519,452.69 บาทต่อครัวเรือนต่อปี รองลงมาได้แก่ ครัวเรือนที่ทำนาเป็นหลักมีรายได้ทั้งหมดของครัวเรือนในรอบปีที่ผ่านมา เฉลี่ย 365,843.82 บาทต่อครัวเรือนต่อปี และครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นหลักมีรายได้ทั้งหมดของครัวเรือนในรอบปีที่ผ่านมาน้อยที่สุด เฉลี่ย 319,404.85 บาทต่อครัวเรือนต่อปี

รายจ่ายด้านอาหารของครัวเรือน พบว่า ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักมีรายจ่ายด้านอาหารมากที่สุด เฉลี่ย 55,111.25 บาทต่อครัวเรือนต่อปี รองลงมาคือ ครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นหลัก เฉลี่ย 53,162.35 บาทต่อครัวเรือนต่อปี และครัวเรือนที่ทำนาเป็นหลักมีรายจ่ายด้านอาหารน้อยที่สุด เฉลี่ย 46,076.76 บาทต่อครัวเรือนต่อปี

การวิเคราะห์ความมั่นคงอาหารในองค์ประกอบการเข้าอาหารถึงนั้น พบว่า ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักมีความมั่นคงด้านการเข้าถึงอาหารสูงสุดคือ 25 ครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 78.1 รองลงมาคือครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นหลัก ร้อยละ 73.5 และครัวเรือนที่ทำนาเป็นหลัก ร้อยละ 52.9 ตามลำดับ เนื่องจากครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักนั้นมีรายได้สูงจึงสามารถเข้าถึงอาหารได้มากกว่าอาชีพทำนาเป็นหลักและปลูกยางพาราเป็นหลัก ในองค์ประกอบการเข้าถึงอาหารนั้นไม่มีอาชีพใดที่ไม่มีความมั่นคงอาหาร (ตารางที่ 1)

ตาราง 1 ระดับความมั่นคงด้านอาหารของครัวเรือนในพื้นที่พรุควนเคร็ง (จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา) เปรียบเทียบระหว่างครัวเรือนเกษตรกรที่ทำนาเป็นหลัก ปาล์มน้ำมันเป็นหลัก และยางพาราเป็นหลัก

องค์ประกอบ	มั่นคง (ร้อยละ)			ค่อนข้างมั่นคง (ร้อยละ)			ไม่มั่นคง (ร้อยละ)		
อาชีพ	ปาล์มน้ำมัน	นา	ยางพารา	ปาล์มน้ำมัน	นา	ยางพารา	ปาล์มน้ำมัน	นา	ยางพารา
1. การมีอาหาร	7 (21.9)	**22 (64.7)**	10 (29.4)	8 (25.0)	12 (35.3)	**16 (47.1)**	**17 (53.1)**	- (-)	8 (23.5)
2. การเข้าถึงอาหาร	**25 (78.1)**	**18 (52.9)**	**25 (73.5)**	7 (21.9)	16 (47.1)	9 (26.5)	- (-)	- (-)	- (-)
3. การใช้ประโยชน์จากอาหาร	2 (6.3)	5 (14.7)	8 (23.5)	**17 (53.1)**	**17 (50.0)**	**18 (52.9)**	13 (40.6)	12 (35.3)	8 (23.5)
4. ความมั่นคงด้านอาหารในภาพรวม	12 (37.5)	**21 (61.8)**	**19 (55.9)**	**13 (40.6)**	13 (38.2)	9 (26.5)	7 (21.9)	- (-)	6 (17.6)

หมายเหตุ: ตัวเลขที่เน้น แสดงถึงค่าเข้าข่ายการพิจารณาว่าสำคัญในแต่ละระดับของความมั่นคงด้านอาหาร

4. การใช้ประโยชน์จากอาหาร

สำหรับองค์ประกอบด้านการใช้ประโยชน์จากอาหารของครัวเรือน มีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ พลังงานที่ได้รับและโปรตีนที่ได้รับ เป็นการวัดถึงความเพียงพอของพลังงานและโปรตีนที่ได้จากการบริโภคแต่ละวัน และวัดระดับพลังงานที่เพียงพอ และระดับโปรตีนที่เพียงพอ เพื่อวัดถึงความเพียงพอของสารอาหารที่ได้รับจากการบริโภคในแต่ละวัน

จากการสำรวจพบว่า ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลักได้รับพลังงานการบริโภคอาหารมากที่สุด เฉลี่ย 3,106.95 กิโลแคลอรีต่อคน รองลงมาคือครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก ได้รับพลังงานเฉลี่ย 2,988.67 กิโลแคลอรีต่อคน ส่วนครัวเรือนปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก ได้รับพลังงานน้อยที่สุด เฉลี่ย 1,974.21 กิโลแคลอรีต่อคน

ครัวเรือนที่ทำนาเป็นหลักได้รับโปรตีนมากที่สุด เฉลี่ย 35.91 กรัมต่อคน รองลงมาได้แก่ครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก ได้รับโปรตีนเฉลี่ย 33.81 กรัมต่อคน ส่วนครัวเรือนปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลักได้รับโปรตีนน้อยที่สุด เฉลี่ย 22.65 โดยเกษตรกรของครัวเรือนทุกกลุ่มอาชีพ ได้รับโปรตีนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 52 กรัมต่อคนต่อวัน

สำหรับระดับพลังงานที่เพียงพอสำหรับผู้ใหญ่นั้น พบว่า ส่วนใหญ่ของครัวเรือนในแต่ละกลุ่มอาชีพ ได้รับพลังงานที่เพียงพอสำหรับผู้ใหญ่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 โดยครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลักได้รับพลังงานที่เพียงพอสำหรับผู้ใหญ่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 มากที่สุด คือร้อยละ 85.3 รองลงมาได้แก่ ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 71.9 และครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 67.6

สำหรับระดับโปรตีนที่เพียงพอสำหรับผู้ใหญ่นั้น พบว่า ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลักได้รับโปรตีนที่เพียงพอสำหรับผู้ใหญ่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 มากที่สุด ร้อยละ 90.6 รองลงมา ได้แก่ครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 67.6 และครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 61.8

ระดับสารอาหารในผู้ใหญ่ (25 ปีขึ้นไป) พบว่า ครัวเรือนทุกกลุ่มอาชีพมีระดับสารอาหารในผู้ใหญ่เฉลี่ยใกล้เคียงกัน ส่วนใหญ่มีระดับสารอาหารมากกว่าหรือเท่ากับ 18.5 กิโลกรัม/ความสูง (เมตร) ยกกำลังสอง แต่น้อยกว่า 25 กิโลกรัม/ความสูง (เมตร) ยกกำลัง โดยครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลักมีระดับสารอาหารในปริมาณสูงที่สุด คือร้อยละ 84.4 รองลงมาคือครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 73.5 ครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 67.6

สำหรับระดับสารอาหารในเด็ก (6-24 ปี) พบว่า ครัวเรือนทุกกลุ่มอาชีพมีระดับสารอาหารในทารกเฉลี่ยใกล้เคียงกัน เฉพาะครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก ที่มีระดับสารอาหารในเด็ก (6-24ปี) มากกว่าหรือเท่ากับ 18.5 กิโลกรัม/ความสูง (เมตร) ยกกำลัง แต่น้อยกว่า 23 กิโลกรัม/ความสูง (เมตร) ยกกำลัง ในสัดส่วนที่สูงกว่าครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลักและครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก คือ ร้อยละ 20.6 ส่วนครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก พบว่ามีระดับสารอาหารในเด็ก (6-24 ปี) น้อยกว่า 18.5 กิโลกรัม/ความสูง (เมตร) ยกกำลัง สูงกว่าครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลักและครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก คือ ร้อยละ 37.5

ส่วนระดับสารอาหารในทารก (0- 5 ปี) พบว่า ครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลักมีระดับสารอาหารในทารกสูงที่สุดเฉลี่ย 22.21 กิโลกรัม/ความสูง (เมตร) ยกกำลัง รองลงมาคือครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก เฉลี่ย 20.3 และครัวเรือนที่ปลูปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลักมีระดับสารอาหารในทารกน้อยที่สุดเฉลี่ย 16.12

การพิจารณาความมั่นคงด้านอาหารด้านการใช้ประโยชน์จากอาหาร พบว่า ครัวเรือนทุกกลุ่มอาชีพส่วนใหญ่อยู่ระดับค่อนข้างมั่นคง

5. ความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือน

การวิเคราะห์ความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนจากองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน จำแนกได้เป็น 3 ระดับคือ ไม่มั่นคง ค่อนข้างมั่นคง และมั่นคง พบว่า ความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็งนั้น ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลัก มีความมั่นคงด้านอาหารสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 61.8 รองลงมาคือครัวเรือนที่ปลูกยางพาราเป็นหลัก

ร้อยละ 55.9 ในขณะที่ครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นหลักมีความมั่นคงอาหารในระดับค่อนข้างความมั่นคงและไม่มั่นคงสูงสุด ร้อยละ 40.6 และ 21.9 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตาราง 2 ระดับความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนในภาพรวมตามกลุ่มอาชีพ

อาชีพหลัก	มั่นคง (ร้อยละ)		ค่อนข้างมั่นคง (ร้อยละ)		ไม่มั่นคง (ร้อยละ)	
	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
ปาล์มน้ำมัน	12	37.5	13	40.6	7	21.9
ทำนา	21	61.8	13	38.2	-	-
ยางพารา	19	55.9	9	26.5	6	17.6

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็งจำแนกตามกลุ่มอาชีพ ดังตารางที่ 3 พบว่า มีอย่างน้อยสองกลุ่มอาชีพที่มีระดับความมั่นคงทางอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($F=3.081$, $\alpha<.05$)

ตาราง 3 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็ง จำแนกตามกลุ่มอาชีพ ด้วยการวิเคราะห์ One-Way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	1.142	5	.228	3.081	.011*
ภายในกลุ่ม	13.857	187	.074		
รวม	**14.999**	**192**			

หมายเหตุ: * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และเมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD ดังตารางที่ 4 พบว่า ครัวเรือนทำนาเป็นอาชีพหลักมีคะแนนความมั่นคงทางอาหารแตกต่างจากครัวเรือนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอาชีพหลัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยความมั่นคงทางอาหารมากกว่าทั้งสามกลุ่ม และคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวอยู่ในระดับมั่นคง

ตาราง 4 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็ง จำแนกตามกลุ่มอาชีพเป็นรายคู่ด้วยวิธี LSD

กลุ่มอาชีพ	ปาล์มน้ำมัน	ทำนา	ยางพารา
ปาล์มน้ำมัน			
ทำนา	**		
ยางพารา			

หมายเหตุ: ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อาจกล่าวได้ว่า ความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือน ซึ่งเมื่อพิจารณาในองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ พบว่า การเข้าถึงอาหาร และการใช้ประโยชน์จากอาหารนั้น ครัวเรือนเกษตรกรทุกกลุ่มอาชีพมีความมั่นคงทางอาหารอยู่ในระดับค่อนข้างมั่นคง แต่ในด้านการมีอาหารกลับพบว่า ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลักมีระดับความมั่นคงทางอาหารสูงที่สุด และเมื่อพิจารณาภาพรวมของความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่พรุควนเคร็ง ทำให้เห็นความเด่นชัดว่า ครัวเรือนที่ทำนาเป็นอาชีพหลักมีความมั่นคงทางอาหารมากที่สุดเนื่องจากอาชีพนี้เป็นฐานการผลิตอาหาร แต่ในขณะเดียวกันเกษตรกรในพื้นที่ควรคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ซึ่งจากเดิมเคยเป็นนาข้าว แต่ปัจจุบันเปลี่ยนมาปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวเช่นนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเล็งเห็นถึงความสำคัญและกำหนดเขตการปลูกพืชเพื่อปกป้องพืชอาหารไว้ให้คนในท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ให้ทุนบัณฑิตศึกษาภายใต้โครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และขอขอบพระคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ที่ได้ให้การช่วยเหลือและอนุเคราะห์เรื่องเวลาในการนำเสนอครั้งนี้

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง ผลกระทบของนโยบายการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันต่อความมั่นคงทางด้านอาหารของประเทศไทย - กรณีศึกษาพื้นที่พรุควนเคร็ง จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2548). **หลักสถิติ.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพ.

กรมอนามัย. (2546). **ตารางปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546**. (ออนไลน์). http://nutrition.anamai.moph.go.th, 1 ธันวาคม 2555.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). **วิธีการวิจัย ทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพ.

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. (2542). **AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก**. กราฟฟิค แอนด์ปริ้นติ้ง เซ็นเตอร์. กรุงเทพ.

สุภา ใยเมือง. (2555). **ตัวชี้วัดความมั่นคงทางอาหารระดับชุมชน.** บริษัท พิมพ์ดี จำกัด. สมุทรสาคร.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2555). **รายงานการประเมินความยากจนปี 2555**. (ออนไลน์). http://www.nesdb.go.th/portals/0/ecocrowd/poverty, 15 มิถุนายน 255.

ศจินทร์ ประชาสันติ์. (2552). **สถานการณ์ความมั่นคงทางอาหารของประเทศไทยภายหลังปี 2540**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน (ประเทศไทย).

สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล อาแว มะแส ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี และปริญญา บัณฑิโต. (2545). **การวางแผนเพื่อการจัดการทรัพยากรในพื้นที่พรุควนเคร็ง : การวิเคราะห์ความต้องการฝึกอบรมเพื่อการจัดการทรัพยากรที่ยั่งยืน**. เอกสารวิชาการ. คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ Wetlands International-Thailand Programme.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2550). **ปาล์มน้ำมัน.** (ออนไลน์). http://www.oae.go.th/econ/download/year51/palm51.pdf, 15 มิถุนายน 2554.

อัจฉรา ทองประดับ. (2552). **การวิเคราะห์ผลกระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารของครัวเรือนจากการเปลี่ยนพื้นที่นาข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ในตำบลการะเกด อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อภิชาติ พงษ์ศรีหดุลชัย ศรัณย์ วรรธนัจฉริยา เดชา ศุภวันต์ และสุภาวดี โพธิยะราช. (2554). **ความมั่นคงทางอาหารและพลังงานของไทย**. เอกสารวิชาการ. สถาบันระหว่างประเทศเพื่อการค้าและการพัฒนา (องค์การมหาชน) ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

Iram, U. and M.S. Butt. (2004). Determinants of household food security : An empirical analysis for Pakistan. **Journal Social Economics**. 31 : 753-7.

Mugniesyah, S. and M. Kosuke. (2004). **Women's Land Contribution and Its Relation To Household Food Security Among Peasant Households Case in an Upland Village in West Java**. In the Final Seminar : JSPS-DGHE Core University Program. 28-29 February 2008. pp 168-182.

Ojha. P.R. (1999). **Determinants of household security under subsistence agricultural in the midhill of Eastern Nepal**. Agricultural Systems. Chiang Mai Master of Science (Agriculture) in Agricultural Systems. Chiang Mai University

Swindale, A. and P. Bilinsky. (2006). **Household Dietary Diversity Score (HDDS) for Measurement of Household Food Access** : Indicator Guide. (Online). http://www.ifpri.org/divs/fend/dp/papers/fcndp140.pdf, April 11, 2008.

Saaty, T.L. (2012). **Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process**. Boston: nKluwer Academic Publishers. 346 pp.

Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. **Journal Services Sciences** 1: 83-93.

Saaty, T.L. and L.G.Vargas. (1994). **Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process**. Pennsylvania : RWS Publications.

USAID, (1992). **Definition of food security**. (Online). http://www.usaid.gov/ policy/ads/200/pdia.pdf, April 11, 2008.

ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้จากตัวอย่างดินป่าชายเลนในจังหวัดสตูล

Antimicrobial Activities of Actinomycetes Isolated from Soil Samples of Mangrove Forest in Satun Province

วิชุดา ทุ่งยอ[1] สายใจ วัฒนเสน[2*]

Wichuda Thungyo[1] Saijai Wattanasen[2*]

บทคัดย่อ

แอคติโนมัยซีทเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศและเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญหลายชนิด การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยก และศึกษาความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้จากตัวอย่างดินป่าชายเลน จังหวัดสตูล โดยทำการเก็บตัวอย่างดิน จำนวน 30 ตัวอย่าง นำมาคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีท ด้วยวิธีการ spread plate บนอาหาร starch casien agar (SCA) สามารถคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทได้ทั้งหมด 19 ไอโซเลท นำไปทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย 2 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli* ATCC 25922 และ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ด้วยวิธี agar plug พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 ได้ 3 ไอโซเลท ได้แก่ WR9-3, WS19-7 และWS15 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเท่ากับ 16.60 ± 0.03, 11.13 ± 0.04 และ 10.66 ± 0.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทุกไอโซเลทไม่สามารถยับยั้ง *E. coli* ATCC 25922 และเมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium solani* ด้วยวิธี dual culture พบว่ามี 6 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. solani* โดยที่ไอโซเลท WS15 มีร้อยละของการยับยั้งสูงสุดเท่ากับ 51.23 ± 3.38 จากผลการศึกษาพบว่าแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้มีศักยภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา

คำสำคัญ: แอคติโนมัยซีท, ดินป่าชายเลน, การยับยั้งจุลินทรีย์

[1]นักศึกษาสาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยภัฏสงขลา

[2]อาจารย์สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** saijai.wa@skru.ac.th

Abstract

Actinomycetes are the microorganism, which play an important role in ecosystem and they are sources of bioactive compounds. The aim of this study was to isolate and evaluate the antagonistic potential activity of actinomycetes isolated from the mangrove soil samples in Satun province. 30 soil samples were collected and isolated for actinomycetes using spread plate method on starch casein agar (SCA). A total of 19 isolates were obtained and further evaluated the antibacterial activity against *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 by agar plug method. The result showed that there were only 3 isolates (WR9-3, WS19-7 and WS15) showed the capability against the growth of *S. aureus* ATCC 25923 with the inhibition zone of 16.60 ± 0.03, 11.13 ± 0.04 and 10.66 ± 0.04 millimeters, respectively while all of isolated actinomycetes could not inhibit *E. coli* ATCC 25922. In addition, the antifungal activity against *Fusarium solani* was examined by dual culture assay. It was found that there were 6 isolates showed the activities to inhibit the growth of *F. solani* with the highest activity of 51.23 ± 3.38% was found from isolate WS15. This study presents the potential of isolated actinomycetes from soil in mangrove forest that have ability to inhibit bacteria and fungi.

Keywords: Actinomycetes, Mangrove forest, Antimicrobial activity

บทนำ

แอคติโนมัยซีทเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งเป็นทรงกลม รูปท่อน และเป็นเส้นสายคล้ายเชื้อรา มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายอินทรีย์สารต่าง ๆ โดยเฉพาะสามารถย่อยสลายสสารที่จุลินทรีย์อื่นๆ ย่อยสลายได้ยาก เช่นไขมัน และไคติน เป็นต้น (ชัยสิทธิ์, 2554) นอกจากนี้แอคติโนมัยซีทยังเป็นแหล่งของเอนไซม์มีความสำคัญในทางอุตสาหกรรมหลายชนิดได้แก่เอนไซม์เซลลูเลส ไซลาเนส เพคติเนส อะไมเลส ไลเปส และโปรติเอส เป็นต้น (Sandeep and Menaka, 2014) บางชนิดสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยสลายสารพิษชนิดต่างๆ เช่น เอนไซม์ย่อยสลายสารพิษอะลิฟาติก-อะโรมาติก โคโพลีเอสเตอร์ส ในทางด้านการเกษตรมีการใช้แอคติโนมัยซีทในการผลิตสารฆ่าแมลง สารฆ่าวัชพืช (ทายาท และคณะ, 2560) นอกจากนี้แอคติโนมัยซีทสามารถสร้างสารเมตาโบไลท์ทุติยภูมิ ที่มีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลากหลาย จึงเป็นแหล่งสำคัญของการสร้างสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compound) เช่น สารปฏิชีวนะ สารต้านมะเร็ง อาหารเสริม และรงควัตถุ เป็นต้น (Manivasagan et al., 2014) ในทางการแพทย์และเภสัชกรรมมีการใช้แอคติโนมัยซีทในการผลิตสารปฏิชีวนะต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส และสารต้านมะเร็งและสารกดระบบภูมิคุ้มกัน ตัวอย่างของแอคติโนมัยซีท กลุ่มสำคัญ ที่มีความสามารถในการสร้างสารปฏิชีวนะ ได้แก่ Streptomycetes, Actinoplanete และ Nocardioform (Okami and Hotta, 1988) จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมา พบว่าแอคติโนมัยซีทในกลุ่ม Streptomyces สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ ได้ร้อยละ 70 (ประมาณ 8,000 ชนิด) ของสารปฏิชีวนะที่สร้างจากแอคติ

โนมัยซีททั้งหมด (McCarthy and Williams, 1990) นอกจากนี้ยังพบว่าสร้างจากแบคทีเรียที่หายากอีกประมาณร้อยละ 16 (Lazzarini et al., 2000) แอคติโนมัยซีทเป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันคือ นอกจากจะพบในดินที่เป็นสภาพธรรมชาติแล้วยังจะพบในกองปุ๋ยหมักที่มีอุณหภูมิสูงมากๆ ในโคลน แม่น้ำ ใต้ทะเลสาบ แต่โดยปกติมักจะเจริญอยู่ผิวดินหรือในดินที่ไม่ลึกไปกว่า 4 เซนติเมตร (กิ่งจันทร์, 2555) ป่าชายเลนเป็นบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่มีลักษณะเฉพาะทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรีย ฟังไจ และแอคติโนมัยซีท จึงเป็นแหล่งที่มีการศึกษาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง (Shoo and Dhal, 2009) จังหวัดสตูลมีพื้นที่เป็นชายฝั่งทะเลที่มีป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะบริเวณอุทยานธรณีสตูลซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลนครอบคลุม 4 อำเภอของจังหวัดสตูล มีลักษณะของระบบนิเวศที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะคัดแยกแบคทีเรียกลุ่มแอคติโนมัยซีทและนำไปศึกษาคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค ซึ่งอาจทำให้ได้แอคติโนมัยซีทที่มีศักยภาพในการผลิตสารปฏิชีวนะเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนป่าชายเลนในพื้นที ตำบลแหลมสน และตำบลละงู จังหวัดสตูล โดยทำการเก็บตัวอย่างดินบริเวณที่มีการสะสมของตะกอนและซากอินทรีย์ และซากอินทรีย์ นำใส่พลาสติกทีปลอดเชื้อ เก็บในกล่องควบคุมอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาคัดแยกแอคติโนมัยซีทในห้องปฏิบัติการ

2. การคัดแยกแอคติโนมัยซีท

นำตัวอย่างดินตะกอนมาทำการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทโดยการนำตัวอย่างดินมาทำการเจือจาง (serial dilution) จากนั้นนำไป spread plate บนอาหาร SCA (Kumar and Jadeja, 2016) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลาเวลา 5-7 วัน สังเกตการเจริญของเชื้อโดยโคโลนีของแอคติโนมัยซีทเกิดจากการรวมกลุ่มของเส้นใยซึ่งอาจมีลักษณะฟู หรือเรียบแบน บางครั้งปกคลุมด้วยชั้นที่มีลักษณะคล้ายหนัง มีลักษณะตั้งแต่นุ่มมาก เหนียว จนถึงแข็ง สีมีทั้งสีขาว เหลือง ส้ม ชมพู น้ำตาลและดำ พื้นผิวอาจเรียบ นูน ขรุขระ เป็นรอยย่น เป็นเม็ดเล็ก ๆ หรือเป็นผงฝุ่น หรือเป็นเกล็ด (ศิราภรณ์, 2550) บันทึกลักษณะโคโลนีของแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้ นำไปทำให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษาต่อ

3. การศึกษาความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค

นำเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย 2 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* ATCC 25923 และ *E. coli* ATCC 25922 ด้วยวิธี agar plug (Mohanraj et al., 2011) โดยทำการเลี้ยงเชื้อก่อโรคในอาหารเหลว tryptic soy broth (TSB) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำเชื้อก่อโรคมาปรับความขุ่นให้เท่ากับ McFarland standards No. 0.5 จากนั้นใช้ cotton swab ปราศจากเชื้อจุ่มเชื้อ นำมาเกลี่ยให้ทั่วบนผิวหน้าอาหารแข็ง nutrient agar (NA) ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้งประมาณ 10-15 นาที จากนั้นนำแอคติโนมัยซีทที่ผ่านการเลี้ยงมาแล้วบนอาหาร NA เป็นเวลา 5-7 วัน จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะโคโลนีของ

เชื้อแอคติโนมัยซีท นำมาวางบนอาหาร NA ที่เกลี่ยเชื้อก่อโรคไว้แล้ว โดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สังเกตวงใส (cleas zone) ที่เกิดรอบ ๆ โคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีท

4. การทดสอบความสามารถในการยับยังเชื้อรา *Fusarium solani*

ทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อรา *F. solani* ด้วยวิธีการ dual culture (Hajieghrari et al., 2008) โดยทำการเพาะเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีทให้เจริญจากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะโคโลนีของแอคติโนมัยซีท มาวางบนจานอาหาร PDA โดยวางในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของจานเพาะเชื้อ และห่างจากขอบจานเพาะเชื้อ 2.5 เซนติเมตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นใช้ cork borer เจาะชิ้นส่วนปลายเส้นใยของเชื้อราวางบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) โดยวางตรงกันข้ามกับชิ้นของแอคติโนมัยซีทที่วางไว้ก่อนแล้ว นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน โดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ บันทึกผลเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีเฉพาะราก่อโรค คำนวณร้อยละการยับยั้งจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\% \text{ การยับยั้ง} = \frac{(R1-R2)}{} \times 100$$

โดยที่ R1= รัศมีของเชื้อราที่เจริญในจานเลี้ยงเชื้อควบคุมที่ไม่ได้วางเชื้อแอคติโนมัยซีท
R2= รัศมีของเชื้อราที่เจริญร่วมกับเชื้อแอคติโนมัยซีท

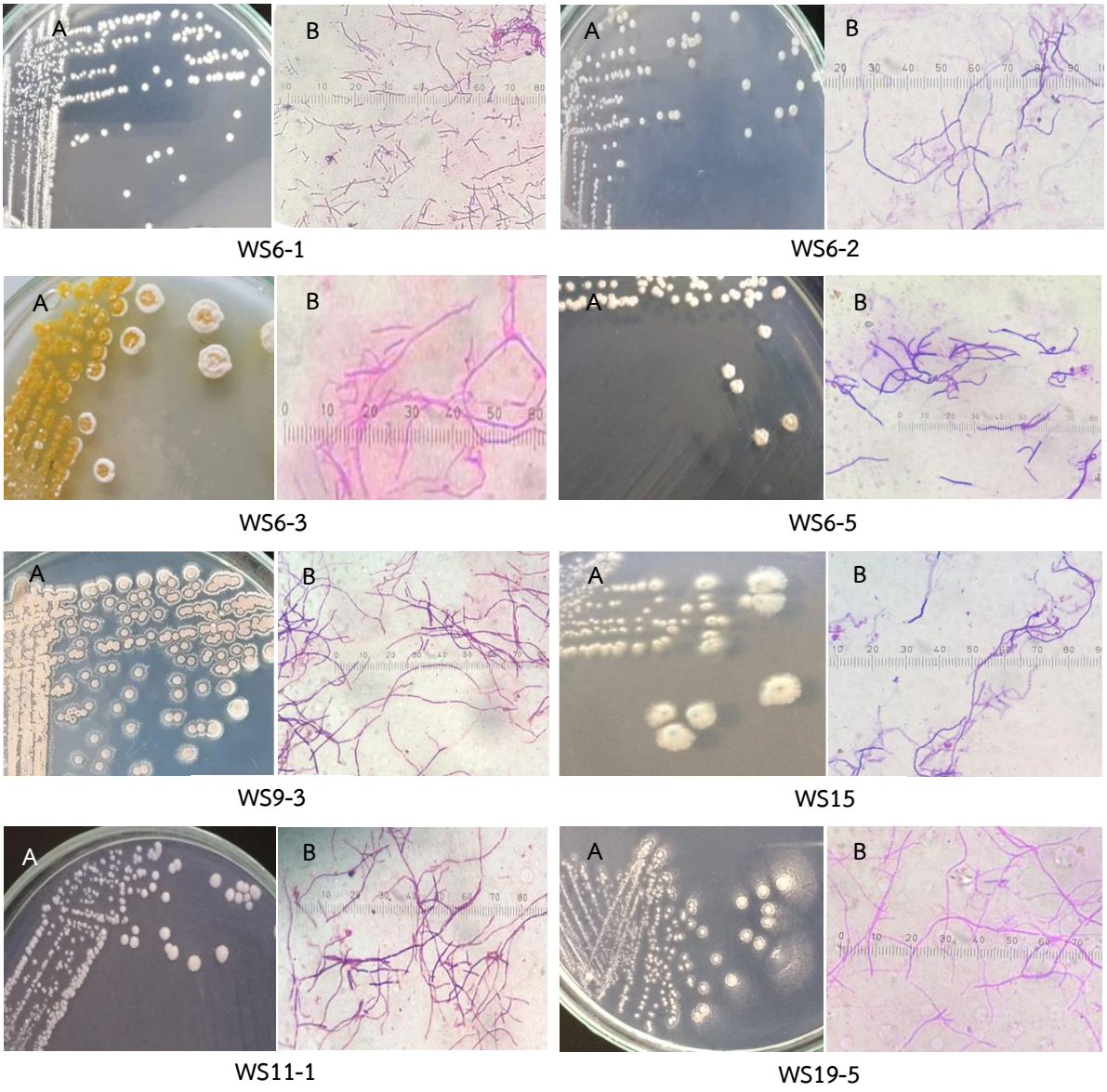
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการคัดแยกแบคทีเรียแอคติโนมัยซีท

จากตัวอย่างดินและดินตะกอนจากป่าชายเลนทั้งหมด 30 ตัวอย่าง สามารถนำมาคัดแยกแอคติโนมัยซีทได้จำนวน 19 ไอโซเลท โดยลักษณะทั่วไปของโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อมีลักษณะแตกต่างกันบางโคโลนีมีสีขาวขุ่นคล้ายแป้ง โคโลนีแบนราบกับหน้าอาหาร หรือมีลักษณะฟูเล็กน้อย บางโคโลนีมีสีเทาบูนขอบโคโลนีสีขาว บางโคโลนีมีสีเหลือง สีขาว สีน้ำตาล จนถึงสีเทา ขอบโคโลนีเรียบ (ภาพที่ 1) โดยจำนวนแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้มีจำนวนมากกว่าเมื่อเทียบกับรายงานของ จามจุรี และคณะ (2555) ซึ่งคัดแยกแอคติโนมัยซีทจากมูลสัตว์โดยใช้อาหาร CMC agar พบว่าสามารถคัดแยกแอคติโนมัยซีทที่มีลักษณะโคโลนีที่แตกต่างกันได้เพียง 6 ไอโซเลท แต่เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาของทายาท และคณะ (2560) ทำการคัดแยกแอคติโนมัยซีท จากตัวอย่างดินจากป่าชายเลน จังหวัดสตูล โดยวิธีการเจือจางดิน 1:10 ด้วยสารละลายฟีนอล ความเข้มข้น 1.5 % ตั้งทิ้งไว้นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และเจือจางต่อด้วยน้ำกลั่นให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม จากนั้นนำไปเกลี่ยบนอาหาร SCA และอาหาร NA พบว่าสามารถคัดแยก เชื้อ แอคติโนมัยซีทได้จำนวน 90 สายพันธุ์ ซึ่งมากกว่าการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งทำการคัดแยกแอคติโนมัยซีทโดยใช้อาหาร SCA เพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่านอกจากแหล่งของตัวอย่างที่นำมาใช้ในการคัดแยก วิธีการคัดแยก และอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้อาจมีผลต่อการเจริญของแอคติโนมัยซีท ซึ่งส่งผลต่อปริมาณของแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้แตกต่างกันด้วย

2. ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค

จากการนำแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้มาทดสอบคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค 2 ชนิดได้แก่ *S.aureus* ATCC 25923 และ *E.coli* ATCC 25922 พบว่ามีแอคติโนมัยซีทเพียง 3 ไอโซเลท ได้แก่ WR9-3, WS19-7 และ WS15ที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้ง *S.aureus* ATCC 25923 สังเกตได้จากการเกิดบริเวณโซนใสของการยับยั้งรอบ ๆ โคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีท (ภาพที่ 2) โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเท่ากับ 16.60 ± 0.03, 11.13 ± 0.04 และ10.66 ± 0.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยพบว่าแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้ทั้งหมดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* ATCC 25922 เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาของ สุจรรยา (2556) ซึ่งคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟติคแอคติแอคติโนมัยซีทจากพืชสมุนไพร 4 ชนิด โดยใช้อาหาร Humic-acid vitamin (HV) agar สามารถคัดแยกแอคติโนมัยซีทได้ทั้งหมด 16 ไอโซเลท โดยพบว่ามีจำนวน 14 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการจริญของแบคทีเรีย *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *S. aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* และ *Serratia marcescens* ดังนั้นความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคของแอคติโนมัยซีทขึ้นกับสายพันธุ์ของเชื้อที่คัดแยกได้ รวมทั้งวิธีการที่นำมาใช้ในการทดสอบ เนื่องจากแอคติโนมัยซีทบางสายพันธุ์อาจไม่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อหรือเจริญช้า ดังนั้นการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อด้วยวิธี agar plug อาจไม่เหมาะสม อาจจะต้องใช้วิธีการทดสอบด้วยวิธีอื่น เช่น agar well เป็นต้น



ภาพที่ 1 ลักษณะโคโลนี และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้จากป่าชายเลน จังหวัดสตูล:

A; ลักษณะโคโลนีบนอาหาร starch casein agar

B; สัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 1,000 เท่า



ภาพที่ 2 ลักษณะวงใสของการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ATCC 25923

3. ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อรา *F. solani*

จากการนำแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ *F. solani* ผลการศึกษาพบว่ามีแอคติโนมัยซีทจำนวน 5 ไอโซเลท ที่ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของ *F. solani* โดยมีร้อยละการยับยั้งระหว่าง ร้อยละ 16.22 ± 3.15 ถึง 51.23 ± 3.38 (ตารางที่ 1) โดยที่ไอโซเลท WS15 ให้ผลในการยับยั้งสูงสุดร้อยละ 51.23 ± 3.38 (ภาพที่ 2) รองลงได้แก่ไอโซเลท WS20-1 ซึ่งให้ผลในการยับยั้งร้อยละ 40.877 ± 5.67 จากผลการศึกษาเปรียบเทียบกับการศึกษาของ วิไลลักษณ์ และ สมเกียรติ (2559) ซึ่งคัดแยกแอคติโนมัยซีทจากดินบริเวณรอบรากพริกนำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ *F. solani* ด้วยวิธี dual culture บนอาหาร 2 ชนิด คือ PDA และ McBeth Scale Agar (MBS) พบว่าแอคติโนมัยซีทไอโซเลท CS2 CS3 และ CS5 มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญ ของ *F. solani* ได้ดีบนอาหาร PDA โดยมีร้อยละของการยับยั้งเท่ากับ 70.79, 69.09 และ 69.09 ตามลำดับ ในขณะที่บนอาหาร MBS พบว่าไอโซเลท CS2 และ CS3 สามารถยับยั้งการเจริญของ *F. solani* ได้ร้อยละ 64.35 และ 62.80 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่นำมาทดสอบมีผลต่อการเจริญและการสร้างสารปฏิชีวนะในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ในขณะที่การใช้อาหาร PDA เหมือนกันแต่การศึกษาในครั้งนี้ให้ผลการยับยั้งเชื้อรา *F. solani* ได้น้อยกว่าการศึกษาของ วิไลลักษณ์ และสมเกียรติ (2559) ทั้งนี้อาจเนื่องจากปัจจัยอื่น ๆ นอกจากอาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ แหล่งของตัวอย่างที่นำมาใช้ในการคัดแยก วิธีการ ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยง ตลอดจนสายพันธุ์ของเชื้อที่แตกต่างกันมีผลต่อความสามารถในการยับยั้งเชื้อที่แตกต่างกันด้วย

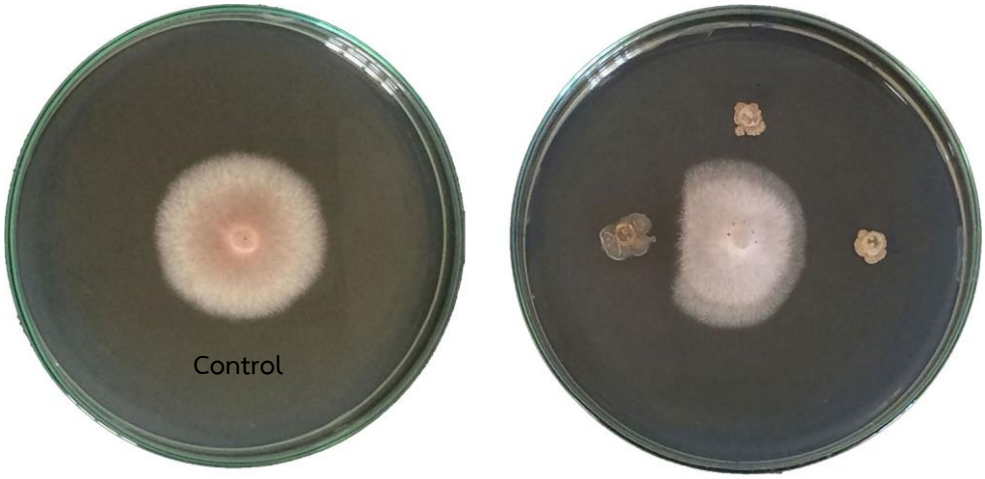
แบคทีเรียในกลุ่มแอคติโนมัยซีทเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่มีความสามารถในการสร้างสารแอนติไบโอติกที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้หลายชนิดทั้งแบคทีเรีย รา ไวรัส โปรโตซัว (Hayakawa,Kenya and Hideo, 1988) ตัวอย่างแบคทีเรียกลุ่มแอคติโนมัยซีทที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อราได้ ได้แก่ *Streptomyces* sp. และ *Actinomadura* sp. (Lam, 2006) จากการศึกษา

ในครั้งนี้พบว่าแอคติโนมัยซีทไอโซเลท WS15 สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการเจริญได้ทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะนำไปศึกษาต่อเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

ตารางที่ 1 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทีย์ก่อโรคของแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้จากป่าชายเลน

ไอโซเลท	เส้นผ่านศูนย์กลางวงใส (mm)	ร้อยละของการยับยั้ง
	S. aureus ATCC 25923	*F. solani*
WR9-3	16.60±0.03	0
WS15	10.66±0.04	51.23±3.38
WS19-7	11.13±0.04	0
WS19-5	-	16.49±2.12
WS19-6	-	21.45±4.18
WS19-8	-	32.42±1.58
WS20-1	-	40.87±5.67
WS20-6	-	16.22±3.15
Ampicillin	45.6±0.115	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย (-) คือ ไม่เกิดวงใส เครื่องหมาย (0) คือ ไม่ยับยั้ง



ภาพที่ 3 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ *F. solani* บนอาหาร PDA เป็นเวลา 5 วัน: A; ชุดควบคุม, B; ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *F. solani*

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าดินบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดสตูล เป็นแหล่งที่สามารถพบการกระจายของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่มีความหลากหลาย โดยจากตัวอย่างดินจำนวน 30 ตัวอย่าง สามารถคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทได้ทั้งหมด 19 ไอโซเลท จากการทดสอบคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อก่อโรคพบว่าทุกไอโซเลทที่ทดสอบไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli* ATCC 25922 พบแอคติโนมัยซีทที่มีศักยภาพในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค *S. aureus* ATCC 25923 ได้เพียง 3 ไอโซเลท โดยคิดเป็นร้อยละ 15.79 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้ทั้งหมด นอกจากนี้พบแอคติโนมัยซีทจำนวน 6 ไอโซเลท หรือ ร้อยละ 31.58 ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. solani* ได้ โดยพบว่ามีเพียง 1 ไอโซเลท ได้แก่ WS15 ที่มีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญของทั้ง *S. aureus* ATCC 25923 และ *F. solani* ซึ่งเป็นที่น่าสนใจในการนำไปศึกษาต่อเพื่อใช้ประโยชน์ทั้งในทางด้านการแพทย์หรือทางด้านการเกษตรต่อไป ซึ่งนอกจากคุณสมบัติในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคแล้วแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้ยังสามารถนำไปศึกษาคุณสมบัติในการสร้างสารเมแทบอไลต์อื่นๆ เช่น การผลิตเอนไซม์ชนิดต่างๆ ที่มีศักยภาพนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรจุลชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กิ่งจันทร์ มะลิซ้อน. (2555). **ความหลากหลายของแอคติโนแบคทีเรียในดิน**. สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี: อุดรธานี

จามจุรี เกตุบัวขาว, ณิชาภา ชมภู และ สุพัตรา ชาวสวน. (2555). **การคัดแยกแอคติโนมัยซีทจากมูลสัตว์เพื่อใช้ในการย่อยสลายวัศดุทางการเกษตรเบื้องต้น.** วิทยานพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ชัยสิทธิ์ นิยะสม. (2554). **การแยกและคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่ผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากดินบริเวณมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง.** มหาวิทยาลัยทักษิณ: พัทลุง.

ทายาท ศรียาภัย, กัญจน์ ศิลป์ประสทธิ์, อรินทม์ งามนิยม และ พิชาภัค ศรียาภัย. (2560). **การคัดเลือกแอคติโนมัยซีทปฏิปักษ์เพื่อใช้ในการเตรียมสารสกัดหยาบที่ออกฤทฐ์ทาง ชีวภาพและพัฒนาสูตรหัวเชื้อผงสำหรับควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรคข้าว.** วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 22 (3), 1-15

วิไลลักษณ์ โคมพันธ์ และสมเกียรติ ทับทิม. (2559). **ผลของแอคติโยมัยสีทที่คัดแยกจากดินรอบรากพริกต่อการยับยั้งการเจริญ ของเชื้อรา *Colletotrichum capsici* เชื้อรา *Curvularia lunata* และเชื้อรา *Fusarium solani*.** ว. แก่นเกษตร. 44 (1), 942-947.

ศิราภรณ์ สุขวโรทัย. (2550). **การคัดแยกแอคติโนมัยซีทที่ผลิตเซลลูโลสและสารปฏิชีวนะ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุจรรยา ฉายแสง. (2556). **การแยกเชื้อเอนโดไฟติคแอคติโนมัยซีสจากข่าและกระชาย : สมบัติการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ การต้านอนุมูลอิสระและการต้านเซลล์มะเร็ง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Hajieghrari, B., Torabi-Giglou, M., Mohammadi, M. R., and Davari, M. (2008). **Biological potantial of some Iranian *Trichoderma* isolates in the control of soil borne plant pathogenic fungi**. Afr. J. Biotechnol. 7, 967–972.

Hayakawa, M., Kenya I., and Hideo N. (1988). **Distribution of rare actinomycetes in Japanese.** J. Ferment Technol. 66 (4), 367-373.

Kumar, R.R. and Jadeja, J.V. 2016. **Isolation of Actinomycetes**: A Complete Approach. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 5(5), 606-618.

Lam, S.K. (2006). Discovery of novel metabolites from marine actinomycetes. Current Opinion in Microbiol.ogy 9 (3), 245-251.

Lazzarini, A., L. Cavaletti, G. Toppo, and F. Marinelli. (2000). **Rae genera of actinomycetes as potentialproducers of new antibioteics**. J. Antonie van Leeuwenhoek. 78, 399-405.

Manivasagan, P., J. Venkatesan, K. Sivakumar, and S. Kim. (2014). **Marine actinobacterial metabolites: Current status and future perspectives. Microbiol. Res**. 168, 311-332.

McCarthy, J.A. and Williams, T.S. (1990). **Methods for studying the ecology of actinomycetes**. In R Grigorova and JR Norris (Eds.) Method in Microbiology, London: Academic Press Limited. pp. 535.

Mohanraj, D., Bharathi, S., Radhakrishnan, M. and Balagurunathan, R. (2011). **Bioprospecting of actinobacteria from Yelagiri hills with special reference to antibacterial activity**. J Chem. Pharm. Res. 2011; 3(3), 439- 446.

Okami, Y. and Hotta, K. (1988). **2—Search and Discovery of New Antibiotics**. In: Goodfellow, M., Williams, S.T. and Mordarski, M., Eds., Actinomycetes in Biotechnology, Academic Press, London, 33-67.

Sandeep, R. and Menaka, D.S. (2014). **Antimicrobial potential of actinomycetes isolated from soil samples of Punjab, India**. J. Microbiol. Exp. 1(2), 63-68.

Shoo, K. and Dhal, N.K. (2009). **Potential microbial diversity in mangrove ecosystems: A review**. Indian J. Mar. Sci. Vol 38(2), 249-256.

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์และการสอนแบบปกติ

A Comparison of Mathematics Achievement on Time of Prathomsuksa 4 Learning Through Practical Exercises and Traditional Teaching Method.

พรทิพย์ ทวีผล[1*], อรนุช ลิมตศิริ[2]

Porntip Taweephol [1*], Oranuch Limtasiri [2]

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะและการสอนแบบปกติ เรื่อง เวลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 39 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย เป็นกลุ่มทดลอง จัดการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะ และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 39 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย เป็นกลุ่มควบคุมที่จัดการสอนแบบปกติ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดอุดมรังสี สำนักงานเขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวลา จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก ที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.906

ผลการวิจัยพบว่า (1) แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/84.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวลา ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะ ($\bar{X}$ = 24.13, S.D. = 2.78) สูงกว่า การสอนแบบปกติ ($\bar{X}$ = 20.72, S.D. = 3.34) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: แบบฝึกทักษะ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ การสอนแบบปกติ

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2]รองศาสตราจารย์ ดร. อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาอิสระ สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : pt31porntip@gmail.com

Abstract

This purposes of this study were to (1) find Matheatic Practicel exercises the efficiency of 80/80 standard and (2) compare the achievement using the practical exercise and learning traditional teaching method. The sample of this study were 39 students of Prathomsuksa 4/1 by sample random sampling with practical exercises as an experimental group and 39 students of Prathomsuksa 4/5 by sample random sampling as a control group with traditional teaching method, The research was conducted on the 1st semester 2019 academic year , Watudomrangsri School, Nongkhem office. The samples was obtained by purposive Sampling. The tools were 30 items of achievement test with multiple choices. The test reliability value was 0.906.

The results of this study were, 1) The developed practical exercises had the criteria of 81.14/84.33 based on the criteria of 80/80. 2) Learning Achievement using the practical exercise was statistically ($\bar{X}$ = 24.13, S.D. = 2.78) higher than learning traditional teaching method ($\bar{X}$ = 20.72, S.D. = 3.34) at the .05 level.

Keywords : Practical exercise, Learning achievement, Traditional Teaching Method

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจสังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 18)

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นโดยคำนึกถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 18)

การศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนวัดอุดมรังสี พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือ เกรดเฉลี่ยในระดับดีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 62.40 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 75 (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนวัดอุดมรังสี, 2561) สาเหตุที่นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมาจาก ครู นักเรียน

และเนื้อหา ปัญหาที่เกิดจากครูคือ ครูเป็นศูนย์กลางในการถ่ายทอดความรู้ เน้นการหาคำตอบ มีสื่อการสอนไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน สอนเร็วเพื่อให้จบทันเวลาที่กำหนด ปัญหาที่เกิดจากนักเรียนคือ นักเรียนมีความแตกต่างระหว่างบุคคล มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน นักเรียนที่เรียนอ่อนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ขาดความรู้ความชำนาญเพราะไม่มีการฝึกฝน นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียน และปัญหาในด้านเนื้อหานั้นเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมบางเนื้อหาก็ยากที่จะอธิบายให้เข้าใจ และยังมีการปรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 เป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ปรับปรุง 2560) มีการปรับเนื้อหาที่ยากขึ้นทำให้ยากต่อการเรียนรู้(การวัดผลและประเมินผลของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์, 2561)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยศึกษาจากงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการตามรูปแบบการสอนด้วยแบบฝึกทักษะ จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ แบบฝึกทักษะมีความสำคัญต่อผู้เรียนและครูผู้สอน ในด้านตัวผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะ เกิดความรู้ความชำนาญในการฝึกฝน และยังสามารถมองเห็นความก้าวหน้าของตัวเองได้ จนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้เหมาะสม แบบฝึกทักษะเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้ผู้สอนมองเห็นปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถให้ผู้เรียนทำแบบฝึกทักษะทบทวนเนื้อหาเดิมได้ด้วยตนเอง ประหยัดเวลา แบบฝึกที่ดี จะต้องมีประสิทธิภาพที่ช่วยทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการฝึกทักษะได้เป็นอย่างดี แบบฝึกทักษะที่ดีเปรียบเสมือนผู้ช่วยที่สำคัญของครู ทำให้ครูลดภาระในการสอนลงได้ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองได้ตามความสามารถของตนเอง สร้างความมั่นใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี แบบฝึกทักษะจะสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และสงเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (สมภาน เจตนา, 2561: 44-45)

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าวที่เกิดขึ้นนั้น ทำให้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดอุดมรังสี สำนักงานเขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ใฝ่รู้ และเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพัฒนาไปในทางที่ดียิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1.ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดอุดมรังสี สำนักงานเขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร จำนวน 6 ห้องเรียน รวม 239 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

1.2.1 กลุ่มหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/6 ได้มาโดยสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลาก นำคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 มาเรียงลำดับจากสูงไปหาต่ำ แล้วจำแนกเป็น 3 กลุ่ม (เก่ง ปานกลาง อ่อน) แล้วดำเนินการหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน

1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากได้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนวัดอุดมรังสี ใช้เป็นกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ

1.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการควบคุม ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากได้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนวัดอุดมรังสี ใช้เป็นกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ และการสอนแบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน 10 ชั่วโมง

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน 10 ชั่วโมง

3.3 แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวน 4 เล่ม ดังนี้

เล่มที่ 1 การบอกเวลาเป็นนาฬิกา นาที วินาที

เล่มที่ 2 การบอกระยะเวลาและการเปรียบเทียบระยะเวลาเป็นวินาที นาที ชั่วโมง วัน สัปดาห์ เดือน ปี

เล่มที่ 3 การอ่านตารางเวลา

เล่มที่ 4 โจทย์ปัญหา

3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผ่านการหาความเชื่อมั่นตามวิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 ค่าความเชื่อมั่น 0.70 ขึ้นไปถือว่ามีความเชื่อมั่น

4. การหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์

การหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอนของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ โดยนำแบบฝึกทักษะที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเนื้อหา รวมทั้งประเมินความเหมาะสม ความสอดคล้องของประเด็นต่างๆ ของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และคณะ, 2559 : หน้า 283) แล้วนำไปหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/6 จำนวน 42 คน ดังนี้

ขั้นที่ 1 หาประสิทธิภาพกลุ่มทดลองแบบรายบุคคล (1 : 3) ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก แบบรายบุคคล จำนวน 3 คน ประกอบด้วย กลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มอ่อน 1 คน (คละกัน)

ขั้นที่ 2 หาประสิทธิภาพกลุ่มทดลองแบบกลุ่มย่อย (1 : 9) ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก แบบกลุ่มย่อย จำนวน 9 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 คน กลุ่มปานกลาง 3 คน และกลุ่มอ่อน 3 คน (คละกัน)

ขั้นที่ 3 หาประสิทธิภาพกลุ่มทดลองภาคสนาม (1 : 30) ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก แบบภาคสนาม จำนวน 30 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 10 คน กลุ่มปานกลาง 10 คน และกลุ่มอ่อน 10 คน (คละกัน)

จากนั้นนำแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ทดลองใช้มาแล้ว ปรับปรุงแก้ไขตามผลที่ได้เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อเตรียมความพร้อมของสื่อในการนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนวัดอุดมรังสี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 39 คน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเองทั้งหมด ตามขั้นตอนดังนี้

5.1 ทดสอบความรู้ก่อนเรียน (Pretest) ของกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวลา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2 ดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนเองโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ใช้กับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 39 คน

5.3 ดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนเองโดยใช้การสอนแบบปกติ เรื่อง เวลา ใช้กับกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 39 คน

5.4 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการทดสอบความรู้หลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวลา และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่ได้ ดังนี้

5.4.1 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.4.2 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.5 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

6.1.1 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา

6.1.2 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสอนปกติ เรื่อง เวลา

6.1.3 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา โดยคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

6.1.4 หาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

6.1.5 หาค่าความยากง่าย (p) รายข้อ ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ดังนี้

6.2.1 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ independent samples t-test

6.2.2 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ independent samples t-test

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามลำดับขั้นตอน 3 ขั้นตอน

การทดลอง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนระหว่างเรียน (120 คะแนน)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ (30 คะแนน)		ประสิทธิภาพ
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ (E_1)	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ (E_2)	E_1/E_2
รายบุคคล	3	96.00	80.00	24.00	80.00	80.00/80.00
กลุ่มย่อย	9	98.33	81.94	24.56	81.85	81.94/81.85
ภาคสนาม	30	97.37	81.14	25.30	84.33	81.14/84.33

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผลการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ตามลำดับขั้นตอนของการการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ทั้ง 3 ขั้นตอน พบว่า การหาประสิทธิภาพขั้นที่ 1 (แบบรายบุคคล) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/80.00 ขั้นที่ 2 (แบบกลุ่มย่อย) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.94/81.85 และขั้นที่ 3 (แบบภาคสนาม) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/84.33 นั่นคือ ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	จำนวน(คน)	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	Sig.
กลุ่มทดลอง	39	13.03	2.79	-0.349*	0.450
กลุ่มควบคุม	39	13.26	3.04		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.03 และนักเรียนกลุ่มควบคุมคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.26 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	จำนวน(คน)	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	Sig.
กลุ่มทดลอง	39	24.13	2.78	4.892*	0.000
กลุ่มควบคุม	39	20.72	3.34		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X}$ = 24.13, S.D. = 2.78) สูงกว่า การสอนแบบปกติ ($\bar{X}$ = 20.72, S.D. = 3.34) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/84.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะ($\bar{X}$ = 24.13, S.D. = 2.78) สูงกว่า การสอนแบบปกติ ($\bar{X}$ = 20.72, S.D. = 3.34) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐาน

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์และการสอนแบบปกติ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/84.33 หมายความว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกทักษะทั้ง 4 เล่ม คิดเป็นร้อยละ 81.14 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 84.33 แสดงว่า แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ $\pm$ 2.5 – 5.0 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะ สูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐาน ทั้งนี้เนื่องมาจาก การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบ็ญจพร ศรีจันทา (2561 : 112) ได้ศึกษาค้นคว้า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบัวขวัญ (มีทับราษฎร์บำรุง) นนทบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิวัฒน์ อุไร (2561 : 8) ได้ศึกษาค้นคว้า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะกับการสอนแบบปกติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะกับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่านซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ที่ได้ให้การสนับสนุนการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง อาจารย์ รศ.ดร.อรนุช ลิมตศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาการทำวิจัยครั้งนี้ ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางการวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวัดอุดมรังสี และคณะครูที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับรายงานการวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

การวัดผลและประเมินผลของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. (2561). โรงเรียนวัดอุดมรังสี สำนักงานเขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร.

งานทะเบียนและวัดผลการเรียนรู้. (2561). โรงเรียนวัดอุดมรังสี สำนักงานเขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2560). **การทดสอบประสิธิภาพชุดการสอน.** วารสารศิลปกรศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 7-9.

เบ็ญจพร ศรีจันทา. (2561). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบัวขวัญ (มีทับราษฎร์บำรุง) นนทบุรี.** บัณฑิตวิทยาลัย. นวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.บัณฑิตวิทยาลัย. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมภาน เจตนา. (2561). **การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่เน้นการสอนแบบกลุ่มช่วยเหลือรายบุคคล.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และคณะ. 2559. **ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

อภิวัฒน์ อุไร. (2561). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะกับการสอนแบบปกติ.** บัณฑิตวิทยาลัย. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

การพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแรงงาน สำหรับโรงเรียนช่างนอกระบบ

The Development of Labor Skills Training Model for Non-Formal Vocational Education

ภราดร เสถียรไชยกิจ[1*], **โสภิตา สุวุฒโท**[2]

Paradorn Satienchaiyakij[1*], Sophita Suwuttho[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม สำหรับโรงเรียนช่างนอกระบบ และ 2) ศึกษาผลของการใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยมีประชากรในการวิจัย คือ ผู้เข้ารับการฝึกอาชีพในโรงเรียนนอกระบบ สายช่างอุตสาหกรรม และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นศิษย์พระดาบส รุ่น 41 สายช่างอุตสาหกรรม จำนวน 95 คน ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย เริ่มจาก 1) พัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม 2) พัฒนาโมดูลการฝึก 3) ดำเนินการฝึก 4) ติดตามผลการฝึกปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกในสถานประกอบการ และ 5) ประเมินสมรรถนะผู้รับการฝึก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) รูปแบบการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม 2) แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ 3) โมดูลการฝึก 4) แบบประเมินผลการฝึกในสถานประกอบการ และ 5) แบบประเมินสมรรถนะ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ 1) ร้อยละ 2) ค่าเฉลี่ย และ 3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการฝึกทักษะแรงงาน ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ คือ มาตรฐานอาชีพหรือ มาตรฐานสมรรถนะ เครื่องมือประเมินสมรรถนะ ประเมินสมรรถนะแรกเข้า หลักสูตรฐานสมรรถนะ โมดูลการฝึก กระบวนการฝึก ฝึกงานในสถานประกอบการ ประเมินสมรรถนะภาพหลังการฝึก โดยผลการประเมินรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.00 – 3.60 อยู่ในระดับดีมากถึงดี 2) ผลของการใช้รูปแบบประกอบด้วยโมดูลการฝึกจำนวน 12 โมดูล แบ่งเป็น 8 โมดูลพื้นฐาน มีผลการฝึกระหว่างร้อยละ 82.57 ถึง 79.83 ส่วน 4 โมดูลเฉพาะสาขา มีผลการฝึกระหว่างร้อยละ 84.13 ถึง 80.60 ผลการติดตามผลการฝึกงานของผู้เข้ารับการฝึกในสถานประกอบการจำนวน 10 คน ที่ประเมินโดยสถานประกอบการได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.91 และผลการประเมินสมรรถนะ โดยที่ผู้ประเมินทั้ง 3 ท่านได้ประเมินผล "ผ่าน" ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้ง 10 คน

คำสำคัญ: การฝึกอบรมแบบฐานสมรรถนะ, ทักษะช่างอุตสาหกรรม, โรงเรียนช่างนอกระบบ

[1]อาจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[2]อาจารย์ประจำ โรงเรียนเวชนิทัศน์พัฒนา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

[*]**Corresponding author, E-mail:** paradorn.kmutnb@gmail.com

Abstract

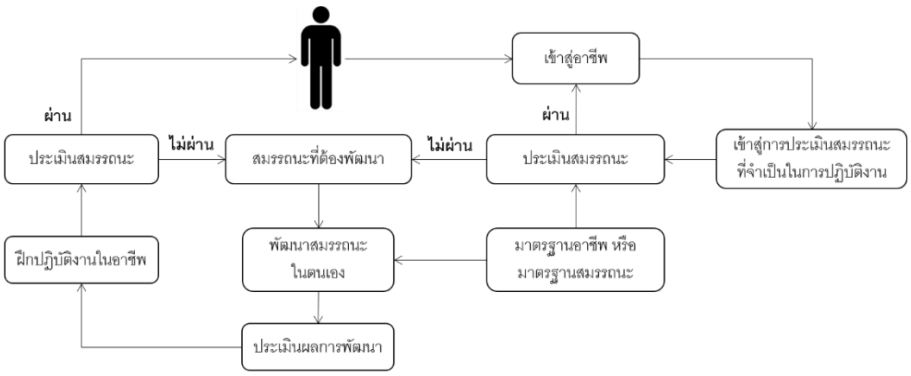
The purpose of this research is 1) to develop the model of labor skills training for entering the industrial sector for the Non-formal vocational training and 2) to study the effects of using the developed model. The population of the research is vocational trainers in non-formal schools. Industrial technicians and sample group was composed of 95 Phra Dabos students, industrial technicians. The research procedures were as follows: 1) developing the skills training model for entering the industrial sector, 2) developing the training module, 3) conducting the training, 4) tracking the results of the practice of the trainees and 5) assess the compentecy of trainees. The Instruments used in the research consisted of 1) the labor skills training model for entering the industrial sector, 2) the suitability evaluation form, 3) the training module, 4) the evaluation form for training in the workplace and 5) the assess the competency form. Data analysis using statistics 1) percentage, 2) mean, and 3) standard deviation. The results of the research revealed that: 1) The model consisted of 8 components, Occupational standards or competency standards, competency assessment instruments, competency assessment to enter, competency base course, training modules, internship, training process, competency assessment after training. The evaluation model from 5 experts get an mean between 5.00 - 3.60 are very good to good levels. 2) The results of using the model include, There are 12 training modules which are divided into 8 basic modules with 82.57% to 79.83% of the training results while the 4 specific modules There were between 84.13% to 80.60% of the training results. The follow-up of the apprenticeship of 10 trainees evaluated by the establishment an average score of 83.91%. And the competency assessment with all 3 assessors evaluated "passed" the 10 trainees.

Keywords: Competency-based training, Industrial Skill, Non-formal vocational training

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการพัฒนาในสังคมโลกอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะทางเศรษฐกิจทั้งในด้านการค้า การผลิต และการบริการ แต่ในโลกที่เปิดเสรีประเทศไทยจำเป็นต้องแข่งขันกับประเทศต่าง ๆ ที่เปลี่ยนจากความได้เปรียบด้านต้นทุนการผลิต ไปเป็นการแข่งขันในด้านการพัฒนาคุณภาพ คุณลักษณะ และนวัตกรรมของผลผลิต ที่เรียกว่า เศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ หรือ Creative Economy ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีปัจจัยหลักมาจากความสามารถ และทักษะ ศักยภาพหรือความสามารถในการสร้างผลผลิตรวมถึงผลิตภาพ (Productivity) ของคนในประเทศจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ซึ่งต้องมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง แต่จากผลการวิจัยการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย ตามนโยบายประเทศไทย 4.0. พบปัญหาด้านการพัฒนาบุคลากรของประเทศไทยว่า ประเทศไทยต้องเผชิญ ปัญหาการขาดแคลนเชิงปริมาณ คุณภาพ ศักยภาพ และผลิตภาพการผลิตของบุคลากรวัยแรงงาน โดยเฉพาะแรงงานระดับอาชีวศึกษาซึ่งเป็นทรัพยากรหลักของอุตสาหกรรมยังมีคุณภาพ และทักษะไม่ตรงกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม (จรีพร, 2561 : 147)

การพัฒนากำลังคนให้ตรงกับความต้องการสถานประกอบการ จะต้องมีการฝึกอบรมโดยใช้กรอบหรือข้อกำหนดเป็นตัวกำหนดถึงสมรรถนะที่จำเป็นต่องานในสาขาอาชีพนั้นๆ ซึ่งจะระบุมาตรฐานสมรรถนะผู้ปฏิบัติงานของอาชีพหนึ่ง ๆ ที่ให้บุคคลสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และนำมาพัฒนาเป็นโมดูลการฝึกอบรม (Training Modules) แบบฐานสมรรถนะ และต้องสามารถประเมินได้อย่างชัดเจน และจะมีการทบทวนโดยองค์กรภาคอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีความเป็นปัจจุบัน (มนต์ชัย, 2550 : 13) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิรัติ และคณะ พบว่า (วิรัติ และคณะ, 2556 : 15-16) กระบวนการฝึกอาชีพช่างอุตสาหกรรม จะแบ่งออกเป็น 4 ด้าน โดยด้านของกระบวนการฝึกอาชีพ จะประกอบด้วย 5 องค์ประกอบย่อย คือ การกำหนดมาตรฐานอาชีพ รูปแบบหรือแผนการฝึกอาชีพ รูปแบบหรือแผนการประเมินผล การกำหนดคุณสมบัติหรือคุณวุฒิของครูผู้สอน และการกำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นของผู้ที่จะเข้ารับการฝึก จากผลการวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนากรอบแนวคิดในการวิจัยซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการพัฒนางานวิจัย

จากภาพที่ 1 เมื่อบุคคลต้องการเข้าสู่อาชีพ จำเป็นต้องมีการประเมินมสมรรถนะของบุคคลที่จำเป็นในการปฏิบัติงานในอาชีพนั้นๆ หากผลการประเมินเป็น “ผ่าน” แสดงว่าบุคคลนั้นมีสมรรถนะในการปฏิบัติงานตามมาตรฐานอาชีพ หรือมาตรฐานสมรรถนะที่กลุ่มอาชีพกำหนดไว้ หากผลการประเมิน “ไม่ผ่าน” แสดงว่าบุคคลนั้นยังไม่มีสมรรถนะในการปฏิบัติงามตามมาตรฐานอาชีพ และหากบุคคลนั้นต้องการพัฒนาสมรรถนะของตนเองก็สามารถพัฒนาได้หลายวิธีตามอัธยาศัย เช่นการไปฝึกงาน หรือเข้าสู่กระบวนการฝึกอบรม จากนั้นเมื่อไปฝึกปฏิบัติงานในอาชีพจนมั่นใจ ก็จะเข้าสู่การขอรับการประเมินสมรรถนะ ซึ่งถ้าผนการประเมินยัง “ไม่ผ่าน” บุคคลนั้นก็จะเข้าสู่การพัฒนาสมรรถนะอีกครั้ง แต่หากผลการประเมินสมรรถนะเป็น “ผ่าน” แสดงว่าบุคคลนั้นมีสมรรถนะในการปฏิบัติที่ขอรับการประเมิน จึงสามารถเข้าสู่อาชีพหรือปฏิบัติงานในอาชีพนั้นๆต่อไป แต่เมื่อเวลาผ่านไปสมรรถนะที่มีในบุคคลอาจมีเพิ่มขึ้น หรือในทางกลับกันอาจไม่เพียงพอกับการปฏิบัติก็จำเป็นที่จะต้องมีการประเมินสมรรถนะอีกครั้งเพื่อเป็นการรับรอบสมรรถนะที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล

โรงเรียนช่างนอกระบบ เป็นโรงเรียนช่างที่จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ให้การศึกษาเกี่ยวกับวิชาชีพ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปประกอบอาชีพหรือเพิ่มเติมทักษะในการประกอบอาชีพ โดยหลักสูตรเน้นภาคปฏิบัติ มากกว่าภาคทฤษฎี ทำให้ผู้ที่ไม่สามารถเข้าเรียนในระบบปกติ มีโอกาสเรียนวิชาชีพช่างในระดับที่ใช้ประกอบอาชีพได้ ผู้เข้ารับการฝึกจบไม่จำเป็นต้อง

ได้รับคุณวุฒิเช่นเดียวกับของรัฐ (กรรณิการ์, 2556) ซึ่งโรงเรียนช่างนอกระบบในประเทศไทยมีหลายแห่งแบ่งตามลักษณะของอาชีพ เช่น โรงเรียนช่างฝีมือในวัง (หญิง-ชาย) โรงเรียนพระดาบส เป็นต้น ซึ่งโรงเรียนพระดาบส เป็นโรงเรียนฝึกอาชีพด้านช่างนอกระบบแห่งแรกของประเทศไทย ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ.2519 เป็นโครงการพระราชดำริ พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช (ถนัดศรี : 2556) อีกทั้งแนวคิดของโรงเรียนช่างนอกระบบนี้ยังสอดคล้องกับแนวทางในการจัดการฝึกของผู้ให้บริการการฝึกอบรม หรือ Training Provider ที่จะมีบทบาทสำคัญในการให้บริการฝึกอบรมแบบฐานสมรรถนะ ที่กำลังก่อรูปและขยายตัวเกิดขึ้น ในประเทศไทย

จะเห็นได้ว่าระบบการฝึกอบรมโดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ เป็นการฝึกอบรมที่มุ่งเน้นผลลัพธ์ (Outcomes) และเป็นการพัฒนาสมรรถนะให้กับผู้เข้ารับการฝึกที่สะท้อนถึง ความรู้ ทักษะ และ เจตคติ ที่จะสามารถปฏิบัติงานตามเกณฑ์การปฏิบัติงานในอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมกับแนวทางในการจัดการฝึกของโรงเรียนช่างนอกระบบ ที่จัดการเรียนมุ่งเน้นการฝึกทักษะวิชาชีพด้านช่างอุตสาหกรรม เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานในอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงทำการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบ กระบวนการฝึกอบรมและชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะเพื่อพัฒนาทักษะแรงงานที่จะเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม สำหรับโรงเรียนช่างนอกระบบ ซึ่งสอดคล้องกับการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบันที่ได้เปลี่ยนแปลงจากด้านแรงงานราคาถูกไปสู่การแข่งขันด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติในการทำงาน ซึ่งถูกเรียกรวมกันว่า สมรรถนะในการทำงาน ทั้งนี้เพื่อให้การพัฒนากำลังคนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ และเป็นไปตามยุทธศาสตร์การพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. พัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม ของโรงเรียนช่างนอกระบบ
2. ศึกษาผลของการใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น

ขอบเขตของงานวิจัย

1. การจัดทำรูปแบบการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม ของโรงเรียนช่างนอกระบบ ในสาขาเป้าหมายช่างซ่อมบำรุงโรงงานอุตสาหกรรม
2. ประชากรในการวิจัย คือ ผู้เข้ารับการฝึกอาชีพในโรงเรียนนอกระบบ สายช่างอุตสาหกรรม
3. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ ศิษย์พระดาบส รุ่น 41 สาขาช่างอุตสาหกรรม จำนวน 95 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแรงงาน สำหรับโรงเรียนช่างนอกระบบ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. พัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม ได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการฝึกทักษะอาชีพ ทั้งในรูปแบบของการเรียนการสอนและรูปแบบของการฝึกอบรม

1.2 ศึกษารายละเอียดและข้อกำหนดต่างๆ มาตรฐานอาชีพ

1.3 ศึกษาวิธีการฝึกอบรมแบบฐานสมรรถนะ

1.4 พัฒนาร่างรูปแบบการฝึกรูปแบบการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม สาขาช่างซ่อมบำรุงในโรงงานอุตสาหกรรม

1.5 ดำเนินการประเมินรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

1.6 วิเคราะห์ผลการประเมินรูปแบบ

2. พัฒนาโมดูลการฝึก

2.1 ศึกษารายละเอียด และข้อกำหนดของหน่วยสมรรถนะในมาตรฐานอาชีพ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมแบบฐานสมรรถนะ (Competency Based Curriculum)

2.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินผลในหลักสูตรฐานสมรรถนะ

2.3 พัฒนาโมดูลการฝึก โดยแบ่งออกเป็น แผนการฝึกในแต่ละโมดูล เอกสารเนื้อหาที่ใช้ในการฝึก สื่อประกอบการฝึก แบบทดสอบ/ใบงาน ใบประเมินผล และออกแบบขั้นตอนในการฝึก

2.4 กำหนดเกณฑ์ผ่านของการวัดผลการฝึกทักษะ โดยพิจารณาร่วมกับผู้ที่ปฏิบัติในอาชีพซึ่งมีความเห็นว่าเนื่องจากการฝึกต้องการให้ผู้เข้ารับการฝึกมีสมรรถนะในการปฏิบัติงานอย่างแท้จริง จึงกำหนดเกณฑ์ผ่านของการวัดผลการฝึกอบรมอยู่ที่ร้อยละ 80 ของคะแนนที่ได้จากการวัดผล

3. ดำเนินการการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม

3.1 ประเมินสมรรถนะแรกเข้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

3.2 แนะนำกระบวนการขั้นตอนในการฝึกอบรม รวมถึงวิธีการและเกณฑ์ในการประเมินสมรรถนะให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความเข้าใจในกระบวนการ รวมถึงการฝึกทักษะ วิธีการวัดประเมินผลและการประเมินเพื่อให้การฝึกสามารถดำเนินการไปได้อย่างราบรื่น

3.3 ดำเนินการฝึกอบรมโดยใช้โมดูลฝึกอบรม ตามฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้น ทั้งส่วนของภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ตามกระบวนการที่ได้ออกแบบไว้

3.4 ประเมินผลการฝึกอบรม รวบรวมร่องรอยหลักฐานของผู้รับการฝึกอบรมที่เกิดขึ้นตามกระบวนการฝึกอบรม เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

4. ติดตามผลการฝึกปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกในสถานประกอบการ

4.1 ออกแบบกระบวนการติดตามและสำรวจความคิดเห็นของสถานประกอบการ

4.2 จัดทำเครื่องมือในการประเมินผลการฝึกในสถานประกอบการ และสำรวจความคิดเห็นของสถานประกอบการที่มีต่อผู้เข้ารับการฝึก

4.3 ดำเนินการติดตาม ประเมินผลและสำรวจความคิดเห็น

4.4 รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล

5. ประเมินสมรรถนะผู้รับการฝึกทักษะ

5.1 ศึกษามาตรฐานอาชีพผู้ประเมินสมรรถนะวิชาชีพ และเอกสารคู่มือปฏิบัติ งานประเมินสมรรถนะวิชาชีพ

5.2 ศึกษาเกณฑ์การปฏิบัติงานในหน่วยสมรรถนะที่กำหนดไว้ในมาตรฐานอาชีพ

5.3 จัดทำร่างเครื่องมือประเมินสมรรถนะ โดยจัดเรียงจุดหรือหัวข้อสำหรับใช้ในการประเมินตามเกณฑ์การปฏิบัติงาน

5.4 กำหนดคุณสมบัติผู้ประเมินสมรรถนะเพื่อใช้ในการพิจารณาร่างเครื่องมือประเมินสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นและเป็นผู้ประเมินสมรรถนะให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกทักษะ

5.5 ดำเนินการพิจารณาเครื่องมือประเมินสมรรถนะ และเกณฑ์ในการตัดสิน โดยผู้ประเมินสมรรถนะจำนวน 3 ท่าน โดยใช้วิธีการประชุมร่วมกันของผู้ประเมินสมรรถนะ รับฟังข้อเสนอแนะ และทำการแก้ไขจนได้แบบประเมินสมรรถนะฉบับสมบูรณ์

5.6 ผู้ประเมินสมรรถนะจำนวน 3 ท่าน ประเมินสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึก โดยใช้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้น

5.7 สรุปผลการประเมินสมรรถนะ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม ของโรงเรียนช่างนอกระบบ

1.1 องค์ประกอบของรูปแบบ ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 มาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) หรือ มาตรฐานสมรรถนะ (Competency Standard) โดยจะระบุ หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competency) และสมรรถนะย่อย (Element of Competency) และในแต่ละสมรรถนะย่อยจะประกอบด้วย เกณฑ์การปฏิบัติงาน (Performance Criteria) ขอบเขตของงาน (Range Statement) ร่อยรอยหลักฐาน (Evidence) ด้านความรู้และทักษะที่เป็นรูปธรรม (มนต์ชัย, 2550 : 14) ดังนั้นในการพัฒนาหลักสูตรการฝึกที่สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำข้อกำหนดดังกล่าวมาพัฒนาเป็นโมดูลการฝึกอบรม (Training Module) รวมถึงใช้ในการประเมินสมรรถนะ ซึ่งเป็นการประเมินเพื่อรับรองสมรรถนะที่มีอยู่ในตัวบุคคล ก็จะต้องประเมินตามรายละเอียดและข้อกำหนดดังกล่าวเช่นเดียวกัน

1.1.2 เครื่องมือประเมินสมรรถนะ จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะ ทั้งการประเมินแรกเข้าและการประเมินระหว่างหรือหลังการฝึกปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ในทางปฏิบัติเครื่องมือประเมินสมรรถนะนี้จะถูกพัฒนาโดยผู้ประเมินสมรรถนะโดยต้องยึดข้อกำหนดในมาตรฐานอาชีพหรือมาตรฐานสมรรถนะ

1.1.3 ประเมินสมรรถนะแรกเข้า เป็นกระบวนการประเมิน ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และเจตคติในการปฏิบัติงานของบุคคลที่มีมาก่อนเข้าสู่กระบวนการโดยเปรียบเทียบกับ เกณฑ์การปฏิบัติงานที่กำหนดไว้ในหน่วยสมรรถนะหรือสมรรถนะย่อย ซึ่งการประเมินจะกระทำโดยผู้ที่อยู่ในอาชีพหรือเป็นเจ้าของอาชีพนั้นๆ เป็นผู้ประเมิน

1.1.4 หลักสูตรฐานสมรรถนะ เป็นหลักสูตรการฝึกที่พัฒนามาจากรายละเอียดหรือข้อกำหนดของสมรรถนะที่กำหนดไว้ในมาตรฐานอาชีพ เป็นฐานของการจัดฝึกอบรม หรือนำมาใช้กำหนดจำนวนโมดูลการฝึก ซึ่งการพัฒนาหลักสูตรการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม ของโรงเรียนช่างนอกระบบ ในสาขาช่างซ่อมบำรุงโรงงานอุตสาหกรรมนี้แบ่งโมดูลออกเป็น 2 ส่วน คือ โมดูลสมรรถนะพื้นฐาน และ โมดูลสมรรถนะเฉพาะสาขา

1.1.4.1 โมดูลสมรรถนะพื้นฐาน ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทุกคนจะต้องฝึก ประกอบด้วย 8 โมดูล คือ ความปลอดภัยในการทำงาน งานฝึกฝีมือ งานทฤษฎีเครื่องมือช่าง งานวัดละเอียด งานเขียนแบบ งานวัสดุช่าง งานคณิตศาสตร์ช่าง และงานวิทยาศาสตร์ช่าง

1.1.4.2 โมดูลสมรรถนะเฉพาะสาขา โดยผู้เข้ารับการฝึกจะฝึกแยกตามสาขาที่เลือก ซึ่งในสาขาช่างซ่อมบำรุงในโรงงานอุตสาหกรรม จะฝึกใน 4 โมดูลคือ งานกลึง งานกัด งานระบบนิวแมติก และงานระบบไฮดรอลิก

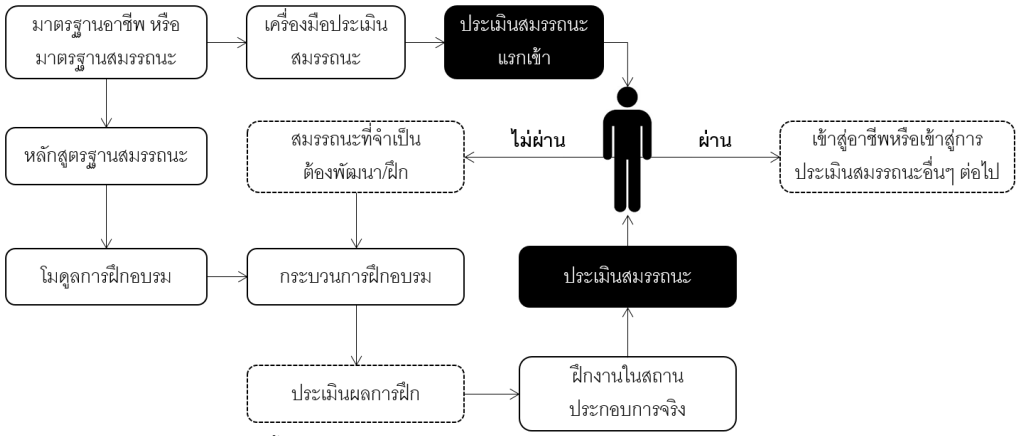
1.1.5 โมดูลการฝึก เป็นการนำหน่วยสมรรถนะ (Units of Competency) และสมรรถนะย่อย (Element of Competency) ในมาตรฐานอาชีพมาพัฒนาเป็นโมดูล ในโมดูลประกอบด้วย ผลลัพธ์การเรียนรู้ เกณฑ์การประเมินผล ขอบเขตเนื้อหา วิธีการวัดประเมินผล

1.1.6 กระบวนการฝึก เป็นกระบวนการฝึกแบบ Block Course โดยจะฝึกไปในแต่ละโมดูล โดยเมื่อจบการฝึกแต่ละโมดูลก็จะมีการวัดประเมินผลการฝึก ซึ่งในทางปฏิบัติ ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องฝึกโมดูลต่าง ๆ ทั้งโมดูลสมรรถนะพื้นฐาน และโมดูลสมรรถนะเฉพาะสาขาตามสาขาตาที่ออกแบบไว้

1.1.7 ฝึกงานในสถานประกอบการ เป็นการส่งผู้เข้ารับการฝึกที่ผ่านการฝึกตามโมดูลพื้นฐานและเฉพาะสาขาที่กำหนดไว้แล้ว ไปฝึกปฏิบัติงานในสถานประกอบการจริง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกได้เรียนรู้และประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะและเจตคติที่ได้รับการฝึกจากสถานศึกษา มาใช้ในการปฏิบัติงานจริง ในสถานประกอบการจริง ด้วยเครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในงานจริง

1.1.8 ประเมินสมรรถนะ เป็นการประเมินที่เกิดขึ้นระหว่างหรือหลังจากการฝึกงานในสถานประกอบการ ซึ่งจะเป็นการรับรองถึงสมรรถนะที่มีอยู่ในตัวของผู้เข้ารับการฝึกหรือผู้เข้ารับการประเมิน โดยผู้ประเมินสมรรถนะจะต้องเป็นคนที่อยู่ในอาชีพ หรือเป็นเจ้าของอาชีพที่ได้รับการรับรองว่ามีสมรรถนะในอาชีพนั้นๆ

จากแนวคิด รวมถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง จึงได้พัฒนาเป็นรูปแบบดังในภาพที่ 2



หมายเหตุ: กรอบที่เป็นเส้นประ หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบ

ภาพที่ 2 รูปแบบการฝึกทักษะแรงงานเพื่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม ของโรงเรียนช่างนอกระบบ

1.2 ผลการประเมินรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมากถึงดี โดยแบ่งประเด็นการประเมินออกเป็น 2 ด้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ด้านองค์ประกอบของรูปแบบ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 5.00 คือ หลักสูตรฐานสมรรถนะ และโมดูลการฝึก ส่วนองค์ประกอบที่มีความเห็นอยู่ในระดับต่ำที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย 4.20 คือ ประเมินสมรรถนะแรกเข้า โดยมีผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่า โดยธรรมชาติผู้ที่เข้ามารับการฝึกจะไม่มีสมรรถนะในการปฏิบัติงานอยู่แล้ว และหากเรากำหนดคุณบัติของผู้เข้ารับการฝึกไว้แต่แรกก็ไม่จำเป็นต้องดำเนินการขั้นตอนนี้

1.2.2 ด้านกระบวนการนำรูปแบบไปปฏิบัติ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมากถึงดี โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.80 คือ การพัฒนาหลักสูตรและโมดูลการฝึก กระบวนการฝึก และการฝึกงานในสถานประกอบการ ส่วน

กระบวนการที่มีความเห็นอยู่ในระดับต่ำรองลงมาโดยมีค่าเฉลี่ย 4.20 คือ การพัฒนามาตรฐานอาชีพ โดยมีผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่า เป็นขั้นตอนที่เจ้าของอาชีพต้องเป็นผู้ที่พัฒนา ซึ่งมีความซับซ้อน มีรายละเอียดเป็นจำนวนมาก หากจะรอให้เจ้าของอาชีพพัฒนาจนแล้วเสร็จแล้วจึงนำมาพัฒนาเป็นหลักสูตรและโมดูลการฝึกแบบฐานสมรรถนะจะทำให้ใช้เวลานาน จึงแนะนำให้ใช้มาตรฐานอาชีพที่มีการจัดทำไว้แล้วในต่างประเทศมาศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบหลักสูตรและโมดูลแทน และยังมีกระบวนการที่มีความเห็นอยู่ในระดับต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 3.60 คือ การประเมินสมรรถนะแรกเข้า โดยมีผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่า เป็นขั้นตอนนี้อาจไม่จำเป็น เพราะโดยธรรมชาติของผู้เข้ารับการฝึกอาชีพ จะไม่มีสมรรถนะในอาชีพนั้นอยู่แล้ว หรือหากมีก็จะมีเพียงบางส่วน ไม่สามารถทำงานในอาชีพ จึงแนะนำให้ใช้วิธีการกำหนดคุณสมบัติของผู้เข้าอบรมแทน ซึ่งประเด็นนี้สอดคล้องกับผลการประเมินในด้านขององค์ประกอบของรูปแบบ จากผลการประเมินดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการออกแบบการฝึกทักษะแรงงาน สำหรับโรงเรียนช่างนอกระบบ โดยมีรายละเอียดของการประเมินแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบการฝึก

รายการคำถาม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ผลการวิเคราะห์
ด้านองค์ประกอบ			
1. มาตรฐานอาชีพ หรือ มาตรฐานสมรรถนะ	4.80	0.447	ระดับดีมาก
2. เครื่องมือประเมินสมรรถนะ	4.80	0.447	ระดับดีมาก
3. ประเมินสมรรถนะแรกเข้า	4.20	0.837	ระดับดี
4. หลักสูตรฐานสมรรถนะ	5.00	0	ระดับดีมาก
5. โมดูลการฝึก	5.00	0	ระดับดีมาก
6. กระบวนการฝึก	4.60	0.548	ระดับดีมาก
7. ฝึกงานในสถานประกอบการ	4.60	0.548	ระดับดีมาก
8. ประเมินสมรรถนะภาพหลังการฝึก	4.80	0.447	ระดับดีมาก
ด้านกระบวนการนำไปรูปแบบไปปฏิบัติ			
1. การพัฒนามาตรฐานอาชีพ	4.20	0.837	ระดับดี
2. การพัฒนาเครื่องมือประเมินสมรรถนะ	4.40	0.894	ระดับดี
3. การประเมินสมรรถนะแรกเข้า	3.60	0.548	ระดับดี
4. การพัฒนาหลักสูตรและโมดูลการฝึก	4.80	0.447	ระดับดีมาก
5. กระบวนการฝึก	4.80	0.447	ระดับดีมาก
6. การฝึกงานในสถานประกอบการ	4.80	0.447	ระดับดีมาก
7. การประเมินสมรรถนะภาพหลังการฝึก	4.60	0.548	ระดับดีมาก

2. ผลของการใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น

1.3 ผลการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกผ่านโมดูลสมรรถนะพื้นฐาน และโมดูลสมรรถนะเฉพาะสาขา ซึ่งผลการฝึกได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ของผู้รับการฝึกในโมดูลสมรรถนะพื้นฐาน

ชื่อโมดูล	จำนวนผู้เข้าฝึก	คะแนนเฉลี่ยของผู้เข้าฝึกอบรม (ร้อยละ)
1. ความปลอดภัยในการทำงาน	95	82.57
2. งานฝึกฝีมือ	95	80.68
3. งานทฤษฎีเครื่องมือช่าง	95	79.83
4. งานวัดละเอียด	95	81.84
5. งานเขียนแบบ	95	81.23
6. งานวัสดุช่าง	95	81.43
7. งานคณิตศาสตร์ช่าง	95	80.68
8. งานวิทยาศาสตร์ช่าง	95	82.26

จากตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ของผู้รับการฝึกในโมดูลสมรรถนะพื้นฐาน ทั้งในส่วนที่ได้จากการทดสอบ จากผลงานและส่วนของงานปฏิบัติ ผู้เข้ารับการฝึกจำนวน 95 คน ได้คะแนนเฉลี่ยในการวัดและประเมินผล 7 โมดูลสมรรถนะพื้นฐานสูงกว่าร้อยละ 80 โดยโมดูลฝึก ความปลอดภัยในการทำงาน ผู้ผ่านการฝึกอบรมมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 82.57 ส่วนโมดูลที่มีผลคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 80 จำนวน 1 โมดูลคือ โมดูลงานทฤษฎีเครื่องมือช่าง โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.83 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยจากการวิเคราะห์คะแนนดิบพบว่า เนื้อหาที่สอนส่วนมากเป็นเรื่องของทฤษฎีทำให้ผู้เรียนทำคะแนนได้น้อย แต่ในเรื่องของการปฏิบัติเช่น เรื่องปฏิบัติการลับดอกสว่าน ผู้เรียนก็สามารถทำคะแนนได้สูงกว่าร้อยละ 80 จากผลการฝึกดังกล่าวจึงสามารถกล่าวได้ว่า ผู้เข้ารับการฝึกมีความสามารถในการปฏิบัติงานและมีผลสัมฤทธิ์ในส่วนของการปฏิบัติมากกว่าส่วนของภาคทฤษฎี เนื่องจากเป้าหมายของการพัฒนามุ่งเน้นในเรื่องของทักษะในการทำงานงาน ให้ผู้เข้ารับการฝึกได้ปฏิบัติอย่างทั่วถึงและจริงจัง

ตารางที่ 3 ผลการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกในโมดูลเฉพาะ สาขาช่างซ่อมบำรุงโรงงานอุตสาหกรรม

ชื่อโมดูล	จำนวนผู้เข้าฝึก	คะแนนเฉลี่ยของผู้เข้าฝึกอบรม (ร้อยละ)
1. งานกลึง (Turning)	10	81.13
2. งานกัด (Milling)	10	84.13
3. งานระบบนิวแมติก	10	80.60
4. งานระบบไฮดรอลิก	10	81.40

จากตารางที่ 3 เมื่อผู้เข้ารับการฝึกผ่านการฝึกในโมดูลพื้นฐานแล้ว ก็จะเลือกเข้าฝึกในโมดูลเฉพาะ โดยในผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด มีผู้เลือกเข้าฝึกในสาขาช่างซ่อมบำรุงโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 10 คน โดยได้คะแนนเฉลี่ยจากการวัดและประเมินผลของทั้ง 4 โมดูล สูงกว่าร้อยละ 80 โดยโมดูลการฝึก งานกัด ผู้ผ่านการฝึกมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 84.13 ส่วนโมดูลที่มีผลคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ โมดูลงานระบบนิวแมติก โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.60 จากผลการฝึกดังกล่าวจึงสามารถกล่าวได้ว่า ผู้เข้ารับการฝึกมีความสามารถในการปฏิบัติงานและมีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติงานฌพาะสาขาได้ดีทุกงาน โดยเฉพาะเรื่องของงานกัดและงานกลึงขึ้นงาน เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในทุกขั้นตอนตั้งแต่การอ่านแบบ การเตรียมวัสดุ การเตรียมเครื่องมือ รวมถึงการลงมือปฏิบัติซึ่งผู้เข้ารับการฝึก 1 คน จะใช้เครื่องจักร 1 เครื่องตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกปฏิบัติงานได้อย่างเต็มที่

1.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของสถานประกอบการจากการปฏิบัติการฝึกงานของผู้เข้ารับการฝึกในสาขาช่างซ่อมบำรุงจำนวน 10 คน เมื่อได้เข้าไปฝึกงาน/ปฏิบัติงานในสถานประกอบการเป็นระยะเวลา 2 เดือน จากนั้นได้ทำการสอบถามความพึงพอใจของสถานประกอบการที่มีต่อแรงงานที่ได้รับการฝึก ซึ่งผลได้แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของสถานประกอบการ

หัวข้อในการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)	ระดับผลการวิเคราะห์
1. ปริมาณของผลงาน	91.50	ดีมาก
2. คุณภาพของผลงาน	95.00	ดีมาก
3. ความรู้ความสามารถทางวิชาการ	86.00	ดีมาก
4. ความสามารถในการเรียนรู้และประยุกต์วิชาการ	92.00	ดีมาก
5. ความรู้ความชำนาญด้านปฏิบัติการ	89.00	ดีมาก
6. วิจารณญาณและการตัดสินใจ	92.00	ดีมาก
7. การจัดการและวางแผน	84.00	ดีมาก
8. ทักษะการสื่อสาร	81.00	ดีมาก
9. ความรับผิดชอบและเป็นผู้ที่ไว้วางใจได้	87.00	ดีมาก
10. ความสนใจและอุตสาหะในการทำงาน	80.00	ดีมาก
11. ความสามารถเริ่มต้นทำงานได้ด้วยตนเอง	71.00	ดี
12. การตอบสนองต่อการสั่งการ	72.00	ดี
13. บุคลิกภาพและการวางตัว	80.00	ดีมาก
14. มนุษยสัมพันธ์	83.00	ดีมาก
15. ความมีระเบียบวินัยปฏิบัติตามวัฒนธรรมขององค์กร	76.00	ดี
16. คุณธรรมและจริยธรรม	83.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**83.91**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.91 อยู่ในระดับดีมาก ประเด็นหัวข้อในการประเมิน ที่สถานประกอบการมีความพึงพอใจของผู้ผ่านการฝึกมากที่สุดในด้านคุณภาพของผลงาน โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 95.00 รองลงมาคือ ด้านความสามารถในการเรียนรู้และประยุกต์วิชาการ และด้านวิจารณญาณและการตัดสินใจ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 92.00 ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านความสามารถเริ่มต้นทำงานได้ด้วยตนเอง โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 71.00 ซึ่งมีสาเหตุเพราะผู้เข้ารับการฝึกให้มีความสามารถในการปฏิบัติงานช่างพื้นฐาน จะอยู่ในตำแหน่งของช่างชั้นต้น หรือผู้ช่วยช่าง โดยจะปฏิบัติงานตามคำสั่ง หรือปฏิบัติงานโดยอยู่ในการดูแลหรือควบคุมโดยช่าง ผู้เข้ารับการฝึกจึงไม่สามารถเริ่มต้นทำงานได้ด้วยตนเองได้

2.3 ผลการประเมินสมรรถนะ

เมื่อสิ้นสุดการฝึกงานในสถานประกอบการ ได้มีการประเมินสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกในสาขาช่างซ่อมบำรุง โดยมีผู้ประเมินสมรรถนะ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินในแต่ละสมรรถนะ โดยใช้แบบประเมินสมรรถนะและเอกสารอื่นๆ ที่ผู้วิจัยและผู้ประเมินสมรรถนะพัฒนาขึ้นร่วมกัน โดยให้ผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติงานตามที่ผู้ประเมินสมรรถนะกำหนด ซึ่งมีการประเมินสมรรถนะทั้งสิ้น 4 สมรรถนะคือ งานกลึงชิ้นงานโลหะ งานกัดชิ้นงานโลหะ งานบำรุงรักษาปั๊มลมแบบลูกสูบ และงานเปลี่ยนน้ำมันไฮดรอลิกส์

ผลการประเมินสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึก โดยมีผู้ประเมินสมรรถนะในแต่ละงานจำนวน 3 ท่าน ประเมินผ่านแบบประเมินสมรรถนะ พิจารณาจากร่อยรอยหลักฐานต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปฏิบัติงานโดยที่ผู้ประเมินทั้ง 3 ท่านได้ประเมินผล “ผ่าน” ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้ง 10 คน แสดงว่าผู้เข้ารับการฝึกมีสมรรถนะตามเกณฑ์การปฏิบัติงานของรายการสมรรถนะตามสาขาที่ทำการฝึก

สรุปผลการวิจัย

1. รูปแบบการฝึกทักษะแรงงาน ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ โดยผลการประเมินรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.00 – 3.60 อยู่ในระดับดีมากถึงดี

2. ผลของการใช้รูปแบบประกอบด้วย

2.1 โมดูลการฝึกจำนวน 12 โมดูล แบ่งเป็น 8 โมดูลพื้นฐาน มีผลการฝึกระหว่างร้อยละ 82.57 ถึง 79.83 และ 4 โมดูลเฉพาะสาขา มีผลการฝึกระหว่างร้อยละ 84.13 ถึง 80.60

2.2 ผลการติดตามผลการฝึกงานของผู้เข้ารับการฝึกในสถานประกอบการ จำนวน 10 คน ที่ประเมินโดยสถานประกอบการได้คะแนนเฉลี่ยรวมร้อยละ 83.91

2.3 ผลการประเมินสมรรถนะ ผู้ประเมินทั้ง 3 ท่านได้ประเมินผล “ผ่าน” ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้ง 10 คน

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. การออกแบบกระบวนการฝึกอาชีพต้องสอดคล้องกับการปฏิบัติงาน สถานที่ฝึก รวมถึงวัสดุฝึกและเครื่องมือที่เหมือนกับการปฏิบัติงานจริงในอาชีพ การฝึกในโรงเรียนเป็นเพียงการจำลองสถานการณ์และสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการเท่านั้น ดังนั้นการฝึกงานในสถานประกอบการจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการฝึกประสบการณ์ให้กับผู้เรียนในสถานศึกษา

2. กระบวนการฝึกอาชีพต้องให้ความสำคัญต่อการฝึกปฏิบัติอย่างจริงจัง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกเกิดความสามารถในการปฏิบัติงานแท้จริง การปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องจักร เครื่องมือ รวมถึงวัสดุฝึกอื่นๆ ก็เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกได้เห็นผลลัพธ์ของการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน ทำให้เกิดทักษะและเป็นการสร้างเจตคติในการทำงานจริง ในการฝึกอาชีพให้เกิดผลสัมฤทธิ์จึงต้องลงทุนกับเครื่องมือ วัสดุ และทรัพยากรทางการศึกษาต่างๆ เป็นจำนวนมาก

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ ตันประเสริฐ. (2556). **โรงเรียนพระดาบส: โอกาสครั้งที่สองของชีวิต**. กรุงเทพมหานคร: ดาวฤกษ์คอมมูนิเคชั่นส์

จรีพร จารุกรสกุล. (2561). **การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย ตามนโยบายประเทศไทย 4.0.** เอกสารวิจัยส่วนบุคคล วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร.

ถนัดศรี สวัสดิวัตน์, ม.ร.ว. (2556). **โรงเรียนพระดาบส** (Online). https://www.thairath.co.th/content/378744, 27 ตุลาคม 2556.

มนต์ชัย มนูธาราม. (2550). **การพัฒนากระบวนการกำหนดคุณวุฒิวิชาชีพอุตสาหกรรมสิ่งทอ**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิรัติ อัศวานุวัตร และคณะ. (2556). “การพัฒนามาตรฐานการฝึกอาชีพช่างอุตสาหกรรม”. **วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.** 4 (มกราคม – มิถุนายน), 11-19.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า บทบาทของครูและศูนย์เด็กเล็กในการกระตุ้นพัฒนาการของเด็กปฐมวัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช

Factors Related to Suspected Delayed Development, The Teachers' Role and Child Development Center for stimulation of Early Childhood in Nakhon Si Thammarat province.

สิตา ฤทธิ์ธาธรรม[1*], ยุทธนา ศิลปรัสมี[2], วีณา ธิติประเสริฐ[3], เสาวลักษณ์ วงค์นาถ[4]

Sita Riththatham[1*], Yutthana Sinlaparatsami[2], WeenaThitiprasert [2] , Saowaluck wongnat[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการกระตุ้นพัฒนาการ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า ความคาดหวังของผู้ปกครอง ปัญหาและอุปสรรคในการส่งเสริมพัฒนาการ กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กปฐมวัยอายุ 2 – 5 ปี จำนวน 405 คน ผู้ปกครอง 405 คน ผู้บริหารศูนย์เด็กเล็ก 13 คน และครู 28 คน ทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) คัดกรองและกระตุ้นพัฒนาการเด็กปฐมวัย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือประกอบด้วย แบบประเมินพัฒนาการคู่มือการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย (DSPM) แบบสอบถามการสำรวจการเลี้ยงดู แบบสัมภาษณ์ผู้ปกครอง บุคลากรสถานศึกษา โดยสนทนากลุ่ม และการสัมภาษณ์เชิงลึก วิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิเคราะห์สัดส่วน ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ทดสอบ *ไคสแควร์* การวิเคราะห์เนื้อหา สรุปประเด็น

ผลการวิจัยพบว่า การกระตุ้นพัฒนาการมีผลทำให้เด็กมีสัดส่วนพัฒนาการสมวัยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 32.10 และสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ได้แก่ ปัจจัยด้านผู้เลี้ยงดู การให้ สิ่งที่ต้องการ การพูดคุย วินัยและการใช้เหตุผล การดูแลความสะอาด ความสัมพันธ์กับคนในชุมชน ความคาดหวังของผู้ปกครองตรงกับการรับรู้บทบาทหน้าที่ครู แต่มีปัญหาด้านจำนวนครู งบประมาณ ขาดการพัฒนาศักยภาพครู ขาดส่วนร่วมจากผู้ปกครอง

ผลวิจัยสนับสนุนบทบาทครูในการกระตุ้นพัฒนาการซึ่งควรพัฒนาศักยภาพครู แก้ไขปัญหาด้านการบริหารจัดการ และเพิ่มความร่วมมือจากผู้ปกครอง

คำสำคัญ: พัฒนาการเด็กปฐมวัย, พัฒนาการสงสัยล่าช้า, บทบาทครูและผู้ปกครอง

---

[1]อาจารย์ประจำสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2]ประธานที่ปรึกษาสมาคมปันรักสร้างสุขเพื่อผู้สูงวัย

[3]นายกสมาคมสมาคมปันรักสร้างสุขเพื่อผู้สูงวัย

[4] อุปนายกสมาคมคนที่ 1 สมาคมปันรักสร้างสุขเพื่อผู้สูงวัย

[*]**Corresponding author, E-mail:** sita9965@gmail.com

Abstract

This research aimed to study the results of early childhood stimulation, factors related to suspected delayed development, guardians’ expectations, problems and obstacles of early childhood development. The cluster sampling group was 405 children whose ages are 2 – 5 years old, 405 children’s guardians, 13 heads and 28 teachers of the Child Development Center in Nakhon Si Thammarat province. The research instruments were an evaluation form of Developmental Surveillance and Promotion Manual (DSPM), a questionnaire of child nurture, an interview form of the guardians and the school staff. The data were collected by focus group interview and in-depth interview and analyzed by proportion, Chi-square test, frequency, percentage, average, and content analysis.

The results indicated that the development stimulation helped increase the children’s development by 32.10 percent. The increased proportion was significantly different at .001. The factors that related to low-suspect development, which were significantly different at .05, were caretakers, items given to the children, talking with the children, discipline and giving reasons, cleaning, the relationship with people in the community, the guardians’ expectation, and teachers’ roles. However, the problems were a number of teachers, budget, no teacher development, and no guardian participation.

The research results support the roles of the teachers to stimulate the children’s development. The heads of the schools should solve a problem of administration and make more efforts to motivate the guardians to participate in the children’s development.

Keywords: Early childhood development, low-suspect development, the roles of the guardians and teachers

บทนำ

เด็กปฐมวัยเป็นวัยเริ่มต้นของชีวิต พัฒนาการทั้งด้าน ร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม สติปัญญาและการเจริญเติบโต มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว กรอบทิศทางแผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 โดยได้กำหนดเป้าหมายให้มีพัฒนาการสมวัยไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 และ กลุ่มที่มีพัฒนาการไม่สมวัยควรได้รับการประเมิน เพื่อให้การช่วยเหลืออย่างเหมาะสมโดยเร็วที่สุด (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2559)

ความสมบูรณ์ของพัฒนาการ เกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย พบว่าปัจจัยทั้งความยากจน การขาดสารอาหาร สุขภาพที่ไม่ดี การอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ขาดการกระตุ้น ระบบการศึกษาในโรงเรียน ส่งผลเสียต่อพัฒนาการด้าน สติปัญญา ร่างกาย อารมณ์ สังคม ของเด็กได้ (Grantham-McGregor S, et al., 2007) ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่เด็กปฐมวัยได้รับมาจาก

ครอบครัว และโรงเรียนอนุบาล หรือ ศูนย์เด็กเล็ก จากรายงานของกระทรวงสาธารณสุข เด็กปฐมวัยไทยมีวิกฤตทางด้านพัฒนาการ มีพัฒนาการล่าช้าต่ำกว่ามาตรฐานถึง 30 % และเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาการศึกษาของเด็กไทย ที่มี 10-15 % ของเด็กไทยชั้น ป.3 และ ป.6 “อ่านไม่ออก เขียนไม่ได้ คิดไม่เป็น” ทำให้ประเทศไทยสูญเสียโอกาสในการพัฒนา จึงเร่งให้คัดกรองพัฒนาการเด็กปฐมวัยอายุ 9, 18, 30, 42 เดือน อย่างคลอบคลุม (สำนักข่าว Hfocus เจาะลึกระบบสุขภาพ, ออนไลน์) กระทรวงสาธารณสุขมีการใช้ คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยเด็กทั่วไป (Developmental Surveillance and Promotion Manual; DSPM) เป็นเครื่องมือใช้สำหรับการคัดกรองและกระตุ้นพัฒนาการเด็ก ประกอบด้วย 116 ข้อ (หนึ่งฤทัย เกื้อเอียด และคณะ, 2561) ซึ่งแตกต่างจากแบบประเมินพัฒนาการฉบับอื่นๆ เนื่องจากเป็นคู่มือที่มีการประเมินหรือคัดกรองพัฒนาการ ร่วมกับคำแนะนำในการส่งเสริมพัฒนาการที่เหมาะสม ในแต่ละช่วงอายุ ซึ่งผู้ดูแลเด็กและเจ้าหน้าที่สามารถทำหน้าที่ดูแลสุขภาพร่วมกัน (ประภาพร แซ่เตียว, 2562) มีความง่าย ต่อพ่อแม่และผู้เลี้ยงดู ในการนำไปใช้ได้เอง เพื่อส่งเสริมเฝ้าระวังพัฒนาการให้บุตรหลาน เป็นแนวทางเดียวกันทั้งผู้ปกครองและบุคคลากรทางสาธารณสุขในการสื่อสารที่ตรงกันจากการอ้างอิงคู่มือเล่มเดียวกัน

ข้อมูลจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราชพบว่า เด็กที่มีพัฒนาการล่าช้ายังคงมีจำนวนมาก จากการติดตามเฝ้าระวังพัฒนาการเด็กปฐมวัยไตรมาสที่ 3 (เมษายน-มิถุนายน 2558) สำรวจในกลุ่มอายุ 9 18 30 และ 42 เดือน โดยการสุ่มตรวจเด็กทั้งหมด 8,643 คน มีพัฒนาการที่สงสัยว่าล่าช้าจำนวน 317 คน คิดเป็นร้อยละ 18.38 พัฒนาการล่าช้า 16 คนคิดเป็นร้อยละ 0.81 (สาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช, 2558) ซึ่งถือว่ายังมีเด็กกลุ่มพัฒนาการที่สงสัยว่าล่าช้าอีกจำนวนมาก และเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดพัฒนาการล่าช้าได้ อีกทั้งยังคงมีกลุ่มวัยอื่นที่ไม่อยู่ใน กลุ่มอายุเป้าหมายในการคัดกรองของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งหากสามารถมีการศึกษาให้ครอบคลุมทุกกลุ่มวัยโดยคัดกรองและกระตุ้นพัฒนาเด็กที่มีพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้าให้กลับมาสมวัย และส่งต่อเด็กที่มีพัฒนาการล่าช้าเพื่อรับการรักษา ตั้งแต่ในระยะแรก จะสามารถช่วยเรื่องการเรียนรู้ และคุณภาพชีวิตในอนาคตได้ จึงสนใจศึกษาวิจัยอย่างเป็นระบบในประเด็นดังกล่าว โดยอาศัยกลไกการอบรมครูและศูนย์เด็กเล็ก หรือโรงเรียนอนุบาลให้มีความรู้และทักษะด้านพัฒนาการเด็ก เนื่องจากมีความใกล้ชิดเด็ก และสามารถสื่อสารกับผู้ปกครองได้ เพื่อความยั่งยืนของการส่งเสริมพัฒนาการ รวมทั้งศึกษาสาเหตุหรือปัจจัยที่สัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการช่วยเหลือป้องกันในเชิงรุก และสามารถนำผลวิจัยไปใช้ต่อยอดในการปรับกลยุทธ์การป้องกัน ส่งเสริม และ กระตุ้นพัฒนาการในพื้นที่ได้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ได้แก่เด็กปฐมวัยอายุระหว่าง 2-5 ปี ใน จังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้งหมด 23 อำเภอ จากฐานข้อมูลประชากรของของกระทรวงสาธารณสุขปี 2557 ทั้งหมด 98,347 คน คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Taro Yamane ได้ขนาดตัวอย่างเด็กปฐมวัย 2-5 ปี จำนวน 400 คน และ เผื่อการสูญหายระหว่างการเก็บข้อมูล (drop out) เป็น 420 คน การสุ่มตัวอย่าง จังหวัดนครศรีธรรมราชแบ่งเป็น 6 เขตการปกครอง ทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) สุ่มเลือกอำเภอ จากแต่ละเขต จำนวน 6 อำเภอ ขั้นที่ 2 เลือกตำบล ขั้นที่ 3 เลือกหมู่บ้าน และ ขั้นที่ 4 เลือกโรงเรียน นอกจากนั้นมีกลุ่มเป้าหมายที่มีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ใน ผู้ปกครองของเด็ก

ปฐมวัยที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 420 คน โดยเด็กปฐมวัยและผู้ปกครองที่อยู่จนจบการศึกษา จำนวน 405 คน ครูผู้ดูแลของเด็กปฐมวัยที่ 28 คน ผู้อำนวยการ หรือ ครูใหญ่ของโรงเรียนอนุบาล หรือศูนย์เด็กเล็ก 13 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่

1) เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองและกระตุ้นพัฒนาการ ได้แก่ แบบประเมินการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็ก (Developmental Surveillance and Promotion Manual : DSPM) ของกระทรวงสาธารณสุข การแปลผลพัฒนาการรวมทุกด้านแบ่งเป็น 3 ระดับ คือพัฒนาการสมวัย (Normal) คือเด็กที่ผ่านข้อทดสอบตามแบบประเมิน DSPM ทุกข้อ และพัฒนาการสงสัยล่าช้า (Suspect) คือ เด็กที่ไม่ผ่านตามแบบ ประเมิน DSPM ตั้งแต่ 1 ข้อ ขึ้นไป และหลังกระตุ้นกลุ่มพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า 1 เดือนแต่ไม่สามารถทำข้อทดสอบได้จะเปลี่ยนสถานะเป็นพัฒนาการล่าช้า ซึ่งการศึกษาพัฒนาการแบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพัฒนาการด้านการเคลื่อนไหว (Gross Moto: GM) ด้านพัฒนาการด้านการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กและ สติปัญญา (Fine Motor: FM) ด้านพัฒนาการด้านความเข้าใจภาษา (Receptive Language: RL) ด้านพัฒนาการด้านการใช้ภาษา (Expressive Language: EL) และด้านพัฒนาการด้านการช่วยเหลือตัวเองและสังคม (Personal and Social: PS)

2) แบบสอบถามข้อมูลสุขภาพมารดาขณะตั้งครรภ์และข้อมูลสุขภาพแรกคลอดของเด็กปฐมวัย พฤติกรรมด้านการเลี้ยงดูเด็ก นำแบบสอบถามตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา กับผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน หาค่า IOC (Index of Item – Objective Congruence) ทุกข้อมีค่ามากกว่า 0.50 และทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลจากครอบครัวหรือผู้เลี้ยงดูที่มีเด็กปฐมวัยในความดูแล และมีช่วงอายุระหว่าง 2-5 ปี ที่ไม่ถูกเลือกเป็นหน่วยตัวอย่าง จำนวน 50 ครอบครัว ทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) เท่ากับ 0.875 ถือว่ามีความน่าเชื่อถือได้สูง

3) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ผู้ปกครองถึงความคาดหวังการบริการและการส่งเสริมพัฒนาการของเด็กปฐมวัย แบบสัมภาษณ์ครู และแบบสัมภาษณ์ผู้อำนวยการศูนย์เด็กเล็กหรือโรงเรียนอนุบาลของเด็กปฐมวัย

วิธีการดำเนินการ

การศึกษาผลของการกระตุ้นพัฒนาการในกลุ่มสงสัยว่าล่าช้า โดยใช้ DSPM นักวิจัยคัดเลือกทีมวิจัยทางด้านการพยาบาลและสาธารณสุข อบรมความรู้เกี่ยวกับพัฒนาการเพื่อเป็นพี่เลี้ยงให้แก่ครูศูนย์เด็กเล็กหรือโรงเรียน จัดการอบรมความรู้ การคัดกรอง และการกระตุ้นพัฒนาการ ให้แก่ครูศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาล จากนั้นครูศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาลทำการคัดกรอง และกระตุ้นพัฒนาการในรายที่มีพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า แล้วประเมินผลซ้ำด้วย DSPM เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน รวมคิดเป็น 20 ครั้ง โดยมีทีมวิจัยลงนิเทศและประเมินทักษะความถูกต้องในการปฏิบัติอย่างน้อย 3 ครั้ง ครูศูนย์เด็กเล็กประสานงานผู้ปกครองแจ้งผลการประเมินพัฒนาการ และขอความร่วมมือผู้ปกครองในการ

ดูแลต่อเนื่อง ส่วนเด็กที่มีพัฒนาการล่าช้าทีมวิจัยจะประสานกับศูนย์เด็กเล็กเพื่อส่งต่อให้ได้รับการดูแลตามระบบสาธารณสุข

การศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับ พัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า โดยนัดหมายผู้ปกครองของเด็กปฐมวัยขอคำยินยอมเข้าร่วมโครงการ จากนั้นให้ผู้ปกครองทำแบบสอบถามซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลข้อมูลสุขภาพมารดาขณะตั้งครรภ์และข้อมูลสุขภาพแรกคลอดของเด็กปฐมวัย พฤติกรรมด้านการเลี้ยงดูเด็ก

การศึกษาความคาดหวังของผู้ปกครองที่มีต่อศูนย์เด็กเล็กในด้านการดูแลและการบริการ ใช้การสนทนากลุ่มของผู้ปกครอง ศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย ในบุคลากรของศูนย์เด็กเล็ก ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกกับครูศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียน และ ผู้อำนวยการของเด็กปฐมวัยที่เข้าร่วมการศึกษา

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์สัดส่วนของเด็กพัฒนาการสมวัย พัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า ต่อจำนวนเด็กทั้งหมด ก่อนและหลังการกระตุ้นด้วย DSPM และใช้ Z-test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนเด็กที่มีพัฒนาการสมวัย และเด็กที่มีพัฒนาการสงสัยล่าช้า ก่อนและหลังกระตุ้นพัฒนาการ การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า ใช้สถิติวิเคราะห์ Chi – square Test และสำหรับข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างใช้สถิติพรรณนา แจกแจงความถี่ จำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย การวิเคราะห์ทางด้านงานวิจัยคุณภาพในการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่ม โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) วิเคราะห์สรุปประเด็น (Thematically analysis)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลของการกระตุ้นพัฒนาการในกลุ่มสงสัยว่าล่าช้าโดยใช้ DSMP

เด็กปฐมวัยที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 405 คน เป็นเพศชาย จำนวน 209 คน คิดเป็นร้อยละ 51.60 และเป็นเพศหญิง จำนวน 196 คน คิดเป็นร้อยละ 48.40 หลังทำการคัดกรอง พบพัฒนาการสมวัย 261 คิดเป็นร้อยละ 64.44 และสงสัยว่าล่าช้า 144 คน คิดเป็นร้อยละ 35.56 หลังการกระตุ้นพัฒนาการของเด็กปฐมวัย มีพัฒนาการสมวัย เพิ่มเป็น 391 คน คิดเป็นร้อยละ 96.54 พัฒนาการล่าช้า 14 คนคิดเป็นร้อยละ 3.46

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของเด็กที่ผ่านการคัดกรองพัฒนาการ (n=405)

ข้อมูลการคัดกรองพัฒนาการของเด็ก	จำนวน	สัดส่วน	ร้อยละ	Z	P
1. พัฒนาการสมวัย					
ก่อนการกระตุ้นพัฒนาการของเด็ก	261	0.6444	64.44	11.39	<0.001**
หลังการกระตุ้นพัฒนาการของเด็ก	391	0.9654	96.54		
2. พัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า / พัฒนาการล่าช้า *					
ก่อนการกระตุ้นพัฒนาการของเด็ก	144	0.3556	35.56	11.46	<0.001**
หลังการกระตุ้นพัฒนาการขอเด็ก*	14	0.0346	3.46		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ α .05

จากตารางที่ 1 พบว่าเมื่อใช้ DSMP กระตุ้นพัฒนาการเด็กปฐมวัยกลุ่มพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า ทำให้สัดส่วนของเด็กมีพัฒนาการสมวัยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.321 หรือเด็กมีพัฒนาการสมวัยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 32.10 เมื่อทดสอบ Z-test เปรียบเทียบพัฒนาการสมวัยก่อนและหลังการกระตุ้นพัฒนาการ มีพัฒนาการสมวัยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเปรียบเทียบพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้ากับพัฒนาการล่าช้า พบว่าพัฒนาการล่าช้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาพัฒนาการรายด้านในเด็กพัฒนาสงสัยว่าล่าช้า 144 คน มีพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า 1-4 ข้อ ต่อรายและมากกว่า 1 ด้าน โดยด้านกล้ามเนื้อมัดเล็กและสติปัญญา(FM) มีพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า จำนวนมากถึง 111 คน คิดเป็นร้อยละ 77.08 รองลงมาเป็น ด้านการช่วยเหลือตัวเอง 43 คน คิดเป็นร้อยละ 29.86 และ พัฒนาการด้านการเคลื่อนไหว การเข้าใจภาษา และการใช้ภาษา ตามลำดับ เมื่อกระตุ้นพัฒนาการโดยครูปฐมวัย และทำการเปรียบเทียบพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า กับพัฒนาการล่าช้าในแต่ละด้าน สามารถลดจำนวนพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า ซึ่งจะกลายเป็นพัฒนาการล่าช้าลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเด็กปฐมวัยเพียง 14 คน ถูกเปลี่ยนสถานภาพเป็นพัฒนาการล่าช้า ซึ่งแต่ละรายมีพัฒนาการล่าช้า 1-4 ข้อ และ มากกว่า 1 ด้าน ทั้งนี้เด็กปฐมวัยกลุ่มพัฒนาการล่าช้า ได้ถูกส่งต่อเพื่อรับการรักษาตามระบบกลไกของกระทรวงสาธารณสุข ตามเกณฑ์ของ DSPM รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการไม่สมวัย ชนิดพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า

ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของครอบครัวเด็กปฐมวัยช่วงอายุระหว่าง 2-5 ปี ข้อมูลส่วนใหญ่พบว่า ด้านอายุมารดาขณะตั้งครรภ์ พบว่า มารดามีอายุขณะตั้งครรภ์มากกว่า 20-35 ปี มากที่สุดจำนวน 296 คน คิดเป็นร้อยละ 73.09 การคลอดครบกำหนด จำนวน 378 คน คิดเป็นร้อยละ 93.33 ความผิดปกติของมารดาขณะตั้งครรภ์ ไม่มีความผิดปกติ จำนวน 342 คน คิดเป็นร้อยละ 84.44 มารดาไม่มีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมระหว่างตั้งครรภ์ จำนวน 395 คน คิดเป็นร้อยละ 97.53 มารดาได้รับไอโอดีนเสริม จำนวน 308 คน คิดเป็นร้อยละ 76.05 มารดามีภาวการณ์คลอดเป็นปกติ จำนวน 246 คน คิดเป็นร้อยละ 60.74 รองลงมามารดาทำการผ่าคลอด จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 36.05 ไม่มีภาวะแทรกซ้อนในเด็กแรกเกิด จำนวน 396 คน คิดเป็นร้อยละ 91.11 เด็กแรกเกิดมีน้ำหนักมากกว่า 2,500 กรัม จำนวน 374 คน คิดเป็นร้อยละ 92. เด็กแรกเกิดได้กินนมแม่เป็นเวลา 6 เดือน จำนวน 262 คน คิดเป็นร้อยละ 64.69 ครอบครัวมีความรักใคร่กันดี จำนวน 377 ครอบครัว คิดเป็นร้อยละ 93.09

ตารางที่ 2 พัฒนาการที่สงสัยว่าล่าช้าและพัฒนาการล่าช้ารายด้าน

หัวข้อพัฒนาการที่ล่าช้า (n =144 คน)	ก่อนกระตุ้น (สงสัยว่าล่าช้า)		หลังกระตุ้น (ล่าช้า)		z	P
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		
ด้านการเคลื่อนไหว(GM)	34	23.61	4	2.78	5.25	<.001**
ด้านกล้ามเนื้อมัดเล็กและสติปัญญา(FM)	111	77.08	10	6.94	11.67	<.001**
ด้านการเข้าใจภาษา(RL)	27	18.75	2	1.39	5.14	<.001**
ด้านการใช้ภาษา(EL)	23	15.97	3	2.08	4.67	<.001**
ด้านการช่วยเหลือตัวเอง(PS)	43	29.86	2	1.39	7.25	<.001**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ α .05

ข้อมูลการเลี้ยงดูเด็กของผู้เลี้ยงดูหรือผู้ที่อยู่ใกล้ชิดของเด็กปฐมวัย โดยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 357 คน คิดเป็นร้อยละ 88.15 มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 35.09 ปี เลี้ยงดูหรือผู้ที่อยู่ใกล้ชิดเป็นมารดาของเด็ก จำนวน 289 คน คิดเป็นร้อยละ 71.36 เป็นบิดาของเด็ก จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 11.85 ผู้เลี้ยงดูหรือผู้ที่อยู่ใกล้ชิดจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา จำนวน 185 คน คิดเป็นร้อยละ 45.68 รองลงมาจบการศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 23.70 ครอบครัว มีรายได้รวม 6,001-10,000 บาท ต่อเดือน จำนวน 143 ครอบครัว คิดเป็นร้อยละ 35.31 มีรายได้ 10,001-15,000 บาท ต่อเดือน จำนวน 76 ครอบครัว คิดเป็นร้อยละ 18.77 มีของเล่นส่งเสริมพัฒนาการแบบทั่วไปๆ ไปให้กับเด็ก จำนวน 387 คน คิดเป็นร้อยละ 95.56

ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลสุขภาพมารดาขณะตั้งครรภ์ และข้อมูลสุขภาพแรกคลอดของเด็กปฐมวัย ไม่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า ส่วนพฤติกรรมผู้เลี้ยงดูพบว่าความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความสัมพันธ์ของผู้เลี้ยงดูกับเด็กปฐมวัย การดูแลให้เด็กได้รับสิ่งที่ต้องการโดยเฉพาะด้านอาหารอย่างเหมาะสม การพูดคุยหรือสอนเด็กให้รู้จักสิ่งต่างๆ ใกล้ตัว การปลูกฝังระเบียบวินัยและการใช้เหตุผลกับเด็ก การดูและทำความสะอาดร่างกายเด็ก คนในชุมชนมีความสัมพันธ์ที่ดีทักทาย หยอกล้อกับเด็ก คนในชุมชนเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับเด็ก ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3

ผลความคาดหวังของผู้ปกครองที่มีต่อศูนย์เด็กเล็กในด้านการดูแลและการบริการและการส่งเสริมพัฒนาการและปัญหาอุปสรรค ของศูนย์เด็กเล็กในการดำเนินการ

ผู้ปกครองเลือกศูนย์เด็กเล็กหรือโรงเรียนอนุบาลจากการเดินทางสะดวกอยู่ใกล้บ้าน พบว่าความคาดหวังของผู้ปกครองกับการรับรู้บทบาทของครูตรงกันได้แก่ ต้องการและคิดว่าควรเพิ่มการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ จัดกิจกรรมให้เด็กกล้าแสดงออกเพิ่มขึ้น สัดส่วนของห้องเรียนกว้างขึ้น จำนวนครูต่อเด็กน้อยลงเพื่อดูแลได้ทั่วถึง การสอนควรแยกห้องเรียนอย่างชัดเจน เพื่อสามารถส่งเสริมพัฒนาการได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามพบว่าไม่สามารถดำเนินตามข้อต้องการนั้นได้เนื่องจากมีปัญหาอุปสรรคในการบริหารจัดการของศูนย์เด็กเล็กหรือโรงเรียนอนุบาล และมีประเด็นที่เพิ่มเติมในส่วนครูปฐมวัยต้องการความร่วมมือจากผู้ปกครอง ในการดูแลต่อเนื่องเพื่อส่งเสริมและกระตุ้นพัฒนาการ และแก้ไขพฤติกรรมไม่เหมาะสมของเด็ก โดยไม่หวังว่าเป็นความรับผิดชอบของศูนย์เด็กเล็กอย่างเดียว

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาพฤติกรรมผู้เลี้ยงดูที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้าของเด็กปฐมวัย

พฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์ กับเด็กมีภาวะสงสัยว่าจะมีพัฒนาการล่าช้า	χ^2	P-value
ปัจจัยด้านพฤติกรรมการเลี้ยงดู		
ความสัมพันธ์ของผู้เลี้ยงดูกับเด็ก	10.063	0.039*
การดูแลให้เด็กได้รับสิ่งที่ต้องการโดยเฉพาะอาหารอย่างเหมาะสม	7.027	0.030*
การพูดคุยหรือสอนเด็กให้รู้จักสิ่งต่างๆ ใกล้ตัว	6.749	0.034*
การปลูกฝังระเบียบวินัยและการใช้เหตุผลกับเด็ก	7.013	0.030*
การดูแลทำความสะอาดร่างกายเด็ก	14.202	0.001**
คนในชุมชนทักทาย หยอกล้อกับเด็กด้วยความเอ็นดู	10.363	0.016*

พฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์ กับเด็กมีภาวะสงสัยว่าจะมีพัฒนาการล่าช้า	χ^2	P-value
คนในชุมชนเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับเด็ก	8.065	0.018*
ระดับการศึกษาของผู้เลี้ยงดูเด็ก	2.768	0.597
ปัจจัยพื้นฐานของมารดาและสุขภาพของทารก		
อายุมารดาขณะตั้งครรภ์	1.534	0.464
การคลอดครบกำหนด	2.002	0.157
ความผิดปกติของมารดาขณะตั้งครรภ์	1.710	0.944
พฤติกรรมมารดาขณะตั้งครรภ์	0.720	0.868
การเสริมธาตุไอโอดีนระหว่างตั้งครรภ์	0.373	0.541
การเสริมธาตุเหล็กระหว่างตั้งครรภ์	0.042	0.837
ภาวะแทรกซ้อนในเด็กแรกเกิด	0.192	0.662
น้ำหนักแรกเกิด	0.159	0.690
การกินนมแม่อย่างเดียวเป็นเวลา 6 เดือน	0.062	0.969
ความสัมพันธ์ในครอบครัว	1.386	0.500
ความรุนแรงของสมาชิกในครอบครัว	0.062	0.803

หมายเหตุ: ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ α .05 * : p-value<0.05, ** : p-value<0.01

ผลการศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยในบุคลากรของศูนย์เด็กเล็ก

ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาเด็กเล็กหรือโรงเรียนอนุบาล มีประสบการณ์ขั้นต่ำในการดูแลงานศูนย์เด็กเล็ก 15-22 ปี ผู้อำนวยการสำเร็จการศึกษาปริญญาตรีด้านการปฐมวัยทุกคน มีเพียง 1 คน ที่สำเร็จการศึกษาด้านการจัดการทั่วไป ผู้อำนวยการมีความคิดเห็นว่าครูปฐมวัยหนึ่งคน รับผิดชอบเด็กเล็กโดยเฉลี่ย 20 -24 มีความเหมาะสม มีเพียง 1 แหล่งที่มีการจัดสัดส่วนครูปฐมวัย 1 คน รับผิดชอบเด็กเล็กโดยเฉลี่ย 8-9 ในขณะที่ครูผู้ดูแลเด็กปฐมวัยคิดว่าจำนวนครูน้อยเกินไปต่อสัดส่วนที่รับผิดชอบ และยังมีการเรียนร่วมกันระหว่างต่างช่วงวัยในบางส่วน ซึ่งทำให้การสอน และการกระตุ้นพัฒนาการทำได้ลำบาก ครูปฐมวัยจบการศึกษาด้านปฐมวัยร้อยละ 50 ส่วนหนึ่งกำลังรอศึกษาวิชาชีพครูเพิ่มเติม ทางศูนย์เด็กเล็กและโรงเรียนได้แก้ไข ด้วยการส่งเข้ารับการฝึกอบรมโดยเฉพาะครูพี่เลี้ยง ซึ่งไม่มีวุฒิการศึกษาด้านปฐมวัย โดยมีงบประมาณสำหรับการพัฒนาบุคลากรอย่างต่ำโดยเฉลี่ย 4,000 บาทต่อครู 1 คน และมีงบประมาณสำหรับพัฒนาบุคลากรต่อ ศูนย์เด็กเล็กโดยเฉลี่ยปีละ 10,000-50,000 บาท ทุกศูนย์เด็กเล็กและมีความต้องการให้หน่วยงานราชการมหาลัยซึ่งเป็นฝ่ายวิชาการ มีส่วนช่วยในการพัฒนาศักยภาพครู โดยเฉพาะการทำสื่อการสอน เพื่อการเรียนรู้และเสริมพัฒนาการ ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในสังกัดขององค์การบริหารส่วนตำบล(อบต) การบริหารภายใต้ อบต.ทำให้มีอุปสรรคในเรื่องของการจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ที่ไม่ตรงตามความต้องการ ไม่ทันสมัย ศูนย์เด็กเล็กหรือโรงเรียนสังกัดเอกชน มีความคล่องตัวในการดำเนินการมากกว่าศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่อยู่ภายใต้การดูแลของ อบต. เช่น การปรับหลักสูตรเพื่อส่งเสริมพัฒนาการและปรับตามความต้องการผู้ปกครอง นอกจากนั้นครูปฐมวัยได้สะท้อนถึง เอกสารแบบฟอร์ม ในการทำงานของครูมากเกินไป

ทำให้เวลาในการดูแลเด็กอย่างทั่วถึงน้อยลง เทียบสัดส่วนครูต่อเด็กมากไป และพื้นที่มีบริเวณจำกัดไม่สามารถขยายได้ หลายพื้นที่มีอาคารที่มีโครงสร้างเก่าไม่ตรงกับมาตรฐานศูนย์เด็กเล็ก จึงเกิดความแออัดคับแคบ รวมถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม เรื่อง ฝุ่น ยุง น้ำสะอาด

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การกระตุ้นพัฒนาการเด็กที่พัฒนาสงสัยว่าล่าช้า ด้วยโปรแกรม DSPM โดยครูปฐมวัยสามารถทำให้สัดส่วนของเด็กมีพัฒนาการสมวัยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.321 หรือ เด็กมีพัฒนาการสมวัยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 32.10 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการใช้ DSPM โดยครูปฐมวัย มีประสิทธิภาพในการใช้ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กปฐมวัย โดยอาศัยการส่งเสริมช่วยเหลือจากทั้งบุคคลากรทางสาธารณสุข และนักวิชาการ รวมทั้งปรับบริบททางการจัดการด้านบริหารได้แก่ อัตรากำลังครู เพื่อลดสัดส่วนการดูแลของครูต่อเด็กปฐมวัย การจัดการเรื่องงบประมาณ การจัดซื้อสื่ออุปกรณ์ที่ตรงกับความต้องการ การปรับบริบทสิ่งแวดล้อม ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของเด็ก โดยการปรับโครงสร้างตึก ขยายพื้นที่ ลดความแออัด โดยยึดมาตราฐานศูนย์เด็กเล็กในการดำเนินการ ในขั้นต่อไปควรมีการประยุกต์และบูรณาการพัฒนาการเด็กปฐมวัยตามเกณฑ์ DSPM กับเกณฑ์มาตรฐานด้านการบริหารจัดการ และการจัดการหลักสูตรการศึกษา ซึ่ง Sirima Pinyoanuntapong (2013) แนะนำว่าครูในศูนย์เด็กเล็กต้องมีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามช่วงอายุของเด็กปฐมวัย มีกำหนดการเรียนรู้ประจำวัน และแนวทางในการประเมินผลที่ชัดเจน เพื่อให้เกิดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ หรือการมีพัฒนาการที่สมวัย นอกจากนั้นมีการศึกษายืนยันจาก ตุ๊กตา สิมาเลาเต่า และ นพดล เจนอักษร (2555) และ จิตตนันท์ เจียมสชุน และสุทธิพร บุญส่ง (2558) ยืนยันว่าการจัดการศึกษาปฐมวัยตามเกณฑ์มาตรฐานด้านการบริหาร และการจัดการศึกษาที่สัมพันธ์กับพัฒนาการส่งผลให้พัฒนาการทุกๆด้านเพิ่มขึ้น ซึ่งควรมีกระบวนการกำหนดความคาดหวังให้ชัดเจนระหว่างครู ผู้บริหาร พ่อแม่ผู้ปกครอง ชุมชน และหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษามาจัดการร่วมกัน เพื่อส่งเสริมทั้งทางด้านทักษะ ความรู้ และสังคมได้เหมาะสมกับวัย เป็นการเสริมสร้างประสบการณ์ตามหลักสูตรปฐมวัย อีกทั้งควรเพิ่มความสามารถและทักษะของครูในการผลิตสื่อเพื่อเพิ่มความหลากหลาย ด้วยการดัดแปลงสื่อการสอน หรืออุปกรณ์การเล่นที่ส่งเสริมพัฒนาการที่ใช้ในการบูรณาการการสอนกับพัฒนาการได้ เพื่อลดภาระงานของครู สอดคล้องกับ พัชราวลัย มีทรัพย์ (2562) และ จิตตนันท์ เจียมสชุน และ สุทธิพร บุญส่ง (2558) ที่พบว่าครูปฐมวัยควรมีความรู้ในปรัชญาและนโยบายการจัดการอนุบาลศึกษาด้านหลักสูตร และทักษะความสามารถในการวัดและการประเมินพัฒนาการเด็ก การสังเกตพฤติกรรมเด็ก และ ส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนกับผู้ปกครองอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นส่วนช่วยสนับสนุนการจัดการความรู้ ทั้งในด้านสภาพแวดล้อม และสื่อประกอบ กิจกรรมการส่งเสริมพัฒนาการที่มีความต่อเนื่องระหว่างศูนย์เด็กเล็กและผู้ปกครอง

พัฒนาการสงสัยว่าล้าช้าของการศึกษาครั้งนี้พบในทั้ง 5 ด้าน ด้านกล้ามเนื้อมัดเล็กและสติปัญญา(FM) ด้าน การช่วยเหลือตัวเอง(PS) ด้านการเคลื่อนไหว(GM) ด้านการเข้าใจภาษา(RL) ด้านการใช้ภาษา(EL) เรียงจากพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้าที่พบมากสุดไปน้อยสุด โดยพบว่าเป็นผลมาจากปัจจัยด้านพฤติกรรมของผู้เลี้ยงดู ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้าได้แก่ ความสัมพันธ์ของผู้เลี้ยงดูกับเด็ก การดูแลให้เด็กได้รับสิ่งที่ต้องการโดยเฉพาะอาหารอย่างเหมาะสม การพูดคุยหรือสอนเด็กให้รู้จักสิ่งต่างๆ ใกล้ตัว การปลูกฝังระเบียบวินัยและการใช้เหตุผลกับเด็ก การดูแลทำความสะอาดร่างกายเด็ก คนในชุมชนทักทาย หยอกล้อกับเด็กด้วยความเอ็นดู และ คนในชุมชนเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับเด็ก

เนื่องจากปัจจัยด้านพฤติกรรมของผู้เลี้ยงดู ส่งผลต่อพัฒนาการของเด็กปฐมวัย จึงควรมีการอบรมให้ความรู้แก่กลุ่มผู้ปกครองอย่างจริงจัง จากการสะท้อนของครูปฐมวัยพบว่าผู้ปกครองยังมีความร่วมมือในระดับต่ำ ควรมีการจัดหลักสูตรหรือมีการจัดกิจกรรมเพื่อให้เกิดเวทีการเรียนรู้หรือได้มาพบปะ แลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่มผู้เลี้ยงดูเพื่อให้เกิดกระบวนการ ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์การแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อเพิ่มการรับรู้ประโยชน์และลดการรับรู้อุปสรรคของการส่งเสริมพัฒนาการ ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุนจาก ภควดี นนทพันธ์ (2561) ที่การเพิ่มการรับรู้ประโยชน์ และลดการรับรู้อุปสรรคมีความสัมพันธ์ เชิงบวกและเชิงลบตามลำดับ กับการส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย โดยบุคลากรทางสาธารณสุขเข้ามามีส่วนร่วมในการเพิ่มการรับรู้ดังกล่าวเพื่อให้พ่อแม่และผู้ดูแล มีพฤติกรรมส่งเสริมพัฒนาการมากขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้เลี้ยงดูกับเด็กมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า อธิบายได้ว่าหากผู้ปกครองหรือผู้เลี้ยงดูมีความสัมพันธ์ที่ดีกับ เด็กปฐมวัยจะสามารถส่งเสริมพัฒนาการ โดย รุ่งทอง วัชรนุกูลเกียรติ และ วรินทรัตน์ ขันธสะอาด (2562) พบว่าความสัมพันธ์จะผลต่อการส่งเสริมพัฒนาการ ด้านอาหารและ โภชนาการ ด้านอารมณ์และจิตใจ มีความแตกต่างกันระหว่างเด็กที่พัฒนาการสมวัย และ กลุ่มพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า ในส่วนของการให้สิ่งที่ต้องการโดยเฉพาะการดูแลด้านอาหารมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า อธิบายได้ด้วยการศึกษาของ สุชาดา ธนะพงศ์พร (2557) ที่อาหารและภาวะโภชนาการด้านน้ำหนักมีความสัมพันธ์กับ พัฒนาการด้านการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ในการเคลื่อนไหวภาวะโภชนาการด้านส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับด้านสังคมและการช่วยเหลือตัวเอง จึงควรส่งเสริมด้านอาหารแก่เด็กปฐมวัยอย่างเหมาะสม ด้านการพูดคุยให้เด็กรู้จักเรียนรู้สิ่งใกล้ตัวมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า ซึ่งบทบาทของผู้เลี้ยงดูหรือผู้ปกครองมีผลต่อพัฒนาการด้านการใช้ภาษาพูดคุยของเด็กปฐมวัยซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้ความเข้าใจและพัฒนาการด้านอื่นๆ (เมตตา ลิมปวราลัย และ คณะ, 2562) การฝึกระเบียบวินัยและหลักเหตุผลและการสนับสนุนการสร้างสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างเด็กกับคนในชุมชนมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า สนับสนุนโดยการศึกษาของ รวี ศิริปริชยากร และขวัญใจ จริยาทัศน์กร (2561) ซึ่งปัจจัยด้านการอบรมเลี้ยงดู แบบประชาธิปไตย แบบรักสนับสนุน แบบใช้เหตุผล ปัจจัยด้านการจัดการเรียนรู้ และการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชน ช่วยให้เด็กปฐมวัยมีพัฒนาการที่เหมาะสมกับพัฒนาการด้านกล้ามเนื้อใหญ่ ด้านกล้ามเนื้อมัดเล็ก ด้านภาษาและการสื่อสาร ด้านอารมณ์และสังคม และสร้างบรรยากาศการเรียนให้เด็กเกิดความรู้สึกปลอดภัย หากขาดปัจจัยเหล่านี้ก็จะเกิดพัฒนาการสงสัยว่าล่าช้า และพัฒนาการล่าช้าได้

ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการจัดทำหลักสูตรปฐมวัยที่มีการบูรณาการการเรียนการสอนที่สอดรับกับพัฒนาการตามวัยมากขึ้น และ ควรมีการบริการวิชาการหรือวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองหรือชุมชนในเรื่องพัฒนาการ

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการอำนวยการจัดทำแผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติ ฉบับที่ 12 กระทรวงสาธารณสุข. (2559). แผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติ ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

จิตตนันท์ เจียมสชุน และสุทธิพร บุญส่ง. (2558). "ความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยกับพัฒนาการเด็กในเขตกรุงเทพมหานคร". **วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**. 10(2), 121-129.

ตุ๊กตา สิมาเลาเต่าและ นพดล เจนอักษร. (2555). "การจัดการศึกษาปฐมวัยตามเกณฑ์มาตรฐานด้านการบริหารและการจัดการศึกษากับพัฒนาการเด็กปฐมวัยของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาคร". **วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.** 3(1), 95-100.

ทัศนียา วังสะจันทานนท์ และคณะ. (2557). "บทบาทผู้ดูแลเด็กของศูนย์พัฒนาเด็กปฐมวัยในการคัดกรองและการส่งเสริมพัฒนาการเด็ก". **วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒน์ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)**. 6(12), 114-121.

ประภาพร แซ่เตียว. (2562). "แบบประเมินพัฒนาการในเด็กปฐมวัย: เครื่องมือในการพยาบาลเพื่อสร้างเสริมสุขภาพเด็กปฐมวัย". **วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน.** 25(3), 99-108.

พัชราวลัย มีทรัพย์. (2562). "การประเมินความต้องการจำเป็นด้านทักษะพื้นฐานของครูอนุบาล". **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.** 13(2), 580-589.

ภควดี นนทพันธ์. (2561). "ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กบัพฤติกรรมการส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้เลี้ยงดูเด็ก จังหวัดสงขลา". **วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้าจังหวัดเพชรบุรี.** 1(3), 10-24.

เมตตา ลิมปวราลัย และคณะ. (2562). "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการด้านการใช้ภาษาสมวัยของเด็กปฐมวัยในจังหวัดสุโขทัย". **วารสารการพยาบาลและสุขภาพ**. 13(4), 1-12.

รวี ศิริปริชยากร และขวัญใจ จริยาทัศน์กร. (2561). "ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการของเด็กปฐมวัยในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กจังหวัดนครนายกตามการปฏิบัติที่เหมาะสมกับพัฒนาการ". **SDU Res. J.** 14 (1), 91-109.

รุ่งทอง วัชรนุกูลเกียรติ และวรินทรัตน์ ขันธสะอาด. (2562). "การศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมของผู้เลี้ยงดูเด็กปฐมวัย 0-5 ปี ระหว่างกลุ่มเด็กที่มีพัฒนาการสมวัยและกลุ่มเด็กที่มีพัฒนาการสงสัยล่าช้าในเขตจังหวัดขอนแก่น." **วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิก โรงพยาบาลพระปกเกล้า.** 36(4), 332-338.

สาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช. (2558). **รายงานประจำปีสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช**. เฝ้าระวังส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยเด็กทั่วไป.สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช.

สุชาดา ธนะพงศ์พร. (2557). "การเจริญเติบโตพัฒนาการและภาวะสุขภาพเด็กปฐมวัยบ้านเด็กอ่อนรังสิต".**วารสารการพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข** 143-155

สำนักข่าว Hfocus. เจาะลึกระบบสุขภาพ วิกฤตพัฒนาการเด็กปฐมวัยของไทย ต่ำกว่ามาตรฐานถึง 30% เร่งค้นหาเพื่อแก้ไขทันท่วงที.สืบค้นจาก\ https://www.hfocus.org/content/2016/06/12324. เมื่อ 16 มกราคม 2563.

หนึ่งฤทัย เกื้อเอียด, ปุญญพัฒน์ ไชยเมล์ และ สมเกียรติยศ วรเดช.(2561). “สถานการณ์และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพัฒนาการของเด็กไทยอายุต่ำกว่า 5 ปี : การทบทวนวรรณกรรม”. **วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้**. 5(1), 281-296.

Grantham-McGregor S, Cheung Y, Cueto S, Glewwe P, Richter L.(2007). Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. **Lancet** .369:60–70.

Sirima Pinyoanuntapong. (2013). The Development of Thai Early Childhood Education Curriculum to Promote Desirable Characteristics of Preschool Children. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 88.(4), 321 – 327.

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนางตุง ที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์กับการเรียนแบบปกติ

A Comparison of Academic Achievement in Social Studies Religion and Culture on Law and Human Rights of Mathayomsuksa Three Students Phanangtung School By Using Supplementary Books and Traditional Teaching

สุรัชดา มานันตพงศ์ [1*], สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์[2]

Suratchada Manandapong[1*], Siripat Jetsadawiroj[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนางตุง จังหวัดพัทลุง ตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์กับการเรียนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3/2 จำนวน 25 คน สอนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 25 คน ใช้วิธีการเรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน 2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ 3) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.71 ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test for independent data)

ผลการวิจัยพบว่า

1. หนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.08/82.72 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดของ E_1/E_2 คือ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : หนังสือเสริมประสบการณ์, แผนการสอน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

[1]นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้

[2]รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน

Abstract

The purposes of this quasi-experimentimental research were (1) to develop and examine the effectiveness of Supplementary Books in Social Studies Religion and Culture on law and human rights of mathayomsuksa three students according to the criteria of 80/80 (2) to compare the academic achievement in Social Studies Religion and Culture of law and human rights of mathayomsuksa three students learning by using Supplementary Books with traditional teaching.

The subjects in this study were 50 mathayomsuksa three students in the academic year 2019 of Phanangtung School, Khuankhanun District, Phatthalung Province. The researcher used the Simple random sampling method to select 25 students from Mathayomsuksa 3 room 2 students as an experimental group using Supplementary Books on legal and human rights and 25 students in mattayomsuksa 3 room 1 were control groups using the traditional method. The research instruments used in this study were 1) Supplementary Books of law and human rights. 2) Lesson plans using Supplementary Books 3) Traditional lesson plans. 4) Academic achievement tests on law and human rights. The reliability of the test was 0.71 using randomized group pretest-posttest design. The data were analyzed by using percentage, mean, standard deviation and t-test for independent data.

The research found that

1. Supplementary Books on legal and human rights has an efficiency equal to 82.08/ 82.72 which was higher than the determined requirement of E_1/E_2 , 80/80

2. Academic achievement of students learning by using Supplementary Books was higher than students learning by traditional teaching statistically significant at the level of .05

Keywords: Supplementary Books, lesson plans, academic achievement

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันรัฐบาลได้กำหนดนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งเป็นวิสัยทัศน์การพัฒนาเศรษฐกิจแบบเดิมไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม การศึกษาไทยจึงต้องปฏิรูปการเรียนรู้ให้กับเด็กไทยเข้าสู่ Education 4.0 ที่การเรียนการสอนมุ่งสอนให้ผู้เรียน สามารถนำองค์ความรู้ที่มีอยู่บนโลกนี้ มาบูรณาการเชิงสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนานวัตกรรมมาตอบสนองความต้องการของสังคม เช่น การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การใช้วิจารณญาณ รวมถึงการพัฒนาปรับปรุงในด้านสื่อการสอนให้มีมาตรฐาน เพราะถ้าสื่อดีจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น อยากตั้งคำถาม หรืออยากมีส่วนร่วม จากนโยบายดังกล่าวจะเห็นได้ว่าสื่อการเรียนการสอนจะต้องความทันสมัยและเหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความสุขและมีประสิทธิภาพ

แนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2551 ได้กล่าวถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นฝึกฝนทักษะสำคัญ คือ กระบวนการคิด การจัดการ การแก้ไขสถานการณ์ปัญหา การประยุกต์และนำความรู้มาใช้ การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติ คิดเป็นทำเป็นใฝ่เรียนใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นบทบาทของบุคลากรทางการศึกษามืออาชีพจะต้องพัฒนาออกแบบนวัตกรรมทางเทคโนโลยี หรือสื่อการสอนเพื่อใช้ใน การจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ย่อมจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข ทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ผู้สอนต้องการได้โดยเร็ว

แต่ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม พบว่า ครูยังใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการเรียนรู้ และนักเรียนไม่ให้ความสำคัญกับ การเรียนรู้หน้าที่พลเมือง วัฒนธรรมและการดำเนินชีวิตในสังคม เพราะคิดว่าเป็นเรื่องที่ไม่สำคัญ ทำให้นักเรียนไม่เกิดแรงจูงใจในการเรียน ไม่สนใจเรียน และเนื้อหาที่ยากสลับซับซ้อนต้องใช้การวิเคราะห์และการตัดสินใจ ส่งผลให้นักเรียนมีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ต่ำ จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 พบว่า โรงเรียนพนางตุง ระดับโรงเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 44.45 ระดับจังหวัดมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 50.28 ระดับสังกัดมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 49.34 ระดับประเทศมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 49.00 พบว่า โรงเรียนพนางตุง มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า ระดับจังหวัด ระดับสังกัดและระดับประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน), 2559) ดังนั้นโรงเรียนจึงควรเร่งพัฒนา

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาสื่อการเรียนการสอนหนังสือเสริมประสบการณ์ วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนางตุง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างชัดเจน และนักเรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมมากขึ้น รู้จักคิดตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เกิดการพัฒนาในทุกๆ ด้าน และช่วยเร้าความสนใจของนักเรียน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนพนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนอุดม

วิทยายน ซึ่งเป็นโรงเรียนที่พบปัญหาในลักษณะเดียวกันกับโรงเรียนพนางตุง โดยผู้วิจัยทำการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ทั้งสิ้นจำนวน 42 คน

2.1.1 กลุ่มทดลองแบบรายบุคคล ใช้ในการทดลองศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอุดมวิทยายน จำนวน 3 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน กลุ่มละ 1 คน เป็นนักเรียนที่ไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน

2.1.2 กลุ่มทดลองกลุ่มย่อย ใช้ในการทดลองศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอุดมวิทยายน จำนวน 9 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 3 คน เป็นนักเรียนที่ไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน

2.1.3 กลุ่มทดลองกลุ่มภาคสนาม ใช้ในการทดลองศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอุดมวิทยายน จำนวน 30 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 10 คน ปานกลาง 10 คน และอ่อน 10 คน เป็นนักเรียนที่ไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนางตุง ที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์กับการเรียนแบบปกติ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ โดยผู้วิจัยทำการสุ่มแบบกลุ่ม(Cluster sampling) ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มทดลอง เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มควบคุม ใช้วิธีการเรียนแบบปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการสอน ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ
   - การสอนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน
   - การสอนแบบปกติ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน กลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ประกอบด้วย กฎหมายอาญา (ลักษณะการกระทำความผิดทางอาญาและโทษ, ความผิดเกี่ยวกับทรัพย์) กฎหมายแพ่ง (ลักษณะการกระทำความผิดทางแพ่งและความรับผิดทางแพ่ง, สัญญา, ละเมิด) ความแตกต่างระหว่างความผิดทางอาญากับความผิดทางแพ่ง สิทธิมนุษยชน (ความหมายและความสำคัญของสิทธิมนุษยชน, การมีส่วนร่วมคุ้มครองสิทธิมนุษยชนตามรัฐธรรมนูญ)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยใช้เวลาทดลอง 3 สัปดาห์ จำนวน 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้หนังสือเสริมประสบการณ์ เนื้อหาวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพ 80/80 สำหรับผู้สอนนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

2. ได้ทราบผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์กับการเรียนแบบปกติ

การวิจัยครั้งเป็นได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. แบบแผนการทดลองการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design โดยกลุ่มหนึ่งเรียกว่า กลุ่มทดลอง ซึ่งเรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน อีกกลุ่มหนึ่ง เรียกว่า กลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนโดยใช้การเรียนแบบปกติ

ตาราง 1 *แบบแผนการทดลองการวิจัย*

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E (R)	O_1	X	O_2
C (R)	O_1	- X	O_2

กำหนดให้

E (R)	กลุ่มทดลองที่เรียนรู้โดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์
C (R)	กลุ่มควบคุมที่เรียนรู้โดยวิธีการเรียนแบบปกติ
X	วิธีการโดยหนังสือเสริมประสบการณ์
-X	วิธีการสอนแบบปกติ
O_1	ทดสอบก่อนเรียน (Pre – test)
O_2	ทดสอบหลังเรียน (Post – test)

2. ขั้นตอนการทดลอง มีดังนี้

2.1การดำเนินการทดลองในครั้งนี้ โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองเรียนจากหนังสือเสริมประสบการณ์ วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยครูอธิบายการเรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ วิธีการเรียน ขั้นตอนต่างๆ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเงื่อนไขในการเรียนให้นักเรียนกลุ่มทดลองรับทราบ ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยสอนด้วยตนเองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 ให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 เมื่อกลุ่มทดลองเรียนจากหนังสือเสริมประสบการณ์ วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ในวันและเวลาเดียวกัน

2.4 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

2. วิเคราะห์ความยากง่ายของข้อสอบ

3. วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

4. วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ โดยใช้สูตร KR-20

5. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตร E1/E2 ตามเกณฑ์ 80/80

6. ทดสอบสมมติฐานการวิจัย โดยใช้ t- test for two samples Independent data

สมมติฐานการวิจัย

1. หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนางตุง ที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ สูงกว่าการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน เท่ากับ 80/80 และได้ทำการทดลองศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ แบบรายบุคคล แบบกลุ่มย่อย และแบบภาคสนาม ได้ผลข้อมูลดังนี้

ตาราง 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน

การทดลอง	จำนวนนักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน คะแนนเต็ม 40 คะแนน		คะแนนทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 32 คะแนน	
		คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
รายบุคคล	3	32.33	80.83	26.00	81.25
กลุ่มย่อย	9	32.44	81.10	26.44	82.63
ภาคสนาม	30	32.83	82.08	26.47	82.72

จากตาราง 2 พบว่า การศึกษาประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน แบบรายบุคคล ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/81.25 แบบกลุ่มย่อย ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.10/82.63 และแบบภาคสนาม ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.08/82.72 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดของ E1/E2 คือ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีดังนี้

ตาราง 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\overline{X}$	*SD*	*t*	Sig
เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ (กลุ่มทดลอง)	25	17.24	1.96	3.155	0.221
เรียนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม)	25	15.28	2.41		

จากตาราง 3 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนแบบปกติ ไม่มีความแตกต่างกัน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีดังนี้

ตาราง 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\overline{X}$	*SD*	*t*	Sig
เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ (กลุ่มทดลอง)	25	26.56	1.56	6.724*	0.009
เรียนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม)	25	22.64	2.46		

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากตาราง 4 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้การสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์กับการเรียนแบบปกติ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ตั้งสมมติฐานไว้ E_1/E_2 = 80/80 ผลปรากฏว่า หนังสือเสริมประสบการณ์มีประสิทธิภาพ 82.08/82.72 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ คือ หนังสือเสริมประสบการณ์ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ในระหว่างที่เรียนคิดเป็นร้อยละ 82.08 และคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 82.72

เนื่องจากหนังสือเสริมประสบการณ์มีขั้นตอนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ สร้างตามหลักการและทฤษฎี มีการนำหนังสือเสริมประสบการณ์ที่สร้างไปศึกษาประสิทธิภาพให้เป็นไปตามเกณฑ์ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเกี่ยวกับความสอดคล้องของหนังสือเสริมประสบการณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ซึ่งระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมเห็นว่าหนังสือเสริมประสบการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 จึงถือว่าเป็นหนังสือเสริมประสบการณ์ที่มีคุณภาพดีมาก สามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หนังสือเสริมประสบการณ์ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน การจัดทำเนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เป็นจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ และหนังสือเสริมประสบการณ์ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นหนังสือเสริมประสบการณ์ประกอบไปด้วยเนื้อหา ตัวอย่างเพื่ออธิบายเพิ่มเติมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ภาพประกอบเพื่อดึงดูดความสนใจ กิจกรรมท้ายเล่มเพื่อกระตุ้นความคิดจากสิ่งที่ได้เรียนไป ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนและได้ความรู้ควบคู่กันไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชลี วสันต์สุขใจ (2558,บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้หนังสือเสริมประสบการณ์สาระประวัติศาสตร์ เรื่อง สลากย้อมเมืองลำพูน เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนใบบุญลำพูน พบว่า ประสิทธิภาพของหนังสือเสริมประสบการณ์สาระประวัติศาสตร์ เรื่อง สลากย้อมเมืองลำพูน เพื่อพัฒนา การคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนใบบุญ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 71.38/72.78 มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รอยพิมพ์ ทิพย์โภชน์ (2555,บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้หนังสือเสริมประสบการณ์เพื่อพัฒนาการพูดด้วยการจัดกิจกรรมคำคล้องจองสำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 พบว่า หนังสือเสริมประสบการณ์เพื่อพัฒนาการพูดด้วยการจัดกิจกรรมคำคล้องจองสำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.17/84.44

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนางตุง ที่เรียนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากหนังสือเสริมประสบการณ์ มีเนื้อหา ตัวอย่างเพื่ออธิบายเพิ่มเติมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น มีกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งได้สร้างเริ่มจากง่ายไปหายาก โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล มีคำชี้แจงที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย เหมาะสมกับความสนใจและความสามารถของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่คงทน ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น ช่วยเร้าความสนใจของนักเรียน อีกทั้งยังช่วยให้ครูได้ทราบถึงความก้าวหน้าและข้อบกพร่องของนักเรียน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่เป็นเพียงที่ปรึกษา ให้คำแนะนำชี้แนะข้อบกพร่องของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชุติสรา สำราญ (2555,บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างหนังสือเสริมประสบการณ์ภาษาและวัฒนธรรมไทย เรื่อง ประเพณีสำคัญของไทย สำหรับชาวต่างประเทศที่มีพื้นความรู้ภาษาไทยในระดับ เกรด 6 - 8 ของโรงเรียนนานาชาติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์เฉพาะที่ทางโรงเรียนนานาชาติกำหนดไว้ คือ ร้อยละ 60 ทุกคน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรินทร์ กุลกิตติโกวิท (2555,บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างหนังสือเสริมประสบการณ์ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง มาตราแม่ ก กา และมาตราตัวสะกดในภาษาไทย พบว่า ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยหนังสือเสริมประสบการณ์ หรือการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนที่นำหนังสือเสริมประสบการณ์ เรื่อง กฎหมายและสิทธิมนุษยชน ไปช่วยการสอน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นั้น เข้าไปจัดกิจกรรมในห้องเรียนใช้เป็นสื่อหลักหรืออาจจะใช้เป็นสื่อสอนเสริมเพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้เรียนได้ จะได้สร้างความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ไม่จำเจ หรืออาจจะใช้สอนเสริมสำหรับนักเรียนที่มีผลการศึกษาต่ำก็ได้

2. การสร้างหนังสือเสริมประสบการณ์นั้นต้องคำนึงพื้นฐานของผู้เรียนด้วยว่ามีความรู้ พื้นฐานด้านการอ่านภาษาไทยคล่องแคล่วหรือไม่ เพราะหนังสือเสริมประสบการณ์เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง

3. พัฒนาหนังสือเสริมประสบการณ์ในเนื้อหาอื่น ๆ เป็นการเพิ่มทางเลือกในการเรียน เรื่องที่ตนเองสนใจและตอบสนองความต้องการที่แตกต่างกันของผู้เรียน

ข้อแสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาและนำการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ ในกลุ่มสาระอื่น และระดับชั้นเรียนอื่น เพื่อตรวจดูหนังสือเสริมประสบการณ์ ที่ออกแบบมามีความเหมาะสมกับผู้เรียนและระดับชั้นเรียนใด

2. ควรศึกษาการออกแบบหนังสือเสริมประสบการณ์ ที่หลากหลายช่องทางการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสเข้าถึงสื่อการสอนได้ตลอดเวลา

3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการใช้หนังสือเสริมประสบการณ์ กับสื่ออื่น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ . (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ชุติสรา สำราญ. (2555). **การสร้างหนังสือเสริมประสบการณ์ภาษาและวัฒนธรรมไทย เรื่อง ประเพณีสำคัญของไทย สำหรับชาวต่างประเทศที่มีพื้นความรู้ภาษาไทยในระดับ เกรด 6-8 ของโรงเรียนนานาชาติ.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

พัชรินทร์ กุลกิตติโกวิท. (2555). **การสร้างหนังสือเสริมประสบการณ์ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง มาตราแม่ ก กา และมาตราตัวสะกดในภาษาไทย**. วิทยานิพนธ์ศิลปะศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

รอยพิมพ์ ทิพย์โภชน์. (2555). **ผลการใช้หนังสือเสริมประสบการณ์เพื่อพัฒนาการพูดด้วยการจัดกิจกรรมคำคล้องจอง สำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน). (2559). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. เข้าถึงได้จาก http//www.niets.or.th.

อัญชลี วสันต์สุขใจ. (2558). **การใช้หนังสือเสริมประสบการณ์สาระประวัติศาสตร์ เรื่อง สลากย้อมเมืองลำพูน เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนใบบุญลำพูน**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

The Development of Mobile Application for Android Operating System on the Python Programming in the Technology (Computing Science) Subject for Secondary School Grade 1

มัสลัน โตะ[7*], มูฮำหมัดฟาอี เจ๊ะโซ๊ะ[8*] , ณฤดี เนตรโสภา[9]

Maslan Toh[1*], Muhammadfa-i Chesoh[2*] , Naruedee Netsopha[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนา แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษา ไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) เพื่อหาคุณภาพแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการศึกษา จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชัน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก แอปพลิเคชันมี 8 เมนูหลัก ที่ออกแบบได้อย่างเหมาะสม มีทั้งข้อความ ภาพนิ่ง เสียง วิดีโอ

คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน, ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน, ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

[7]นักศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[8]อาจารย์สาขาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[1*]นักศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Abstract

The objectives of the development of mobile application for android operating system on the python programming in the technology (computing science) subject for secondary school grade 1 were to study how to develop the mobile application for android operating system on the python programming in the technology (computing science) subject for secondary school grade 1 and to evaluate the quality of the mobile application. The sample was 5 professionals. The research tools were the quality evaluation form. The research statistics were mean and standard deviation. The study found that the mobile application for android operating system on the python programming in the technology (computing science) subject for secondary school grade 1 was the quality application in the high level, There are 8 menus, was suitable design application, contains text, image, sound, video and interaction.

Keyword: Application, Android Operating System, Python Programming,
Secondary School Grade 1

บทนำ

โลกเราในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นในด้านของเศรษฐกิจและสังคม หรือแม้แต่ในด้านของการศึกษาเองก็มีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของเทคโนโลยีสารสนเทศ สังเกตได้ชัดเจนว่าเทคโนโลยีต่าง ๆ นั้นได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งานในปัจจุบันและในอนาคต เทคโนโลยีจึงมีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกสาขาอาชีพ ทุกเพศ ทุกวัย ไม่เว้นแม้กระทั่งเด็กและเยาวชนที่มีต้องการความเพลิดเพลิน สนุกสนาน จากเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือแม้กระทั่งโทรศัพท์มือถือที่เข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวันของเยาวชนอย่างมาก เยาวชนสามารถใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ในการบริโภคสื่อตามที่ตนเองต้องการได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว (สิรินันท์ กองลุน และ อภิดา รุณวาทย์, 2559)

เมื่อโทรศัพท์เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนในสังคม ทำให้มีการนำโทรศัพท์มาใช้ในการศึกษามากขึ้น (Mobile Learning or M-learning) ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของ M-learning ไว้ว่า M-learning คือ การใช้โทรศัพท์และอุปกรณ์ต่อพ่วง รวมทั้ง PDA (Personal Digital Assistants) Laptop และ Tablet PC ในการสอนและการเรียนรู้ (Hashim, 2007) นอกจากนี้ Ally (2009) ยังได้กล่าวว่า M-learning ยอมให้ผู้ใช้เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือไร้สาย (Wireless Mobile Technology) สามารถเข้าถึงข้อมูลและเรียนรู้เครื่องมือต่าง ๆ ได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้ด้วยตนเองตามความต้องการ ซึ่งมีทั้งแบบเป็นทางการ (Formal) และไม่เป็นทางการ (Informal) ผู้เรียน (Educators) และ ผู้ฝึกอบรม (Trainers) สามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้จากทุกที่ทุกเวลา สอดคล้องกับ (Avenoglu, 2005) ที่กล่าวว่า เครื่องมือสื่อสารทางโทรศัพท์จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในทุกที่ทุกเวลา (Anytime, Anywhere Learning) ช่วยเปลี่ยนองค์ประกอบของการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกในการทำงานทั้งในห้องเรียนและ นอกห้องเรียน (พัชรี ดอกพุฒ, 2556)

แอปพลิเคชัน เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนมือถือ และแท็บเล็ต อาจเป็นโปรแกรมเกม รูปแบบคำสั่งหรือสิ่งอำนวยความสะดวกบนสมาร์ทโฟน ทำให้มีการพัฒนาแอปพลิเคชั่นต่าง ๆ มากขึ้นเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งปัจจุบันแอปพลิเคชันบนระบบแท็บเล็ตถือว่ามีให้เลือกใช้และดาวน์โหลดกันอย่างมากมาย ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งลงไว้ในเครื่อง โดยการใช้งานครั้งต่อไปผู้ใช้สามารถศึกษาเนื้อหาได้เลยโดยไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้อย่างเหมาะสมนั้นเป็นการขยายขอบเขตการเรียนรู้ออกไปอย่างกว้างขวาง ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ปัจจุบันสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากง่ายต่อการพกพาและสะดวกต่อการใช้งาน ทำให้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ มากขึ้น ส่งผลให้การทำงานในวงการการศึกษาและแวดวงการทำงานอื่น ๆ หันมาใช้สมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตกันอย่างกว้างขวาง การใช้สมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตง่ายและสะดวก กลุ่มคนทุกเพศทุกวัย ไม่ว่าจะอยู่ในชนบทห่างไกลแค่ไหนก็สามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้โดยใช้สมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต ปัจจุบันสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตกลายเป็นช่องทางใหม่ที่เปลี่ยนรูปโฉม และกระจายความรู้ให้เข้าถึงอย่างมากมาย (สายฝน พรมเทพ และคณะ, 2559)

เนื้อหาวิชาวิทยาการคำนวณ มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะในการค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง การทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบมีจริยธรรม เนื้อหาวิชาวิทยาการคำนวณช่วยวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิต หรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) การออกแบบ (Design) และ 3) การพัฒนา (Development) เพื่อให้ได้แอปพลิเคชันที่เป็นประโยชน์ต่อวงการศึกษา เป็นสื่อการสอนที่สามารถเรียกใช้งานได้ง่าย ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อหาคุณภาพแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

พรทิพย์ วงศ์สินอุดม (2558) ให้ความหมายของ แอปพลิเคชัน ว่าหมายถึง โปรแกรมที่ออกแบบมาช่วยให้สามารถทำสิ่งต่าง ๆ เช่น สร้างเอกสาร แก้ไขรูปภาพ และฟังเพลงได้โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อนในปัจจุบัน

เว็บไซต์มีฟังก์ชันการทำงานที่มีประสิทธิภาพหลากหลายที่จะได้รับจากแอปพลิเคชันบนเดสก์ท็อปในคอมพิวเตอร์ ซึ่งเรียกรายการเหล่านี้ว่า แอปพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า "แอพ"

ปฐมพงษ์ ฤกษ์สมุทร และคณะ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาโมบายเกมแอปพลิเคชันสำนวนสุภาษิตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมบายเกมแอปพลิเคชันสำนวนสุภาษิต สำหรับทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับใช้เป็นสื่อการสอนในชั้นเรียนทั้งในรายวิชาภาษาไทยและภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้หลักการเรียนรู้ด้วยเกมมาเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเกม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) โมบายเกมแอปพลิเคชันสำนวนสุภาษิต สำหรับทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) แบบประเมินความพึงพอใจโมบายเกมแอปพลิเคชันสำนวนสุภาษิต สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินโมบายเกมแอปพลิเคชันสำนวนสุภาษิต ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 อาจารย์ผู้สอนรายวิชาภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตหนองแขม จานวน 10 คน ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจต่อโมบายเกมแอปพลิเคชันสำนวนสุภาษิต บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 4.25 จาก 5 ระดับ อยู่ในระดับดีมาก แบ่งเป็นด้านความสวยงามของรูปแบบเกมและการแสดงผล มีค่าเฉลี่ย 4.56 จาก 5 ระดับ และด้านประสิทธิภาพการเรียนรู้สำนวนสุภาษิตไทยและอังกฤษ มีค่าเฉลี่ย 3.94 จาก 5 ระดับ กลุ่มที่ 2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดโรงเรียนในเขตหนองแขม จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อโมบายเกมแอปพลิเคชันสำนวนสุภาษิตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 4.34 จาก 5 ระดับ อยู่ในระดับดีมาก แบ่งเป็นด้านความสวยงามของรูปแบบเกมและการแสดงผล มีค่าเฉลี่ย 4.51 จาก 5 ระดับ และด้านประสิทธิภาพการเรียนรู้สำนวนสุภาษิตไทยและอังกฤษ มีค่าเฉลี่ย 4.17 จาก 5 ระดับ โดยอาจารย์ผู้สอนและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีข้อเสนอแนะให้เพิ่มจำนวนคำถามในการเล่นเกมแต่ละด่านให้มากขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมสำนวนสุภาษิตที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้

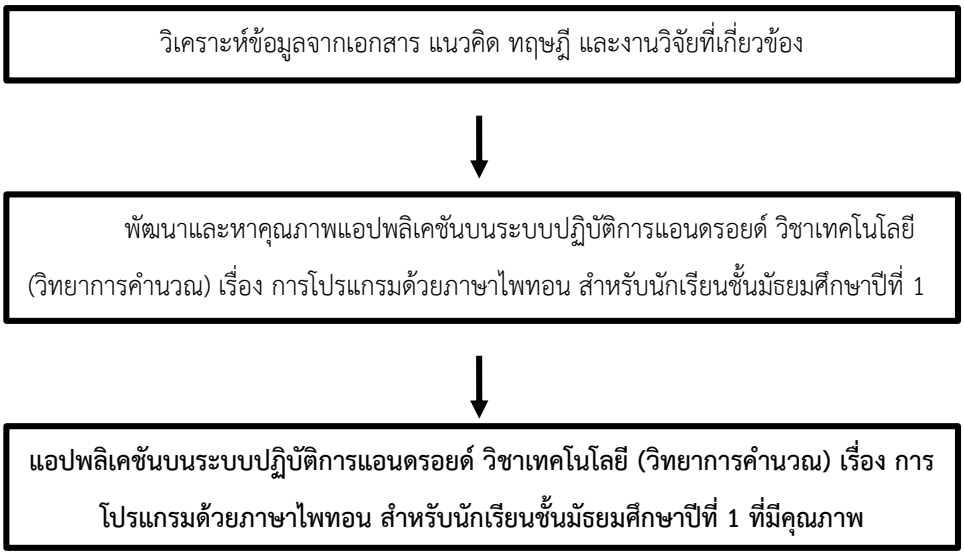
สายฝน พรมเทพ และคณะ (2559) ได้ศึกษา การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง กีฬาแบดมินตัน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชัน 2) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันการศึกษาหาความรู้ เรื่องแบดมินตัน และ 3) เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่องแบดมินตัน โดยกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นิสิตสาขาพลศึกษาจำนวน 30 คน มหาวิทยาลัยนเรศวร สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบในการสร้างแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง แบดมินตัน ด้านการออกแบบสื่อ และด้านเนื้อหามีความเหมาะสม ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันเท่ากับ 2.26 ซึ่งสูงกว่า 1.00 จึงถือว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ และผู้ใช้มีความคิดเห็นต่อแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี

ระวิวร ฮงมา และคณะ (2560) ได้ศึกษา ASEAN Quiz : เกมแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเกมแอปพลิเคชันบนสมาร์โฟน ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) เพื่อการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของแต่ละประเทศในอาเซียน และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันทั้งด้านความสวยงามของการออกแบบ ด้านข้อมูล และด้านการทางานของระบบ โดยแอปพลิเคชันนี้พัฒนามาจากโปรแกรม Eclipse ใช้ภาษา JAVA ช่วยในการพัฒนา กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัย คือ บุคคลทั่วไปที่ใช้อุปกรณ์มือถือสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ทั้งเพศชายและเพศหญิง จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า มีความพึงพอใจการใช้งานโดยรวมต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับดี Hinze A., Vanderschantz N., Timpany C., Cunningham S.J. and Wilkinson C. (2007). ได้ศึกษา โปรแกรม (Apps) เป็นซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับอุปกรณ์มือถือ บทความนี้รายงานผลของการสำรวจออนไลน์เกี่ยวกับการใช้โปรแกรมการสอนและการวิจัย โดยนักศึกษาและอาจารย์ที่

มหาวิทยาลัย Waikato ผลของการวิเคราะห์ข้อมูล ระบุที่ระหว่างแอปพลิเคชันเป็นหลักที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล กระเป๋าและทำงานร่วมกันเกือบหนึ่งในสามของผู้ตอบแบบสอบถามรายงานไม่ใช้แอปพลิเคชันเพื่อจุดประสงค์ทางวิชาการเกือบครึ่งหนึ่งที่อ้างไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เป็นไปได้ การสอนภาคปฏิบัติ มีแอปพลิเคชัน ใช้เป็นวิธีการให้ข้อมูลแก่นักเรียน เช่น สำหรับการอ่าน วัสดุและทรัพยากรการสอนอื่น ๆ ในการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาคุณภาพแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) และการพัฒนา (Development) ตามขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของ ADDIE Model

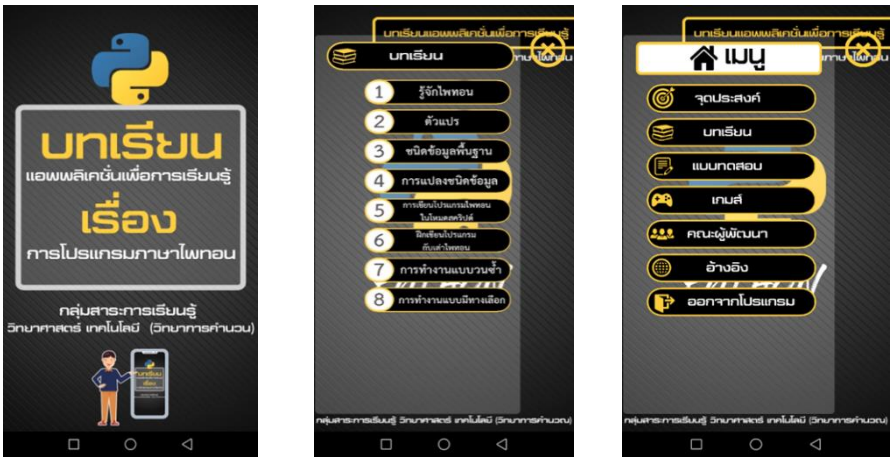
กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการศึกษา จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแอปพลิเคชันที่ออกแบบได้อย่างเหมาะสม มีทั้งข้อความ ภาพนิ่ง เสียง วิดีโอและการปฏิสัมพันธ์ การทำงานของแอปพลิเคชันประกอบด้วย 8 เมนูหลัก ตัวอย่างดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. คุณภาพแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ด้านตัวอักษร	4.72	0.30	มากที่สุด
ด้านภาพนิ่ง	4.56	0.26	มากที่สุด
ด้านภาพเคลื่อนไหว	4.24	0.26	มาก
ด้านเสียง	4.30	0.38	มาก
ด้านปฏิสัมพันธ์	4.20	0.20	มาก
ด้านอื่น ๆ	4.53	0.42	มากที่สุด
รวม	**4.42**	**0.33**	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า โดยภาพรวมแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.42) เมื่อพิจารณาตามรายด้าน พบว่า ด้านตัวอักษรมีคุณภาพมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.72) รองลงมาได้แก่ ด้านภาพนิ่ง ($\bar{X}$ =

4.56) ด้านอื่น ๆ ($\bar{x}$ = 4.53) ด้านเสียง ($\bar{x}$ = 4.30) ด้านปฏิสัมพันธ์ ($\bar{x}$ = 4.20) และด้านภาพเคลื่อนไหว ($\bar{x}$ = 4.24) ตามลำดับ

การที่แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้รายวิชา อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาได้ทั้งในและนอกห้องเรียน โดยจัดสรรเวลาเรียนรู้ได้ตามความต้องการ อีกทั้งแอปพลิเคชันยังประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง เสียง วิดีโอ และการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน ช่วนกระตุ้นความสนใจและตั้งใจในการเรียนรู้ ซึ่งน่าจะช่วยให้ผลการเรียนรู้มีระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ally (2009) ที่ศึกษาพบว่า M-learning ยอมให้ผู้ใช้เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือไร้สาย (Wireless Mobile Technology) สามารถเข้าถึงข้อมูลและเรียนรู้เครื่องมือต่าง ๆ ได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้ด้วยตนเองตามความต้องการ และ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Avenoolu (2005) ศึกษาพบว่า เครื่องมือสื่อสารทางโทรศัพท์จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในทุกที่ทุกเวลา (Anytime, Anywhere Learning) ช่วยเปลี่ยนองค์ประกอบของการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกในการทำงานทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ได้แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ประกอบด้วย 8 เมนูหลัก จัดเป็นแอปพลิเคชันที่ออกแบบได้อย่างเหมาะสม มีทั้งข้อความ ภาพนิ่ง เสียง วิดีโอ และการปฏิสัมพันธ์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์จากสาขาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

ปฐมพงษ์ ฤกษ์สมุทร และคณะ. (2560). การพัฒนาโมบายเกมแอพพลิเคชันสำนวนสุภาษิตบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี*. 1(2), 38-49.

พรทิพย์ วงศ์สินอุดม. (2558). **การพัฒนาแอปพลิเคชันบทเรียนบนคอมพิวเตอร์พกพาร่วมกับ การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3 จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พัชรี ดอกพุฒ. (2556). โทรศัพท์เพื่อการศึกษา. *วารสารเทคโนโลยีภาคใต้*, 6(2), 85-93.

ระวิวร ฮงมา และคณะ. (2560). "ASEAN Quiz เกมแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์." ใน **การประชุมวิชาการวิจัยและนวัตกรรมสร้างสรรค์**, 165-170. มหาวิทยาลัยนครพนม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). **คู่มือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สายฝน พรมเทพ และคณะ. (2559). "การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง กีฬาแบดมินตัน." ใน **การประชุมสัมมนาวิชาการ ราชภัฏนครสวรรค์วิจัย ครั้งที่ 1,** 739-750. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

สิรินันท์ กองลุน และอภิดา รุณวาทย์. (2559). "การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ นิทานอีสป 2 ภาษา." ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2, 30-31 มีนาคม 2559**, 318-325**,** มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

Ally M. (2009). **Mobile Learning Transforming the Delivery of Education and Training.** AU Press **:** Athabasca University, Edmonton, Canada.

Avenoglu, B. (2005). **Using Mobile Communication tools in Web based instruction**. Master's thesis. The Graduate School of Natural and Applied Science Middle East Technical University, Turkey.

Hinze A., Vanderschantz N., Timpany C., Cunningham S.J. and Wilkinson C. (2007). **Use of Mobile Apps for Teaching and Research-Implications for Digital Literacy.** International Conference, 173-184. The University of Waikato (2017).

Hashim, H. A., Ab Hamid, S. H. and Wan Rozali, W. A. (2007). "A Survey on mobile games usage among the Institute of Higher Learning (IHL) students in Malaysia." In **First IEEE International Symposium: Information Technologies and Applications in Education (ISITAE'07), November 23-25, 2007,** 40-44, Kunming, China.

ประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Types of Social Media Contributing to Upper Secondary Students' Oral Proficiency

โรสลีน่า สุมาลี[1*], รศ.ดร.ธัญภา พลานุกูลวงศ์[2]

Roslina Sumalee[1*], Assoc.Prof.Dr.Thanyapa Palanukulwong [2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถด้านการพูดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษในระดับดี กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 จากโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา จำนวน 35 คนโดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง นักเรียนกลุ่มนี้มีความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษในระดับ 6 ขึ้นไปจาก 8 ระดับ ประเมินความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษตามแนวทางแบบทดสอบทักษะด้านการพูดของ Test of English for International Communication (TOEIC) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบสอบถามประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผลการศึกษาพบว่า สื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้พัฒนาทักษะด้านการพูดมี 4 ประเภทเรียงลำดับตามความนิยมใช้ ได้แก่ สื่อประเภทวิดีโอ (YouTube และ Netflix) สื่อประเภทข้อความและภาพ (Facebook Instagram และ Twitter) สื่อประเภทเสียง (JOOX TED Talk และ Podcast) และสื่อประเภทสนทนา (Messenger WhatsApp Skype และ Line) โดย YouTube คือสื่ออันดับหนึ่งที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 35 คนใช้เรียนรู้ภาษาอังกฤษผ่านการดูภาพยนตร์ รองลงมาคือ Facebook โดยกลุ่มตัวอย่างอ่านและฝึกฝนการเขียนภาษาอังกฤษบน Facebook กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า การใช้สื่อสังคมออนไลน์ทำให้มีโอกาสได้พบการใช้ภาษาอังกฤษที่หลากหลายจากทั่วโลก อีกทั้งเนื้อหาภาษาอังกฤษบนสื่อสังคมออนไลน์มีความน่าสนใจ จนทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ

คำสำคัญ: สื่อสังคมออนไลน์, การพูดภาษาอังกฤษ, การพัฒนาทักษะด้านการพูด

[1]นักศึกษา หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนภาษาอังกฤษเป็นภาษานานาชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2]รองศาสตราจารย์ ภาควิชาภาษาและภาษาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[*]**Corresponding author, E-mail:** cinderlina555@gmail.com

Abstract

This research aimed to study the types of social media contributing to upper secondary participants' oral proficiency. The participants were 35 upper secondary level students from an extra-large sized secondary school in Songkhla, selected by purposive sampling. Their oral proficiency was rated above Band 6 out of 8 based on TOEIC assessment criteria. A questionnaire and a semi-structured interview were used to collect data. The four types of social media were found, in order of popularity, to help the participants develop their oral abilities: video media (YouTube and Netfix), texts with pictures (Facebook, Instagam and Twitter), audio media (JOOX, TED Talk and Podcast), and voice and video calls (Messenger, WhatsApp, Skype and Line). The most used media was Youtube; all the 35 participants learned English by watching movies on YouTube. Facebook came second; the participants read and learned to write on the Facebook. The least used media was Line. The participants reported that social media offered them a variety of English used around the world and that the contents on social media were interesting so they were motivated to develop their own speaking skills.

Keywords: social media, English oral proficiency, speaking skills development

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) มีอิทธิพลต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก จากสถิติของการใช้สื่อสังคมออนไลน์พบว่าประชากรไทยมากกว่า 51 ล้านคน ใช้สื่อสังคมออนไลน์เพื่อการติดต่อสื่อสารเป็นวัตถุประสงค์หลักเป็นจำนวนมาก (Hootsuite, 2018) นอกจากนี้พบว่าผู้ใช้หลายรายใช้สื่อสังคมออนไลน์เพื่อการเรียนรู้ทักษะภาษาอังกฤษในด้านต่าง ๆ เนื่องจากมีสื่อจำนวนมากที่เป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้าและการใช้ภาษาโดยเจ้าของภาษา (Alfaki & Alharthy, 2014)

ปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาในเรื่องการใช้สื่อสังคมออนไลน์สำหรับการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษของผู้ที่เรียนภาษาอังกฤษในฐานะภาษาต่างประเทศ (EFL Learners) อาทิ Salmon and Edirisnghe (2008) ศึกษาเรื่องการใช้ Podcast เพื่อฝึกทักษะการฟัง Bashom et al. (2006) ศึกษาเรื่องแอพพลิเคชันออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะการพูด Abdulateef (2013 อ้างอิงใน Elega and Ozad, 2017) ศึกษาเรื่องการใช้เฟซบุ๊กเพื่อพัฒนาทักษะการเขียน และ De Izquierdo and Reyes (2009) ศึกษาการใช้บล็อกเพื่อพัฒนาทักษะการอ่าน งานวิจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าสื่อสังคมออนไลน์เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ในการส่งเสริมการเรียนภาษาอังกฤษในทักษะต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ผู้เรียนภาษาที่มีความสนใจ สามารถใช้สื่อสังคมออนไลน์เพื่อศึกษาและพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษด้วยตนเองนอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียนได้

จากการศึกษางานวิจัยของ Rodpradit (2012) พบว่า การเรียนภาษาอังกฤษในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จ แม้ว่านักเรียนได้เรียนภาษาอังกฤษมาเป็นระยะเวลาหลายปี แต่นักเรียนจำนวนมากยังมีปัญหาด้านการพูดภาษาอังกฤษ ทั้งนี้ในปัจจุบันภาษาอังกฤษถือเป็นภาษานานาชาติ ผู้เรียนภาษาอังกฤษในศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นต้องหาวิธีการฝึกฝนและเรียนรู้ทักษะภาษาอังกฤษ โดยเฉพาะทักษะด้านการพูดซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่ง (Black, 2009)

ปัญหาด้านการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนไทยเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย ได้แก่ ประเทศไทยไม่ได้เป็นประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาหลัก ทำให้นักเรียนมีโอกาสในการสื่อสารภาษาอังกฤษได้น้อย (Kodae, 2009) นักเรียนมีโอกาสได้

ใช้ภาษาอังกฤษเฉพาะในห้องเรียนแต่ไม่ได้ใช้ในชีวิตประจำวัน (Khamkhien, 2010) ข้อจำกัดเรื่องชั่วโมงเรียนวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการฟัง - พูด โดยครูต่างชาติ ส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสใช้ภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาตินัอย (Murhawa, 2009) จากสาเหตุข้างต้นทำให้การเรียนรู้ การฝึกฝน และการหาโอกาสในการใช้ภาษาอังกฤษนอกห้องเรียนด้วยตนเองเป็นสิ่งสำคัญ

ค่าเฉลี่ยคะแนน O-NET รายวิชาภาษาอังกฤษของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลามีค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดในกลุ่มโรงเรียนสังกัดรัฐบาลในภาคใต้ และมีนักเรียนจำนวนหนึ่งที่มีทักษะการพูด ภาษาอังกฤษที่โดดเด่น โดยนักเรียนกลุ่มนี้ไม่ได้มีผู้ปกครองเป็นชาวต่างชาติ ไม่ได้มีประสบการณ์ในการใช้ชีวิตในต่างประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาหลัก หรือไม่เคยเข้าร่วมโครงการแลกเปลี่ยน ณ ต่างประเทศมาก่อน โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีคะแนนความสามารถด้านการพูดตั้งแต่ระดับ 6 ขึ้นไป จาก 8 ระดับ จากการวัดจากข้อสอบ Test of English for International Communication (TOEIC) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ข้อมูลเบื้องต้นว่านักเรียนกลุ่มนี้พัฒนาทักษะการพูดด้วยตนเองโดยการใช้สื่อสังคมออนไลน์

ในประเทศไทยมีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษด้วยตนเองด้วยวิธีการต่าง ๆ แต่ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาทักษะด้านการพูดโดยการใช้สื่อสังคมออนไลน์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความสามารถด้านการพูดของนักเรียนกลุ่มนี้ โดยต้องการศึกษา ประเภทและวิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ที่นักเรียนซึ่งมีทักษะการพูดภาษาอังกฤษในระดับดีใช้เพื่อพัฒนาทักษะในการพูดภาษาอังกฤษ เพื่อนำผลการวิจัยเป็นแนวทางในการให้คำแนะนำแก่นักเรียนที่สนใจพัฒนาทักษะด้านการพูดภาษาอังกฤษของตนเองผ่านการใช้สื่อสังคมออนไลน์ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาประเภทและวิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการพัฒนาทักษะด้านการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีทักษะด้านการพูดในระดับดี โดยศึกษาเพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

1.นักเรียนที่มีทักษะการพูดภาษาอังกฤษในระดับดี ใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษประเภทใด

2.นักเรียนมีทักษะการพูดภาษาอังกฤษในระดับดี มีวิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษของตนเองอย่างไร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา จำนวน 1,995 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่มีความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษในระดับดี จำนวน 35 คน ใช้วิธีคัดเลือกแบบเจาะจง โดยผู้วิจัยสอบถามรายชื่อนักเรียนที่มีความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษจากครูที่สอนภาษาอังกฤษในโรงเรียน จากนั้นจึงให้นักเรียนทำแบบสอบถามข้อมูลเพื่อคัดกรองเฉพาะนักเรียนที่ใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ โดยนักเรียนจะต้องไม่มีผู้ปกครองเป็นชาวต่างชาติ ไม่เคยผ่านการเป็นนักเรียนแลกเปลี่ยน และไม่เคยใช้ชีวิตในต่างประเทศ เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อทักษะการพูดของนักเรียน หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการประเมินความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษโดยวัดจากแบบทดสอบที่ปรับใช้จากแบบทดสอบทักษะด้านการพูดภาษาอังกฤษ หรือ Test of English for International Communication (TOEIC) โดยผู้ประเมินคือครูชาวต่างชาติเจ้าของภาษาและมีประสบการณ์ในการสอน

ภาษาอังกฤษในการคัดกรองนักเรียนที่มีความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษอยู่ในระดับดีคือ ระดับ 6 ขึ้นไป (จาก 8 ระดับ) เท่านั้น ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คนเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบสอบถามประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการพัฒนาทักษะการพูด แบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด ถามถึงประเภทและวิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษด้วยตนเอง ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยหาดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ หลังจากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถในระดับเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน แต่ไม่ใช่ผู้ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α– Coefficient) เท่ากับ .87 แปลผลว่า มีความเชื่อมั่นในระดับสูงสามารถนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

2.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นแบบสัมภาษณ์ที่เป็นคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับประเภทและวิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการพัฒนาทักษะด้านการพูดภาษาอังกฤษ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 นักเรียนที่ได้รับการเสนอชื่อว่าเป็นนักเรียนที่มีความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษในระดับดีและผ่านการคัดกรองข้อมูลเบื้องต้นว่าไม่มีผู้ปกครองเป็นชาวต่างชาติ ไม่เคยผ่านการเป็นนักเรียนแลกเปลี่ยน และไม่เคยใช้ชีวิตในต่างประเทศ เข้ารับการทดสอบความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษ ซึ่งมีรูปแบบเดียวกับเกณฑ์การให้คะแนนของการทดสอบความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษของ TOEIC โดยครูต่างชาติที่เป็นเจ้าของภาษาและมีประสบการณ์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ 2 คน เป็นผู้ประเมิน โดยใช้เวลาคนละประมาณ 7-10 นาทีต่อคน

3.2. ผู้วิจัยใช้ข้อมูลคะแนนทดสอบทักษะการพูดมาคัดกรองนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มีความสามารถระดับการพูดภาษาอังกฤษตั้งแต่ระดับ 6 ขึ้นไป จาก 8 ระดับ ได้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่คัดเลือกแบบเจาะจง จำนวน 35 คน

3.3. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ทำแบบสอบถามประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการพัฒนาทักษะการพูดทั้ง 2 ตอน ได้แก่ ได้แก่ ตอนที่ 1 คือ สอบถามประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ตอนที่ 2 คือ สอบถามวิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ

3.4. ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษสูงสุด จำนวน 10 คนแรก โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อเก็บข้อมูลเชิงลึกนอกเหนือจากแบบสอบถาม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามซึ่งเป็นแบบสอบถามประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการประมวลผลข้อมูลเป็นรายประเด็น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ และใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนการพูดสูงสุดจำนวน 10 คน ในการวิเคราะห์และอภิปรายผลการศึกษา

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษา

คำถามวิจัยที่ 1 นักเรียนที่มีทักษะการพูดภาษาอังกฤษในระดับดี ใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษประเภทใด

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ พบข้อมูลที่น่าสนใจ ดังนี้

ตารางที่ 1 ประเภทสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการพัฒนาภาษาอังกฤษ

ประเภทสื่อสังคมออนไลน์	ทักษะที่ฝึกฝน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
1.สื่อประเภทวิดีโอ (Video Media) หรือภาพเคลื่อนไหวพร้อมเสียงประกอบ		
1.1) YouTube	การฟัง การพูด การออกเสียง	35 (100%)
1.2) Netflix	คำศัพท์ และสำเนียง	20 (57.14%)
2.สื่อประเภทข้อความประกอบรูปภาพ (Texts with Pictures Media)		
2.1) Facebook	การอ่าน การเขียน และคำศัพท์	25 (71.42%)
2.2) Instagram		23 (65.71%)
2.3) Twitter		18 (51.42%)
3.สื่อประเภทเสียง (Audio Media)		
3.1) JOOX	การฟัง การพูด การออกเสียง	20 (57.14%)
3.2) TED Talk	คำศัพท์ และสำเนียง	12 (34.28%)
3.3) Podcast		10 (28.57%)
4.สื่อประเภทการสนทนา ได้แก่ การโทรเสียง และการโทรแบบเห็นภาพ (Voice and Video Call Media)		
4.1) Messenger		6 (17.14%)
4.2) WhatsApp	การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน	4 (11.42%)
4.3) Skype	การออกเสียง คำศัพท์ และสำเนียง	4 (11.42%)
4.4) Line		2 (5.71%)

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างใช้สื่อสังคมออนไลน์ 4 ประเภท เรียงตามลำดับความนิยมในการใช้ ดังนี้ 1. สื่อประเภทวิดีโอ (Video Media) 2. สื่อประเภทข้อความประกอบภาพ (Texts with Pictures Media) 3. สื่อประเภทเสียง (Audio Media) และ 4. สื่อประเภทการสนทนา ได้แก่ การโทรและการโทรแบบเห็นภาพ (Voice and Video Call Media)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของสื่อสังคมออนไลน์ประเภทวีดิโอ พบว่า *YouTube* คือสื่อที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 35 คนใช้มากที่สุด รองลงมา คือ *Netflix* ซึ่งใช้โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน (57.14%) กลุ่มตัวอย่างใช้สื่อสองอย่างนี้เพื่อเรียนรู้ทักษะการฟัง การพูด การออกเสียง สำเนียง และคำศัพท์

สื่ออันดับรองลงมาจากประเภทวีดิโอคือสื่อสังคมออนไลน์ประเภทข้อความประกอบภาพ พบว่ากลุ่มตัวอย่าง 25 คน (71.42%) ใช้ Facebook เพื่ออ่านข้อความภาษาอังกฤษและเรียนรู้คำศัพท์เพื่อนำมาฝึกฝนในการเขียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 คน (65.71%) ใช้ Instagram โดยอ่านคำบรรยายใต้ภาพซึ่งเขียนโดยผู้ใช้จากทั่วโลก กลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน (51.42%) ใช้ Twitter เพื่อฝึกเขียนข้อความภาษาอังกฤษหรือ Retweet ข้อความภาษาอังกฤษที่น่าสนใจของผู้ใช้บัญชีอื่น ๆ สู่ Twitter ของตนเอง

ในส่วนของสื่อสังคมออนไลน์ประเภทเสียง *JOOX* เป็นสื่อที่กลุ่มตัวอย่างใช้ฟังเพลงภาษาอังกฤษมากที่สุด (20 คน หรือ 57.14%) อันดับที่ 2 คือ *TED Talk* โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 12 คน (34.28%) ฟังสุนทรพจน์ภาษาอังกฤษสร้างแรงบันดาลใจ และอันดับที่ 3 คือ *Podcast* กลุ่มตัวอย่าง 10 คน (28.57%)ใช้ฟังสื่อภาษาอังกฤษตามหัวข้อที่ตนเองสนใจ เช่น กีฬา การเมือง เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

สื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษน้อยที่สุดคือ สื่อสังคมประเภทการสนทนา กลุ่มตัวอย่างใช้สื่อประเภทดังกล่าวเพื่อพูดภาษาอังกฤษและส่งข้อความ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 คน (17.14%) ใช้ *Messenger* กลุ่มตัวอย่างจำนวนเพียง 4 คน (11.42%) ใช้ *WhatsApp* และ *Skype* โดยสื่อที่กลุ่มตัวอย่างใช้น้อยที่สุดคือ Line ซึ่งมีผู้ใช้เพียง 2 คน (5.71%)

คำถามวิจัยที่ 2 นักเรียนมีทักษะการพูดภาษาอังกฤษในระดับดี มีวิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษของตนเองอย่างไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนการพูดภาษาอังกฤษสูงสุดจำนวน 10 คน โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีวิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ประเภทต่างๆ ที่น่าสนใจ ดังนี้

สื่อสังคมออนไลน์ประเภทวีดิโอ (Facebook Instagram และ Twitter)

กลุ่มตัวอย่างใช้สื่อสังคมออนไลน์ประเภทนี้เนื่องจากภาษาอังกฤษในภาพยนตร์เป็นภาษาที่ใช้จริงในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้ใช้สื่อสามารถฟังและเรียนรู้สำนวนภาษาอังกฤษหลากหลายสำเนียงทั้งจากเจ้าของภาษา (Native Speakers) และไม่ใช่เจ้าของภาษา (Non-Native Speakers) นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถปรับระดับความเร็วของวีดิโอตามความสามารถในการฟังภาษาอังกฤษของตนเอง สามารถตั้งค่าและเลือกภาษาของคำบรรยาย สามารถเลือกชมสื่อสังคมออนไลน์ประเภทวีดิโอได้จากอุปกรณ์ต่างๆทั้งคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ และแท็บเล็ต สามารถเลือกชมรายการภาษาอังกฤษได้ทุกหัวข้อจากช่องหรือรายการที่สนใจ ไม่ว่าจะเป็น รายการสอนภาษาอังกฤษทาง YouTube เช่น ช่อง Loukgolf’s English Room ช่อง UNFOX English ช่อง PEACHII และดู Vlog โดยนอกจาก YouTube แล้ว กลุ่มตัวอย่างยังใช้ Netflix ในการดูภาพยนตร์และละครภาษาอังกฤษ แต่ใช้น้อยกว่า YouTube เนื่องจาก Netflix มีค่าบริการรายเดือน

วิธีพัฒนาทักษะการพูดและการฟังของกลุ่มตัวอย่าง คือ การถ่ายรูปหรือจดบันทึกบทสนทนาจากฉากที่ตนชื่นชอบ เพื่อนำมาฝึกพูดและหาโอกาสใช้ รวมถึง ฝึกออกเสียงภาษาอังกฤษตามที่ได้ยินจากภาพยนตร์ โดยในช่วงแรกของการฝึกฝน กลุ่มตัวอย่างได้ปรับระดับความเร็วของวีดิโอให้ช้า เพื่อความชัดเจนของการฟังบทสนทนาภาษาอังกฤษ ต่อมาเมื่อเกิดความชำนาญมากขึ้นจึงปรับระดับเป็นความเร็วระดับปกติ เช่นเดียวกันกับการตั้งค่าคำบรรยาย โดยในช่วงแรกของการฝึกฝน กลุ่มตัวอย่างตั้งค่าคำบรรยายเป็นภาษาไทยก่อน หลังจากนั้นจึงเริ่มเปลี่ยนเป็นภาษาอังกฤษ และเมื่อมีความชำนาญจึงฟังเฉพาะเสียงภาษาอังกฤษโดยปราศจากคำบรรยาย

สื่อสังคมออนไลน์ประเภทข้อความและรูปภาพ (Facebook Instagram และ Twitter)

กลุ่มตัวอย่างใช้สื่อประเภทนี้ เนื่องจากช่วยในการเรียนรู้ประโยคข้อความภาษาอังกฤษ การใช้คำและโครงสร้างทางภาษา ทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถฝึกเขียนข้อความภาษาอังกฤษได้อย่างเสรี รวมถึงการที่กลุ่มตัวอย่างเชื่อว่าหากสามารถเขียนข้อความภาษาอังกฤษได้ จะส่งผลให้มีความสามารถในการคิดคำพูดไปจนสามารถพัฒนาการพูดภาษาอังกฤษได้ วิธีที่กลุ่มตัวอย่างใช้สื่อประเภทนี้ในการฝึกฝน คือ การเขียนข้อความภาษาอังกฤษบน Twitter และ Retweet คำพูดภาษาอังกฤษที่น่าสนใจของผู้ใช้บัญชี Twitter อื่น ๆ

สื่อสังคมออนไลน์ประเภทเสียง (JOOX TED Talk และ Podcast)

กลุ่มตัวอย่างใช้สื่อประเภทนี้เพราะ เป็นสื่อที่มีความหลากหลายและน่าสนใจ กลุ่มตัวอย่างสามารถฝึกฟังการออกเสียงคำศัพท์ที่ถูกต้อง รวมถึงการใช้โทนเสียงในการพูดภาษาอังกฤษในรูปแบบประโยคต่าง ๆ ตลอดจนสามารถอ่านคำบรรยายประกอบการฟังเพื่อนำไปฝึกฝนด้วยตนเอง ข้อดีของสื่อประเภทเสียงเหล่านี้คือไม่มีค่าใช้จ่าย โดยขั้นตอนการฝึกฝนของกลุ่มตัวอย่างมีดังนี้ ในช่วงแรกกลุ่มตัวอย่างยังคงเปิดบทบรรยายประกอบการฟังเนื่องจากยังไม่ชำนาญฟังภาษาอังกฤษ หลังจากนั้นกลุ่มตัวอย่างได้จดบันทึกคำศัพท์ที่น่าสนใจและไม่เคยเจอมาก่อน เพื่อหาโอกาสนำมาใช้จริง

สื่อสังคมออนไลน์ประเภทการสนทนา (Messenger WhatsApp Skype และ Line)

กลุ่มตัวอย่างใช้สื่อประเภทนี้เพราะ สามารถตอบสนองต่อโอกาสพูดคุยภาษาอังกฤษกับเพื่อนที่มีความสนใจเหมือนกันจากทั่วทุกมุมโลกโดยไม่มีค่าใช้จ่าย กลุ่มตัวอย่างเริ่มจากการเข้าร่วมกลุ่มตามความสนใจของตนเองบน Facebook เช่น กลุ่มฝึกฝนทักษะภาษาอังกฤษ เพื่อทำความรู้จักเพื่อนใหม่ที่มีความสนใจและต้องการฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษ จากนั้นจึงใช้ภาษาอังกฤษเพื่อติดต่อทำความรู้จัก นัดเวลาเพื่อสนทนาภาษาอังกฤษในเวลาว่าง และหากไม่เข้าใจในส่วนหนึ่งส่วนใดของบทสนทนาก็สามารถขอให้เพื่อนชาวต่างชาติพูดอธิบาย ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถพัฒนาทักษะในการใช้ภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้น

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. ประเภทสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ

ประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษในระดับดี ใช้ในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทตามความถี่ ดังนี้ สื่อประเภทวิดีโอ (YouTube และ Netflix) สื่อประเภทภาพและข้อความ (Facebook Instagram และ Twitter) สื่อประเภทเสียง (JOOX TED Talk และ Podcast) และสื่อประเภทสนทนา (Messenger WhatsApp Skype และ Line) โดยสื่อสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้มากที่สุด คือ YouTube อันดับที่ 2 คือ Facebook อันดับที่ 3 คือ Messenger และอันดับสุดท้าย คือ Line

2. วิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะการพูดด้วยตนเอง

สื่อสังคมออนไลน์ประเภทวิดีโอ (YouTube และ Netflix)

กลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษมากที่สุดทั้ง 10 คน ทุกคนใช้ YouTube โดยให้เหตุผลว่า YouTube เป็นสื่อสังคมออนไลน์ที่ไม่มีค่าใช้จ่าย มีสื่อประเภทวีดิโอที่เป็นภาษาอังกฤษมากมาย ทำให้สามารถฝึกทักษะการฟังสำเนียงภาษาอังกฤษที่หลากหลาย เป็นสื่อที่มีประโยชน์มากในการฝึกฝนทักษะการฟังและการพูด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฏฐ์นรี ฤทธิรัตน์ (2557) ซึ่งพบว่านักศึกษาที่มีทักษะด้านการพูดภาษาอังกฤษในระดับสูงพัฒนาทักษะการพูดโดยการดูภาพยนตร์เป็นอันดับหนึ่ง เนื่องจากนักศึกษาสามารถพัฒนาทักษะการพูดโดยการดูภาพยนตร์และฟังเสียงภาษาอังกฤษจากชาวต่างชาติ

นอกจากนี้ข้อดีของสื่อสังคมออนไลน์ประเภทวิดีโอคือ ผู้ใช้สื่อสามารถตั้งค่าระดับความเร็ว และตั้งค่าเปิดปิดข้อความบรรยายเสียงขณะที่ดูวิดีโอได้ ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการฟังและการพูดได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dizon (2016) ที่มีผลการศึกษาว่า ผู้เรียนภาษาอังกฤษใช้ Netflix ดูภาพยนตร์ภาษาอังกฤษเพื่อพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ โดยผู้เรียนภาษานิยมดูภาพยนตร์โดยใช้คำบรรยายเสียงภาษาอังกฤษแทนภาษาแม่ของตน และเมื่อเกิดความชำนาญในการฟังภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้น ผู้เรียนสามารถปิดการตั้งค่าระบบคำบรรยายเสียง

นอกจากนี้สื่อสังคมออนไลน์ประเภทวีดิโอทำให้นักเรียนได้ประโยชน์ในรูปแบบบทสนทนาที่ใช้พูดในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีความแตกต่างจากบทสนทนาในหนังสือเรียน เนื่องจากบทสนทนาในชีวิตจริงมีหลายรูปแบบและหลายระดับ นักเรียนได้ฟังการออกเสียงคำศัพท์ที่ถูกต้อง ระดับโทนเสียงที่ใช้พูดในรูปแบบประโยคต่าง ๆ รวมถึงคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dixon (2015) ที่มีผลการศึกษาว่า สื่อสังคมออนไลน์ประเภทวีดิโอทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ภาษาอังกฤษที่ผู้คนใช้สนทนาอย่างเป็นธรรมชาติ เนื่องจากบางครั้งภาษาอังกฤษที่ใช้ในห้องเรียนมีความแตกต่างกับภาษาที่ใช้พูดจริงในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shrum and Glisa (2015 อ้างอิงใน Mhamdi, 2017) ซึ่งกล่าวว่า ภาษาอังกฤษที่ผู้สนทนาพูดในสื่อประเภทวีดิโอมีความแตกต่างจากภาษาที่อยู่ในแบบเรียนภาษาอังกฤษ ดังนั้นการใช้สื่อประเภทวีดิโอเป็นตัวอย่างสื่อที่ช่วยส่งเสริมทักษะการฟังและการพูดภาษาอังกฤษทั่วไปในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

สื่อสังคมออนไลน์ประเภทข้อความและภาพ (Facebook Instagram และ Twitter)

กลุ่มตัวอย่างแสดงความคิดเห็นว่า สื่อสังคมออนไลน์ประเภทข้อความและภาพช่วยให้ได้เรียนรู้คำศัพท์มากมาย เช่น คำพูดของบุคคลที่มีชื่อเสียง ในลักษณะภาพประกอบข้อความดังกล่าว ทำให้เกิดการเรียนรู้คำศัพท์และตัวอย่างการใช้ในประโยค การที่กลุ่มตัวอย่างสามารถค้นพบศัพท์คำว่า coup ซึ่งเป็นศัพท์เฉพาะจากการรับชมข่าวเลือกตั้งภาษาอังกฤษ นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างสามารถเรียนรู้การเรียงคำศัพท์ในประโยค โครงสร้างทางภาษา เพื่อนำมาฝึกทักษะการพูดได้

สื่อสังคมออนไลน์ประเภทเสียง (JOOX TED Talk และ Podcast)

กลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นว่า การฟังสื่อเสียงบนสื่อสังคมออนไลน์ช่วยพัฒนาทักษะการฟัง การออกเสียง และคำศัพท์ภาษาอังกฤษ แต่สื่อเสียงประเภทเพลงช่วยพัฒนาเฉพาะด้านคำศัพท์เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Romero et al. (2012) ที่ศึกษาการใช้เพลงเพื่อพัฒนาทักษะด้านการพูดภาษาอังกฤษ พบว่าสื่อเสียงประเภทเพลงสามารถช่วยพัฒนานักเรียนได้ในระดับเบื้องต้น ได้แก่ การออกเสียงและคำศัพท์ นอกจากนี้ ณัฏฐ์นรี ฤทธิรัตน์ (2557) กล่าวว่า การฟังเพลงอาจจะมีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะด้านการพูดได้น้อยกว่าสื่อประเภทวิดีโอ เนื่องจากเพลงมีการร้องออกเสียงที่หลากหลาย เช่น การออกเสียงเป็นจังหวะ ดังนั้นสื่อประเภทเสียงอาจไม่ได้เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการพูดในชีวิตประจำวันได้ อย่างไรก็ตามนักเรียนสามารถเรียนรู้คำศัพท์แปลกใหม่จากเนื้อเพลงได้

สื่อสังคมออนไลน์ประเภทสนทนา (Messenger WhatsApp Skype และ Line)

กลุ่มตัวอย่างใช้สื่อสังคมออนไลน์ประเภทนี้ในการสนทนาภาษาอังกฤษกับเพื่อนทั้งชาวต่างชาติและชาวไทยเพื่อพัฒนาทักษะการฟังและการพูด แต่กลุ่มตัวอย่างชอบคุยกับคู่สนทนาที่เป็นชาวต่างชาติมากกว่าชาวไทย เนื่องจากชาวต่างชาติมักมีความสามารถทางภาษาที่สูงกว่า ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างสามารถพัฒนาทักษะการพูดและการฟังภาษาอังกฤษได้ดีขึ้นผ่านการสนทนาโต้ตอบซึ่งมีข้อดี เช่น การขอให้คู่สนทนาต่างชาติอธิบายหรือตอบคำถาม กรณีที่ไม่เข้าใจในเนื้อหาของการสนทนา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bin Tahir (2015) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยการโทรเสียงสามารถพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ เนื่องจากเป็นวิธีที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนในด้านการพูดและความเข้าใจในการสื่อสาร นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kim (2017) ที่พบว่าการใช้สื่อสังคมออนไลน์

ประเภทโทรเสียงช่วยพัฒนาการออกเสียงภาษาอังกฤษ และทักษะการเจรจาเพื่ออธิบายในกรณีที่เกิดการสื่อสารไม่เข้าใจ ซึ่งการเจรจานี้จะเป็นการช่วยให้ฝึกฝนการพูดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้

สื่อสังคมออนไลน์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง YouTube และ Facebook สามารถช่วยพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษให้แก่กลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นนักเรียนหรือผู้ที่สนใจในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษด้วยตนเองสามารถใช้สื่อสังคมออนไลน์ดังกล่าวได้

นอกจากนี้พบว่า สื่อสังคมออนไลน์มีความหลากหลาย ทันสมัย และน่าสนใจ ด้วยเหตุนี้ครูผู้สอนภาษาอังกฤษจึงควรนำสื่อจากสังคมออนไลน์มาใช้ประกอบการสอนในชั้นเรียน รวมถึงแนะนำให้นักเรียนไปฝึกฝนด้วยตนเองเพื่อพัฒนาทักษะการพูด

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของผู้เรียนที่มีปัญหาในการสื่อสารและมีความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษในระดับต่ำว่าได้มีการศึกษาด้วยตนเองวิธีใดบ้าง เพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางในการพัฒนาทักษะด้านการพูดของผู้เรียน

2. ควรศึกษาพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของผู้เรียนที่มีความสามารถด้านการอ่านและการเขียนภาษาอังกฤษในระดับสูงและต่ำ เพื่อศึกษาว่าผู้เรียนกลุ่มนี้มีการใช้ประโยชน์จากสื่อสังคมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะด้านการอ่านและการเขียนอย่างไร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร.ธัญภา พลานุกูลวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และคณาจารย์หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และขอขอบคุณความร่วมมืออย่างดียิ่งจาก ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศและนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนาหดใหญ่วิทยาลัยที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ณัฐธ์นรี ฤทธิรัตน์. (2557). ความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษและปัญหาในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษของนักศึกษามหาวิทยาลัยไทย. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

Bin Tahir, S. Z., & Hanapi, H. (2017). Lecturers' Method in Teaching Speaking at the University of Iqra Buru. International Journal of English Linguistics, 7(2), 73-80.

Black, R. W. (2009). English-Language Learners, Fan Communities, and 21st-Century Skills. Journal of Adolescent & Adult Literacy, 52(8), 688-697.

De Izquierdo, B. L., & Reyes, L. E. (2009). Effectiveness of Blogging to Practice Reading at a Freshman EFL Program. Reading, 9(2), 100-116.

Dixon, S. (2015). Evaluating the Impact of an Online English Language Tool's Ability to Improve Users' Speaking Proficiency under Learner-and Shared-control Conditions. Arizona State University.

Dizon, G. (2016). Online Video Streaming in the L2 Classroom: Japanese Students’ Opinions Towards Netflix and Subtitles. Osaka JALT Journal, 3, 70-87.

Elega, A. A., & Özad, B. E. (2017). Technologies and Second Language: Nigerian Students’ Adaptive Strategies to Cope with Language Barrier in Northern Cyprus. Journal of International Students, 7(3), 486-498.

Khamkhien, A. (2010). Teaching English Speaking and English Speaking Tests in the Thai Context: A Reflection from Thai Perspective. English Language Teaching, 3(1), 184-190.

Kim, K. S., Yoo-Lee, E., & Joanna Sin, S. C. (2011). Social Media as Information Source: Undergraduates' Use and Evaluation Behavior. Proceedings of the American Society for Information Science and Technology, 48(1), 1-3.

Kodae, H. (2011). Effects of Intensive Phonics Instruction on Thai-Muslim Grade 5 Students’ English Reading and Writing Abilities: A Case Study. Thesis. M.A. (Teaching English as an International Language). Sonhkhla: Graduate School. Prince of Songkhla University.

Mhamdi, C. (2017). What Can Video Add to the Learning Experience? Challenges and Opportunities. International. Journal of Information Technology and Language Studies, 1(1), 17-24.

Murahwa, S. (2009). Combining Phonics and Whole Language Approaches in Teaching Reading: a Case Study of Phenduka Literacy Project in Alexandra School.

Rodpradit, S., & Sinwongsuwat, K. (2012). Using Scripted and Non-Scripted Role Plays to Improve English Speaking Performance of Hotel Engineering Staff. APHEIT Journal, 18(1), 17-25.

Romero-Trillo, J. (Ed.). (2012). Pragmatics and Prosody in English Language Teaching (Vol. 15). Springer Science & Business Media.

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแจงร้อนวิทยา

Using The Learning Activity Package to Develop Physics Learning Achievement on Mechanical Wave of Mathayomsuksa 5 Students in Chaeng Ron Witthaya School.

จรัญ ขันทองคำ[1*], อัมพร วัจนะ[2]

Jaran Khangtongkhom[1*], Amphon Watjana[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียนแจงร้อนวิทยา คลื่นกลเป็นเรื่องที่นักเรียนมีผลการเรียนต่ำกว่าระดับพอใช้ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1)เพื่อศึกษาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2)เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ(3)เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องคลื่นกล กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนแจงร้อนวิทยา จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย (1)แผนการจัดการเรียนรู้ (2)ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (3)แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ (4)แบบประเมินความพึงพอใจ โดยการดำเนินงานวิจัย ดังนี้ หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบ จากนั้นทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับกลุ่มตัวอย่าง ดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องคลื่นกล และทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียนวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้โดยใช้ค่า t-test dependent จากนั้นประเมินความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า (1)ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นกล มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ (2)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3)ความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ระดับมากที่สุด ดังนั้นชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง คลื่นกล จึงสามารถนำไปใช้กับวิชาฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน;คลื่นกล ความพึงพอใจ;รายวิชาฟิสิกส์

---

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาอิสระ สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[*]**Jaran Khangtongkhom, E-mail:** Jarankhantongkhom@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is (1) In order to create and find the efficiency of learning activity package on matthayomsuksa 5 for efficiency according to the criteria 80/80 (2) to compare the Physics learning achievement on waves of mathayomsuksa 5 students who manage learning by using learning activity packages before and after using learning activity packages. And the purpose of this study is to evaluate the satisfaction of mechanical wave learning activity set. The samples used in this research were 30 mathayomsuksa 5/1 students in Chaeng Ron Witthaya School by purposive sampling. The research instruments consisted of (1) lesson plan (2) learning activity package (3) learning achievement test (4) satisfaction assessment form. There are steps in conducting research as follows the samples were tested before learning by using the achievement test. The sample group was taught by using a Mechanical Wave learning activity package and Take the post-test test using the same test set as the pre-learning achievement test. After that, assess the satisfaction with learning by using a learning activity package. Analyze the result of pretest and posttest after using the learning activity package by finding the average standard deviation, t-test dependent. The findings can be summarized as follows (1) the learning activity package about mechanical waves is effective according to the criteria 80/80. (2) The learning achievement of students after using the learning activity package was higher than before using it with statistical significance at the level of .05. And the satisfaction of learning activities is at the highest level (4.50).Therefore, mechanical wave learning activity set is applied to Physics to improve achievement study.

Keywords: learning activity set, learning achievement, Satisfaction

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบทสำคัญอย่างมากทั้งต่อปัจจุบันและอนาคต เพราะมนุษย์ใช้วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน ทั้งในด้านอาชีพเครื่องมือ ตลอดจนอุปกรณ์ช่วยในการอำนวยความสะดวกสบายก็ล้วนเป็นผลมาจากความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนช่วยสำคัญในการพัฒนาการศึกษาค้นคว้าทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างไม่หยุดยั้ง(กรมวิชาการ 2544:1)

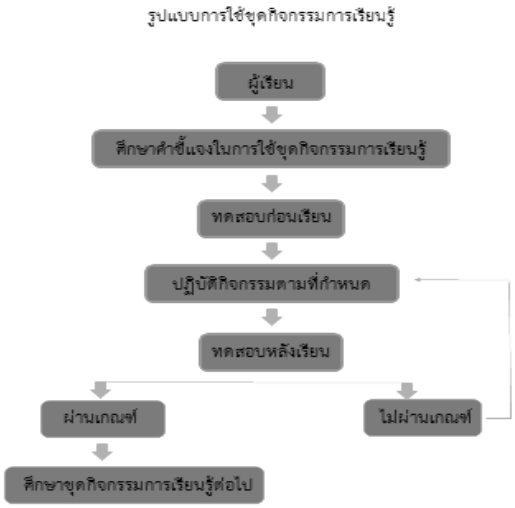
จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสอนรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแจงร้อนวิทยา พบว่าเรื่องคลื่นเป็นเรื่องหนึ่งที่เป็นปัญหากับผู้เรียน พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์อยู่ระดับต่ำกว่าระดับพอใช้หรือร้อยละหกสิบที่กลุ่มสาระการเรียนรู้กำหนดค่าไว้ โดยผู้เรียนส่วนมากไม่เข้าใจในธรรมชาติของคลื่นกล

รวมถึงองค์ประกอบต่างๆของคลื่น เมื่อสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่า วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่น่าเบื่อ ไม่น่าสนใจ ใช้เวลาในการแก้โจทย์ปัญหานาน ไม่เข้าใจในสิ่งที่โจทย์ถามหรือวิเคราะห์ขั้นตอนการแสดงวิธีคิดหาคำตอบได้ ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากบทเรียนมีเนื้อหาเยอะและมีความยาก เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้มีอย่างจำกัด ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาหลังเป็นไปอย่างรวดเร็ว ไม่ได้ลงมือปฏิบัติในตัวกิจกรรมและฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหามากพอ โดยผู้เรียนมักจะใช้การท่องจำเนื้อหามากกว่าการฝึกทำโจทย์ปัญหาไม่มีความกระตือรือร้นที่จะแสดงหาความรู้ด้วยตนเอง จึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจหลักการของเรื่องที่เรียนและทักษะในการวิเคราะห์แก้โจทย์ปัญหาไม่เพียงพอสำหรับการทดสอบในแต่ละครั้ง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าระดับมาตรฐาน

จากการศึกษารูปแบบการสอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน (สุคนธ์ สินธพานนท์,2551) เป็นนวัตกรรมที่ครูใช้ประกอบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนศึกษาและใช้สื่อต่างๆ ในชุดการเรียนการสอนที่ผู้สอนสร้างขึ้น ชุดการเรียนการสอนเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและนำมาปรับใช้กับรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล โดยใช้โดยใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามรูปแบบดังรูป



จากนั้นทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้

รายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้โดยใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านสาระการเรียนรู้ จำนวน 15 ข้อ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามลำดับขั้นตอน 3 ขั้นตอน

การทดลอง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนระหว่างเรียน (230 คะแนน)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ (40 คะแนน)		ประสิทธิภาพ
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ (E_1)	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ (E_2)	E_1/E_2
รายบุคคล	3	182.00	79.13	33.00	82.50	79.13/82.50
กลุ่มย่อย	9	189.17	82.17	32.67	81.67	82.17/81.67
ภาคสนาม	30	190.63	82.88	32.10	80.25	82.88/80.25

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ตามลำดับขั้นตอนของการการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ทั้ง 3 ขั้นตอน พบว่า การหาประสิทธิภาพขั้นที่ 1 (แบบรายบุคคล) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.13/82.50 ขั้นที่ 2 (แบบกลุ่มย่อย) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.17/81.67 และขั้นที่ 3 (แบบภาคสนาม) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.88/80.25 นั่นคือ ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล

นักเรียน	n	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	30	8.40	2.238	23.030*	.000
หลังเรียน	30	24.30	3.207		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล

ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้	$\overline{X}$	SD	ระดับ	อันดับ
1. ด้านสาระการเรียนรู้	4.38	.63	มาก	4
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.53	.37	มากที่สุด	2
3. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้	4.67	.23	มากที่สุด	1
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.43	.58	มาก	3
รวม	4.50	.45	มากที่สุด	

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับความพึงพอใจโดยรวม มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่านักเรียนมีความพึ่งพอใจในด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ เรียงลำดับจากมากไปมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นกล มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้หลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นกล สูงกว่าก่อนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นกล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐาน

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง คลื่นกล โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแจงร้อนวิทยา ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยได้ E1/E2 เท่ากับ 82.88/80.25 สอดคล้องกับเกณฑ์การหาค่าประสิทธิภาพของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556)

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล พบว่า ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรีชา ฤทธิ์เดช (2554) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฟิสิกส์แบบสาระบันเทิงหลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล นอกจากจะเป็นการสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ดี แล้วยังเป็นแรงจูงใจและเป็นการเสริมแรงในการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นักเรียนเรียนรู้ด้วย ความตั้งใจ ต้องการที่จะเรียน ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ซึ่งนำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีในวิชาฟิสิกส์ซึ่งสอดคล้องกลับสายฝน พูลผล(2554) ในการใช้ชุดทองลองเรื่องคลื่นเสียง เป็นรูปแบบการสอนที่มีการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สัมผัสรูปแบบงานจริงที่เป็นรูปธรรม โดยการถ่ายทอดด้วยสื่อที่เป็นนวัตกรรม เป็นการเชื่อมโยงความรู้จากทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติช่วยสร้างความชัดเจนในการสร้างความเข้าใจอันง่ายขึ้นในบทเรียน นอกจากนี้แล้วยังเป็นแนวทางหนึ่งที่มีคุณภาพในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ในปัจจุบันอีกด้วย ดังนั้น เมื่อผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ในการทำวิจัยครั้งนี้ จึงช่วยสร้างภาพในการนำเสนอแนวคิดทาง ด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. 2550) ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีทักษะการจินตนาการ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล มาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เกิดภาพแห่งองค์ความรู้จนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเองได้อีกด้วย

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแจงร้อนวิทยา โดยรวมและรายด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้แก่ ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านสาระการเรียนรู้ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล มาช่วยในการจัดการเรียนรู้ ทำให้ การเรียนรู้มีความหลากหลาย และเนื้อหามีลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก ชวนคิด ชวนติดตาม เข้าใจได้ง่าย รวดเร็วต่อการเรียนรู้ และสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ไม่น่าเบื่อ จึงส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ในด้านต่างๆ เมื่อจัดการเรียนรู้ ทั้งด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากเช่นกันสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรี อาภรณ์พงษ์ (2550) ได้ศึกษาความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่โดยรูปแบบการสร้างสรรค์ความรู้ และพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆฝ่าย ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบ พระคุณ อาจารย์ ผศ.ดร.อัมพร วัจนะ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำพร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และข้อเสนอแนะด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมาจนมหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่เปิดโอกาสในการพัฒนาตนเองจนทำให้การวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ.(2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เกตุกนก หนูดี.(2553). ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมC.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต(สาขาวิชาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชนิตกานต์ คำวัน.(2555). ประสิทธิภาพและผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ วิชาฟิสิกส์ เรื่องปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(สาขาวิทยาสาสตร์ศึกษา).มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ชัยยง พรหมวงศ์. (2520). ระบบสื่อการสอน. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 135-143.

ปรีชา ฤทธิเดช.(2554). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฟิสิกส์ แบบสาระบันเทิงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วราวุธ บุตรรัตน์.(2556). ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม C.a.Rสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .ปริญญานิพนธ์.ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต(สาขาวิชาคณิตศาสตร์).กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์,บุญมี พันธุ์ไทย และสมจิตรา เรืองศรี.(2559).ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา

FORECASTING MODEL FOR THE NUMBER OF UNEMPLOYED PERSON IN SONGKHLA PROVINCE.

ดวงหฤทัย พรหมเรือง[1], วีระยุทธ หนูแหลม[1], ธีระพงศ์ คงเกื้อ[2*]

Duangharuthai Promrueang[1], Weerayut Nooleam[1], Teerapong Kongkue[2*]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของจำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา และตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างจากวิธีทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2549 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2560 จำนวน 144 ค่า สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2561 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561 จำนวน 12 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้งเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

คำสำคัญ: วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง, วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก, วิธีบอกซ์-เจนกินส์, ตัวแบบการพยากรณ์

Abstract

The objective of this research was to created the suitable forecasting models for the number of unemployed person in Songkhla province and were used determining the accuracy of forecasting models. Data from January, 2006 to December, 2017 consist of 144 constants were used to create the forecasting model by three types of methods which are double exponential smoothing, Winter's smoothing method and Box-jenkins method. Data from January to December, 2018 consist of 12 constants were used for determining the accuracy of forecasting models with mean absolute percentage error (MAPE). The research found that, double exponential smoothing forecasting was the most suitable.

Keywords: Double exponential smoothing, Winter's smoothing method, Box-jenkins method, forecasting Models

[1]นักศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** Teerapong.ko@skru.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาการว่างงานในประเทศไทยมีอัตราเพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากภาวะเศรษฐกิจ และปัญหาทางการเมืองภายในประเทศที่เกิดขึ้น เป็นการเพิ่มอัตราการว่างงานอย่างมากไม่ว่าจะเป็นในส่วนอุตสาหกรรม เกษตรกรรม รวมถึงด้านแรงงาน รวมถึงภาคเอกชนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจภายใน และนอกประเทศ เช่น ธุรกิจการท่องเที่ยว การส่งออกในหลายประเทศที่มีการลงทุนที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทยก็เกิดปัญหาตามมาติด ๆ บรรดาบริษัทห้างร้านต่าง ๆ ที่เปิดเป็นบริษัทอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ขนาดเล็กหลาย ๆ แห่งต่างก็ได้รับผลกระทบ ต่างก็ทยอยปิดตัวลง ทำให้อัตราการว่างงานยิ่งเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น ผู้คนที่ถูกให้ออกจากงาน หรือไม่มีงานทำ โรงงานปิดตัว ไม่มีค่าจ้าง ลดชั่วโมงการทำงาน ลดปริมาณการผลิต ลดวันเวลาทำงาน จึงมีผลกระทบตามมาในหลาย ๆ ด้าน

และประเทศไทยยังมีจำนวนผู้ว่างงานถึง 3 แสนคน โดยจะแบ่งออกเป็นแต่ละภูมิภาค ได้ดังนี้

- ภาคกลาง 12.5 หมื่นคน
- ภาคใต้ 8.04 หมื่นคน
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5.17 หมื่นคน
- ภาคเหนือ 4.29 หมื่นคน ตามลำดับ

จากทั้ง 4 ภูมิภาค จะได้เห็นได้ว่า ภาคใต้มีจำนวนผู้ว่างงานเป็นอันดับ 2 ของประเทศ [6]

เมื่อพิจารณาในระยะเวลาที่ผ่านมาภาคใต้ทั้ง 14 จังหวัด พบว่าจังหวัดสงขลามีภาวะเศรษฐกิจดีเป็นอันดับที่ 1 จำนวนโรงงานเปิดกิจการมากที่สุด ทำให้มีการจ้างงานมาก แต่ในปัจจุบันภาวะเศรษฐกิจด้านการผลิตภาคอุตสาหกรรมมีการหดตัวตามอุปสงค์ต่างประเทศที่ลดลง ผลจากภาวะเศรษฐกิจโลกที่ชะลอตัว จึงทำให้จังหวัดสงขลามีจำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติและชาวไทยลดลงเช่นกัน ส่งผลให้การบริโภคภาคเอกชนชะลอลงเล็กน้อย ส่วนการใช้จ่ายภาครัฐหดตัวตามการเบิกจ่ายงบลงทุนเป็นสำคัญ จึงทำให้จังหวัดสงขลามีอัตราการว่างงานเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ[1]

ดังนั้น จากการที่ได้ทราบผลกระทบหลาย ๆ ด้านแล้ว ทำให้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา ในการเตรียมความพร้อมด้านเศรษฐกิจ ด้านประชากร ตลาดแรงงาน กำลังคน การมีงานและความเป็นอยู่ของประชากรในจังหวัดสงขลา จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลาเป็นการหาตัวแบบที่เหมาะสมเพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์การพยากรณ์คือ จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2549 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561 ที่ได้ข้อมูลจากเว็บไซต์สำนักงานสถิติจังหวัดสงขลาเป็นข้อมูลรายเดือน [5] โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2549 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2560 จำนวน 144 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก และวิธีบอกซ์-เจนกินส์

ชุดที่ 2 จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2561 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561 จำนวน 12 ค่า สำหรับทดสอบตัวแบบพยากรณ์

1. การสร้างตัวแบบการพยากรณ์แบบเอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง

เกิดขึ้นจากแนวความคิดเดียวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอกซ์โปแนนเชียลอย่างง่าย แต่เนื่องจากอนุกรมเวลามีลักษณะแนวโน้มเป็นเส้นตรง จึงใช้การเฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำอีกครั้งเพื่อปรับให้อนุกรมเวลามีลักษณะเรียบขึ้น [2] ซึ่งมีสมการการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+1} = a + bm \qquad \text{เมื่อ} \quad m = 1 \tag{1}$$

หาค่า a, b จาก

$$\begin{aligned} A_t &= \alpha Y_t + (1-\alpha)A_{t-1} \\ A'_t &= \alpha A_t + (1-\alpha)A'_{t-1} \\ a &= 2A_t - A'_t \\ b &= \frac{\alpha}{1-\alpha}(A_t - A'_t) \end{aligned}$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+1}$ แทนค่าการพยากรณ์ของข้อมูล ณ เวลา $t+1$

a แทนค่าคงที่

b แทนค่าแนวโน้ม

Y_t แทนข้อมูลจริง ณ เวลา t

A_t แทนค่าปรับเรียบเอ็กซ์โปแนนเชียลครั้งที่ 1 ณ เวลา t

A'_t แทนค่าปรับเรียบเอ็กซ์โปแนนเชียลครั้งที่ 2 ณ เวลา t

α แทนตัวแบบพารามิเตอร์

m แทนจำนวนเดือนที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

2. การสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

การปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกจัดเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำอนุกรมเวลาจากอดีตมาวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อกำหนดตัวแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคต วิธีการนี้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล การปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกควรใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลคงที่ กล่าวคือ ความผันแปรตามฤดูกาลมีค่าไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป [4] ซึ่งมีสมการการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+k} = (E_t + kT_t) + \hat{S}_{t+k-P} \tag{2}$$

หาค่า E_t, T_t และ $\hat{S}_t$ จาก

$$E_t = \begin{cases} Y_2 & t = 2 \\ \alpha Y_t + (1-\alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) & t = 3,4,\ldots,P+2 \\ \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-P}) + (1-\alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) & t > P+2 \end{cases}$$

$$T_t = \begin{cases} Y_2 - Y_1 & t = 2 \\ \gamma(E_t - E_{t-1}) + (1-\gamma)T_{t-1} & t > 2 \end{cases}$$

$$\hat{S}_t = \begin{cases} Y_t - E_t & t = 2,3,\ldots,P+2 \\ \delta(Y_t - E_t) + (1-\delta)\hat{\mathrm{S}}_{t-P} & t > P+2 \end{cases}$$

เมื่อ Y_t แทนข้อมูลจริง ณ เวลา t

$\hat{Y}_{t+k}$ แทนค่าการพยากรณ์ของข้อมูล ณ เวลา $t+k$

t แทนช่วงเวลาซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

α แทนค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของค่าเฉลี่ย ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

γ แทนค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของแนวโน้ม ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

δ แทนค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของฤดูกาล ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1

P แทนจำนวนฤดูกาล

E_t, T_t และ $\hat{S}_t$ คือ ค่าประมาณ ณ เวลา t ของพารามิเตอร์

k แทนจำนวนเดือนที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

3. การสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

วิธีบอกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากได้กำหนดตัวแบบโดยการตรวจสอบคุณสมบัติของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation function:ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (patial autocorrelation function:PACF) ซึ่งพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาที่คงที่ (stationary) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ตัวแบบทั่วไปของวิธีบอกซ์-เจนกินส์ คือ seasonal autoregressive integrated moving average : $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ [3] แสดงดังสมการ

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-\mathrm{B})^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t \qquad (3)$$

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

ε_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อน

μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่

$\phi_p(B)$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (non-seasonal autoregressive operator of order $p : AR(p)$)

$\Phi_P(B^s)$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลที่ P (seasonal autoregressive operator of order $P : SAR(P)$)

$\theta_q(B)$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (non-seasonal moving average operator of order $q : MA(q)$)

$\Theta_Q(B^s)$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (seasonal moving average operator of order $Q : SMA(Q)$)

t แทนช่วงเวลาซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

s แทนจำนวนฤดูกาล

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างฤดูกาลตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (backward operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$ และ $B^s \varepsilon_t = \varepsilon_{t-s}$

โดยที่ $\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_P(B^s)$

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \ldots - \phi_p B^p$

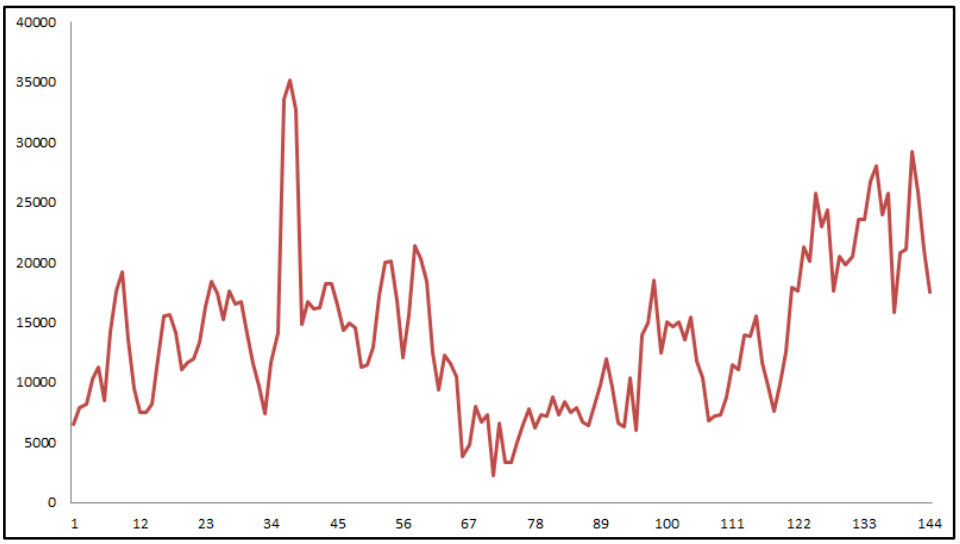
$\Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \ldots - \Phi_P B^{Ps}$

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots - \theta_q B^q$

$$\Theta_Q(B^s) \qquad = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \ldots - \Theta_Q B^{Qs}$$

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2549 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2560 จำนวน 144 ค่า ดังรูปที่ 1 พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มและความแปรผันตามฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยมีการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันของข้อมูลในทุก ๆ 12 ค่า แสดงว่ามีจำนวนฤดูกาล เท่ากับ 12 (S = 12)



รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา

ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2549 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2560

1. ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง

จากข้อมูลอนุกรมเวลาพบว่า มีแนวโน้ม จึงทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อกำหนด $\alpha = 0.3$ ดังนั้นจะได้ตัวแบบการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{t+1} = 20,470.02 - 510.10m \qquad (4)$$

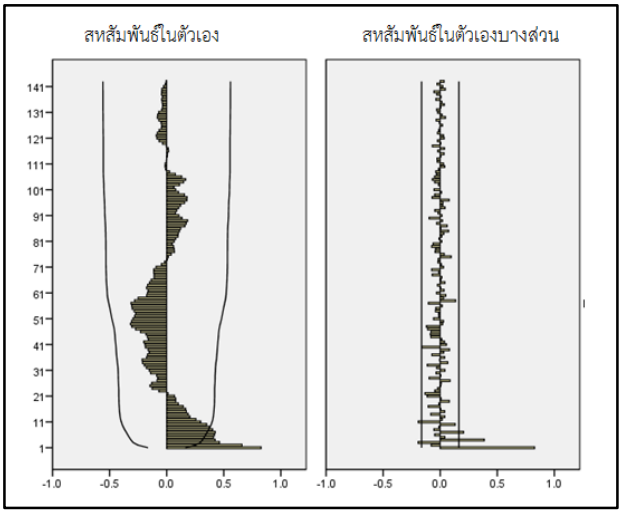
2. ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

จากข้อมูลอนุกรมเวลาพบว่า อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและมีความผันแปรตามฤดูกาลการปรับคงที่ เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป จึงทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก $\alpha = 0.9999$, $\gamma = 0.0010$ และ $\delta = 0.0002$

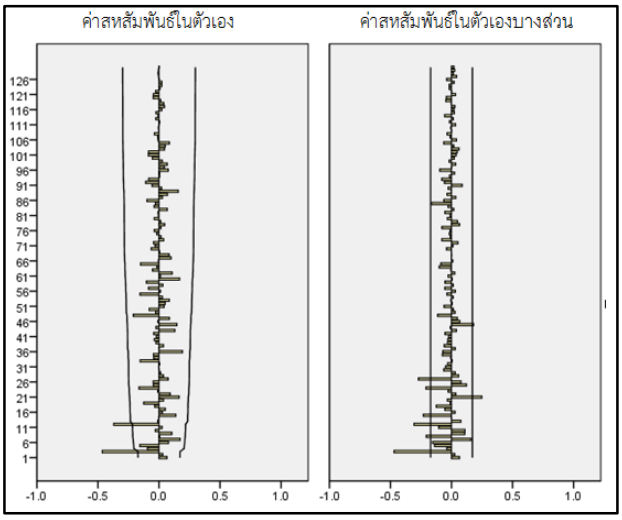
ดังนั้นจะได้ตัวแบบการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{t+k} = (\ 17,543.14 + \ 1,199.15k) + \hat{S}_{t+k-P} \qquad (5)$$

3. ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์



รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2560



รูปที่ 3 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา เมื่อแปลงข้อมูลการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ $SARIMA(\mathrm{p,d,q})(\mathrm{P,D,Q})_s$

ค่าประมาณพารามิเตอร์		$SARIMA(\mathrm{p,d,q})(\mathrm{P,D,Q})_s$		
		$SARIMA(1,1,2)(0,1,1)_{12}$	$SARIMA(1,1,2)(0,1,2)_{12}$	$SARIMA(1,1,2)(1,1,1)_{12}$
ค่าคงที่ δ	ค่าประมาณ	107.028	162.100	158.877
	p-value	0.617	0.336	0.413
AR(1) ϕ_1	ค่าประมาณ	-0.674	-0.682	-0.675
	p-value	<0.001	<0.001	<0.001
MA(1) θ_1	ค่าประมาณ	-1.001	-1.001	-0.999
	p-value	<0.001	<0.001	<0.001
MA(2) θ_2	ค่าประมาณ	-0.642	-0.653	-0.648
	p-value	<0.001	<0.001	<0.001
SAR(1) Φ_1	ค่าประมาณ	-	-	0.113
	p-value	-	-	0.360
SMA(1) Θ_1	ค่าประมาณ	0.974	1.229	0.992
	p-value	0.299	0.349	0.788
SMA(2) Θ_2	ค่าประมาณ	-	-0.247	-
	p-value	-	0.365	-
BIC		16.679	16.707	16.714
Ljung-Box Q		21.408	20.957	20.334
p-value		0.092	0.074	0.087

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้น และมีความผันแปรตามฤดูกาลมีลักษณะการเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ กันของทุก ๆ 12 เดือน จากกราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ดังรูปที่ 2 พบว่า อนุกรมเวลายังไม่คงที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลโดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 $(d=1,D=1,s=12)$ เพื่อให้อนุกรมเวลามีความแปรปรวนคงที่และค่าเฉลี่ยคงที่ก่อนนำไปใช้ในการกำหนดตัวแบบที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลาต่อไป จะได้กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งพบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ที่เป็นไปได้พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 1 โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า BIC ต่ำที่สุด คือ ตัวแบบ $SARIMA(1,1,2)(0,1,1)_{12}$ ซึ่งมีความเหมาะสม สามารถเขียนตัวแบบการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$(1-\phi_1 B)(1-B)(1-B^{12})Y_t = \delta + (1-\theta_1 B-\theta_2 B^2)(1-\Theta_1 B^{12})\varepsilon_t$$

$$(1-B^{12}-B+B^{13}-\phi_1 B+\phi_1 B^{13}+\phi_1 B^2-\phi_1 B^{14})Y_t$$

$$= \delta + (1-\Theta_1 B^{12}-\theta_1 B+\theta_1\Theta_1 B^{13}-\theta_2 B^2+\theta_2\Theta_1 B^{14})\varepsilon_t$$

$$Y_t - Y_{t-12} - Y_{t-1} + Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14}$$

$$= \delta + \varepsilon_t - \Theta_1\varepsilon_{t-12} - \theta_1\varepsilon_{t-1} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13} - \theta_2\varepsilon_{t-2} + \theta_2\Theta_1\varepsilon_{t-14}$$

$$Y_t - Y_{t-12} - (1+\phi_1)Y_{t-1} + (1+\phi_1)Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14}$$

$$= \delta + \varepsilon_t - \Theta_1\varepsilon_{t-12} - \theta_1\varepsilon_{t-1} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13} - \theta_2\varepsilon_{t-2} + \theta_2\Theta_1\varepsilon_{t-14}$$

$$Y_t = \delta + \varepsilon_t - \Theta_1\varepsilon_{t-12} - \theta_1(\varepsilon_{t-1} - \Theta_1\varepsilon_{t-13}) - \theta_2(\varepsilon_{t-2} - \Theta_1\varepsilon_{t-14}) + Y_{t-12}$$

$$+(1+\phi_1)Y_{t-1} - (1+\phi_1)Y_{t-13} - \phi_1(Y_{t-2} - Y_{t-14})$$

เมื่อแทนค่าพารามิเตอร์ จากตารางที่ 1 จะได้

$$\hat{Y_t} = 107.028 - 0.974\varepsilon_{t-12} + 1.001(\varepsilon_{t-1} - 0.974\varepsilon_{t-13}) + 0.642(\varepsilon_{t-2} - 0.974\varepsilon_{t-14}) + Y_{t-12}$$

$$+0.326Y_{t-1} - 0.326Y_{t-13} + 0.674(Y_{t-2} - Y_{t-14}) + \varepsilon_t \qquad (6)$$

จากสมการตัวแบบการพยากรณ์ ทั้ง 3 วิธี จะได้ผลดังต่อไปนี้

4. ผลการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้งเป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างจากข้อมูลจริงน้อยที่สุดหรือเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE = 24.35) ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของจำนวนผู้ว่างงานจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2561 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561 และค่าเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

ช่วงเวลา พ.ศ. 2561	จำนวนผู้ว่างงาน	จำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลาจากการพยากรณ์		
		เอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้ง	**วินเทอร์แบบบวก**	**บอกซ์-เจนกินส์**
มกราคม	17,544	19,960	18,745	16,576
กุมภาพันธ์	28,106	21,583	23,441	16,162
มีนาคม	21,814	20,419	19,941	16,792
เมษายน	20,498	20,781	24,638	17,330
พฤษภาคม	22,972	20,333	21,136	18,926
มิถุนายน	23,532	20,338	25,830	16,502
กรกฎาคม	19,883	20,111	22,327	16,843
สิงหาคม	10,033	20,023	27,022	15,465
กันยายน	10,919	19,872	23,517	15,576
ตุลาคม	14,639	19,767	28,211	14,881
พฤศจิกายน	19,217	19,648	24,703	12,978
ธันวาคม	19,097	19,547	29,397	14,754
	MAPE	24.35	45.18	25.24

5. ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานในจังหวัดสงขลา

จากการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งพบว่า วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปแนนเชียลซ้ำสองครั้งเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมในการพยากรณ์ครั้งนี้มากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีดังกล่าวในการพยากรณ์ผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2563 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าพยากรณ์ของจำนวนผู้ว่างงานจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2563

ช่วงเวลา พ.ศ.2562	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา พ.ศ.2563	ค่าพยากรณ์
มกราคม	19,445	**มกราคม**	18,624
กุมภาพันธ์	19,353	**กุมภาพันธ์**	18,579
มีนาคม	19,265	**มีนาคม**	18,536
เมษายน	19,182	**เมษายน**	18,496
พฤษภาคม	19,104	**พฤษภาคม**	18,458
มิถุนายน	19,031	**มิถุนายน**	18,423

กรกฎาคม	18,962	**กรกฎาคม**	18,389
สิงหาคม	18,897	**สิงหาคม**	18,357
กันยายน	18,836	**กันยายน**	18,328
ตุลาคม	18,778	**ตุลาคม**	18,300
พฤศจิกายน	18,724	**พฤศจิกายน**	18,273
ธันวาคม	18,672	**ธันวาคม**	18,248

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณข้อมูลจำนวนผู้ว่างงานของจังหวัดสงขลาจากสำนักงานสถิติจังหวัดสงขลาที่เผยแพร่ข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมการจัดหางาน. (2562). **สถานการณ์ตลาดแรงงานภาคใต้**. สืบค้น 10 พฤษภาคม 2562, จาก https://www.doe.go.th/lmi-south

[2] ทรงศิริ แต้สมบัติ. (2539). **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

[3] วรางคณา กีรติวิบูลย์. (2556). “การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการพยากรณ์รวม สำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนในเขตกรุงเทพมหานคร.” **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 15 (1), 149-160.

[4] ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. (2556). **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ: การวิเคราะห์อนุกรมเวลา**. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.

[5] สำนักงานสถิติจังหวัดสงขลา. (2560). **รายงานสถานการณ์แรงงานจังหวัดสงขลา ไตรมาสที่ 4 ปี 2560**. สืบค้น 10 พฤษภาคม 2562, จาก http://songkhla.nso.go.th

[6] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2560). **สถิติผู้ว่างงาน.** สืบค้น 10 พฤษภาคม 2562, จาก http://www.nso.go.th/sites/2014

การพัฒนาชุดการศึกษาพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

Development of DC Glow Discharge Plasma Educational Tools for Undergraduate

อาณัฐ พริกเล็ก[1*] และธวัฒน์ชัย เทพนวล[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดการศึกษาพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายสำหรับใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี ศึกษาค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ สมบัติทางไฟฟ้าตามกฎของโอห์ม และผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อพลาสมา ใช้อากาศเป็นแก๊สทำงานที่ความดัน 0.01-1 บาร์ และอัตราการไหล 0.1-3 ลิตรต่อนาที ส่วนของตัวทำปฏิกิริยาประกอบด้วยห้องสุญญากาศออกแบบ โดยใช้หลอดแก้วไพเร็กทรงกระบอกยาว 400 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 19.7 มิลลิเมตร ขณะที่ภายในท่อแก้วไพเร็กบรรจุด้วยขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ผลการทดลองพบว่า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ เป็นฟังก์ชันของความดันและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า ซึ่งสอดคล้องกับกฎของ Paschen สมบัติทางไฟฟ้าเนื่องจากการสูญเสียความต้านทานเป็นไปตามกฎของโอห์ม และสนามแม่เหล็กมีผลต่อการดิสชาร์จเรืองแสง ในทุกช่วงอัตราการไหลของอากาศและความเข้มของสนามแม่เหล็ก

คำสำคัญ: ดิสชาร์จเรืองแสง, กฎของ Paschen, กฎของโอห์ม

Abstract

The objective of this experimental research was to design and construct a simple dc glow discharge plasma for teaching and learning practice course undergraduate. Study the breakdown voltage potential electrical properties according to Ohm's law and the effect of the magnetic field on plasma. Air as a working gas in the pressure range of 0.01-1 bar and the flow rate ranges from 0.1-3 liters per minute were used. Reactor part, consists of vacuum chamber was designed by using a pyrex cylindrical glass tubes, 400 millimeters in length, 19.7 millimeters in outer diameter, while a pyrex tube contained with the electrode making by aluminium material with 14 millimeters in diameter and, 5 millimeters in thickness. The results showed that the value of breakdown electric potential Is a function of pressure and distance between the electrodes. Its were complies with Paschen's rules. Electrical properties for the loss of resistance were in accordance with Ohm's law. And the magnetic field affects the glow discharge in every air flow rate and magnetic intensity.

Keywords: Glow discharge, Paschen's law, Ohm's law

[1]นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

[*]**Corresponding author, E-mail:** natthawatha@windowslive.com, tepnual1972@hotmail.com

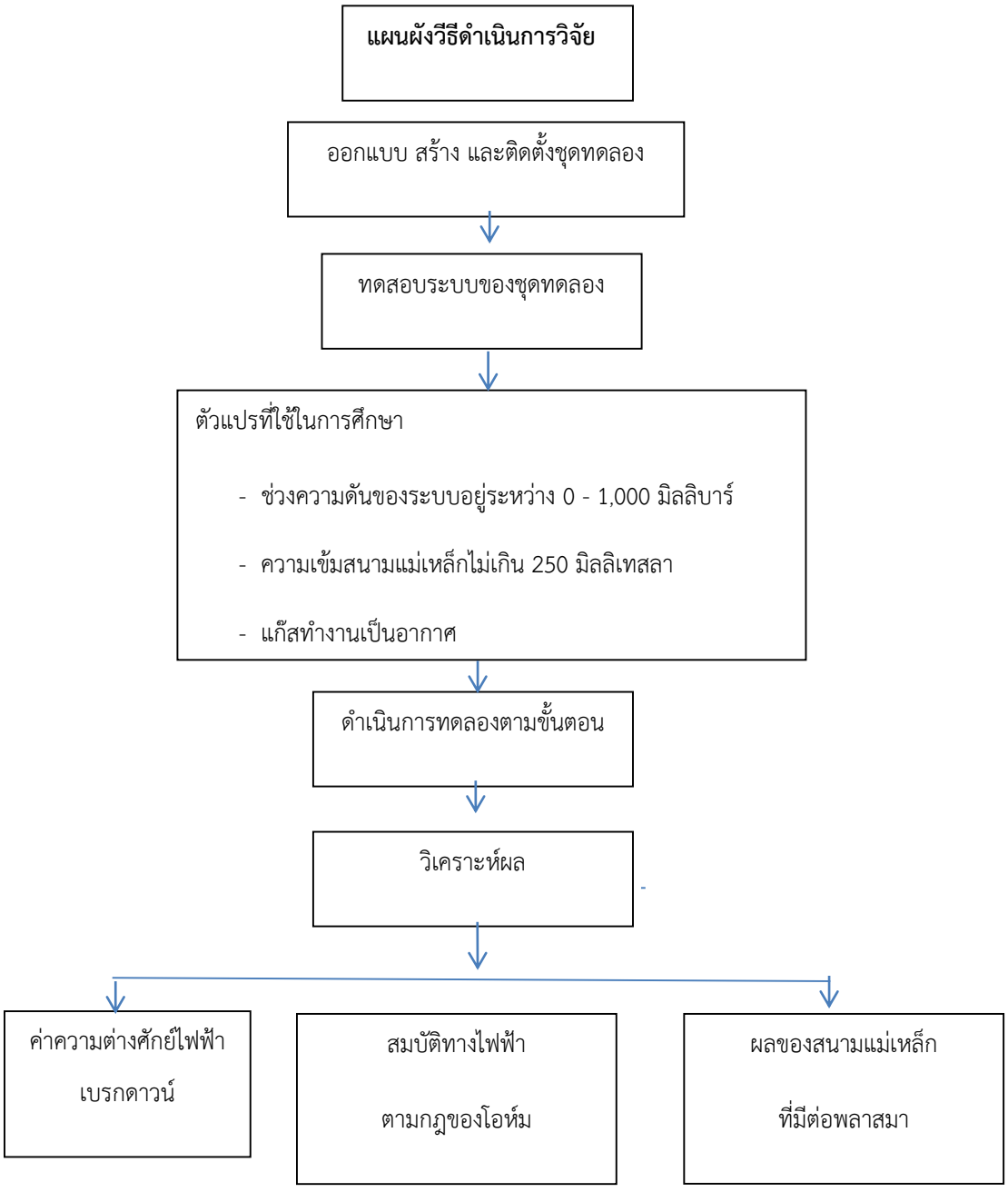
บทนำ

“ดิสชาร์ทเรืองแสง” ถูกตั้งชื่อจากการเรืองแสงของพลาสมาซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากพลังงานและความหนาแน่นของอิเล็กตรอนที่มากจนก่อให้เกิดแสงที่มองเห็น สำหรับการดิสชาร์ทเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงมีประวัติที่สำคัญทั้งการศึกษาสมบัติของตัวกลางที่เป็นพลาสม่าและการประยุกต์ใช้งาน การศึกษาดิสชาร์ทเรืองแสงด้วยการใช้ท่อแก้วทรงกระบอกยาวซึ่งมีขั้วไฟฟ้าขั้วบวกและขั้วลบบริเวณปลายของท่อ ตัวอย่างเช่น Stephanie A. Wissel et al. (2013) ได้ออกแบบและพัฒนาชุดทดลองใน 3 รูปแบบ เพื่อศึกษาพารามิเตอร์และคุณลักษณะของพลาสมา, Abdul Qader Dawood Faisal และ Mohammed Odda Dawood (2014) ได้ออกแบบและสร้างพลาสมาดิสชาร์เรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสด้วยแก๊สอาร์กอน เพื่อศึกษากฎของ Paschen ความต่างศักย์เบรกดาวน์ และ M.F. Bekkara et al. (2017) ได้ทำการศึกษาแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการออกแบบเครื่องกำเนิดพลาสมาดิสชาร์เรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงความดันต่ำ เป็นต้น ด้วยคุณลักษณะของการเปล่งแสง การดิสชาร์ทเรืองแสงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม มีการนำมาสร้างหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดนีออน ทีวีพลาสมาจอแบนขนาดใหญ่ ตลอดจนงานในด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีทางด้านวัสดุ และพลาสมาในงานโพลิเมอร์ เป็นต้น (SS Low. 2010: 1-24)

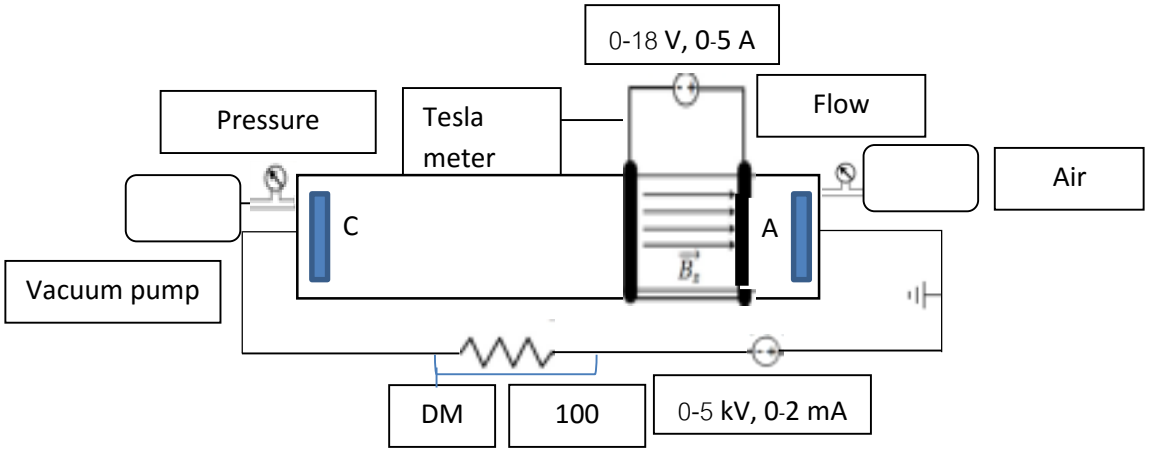
การดิสชาร์ทเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงเป็นรูปแบบหนึ่งของพลาสมา ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ร่วมกันของกลศาสตร์ควันตัม และแม่เหล็กไฟฟ้าแม้เป็นเรื่องที่ซับซ้อนแต่สิ่งที่น่าค้นหาสามารถดำเนินการได้ด้วยอุปกรณ์พลาสมาง่ายๆ ราคาไม่แพง ตัวอย่างปรากฏการณ์ทางกลศาสตร์ควันตัม ซึ่งสามารถศึกษาได้จากหลอดสเปกตรัมดิสชาร์ท หลอดสุญญากาศ การศึกษาการนำไฟฟ้าของแก๊สที่แตกตัวไอออน โดยสามารถสังเกตได้จาก สเปกโตรมิเตอร์ หรือการจัดการด้วยแม่เหล็ก เป็นต้น การศึกษาคุณลักษณะของพลาสมาแบบดิสชาร์ทเรืองแสง โดยอาศัยการศึกษาลักษณะของหลอดดิสชาร์ทเรืองแสงตามหัวข้อ electric breakdown, spectroscopy magnetism และอื่นๆ สามารถใช้สอนแนวคิดทางฟิสิกส์ ซึ่งอยู่ในหลักสูตรมาตรฐานระดับปริญญาตรี นอกจากนี้ยังใช้ในการสาธิตแนวคิดเฉพาะ และเป็นอุปกรณ์วิจัยในปฏิบัติการฟิสิกส์ขั้นสูงได้ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ สร้างวิธีการแก้ปัญหา เป็นการทดลองที่ช่วยเสริมเนื้อหาบรรยายให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี (Wisse et al. 2013: 663-669)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดการศึกษาพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย สำหรับเป็นชุดทดลองในระดับปริญญาตรี เพื่อศึกษาค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ สมบัติทางไฟฟ้าตามกฎของโอห์ม และผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรง

วิธีดำเนินการวิจัย



รูปที่ 1 แผนผังวีธีดำเนินการวิจัย



รูปที่ 2 แผนภาพไดอะแกรมการออกแบบชุดการศึกษาพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรง

ชุดพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าทำจากอะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร โลหะเชื่อมต่อขั้วไฟฟ้าเป็นทองแดงหุ้มด้วยท่อแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 4 มิลลิเมตร บรรจุในหลอดแก้วไพเร็กซึ่งใช้เป็นห้องสุญญากาศยาว 400 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 19.7 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 3 เชื่อมต่อด้วยมาตรวัดความดันขนาด 1,000 มิลลิบาร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 กิโลโวลต์ 2 มิลลิแอมแปร์ ตัวต้านทานขนาด 100 โอห์ม ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ มาตรวัดอัตราการไหล ปั๊มลมขนาด 3 แรงม้า 50 ลิตร แสดงดังรูปที่ 2 โดยทำการศึกษาดังนี้

1. ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ ซึ่งเป็นฟังก์ชันของความดันและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า กำหนดระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าที่ 0.5-3.5 เซนติเมตร ปรับอัตราการไหลของอากาศคงที่ที่ 3 ลิตรต่อนาที ปั๊มอากาศจนได้ความดันอากาศเริ่มต้นที่ 30 มิลลิบาร์ จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขั้วไฟฟ้าจนกระทั่งเกิดการดิสชาร์จ บันทึกค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าทุกๆ การเพิ่มค่าความดันอากาศและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าจนไม่ปรากฏการดิสชาร์จ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์เป็นไปตามกฎของ Paschen สมการดังนี้ (Merrium-Webster. 2017; Wikipedia. 2018)

$$V_b = \frac{Bpd}{\ln(Apd) - \ln\left[\ln\left(1+\gamma_{se}^{-1}\right)\right]} \qquad 1)$$

โดย A, B = ค่าคงที่ขึ้นกับชนิดของแก๊ส (มิลลิบาร์-เซ็นติเมตร)$^{-1}$

p = ความดันแก๊ส (มิลลิบาร์)

d = ระยะห่างระหว่างขั้ว (เซนติเมตร)

γ_{se} = สัมประสิทธิ์การแตกตัวเป็นไอออนทุติยภูมิ (โวลต์/มิลลิบาร์-เซ็นติเมตร)

อาศัยความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์อันดับที่หนึ่งของ Townsend คือ

$$\alpha = \text{Ape}^{-\frac{Bp}{E}} \quad 2)$$

โดย α = สัมประสิทธิ์อันดับที่หนึ่งของ Townsend (เซนติเมตร $^{-1}$)

E = สนามไฟฟ้า (โวลต์/เซ็นติเมตร)

ค่าสัมประสิทธิ์การแตกตัวเป็นไอออนทุติยภูมิ คือ (Siah; & Wen Ivan. 2010: 1-6)

$$\gamma\left(e^{\alpha d}-1\right)=1 \quad 3)$$

2. สมบัติทางไฟฟ้าตามกฎของโอห์ม ทำการศึกษาการสูญเสียความต้านทาน ของพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรง ดังสมการ

$$I = V / R \quad 4)$$

โดย I = กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

V = ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)

R = ความต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม)

กำหนดความดันอากาศคงที่ที่ 30 มิลลิบาร์ อัตราการไหลของอากาศคงที่ที่ 3 ลิตรต่อนาที ปรับระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า บันทึกค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ทราบค่าคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรของระบบซึ่งเป็นวงจรอนุกรม และค่าความต้านทานของระบบ ทุกๆ การเพิ่มระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าจนไม่ปรากฏการดิสชาร์จ

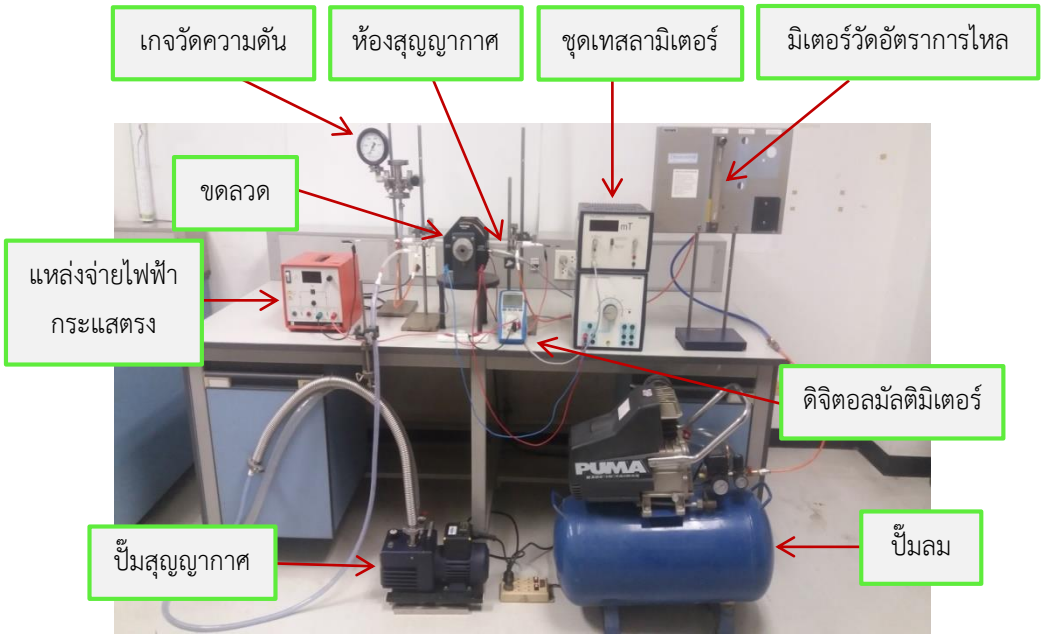
3. ผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อพลาสมา กำหนดความดันอากาศคงที่ที่ 30 มิลลิบาร์ ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าที่ 10 เซนติเมตร ปรับอัตราการไหลของอากาศที่ระดับ 0.2-1.0 ลิตรต่อนาที และให้ความเข้มสนามแม่เหล็กแตกต่างกัน 3 ระดับได้แก่ 38, 80 , 122 มิลลิเทสลา บันทึกภาพของหลอดดิสชาร์จ เพื่อเปรียบเทียบผลในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้ากับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ กำหนดระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าที่ 0.5 เซนติเมตร อัตราการไหลคงที่ที่ 0.2 ลิตรต่อนาที ทำการเพิ่มระดับความดันอากาศจาก 40-420 มิลลิบาร์ บันทึกค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าทั้งกรณีไม่มีสนามแม่เหล็ก และให้ความเข้มสนามแม่เหล็กที่ 26 มิลลิเทสลา

ผลและอภิปรายผลการวิจัย



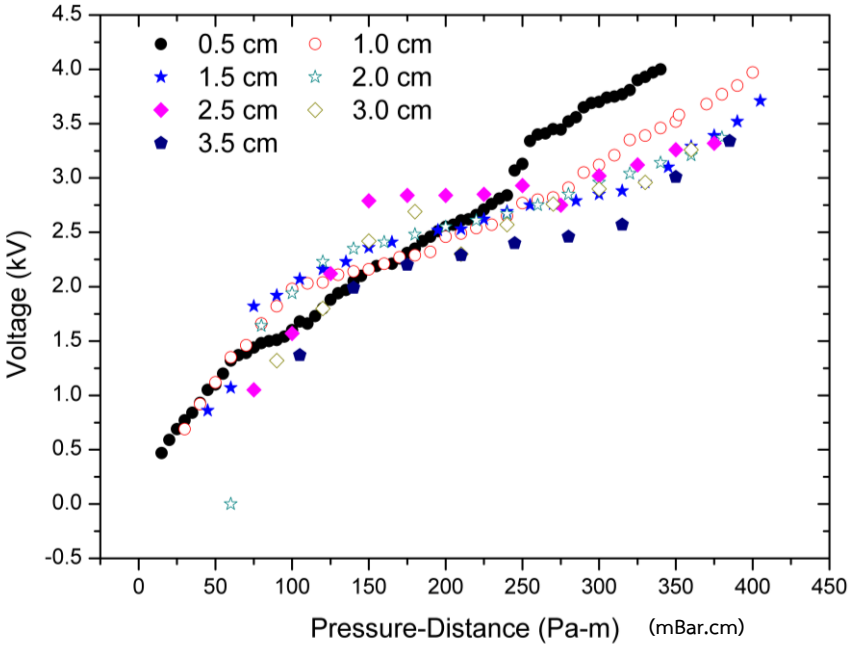
รูปที่ 3 ห้องสุญญากาศที่ได้ทำการออกแบบ สำหรับใช้ในการทดลอง



รูปที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์ ชุดการศึกษาพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรง

การทดลองเพื่อศึกษาค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ สมบัติทางไฟฟ้าตามกฎของโอห์ม และผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรง ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นพบว่า

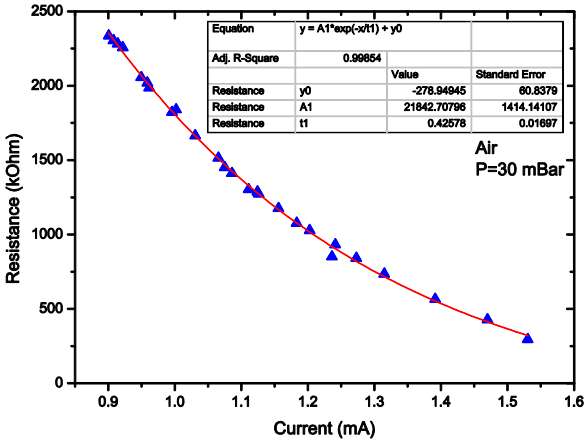
1. การศึกษาค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ ซึ่งเป็นฟังก์ชันของความดันและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า ตามกฎของ Paschen จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ แปรผันตรงกับค่าความดันและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า เมื่อผลคูณของความดันและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ทำให้แก๊สทำงานต้องใช้พลังงานในกระบวนการไอออนไนเซชันสูงขึ้น เป็นผลให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์สูงขึ้นเช่นเดียวกัน



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ กับค่าความดันและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า

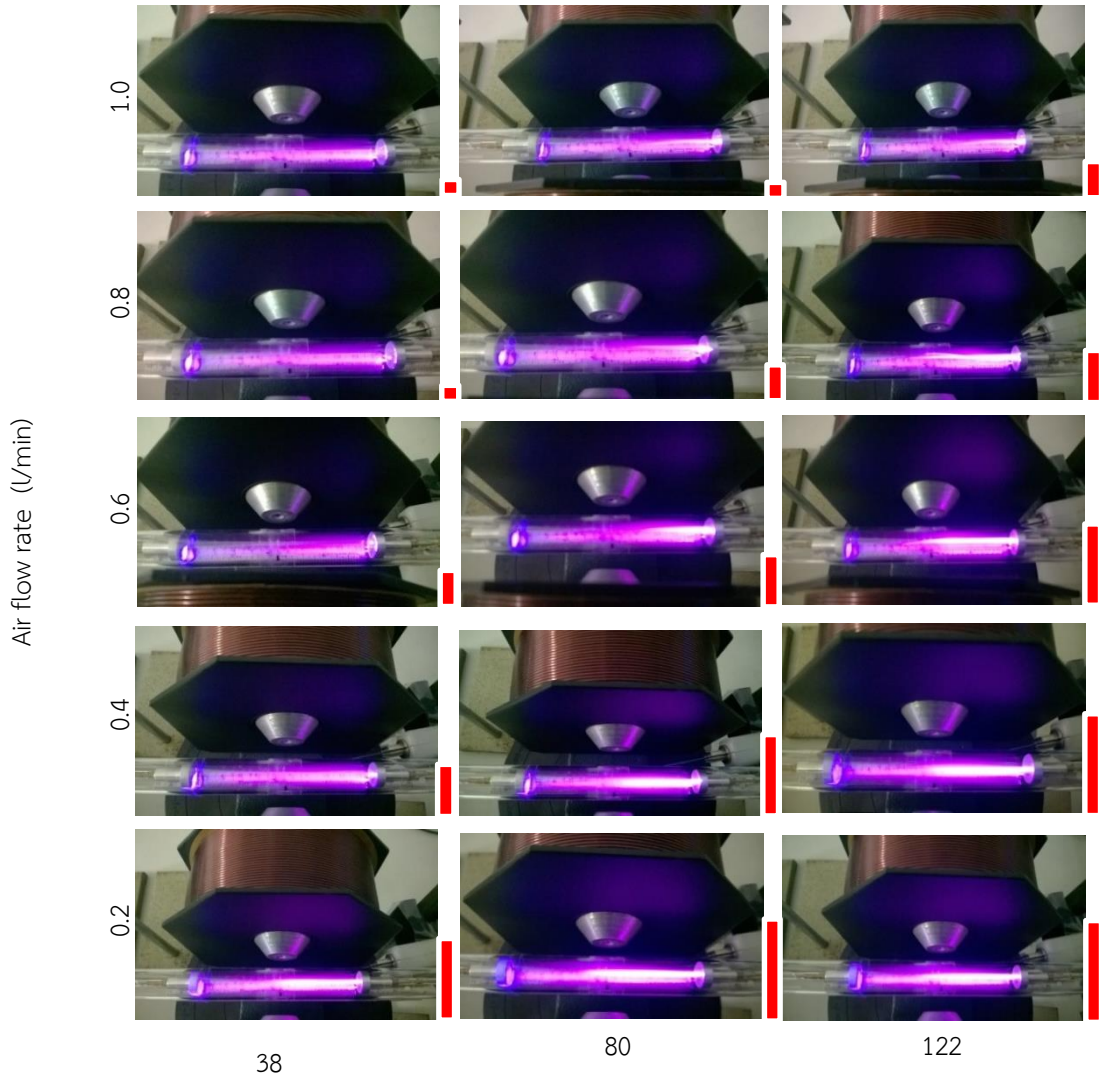
2. การศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าของพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงตามกฎของโอห์ม จากรูปที่ 6 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานกับค่ากระแสไฟฟ้า พบว่าค่าความต้านทานมีค่าสูงในช่วงเริ่มต้นของการทดลองที่มีกระแสต่ำ เมื่ออะตอมของแก๊สทำงานเกิดการแตกตัวเป็นไอออนเพิ่มขึ้น การนำไฟฟ้าในพลาสมาจึงเพิ่มมากขึ้น ทำให้สูญเสียความต้านทาน ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปรข้างต้นเป็นไปตามสมการ

$y = 21842.71e^{-x/0.42578}-278.94945$ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Stephanie A. Wissel et al (2013)



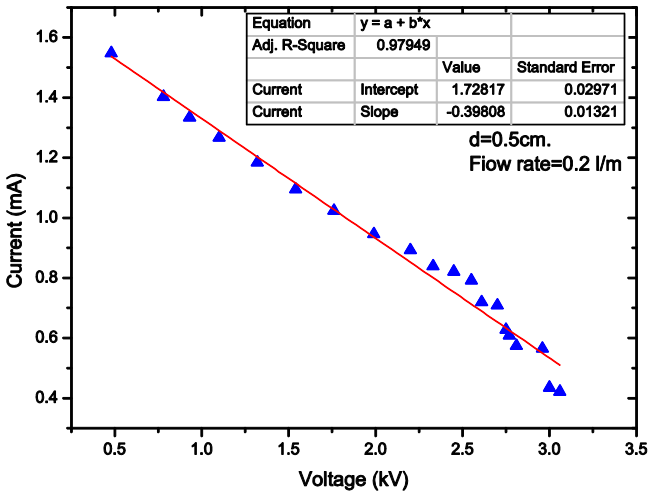
รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานไฟฟ้า กับค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับพลาสมา (อากาศ) ที่ความดัน 30 มิลลิบาร์

3. การศึกษาผลของสนามแม่เหล็กที่มีต่อพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรง จากรูปที่ 7 ซึ่งเป็นภาพแสดงพลาสมาที่เกิดขึ้นจากการทดลองที่อัตราการไหลของอากาศที่แตกต่างกัน 5 ระดับ และความเข้มสนามแม่เหล็กที่แตกต่างกัน 3 ระดับ แสดงให้เห็นว่าสนามแม่เหล็กมีผลต่อลักษณะของพลาสมาที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็กแต่อัตราการไหลของอากาศลดลง โดยการเรืองแสงของแก๊สทำงานภายในห้องสุญญากาศมีการเพิ่มขึ้นเป็นแนวยาวจากขั้วแอโนดไปยังขั้วแคโทด และมีความหนาแน่นบริเวณขั้วแอโนดสูงจนมีลักษณะของเปลวสีขาวทอดยาวมากขึ้น อันเนื่องมาจากการให้สนามแม่เหล็กในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุจะเกิดแรงกระทำจากสนามแม่เหล็กทันที ซึ่งเรียกว่า แรงลอเรนซ์

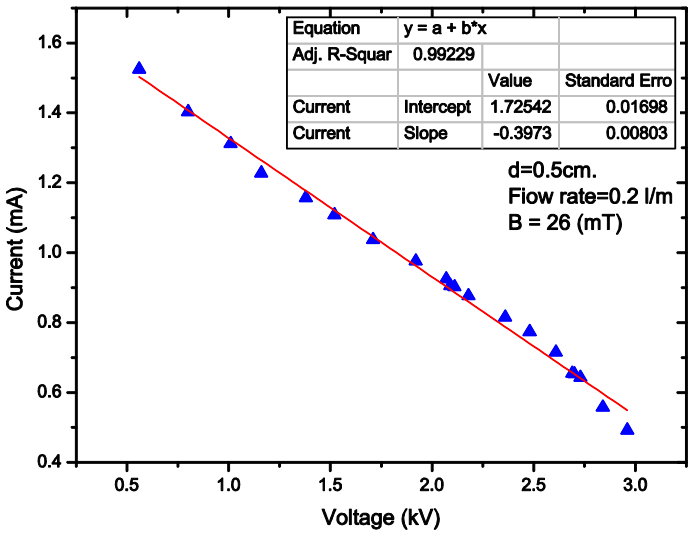


รูปที่ 7 ภาพแสดงพลาสมาที่อัตราการไหลของอากาศที่แตกต่างกัน 5 ระดับ
และความเข้มสนามแม่เหล็กที่แตกต่างกัน 3 ระดับ

ความสัมพันธ์ของค่ากระแสไฟฟ้ากับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ ทั้งกรณีที่ไม่มีสนามแม่เหล็กและมีสนามแม่เหล็กแสดงดังรูปที่ 8 และ รูปที่ 9 กราฟที่ได้มีความใกล้เคียงกัน แต่พบว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองในระดับค่าความต่างศักย์เบรกดาวน์ที่สูงขึ้น พบว่าข้อมูลในกรณีมีสนามแม่เหล็กมีความสม่ำเสมอมากขึ้น โดยค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ ที่ใช้ในการดิสชาร์จนั้นมีค่าลดลง แสดงให้เห็นว่าสนามแม่เหล็กส่งผลให้การแตกตัวเป็นไอออนของแก๊สทำงานดีขึ้นกว่ากรณีที่ไม่มีสนามแม่เหล็ก เพราะอนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่ในแนวทำมุมใด ๆ ที่ไม่ขนานกับทิศของสนามแม่เหล็กจะมีแรงกระทำจากสนามแม่เหล็กทันที ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปรข้างต้นเป็นไปตามสมการ y = -0.39808x + 1.72817 และy = -0.3973x + 1.72542 ตามลำดับ



รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้ากับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ กรณีที่ไม่มีสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้ากับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ กรณีมีสนามแม่เหล็ก

สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดการศึกษาพลาสมาดิสชาร์จเรืองแสงด้วยไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่าย โดยได้ชุดทดลองที่มีห้องสุญญากาศเป็นหลอดแก้ว บรรจุขั้วไฟฟ้าอะลูมิเนียม และใช้อากาศเป็นแก๊สทำงาน ผลการทดลองพบว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์เป็นฟังก์ชันของระยะห่างระหว่างขั้วและความดัน สอดคล้องตามกฎของ Paschen สมบัติทางไฟฟ้า พบว่าความต้านทานไฟฟ้าแปรผกผันกับกระแสไฟฟ้า เนื่องจากการสูญเสียความต้านทานตามกฎของโอห์ม และผลของสนามแม่เหล็กความเข้ม 26 มิลลิเทสลาที่มีต่อพลาสมาดิสชาร์ท พบว่าข้อมูลมีความสม่ำเสมอมากขึ้น โดยค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์มีค่าลดลง จากผลการออกแบบและพัฒนาชุดทดลองซึ่งใช้ต้นทุนต่ำและยืดหยุ่นในการทดลองให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับหลักการตามทฤษฎี จึงเหมาะสมสำหรับใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ ระดับปริญญาตรี

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกับแก๊สทำงานชนิดอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่ และเครื่องมือในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

อนุวัต จันมโน. (2017). สนามแม่เหล็ก (Online). https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7320-2017-06-14-16-05-39, 21 กุมภาพันธ์ 2561.

Abdul Qader Dawood Faisal and Mohammed Odda Dawood. (2014). "Design and Construction of Argon D.C Glow Discharge Plasma Using Al Target." **Journal of Kufa – Physics**. 6(2), 1-6.

Merrium-Webster. (2017). **Paschen's Law** (Online). www.merrimwebster.com/dictionary/paschen's%20law, May 7, 2018.

M.F. Bekkara, Y. Benmimoun, A. Tilmatine, K. Miloudi and S. Flazi. (2017). "An effective approach for designing a low pressure DC glow discharge plasma reactor." **Journal of Electrostatics**. 88 (January), 225-231.

SS Low. (2010). Chapter 2 The Glow Discharge - UM Students' Repository (Online). http://studentsrepo.um.edu.my/3138/5/c2.pdf, January 22, 2018.

Stephanie A. Wissel, Andrew Zwicker, Jerry Ross, and Sophia Gershman. (2013). "The use of dc glow discharges as undergraduate educational tools." **American Journal of Physics**. 81 (June), 663-669.

Teo Yong Siah, Teng Po-Wen Ivan. (2010). **Plasma Physics : Paschen Curve** (Online). www.physics.nus.edu.sg/~L3000/Level3manuals/plasma%20physics.pdf, March 11, 2018.

Wikipedia. (2018). Paschen's law (Online). http://en.wikipedia.org/wiki/Paschen273_law, March 11,19.

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

DEVELOPING MATHEMATICS ACHIEVEMENT ON THE N-TH ROOTS OF COMPLEX NUMBERS THROUGH ACTIVE LEARNING EMPHASIZING HANDS-ON ACTIVITIES USING ONE UNIT CIRCLE MEDIA OF GRADE 11 STUDENTS

ซอฟียะห์ โต๊ะตียอ[1*], ลิลลา อดุลยศาสน์[2], วรพจน์ แซ่หลี[3]

Sorfeeyah Tohtiyor[1*], Lilla Adulyasas[2], Vorrapot Saelee[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย พร้อมทั้งศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนสตรียะลา อ.เมือง จ.ยะลา ทั้งหมด 2 ห้องเรียน ห้องละ 28 คน ให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุม ผู้เรียนมีระดับความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เวลาที่ใช้ในการทดลอง 6 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน, การเรียนรู้เชิงรุก, กิจกรรมปฏิบัติ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจ

Abstract

This research aimed to study on mathematics students' achievement on the n-th roots of complex numbers through active learning emphasizing on hands-on activities using one unit circle media then attitude towards teaching and learning created by the researcher. The representative sample is students' of Satree Yala School, Secondary Educational Service Area Office 15 in the second semester of 2019 academic year. The samples of this consisted Two classrooms are selected by purposive technigue, each has 28 students'. Students' in class Mathayom Suksa 5/2 are experimental group and students' in class Mathayom Suksa 5/1 are control group. Both groups have the same level of competence. Time duration using in the experiment are 6 hours. The research found that the learning achievement of students' from both groups are different at 0.05 level of significant and attitude of the students' towards learning is in the high level.

Keywords: N-th Roots of Complex Numbers, Active Learning, Hands-on Activities, Learning Achievement, Satisfaction

[1]นักศึกษาครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]Corresponding author, E-mail : sofiyah.to@yru.ac.th

บทนำ

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ โดยเป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างเป็นสุข รวมทั้งมีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศเพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลกภายใต้ระบบ เศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัต ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษา เพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ภูมิภาค และของโลก (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) การจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาของชาติ ตามมาตรา 22 ให้หลักการว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ) การศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม และมีจิตใต้สำนึกในการเป็นพลเมืองดีของประเทศชาติ ยึดมั่นในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีความสำคัญสำหรับการพัฒนาความคิดและการให้เหตุผลของมนุษย์ และมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศให้มีความทัดเทียมกับนานาชาติ การที่ประเทศใดจะสามารถพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ ประเทศนั้นต้องมีการพัฒนาทางด้านคณิตศาสตร์แล้วเป็นอย่างดี (วิสุทธิ์, 2558) ความรู้และทักษะของคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และพัฒนาประเทศชาติให้ทันสมัยและสนองความต้องการในสังคมโลก (อัมพร, 2546) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพจึงเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญในการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะในปัจจุบันเป็นการปฏิรูปการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยใช้การเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด มีทักษะในการคิดคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ (Hands-on) เป็นแนวคิดใหม่ที่เริ่มเป็นที่นิยมในช่วงปลายศตวรรษที่ 21 โดยเป็นรูปแบบที่เน้นความมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยการใช้วิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งมีพื้นฐานแนวคิดให้ผู้เรียนมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ด้วยตนเอง รูปแบบการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับธรรมชาติการทำงานของสมอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง สร้างความกระตือรือร้นในการเรียน กระตุ้นทักษะการคิด มากกว่าการสอนแบบบรรยาย ส่งผลให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพสูงและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องนอกห้องเรียน กิจกรรมปฏิบัติ เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้สัมผัส และเรียนรู้จากการทดลองทำจริง ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ทั้งนี้การใช้กิจกรรมปฏิบัติยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ลึกซึ้ง มากกว่าการสอนแบบเดิม นอกจากนี้ช่วยกระตุ้นนักเรียนในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนมากขึ้นอีกด้วย (Santoro, 2004)

สื่อการเรียนรู้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะและกระบวนการ ไปสู่ผู้เรียน เป็นแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียน เสริมสร้างประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมให้กับผู้เรียน เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน เป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูง ผู้เรียนส่วนใหญ่หารากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อนได้เฉพาะรากที่เป็นจำนวนจริงเท่านั้น และต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในหลายเรื่อง จากการสอบถามนักเรียนพบว่าเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้ แนวทางการจัดการเรียนรู้

ปัญหาดังกล่าวพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อ และเน้นการปฏิบัติจริง จะทำให้นักเรียนเข้าใจและสร้างความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนเรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนศึกษาและลงมือปฏิบัติจากชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น มีครูเป็นผู้แนะแนวทาง และศึกษาความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนสตรียะลา อ.เมือง จ.ยะลา ทั้งหมด 5 ห้องเรียน จำนวน 122 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนสตรียะลา อ.เมือง จ.ยะลา ทั้งหมด 2 ห้องเรียน ห้องละ 28 คน ให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองอีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุม ผู้เรียนมีระดับความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยเลือกห้องเรียนที่นักศึกษาผู้วิจัยทำการสอนระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

2. ตัวแปรที่ทำการศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย และความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย จำนวน 4 แผน ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ

3.2 สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ที่ใช้ในการเรียนเรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งมี

ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ และมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวมรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ผู้วิจัยชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบรายละเอียดของการทดลอง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design

4.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.3 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนรู้ด้วยวิธีปกติใช้เวลาในการสอน 4 ชั่วโมง

4.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.5 ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน และจากแบบสอบความความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

5.1 ใช้การทดสอบค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่เป็นอิสระกัน และการทดสอบค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระกัน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ก่อนเรียนและหลังเรียน

5.2 ใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อหาค่าความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย แปลตามเกณฑ์ต่อไปนี้

วิธีแปลผลใช้เกณฑ์สัมบูรณ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มทดลองจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
ชาย	9	32.10
หญิง	19	67.90
รวม	**28**	**100**

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสตรียะลา ที่เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวนทั้งสิ้น 28 คน มีจำนวน 19 คนที่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 67.90 และมี 9 คนที่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 32.10

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย

แบบทดสอบ	จำนวนนักเรียน	Mean	S.D.	t	p-value
ก่อนเรียน	28	4.61	1.343	-26.06	<0.001
หลังเรียน	28	12.43	1.317		

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value < 0.001) โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วยกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	Mean	S.D.	t	p-value
ทดลอง	28	12.43	1.317	6.558	<0.001
ควบคุม	28	10.46	0.881		

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วยกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติมีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value < 0.001) โดยกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วยมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย

รายการประเมิน	n = 28		ระดับความพึงพอใจ
	Mean	S.D.	
ด้านเนื้อหาวิชาและการสอน			
1. ความชัดเจนในการกำหนดเค้าโครงในการสอน	4.22	0.60	มาก
2. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ของเรื่องที่เรียน	4.11	0.51	มาก
3. ความชัดเจนในการวัดและประเมินผลการเรียน	4.04	0.88	มาก
4. เนื้อหาการสอนครบถ้วนและตรงตามหลักสูตรปัจจุบัน	4.04	0.50	มาก
5. การสอนส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์	4.07	0.47	มาก
6. เทคนิคการสอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้	4.00	0.71	มาก
7. ความน่าสนใจและความชัดเจนในการอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ	3.96	0.67	มาก
8. ความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการเรียนการสอน	3.96	0.72	มาก
ด้านการใช้สื่อในการเรียนการสอน			
1. มีการชี้แจงและให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน	4.00	0.93	มาก
2. นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและทบทวนเพื่อเรียนรู้เนื้อหาได้ด้วยตนเอง	3.81	0.67	มาก
3. กิจกรรมในห้องเรียนมีความหลากหลายและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	3.85	0.60	มาก
4. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ ทำให้นักเรียนมีความสนุกในการเรียน	4.00	0.65	มาก
5. การเรียนการสอนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในชั้นเรียน	4.15	0.67	มาก
ภาพรวมความพึงพอใจ	**4.02**	**0.14**	**มาก**

ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.02, S.D. = 0.14) โดยประเด็นที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดเป็นลำดับที่ 1 คือ ความชัดเจนในการกำหนดเค้าโครงในการสอน (Mean = 4.22, S.D. = 0.64) ซึ่งอยู่ในระดับมาก รองลงมา คือ การเรียนการสอนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรม

ปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในชั้นเรียน (Mean = 4.15, S.D. = 0.67) ซึ่งอยู่ในระดับมาก และความชัดเจนของวัตถุประสงค์ของเรื่องที่เรียน (Mean = 4.11, S.D. = 0.51) ซึ่งอยู่ในระดับมากเช่นกัน

สรุปผลการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสตรียะลา ที่เป็นกลุ่มทดลองจำนวนทั้งสิ้น 28 คน เป็นเพศหญิง 19 คน และเป็นเพศชาย 9 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง 28 คนนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับผู้เรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยประเด็นที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดเป็นลำดับที่ 1 คือ ความชัดเจนในการกำหนดเค้าโครงในการสอน อยู่ในระดับมาก รองลงมา คือ การเรียนการสอนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในชั้นเรียน และความชัดเจนของวัตถุประสงค์ของเรื่องที่เรียน โดยนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากในแต่ละประเด็นการประเมิน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย สามารถที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ อีกทั้งยังก่อให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ด้วย

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ โดยใช้สื่อวงกลมหนึ่งหน่วย สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ อีกทั้งยังก่อให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ แล้วสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศักดิ์ศรี สุภาษร และ รุงนภา สายัญ (2554) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์หลังการจัดการเรียนรู้เน้นการปฏิบัติจริง (Hands – on) เพิ่มจากผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนร้อยละ 46.67 นอกจากนี้ นักเรียนยังมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตรในระดับสูง งานวิจัยของภัทรพล เมฆอากาศ (2554) ที่พบว่า การใช้กิจกรรมปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลเชิงความนาจะเป็น โดยภาพรวม หลังเรียน มีจำนวนนักเรียนที่มีการให้เหตุผลเชิงความนาจะเป็นอยู่ในระดับที่สูงขึ้นในทุกเนื้อหา งานวิจัยของเจริญศักดิ์ ชูวงษ์และคณะ (2557) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการของกลุ่มทดลองอยู่ในระดับดี งานวิจัยของสุภาพร พรไตร (2559) ที่พบว่าห้องเรียนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 81.79/80.48 และ 0.7462 ตามลำดับ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.62 (<g> = 0.74) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง และนักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (22.38%) ไปสู่ระดับดี เยี่ยม

(80.48%) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนห้องเรียนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่า E1/E2 และค่า E.I. เท่ากับ 81.43/80.95 และ 0.7452 ตามลำดับ นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.52 ($<g> = 0.74$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (21.90%) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (80.95%) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นครูจึงควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้สัมผัส และเรียนรู้จากการทดลองทำจริง ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ทั้งนี้การใช้กิจกรรมปฏิบัติยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ลึกซึ้ง มากกว่าการสอนแบบเดิม นอกจากนี้ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนมากขึ้นอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก ครูสุภา ศิริไชย และ ครูมูรนีย์ สะบูดิง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยจนวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และคณะครูโรงเรียนสตรียะลาทุกท่านที่ช่วยสนับสนุนการศึกษาในระดับปริญญาตรี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

เจริญศักดิ์ ชูวงษ์ และคณะ. (2557). "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการเรื่อง ความ น่าจะเป็น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อ การเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3". **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 8 (2), 169-180.

ภัทรพล เมฆอากาศ. (2554). **การใช้กิจกรรมปฏิบัติเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพัฒนาประชาอุปถัมภ์ จังหวัดแพร่.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศักดิ์ศรี สุภาษร และ รุงนภา สายัญ. (2554). "การจัดกิจกรรมการเรียนรูเน่นปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาเจตคติตอวิทยาศาสตรและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเปลี่ยนแปลงสารและการแยกสาร". **วารสารวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีภาคเหนือ**. 3, 155-162.

สุภาพร พรไตร. (2559). "การเรียนรู้วัฏจักรเครบส์ในการสลายสารอาหารระดับเซลล์ด้วยการสืบเสาะวิทยาศาสตร์: กิจกรรมการลงมือปฏิบัติ (hands-on) เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน" **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 7 (2), 265-284.

สถาบันสงเสริมการสอนวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี. (2555). **ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ.** กรุงเทพมหานคร : 3-คิว มีเดีย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). **พระราชบัญญัติแห่งชาติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.** กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579.** กรุงเทพมหานคร : พริกหวานกราฟฟิค.

อัมพร ม้าคนอง. (2546). **คณิตศาสตร : การสอนและการเรียนรู้.** กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

Santoro, A. M. (2004). **Manipulatives : A Hands-on Approach to Math** (Online). https://www.naesp.org/sites/default/files/resources/2/Principal/2004/N-Dp28.pdf, November 27, 2019.

การพยากรณ์ราคาของกล้วยหอมทอง

Forecasting for the prices of gros michel banana.

นันทวัน ชุมทอง[1], รัตติกาล หีมมะหมัด[1], ธีระพงศ์ คงเกื้อ[2*]

Nanthawan Chunthong[1], Ruttikal Heemmamad[1], Teerapong Kongkue[2*]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือ เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของราคากล้วยหอมทอง โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์กรมการค้าภายใน ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2540 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561 จำนวน 264 ค่า ซึ่งแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2540 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2560 จำนวน 252 ค่า ใช้สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกและวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2561 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561 จำนวน 12 ค่า สำหรับทดสอบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่าวิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุดในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ของราคากล้วยหอมทองและมีตัวแบบพยากรณ์เป็น

$$\hat{Y}_{t+m} = (6.57 + 1.80 \times 10^{-5} m) + \hat{S}_{t+m-s}$$

คำสำคัญ : วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง, วิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก, วิธีบอกซ์-เจนกินส์, ตัวแบบการพยากรณ์

[1]นักศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: Teerapong.ko@skru.ac.th

Abstract

The objective of this research was to find the suitable forecasting model of gros michel banana. The data gathered from the website of department of internal trade during january, 1997 to december, 2019 (264 values) which divided data into two set. The first set of data during january, 1997 to december, 2018 quantity 252 values for the modeling by the method of double exponential smoothing method, Winter’ additive smoothing method and Box–Jenkins method. The second of data during january, 2019 to december, 2019 quantity 12 values quantity 12 values for determining the accuracy of forecasting model with mean absolute percentage error (MAPE). The research found that, the Winter’ additive smoothing method forecasting was the most suitable to create a forecast price of gros michel banana and the forecasting model is;

$$\hat{Y}_{t+m} = (6.57 + 1.80 \times 10^{-5} m) + \hat{S}_{t+m-s}$$

Keywords : double exponential smoothing method, Winter’ additive smoothing method, Box–Jenkins method, forecasting model

บทนำ

จากการที่วิถีชีวิตของประชากรประเทศไทยในจังหวัดต่าง ๆ ยังเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตรเพื่อการจำหน่ายอยู่มากและราคาสินค้าเกษตรมีการปรับขึ้นลงไม่แน่นอน ทำให้เกษตรกรต้องขาดทุนเมื่อราคาพืชผลตกต่ำ แต่มีพืชผลบางชนิดที่ราคาและปริมาณความต้องการของตลาดภายในและต่างประเทศปรับตัวเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือกล้วยหอมทอง ส่งผลให้ทั้งทางภาครัฐและภาคเอกชนได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้ปลูกกันอย่างแพร่หลาย จึงทำให้มีแนวโน้มความต้องการปลูกและนำผลผลิตเข้าสู่ตลาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรไทยเป็นอย่างมาก

กล้วยหอมทองเป็นพืชเศรษฐกิจอีกอย่างหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย สหกรณ์การเกษตรท่ายางเป็นแหล่งผลิตกล้วยหอมขนาดใหญ่สามารถผลิตกล้วยหอมทองได้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ที่มีพฤติกรรมเปลี่ยนไปเน้นความสะดวก รับประทานครั้งละ 1 ลูก และชอบที่สุกกำลังพอดี เปลือกมีสีเหลืองมากกว่าเขียว การจำหน่ายกล้วยลูกเดียวจึงกลายเป็นกระแสนิยมของคนไทย สังเกตได้จากปริมาณกล้วยหอมทองที่จำหน่ายผ่านร้านสะดวกซื้อที่มียอดขายเพิ่มขึ้นทุกวัน โดยปัจจุบันร้านสะดวกซื้อขายได้วันละเกือบ 100,000 ลูก ในราคาลูกละ 8 บาท เกินเป้าหมายที่คาดการณ์ไว้ [1] จากข้อความข้างต้นเห็นได้ว่าพฤติกรรมของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปเน้นคุณภาพ สะดวก รวดเร็วและพร้อมรับประทานได้ทันที การซื้อกล้วยเป็นหวีทำให้ผู้บริโภคหลายคนรับประทานไม่ทัน ดังนั้นผู้บริโภคจึงหันมาซื้อกล้วยไปรับประทานครั้งล่ะ 1 ลูก แทนการซื้อกล้วยเป็นหวี

จากการศึกษาข้อมูล ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการพยากรณ์ราคาของกล้วยหอมทองมีผลประโยชน์เพื่อที่จะเตรียมพร้อมทางด้านเศรษฐกิจและด้านการตลาด จึงทำการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์ราคาของกล้วยหอมทอง โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีการปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกและวิธีบอกซ์-เจนกินส์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคากล้วยหอมทอง โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์กรมการค้าภายใน [2] เป็นอนุกรมเวลาราคากล้วยหอมทองตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2540 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561 จำนวน 264 ค่า โดยผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2540 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2560 จำนวน 252 ค่า ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ทางสถิติที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้ ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกและวิธีบอกซ์-เจนกินส์ เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ของข้อมูลชุดที่ 1 พบว่าทั้ง 3 วิธีเป็นวิธีที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2561 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด วิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีทางสถิติทั้ง 3 วิธี แสดงรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง

เนื่องจากอนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นเส้นตรง จึงหาตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง โดย α คือตัวแบบพารามิเตอร์ [3] ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบพยากรณ์แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad \text{เมื่อ } m = 1 \tag{1}$$

โดยที่ $a_t = 2A_t - A'_t$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(A_t - A'_t\right)$$

$$A_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)A_{t-1}$$

$$A'_t = \alpha A_t + (1-\alpha)A'_{t-1}$$

เมื่อ F_{t+1} แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$

a_t แทนค่าคงที่

b_t แทนค่าแนวโน้ม

Y_t แทนข้อมูลจริง ณ เวลา t

A_t แทนค่าปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งที่ 1 ณ เวลา t

A'_t แทนค่าปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลครั้งที่ 2 ณ เวลา t

α แทนตัวแบบพารามิเตอร์

2. การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

วิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกจัดเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำอนุกรมเวลาจากอดีต มาวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อกำหนดตัวแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคต วิธีการนี้มีความเหมาะสมกับ อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล การปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกควรใช้กับ การพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลคงที่ กล่าวคือความผันแปรตามฤดูกาลมีค่าไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป [4] ซึ่งมีตัวแบบการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) + \hat{S}_{t+m-s} \qquad (2)$$

โดยที่ $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$

$$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$$

$$\hat{S}_t = \begin{cases} \dfrac{Y_t}{(Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_s)\ /\ n} & ;\ t = 1,2,\ldots,\mathrm{s} \\ \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s} & ;\ t \geq s+1 \end{cases}$$

เมื่อ Y_t แทนข้อมูลจริง ณ เวลา t

$\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตามจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

m แทนจำนวนเดือนที่ต้องการพยากรณ์

a_t, b_t และ $\hat{S}_{t+m-s}$ คือค่าประมาณ ณ เวลา t ของพารามิเตอร์

α แทนค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของค่าเฉลี่ย โดยที่ $0 < \alpha < 1$

γ แทนค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของแนวโน้ม โดยที่ $0 < \alpha < 1$

δ แทนค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของฤดูกาล โดยที่ $0 < \alpha < 1$

s แทนจำนวนฤดูกาล

3. การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

วิธีบอกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงเนื่องจากได้กำหนดตัวแบบโดยการตรวจสอบคุณสมบัติของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (patial autocorrelation function : PACF) ซึ่งพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาที่คงที่ (stationary) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ตัวแบบทั่วไปของวิธีบอกซ์-เจนกินส์ คือ seasonal autoregressive integrated moving average: $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ [4] แสดงดังสมการ

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t \quad (3)$$

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

ε_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อน

μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่

$\phi_p(\mathrm{B})$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (non-seasonal autoregressive operator of order p : $AR(p)$)

$\Phi_P(B^s)$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (seasonal autoregressive operator of order P : $SAR(P)$)

$\theta_q(B)$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (non-seasonal moving average operator of order q : $MA(q)$)

$\Theta_Q(B^s)$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (seasonal moving average operator of order Q : $SMA(Q)$)

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทน จำนวนข้อมูลอนุกรมเวลาชุดที่ 1

s แทนจำนวนฤดูกาล

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (backward operator) โดยที่ $B^sY_t = Y_{t-s}$ และ $B^s\varepsilon_t = \varepsilon_{t-s}$

โดยที่ $\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_P(B^s)$

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \ldots - \phi_p B^p$$
$$\Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \ldots - \Phi_P B^{Ps}$$
$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots - \theta_q B^q$$
$$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \ldots - \Theta_Q B^{Qs}$$

4. การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

การวิจัยในครั้งนี้ได้ตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการทั้งหมด 3 วิธีคือ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง วิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกและวิธีบอกซ์-เจนกินส์ โดยทำการพยากรณ์ราคากล้วยหอมทองของข้อมูลชุดที่ 2 คืออนุกรมเวลาตั้งแต่เดือนมกรคม ปี พ.ศ.2561 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561 จำนวน 12 ค่า ได้ค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ $(Error : \mathrm{e}_t)$ เพื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย $(MAPE)$ แสดงดังสมการที่ (4) โดยวิธีการพยากรณ์ใดมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย $(MAPE)$ ต่ำที่สุด จะเป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด [4]

$$MAPE = \frac{100}{n_2}\sum_{t=1}^{n_2}\left|\frac{e_t}{Y_t}\right| \quad (4)$$

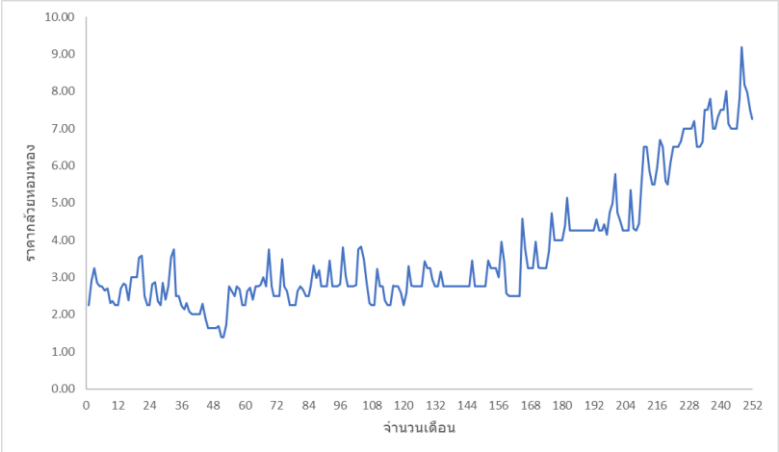
เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2 โดยที่ n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 2

ผลและอภิปรายผลการวิจัย



รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแสดงราคาของกล้วยหอมทอง

ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2540 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2560

1. ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง

จากอนุกรมเวลาพบว่าลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีแนวโน้มและมีความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้น จึงทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคากล้วยหอมทองด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.5$ และค่าแรกของ A_t, A_t' สมมติให้มีค่าเท่ากับราคาจริง ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม แสดงตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

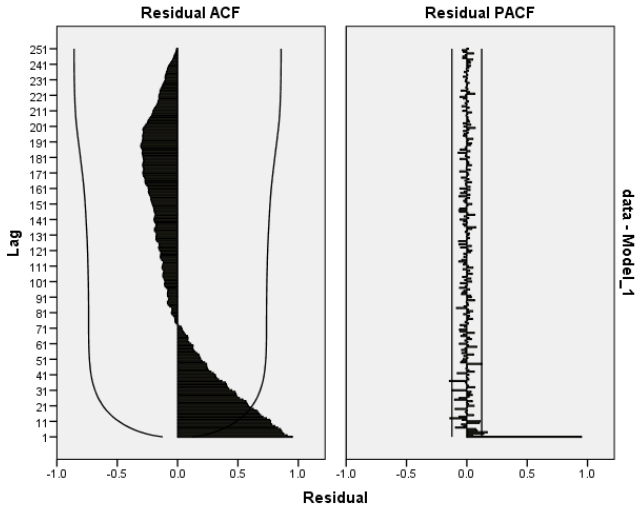
$$F_{t+1} = 7.32 - 0.20m \tag{5}$$

2. ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวก

วิธีการพยากรณ์จะกำหนดค่า α , γ และ δ ซึ่งจะเป็นการปรับค่าเฉลี่ยและแนวโน้ม โดยวิธีการนี้มีความเหมาะสมเนื่องจากข้อมูลเป็นอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและความผันแปรตามฤดูกาลและสามารถหาค่าพยากรณ์โดยใช้สมการการพยากรณ์ข้อมูลและสร้างตัวแบบจะทำได้ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.604$, $\gamma = 4.16 \times 10^{-6}$, $\delta = 0.000$ แสดงตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

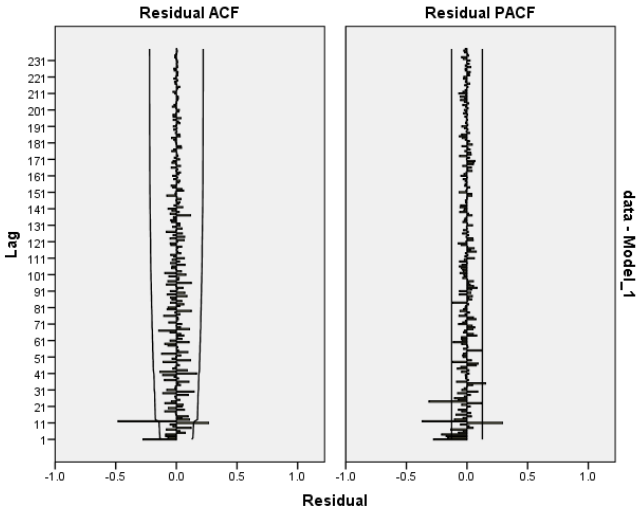
$$\hat{Y}_{t+m} = (6.57 + 1.08 \times 10^{-5} m) + \hat{S}_{t+m-s} \tag{6}$$

3. ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์



รูปที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาราคากล้วยหอมทอง

ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2540 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2560



รูปที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาราคากล้วยหอมทอง

เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่า BIC และค่าสถิติ Ljung-Box Q ของตัวแบบ $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$

ค่าประมาณพารามิเตอร์		$SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$		
		SARIMA $(0,1,2)(0,1,1)_{12}$	SARIMA $(1,1,1)(0,1,1)_{12}$	SARIMA $(2,1,1)(0,1,1)_{12}$
$AR(1)$	ค่าประมาณ	-	0.505	0.499
ϕ_1	p - value	-	0.000	0.000
$AR(2)$	ค่าประมาณ	-	-	-0.048
ϕ_2	p - value	-	-	0.524
$MA(1)$	ค่าประมาณ	0.392	0.877	0.854
θ_1	p - value	0.000	0.000	0.000
$MA(2)$	ค่าประมาณ	0.267	-	-
θ_2	p - value	0.000	-	-
$SMA(1)$	ค่าประมาณ	0.895	0.900	0.900
Θ_1	p - value	0.000	0.000	0.000
BIC		-1.785	-1.803	-1.777
Ljung-Box Q		17.629	12.892	12.803
p-value		0.283	0.611	0.542

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาราคากล้วยหอมทอง จากข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2540 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2560 จำนวน 252 ค่า ดังรูปที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล จากนั้นนำข้อมูลราคากล้วยหอมทองจำนวน 252 ค่า มาคำนวณหรือทดลองค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (r_k) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (r_{kk}) จะได้กราฟ ACF และ PACF ดังรูปที่ 2 พบว่าอนุกรมเวลายังไม่คงที่เนื่องจากกราฟ ACF มีการเคลื่อนไหวแบบลดลงอย่างช้า ๆ แสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม ดังนั้นจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 เมื่อจำนวนฤดูกาลเท่ากับ 12 (d = 1, D = 1, s = 12) ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้วดังรูปที่ 3 พบว่า อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์แสดงในตารางที่ 1 โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า BIC ต่ำที่สุดและมีค่าสถิติ LjungBox Q =12.892 โดยค่า p-value = 0.611 มากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 คือตัวแบบ $SARIMA(1,1,1)(0,1,1)_{12}$ จากสมการที่ 3 สามารถเขียนตัวแบบการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\phi_1(B)(1-B)(1-B^{12})Y_t = \delta + \theta_1(B)\Theta_1(B^{12})\varepsilon_t$$
$$(1-\phi_1(B))(1-B)(Y_t - Y_{t-12}) = \delta + (1-\theta_1(B))(1-\Theta_1(B^{12}))\varepsilon_t$$
$$(1-\phi_1(B))(Y_t - Y_{t-12} - Y_{t-1} + Y_{t-13}) = \delta + (1-\theta_1(B))(\varepsilon_t - \Theta_1\varepsilon_{t-12})$$
$$\begin{aligned} Y_t - Y_{t-12} - Y_{t-1} + Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14} &= \delta + \varepsilon_t - \Theta_1\varepsilon_{t-12} - \theta_1\varepsilon_{t-1} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13} \\ Y_t &= \delta + Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13} \\ &\quad - \phi_1 Y_{t-2} + \phi_1 Y_{t-14} - \Theta_1\varepsilon_{t-12} - \theta_1\varepsilon_{t-1} \\ &\quad + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13} + \varepsilon_t \\ Y_t &= \delta + Y_{t-12} + (1+\phi_1)Y_{t-1} - (1+\phi_1)Y_{t-13} \\ &\quad - \phi_1 Y_{t-2} + \phi_1 Y_{t-14} - \Theta_1\varepsilon_{t-12} - \theta_1\varepsilon_{t-1} \\ &\quad + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จากตารางที่ 1 จะได้ตัวแบบพยากรณ์ ดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t &= Y_{t-12} + 1.505Y_{t-1} - 1.505Y_{t-13} - 0.505Y_{t-2} + 0.505Y_{t-14} \\ &\quad - 0.900\varepsilon_{t-12} - 0.877\varepsilon_{t-1} + 0.789\varepsilon_{t-13} + \varepsilon_t \end{aligned} \tag{7}$$

4. ผลการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

จากการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี พบว่าตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุดหรือเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของราคากล้วยหอมทอง ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2561 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 และค่าเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

ช่วงเวลา	ราคากล้วยหอมทอง	ราคากล้วยหอมทองจากการพยากรณ์โดยวิธี		
		เอกซ์โพเนนเชียล	วินเทอร์แบบบวก	บอกซ์-เจนกินส์
มกราคม	7.60	7.12	7.44	7.77
กุมภาพันธ์	9.50	7.34	7.85	8.25
มีนาคม	7.98	7.02	7.74	7.73
เมษายน	6.50	7.19	7.66	7.75
พฤษภาคม	6.50	6.95	7.66	7.85
มิถุนายน	6.50	7.07	7.66	8.12
กรกฎาคม	7.03	6.89	7.62	8.42

ช่วงเวลา	ราคากล้วยหอมทอง	ราคากล้วยหอมทองจากการพยากรณ์โดยวิธี		
		เอกซ์โพเนนเชียล	วินเทอร์แบบบวก	บอกซ์-เจนกินส์
สิงหาคม	7.50	6.98	7.66	8.88
กันยายน	8.09	6.85	7.49	8.68
ตุลาคม	8.00	6.92	7.61	8.54
พฤศจิกายน	7.95	6.82	7.50	8.46
ธันวาคม	7.50	6.87	7.57	8.50
MAPE		10.63	8.80	12.95

5. ผลการพยากรณ์ราคากล้วยหอมทอง

จากการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ พบว่าตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบโดยวิธีของวินเทอร์แบบบวกมีความเหมาะสมในการพยากรณ์ครั้งนี้มากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการดังกล่าวในการพยากรณ์ราคากล้วยหอมทอง ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2562 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2563 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าพยากรณ์ราคากล้วยหอมทอง ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ.2562 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2563

ช่วงเวลา พ.ศ.2562	ราคากล้วยหอมทอง	ช่วงเวลา พ.ศ.2563	ราคากล้วยหอมทอง
มกราคม	7.85	**มกราคม**	8.07
กุมภาพันธ์	8.18	**กุมภาพันธ์**	8.40
มีนาคม	7.68	**มีนาคม**	7.90
เมษายน	7.64	**เมษายน**	7.86
พฤษภาคม	7.69	**พฤษภาคม**	7.91
มิถุนายน	7.84	**มิถุนายน**	8.07
กรกฎาคม	8.03	**กรกฎาคม**	8.25
สิงหาคม	8.40	**สิงหาคม**	8.62
กันยายน	8.28	**กันยายน**	8.51
ตุลาคม	8.01	**ตุลาคม**	8.23
พฤศจิกายน	7.86	**พฤศจิกายน**	8.08
ธันวาคม	7.84	**ธันวาคม**	8.06

เอกสารอ้างอิง

[1] ภาวิณีย์ เจริญยิ่ง. (2560). **เส้นทางเศรษฐีออนไลน์** (Online). https://www.sentangsedtee.com/exclusive/article_8560, 15 พฤศจิกายน 2562

[2] กรมการค้าภายใน. (2559). (Online). https://www.dit.go.th/, 10 พฤษภาคม 2562

[3] ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. (2556). **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ: การวิเคราะห์อนุกรมเวลา**. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.

[4] วรางคณา กีรติวิบูลย์. (2016). ตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้มีงานทำในประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**(2), 53-56

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

The Development of Electronic Book on Scratch programming in Technology (Computing Science) subject for Mathayomsuksa 1 students

อารีฟีน มะแอ[1], ธีรภัทร ปิยะเขตร[2*], อิมรอน แวมง[3]

Areefin maae[1], Teerapat piyaket[2*], Imron Waemong[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch 2) เพื่อประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น โดยมีกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนเบตง "วีระราษฎร์ประสาน" ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แบบประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

โดยได้ผลการวิจัยคือ 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch พัฒนา มีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีองค์ประกอบหลักของเนื้อหา 5 หัวข้อ และมีขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายความรู้ ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน 2.) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านการออกแบบระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.73 , S.D.=0.38) และด้านเนื้อหาอยู่ในกณฑ์ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.62 , S.D.=0.49) และมีประสิทธิภาพ 81.67/81.33 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 3) พบว่าหลังการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.44, S.D.=0.57)

คำสำคัญ: สแครช, วิทยาการคำนวณ, หนังสืออิเล็กทรอนิกส์, อีบุ๊ค

---

[1]นักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]อาจารย์สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** Teerapat.p@yru.ac.th

Abstract

The purpose of this research were: 1) to develop the electronic book on Scratch Programming in Technology (Computing Science) subject 2) to assess the developed electronic book's quality and efficiency after using the developed electronic book 3) to compare the learning achievement of the students before and after learning with the developed electronic book 4) to study the satisfaction of the students toward learning with the developed electronic book for Mathayomsuksa 1 students. The sample of this research were 40 students of Betong "Wiraratprasan", First semester in Mathayom 1/2 Academic Year 2019. The instruments of this research were 1) the quality and efficiency assessment form of the developed electronic book 2) the achievement test 3) the satisfaction questionnaire of the students. The data were analyzed statistically using mean (x), standard deviation (S.D. and t-test dependent.

The result of this research revealed as the following: 1) the developed electronic book on Scratch Programming was covered with 5 matters and 5 steps of learning activities 2) the quality of the developed electronic book for Mathayomsuksa 1 students was at highest level in design ($\overline{X}$ = 4.73, S.D. = 038) and content was at the highest level ($\overline{X}$ = 4.62, S.D. = 0.49). The efficiency was 81.67/81.33 higher than the set criteria. 3) The value indicated was appropriate, Post- test learning achievement of students who learnt via the developed electronic book was higher than pre-test with statically signficant level .05 4) The students' satisfaction towards learning with the developed electronic book on Scratch programming in Technology (Computing Science) subject for Mathayomsuksa 1 students was at the high level in general ($\overline{X}$ = 4.44, S.D. = 0.57)

Keywords: Scratch, Computing Science, Electronic book, E-book

บทนำ

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและ เสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับ คุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 มาใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น และเห็นควรปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ และเป็น

รากฐานสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้น สิ่งประดิษฐ์ หรือสร้างนวัตกรรมต่างๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบในการปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ และสาระเทคโนโลยีในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งต่อมาได้ผนวกรวมอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ , 2560) โดยรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เป็นรายวิชาที่มีความจำเป็นต่อผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำทักษะนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ด้วย และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาแอปพลิเคชัน หรือโครงงานด้านคอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ สร้างทักษะในการรวบรวม ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอสารสนเทศ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงาน ให้สามารถออกแบบวิธีการที่เหมาะสมและสร้างสารสนเทศที่เป็นประโยชน์หรือเกิดมูลค่าได้ รวมถึงให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปกป้องข้อมูลส่วนตัวและรู้เท่าทันต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จะเห็นได้ว่าความรู้และทักษะดังกล่าวนี้ล้วนมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 อีกทั้งยังเป็นการเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีความพร้อมในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) การพัฒนาการศึกษาภายใต้กรอบประเทศไทย 4.0 สู่ศตวรรษที 21 จากการสร้างห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เริ่มด้วยการฝึกให้ผู้เรียนรู้การเรียนด้วยตนเอง เช่น ให้รู้วิธีดูคลิป การเก็บใจความ การคิดต่อยอด ให้มีสมาธิให้ได้สาระ แนะให้หยุดหรือกรอกลับคลิปมาดูใหม่หากสงสัย ฝึกวิธีเขียน บันทึก จดบันทึก เขียนแผนที่ความคิด (mind map) กำหนดให้ตั้งคำถามที่น่าสนใจได้ และเตรียมถามครู การเปลี่ยนแปลงที่ครูต้องพัฒนาครูให้มีความรู้ มีพื้นฐานแน่น พร้อมเรียนรู้สิ่งใหม่ การจัดระบบความรู้ จัดการความรู้ มีความสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน และมีความรู้จริง พร้อมที่จะถ่ายทอดการยอมรับสองด้านทั้งทางการปฏิบัติ รับการป้อนกลับ ช่วยการพัฒนาการของผู้เรียนและบรรยากาศการเรียนรู้ (พรชัย เจดามาน และคณะ, 2560)

การออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของฮอฟแมน (Hoffman) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องการออกแบบพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้บทเรียนน่าสนใจมีการบอกวัตถุประสงค์ก่อนเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาซึ่งจะเป็นผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้นอาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ดังที่อเลสซีและ ทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1991) อ้างถึงใน ถนอมพร (ตัณพิพัฒน์เลาหจรัสแสง. 2541, หน้า 31-39) ได้กล่าวถึงการออกแบบการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการออกแบบ 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ ได้แก่ขั้นตอนที่ 1 : ขั้นตอนการเตรียม (Preparation) ขั้นตอนที่2 : ขั้นตอนการออกแบบ

บทเรียน (Design Instruction) ขั้นตอนที่ 3 : ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson) ขั้นตอนที่ 4 : ขั้นตอนการสร้างสตอร์รี่บอร์ด (Create Storyboard) ขั้นตอนที่ 5 : ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson) ขั้นตอนที่ 6 : ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบการเรียน (Produce Supporting Materials) ขั้นตอนที่7 : ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise) ซึ่งหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นหนังสือที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยปกติจะเป็นแฟ้มข้อมูลที่สามารถอ่านเอกสารผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ทั้งในระบบออฟไลน์และออนไลน์ คุณลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมโยงจุดไปยังส่วนต่างๆ ของหนังสือ เว็บไซด์ต่างๆ ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์และโต้ตอบกับผู้เรียนได้ นอกจากนั้นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถแทรกภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว แบบทดสอบ และสามารถสั่งเอกสารที่ต้องการออกทางเครื่องพิมพ์ได้ (ไพฑูรย์ ศรีฟ้า, 2551) เป็นการสนับสนุนการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาการศึกษาภายใต้กรอบประเทศไทย 4.0 สู่ศตวรรษที 21 ที่เริ่มด้วยการฝึกให้ผู้เรียนรู้การเรียนด้วยตนเอง และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน ส่งผลทำให้ผลการเรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Amanda J.Rockinson-Szapkiw, Jillian Wendt และ Rebecca Lunde (2013) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับหนังสือแบบดั้งเดิม : กรณีศึกษาอิทธิพลของรูปแบบตำราเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง การสร้างแรงจูงใจ และความกระตือรือร้นในการเรียนของนักศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีแนวโน้มที่จะใช้กลยุทธ์ด้านความคิดและการควบคุมตัวเองมากกว่านักศึกษาที่ใช้ตำราเรียนแบบดั้งเดิมในการเรียน และงานวิจัยของ ศิรวัฒน์ สิงหโอภาส, กัลยาณี เจริญช่าง นุชมี และ วัลลยา ธรรมอภิบาล อินทนิน (2559) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาสำหรับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยทักษิณ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตกลุ่มที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สูงกว่านิสิตกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นสมควรให้มีการผลิตสื่อการสอนในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเขียนโปรแกรม และช่วยแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนแต่ละคนมีการรับรู้ที่แตกต่างกัน ไม่สามารถเรียนรู้ได้เท่ากันในเวลาเดียวกัน สามารถให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้ นอกจากนี้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ยังช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน และยังสามารถฝึกฝนและพัฒนาการเรียนรู้ ตลอดจนสร้างเสริมนิสัยรักการเรียนรู้ด้วยตนเอง ก่อให้เกิดความสุขกับการเรียน ซึ่งจะเกิดประโยชน์ในการศึกษาอย่างมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

1. ประชากรคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 7 ห้อง จำนวน 260 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน”

2. กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

ขั้นตอนการวิจัย มีดังนี้

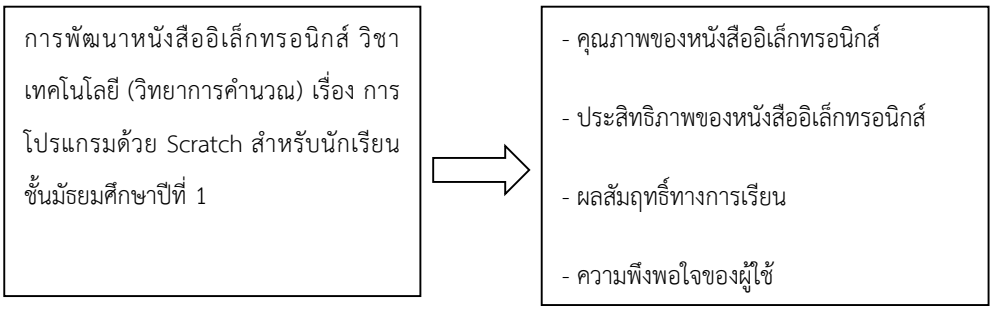
1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของ ADDIE ดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1.1 วิเคราะห์ (Analysis)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาในบทเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) จากนั้นก็ทำการศึกษากระบวนการในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้กรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

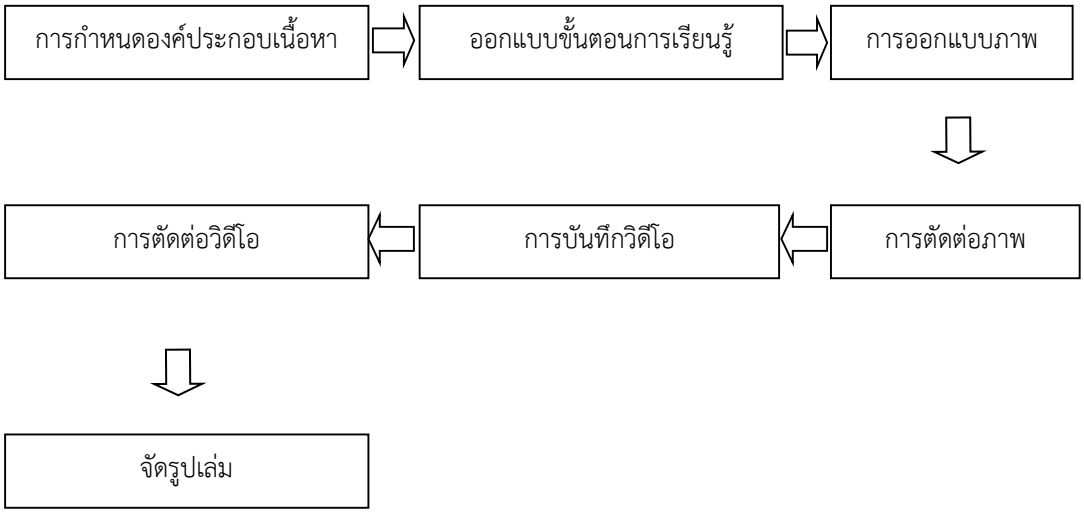
1.2 การออกแบบ (Design)

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 มาประกอบในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้ศึกษาเริ่มออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) โดยจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหาภาพ และส่วนประกอบอื่นๆ มีดังนี้

1. การกำหนดความละเอียดภาพ (Resolution)
2. การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ
3. การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
4. การกำหนดสี ได้แก่ สีของตัวอักษร (Font Color) สีของฉากหลัง (Background) สีของส่วนอื่นๆ
5. การกำหนดส่วนอื่นๆ ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

1.3 ขั้นการพัฒนา (Development)

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบมาดำเนินการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนา ดังภาพที่ 3 และได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 4 และให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียและด้านเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และจัดทำคู่มือประกอบการใช้งาน



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 4 ตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.4 การนำไปใช้ (Implementation)

14.1 ผู้วิจัยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน โดยใชวิธีการเลือกแบบเจาะจง

1.4.2 ผู้วิจัยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนสอนให้แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 40 คน โดยใชวิธีการเลือกแบบเจาะจง และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

1.5 การประเมินผล (Evaluation)

1.5.1 คณะผู้วิจัยได้นำแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียและด้านเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และหาประสิทธิภาพของหนังอิเล็กทรอนิกส์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาแบบเจาะจง เพื่อทำการสรุปผลการศึกษาพร้อมกับจัดทำรายงานการศึกษา

1.5.2 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม IOC

1.5.3 ประเมินความพึงพอใจที่ใช้ในการสอบถามนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch พัฒนา มีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีองค์ประกอบหลักของเนื้อหา 5 หัวข้อ ได้แก่ 1.รู้จักโปรแกรม Scratch 2.การทำงานแบบวนซ้ำ 3.ตัวแปร 4.การทำงานแบบมีทางเลือก และ 5.คำสั่งวนซ้ำแบบมีเงื่อนไข และมีขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายความรู้ ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน

2. ผลการประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านมัลติมีเดีย และด้านเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ของผู้เชี่ยวชาญ 3

ท่าน โดยมีคุณภาพด้านการออกแบบอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.73 , S.D.=0.38) และมีคุณภาพด้านเนื้ออยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.62 , S.D.=0.49) และ ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน (E1) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.67 และผลการปฏิบัติกิจกรรมหลังจากเรียน (E2) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.33 ซึ่งเป็นไปประสิทธิภาพ E1/E2 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หนวยการเรียนรู	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	รอยละ
1. รู้จักกับโปรแกรม Scratch	10	8.17	81.70
2.การทำงานแบบวนซ้ำและตัวแปร	20	16.17	80.85
3.การทำงานแบบมีทางเลือก	20	16.50	82.50
4.คำสั่งวนซ้ำแบบมีเงื่อนไข	20	16.33	81.65
ประสิทธิภาพกระบวนการ (E1)	**70**	**57.17**	**81.67**
ประสิทธิภาพผลลัพธ (E2)	**20**	**16.27**	**81.35**

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์พบว่าการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” จำนวน 40 คน มีคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียนเท่ากับ 8.45 คะแนน และคะแนนหลังเรียน เท่ากับ 18.43 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	40	8.45	1.71	39	31.85*	.0000
หลังเรียน	40	18.43	1.20			

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” จำนวน 40 คน ที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการโปรแกรมด้วย Scratch ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.44, S.D.=0.57) เมื่อพิจารณาเปนรายหัวข้อ พบวา การเชื่อมโยงบทเรียนไปยังเนื้อหาส่วนต่างๆ มีความเหมาะสม ($\overline{X}$=4.70, S.D.=0.50) การใช้งานบทเรียนง่ายและสะดวก ($\overline{X}$=4.65, S.D.=0.49) ความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน ($\overline{X}$=4.57, S.D.=0.51) มีการสรุปให้เข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น ($\overline{X}$=4.57, S.D.=0.51) และเสียงบรรยายมีความคมชัด ฟังแล้วเข้าใจ ($\overline{X}$=4.52, S.D.=0.47) อยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” ที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch **(N = 40)**

ข้อประเมินความพึงพอใจ	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	4.35	0.49	มาก
2. การแบ่งหัวข้อเนื้อหามีความชัดเจน ไม่สับสน	3.96	0.77	มาก
3. มีขนาดตัวอักษรชัดเจน และสีตัวอักษรมีความเหมาะสม อ่านง่าย	4.22	0.90	มาก
4. การนำเสนอเนื้อหาชัดเจน เข้าใจง่าย	4.48	0.59	มาก
5. ความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4.57	0.51	มากที่สุด
6. มีการสรุปให้เข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น	4.57	0.51	มากที่สุด
7. เสียงบรรยายมีความคมชัด ฟังแล้วเข้าใจ	4.52	0.47	มากที่สุด
8. การเชื่อมโยงบทเรียนไปยังเนื้อหาส่วนต่างๆมีความเหมาะสม	4.70	0.50	มากที่สุด
9. มีแบบทดสอบที่ให้ข้อมลูย้อนกลับและเกมที่น่าสนใจ	4.39	0.49	มาก
10. การใช้งานบทเรียนง่ายและสะดวก	4.65	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.44**	**0.57**	**มาก**

สรุปผลการวิจัย

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch พัฒนา มีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีองค์ประกอบหลักของเนื้อหา 1 โดยมีองค์ประกอบหลักของเนื้อหา 5 หัวข้อ 1.รู้จักโปรแกรม Scratch 2.การทำงานแบบวนซ้ำ 3.ตัวแปร 4.การทำงานแบบมีทางเลือก และ 5. คำสั่งวนซ้ำแบบมีเงื่อนไข และมีขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายความรู้ ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน

2. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์พัฒนาขึ้นมีคุณภาพระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.73 , S.D.=0.38) และมีมีประสิทธิภาพ 81.67/81.33 เป็นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าหลังการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.44, S.D.=0.57)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch พัฒนา มีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีองค์ประกอบหลักของเนื้อหา 1 โดยมีองค์ประกอบหลักของเนื้อหา 1 โดยมีองค์ประกอบหลักของเนื้อหา 5 หัวข้อ 1.รู้จักโปรแกรม Scratch 2.การทำงานแบบวนซ้ำ 3.ตัวแปร 4.การทำงานแบบมีทางเลือก และ 5.คำสั่งวนซ้ำแบบมีเงื่อนไข และขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายความรู้ ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน ซึ่งสามารถนำไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามแผนการเรียนรู้ในรายวิชาวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch ได้เป็นอย่างดี

2. ผลการประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านมัลติมีเดีย และด้านเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยมีคุณภาพด้านการออกแบบอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.73 , S.D. = 0.38) และมีคุณภาพด้านเนื้ออยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.62 , S.D. = 0.49) สอดคล้องกับ สุทิน ทองไสว (2547) ให้ความว่าปัจจัยสำคัญในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีคุณภาพก็คือกระบวนการจัดทำที่เป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนการวางแผนและการดำเนินงานที่ชัดเจน รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเลือกสื่อ และวิธีการนำเสนอสื่ออย่างเหมาะสมจะเป็นการช่วยสนับสนุนให้ สามารถถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี และประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.67/81.33 ทำให้ผลการหาประสิทธิภาพที่ได้สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการนำเสนอบทเรียนนั้นมีการนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ มีการนำมัลติมีเดียมาใช้ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ เสียงดนตรี เสียงบรรยาย ที่สวยงาม น่าสนใจ เพื่อเป็นการดึงดูดให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนนักเรียนมีความตั้งใจในการศึกษาเนื้อหาบทเรียนในรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จึงทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้อย่างรวดเร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จรัสสม ปานบุตร (2557) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านออกเสียงภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองเค็ด พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพ 84.88/82.27 งานวิจัยของอรรถ อารีรอบ (2557) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องประวัติศาสตร์ศิลปกรรมไทย สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาตอนปลาย) พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพ 87.56/87.11 และงานวิจัยของศิรวัฒน์ สิงหโอภาส, กัลยาณี เจริญช่าง นุชมี และ วัลลยา ธรรมอภิบาล อินทนิน (2559) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาสำหรับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยทักษิณ พบว่า หนังสืออิเล็กทรอ นิกส์มีประสิทธิภาพ 88.00/89.11

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์พบว่าการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” จำนวน 40 คน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เป็นการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอน ทบทวนและเรียนรู้ได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งช่วยลดความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Amanda J.Rockinson-Szapkiw, Jillian Wendt และ Rebecca Lunde (2013) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับหนังสือแบบดั้งเดิม : กรณีศึกษาอิทธิพลของรูปแบบตำราเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง การสร้างแรงจูงใจ และความกระตือรือร้นในการเรียนของนักศึกษาผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีแนวโน้มที่จะใช้กลยุทธ์ด้านความคิดและการควบคุมตัวเองมากกว่านักศึกษาที่ใช้ตำราเรียนแบบดั้งเดิมในการเรียน งานวิจัยของ ศิรวัฒน์ สิงหโอภาส, กัลยาณี เจริญช่าง นุชมี และ วัลลยา ธรรมอภิบาล อินทนิน (2559) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาสำหรับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยทักษิณ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตกลุ่มที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สูงกว่านิสิตกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และงานวิจัยของ อรรถ อารีรอบ (2557) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องประวัติศาสตร์ศิลปกรรมไทย สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาตอนปลาย) พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” จำนวน 40 คน ที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการโปรแกรมด้วย Scratch ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.44, S.D.=0.57) อาจมีสาเหตุมาจากใช้งานง่าย เนื้อหามีความ ชัดเจน ถูกต้อง เข้าใจง่าย มีการใช้รูปแบบและขนาดของตัวอักษรที่น่าสนใจ สีของตัวอักษรมีความสวยงาม มีการใช้ภาษาได้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ จรัสสม ปานบุตร (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านออกเสียงภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองเค็ด มีความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมากที่สุด และงานวิจัยของ ศิรวัฒน์ สิงหโอภาส, กัลยาณี เจริญช่าง นุชมี และ วัลลยา ธรรมอภิบาล อินทนิน (2559) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาสำหรับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยทักษิณ มีความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์อิมรอน แวมง ที่ได้สละเวลาอันมีค่าแก่คณะผู้วิจัย เพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ ลุล่วงได้ด้วยดีคณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้จากใจจริง และ

ขอขอบคุณสถาบันที่เกี่ยวข้อง ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ขอขอบคุณกลุ่มประชากร และสุดท้ายนี้ขออุทิศความดีที่มีในการศึกษาวิจัยนี้แด่บิดา มารดา ครอบครัวของคณะผู้วิจัย ที่สนุนในทุกด้าน และกำลังใจจากมิตรแท้ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จรัสสม ปานบุตร. (2557). “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านออกเสียงภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองเค็ด”. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยศิลปากร**. 7(3), 175-190.

ถนอมพร (ตัณพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. (2541). **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: วงกมล โพดักชัน.

พรชัย เจดามาน และคณะ. (2560). “การพัฒนาการศึกษาภายใต้กรอบประเทศไทย 4.0 สู่ศตวรรษที่ 21”. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**. 16(2), 199-206.

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2551). “E-Book หนังสือพูดได้”. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 16(2), 199-206.

ศิรวัฒน์ สิงหโอภาส, กัลยาณี เจริญช่าง นุชมี และวัลลยา ธรรมอภิบาล อินทนิน. (2559). “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาสำหรับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยทักษิณ”. **วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน.** 6(2), 79-91.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). **คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุทิน โรจน์ประเสริฐ. (2552). **รายงานการวิจัย เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคการถ่ายภาพโฆษณา: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

อรรถ อารีรอบ. (2557). “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องประวัติศาสตร์ศิลปกรรมไทย สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาตอนปลาย)”. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยศิลปากร**. 7(2), 1263-1275.

Amanda J. Rockinson- Szapkiw, Jillian Wendt and Rebecca Lunde. (2013) . Electronic Versus Print Textbooks: The Influence of Textbook Format on University Students’ Self-Regulated Learning Strategies, Motivation, and Text Anxiety. **American Journal of Distance Education.** 27(3), 179-188.

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The Development of Augmented Reality Supplement technology in the Technology (Computing Science) Subject on the Internet Using Title for Elementary School Grade 4

อัสมานี เฮ็งตา[10*], สุไรนีย์ มะเร๊ะ[11], ณฤดี เนตรโสภา[12]

Asmanee Hengta[1*], Surainee Mareh[2], Naruedee Netsopha[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อประเมินคุณภาพของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อมัลติมีเดีย จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีจุดเด่น คือ ภาพในหนังสือจะนูนขึ้นมาเหมือนเป็นภาพสามมิติ มีความเคลื่อนไหวและมีเสียงบรรยายประกอบ ทำให้มีความน่าสนใจในตัวหนังสือมากขึ้น สื่อเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นในครั้งนี้มีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, การใช้งานอินเทอร์เน็ต, ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

Abstract

The Development of Augmented Reality Supplement Technology in the Technology (Computing Science) Subject on the Internet Using Title for Elementary School Grade 4 were to study how to develop the Augmented Reality Supplement Technology in the Technology (Computing Science) Subject on the Internet Using Title for Elementary School Grade 4 and to evaluate the quality of the Augmented Reality Supplement Technology. The sample was 5 professionals. The research tools were the content and multimedia quality evaluation form. The research statistics were mean and standard deviation. The study found that the Augmented Reality Supplement Technology in the Technology (Computing Science) Subject on the Internet Using Title for Elementary School Grade 4 is the distinctive feature is that the images in the book are raised like a three-dimensional image. And animations with sound effects Helps

[2] นักศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3] อาจารย์สาขาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[12]นักศึกษา สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่)

to increase interest in the text. The Augmented Reality Supplement Technology quality of content and multimedia were the high level.

Keyword: Augmented reality supplement technology, Internet using, Elementary School Grade 4

บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกให้ความสำคัญกับการลงทุนทางเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร (Information and Communication Technology : ICT) เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาประเทศทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และการศึกษา จนเกิดภาพความแตกต่างระหว่างประเทศที่มีความพร้อมทาง ICT กับประเทศที่ขาดแคลนที่เรียกว่า Digital Divide ในขณะเดียวกันประเทศทั่วโลกต่างมุ่งสร้างสังคมใหม่ให้เป็นสังคมที่ใช้ความรู้เป็นฐาน (Knowledge Based Society) จนเกิดภาพความแตกต่างระหว่างสังคมที่สมบูรณ์ด้วยความรู้กับสังคมที่ด้อยความรู้ ที่เรียกว่า Knowledge Divide ในยุคของการปฏิรูปการศึกษา เราเร่งพัฒนาการศึกษาให้การศึกษาไปพัฒนาคุณภาพของคน เพื่อให้คนไปช่วยพัฒนาประเทศ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร (ICT) จึงเป็นเครื่องมือที่มีพลานุภาพสูงในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา เช่น ช่วยนำการศึกษาให้เข้าถึงประชาชน (Access) ส่งเสริมการเรียนรู้ต่อเนื่องนอกระบบโรงเรียนและการเรียนรู้ตามอัธยาศัย ช่วยจัดทำข้อมูลสารสนเทศเพื่อการบริหาร จัดการช่วยเพิ่มความรวดเร็ว แม่นยำในการจัดทำข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บรักษา และการเรียกใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ในงานจัดการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยการเรียนการสอน แต่การให้ความสนใจกับการใช้เทคโนโลยีช่วยการเรียนรู้ของผู้เรียนก็อาจหลงทางได้ ถ้าผู้บริหารสถานศึกษายึดถือการมีเทคโนโลยีเป็นจุดหมายปลายทางของการศึกษา แทนที่จะยึดถือผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นจุดหมาย ปรากฏการณ์ของการหลงทางจะพบเห็นในการประชาสัมพันธ์ถึงความพร้อมทางระบบคอมพิวเตอร์ การมีเครือข่ายโยงเข้า Internet สะดวก ผู้เรียนเรียนรู้การใช้เทคโนโลยี และมีโอกาสใช้ได้เต็มที่ แต่ในบางสถานศึกษาผู้เรียนอาจใช้เทคโนโลยีไม่คุ้มค่า ขาดเป้าหมายในการเรียนรู้สาระสำคัญตามหลักสูตรวิชาต่าง ๆ และขาดโอกาสในการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนากระบวนการทางปัญญาอย่างแท้จริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้ดำเนินการ ทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลจากแผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579 มาใช้เป็นกรอบ และทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจน ยิ่งขึ้น ในระยะสั้นเห็นควรปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระ ภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ และเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน สามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันตลอดจนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การ คิดค้นสิ่งประดิษฐ์ หรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต การใช้ทักษะการคิดเชิง คำนวณ ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบใน ชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้ความรู้ ความสามารถ ทักษะกระบวนการ และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวอย่างเข้าใจสภาพที่เป็นอยู่ และการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การจัดการ และปรับใช้ในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพอย่างสร้างสรรค์

ทั้งนี้ กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบในการปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ วิทยาศาสตร์ และสาระเทคโนโลยีในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี ซึ่งต่อมาได้ผนวก รวมอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน รับผิดชอบปรับปรุงสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาทุกสังกัดที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ใช้เป็นกรอบในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเป็น แนวทางให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจในเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน และมีส่วนร่วมในการส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

หนังสือเป็นสิ่งที่สำคัญที่สามารถให้ความรู้ได้หลายด้านไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา และด้านความรู้รอบตัวที่สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ล้วนแต่เป็นความรู้ที่มาจากการอ่านหนังสือทั้งนั้น แต่คนในปัจจุบันไม่ได้ให้ความสำคัญกับหนังสือ เนื่องจากมีสื่อ และสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อชีวิตมากขึ้นพบว่าเด็กไทยอ่านหนังสือลดลงเกือบทุกวัน เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม ความเป็นอยู่ การศึกษาและค่านิยมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมรวมทั้งสภาพแวดล้อมในปัจจุบันอีกด้วย ในขณะเดียวกันการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ในสังคมนั้นไม่ได้มาจากการอ่านหนังสือเพียงอย่างเดียว แต่หากจะมีสื่อชนิดอื่นที่มีอิทธิพลเพิ่มขึ้นมาในสังคมอีกมากมาย เช่น อินเตอร์เน็ต อีเมล์ มือถือ คอมพิวเตอร์แบบพกพา สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ และความสามารถสืบค้นหาความรู้จากสื่อนั้นได้ไม่ว่าจะเป็นความรู้ด้านวิชาการ บันเทิง หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้ทุกคนมีช่องทางในการค้นหาความรู้มากขึ้นเป็นผลให้เด็กไทยอ่านหนังสือน้อยลง และหันมาศึกษาหาความรู้จากด้านอื่นมากขึ้น เพราะมีความสะดวกสบาย และประหยัดเวลา (วรพันธ์ โลกิตสถาพร, 2559)

ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันคือ ผู้เรียนไม่ค่อยจะสนใจในการสอนของครู ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย และไม่ตั้งใจเรียนเท่าที่ควร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น สาเหตุที่สำคัญก็คือ เด็กเบื่อหน่ายในการเรียน ซึ่งอาจเป็นเพราะการสอนของครูไม่มีอะไรแปลกใหม่ หรือน่าสนใจเลย โดยเฉพาะเด็กระดับประถมศึกษาซึ่งมีช่วงเวลาของความสนใจในสิ่งต่าง ๆ สั้นมาก ถ้าไม่รีบแก้ไขปัญหาการไม่ตั้งใจเรียนของเด็กตั้งแต่ในระดับประถมแล้วจะทำให้เด็กเกิดความไม่เข้าใจและไม่ใส่ใจต่อเนื่องมาเรื่อย ๆ ซึ่งทำให้เราพบว่าบางครั้งเด็กไม่มีพัฒนาการทางสมอง การเรียนและความคิดเท่าระดับอายุที่ควรจะเป็นเลย ทั้งที่เด็กเหล่านั้นก็ไม่ได้มีระดับสติปัญญาที่ต่ำจนเกินไปเลย และปัญหานี้ก็จะยิ่งสะสมต่อกันมาเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงสมควรอย่างยิ่งที่คนในวงวิชาชีพครูจะต้องมาร่วมหาทางแก้ไขปัญหาเหล่านี้ (ปวีณา เกิดแสวง และคณะ, 2554)

การนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented Reality) มาจัดการเรียนรู้ เป็นมิติ ใหม่ทางด้านสื่อการศึกษา ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ อยากรู้อยากเห็น เรียนรู้สิ่งใหม่ สร้าง ประสบการณ์ที่แปลกใหม่ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้เพิ่มมากขึ้น สร้างผลิตผลที่มีความหมายกับ ตนเอง เกิดปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงเข้าสู่ห้องเรียน นำเอาประสบการณ์เข้าสู่สถานการณ์จริงที่ผสมผสาน กับสถานการณ์เสมือนจริง ได้เรียนรู้เรื่องที่สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของตนเอง เป็นชุมชนที่เน้นการเรียนรู้จากบริบทของสังคมที่เป็นจริง เกิดการเรียนรู้จากกันและกันที่สังเกตได้สร้างความรู้ และประสบการณ์ได้โดยตรง เกิดการเรียนรู้ด้วยสังคมหรือการร่วมกันเรียนรู้ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ์, 2554)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ (Analysis)

2) การออกแบบ (Design) และ 3) การพัฒนา (Development) เพื่อให้ได้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีคุณภาพ ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อหาคุณภาพของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

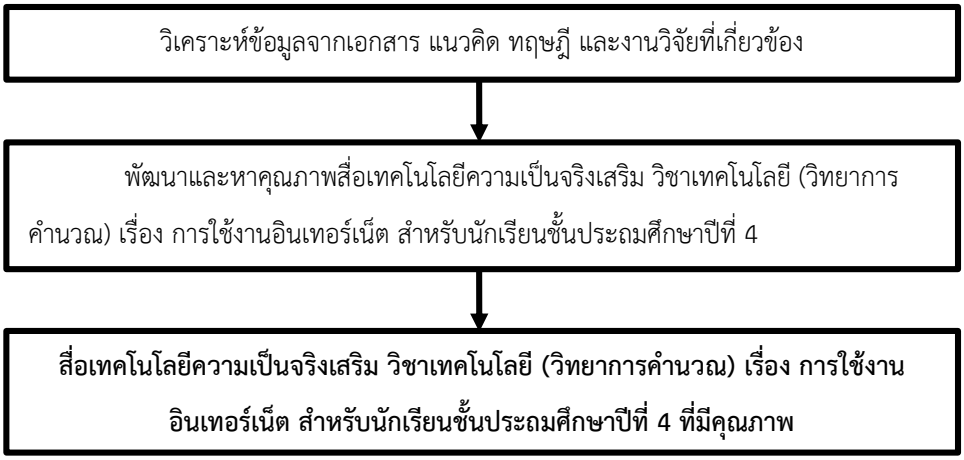
Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน ซึ่งจะทำให้ภาพ ที่เห็นในจอภาพกลายเป็นวัตถุ ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง Augmented Reality แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) LocationBased ใช้งานผ่าน Smart Phone 2) Marker หรือ Image-Based AR ส่วนใหญ่ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ ด้วยการเขียนโค้ด รหัสในการใช้งานเพื่อให้เกิดเป็นวัตถุในรูปแบบต่าง ๆ ลักษณะของเทคโนโลยี Augmented Reality คือการพัฒนาโดยผ่าน ซอฟต์แวร์ และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น เว็บแคม Webcam, Computer, Cloud Computing หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์บนเครื่องฉายโปรเจคเตอร์ (Projector) หรือบนโทรศัพท์อาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่งสามมิติภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าจะให้ออกมาแบบใด (ลดาวรรณ สระทองหมาย, 2556)

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2556) ได้กล่าวว่า ด้านการศึกษา augmented Reality สามารถประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการร่วมกันเรียนรู้ ครูผู้สอนเสริมสร้างความรู้ของผู้เรียนด้านการสาธิต การสนทนา ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่มีความหมายเชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้กับสถานที่ หรือวัตถุด้วยภาพ 3 มิติเสมือนจริง ทำให้การเรียนรู้ไม่ได้จำกัดแต่ในห้องเรียนอีกต่อไปจะขยายศูนย์นอกห้องเรียนมากขึ้น

เขมปริต ขุนราชเสนา (2559) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง พัฒนาแอพพลิเคชั่นเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีน่ารู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอผลที่ได้จากการพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรวมกับเทคโนโลยี ความจริงเสริม เทคโนโลยีความจริงเสริม เป็นเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่เป็นการแสดงวัตถุเสมือนจริง 3 มิติ และสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุเสมือนจริงได้ในขณะเวลาจริง โดยผู้วิจัยบูรณาการรวมกับการจัดการเรียนการสอน โดยประเมินหาประสิทธิภาพของสื่อและความพึงพอใจในการใช้งานของกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างชอบที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อที่พัฒนาขึ้นผ่านมาร์กเกอร์ โดยการหมุน การย่อ การขยาย วัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ไปในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีความสนใจในสื่อเสมือนจริงมาก สื่อที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.60/82.40 และผลการประเมินความพึงพอใจ อยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ =4.45) การศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม และใช้เป็นทางเลือกสำหรับการจัดการเรียนการสอนในอนาคตได้

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาคุณภาพสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) และการพัฒนา (Development) ตามขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของ ADDIE Model

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและสื่อมัลติมีเดีย จำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดียของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีจุดเด่น คือ ภาพในหนังสือจะนูนขึ้นมาเหมือนเป็นภาพสามมิติ มีความเคลื่อนไหวและมีเสียงบรรยายประกอบ นั่นคือ เมื่อผู้ใช้งานเปิดหนังสือภาพในหนังสือ ภาพก็จะนูนขึ้นมาเหมือนเป็นภาพสามมิติ พร้อมกับมีภาพเคลื่อนไหวและเสียงบรรยายประกอบ
2. สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	$\vec{X}$	S.D.	ความหมาย
1. เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.80	0.45	ดีมาก
2. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน/เกมการศึกษา	4.20	0.45	ดี
3. ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาบทเรียน	4.60	0.55	ดีมาก
4. ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา	4.60	0.55	ดีมาก
5. เนื้อหาความต่อเนื่องและเรียงจากง่ายไปยาก	4.60	0.55	ดีมาก
6. ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอเนื้อหา	4.20	0.45	ดี
7. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหาผ่านสื่อ AR	3.60	0.55	ดี
8. ความเหมาะสมของภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงกับเนื้อหา	4.00	0.71	ดี
9. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน	4.80	0.45	ดีมาก
10. การใช้สื่อเทคโนโลยีเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา	4.20	0.45	ดี
11. ความเหมาะสมของเวลาเรียน	4.60	0.55	ดีมาก
12. เนื้อหาและวิธีการนำเสนอบทเรียนสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนและเกิดความรู้ได้จริง	4.00	0.71	ดี
รวม	**4.35**	**0.37**	**ดี**

จากตารางที่ 1 พบว่า สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพด้านเนื้อหาโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\vec{X}$ = 4.35) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ข้อที่มีความเหมาะสมมากที่สุดมี 2 ข้อ คือ ข้อ 1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ($\vec{X}$ = 4.80) และข้อ 9 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน ($\vec{X}$ = 4.80) สำหรับข้อที่มีคุณภาพน้อยที่สุด คือ ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหาผ่านสื่อ AR ($\vec{X}$ = 3.60)

3. สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้านสื่อมัลติมีเดีย

รายการประเมิน	$\vec{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ตัวอักษรและภาษา	4.20	0.45	ดี
2. คำแนะนำการใช้งาน	4.20	0.45	ดี
3. ภาพประกอบ	4.80	0.45	ดีมาก
4. สื่อมัลติมีเดียสำหรับเทคโนโลยี AR	3.60	0.55	ดี
5. รูปแบบสื่อ	4.40	0.55	ดี
รวม	4.24	0.43	ดี

จากตารางที่ 2 พบว่า สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย โดยรวมอยู่ในระดับดี ($\vec{X}$ = 4.24) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ภาพประกอบมีคุณภาพมากที่สุด ($\vec{X}$ = 4.80) รองลงมา ได้แก่ รูปแบบสื่อ ($\vec{X}$ = 4.40) ตัวอักษรและภาษา ($\vec{X}$ = 4.20) คำแนะนำการใช้งาน ($\vec{X}$ = 4.20) และด้านสื่อมัลติมีเดียสำหรับเทคโนโลยี AR ($\vec{X}$ = 3.60)

การที่สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นในครั้งมีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับดี น่าจะเป็นเพราะสื่อเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นเป็นสื่อการเรียนรู้ที่กระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาอย่างตั้งใจ ซึ่งสอดคล้องกับ วีระพงศ์ ล่องลอย (2556) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนไม่ค่อยจะสนใจในการสอนของการเกิดความเบื่อหน่าย และไม่ตั้งใจเรียนในการเรียน จึงออกแบบสื่อเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้งานอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในครั้งนี้มีจุดเด่น คือ ภาพในหนังสือจะนูนขึ้นมาเหมือนเป็นภาพสามมิติ มีความเคลื่อนไหวและมีเสียงบรรยายประกอบ ทำให้มีความน่าสนใจในตัวหนังสือมากขึ้น สื่อเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นในครั้งนี้มีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดียอยู่ในระดับดีมาก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์จากสาขาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ด้วยการนำสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

2. ควรพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในส่วนเนื้อหาอื่น ๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนตามหลักสูตร

เอกสารอ้างอิง

เขมปริต ขุนราชเสนา. (2559). *พัฒนาแอพพลิเคชั่นเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีน่ารู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม.* มหาวิทยาลัยเพชรบูรณ์

ปวีณา เกิดแสวง และคณะ. (2554). *ทักษะการเร้าความสนใจ* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2561, จาก http://bit.ly/2QOMAYh.

ลดาวรรณ สระทองหมาย. (2556). การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง 2 มิติ แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.* 2(1), 3-4.

วรพันธ์ โลกิตสถาพร. (2559). *เพราะเหตุใด??? เด็กไทยอ่านหนังสือน้อยลง* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2561, จาก http://bit.ly/36ny6F3.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2554). การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร,* 13(2), 199-199.

วีระพงศ์ ล่องลอย. (2556). *ทักษะการเร้าความสนใจ* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2561, จาก http://bit.ly/2QM5vmj.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2552). *แนวคิดเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีช่วยการเรียน* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 11 ธันวาคม 2561, จาก http://bit.ly/2MVXWlz.

_____. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 11 ธันวาคม 2561, จาก http://bit.ly/35jBr6J.

การพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาของประชากรในอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

WATER CONSUMPTION FORECAST: A CASE STUDY OF SONGKHLA AND HAT YAI DISTRICTS IN SONGKHLA PROVINCE.

สุปรียา เรืองสง[1], รุจิรา สันบากอ[1], จิราภรณ์ กวดขัน[2*], มาศภินันท์ พันธ์พิพัฒไพบูลย์[2]

Supreeya Ruangsong[1], Rujira Sanbako[1], Jiraporn Guadkhad[2*], Maspinun Punpipatpaiboon[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของปริมาณการใช้น้ำประปาของประชากรในอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ที่ได้ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปารายเดือนจากเว็บไซต์การประปาส่วนภูมิภาค สาขาสงขลา และสาขาหาดใหญ่ ตั้งแต่มกราคม 2551 ถึงตุลาคม 2562 ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่มกราคม 2551 ถึงธันวาคม 2561 จำนวน 132 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบโดยวินเทอร์แบบคูณ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่มกราคม 2562 ถึงตุลาคม2562 จำนวน 10 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่าวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีบอกซ์ - เจนกินส์ ซึ่งได้ตัวแบบพยากรณ์ คือ $\mathrm{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$

คำสำคัญ : ตัวแบบพยากรณ์, วิธีการปรับให้เรียบโดยวินเทอร์แบบคูณ, วิธีบอกซ์ - เจนกินส์

Abstract

This aim of this research was to create suitable forecasting model of the amout of water supply used by people in Mueang Songkhla District and Hat Yai District, Songkhla Province. And checking the accuracy of the forecasting models. Time series data, monthly water supply volume from the Provincial Waterworks Authority website, from January , 2008 to October, 2019 were used and divided in to 2 sets. The first set had 132 values from January, 2008 to December, 2018 were used to create the forecasting model by two types of methods which are Winters multiplicative smoothing method and Box - Jenkins method. The second set had 10 values from January, 2019 to October, 2019 were used for checking the accuracy of forecasting models with mean absolute percentage error (MAPE). The research found that, the Box - Jenkins method forecasting was the most suitable with the lowest MAPE. The results showed that the most appropriate forecasting models is Box– Jenkins methods with the model $\mathrm{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$

Keywords : Forecasting Models, Winters Multiplicative Smoothing Method, Box - Jenkins Method

[1]นักศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Jiraporn Guadkhan*, E-mail : jiraporn.gu@skru.ac.th

บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่เป็นปัจจัยพื้นฐานของมนุษย์ ซึ่งมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ทั้งด้านการอุปโภค บริโภค ด้านกระบวนการผลิต ด้านการเกษตร และด้านคมนาคม แต่ด้วยประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำที่มีอย่างจำกัด ประกอบกับน้ำมีการปนเปื้อนจากโรงงานอุตสาหกรรม การเกษตร และครัวเรือน การประสบภัยแล้ง อุทกภัย ทำให้ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการผลิตน้ำประปา จึงต้องมีการบริหารจัดการน้ำเพื่อให้เพียงพอต่อประชากร สำหรับการประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดสงขลา สาขาสงขลา และสาขาหาดใหญ่ ได้รับน้ำดิบจากคลองอู่ตะเภาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตน้ำประปาให้แก่ประชากร ในอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่ง 2 อำเภอ ดังกล่าวเป็นอำเภอที่มีประชากรอาศัยเป็นจำนวนมาก และเป็นเมืองท่องเที่ยว ธุรกิจ อุตสาหกรรม และการศึกษา เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพียงพอ และไม่ขาด เคลน จึงจำเป็นต้องทราบแนวโน้มปริมาณการใช้น้ำในอนาคต

จากข้อมูลการใช้น้ำของประชากรในอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีปริมาณการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาแนวโน้มปริมาณการใช้น้ำประปาของทั้งสองอำเภอ โดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำประปา ตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนตุลาคม 2562 [3] เพื่อมาพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาในปี 2563 ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยเลือกวิธีการพยากรณ์ปริมาณน้ำประปา 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบโดยวินเทอร์แบบคูณและวิธีบอกซ์ - เจนกินส์ เพื่อให้ได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม สำหรับการนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น ประกอบการวางแผนในการผลิตและจักสรรน้ำประปาให้มีประสิทธิภาพและเพียงพอกับความต้องการใช้น้ำประปาในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาเพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาในอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยศึกษาข้อมูลปริมาณการใช้น้ำประปารายเดือนของอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จากเว็บไซต์การประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนตุลาคม 2562 จำนวน 142 ค่า ซึ่งแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 คือข้อมูล ตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2561 จำนวน 132 ค่า สำหรับศึกษาวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลา 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบโดยวินเทอร์แบบคูณ และวิธีบอกซ์ - เจนกินส์ และข้อมูลชุดที่ 2 คือข้อมูล ตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึงเดือนตุลาคม 2562 จำนวน 10 ค่าสำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ MAPE ที่ต่ำที่สุด จากนั้นนำวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมมาพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาของทั้งสองอำเภอ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงเดือนธันวาคม 2563 ซึ่งในการพยากรณ์อนุกรมเวลาทั้ง 2 วิธี มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีปรับให้เรียบโดยวินเทอร์แบบคูณ

วิธีปรับให้เรียบโดยวินเทอร์แบบคูณ เป็นวิธีการสร้างสมการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาลโดยมีการใช้ค่าปรับให้เรียบ 3 ค่า ได้แก่ α, γ และ β ที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยที่ α เป็นค่าปรับให้เรียบสำหรับแนวโน้ม γ เป็นค่าปรับให้เรียบสำหรับค่าความลาดชันและ β เป็นค่าปรับให้เรียบสำหรับฤดูกาล ซึ่งมีรูปแบบสมการพยากรณ์ [2] ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (S_t + b_t m) I_{t-L+m} \quad \text{เมื่อ} \quad m = 1,2,3..... \tag{1}$$

โดยที่ $\hat{Y}_{t+m}$ คือ ค่าพยากรณ์ของข้อมูล ณ เวลา $t+m$

L คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี เช่นถ้าเป็นข้อมูลรายเดือน $L = 12$

t คือ เวลา

m คือ ระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

S_t, b_t และ I_t คือค่าประมาณ ณ เวลา t ของพารามิเตอร์

สามารถหาค่าปรับให้เรียบ S_t, b_t, I_t ได้ดังนี้

$$S_t = \begin{cases} Y_2 & ;t=2 \\ \alpha Y_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) & ;t = 3,4,...,L+2 \\ \alpha \dfrac{Y_t}{I_{t-L}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) & ;t > L+2 \end{cases}$$

$$b_t = \begin{cases} Y_2 - Y_1 & ;t=2 \\ \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma) b_{t-1} & ;t>2 \end{cases}$$

$$I_t = \begin{cases} \dfrac{Y_t}{S_t} & ;t=2,3,...,L+2 \\ \beta \dfrac{Y_t}{S_t} + (1-\beta) I_{t-L} & ;t>L+2 \end{cases}$$

2. วิธีบอกซ์ - เจนกินส์

การพยากรณ์โดย วิธีบอกซ์ - เจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง และมีการกำหนดตัวแบบโดยการตรวจสอบคุณสมบัติของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Patial Autocorrelation Function : PACF) พิจารณาจากอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน

คงที่ มีตัวแบบในรูปทั่วไป คือ $\mathrm{SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s}$ ที่มีชื่อเต็มว่า Seasonal Autoregressive integrated moving average model of order $(p,d,q)(P,D,Q)$ [1] มีสมการตัวแบบดังนี้

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)\varepsilon_t \quad (2)$$

เมื่อ Y_t คือ อนุกรมเวลา ณ เวลา t

s คือ จำนวนฤดูกาล

d และ D คือ ลำดับที่ต้องการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B คือ ตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^S Y_t = Y_{t-S}$ และ $B^s \varepsilon_t = \varepsilon_{t-s}$

$\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_p(B^S)$ คือ ค่าคงที่ โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \ldots - \phi_p B^p$ คือ ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p : AR (p))

$\Phi_P(B^S) = 1 - \Phi_1 B^S - \Phi_2 B^{2S} - \ldots - \Phi_P B^{PS}$ คือ ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal autoregressive operator of order P , SAR (P))

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots - \theta_q B^q$ คือ ตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q

(Non-Seasonal Moving Average Operator of Order q : MA (q))

$\Theta_Q(B^S) = 1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} - \ldots - \Theta_Q B^{QS}$ คือ ตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (Seasonal moving averge operator of order Q, SMA (Q))

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์ - เจนกินส์ แสดงรายละเอียดดังนี้

1. พิจารณาอนุกรมเวลาว่าคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของข้อมูลอนุกรมเวลาหากพบว่าอนุกรมเวลาไม่คงที่ (Non-Stationary) จะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป ด้วยการแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมธรรมชาติ (Natural Logarithm) และการหาผลต่าง ผลต่างฤดูกาลของข้อมูลที่ทำการแปลงแล้ว (Difference or Seasonal Difference)

2. กำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้จากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่คงที่ คือกำหนดค่า p, q พร้อมทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

3. ประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบที่กำหนดด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

4. คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีเกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (Bayesian Information Criterion: BIC) ที่ต่ำที่สุด มีค่าสถิติบอกซ์ - เจนกินส์ที่ไม่มีนัยสำคัญ

5. พยากรณ์อนุกรมเวลาโดยตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด

การวัดความถูกต้องของค่าพยากรณ์

ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ (Forecast Error) เป็นการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ และยังเป็นการตรวจสอบว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์แตกต่างจากค่าของข้อมูลจริงมากน้อยเพียงใด ณ ช่วงเวลา t เดียวกันใด ๆ หากค่าจริงแตกต่างจากค่าพยากรณ์มากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ก็จะมีค่าสูง สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ คำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \tag{3}$$

เมื่อ e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

t คือ ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2 โดยที่ n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 2

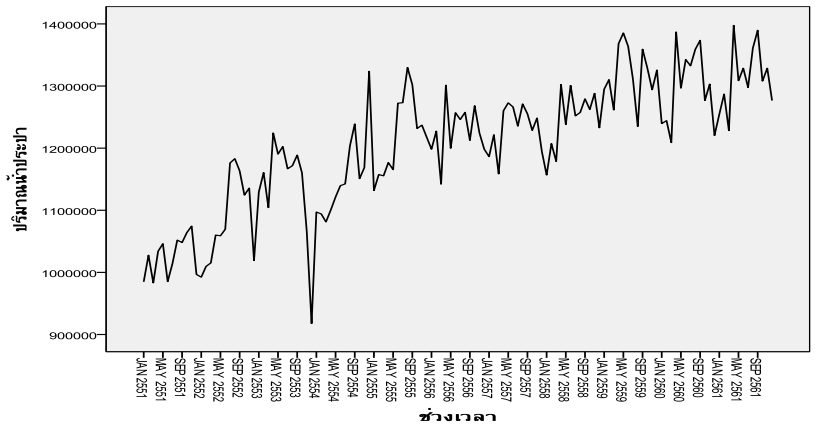
ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Abrolute Percentage Error: MAPE) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \left| \frac{e_t}{y_t} \right|}{n} \times 100 \tag{4}$$

การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์โดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย หรือ MAPE เป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริง จึงสามารถที่จะใช้ในการประเมินการพยากรณ์ได้อย่างเหมาะสม [4]

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปาของประชากรในอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2561 จำนวน 132 ค่า ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 พบว่า อนุกรมเวลาทั้งสองอำเภอ มีส่วนประกอบของแนวโน้ม และความผันแปรตามฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยมีการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันของข้อมูลทุก ๆ 12 ค่า นั้นคือ จำนวนฤดูกาลเท่ากับ 12 ($s=12$) แล้วจึงทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา ด้วยวิธีการปรับให้เรียบโดยวินเทอร์แบบคูณ และวิธีบอกซ์ - เจนกินส์



รูปที่ 1 ลักษณะเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปา (ลบ.ม/เดือน) ของประชากรในอำเภอเมืองสงขลา



รูปที่ 2 ลักษณะเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปา (ลบ.ม/เดือน) ของประชากรในอำเภอหาดใหญ่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์อนุกรมเวลา

1. การพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบโดยวินเทอร์แบบคูณ

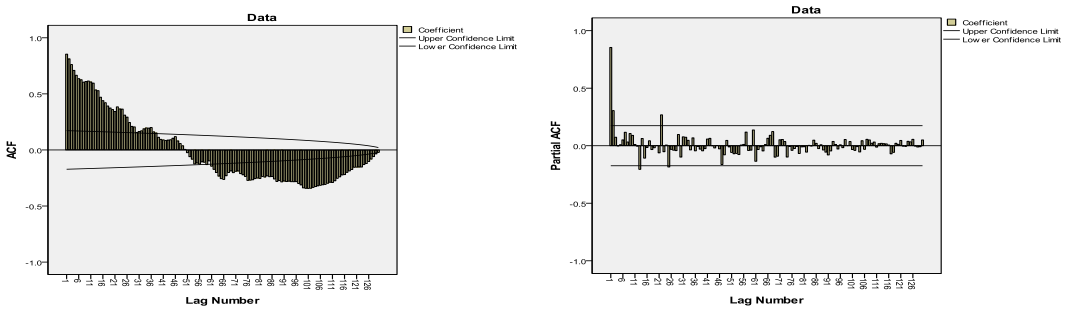
จากการนำข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปารายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2561 ไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ในอำเภอเมืองสงขลา ได้ค่า α = 0.309, γ = 0.001 และ β = 0.131 และในอำเภอหาดใหญ่ ได้ค่า α = 0.001, γ = 0.039 และ β = 0.150 ในอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ดังตัวแบบต่อไปนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (1313240.650 + 1248.146\,m)\,I_{t-L+m} \quad (5)$$

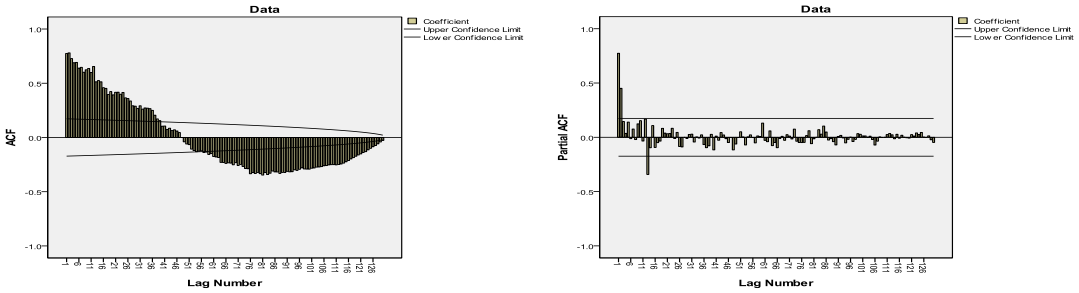
$$\hat{Y}_{t+m} = (971082.454 + 703.560\,m)\,I_{t-L+m} \quad (6)$$

2. การพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์ - เจนกินส์

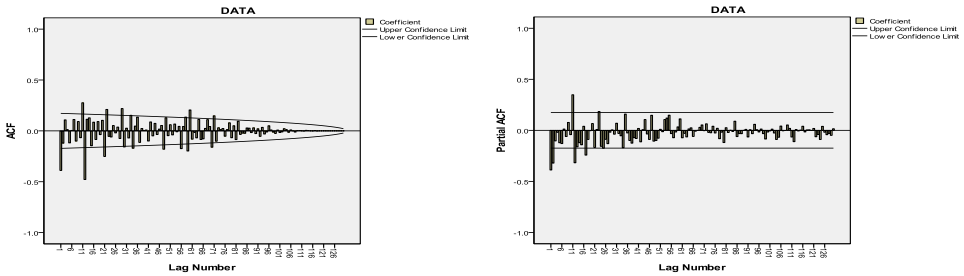
จากการพิจารณากราฟ ACF และ PACF ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปา ทั้งสองอำเภอยังไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้ม และความผันแปรตามฤดูกาล ดังนั้น จึงทำการแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมธรรมชาติ โดยการหาผลต่างและหาผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 เมื่อฤดูกาลเท่ากับ 12 ($d=1,\ D=1,\ s=12$) และก่อนนำไปใช้ในการกำหนดตัวแบบที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการพยากรณ์ พิจารณากราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่ได้ทำการแปลงข้อมูลแล้วดังรูปที่ 5 และ 6 ซึ่งพบว่าอนุกรมเวลาที่ได้ทำการแปลงข้อมูลมีลักษณะคงที่ จึงทำการกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ต่อไป



รูปที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปาอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา

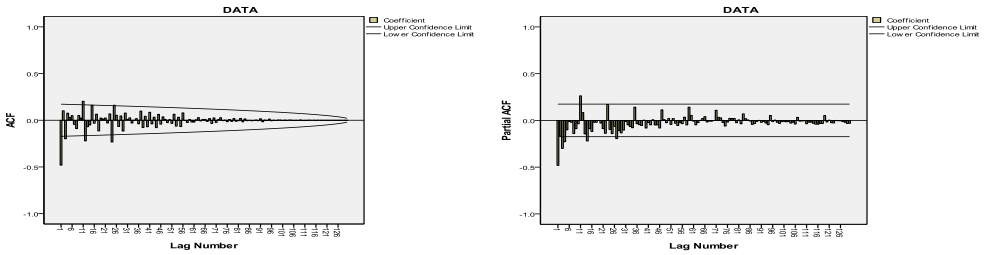


รูปที่ 4 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



รูปที่ 5 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปาอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา

เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่1 และลอการิทึมธรรมชาติ



รูปที่ 6 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลลำดับที่1 และลอการิทึมธรรมชาติ

ตารางที่ 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์แบบ ค่า BIC และค่าสถิติ Ljung - Box Q ของตัวแบบ $\mathrm{SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s}$ ของอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา

ค่าประมาณพารามิเตอร์		$\mathrm{SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s}$		
		SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	SARIMA $(0,1,2)(0,1,1)_{12}$	SARIMA $(1,1,1)(0,1,1)_{12}$
AR(1): ϕ_1	ค่าประมาณ	-	-	0.203
	p-value			0.106
MA(1): θ_1	ค่าประมาณ	0.690	-	0.832
	p-value	0.000		0.000
MA(2): θ_2	ค่าประมาณ	-	0.634	-
	p-value		0.000	
SMA(1): Θ_1	ค่าประมาณ	0.961	0.955	0.973
	p-value	0.000	0.018	0.160
BIC		21.866	21.903	21.902
Ljung - Box Q		12.034	13.335	15.011
p-value		0.742	0.576	0.451

ตารางที่ 2 ค่าประมาณพารามิเตอร์แบบ ค่า BIC และค่าสถิติ Ljung - Box Q ของตัวแบบ $\mathrm{SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s}$ ของอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ค่าประมาณพารามิเตอร์		$\mathrm{SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s}$		
		$\mathrm{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	$\mathrm{SARIMA}(0,1,1)(0,1,2)_{12}$	$\mathrm{SARIMA}(0,1,1)(1,1,1)_{12}$
MA(1): θ_1	ค่าประมาณ	0.870	0.820	0.809
	p-value	0.000	0.000	0.000
SAR(1): Φ_1	ค่าประมาณ	-	-	0.259
	p-value			0.073
SMA(1): Θ_1	ค่าประมาณ	0.818	-	0.989
	p-value	0.000		0.677
SMA(2): Θ_2	ค่าประมาณ	-	0.722	-
	p-value		0.993	
BIC		23.651	23.668	23.675
Ljung - Box Q		23.121	20.951	20.933
p-value		0.111	0.138	0.139

การกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ พิจารณาค่าพารามิเตอร์จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ของอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาโดยเลือกตัวแบบที่มีค่า BIC ต่ำสุด และมีค่าสถิติ Ljung - Box Q = 12.304, 23.121 โดยค่า p-value =0.742, 0.111 มากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.005 จะได้ตัวแบบการพยากรณ์ทั้ง 2 อำเภอ คือ ตัวแบบ $\mathrm{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ ดังนี้

$$\phi_0(\mathrm{B})\Phi_0(\mathrm{B}^{12})(1-\mathrm{B})(1-\mathrm{B}^{12})\mathrm{Y}_t = \delta + \theta_1(\mathrm{B})\Theta_1(\mathrm{B}^{12})\varepsilon_t$$

$$(1-\mathrm{B})(1-\mathrm{B}^{12})\mathrm{Y}_t = \delta + (1-\theta_1\mathrm{B})(1-\Theta_1\mathrm{B}^{12})\varepsilon_t$$

$$(1-\mathrm{B}^{12}-\mathrm{B}+\mathrm{B}^{13})\mathrm{Y}_t = \delta + (1-\Theta_1\mathrm{B}^{12}-\theta_1\mathrm{B}+\theta_1\Theta_1\mathrm{B}^{13})\varepsilon_t$$

$$\mathrm{Y}_t - \mathrm{Y}_{t\text{-}12} - \mathrm{Y}_{t\text{-}1} + \mathrm{Y}_{t\text{-}13} = \delta + \varepsilon_t - \Theta_1\varepsilon_{t\text{-}12} - \theta_1\varepsilon_{t\text{-}1} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t\text{-}13}$$

$$\mathrm{Y}_t = \delta + \mathrm{Y}_{t\text{-}1} + \mathrm{Y}_{t\text{-}12} - \mathrm{Y}_{t\text{-}13} - \theta_1\varepsilon_{t\text{-}1}$$

$$-\Theta_1\varepsilon_{t\text{-}12} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t\text{-}13} + \varepsilon_t \qquad (7)$$

เมื่อทำการตรวจสอบ Model ค่า δ ไม่มีนัยสำคัญ จึงได้ค่าประมาณพารามิเตอร์จากตารางที่ 1และตารางที่ 2 จะได้ตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลา ณ เวลา t ของอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} - 0.690\varepsilon_{t-1} - 0.961\varepsilon_{t-12} + 0.690(0.961)\varepsilon_{t-13} \quad (8)$$

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} - 0.870\varepsilon_{t-1} - 0.818\varepsilon_{t-12} + 0.870(0.818)\varepsilon_{t-13} \quad (9)$$

3. เลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม

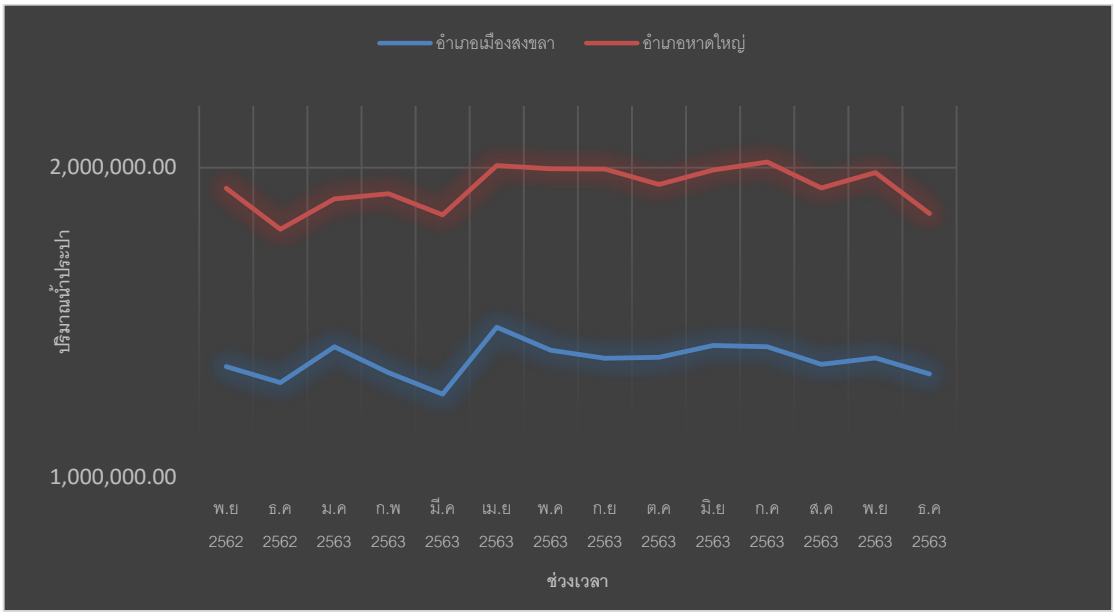
จากตัวแบบการพยากรณ์ที่ได้ โดยวิธีการปรับให้เรียบโดยวินเทอร์แบบคูณ และวิธีบอกซ์ - เจนกินส์ $\text{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 คือปริมาณการใช้น้ำประปาในอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึงเดือนตุลาคม 2562 จำนวน 10 ค่า ซึ่งมีเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ปริมาณการใช้น้ำประปาในอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาปี 2562 และค่าพยากรณ์แสดง

MAPE	อำเภอเมืองสงขลา	อำเภอหาดใหญ่
วิธีวินเทอร์แบบคูณ	2.313	3.385
วิธีบอกซ์ - เจนกินส์ $\text{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$	2.006	2.433

จากผลการคัดเลือกตัวแบบการพยากรณ์ พบว่า วิธีบอกซ์เจนกินส์ $\text{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาทั้ง 2 ชุดนี้ เนื่องจากมีค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีบอกซ์เจนกินส์ $\text{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำประปาทั้งสองอำเภอ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงเดือนธันวาคม 2563 ได้ดังตาราง 4

ตารางที่ 4 การพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงเดือนธันวาคม 2563 ด้วยตัวแบบ $\mathrm{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ (หน่วย: ลบ.ม)



สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและการคัดเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับปริมาณการใช้น้ำประปาในเขตอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยการนำข้อมูลปริมาณน้ำแบบรายเดือนจากเว็บไซต์การประปาส่วนภูมิภาค สาขาสงขลา และสาขาหาดใหญ่ จำนวน 142 ค่า ตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนตุลาคม 2562 สำหรับคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำสุด (MAPE) ผลการวิจัย พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาในเขตอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา คือ วิธีบอกซ์ - เจนกินส์ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์ $\mathrm{SARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$

จากค่าพยากรณ์เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำประปาของอำเภอหาดใหญ่มีการใช้น้ำประปามากกว่าอำเภอเมืองสงขลา และทั้ง 2 อำเภอมีแนวโน้มการใช้น้ำประปาที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย ทั้งนี้เมื่อเวลาผ่านไปจะมีค่าจริงเกิดขึ้นใหม่ จึงต้องตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ และทำการพยากรณ์ใหม่อีกครั้งหนึ่งว่าตัวแบบเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลใหม่ที่เกิดขึ้นร่วมด้วยในการตรวจสอบ เพื่อจะนำตัวแบบการพยากรณ์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการประกอบวางแผนตัดสินใจในการดำเนินงานให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] วรางคณา กีรติวิบูลย์. (2556). “การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธีบอกซ์-เจนกินส์วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีการพยากรณ์รวมสำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนในกรุงเทพมหานคร”. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 18(2); 149-160.

[2] ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. (2556). **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ: การวิเคราะห์อนุกรมเวลา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.

[3] การประปาส่วนภูมิภาค. (2019). **ข้อมูลสำนักงานประปา** (Online). https://www.pwa.co.th/, 20 พฤษภาคม 2562.

[4] ทรงศิริ แต้สมบัติ. (2539). **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

Development of Project Learning Management using Competency Based

โสภิตา สุวุฒโฑ[1*], ภราดร เสถียรไชยกิจ[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน มีการดำเนินงาน 5 ขั้นตอนคือ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐานตามกระบวนการวิธีระบบ มีผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ ผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.68 2) พัฒนาโมดูลการเรียนรู้ จำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ 1) การกำหนดแนวคิดและคุณลักษณะของสื่อ 2) การออกแบบและจัดทำแบบร่าง 3) การจัดเตรียมต้นฉบับ 4) การจัดวางองค์ประกอบ และ 5) การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพสื่อ แต่ละเรื่องประกอบด้วย แผนการเรียนรู้ ใบเนื้อหา สื่อ ใบงาน และแบบวัดประเมินผล 3) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ และวัดผลการเรียนรู้ เป็นการนำโมดูลและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาไปใช้กับผู้เรียนจำนวน 20 คน แล้ววัดผลหลังจบการเรียนรู้ ผลที่ได้คือ ผู้เรียนจำนวน 17 คน มีผลการเรียนสูงกว่า 80% โดยค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 20 คน เท่ากับ 87.1% อยู่ในเกณฑ์ดีมาก แบ่งเป็นด้านความรู้ 84.1% ทักษะ84.8% และคุณลักษณะ 92.5% 4) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในเกณฑ์ดี และทุกหัวข้อมีค่าเฉลี่ยในเกณฑ์ ดี-ดีมาก และขั้นตอนที่ 5) ประเมินสมรรถนะวิชาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านการออกแบบสื่อของผู้เรียน โดยผู้ประเมิน 3 ท่าน พิจารณาจากร่องรอยหลักฐานที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินพบว่า ผู้เรียนทั้ง 20 คน มีผลการประเมินสมรรถนะ "ผ่าน"แสดงถึงผู้เรียนทั้ง 20 คน มีสมรรถนะตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านการออกแบบสื่อ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้, การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน, ฐานสมรรถนะ

Abstract

The purpose of this research was to develop a model of learning management. And study the results of project-based learning by using competencies as a base There are 5 steps of operations. 1) Develop the model of project-based learning by using competencies as a base According to the process, method, system There are 5 experts assess the suitability and make suggestions. The evaluation results are very good, with an average value of 4.68. 2) Develop learning modules consisting of 5 topics: 1) Defining media concepts and characteristics 2) Designing and drafting 3) Preparation of manuscripts 4) Laying the composition and 5) checking and controlling the media quality Each story consists of Learning plans, content sheets, work sheets and evaluation forms. 3) Conduct learning management. And measure learning It is the implementation of modules and learning management models that have been developed for 20 students and measured after completion of the course. The result is 17 students with grades above 80% by the average grade point average. Knowledge of all 20 students, equal to 87.1% is very good. Divided into 84.1% knowledge, 84.8% skills and 92.5% characteristics. 4) Assess the Satisfaction of learners about learning management The evaluation results have an average of 4.20, which is good. And every topic has a good average - very good, and step 5) assess the professional competency of medical education technologists The media design of learners In which 3 assessors consider the evidence from evidence of learning management The results show that all 20 learners have "pass" performance assessments, indicating that all 20 students have met the criteria set by the professional standard. Medical education technologist Media design

Keywords: Learning Management, Project Learning Management, Competency Based

[1*]อาจารย์ประจำ สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
[2]อาจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
***Corresponding author, E-mail:** sophita.suw@mahidol.ac.th

บทนำ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สภาพแวดล้อม และเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลก ต้องเร่งปรับตัวให้เท่าทันกับยุคสมัย โดยเฉพาะด้านการศึกษา ต้องพัฒนาระบบการจัดการศึกษาให้สอดรับกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เอื้อต่อการเรียนรู้อย่างไร้ขีดจำกัด โดยกำหนดแนวทางการดำเนินงานที่เน้นสมรรถนะและความสามารถให้เป็นการเชื่อมโยงทั้งการศึกษาในระบบ นอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตซึ่งเน้นประสบการณ์บุคคล อันหมายถึง ความสามารถและหรือสมรรถนะของบุคคลที่สั่งสมไว้จากการศึกษาด้วยตนเอง ประสบการณ์จากการทำงาน การฝึกอบรมจากการปฏิบัติงาน หรือการฝึกอาชีพ (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2562)

แต่ในสภาวการณ์ปัจจุบันของประเทศไทย การผลิตและพัฒนากำลังคนในภาคการศึกษายังคงเป็นปัญหา เนื่องจากผู้เรียนและผู้สำเร็จการศึกษาส่วนใหญ่ยังขาดทักษะสำคัญที่จำเป็น และขาดสมรรถนะในการทำงานตามอาชีพ ส่งผลให้ไม่สามารถพัฒนาศักยภาพตนเอง และผลิตภาพของงานเพื่อการพัฒนาประเทศได้ ดังนั้นแนวทางการจัดการศึกษาจึงต้องให้ความสำคัญแก่ผู้เรียน เน้นด้านเทคนิคและวิชาชีพมากขึ้น ควบคู่กับการปฏิบัติงานร่วมกันเป็นทีมภายใต้โครงการต่างๆ ให้สอดรับกับการแข่งขันในยุคโลกาภิวัฒน์ และการจัดการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 ที่ออกแบบให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ รู้เท่าทันสารสนเทศ ใช้ความสร้างสรรค์ แสวงหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้การเป็นผู้ประกอบการและผู้ผลิต สามารถทำงานเป็นทีม มีความรับผิดชอบต่อส่วนรวม และไม่เพียงแค่การเรียนในห้อง แต่ควรใช้บริบทสภาพแวดล้อมหรือชุมชนร่วมด้วย ทั้งนี้ควรอยู่บนฐานของสมรรถนะวิชาชีพตามมาตรฐานอาชีพที่ได้กำหนด เพื่อให้มั่นใจว่าผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้จริงและตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559)

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ ซึ่งปฏิบัติงานผลิตสื่อด้านการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ ต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะวิชาชีพเฉพาะทางเพื่อสร้างสรรค์สื่อที่มีคุณภาพ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานที่ยึดสมรรถนะเป็นฐาน เนื่องจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมโครงงานเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญทุกขั้นตอน ใช้เทคนิคหลากหลายรูปแบบผสมผสานกัน ได้แก่ กระบวนการกลุ่ม การฝึกคิด การแก้ปัญหา การเน้นกระบวนการ การสอนความคิด ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงกับแหล่งความรู้ สามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับหลักการพัฒนาการคิดของ บลูม (Boom) ทั้งด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) ผนวกกับการนำแนวคิดด้านสมรรถนะและมาตรฐานอาชีพของนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ที่มีการกำหนดไว้แล้วมาเป็นแนวทาง (โสภิตา, 2555:168-177) เพื่อพัฒนาทั้งในส่วนของผู้เรียน ผู้สอน และชุมชน สังคม โดยผู้สอนเป็นผู้จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ได้กำหนด และใช้กิจกรรมโครงงานมอบหมายให้ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่อยากรู้ เป็นการตัดสินใจร่วมกัน จนได้ชิ้นงานที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชน สังคม และสามารถนำผลไปใช้ได้ในชีวิตจริง ถือเป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ประเทศไทยอย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

ขอบเขตของงานวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้ในการเรียนการสอน รายวิชาสื่อทางการแพทย์เพื่อการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล โครงงานมอบหมายการออกแบบ ผลิตสื่อด้านสุขภาพให้กับชุมชน สังคม

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ลงทะเบียนรายวิชาสื่อทางการแพทย์เพื่อการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ภาคการศึกษา 1/2562 จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง และใช้ทั้งหมดเป็นกลุ่มตัวอย่าง

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน มีกระบวนการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน และการเรียนรู้ตามฐานสมรรถนะ ผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญของแนวคิดในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ มีทักษะ และคุณลักษณะที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน โดยระบุแนวคิด จุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แนวคิด จุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

แนวคิด	1. การนำแนวคิดด้านสมรรถนะ ร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นแนวทางกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ คุณลักษณะที่สำคัญ จำเป็น และมีสมรรถนะตรงกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ 2. พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ 3. พัฒนาผู้ที่กำลังจะเข้าสู่การทำงานอาชีพให้มีสมรรถนะตามความต้องการที่แท้จริงในการปฏิบัติงาน
จุดมุ่งหมาย	1. ผู้เรียนมีสมรรถนะวิชาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านการออกแบบสื่อตามที่กำหนด 2. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะที่หลากหลายจากการเรียนรู้แบบใช้โครงงาน 3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามีความเหมาะสม ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ และส่งเสริมผลการเรียนรู้ให้ดีขึ้นได้
วัตถุประสงค์	1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา 2. เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่เหมาะสมตามมาตรฐานสมรรถนะอาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านการออกแบบสื่อตามที่กำหนด 3. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

1.2 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน และจัดทำเอกสารประกอบการประเมิน

1.3 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีคุณสมบัติตามกำหนดเป็นผู้ประเมิน

1.4 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ

2. พัฒนาโมดูลการเรียนรู้ โดยยึดตามแนวทางสมรรถนะ และหน่วยสมรรถนะวิชาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านการออกแบบสื่อตามที่กำหนดไว้แล้ว และผ่านการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานวิชาชีพด้านเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ จำนวน 32 ท่าน ประกอบด้วย 1 หน้าที่หลัก 5 หน่วยสมรรถนะ และ 15 สมรรถนะย่อย มาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดสมรรถนะที่ต้องการให้กับผู้เรียน (โสภิตา, 2555:168-177) เป็นการนำมาตรฐานอาชีพมาแปลงเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ มีขั้นตอนคือ

2.1 ศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโมดูลการเรียนรู้ให้เหมาะสมสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ และมาตรฐานอาชีพตามที่กำหนด

2.2 กำหนดโมดูลการเรียนรู้ โดยดูจากหน่วยสมรรถนะและสมรรถนะย่อยในมาตรฐานอาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ที่กำหนดไว้แล้ว และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ได้พิจารณากำหนดโมดูลจำนวน 5 เรื่อง เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการออกแบบสื่อด้านสุขภาพ ได้แก่ 1) การกำหนดแนวคิดและคุณลักษณะของสื่อ 2) การออกแบบและจัดทำแบบร่าง 3) การจัดเตรียมต้นฉบับ 4) การจัดวางองค์ประกอบ และ 5) การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพสื่อ

2.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับใช้ในการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินผลตามมาตรฐานการเรียนรู้

2.4 พัฒนาโมดูลการเรียนรู้ โดยแต่ละโมดูลประกอบด้วย แผนการเรียนรู้ ใบเนื้อหา สื่อ ใบงาน และแบบวัดประเมินผลที่ยึดตามแนวทางฐานสมรรถนะ

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐานและวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผู้เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ได้แก่ : ผู้สอน ผู้เรียน และชุมชน สังคม โดยผู้สอนเป็นผู้จัดการเรียนรู้ ชี้แนะ ส่งเสริม และจัดเตรียมสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินโครงงาน และชุมชนเป็นผู้ให้ข้อมูลปัญหาสุขภาพ ความต้องการด้านสื่อ และทดลองใช้สื่อที่ผู้เรียนสร้างขึ้น โดยทั้ง 3 ส่วน ร่วมกันสร้างและบูรณาการความรู้

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้และดำเนินการสอนในรายวิชาสื่อทางการแพทย์เพื่อการโฆษณาประชาสัมพันธ์ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 จัดเตรียมความพร้อมด้านสภาพแวดล้อม ทรัพยากร สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

3.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์ การจัดการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และมอบหมายโครงงานเพื่อฝึกทักษะการเรียนรู้

3.3 จัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่ปรับปรุงจาก ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557: 20-23) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาจากการศึกษาโรงเรียนในประเทศไทย โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน : โดยผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นเพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงงานจริง

3.3.2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ : เป็นการดึงดูดให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการเรียนรู้ และเลือกโครงงานตามที่สนใจ โดยให้ศึกษาสถานการณ์ จัดกิจกรรมเสริมทักษะ เล่นเกม ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ศึกษาดูงาน เชิญผู้มีประสบการณ์บรรยาย หรือใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการเรียนรู้

3.3.3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ : เป็นการใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันวางแผนดำเนินกิจกรรม ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม แบ่งหน้าที่เพื่อช่วยกันแสวงหาความรู้ ระดมความคิด อภิปรายหาข้อสรุปของกลุ่ม

3.3.4 ขั้นแสวงหาความรู้ : เป็นการแสวงหาความรู้เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในการทำกิจกรรม ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้แล้ว

3.3.5 ขั้นลงมือปฏิบัติ : การลงมือทำหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากผู้สอนเป็นระยะเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้น มักพบปัญหาที่ไม่คาดคิด ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา การประสานงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด การค้นหาความรู้เพิ่มเติม การบันทึกผลงาน การวิเคราะห์ผล และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมทีม

3.3.6 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้: เป็นการสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยผู้สอนใช้คำถาม นำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

3.3.7 ขั้นนำเสนอผลงาน : การนำเสนอโครงงานต่อชั้นเรียนและการนำสื่อไปใช้ในชุมชน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ทักษะด้านการสื่อสาร ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ โดยมีสื่อนำเสนอ วีดิทัศน์ รายงาน ตามที่กลุ่มจะคิดสร้างสรรค์

3.4 วัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยวัดทั้งภาคทฤษฎี ปฏิบัติ และคุณลักษณะของผู้เรียนระหว่างการเรียนรู้ในแต่ละโมดูล และในการปฏิบัติโครงงานที่มอบหมาย โดยใช้เกณฑ์ผ่านที่ร้อยละ 80 กล่าวคือ ผู้เรียนต้องได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

4. ประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

4.1 เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินออนไลน์ ข้อคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และคำถามปลายเปิด รวมถึงใช้วิธีการที่หลากหลายในการสอบถามความคิดเห็น ได้แก่ การให้ผู้เรียนสะท้อนความคิด (reflection) แบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม เพื่อเป็นข้อมูลเชิงลึกในการนำมาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนต่อไป

4.2 วิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียน

5. ประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบสื่อสุขภาพของผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนผ่านการเรียนรู้ครบตามโมดูลและแผนการเรียนรู้แล้ว จึงเข้าสู่กระบวนการประเมินสมรรถนะ โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ศึกษาแนวทางการประเมินสมรรถนะ และมาตรฐานอาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านการออกแบบสื่อเพื่อเข้าใจบทบาท หน้าที่ของผู้ประเมิน วิธีการประเมินและการตรวจสอบร่องรอยหลักฐานต่างๆ ในการประเมิน

5.2 ศึกษาเกณฑ์การปฏิบัติงานในหน่วยสมรรถนะของมาตรฐานอาชีพ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือการประเมินสมรรถนะวิชาชีพให้สอดคล้องและตรงตามมาตรฐานอาชีพที่กำหนด

5.3 กำหนดคุณสมบัติ และคัดเลือกผู้ประเมินสมรรถนะ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานอาชีพโดยตรง และมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี

5.4 กำหนดและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะ โดยทำความเข้าใจร่วมกันก่อนประเมิน

5.5 ผู้ประเมินทำการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบสื่อของผู้เรียนทั้ง 20 คน โดยพิจารณาจากร่องรอยหลักฐานที่แสดงถึงสมรรถนะการปฏิบัติงานในแต่ละหัวข้อตามเกณฑ์การปฏิบัติงานของมาตรฐานอาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์

5.6 วิเคราะห์ ตัดสินผล และสรุปผลการประเมินสมรรถนะ โดยใช้เกณฑ์ “ผ่าน” หรือ “ไม่ผ่าน”

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การหาค่าร้อยละ ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. การประเมินค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ใช้การหาค่าเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อ และคิดผลรวมค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามทั้งฉบับแล้วแปลความหมาย ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ของการแปลค่าเฉลี่ยในการตอบแบบสอบถามดังนี้

4.51 - 5.00	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญ / ผู้เรียน เห็นด้วยมากที่สุด เห็นว่าดีมาก หรือมีความพึงพอใจมากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญ / ผู้เรียน เห็นด้วยมาก เห็นว่าดี หรือมีความพึงพอใจมาก
2.51 - 3.50	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญ / ผู้เรียน เห็นด้วยปานกลาง เห็นว่าพอใช้ หรือมีความพึงพอใจปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญ / ผู้เรียน เห็นด้วยน้อย เห็นว่าควรปรับปรุง หรือมีความพึงพอใจน้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	ผู้เชี่ยวชาญ / ผู้เรียน เห็นด้วยน้อยที่สุด เห็นว่าไม่ดี หรือมีความพึงพอใจน้อยที่สุด

5. การประเมินสมรรถนะตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีผลการประเมิน คือ “ผ่าน” หรือ “ไม่ผ่าน”

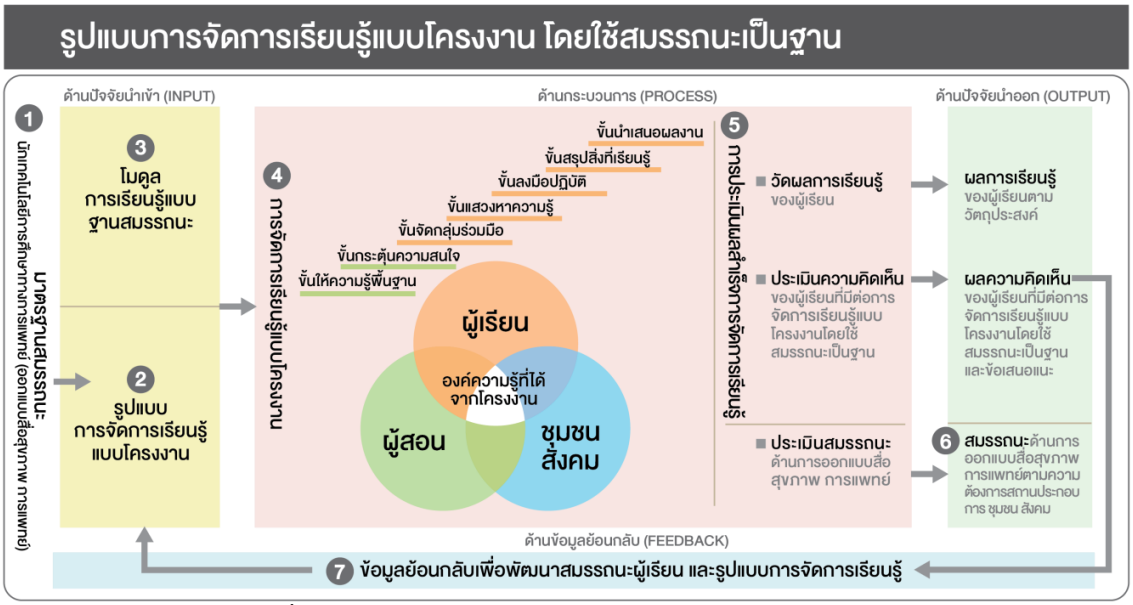
6. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากแบบสอบถามปลายเปิด การให้ผู้เรียนสะท้อนคิด ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ซึ่งมีผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

1.1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบหลัก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

ด้านปัจจัยนำเข้า (INPUT)

1) มาตรฐานสมรรถนะนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์

2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

3) โมดูลการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะ

ด้านกระบวนการ (PROCESS)

4) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ในการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ได้แก่ ผู้สอน ผู้เรียน และชุมชน และมีขั้นตอนจัดการเรียนรู้ดังนี้ 4.1) ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน 4.2) ขั้นกระตุ้นความสนใจ 4.3) ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ 4.4) ขั้นแสวงหาความรู้ 4.5) ขั้นลงมือปฏิบัติ 4.6) ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ 4.7) ขั้นนำเสนอผลงาน

5) การประเมินผลสำเร็จของการจัดการเรียนรู้

5.1) วัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

5.2) ประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

5.3) ประเมินสมรรถนะตามเกณฑ์การปฏิบัติงานในมาตรฐานอาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านการออกแบบสื่อ

ด้านปัจจัยนำออก (OUTPUT)

6) สมรรถนะนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ที่ได้จากการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

ด้านข้อมูลย้อนกลับ (FEEDBACK)

7) ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน และรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ด้าน	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
ด้านปัจจัยนำเข้า (INPUT)			
1. มาตรฐานสมรรถนะนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์	5.00	0.00	ดีมาก
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน	4.80	0.44	ดีมาก
3. โมดูลการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะ	4.40	0.54	ดี
ด้านกระบวนการ (PROCESS)			
4. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน			
4.1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน	4.80	0.44	ดีมาก
4.2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ	4.40	0.54	ดี
4.3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ	4.60	0.54	ดีมาก
4.4 ขั้นแสวงหาความรู้	4.60	0.54	ดีมาก
4.5 ขั้นลงมือปฏิบัติ	4.80	0.44	ดีมาก
4.6 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้	4.80	0.44	ดีมาก
4.7 ขั้นนำเสนอผลงาน	4.60	0.54	ดีมาก
5. การประเมินผลสำเร็จของการจัดการเรียนรู้			
5.1 วัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.40	0.54	ดี
5.2 ประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน	4.80	0.44	ดีมาก
5.3 ประเมินสมรรถนะตามเกณฑ์การปฏิบัติงานมาตรฐานอาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์	4.80	0.44	ดีมาก
ด้านปัจจัยนำออก (OUTPUT)			
6. สมรรถนะนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ที่ได้จากการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน	4.80	0.44	ดีมาก
ด้านข้อมูลย้อนกลับ (FEEDBACK)			
7. ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน และรูปแบบการจัดการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.68	0.42	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 โดยทุกรายการประเมินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี – ดีมาก (4.40–5.00) ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยมากที่สุด มีค่าคะแนนเฉลี่ย 5.00 คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ในหัวข้อ มาตรฐานสมรรถนะนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ และประเด็นด้านข้อมูลย้อนกลับ หัวข้อข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้เพิ่มองค์ประกอบด้านปัจจัยนำออกอีก 2 หัวข้อ คือ ผลการเรียนรู้ และ ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์

ในการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ ใช้กระบวนการวิธีระบบที่คำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์ในทุกองค์ประกอบ โดยเฉพาะการนำเอามาตรฐานสมรรถนะมาเป็นฐานในการพัฒนาผู้เรียน สามารถวัดและประเมินผลได้ตามเกณฑ์การปฏิบัติที่กำหนด ซึ่งแนวทางของสมรรถนะถูกนำมาประยุกต์ใช้จัดการศึกษาระดับต่างๆ จนเป็น

ที่ยอมรับจากผู้กำหนดนโยบายและผู้นำด้านหลักสูตรของแต่ละประเทศทั่วโลก และการนำเอาข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการรับฟังเสียงของผู้เรียนและการพัฒนาการเรียนการสอนให้ตอบสนองความต้องการได้อย่างแท้จริง

2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน มีดังนี้

2.1 ผลการพัฒนาโมดูลการเรียนรู้

โมดูลที่พัฒนามีจำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ 1) การกำหนดแนวคิดและคุณลักษณะของสื่อ 2) การออกแบบและจัดทำแบบร่าง 3) การจัดเตรียมต้นฉบับ 4) การจัดวางองค์ประกอบ และ 5) การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพสื่อ แต่ละเรื่องประกอบด้วย แผนการเรียนรู้ ใบเนื้อหา สื่อ ใบงาน และแบบวัดประเมินผลที่ยึดตามแนวทางฐานสมรรถนะ

การพัฒนาเป็นโมดูลการเรียนรู้ตามฐานสมรรถนะ ถือเป็นวิธีการในการพัฒนาหลักสูตร/รายวิชาแบบฐานสมรรถนะที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ เจตคติเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานตามมาตรฐานอาชีพที่กำหนด และผู้สอนสามารถนำโมดูลการเรียนรู้ที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเชื่อมั่นว่า การแปลงข้อกำหนดในมาตรฐานอาชีพไปสู่มาตรฐานการเรียนรู้ และพัฒนาไปสู่การออกแบบรายวิชาที่ใช้สมรรถนะเป็นฐานมีความถูกต้อง สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน ให้กับผู้เรียนจำนวน 20 คน เรียนตามแผนการรียนรู้และมอบหมายโครงงานออกแบบ ผลิตสื่อด้านสุขภาพ เพื่อให้ความรู้แก่ชุมชน สังคม เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดให้มีการวัด ประเมินผลทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ รวมถึงพิจารณาคุณลักษณะด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนแสดงออกจากการปฏิบัติงานมอบหมาย ผลที่ได้จากประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้ง 20 คน คือ ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้ ที่ระดับ 87.1% ซึ่งสามารถแยกเป็นด้านต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน ของผู้เรียนทั้ง 20 คน

	ผลการประเมิน		ค่าคะแนนเฉลี่ยของ
	ผู้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ 80% (คน)	ผู้มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ 80% (คน)	ผู้เรียนทั้ง 20 คน
ด้านความรู้	15	5	84.1%
ด้านทักษะ	18	2	84.8%
ด้านคุณลักษณะ	20	-	92.5%
รวมทุกด้าน	17	3	87.1%

(เกณฑ์ผ่านการประเมินในแต่ละรายการ ต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 80%)

ผลที่ได้ แสดงให้เห็นว่าค่าคะแนนเฉลี่ยโดยรวมในทุกด้านของผู้เรียนทั้ง 20 คน ผ่านเกณฑ์ประเมิน 80% ตามที่กำหนดไว้ โดยด้านคุณลักษณะมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 92.5% ด้านทักษะ 84.8% และด้านความรู้ 84.1% ตามลำดับ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานใช้วิธีการ และการประเมินที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ได้ดี

ที่สุด โดยบูรณาการการเรียนในชั้นเรียนร่วมกับการทำโครงงาน รวมถึงมีการใช้สื่อ กิจกรรม และช่องทางการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อเติมเต็มช่องว่างของการเรียนในชั้นเรียน และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของฐานสมรรถนะที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงถึง ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้ แต่ทั้งนี้มีผู้เรียนที่ไม่ผ่านการประเมินด้านความรู้ 5 คน และด้านทักษะ 2 คน และเมื่อรวมคะแนนทุกด้านไม่ผ่านเกณฑ์ 80% จำนวน 3 คน เนื่องจากข้อมูลที่ผู้เรียนนำมาแสดงในสื่อยังไม่ครบตามหัวข้อที่กำหนดในการประเมิน ซึ่งภายหลังได้มีการแก้ไขและส่งงานจนครบ มีผลผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว

2.3 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน

ผลจากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 16 คน ผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

ด้าน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลผล
1. ด้านรูปแบบและวิธีการจัดการเรียนรู้ (ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ = 4.04)			
1.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนมีความเหมาะสม	4	0.63	ดี
1.2 กิจกรรมในชั้นเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการปฏิบัติ	4.12	0.50	ดี
1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน	3.93	0.85	ดี
1.4 กิจกรรมโครงงานส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาได้	4.06	0.85	ดี
1.5 กิจกรรมโครงงานส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการปฏิบัติงานจริง	4.12	0.88	ดี
2. ด้านเทคนิค วิธีการจัดการเรียนรู้ (ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ = 4.08)			
2.1 ผู้สอนใช้เทคนิคและวิธีการถ่ายทอดความรู้ได้อย่างเหมาะสม	4	0.63	ดี
2.2 ผู้สอนเชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียนเข้าสู่การนำไปใช้หรือการประกอบวิชาชีพ	3.8	0.80	ดี
2.3 ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนให้ผู้เรียนทราบชัดเจน	4.31	0.60	ดี
2.4 ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมหรือซักถาม	4.56	0.62	ดีมาก
2.5 ผู้สอนแนะนำแหล่งค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง	3.75	0.93	ดี
3. ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ = 4.19)			
3.1 เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้จริง	3.87	0.80	ดี
3.2 เนื้อหามีความทันสมัย เหมาะสมกับสภาพการณ์ปัจจุบัน	4	1.03	ดี
3.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหัวเรื่องมีความเหมาะสม	4	0.89	ดี
3.4 เนื้อหามีความถูกต้อง	4.62	0.61	ดีมาก
3.5 เนื้อหาที่ใช้เข้าใจง่าย สื่อความหมายได้ชัดเจน ตรงประเด็น	4.5	0.63	ดี
3.6 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.37	0.61	ดี
3.7 เนื้อหาสอดแทรกเรื่องคุณธรรม จริยธรรม กฎหมายและจรรยาบรรณวิชาชีพในการปฏิบัติงาน	4	0.89	ดี
4. ด้านสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ (ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ = 4.29)			
4.1 เอกสาร ใบเนื้อหาที่ใช้ประกอบการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.31	0.70	ดี
4.2 สื่อประกอบการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.43	0.72	ดี
4.3 สื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้	4.06	1.12	ดี
4.4 สื่อสอดคล้องกับเนื้อหา ช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น	4.37	0.71	ดี
5. ด้านการวัดและประเมินผล (ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ = 4.26)			
5.1 ผู้สอนแจ้งวิธี และเกณฑ์การวัด-ประเมินผลให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน	4.31	0.87	ดี

ด้าน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลผล
5.2 วิธี และเกณฑ์การวัด ประเมินผลมีความเหมาะสม ยุติธรรม	4.43	0.62	ดี
5 .3 การวัดประเมินผลมีความสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง	4.06	0.85	ดี
6. ด้านความสัมฤทธิ์ผล (ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ = 4.65)			
6.1 ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้แบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้	4.5	0.73	ดี
6.2 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองเพิ่มขึ้นหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้	4.81	0.54	ดีมาก
7. ด้านสภาพแวดล้อม ทรัพยากรการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมสนับสนุนการเรียนรู้ (ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้ = 4.16)			
7.1 ห้องเรียนมีโสตทัศนูปกรณ์ที่มีความพร้อมสำหรับจัดการเรียนรู้	4.18	0.91	ดี
7.2 ห้องเรียนมีสภาพเหมาะสมสำหรับการทำกิจกรรม/ฝึกปฏิบัติเพื่อการเรียนรู้	4.18	0.98	ดี
7.3 การใช้สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายทำให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น	4.12	1.08	ดี
รวมผลคะแนนเฉลี่ย	**4.20**	**0.78**	**ดี**

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นในภาพรวมต่อการจัดการเรียนรู้ ว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 โดยทุกรายการประเมินมีค่าเฉลี่ยระดับดี – ดีมาก (3.75-4.81) ประเด็นที่ผู้เรียนพึงพอใจมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ด้านความสัมฤทธิ์ผล : ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองเพิ่มขึ้นหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.81 รองลงมาคือ เนื้อหามีความถูกต้อง ค่าเฉลี่ย 4.62 และ ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมหรือซักถาม ค่าเฉลี่ย 4.56 ส่วนประเด็นอื่นๆ ทุกหัวข้ออยู่ในระดับดี เช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดจากการได้ร่วมเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐานดังนี้ การทำกิจกรรมโครงงานทำให้ได้ฝึกทักษะหลายด้าน ได้ศึกษาและทำงานจากประเด็นปัญหาที่แท้จริงที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจความต้องการด้านสื่อกับกลุ่มเป้าหมาย ทำให้ได้รับรู้ปัญหา ความต้องการโดยตรง ได้ฝึกทักษะการสัมภาษณ์ การเก็บข้อมูล การตั้งคำถาม การมีปฏิสัมพันธ์กับชุมชน กล้าแสดงออก ได้ฝึกทักษะการสังเกต การสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อคัดกรองข้อมุลที่สำคัญและจำเป็นนำมาทำสื่อ ได้ข้อมูลจริงเพื่อใช้ในการวางแผนผลิตสื่อ ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นทีม ได้รู้บทบาทหน้าที่ของผู้ผลิตสื่อชัดเจนยิ่งขึ้น การทำงานจริงได้เห็นสภาพปัญหาจริง ข้อจำกัดต่างๆ ทั้งด้านสุขภาพและสื่อ ได้เข้าใจพฤติกรรมการใช้ชีวิตของคนแต่ละ generation เพื่อปรับมุมมองและใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบสื่อต่อไปได้

ในส่วนข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้คือ ต้องการเวลาในการลงพื้นที่หรือเก็บข้อมูลมากกว่านี้ จะได้ไม่เร่งรีบในการสอบถามหรือเก็บข้อมูลจากกลุ่มที่ไปสัมภาษณ์ และอยากมีโอกาสลงพื้นที่ในที่ที่หลากหลาย จะได้เห็นสถาพปัญหาที่แตกต่างกันมากกว่านี้ รวมถึงต้องการความรู้ที่จำเป็นเพิ่มขึ้นเช่นเรื่อง วัสดุในการจัดทำสื่อ ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำมาพัฒนาและปรับปรุงสำหรับการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

2.4 ผลการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบสื่อทางการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ผู้รับการประเมินสรรถนะ 20 คน ได้รับการประเมินสมรรถนะนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านการออกแบบสื่อสุขภาพตามที่ได้กำหนด โดยมีผู้ประเมินสมรรถนะจำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินในแต่ละสมรรถนะ โดยใช้แบบประเมินสมรรถนะที่ได้พัฒนาขึ้น ประเมินทั้งสิ้น 5 สมรรถนะคือ การกำหนดแนวคิดและคุณลักษณะของสื่อ การออกแบบและจัดทำแบบร่าง การจัดเตรียมต้นฉบับ การจัดวางองค์ประกอบ และการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพสื่อ

ผลการประเมินคือ ผู้รับการประเมินสมรรถนะทั้ง 20 คน มีผล "ผ่าน" ทุกหน่วยสมรรถนะตามเกณฑ์การประเมิน

ทั้งนี้เนื่องจากการประเมินสมรรถนะใช้แนวทางการปฏิบัติและดำเนินการตามขั้นตอน โดยผู้วิจัยศึกษาจากแนวทางของกลุ่มอาชีพที่ได้ดำเนินการประเมินสมรรถนะมาแล้ว ตามที่ ธีรพงษ์ (2549) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนามาตรฐานอาชีพของผู้ประเมินสมรรถนะวิชาชีพตามระบบคุณวุฒิวิชาชีพ และกล่าวว่าวิธีการประเมินสมรรถนะวิชาชีพนี้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงในอาชีพ และช่วยกระตุ้นให้ผู้รับการประเมินพัฒนาสมรรถนะของตนเองได้ รวมถึงมีความภาคภูมิใจในสมรรถนะของตนเอง และต้องการพัฒนาสมรรถนะตนเองอย่างต่อเนื่อง

สรุปผลการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบหลัก ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ย 4.68 มีความเหมาะสมในเกณฑ์ดีมาก

2. โมดูลการเรียนรู้ที่พัฒนา มีจำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ 1) การกำหนดแนวคิดและคุณลักษณะของสื่อ 2) การออกแบบและจัดทำแบบร่าง 3) การจัดเตรียมต้นฉบับ 4) การจัดวางองค์ประกอบ และ 5) การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพสื่อแต่ละเรื่องประกอบด้วย แผนการเรียนรู้ ใบเนื้อหา สื่อ ใบงาน และแบบวัดประเมินผล

3. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 20 คน หลังจากเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน พบว่า ผู้เรียนจำนวน 17 คน มีผลการเรียนสูงกว่า 80% โดยค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 20 คน เท่ากับ 87.1% อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้สมรรถนะเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในเกณฑ์ดี และทุกหัวข้อมีค่าเฉลี่ยในเกณฑ์ ดี-ดีมาก

5. ผลการประเมินสมรรถนะวิชาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านการออกแบบสื่อของผู้เรียน โดยผู้ประเมิน 3 ท่าน พิจารณาจากร่องรอยหลักฐานที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนทั้ง 20 คน มีผลการประเมินสมรรถนะ "ผ่าน"

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. **ประกาศกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปี 2562.**

ดุษฎี โยเหลา และ คณะ. **การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย**. กรุงเทพฯ : หจก. ทิพยวิสุทธ, 2557.

ธีรพงษ์ วิริยานนท์. **การพัฒนามาตรฐานอาชีพของผู้ประเมินสมรรถนะวิชาชีพตามระบบคุณวุฒิวิชาชีพ**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. **การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน**. 2550: กรุงเทพมหานคร.

_____. **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579**.

โสภิตา สุวุฒโฑ. **การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพนักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2555.

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยบทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ

A Comparison of Learning Achievement in History Subject Entitled Neighboring Countries for Grade 6 Students through Learning by Programmed Instructions and Traditional Teaching Method

ดาริกา ขุนพิทักษ์[1*], อรนุช ลิมตศิริ[2]

Darika Khunpitak [1*], Oranuch Limtasiri [2]

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป และการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนอนุบาลระนอง จังหวัดระนอง จำนวน 47 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายแบบจับสลาก เป็นกลุ่มทดลองโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนอนุบาลระนอง จังหวัดระนอง จำนวน 47 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายแบบจับสลาก เป็นกลุ่มควบคุม โดยใช้แผนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) บทเรียนสำเร็จรูปประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน จำนวน 4 เล่ม 2) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน จำนวน 9 แผน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก ที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.824 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่า E1/E2 และทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ dependent Sample t-test และ Independent Sample t-test ผลการวิจัยพบว่า (1) บทเรียนสำเร็จรูป ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.04/82.44 ซึ่งตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป หลังการจัดการเรียนการสอน สูงกว่า ก่อนการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป สูงกว่า การสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป เป็นการเรียนรู้ศึกษาด้วยตนเอง ครูควรมีความรู้ในการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปเป็นอย่างดี มีความแม่นยำในเนื้อหาและการจัดกิจกรรม มีการทดลองปฏิบัติกิจกรรมจริง เพื่อให้ทราบปัญหาหรือข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นในห้องเรียน เป็นการเตรียมแก้ไขและปรับปรุงกิจกรรมให้เหมาะสมและเกิดปัญหาน้อยที่สุด

คำสำคัญ: บทเรียนสำเร็จรูป, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2]รองศาสตราจารย์ ดร. อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาอิสระ สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): daly.am@hotmail.com

Abstract

The purpose of this research were 1) to develop and examine the efficiency of Programmed Instructions to meet the criterion standard at 80/80 2) to compare learning achievement in History Subject Entitled Neighboring Countries for Grade 6 Students between before and after learning by Programmed Instructions, 3) to compare learning achievement in History Subject Entitled Neighboring Countries for Grade 6 Students between before and after learning by Traditional Teaching Method, 4) to compare learning achievement in History Subject Entitled Neighboring Countries for Grade 6 Students Learning by Programmed Instructions and Traditional Teaching Method. The sample of this research who was simple random sampling consisted of 47 students who studying in grade 6/4 in 2019 academic year, Anuban Ranong School, Ranong Province. learning from Programmed Instructions and simple random sampling of 6/3 student who was simple random sampling as a control group. The research instruments included 1) four History Subject Programmed Instructions entitled Neighboring Countries. 2) Nine ‘Neighboring Countries’ lesson plans 3) 30 items of learning achievement tests with 4 multiple choices. The test reliability value was 0.824. The statistic employ for data analysis were mean, standard deviation E1/E2, dependent Sample t-test and Independent Sample t-test . The research findings were as follow : 1. The efficiency criterion of Programmed Instructions entitled Neighboring Countries for Grade 6 Students were found at 81.04/82.44 based on the standardized efficiency criteria of 80/80. 2. The learning achievement in History subject entitled Neighboring Countries for Grade 6 students after learning by Programmed Instructions was significantly higher than before learning at .05 level according with the hypothesis. 3. The learning achievement in History subject entitled Neighboring Countries for Grade 6 students after learning by traditional teaching method was significantly higher than before learning at .05 level. 4. The learning achievement in History subject entitled Neighboring Countries for Grade 6 who learned by Programmed Instructions were significantly higher than the students who learned by Traditional Teaching Method at .05 level.

Keywords: Programmed Instructions, learning achievement

บทนำ

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการจัดการเรียนรู้จึงส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และพัฒนาการทางสมอง เน้นให้ทั้งความรู้และคุณธรรม โดยมีจุดเน้นสำคัญให้ผู้เรียนเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพบนพื้นฐานของคุณธรรม จริยธรรม และมีจิตสำนึกต่อการเป็นพลเมืองที่ดี ภายใต้การปกครองตามระบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข และรู้จักการใช้เทคโนโลยีเพื่อปรับใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ให้สอดคล้องกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนต้องมีทักษะการใช้ชีวิตให้ทันต่อบริบทการเปลี่ยนแปลงของโลกที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว รู้จักการค้นคว้าจากทรัพยากรหรือแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย มีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล มีความรับผิด การทำงานเป็นทีม และ

รู้จักการใช้เทคโนโลยีอย่างถูกต้องและเหมาะสม ครูจำเป็นต้องเปลี่ยนบทบาทจากเดิม เปิดกว้างยอมรับความเปลี่ยนแปลง ให้ความสำคัญกับข้อมูลข่าวสาร บูรณาการการใช้เทคโนโลยี เน้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ มีทักษะการคิดขั้นสูง โรงเรียนต้องปรับหลักสูตรให้สอดคล้องและทันต่อการเปลี่ยนแปลง กระตุ้นการสร้างความร่วมมือกับชุมชนเป็นการสร้างทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

การจัดการเรียนรู้ในวิชาสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เป็นวิชาหนึ่งใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องจัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียน ว่าด้วยการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนถึง มัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นสาระการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยศาสตร์หลายแขนง ได้แก่ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ นิติศาสตร์ จริยธรรม มีความสัมพันธ์กัน ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจการดำรงชีวิตของมนุษย์ ปรับตัวตามสภาพแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงของโลกและภูมิภาค บนพื้นฐานของความหลากหลายทางวัฒนธรรม การยอมรับความแตกต่างของบุคคล มีคุณธรรม จริยธรรม สามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในการดำเนินชีวิต เป็นพลเมืองที่ดี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553 : 4) วิชาสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 4 ประวัติศาสตร์ ได้กำหนดมาตรฐาน ส.4.2 เข้าใจพัฒนาการของมนุษยชาติจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ในด้านความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์อย่างต่อเนื่อง ตระหนักถึงความสำคัญและสามารถ วิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้น มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาเปรียบเทียบเรื่องราวของประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน การเปลี่ยนแปลงทางสังคมจากอดีตสู่ปัจจุบัน จนเกิดความรู้ความเข้าใจว่าประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และมีประเทศเพื่อนบ้านหลายประเทศ ซึ่งประเทศเพื่อนบ้านของประเทศไทยต่างก็มีความหลากหลายทางด้านประชากร ภาษา ศาสนา เราจะทำอย่างไรเพื่อให้อยู่ร่วมกันได้อย่างสงบสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา ครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนโดยครูเป็นศูนย์กลาง ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนเพียงด้านเดียว โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและนำไปใช้ได้ ซึ่งผลการปฏิบัติไม่ได้เป็นเช่นนั้น จากการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนในปีที่ผ่านมา ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 65.67 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 70 (โรงเรียนอนุบาลระนอง, 2561) พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีการเรียนรู้โดยการท่องจำ ไม่ตอบสนองความต้องการแต่ละบุคคล มีผู้เรียนจำนวนน้อยมากที่สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในเรื่องประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งประเทศไทยได้เข้าร่วมการเป็นประเทศสมาชิกอาเซียน จึงจำเป็นต้องเข้าใจความแตกต่างของแต่ละประเทศ และบทบาทหน้าที่ของประเทศไทยในฐานะประเทศในสมาชิกอาเซียน ผู้เรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในประเทศเพื่อนบ้าน รากฐานทางวัฒนธรรมที่เราต้องเรียนรู้ของแต่ละประเทศ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหายากและไม่ค่อยให้ความสนใจเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนในสาระประวัติศาสตร์ เรื่องประเทศเพื่อนบ้านไม่อยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ อีกทั้ง ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนที่ไม่หลากหลาย มีการวางแผนการจัดการเรียนการสอนที่ยังไม่ดีพอ ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชา การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ น่าสนใจ จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทเรียนสำเร็จรูปเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง บทเรียนสำเร็จรูปเปรียบเสมือนครูผู้สอนที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดการค้นคว้าด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนได้ ผู้ศึกษาจึงนำ

บทเรียนสำเร็จรูปมาใช้ในการสอนเรื่องประเทศเพื่อนบ้าน บทเรียนสำเร็จรูปนี้เป็นสื่อ การเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เพราะเนื้อหาแต่ละขั้นมีขนาดสั้นและเป็นลำดับขั้นตอน ช่วยให้ผู้เรียนตอบคำถามและเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย เมื่อผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง เป็นการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ต่อไปด้วยตนเอง เป็นการตอบสนองความแตกต่างของแต่ละบุคคลได้เป็นอย่างดี (ทิศนา แขมณี, 2552 : 16) และงานวิจัยของศรีเรือน ใกล้ชิด (2557 : 71) ได้พัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า บทเรียนสำเร็จรูป มีประสิทธิภาพ 87.93/86.78 และนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แผนปกติ กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในด้านความพึงพอใจนักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ มาก

ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป วิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยบทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองและประสิทธิภาพ

1.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สำหรับหาประสิทธิภาพของแบบเรียนสำเร็จรูปและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลระนอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระนอง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 143 คน แบ่งเป็น 4 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 8 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 41 คน นักเรียนชันประถมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 47 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 จำนวน 47 คน

1.1.2 กลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1.1.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของแบบเรียนสำเร็จรูปสังคมศึกษา เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก จำนวน 41 คน จากประชากร จำนวน 146 คน คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนอนุบาลระนองโดยสำรวจผลการเรียนรายวิชาประวัติศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้

กลุ่มเก่ง คือ กลุ่มที่มีคะแนนผลการเรียนรู้ 70 คะแนนขึ้นไป

กลุ่มปานกลาง คือ กลุ่มที่มีคะแนนผลการเรียนรู้ 60 - 69 คะแนน

กลุ่มอ่อน คือ กลุ่มที่มีคะแนนผลการเรียนรู้ต่ำกว่า 60 คะแนน

การหาประสิทธิภาพ กลุ่มทดลองแบบรายบุคคล (1 : 1) ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป วิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิและการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก แบบรายบุคคล จำนวน 3 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มอ่อน 1 คน (คละกัน)

การหาประสิทธิภาพ กลุ่มทดลองแบบกลุ่มย่อย (1 : 9) ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูปประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิและการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก แบบกลุ่มย่อย จำนวน 9 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 คน กลุ่มปานกลาง 3 คน และกลุ่มอ่อน 3 คน (คละกัน)

การหาประสิทธิภาพ กลุ่มทดลองภาคสนาม (1 : 30) ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูปประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิและการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก แบบภาคสนาม จำนวน 30 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 10 คน กลุ่มปานกลาง 10 คน และกลุ่มอ่อน 10 คน (คละกัน)

1.1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 โรงเรียนอนุบาลระนอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระนอง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปสังคมศึกษา เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน จำนวน 47 คน

1.1.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นกลุ่มควบคุมในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6/3 โรงเรียนอนุบาลระนอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาระนอง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน จำนวน 47 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาประวัติศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ดังนี้

6.2.1 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดย independent samples t-test

6.2.2 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ independent samples t-test

6.2.3 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้ dependent samples t-test

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเองทั้งหมด ตามขั้นตอนดังนี้

1. ทดสอบความรู้ก่อนเรียน (Pre-test) ของกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ที่สร้างขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ใช้กับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 จำนวน 47 คน

3. ดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนเอง โดยใช้การสอนแบบปกติ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ใช้กับกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 47 คน จำนวน 9 แผน แผนละ 60 นาที

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการทดสอบความรู้หลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่ได้ดังนี้

4.1 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.2 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.3 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

5. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1 ตัวแปรต้น ได้แก่วิธีการสอนสังคมศึกษา แบ่งออกเป็น 2 วิธี

1.1 การเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป

1.2 การเรียนด้วยวิธีแบบปกติ

2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาประวัติศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 แผน 9 ชั่วโมง

2 บทเรียนสำเร็จรูปประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวน 4 เล่ม ดังนี้

เล่มที่ 1 ที่ตั้งของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

เล่มที่ 2 อธิบายสภาพสังคม เศรษฐกิจ การเมืองการปกครองของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ประเทศส่วนที่เป็นแผ่นดิน)

เล่มที่ 3 อธิบายสภาพสังคม เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง ของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ประเทศส่วนที่เป็นเกาะ)

เล่มที่ 4 ความเหมือนและแตกต่างระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน

3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1.บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพเท่ากับ81.04/82.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามลำดับขั้นตอน 3 ขั้นตอน

การทดลอง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนระหว่างเรียน (190 คะแนน)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ (30 คะแนน)		ประสิทธิภาพ
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ (E_1)	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ (E_2)	E_1/E_2
รายบุคคล	3	152.00	80.00	24.00	80.00	80.00/80.00
กลุ่มย่อย	9	152.44	80.23	24.44	81.48	80.23/81.48
ภาคสนาม	30	154.03	81.04	24.73	82.44	81.04/82.44

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ตามลำดับขั้นตอนของการการหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ทั้ง 3 ขั้นตอน พบว่า การหาประสิทธิภาพขั้นที่ 1 (แบบรายบุคคล) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/80.00 ขั้นที่ 2 (แบบกลุ่มย่อย) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.23/81.48 และขั้นที่ 3 (แบบภาคสนาม) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.04/82.44นั่นคือ ประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

2.ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุม

นักเรียน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	47	12.34	3.066	1.219	.226*
กลุ่มควบคุม	47	11.49	3.676		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่ม ของผู้เรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.34 คะแนน กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.49 คะแนน ดังนั้นจากการทดสอบสถิติ t พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนการสอน สูงกว่า ก่อนการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐาน

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน – หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	Sig.
ก่อนเรียน	47	12.34	3.066	-8.670	.000*
หลังเรียน	47	18.02	6.361		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 12.34 คะแนน และหลังเรียนเท่ากับ 18.02 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป สูงกว่า การสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐาน

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุม

นักเรียน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	Sig.
กลุ่มทดลอง	47	18.02	6.361	2.437	.000*
กลุ่มควบคุม	47	15.09	5.270		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.02 คะแนน กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.09 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างกันเท่ากับ 2.93 คะแนน ดังนั้น การทดสอบสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยบทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

บทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพดังกล่าว เนื่องจากได้จัดทำ พัฒนา บทเรียนสำเร็จรูปให้มีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและระดับการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนกระบวนการ สร้างที่เป็นระบบ โดยการศึกษาเอกสาร เนื้อหาเพื่อจัดทำบทเรียนสำเร็จรูป สอดคล้องกับ ทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้ของ Thorndike (เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง 2555 : 23) ประกอบด้วย 1) กฎแห่งความพร้อม เมื่อผู้เรียนมีความพร้อมก็จะเรียนรู้ เกิดความพึง

พอใจเกิดความสุข ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น 2) กฎแห่งการฝึกหัด มีการเรียบเรียงเนื้อเป็นส่วนย่อย จัดลำดับการนำเสนอจากง่ายไปหายาก มีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้หลากหลายรูปแบบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและแรงจูงใจในการทำบทเรียนสำเร็จรูปที่ท้าทายความสามารถในหลายรูปแบบ 3) หลักกฎแห่งผล เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ และทำแบบฝึกหัดอย่างต่อเนื่อง สามารถตรวจคำตอบและได้รับรู้ผลสำเร็จที่เกิดจากการเรียนรู้ของตน ช่วยให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียนมากขึ้น และอยากเรียนรู้ในเรื่องต่อไป มีการเสริมแรงทางบวกเพื่อจูงใจให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ ตามศักยภาพของตน ส่งผลให้เกิดความรู้ที่คงทน สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner ที่กล่าว ไว้ว่า การเสริมแรงและกระตุ้นให้กำลังใจทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น (ถวัลย์ มาศจรัส 2546 :19) บทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้น มีการผ่านการหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 3 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลองรายบุคคล กลุ่มทดลองแบบกลุ่มย่อย และกลุ่มทดลองภาคสนาม เพื่อปรับปรุงให้บทเรียนสำเร็จรูปมีคุณภาพและเหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ **6** หลังการจัดการเรียนการสอน สูงกว่า ก่อนการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐาน แสดงให้เห็นว่า การสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากบทเรียนสำเร็จรูปมีข้อดีคือ เป็นการศึกษาได้ด้วยตัวเอง นักเรียนได้เรียนรู้ตามขั้นตอน จากเนื้อหาง่ายไปหาเนื้อหาที่ยากขึ้นและทราบผลการเรียนรู้ ของตนเองทุกขั้นตอน นักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนในเวลาใดก็ได้ และเมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป สูงกว่า การสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เนื่องจากบทเรียนสำเร็จรูป เป็นการศึกษาด้วยตนเองตามขั้นตอนจากเนื้อหาที่ง่ายไปหาเนื้อหาที่ยากขึ้นตามลำดับ และเมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาสามารถกลับไปทบทวนแล้วค่อยเรียนเนื้อหาต่อไป จึงเป็นการตอบสนองความแตกต่างของแต่ละบุคคลได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลิตา งามเพริดพริ้ง (2561 : บทคัดย่อ หน้า 10) ได้กล่าวไว้ว่าบทเรียนสำเร็จรูปนั้นมีข้อดี คือ การส่งเสริมให้ นักเรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนได้เรียนรู้ เป็นขั้นตอนทีละน้อย และทราบผลการเรียนรู้ ของตนเองทุกขั้นตอนสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน เพราะนักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนในเวลาใด เมื่อไหร่ก็ได้ ตามความพอใจของนักเรียน

จากผลการใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปสามารถทำคะแนนได้ดีและผ่านเกณฑ์การประเมินทุกคน นักเรียนมีความสนุกกับการทำกิจกรรมใหม่ ๆ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ในแต่ละเนื้อหาสาระเริ่มจากเนื้อหาสาระที่ง่ายๆไปสู่เนื้อหาสาระที่ยากขึ้นตามลำดับ และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เกิดความภาคภูมิใจ เมื่อปฏิบัติได้ถูกต้อง มีการเสริมแรงทางบวกให้กับนักเรียน นักเรียนทราบคะแนนของตนเอง สามารถปรับปรุงและพัฒนาตนเองได้ บทเรียนสำเร็จรูปนี้จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้สอนได้อย่างดี

โดยสรุปบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ประเทศเพื่อนบ้าน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนสอน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่คงทน ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประเทศ

เพื่อนบ้านของไทย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นข้อมูลในการติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสังคม และเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สาระอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง. (2555). **การพัฒนาสื่อ นวัตกรรมทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท บุ๊คส์จำกัด.

งานทะเบียนและวัดผลการเรียนรู้. 2561. โรงเรียนอนุบาลระนอง อำเภอเมือง จังหวัดระนอง.

ทิศนา แขมมณี. (2552). **รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย.** กรุงเทพ ฯ : แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552

ลลิตา งามเพริดพริ้ง .2561.**การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศรษฐศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ** . บัณฑิตศึกษา. สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้. มหาวิทยาลัยรามคำแหง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา .(2553). แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: พิมพ์ครั้งที่ 2, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้

THE DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY MEDIA TO ENHANCE LEARNING ACHIEVEMENT ON TECHNOLOGY (COMPUTING SCIENCE) SUBJECT FOR PRATOMSUKSA STUDENTS IN SOUTHERN BORDER

ยัสมูน สาและ[1*], นูรูลฟารีซา บินยาโก๊ะ[2] , มูนีเร๊าะ ผดุง[3*]

Yasmoon Salaeh[1*], Nurulfarisa Binyakob[2] , Muneeroh Phadung[3]

บทคัดย่อ

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยประยุกต์กระบวนการแบบ ADDIE MODEL 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 3) ศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ 1) AR จิ๊กซอว์ปริศนา 2) แบบประเมินคุณภาพสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ ผลการศึกษาพบว่า 1) การออกแบบและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยประยุกต์กระบวนการแบบ ADDIE MODEL ด้านการออกแบบสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.58, S.D. = 0.69) และด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67 และ S.D. = 0.58) 2) ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหลังเรียนสูงกว่าและแตกต่างจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และ 3) การประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมของนักเรียนอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 2.71, S.D.= 0.42)

คำสำคัญ: สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, วิทยาการคำนวณ, นักเรียน

[1,2]นักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]อาจารย์สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** muneeroh.p@yru.ac.th

Abstract

The development of augmented reality media to enhance learning achievement on technology (Computing Science) subject for students in three southern border provinces, this study aims 1) to design and develop the augmented reality media that applied from The ADDIE instructional design model 2) to study learning achievement by using the augmented reality media and 3) to study learning satisfaction of students toward the augmented reality media to enhance learning achievement on Technology (Computing Science) subject for students in three southern border provinces. The instuments employed in the study included 1) AR jigsaw puzzle 2) the augmented reality media quality survey 3) the pre-and-post-testing and 4) the satisfaction surveys. The obtained data were analyzed in term of average, standard deviation and t-test dependent. The results found that 1) the quality of augmented reality media that applied from The ADDIE instructional design model was very high ($\overline{X}$ = 4.58, S.D. = 0.69) and the quality in the content design was very high ($\overline{X}$ = 4.67 และ S.D. = 0.58). 2) The students learning outcome gained after learning by the augmented reality media was higher and totally different than before learning at the 0.05 level of significance. And 3) the satisfaction of the students toward learning with the augmented reality media in overall aspects was at high level ($\overline{X}$ = 2.71, S.D.= 0.42).

Keywords: Augmented Reality media, Computing Science, Students

บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ สามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อให้การจัดการศึกษาสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ยกระดับการศึกษาให้มีคุณภาพ มีศักยภาพในการแข่งขันและการดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลกสอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จึงได้เพิ่มเติมรายวิชาใหม่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มีจุดเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทัดเทียมกับนานาชาติมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างเป็นระบบ สามารถพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างสร้างสรรค์ เป็นพลเมืองดิจิทัลที่มีคุณภาพและมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและอนาคตจะต้องมีการปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและสอดคล้องกับความต้องการทางสังคมและโลกที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว นวัตกรรมการศึกษาไทย 4.0 ที่สำคัญคือการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาผนวกเข้ากับการศึกษาสร้างเป็นเครื่องมือหรือสื่อทางการเรียนรู้ให้กับนักเรียนสำหรับการศึกษา 4.0 และรองรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ช่วยให้ผู้เรียนมีความตื่นตัว กระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา มีลักษณะกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำแบบ Active Learning (ยืน ภู่วรวรรณ, 2558) การใช้สื่อประเภทเกมต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนถือเป็นการศึกษาบันเทิง (edutainment) ยกตัวอย่างเช่น เกมกระดาน การ์ดคำสั่ง เกมจิ๊กซอว์ เป็นต้น ล้วนสามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ เกมการศึกษาช่วยให้นักเรียนเสริมสร้างความรู้ ฝึกทักษะในรายวิชา โดยนักเรียนจะสนุกสนานและได้ประโยชน์จากเกมการศึกษาไม่ว่าจะเป็นสื่อคอมพิวเตอร์หรือไม่ก็ตามต่างได้ผลลัพธ์ที่ดีต่อการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน การเรียนรู้ผ่านสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นการนำเอาสื่อคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเสนอภาพสองมิติหรือสามมิติให้ควบคู่กับสื่อต่าง ๆ เช่น เกมจิ๊กซอว์ เป็นการพัฒนาของสื่อการศึกษาที่แสดงการเชื่อมโยงระหว่างข้อความ ภาพสองมิติและสามมิติ โดยมีการนำเอารหัสสัญลักษณ์ Marker เข้ามาใช้เป็นตัวบันทึกข้อมูลของภาพทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ทำให้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นสื่อที่ทำให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพได้หลากหลายมุมมองและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น (วิวัฒน์ มีสุวรรณ์, 2554)

การจัดการศึกษาในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้มีความแตกต่างกับการจัดการศึกษาในภาคอื่น ๆ คือ ความแตกต่างของภาษา ศาสนา การสื่อสาร วิถีชีวิตความเป็นอยู่ ค่านิยม และความเชื่อ ซึ่งเต็มไปด้วยสภาพปัญหาที่ยากลำบาก ปัญหาดังกล่าวมีความซับซ้อนและต้องใช้เวลาในการแก้ไขอย่างจริงจังและต่อเนื่องด้านคุณภาพการศึกษา เนื่องจากคุณภาพการศึกษาที่ไม่ได้มาตรฐานและมีแนวโน้มตกต่ำลงกล่าวคือ จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลประเมินต่ำกว่าพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทยมาโดยตลอด ซึ่งผลการทดสอบแห่งชาติขั้นพื้นฐาน O - NET พบว่า โรงเรียนในจังหวัดชายแดนภาคใต้มากกว่าร้อยละ 90 อยู่ในอันดับรั้งท้าย อีกทั้งผลการประเมินภายนอกของสถานศึกษาต่าง ๆ ที่ประเมินโดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา องค์การมหาชน (สมศ.) พบว่า สถานศึกษาทุกประเภทในพื้นที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่มากจึงถือว่าด้านคุณภาพการศึกษาเป็นปัญหาหลักที่ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาเป็นอันดับต้น ๆ (ทิฆัมพร สมพงษ์, วุฒิชัย เนียมเทศ, เอกรินทร์ สังข์ทอง และ เรชา ชูสุวรรณ, 2559) ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ที่สำคัญ ได้แก่ ปัญหาการขาดการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ปัญหาด้านทักษะความสามารถของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ปัญหาด้านเทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน และที่สำคัญคือปัญหาสภาพชั้นเรียน เช่น ความกระตือรือร้นในการเรียนของนักเรียน จำนวนนักเรียนที่มีต่อห้อง เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการยกระดับคุณภาพในการจัดการเรียนการสอน การนำนวัตกรรมการศึกษามาใช้เพื่อยกระดับการจัดการศึกษาในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้จะเป็นแนวทางหนึ่งที่ควรได้รับการศึกษาและแสวงหาแนวทางที่เหมาะสม (จารุวัจน์ สองเมือง, 2556)

จากสภาพการณ์ดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ สร้างสรรค์

นวัตกรรมการเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมที่สนุกสนานเร้าความสนใจของนักเรียน สนองต่อเป้าประสงค์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รวมทั้งยกระดับคุณภาพการศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้สู่การศึกษาตามแนวทางไทยแลนด์ 4.0 ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อออกแบบและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้

2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 21 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบการสุ่มอย่างง่ายโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

การออกแบบและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ในการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ ผู้วิจัยประยุกต์ 5 ขั้นตอนของกระบวนการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนแบบ ADDIE MODEL (ณัฐกร สงคราม, 2554) ดังนี้

1) วิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาในบทเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จากนั้นก็ทำการศึกษากระบวนการในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2) การออกแบบ (Design) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 มาประกอบในการออกแบบสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผู้วิจัยเริ่มออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) การออกแบบหน้าจอภาพได้แก่ การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่น ๆ

3) ขั้นการพัฒนา (Development) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบมาดำเนินการต่อ เป็นการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาเป็นสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จากนั้นประเมินคุณภาพการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น

4) การนำไปใช้ (Implementation) ผู้วิจัยได้นำสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ได้พัฒนาขึ้นและผ่านการแก้ไขจากการประเมินคุณภาพไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5) การประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยได้ประเมินผลการศึกษาทดลองใช้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแล้วจัดทำรายงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1) AR จิ๊กซอว์ปริศนา: สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้

2) แบบประเมินคุณภาพสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ (มาตรประมาณค่า 5 ระดับ)

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ (มาตรประมาณค่า 3 ระดับ)

4) แบบประเมินความพึงพอใจสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ (มาตรประมาณค่า 3 ระดับ)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ (t-test dependent)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

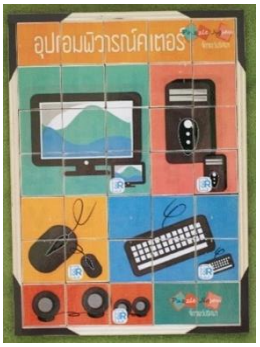
ผลการวิจัย

1) การออกแบบและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้

ผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบสื่อการสอนและมัลติมีเดียของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่ามีคุณภาพในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.58, S.D. = 0.69) และผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาในสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่ามีคุณภาพในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67 และ S.D. = 0.58)

ทั้งนี้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์เทคโนโลยี พัฒนาขึ้นสอดคล้องตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 สามารถใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น อีกทั้งยังสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนุกและความตื่นเต้น ดังตัวอย่างในภาพที่ 1



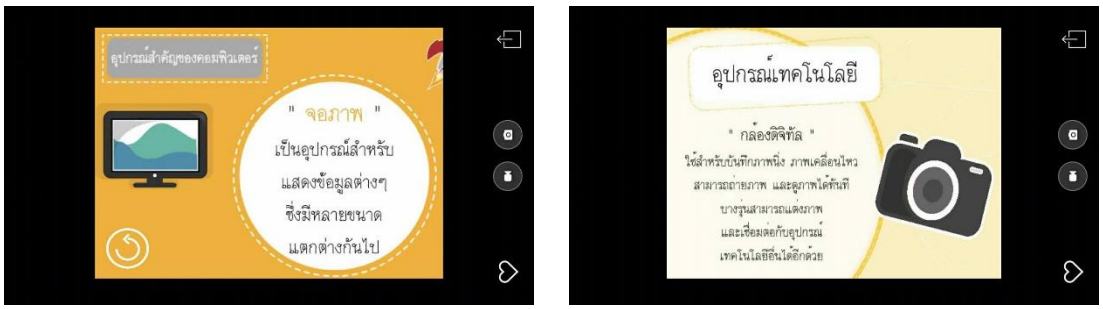






ภาพที่ 1 ตัวอย่างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม “AR จิ๊กซอว์ปริศนา”

มัลติมีเดียที่ใช้ประกอบในการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหวสองมิติ ซึ่งผู้วิจัยสร้างจากโปรแกรม Adobe Flash CS6 ดังตัวอย่างในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างมัลติมีเดียของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม “AR จิ๊กซอว์ปริศนา”

การใช้งานสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ จะต้องใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตเป็นต้น ช่วยในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหวสองมิติ ดังตัวอย่างการใช้งานในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การใช้งานสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม “AR จิ๊กซอว์ปริศนา”

2) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ผลการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	21	3.48	0.93	16.90**	.000
หลังเรียน	21	7.19	1.25		

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางพบว่า การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษามีคะแนนเฉลี่ย 3.48 (S.D. = 0.93) และ 7.19 (S.D. = 1.25) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ผลการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. สื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนา ระบุจุดประสงค์การเรียนชัดเจน	2.52	0.68	มาก
2. นักเรียนชอบเนื้อหาและภาพประกอบในสื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนา	2.33	0.58	ปานกลาง
3. นักเรียนชอบการนำเสนอภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอมือถือ/แท็บเล็ต	2.71	0.46	มาก
4. นักเรียนชอบเสียงบรรยายประกอบ ผ่านหน้าจอมือถือ/แท็บเล็ต	2.43	0.51	มาก
5. การเรียนด้วยสื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนา ทำให้เข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น	2.90	0.30	มาก
6. สื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนา ช่วยให้นักเรียนเรียนได้อย่างเพลิดเพลิน	2.76	0.62	มาก
7. สื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนา ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	2.76	0.44	มาก
8. นักเรียนชอบการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น มือถือ และ แท็บเล็ต เป็นต้น	3.00	0.00	มาก
9. นักเรียนอยากให้ครูใช้สื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนานี้ในบทเรียนนี้	3.00	0.00	มาก
10. นักเรียนอยากใช้สื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนา ในบทเรียนอื่นๆด้วย	2.67	0.66	มาก
รวม	**2.71**	**0.42**	**มาก**

จากตารางที่ 2 ผลในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X}$ = 2.71, S.D.= 0.42) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า นักเรียนชอบการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น มือถือ และ แท็บเล็ต เป็นต้น และ นักเรียนอยากให้ครูใช้สื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนานี้ในบทเรียนนี้ มากที่สุด ระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X}$ = 3.00, S.D.= 0.00) ทั้งนี้นักเรียนชอบเนื้อหาและภาพประกอบในสื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนา น้อยที่สุด ระดับความพึงพอใจปานกลาง ($\bar{X}$ = 2.33, S.D.= 0.58)

อภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้มีคุณภาพในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาของสมศักดิ์ เตชะโกสิต และ ปรัชญนันท์ นิลสุข (2561) ได้ศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในหนังสือวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อการรู้สะเต็มมีผลการประเมินคุณภาพด้านคุณลักษณะของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อการรู้สะเต็มอยู่ในระดับมากที่สุดพร้อมในการนำไปใช้งานได้ ทั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าและแตกต่างจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 สอดคล้องกับ ปภาณิน สินโน (2558) ได้ศึกษาพัฒนาชุดการสอนความเป็นจริงเสริม เรื่อง ชนิดพรรณไม้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ความพึงพอใจต่อสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้อยู่ในระดับมาก ซึ่งนักเรียนชอบการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอยากให้ครูใช้สื่อนวัตกรรม AR จิ๊กซอว์ปริศนานี้ในบทเรียนนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ (2560) ที่ได้พัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งเสริมความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ซึ่งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งเสริมการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก การศึกษาพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในครั้งนี้เป็นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยพัฒนาการเรียนการสอนให้น่าสนใจเป็นไปตามความจำเป็นของการนำเทคโนโลยีการศึกษาเข้ามาใช้เพื่อการพัฒนาการศึกษาในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้

สรุปผลการวิจัย

สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ มีผลการประเมินคุณภาพการออกแบบและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในระดับคุณภาพมากที่สุด ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหลังเรียนสูงกว่าและแตกต่างจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมของนักเรียนอยู่ในระดับมาก ถือได้ว่าเป็นสื่อที่มีคุณภาพช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับกลุ่มเป้าหมายได้เป็นอย่างดี ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินไปกับการเรียนรู้รายวิชาวิทยาการคำนวณได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยงบบำรุงการศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จึงทำให้การดำเนินการวิจัยลุล่วงไปได้ด้วยดีเพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้

เอกสารอ้างอิง

จารุวัจน์ สองเมือง. (2556). **การพัฒนาระบบอีเลิร์นนิ่งเพื่อการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณัฐกร สงคราม. (2554). **การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปภาณิน สินโน. (2558). **ชุดการสอนความเป็นจริงเสริม เรื่อง ชนิดพรรณไม้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์. (2560). “เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งเสริมความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษ.” **วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม.** 4(2), 7-16.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2554). “การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง.” **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 13(2), 119-127.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์: เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** กรุงเทพมหานคร:: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ เตชะโกสิต และ ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2561). “เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในหนังสือวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อการรู้สะเต็ม.” **E-Journal of Media Innovation and Creative Education.** 1(2), 38-47.

ปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต

Problems in English Communication of Hawkers at Naithon Beach, Thalang District, Phuket Province

ศิริยาภรณ์ เชื้อลางสาด[1] **พิจิตรา สรรพเพทยพิศาล**[2] **ภัชญาภา ทองใส**[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้ค้าแผงลอยบริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากผลการศึกษาพบว่า ปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.18, S. D. = 0.96) เมื่อพิจารณาโดยจำแนกเป็นด้านทักษะการพูดและด้านทักษะการฟัง พบว่า มีปัญหาด้านทักษะการพูดอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.21, S. D. = 0.95) ซึ่งด้านทักษะการพูด ที่พบมากที่สุด คือปัญหาการพูดภาษาอังกฤษเนื่องจากขาดความรู้ในหลักไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ ทำให้ไม่สามารถเรียบเรียงประโยคที่จะพูดได้ หรือไม่สามารถพูดเป็นประโยคที่สมบูรณ์ได้ และมีปัญหาด้านทักษะการฟังอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.15, S. D. = 0.96) ซึ่งด้านทักษะการฟังพบมากที่สุด คือปัญหาการฟังภาษาอังกฤษเนื่องจากลูกค้าพูดเร็วจับใจความไม่ทัน จากการสัมภาษณ์ พบว่า ผู้ค้าส่วนใหญ่มีปัญหาการสื่อสารกับลูกค้าชาวต่างชาติเนื่องจากขาดความรู้ด้านคำศัพท์ ทฤษฎีและหลักไวยากรณ์ จึงทำให้ผู้ค้าเกิดความสับสนในการเรียงประโยค ส่งผลให้ลูกค้าไม่เข้าใจประโยคและการแปลความหมาย ซึ่งสรุปได้ว่า ผู้ค้าแผงลอยมีปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษ ทั้งทักษะด้านการพูดและทักษะด้านการฟัง ดังนั้น ผู้ค้าแผงลอยจึงควรได้รับการพัฒนาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การฝึกอบรมทักษะด้านฟังและการพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร คู่มือการสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับการขาย เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารต่อไป

คำสำคัญ: ผู้ค้าแผงลอย, การสื่อสารภาษาอังกฤษ

[1]นักศึกษา สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่)

[2]นักศึกษา สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่)

[3]อาจารย์ประจำสาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่)

E-mail: patchayapa.t@rmutsv.ac.th

Abstract

The purpose of this study was to investigate problems in using English for communication of hawkers. The samples used in the study were 30 hawkers at Naithon beach, Thalang District, Phuket Province. This research was a quantitative research by purposive sampling method. The research instrument included a questionnaire and an interview. The statistics used in the research were percentage, means and standard deviations. The result showed that the hawkers had problems in English communication as overall at a high level ($\bar{x}$ = 4.18, S. D. = 0.96). Speaking skill was at a high level ($\bar{x}$ = 4.21, S. D. = 0.95). The most problematic of speaking skill was the problem of speaking English due to a lack of grammar; they were not able to speak English completely. The listening skill was at a high level ($\bar{x}$ = 4.15, S. D. = 0.96). The most problematic listening skill was customers speak quickly, so they could not understand what customers say. From the interview was found that the hawkers had problems in communication with foreign customers due to a lack of vocabulary, theory and grammar and they were confused regarding sentences, so the customers could not understand and translate what they say. In conclusion, the hawkers had problems in communication in both English speaking and listening skills. Therefore, the hawkers should be developed knowledge in several ways such as listening and speaking skill training, English manuals and so on in order to improve communication skill efficiently.

Keywords: Hawkers, English Communication

บทนำ

ภาษาอังกฤษได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของคนไทยในปัจจุบันเป็นอย่างมาก การมีความรู้ด้านภาษาอังกฤษจึงเป็นเครื่องมืออันทรงพลังในการค้นหาความรู้ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุดและเป็นเครื่องมือการสื่อสารที่สำคัญมาก ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมให้ประชากรไทยได้เรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับที่จะสื่อสารได้ เพื่อเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้และการประกอบอาชีพ ตลอดจนการเจรจาต่อรองสำหรับการแข่งขันด้านเศรษฐกิจและสังคมในเวทีสากล จุดอ่อนประการหนึ่งที่ทำให้ประเทศไทยมีโอกาสได้รับการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศน้อย เนื่องจากนักลงทุนไม่มีความมั่นใจในทักษะของแรงงานในประเทศ ซึ่งรวมถึงทักษะในการใช้ภาษาต่างประเทศเพื่อการสื่อสารด้วย (อุทัย ดุลยเกษม, 2559) และในปัจจุบันภาษาอังกฤษได้มีอิทธิพลมากในเกือบทุกสาขาอาชีพโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาชีพต่าง ๆ ในด้านของเศรษฐกิจการท่องเที่ยว ซึ่งในระยะเวลา 4-5 ปีที่ผ่านมา การท่องเที่ยวคือตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจที่สำคัญ การเติบโตของการท่องเที่ยวนับเป็นครึ่งหนึ่งของอัตราการเติบโตของเศรษฐกิจในประเทศไทย นอกจากนี้รายได้จาก

นักท่องเที่ยวรวมที่เกิดขึ้นในกรุงเทพฯ และภูเก็ต นับเป็นครึ่งหนึ่งของรายได้จากนักท่องเที่ยวโดยรวมของประเทศ ในขณะที่แนวโน้มในจังหวัดอื่น ๆ มีรายได้เฉลี่ยอยู่ในอัตราที่ต่ำกว่าทั้งสองจังหวัดมาก (พิพัฒน์ เหลืองนฤมิตชัย, 2560)

จากข้อมูลสถิตินักท่องเที่ยวชาวต่างชาติของสำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต พบว่า ในปี 2559 มีนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติเข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ต จำนวน 9,641,703 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 71 ของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาทั้งหมด ในปี 2558 รวมทั้งสิ้น 9,488,956 คน ในปี 2557 รวมทั้งสิ้น 8,459,416 คน ซึ่งจำนวนนักท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ในปี 2558 จังหวัดภูเก็ตมีรายได้จากผู้เยี่ยมเยือน (Visitor) ทั้งสิ้น 313,006 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้น 53,715 ล้านบาท จากปี 2557 โดยมีรายได้จากนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.26 ทั้งนี้การท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ตในปี 2560 มีแนวโน้มการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ทั้งนักท่องเที่ยวชาวไทยและต่างชาติ เช่น จีน รัสเซีย ออสเตรเลีย ตะวันออกกลางและเอเชียตะวันออก โดยมีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของเที่ยวบินในจังหวัดภูเก็ตจากการเปิดบริการส่วนขยายของสนามบินภูเก็ตในปี 2559 และ การเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวชาวจีนและความมั่นคงทางการเมืองภายในประเทศ อย่างไรก็ดีจำนวนอุปทานโรงแรมในจังหวัดภูเก็ตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่ตั้งอยู่ที่บริเวณชายหาดต่าง ๆ เนื่องจากเป็นจุดท่องเที่ยวหลักและเป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ (สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต, 2559) ซึ่งถือเป็นโอกาสสำคัญที่ทำให้ประชาชนในท้องถิ่นนั้น ๆ ได้สร้างอาชีพและมีรายได้จากแหล่งท่องเที่ยวในชุมชนทั้งด้านการค้า การท่องเที่ยวและการโรงแรม

แต่ในขณะเดียวกัน ผู้ที่ทำงานในสถานที่ท่องเที่ยวเหล่านั้นยังประสบปัญหาทางด้านการสื่อสารกับชาวต่างชาติ เช่น ไม่สามารถพูดภาษาอังกฤษในการสื่อสารได้อย่างถูกหลักไวยากรณ์ในการบริการลูกค้าไม่เข้าใจความต้องการของลูกค้าเพราะรู้คำศัพท์น้อย (พิมพ์จินดา อาการส และคณะ, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับ ณัฏฐ์นรี ฤทธิรัตน์ (2557) ที่พบว่าปัญหาและอุปสรรคที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษ ได้แก่ ปัญหาด้านคำศัพท์ และขาดการฝึกฝน ทำให้เกิดความกังวลและความกลัวเมื่อต้องพูดภาษาอังกฤษ

สำหรับบริษัทที่มีชาวต่างชาติทำงานร่วมกับคนไทย หรือบริษัทต้องติดต่อกับลูกค้าที่เป็นชาวต่างชาติ บริษัทดังกล่าวจะพิจารณาบุคลากรที่มีความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารเพื่อเข้าทำงาน โดยมี การทดสอบการวัดความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารขึ้น ในขณะเดียวกันผู้ประกอบการรายย่อย และผู้ค้าแผงลอยนั้นเป็นธุรกิจขนาดย่อมที่ไม่มีการบริหารแบบองค์กรจึงไม่จำเป็นต้องมีการพิจารณาบุคลากรที่มีความสามารถในการสื่อสารภาษาอังกฤษเพื่อเข้าทำงาน หรือการวัดความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร แต่ผู้ค้าแผงลอยเป็นหนึ่งในธุรกิจที่ต้องใช้ทักษะทางการสื่อสารภาษาอังกฤษเป็นอย่างมากเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพ เนื่องจากอาชีพผู้ค้าแผงลอยนั้นต้องมีการพูดคุย ต่อรอง และขายสินค้าให้แก่ผู้บริโภคโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ค้าแผงลอยในบริเวณสถานที่ท่องเที่ยวที่จำเป็นต้องสื่อสารกับนักท่องเที่ยวหลากหลายเชื้อชาติ และจำเป็นต้องใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารเป็นส่วนใหญ่ เช่น หาดป่าตอง หาดกะตะ หาดกะรน และหาดในทอน เป็นต้น

จากการที่ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต พบว่า มีจำนวนผู้ค้าแผงลอยแบ่งออกเป็นจำนวน 5 ประเภทประกอบด้วย อาหาร เครื่องดื่ม ผลไม้ เสื้อผ้า และของที่ระลึก ซึ่งมีนักท่องเที่ยวใช้บริการเป็น

จำนวนมาก แต่บางครั้งผู้ค้าไม่สามารถสื่อสารกับชาวต่างชาติได้ ทำให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสเข้าไปช่วยสื่อสารภาษาอังกฤษกับนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติในการซื้อขายสินค้านั้น ๆ จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอย ซึ่งการศึกษาครั้งนี้นอกจากทำให้ทราบปัญหาที่ชัดเจนแล้วยังสามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางสำหรับหน่วยงานหรือผู้ที่สนใจดำเนินการพัฒนาและแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาปัญหาการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอยบริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 30 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งจำแนกเป็นประเภทของร้านได้ ดังนี้

1.1. ประเภทอาหาร จำนวน 7 คน

1.2. ประเภทเครื่องดื่ม จำนวน 6 คน

1.3. ประเภทผลไม้ จำนวน 7 คน

1.4. ประเภทเสื้อผ้า จำนวน 5 คน

1.5. ประเภทของที่ระลึก จำนวน 5 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

2.1. แบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต โดยซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ตจำนวน 10 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

2.2. แบบสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ค้าแผงลอยทั้ง 5 ประเภท ๆ ละ 2 คน จำนวน 10 คน ลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended questions) จำนวน 3 คำถาม

โดยผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน โดยมีค่าความเชื่อมั่น (IOC) เท่ากับ 1 ซึ่งแสดงว่ารายการที่ต้องการวัดมีความเหมาะสม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามกับผู้ค้าแผงลอยบริเวณหาดป่าตอง ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และนำแบบสอบถามมาทำการแก้ไขข้อมูลตามคำแนะนำ

3.2 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดโดยทำการแจกแบบสอบถามแก่กลุ่มผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ตด้วยตนเอง

3.3 ชี้แจงข้อมูลในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียดกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3.4 กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามเสร็จผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมแบบสอบถามโดยทันที

3.5 ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างด้วยตัวเองโดยการเลือกสัมภาษณ์ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 10 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้การบันทึกเสียงในการสัมภาษณ์

3.6 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามลำดับต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการศึกษาปัญหาของผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1. แบบสอบถาม โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าร้อยละ (percentage) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยนำเสนอข้อมูลในรูปตารางและอธิบายข้อมูลประกอบ

4.2. แบบสัมภาษณ์ โดยนำเสนอในรูปความเรียง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปัญหาการสื่อสารภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาติของผู้ค้าแผงลอย

ปัญหาการสื่อสารภาษาอังกฤษ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับปัญหา
ด้านทักษะการพูด	4.21	0.95	มาก
ด้านทักษะการฟัง	4.15	0.96	มาก
รวม	4.18	0.96	มาก

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ค้าแผงลอยบริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต มีปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาติโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.18, S. D. = 0.96) เมื่อพิจารณา โดยจำแนกเป็นด้าน

ทักษะการพูดและด้านทักษะการฟัง พบว่า ผู้ค้าแผงลอยมีปัญหาด้านทักษะการพูดอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.21, S. D. = 0.95) และด้านทักษะการฟังอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.15, S. D. = 0.96) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ระดับปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาติของผู้ค้าแผงลอยในด้านทักษะการพูด

ข้อ	ปัญหาในการพูดภาษาอังกฤษ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับปัญหา
1.	ท่านมีปัญหาในการพูดภาษาอังกฤษเนื่องจากข้อจำกัดในด้านคำศัพท์ เช่น รู้ศัพท์น้อย หรือรู้เฉพาะคำศัพท์ทางการค้าที่ใช้เป็นประจำ ทำให้ไม่สามารถอธิบายสิ่งที่ต้องการสื่อสารได้	4.03	0.93	มาก
2.	ท่านมีปัญหาในการพูดภาษาอังกฤษเนื่องจากไม่สามารถออกเสียงภาษาอังกฤษได้ถูกต้อง รวมถึงการลงน้ำหนักของเสียงหนักเบาในคำ (stress) หรือการใช้ทำนองเสียงในการพูด ทำให้ผู้ฟังไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่ท่านพูด	4.17	1.05	มาก
3.	ท่านมีปัญหาในการพูดภาษาอังกฤษเนื่องจากขาดความรู้ในหลักไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ ทำให้ไม่สามารถเรียบเรียงประโยคที่จะพูดได้ หรือไม่สามารถพูดเป็นประโยคที่สมบูรณ์ได้	4.43	0.86	มาก
รวม		4.21	0.95	มาก

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ค้าแผงลอยบริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ตมีปัญหาการพูดภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาติ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.21, S. D. =0.95) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ปัญหาที่มีผลต่อการพูดภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอยมากที่สุด คือ ขาดความรู้ในหลักไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ ทำให้ไม่สามารถเรียบเรียงประโยคที่จะพูดได้ หรือไม่สามารถพูดเป็นประโยคที่สมบูรณ์ได้ ($\bar{x}$ = 4.43, S. D. = 0.86) รองลงมาคือ ไม่สามารถออกเสียงภาษาอังกฤษได้ถูกต้อง รวมถึงการลงน้ำหนักของเสียงหนักเบาในคำ (stress) หรือการใช้ทำนองเสียงในการพูด ทำให้ผู้ฟังไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้ค้าพูด ($\bar{x}$ = 4.17, S. D. = .105) และข้อจำกัดในด้านคำศัพท์ เช่น รู้ศัพท์น้อย หรือ รู้เฉพาะคำศัพท์ทางการค้าที่ใช้เป็นประจำ ทำให้ไม่สามารถอธิบายสิ่งที่ต้องการสื่อสารได้ ($\bar{x}$ = 4.03, S. D. =0.93) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ระดับปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาติของผู้ค้าแผงลอยในด้านทักษะการฟัง

ข้อ	ปัญหาในการฟังภาษาอังกฤษ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับปัญหา
1.	ท่านมีปัญหาในการฟังภาษาอังกฤษเนื่องจากข้อจำกัดในด้านคำศัพท์ เช่นรู้ศัพท์น้อย หรือไม่เข้าใจคำศัพท์ ที่ลูกค้าต้องการ	4.10	1.09	มาก
2.	ท่านมีปัญหาในการฟังภาษาอังกฤษเนื่องจากการออกเสียงคำศัพท์ของลูกค้า	4.07	0.98	มาก
3.	ท่านมีปัญหาในการฟังภาษาอังกฤษเนื่องจากสำเนียงของลูกค้าที่แตกต่างกัน	4.03	0.93	มาก
4.	ท่านมีปัญหาในการฟังภาษาอังกฤษเนื่องจากผู้ลูกค้า พูดเร็ว จับใจความไม่ทัน	4.30	0.79	มาก
5.	ท่านมีปัญหาในการฟังภาษาอังกฤษเนื่องจากขาดความรู้ในด้านไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ ทำให้เกิดความสับสนในการลำดับข้อความหรือการจับใจความสำคัญที่ลูกค้าต้องการสื่อสาร	4.27	1.01	มาก
รวม		4.15	0.96	มาก

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผู้ค้าแผงลอยบริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ตมีปัญหาการฟังภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาติในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.15, S. D. =0.96) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าปัญหาที่มีผลต่อการฟังภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอยมากที่สุดคือ ลูกค้าพูดเร็ว จับใจความไม่ทัน ($\bar{x}$ = 4.30, S. D. =0.79) รองลงมาคือขาดความรู้ในด้านไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ ทำให้เกิดความสับสนในการลำดับข้อความ หรือการจับใจความสำคัญที่ลูกค้าต้องการสื่อสาร ($\bar{x}$ = 4.27, S. D. = 1.01) ข้อจำกัดในด้านคำศัพท์ เช่น รู้ศัพท์น้อย หรือไม่เข้าใจคำศัพท์ที่ลูกค้าต้องการ ($\bar{x}$ = 4.10, S. D. =1.09) การออกเสียงคำศัพท์ของลูกค้า ($\bar{x}$ = 4.07, S. D. =0.98) และสำเนียงของลูกค้าที่แตกต่างกัน ($\bar{x}$ = 4.03, S. D. =0.93) ตามลำดับ

การอภิปรายผล

จากการศึกษาปัญหาการสื่อสารภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาติของผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต พบว่า ผู้ค้าแผงลอยมีปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาติในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.18, S. D. =0.96) ในส่วนของปัญหาด้านทักษะการพูดภาษาอังกฤษอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.21, S. D. =0.95) ซึ่งปัญหาที่พบมากที่สุดคือขาดความรู้ในหลักไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ ทำให้ไม่สามารถเรียบเรียงประโยคที่จะพูดได้ หรือไม่สามารถพูดเป็นประโยคที่สมบูรณ์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จริยา ภักดี และคณะ (2556) พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีปัญหาในด้านทักษะการพูดคือไม่สามารถสื่อสารภาษาอังกฤษได้อย่างถูกหลักไวยากรณ์ จึงไม่สามารถสื่อสาร และเข้าใจความต้องการของลูกค้า

ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าผู้ค้าแผงลอยมีปัญหาในด้านการพูดภาษาอังกฤษเนื่องจากไม่สามารถออกเสียงภาษาอังกฤษได้ถูกต้อง รวมถึงการลงน้ำหนักของเสียงหนักเบาในคำ (stress) หรือการใช้ทำนองเสียงในการพูด ทำให้ผู้ฟังไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้ค้าพูด ลำดับถัดมาคือปัญหาการพูดภาษาอังกฤษเนื่องจากข้อจำกัดในด้านคำศัพท์ เช่น รู้ศัพท์น้อย หรือรู้เฉพาะคำศัพท์ทางการค้าที่ใช้เป็นประจำทำให้ไม่สามารถอธิบายสิ่งที่ต้องการสื่อสารได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์จินดา อาการส และคณะ (2556) ที่พบว่าคนไทยยังประสบปัญหาทางด้านการสื่อสารกับชาวต่างชาติ เนื่องจากไม่เข้าใจความต้องการของลูกค้า เนื่องจากรู้คำศัพท์น้อย และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฏฐ์นรี ฤทธิรัตน์ (2557) ซึ่งพบว่าปัญหาที่ส่งผลต่อการพูดภาษาอังกฤษคือ มีปัญหาด้านคำศัพท์ และขาดการฝึกฝน นอกจากนี้ผลการวิจัย ยังสอดคล้องกับผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ค้าแผงลอยบริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ตพบว่า ผู้ค้าส่วนใหญ่มีปัญหาการสื่อสารกับลูกค้าชาวต่างชาติเนื่องจาก ขาดความรู้ ด้านคำศัพท์ ทฤษฎีและหลักไวยากรณ์ จึงทำให้ผู้ค้าเกิดความสับสน ในการเรียงประโยคส่งผลให้ลูกค้าไม่เข้าใจประโยค และการแปลความหมาย

ในส่วนด้านทักษะการฟังจากการศึกษาปัญหาการสื่อสารภาษาอังกฤษกับชาวต่างชาติของผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต พบว่า ผู้ค้าแผงลอยมีปัญหาการสื่อสารภาษาอังกฤษด้านการฟังในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.15, S. D. =0.96) ปัญหาที่มีผลต่อการฟังภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอยคือ มีปัญหาการฟังภาษาอังกฤษเนื่องจากลูกค้า พูดเร็ว จับใจความไม่ทันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมพ์จินดา อาการส และคณะ (2556) ที่พบว่าผู้ประกอบการอาชีพขับเรือโดยสาร บริเวณอ่าวนาง จังหวัดกระบี่ มีปัญหาด้านทักษะการฟังโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.16) โดยผู้ประกอบการอาชีพขับเรือโดยสารส่วนใหญ่มีปัญหาด้านการฟังมากที่สุด คือ ไม่เข้าใจสิ่งที่นักท่องเที่ยวพูด และสำเนียงที่ฟังยาก ($\bar{x}$ = 3.45) ซึ่งจากการสัมภาษณ์ปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอยบริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต พบว่าผู้ค้าส่วนใหญ่มีปัญหาด้านการฟังเนื่องจากลูกค้า นั้นมีหลากหลายเชื้อชาติ และหลากหลายประเทศจึงทำให้ผู้ค้ามีปัญหาในการฟังสำเนียงของลูกค้าบางรายไม่เข้าใจ ลูกค้าพูดเร็วทำให้เข้าใจความหมายผิดเพี้ยน หรือไม่เข้าใจความหมายที่ลูกค้าต้องการสื่อสาร นอกจากนี้ผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ตยังมีปัญหาในการฟังภาษาอังกฤษ เนื่องจากขาดความรู้ในด้านไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ ทำให้เกิดความสับสนในการลำดับข้อความ หรือการจับใจความสำคัญที่ลูกค้าต้องการสื่อ และมีปัญหาเนื่องจากข้อจำกัดในด้านคำศัพท์ เช่น รู้ศัพท์น้อย หรือไม่เข้าใจคำศัพท์ที่ลูกค้าต้องการสื่อ ($\bar{x}$ = 4.10, S. D. =1.09) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐญา หุ่นน้อย (2561) ที่พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษเนื่องจากการไม่รู้คำศัพท์ ไม่มั่นใจในการใช้ภาษาอังกฤษ ตัวอย่างเช่น ไวยากรณ์และคำศัพท์ และสอดคล้องกับผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ค้าบางรายที่กล่าวว่าปัญหาการสื่อสารกับลูกค้าชาวต่างชาติส่วนใหญ่เกิดจากการไม่เข้าใจประโยค และเกิดความสับสนในการแปลความหมายเนื่องจากขาดความรู้ ด้านคำศัพท์ ทฤษฎี และหลักไวยากรณ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต มีแนวทางในการแก้ไขปัญหาการขาดความรู้ ด้านคำศัพท์ ทฤษฎี และหลักไวยากรณ์ โดยการใช้ภาษามือ ตัวเลขและสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น google translation เป็นตัวช่วยในการสื่อสารและแก้ปัญหา

สรุปผลการวิจัย

กล่าวโดยสรุปว่าผู้ค้าแผงลอยมีปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งปัญหาดังกล่าวได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือด้านทักษะการพูดและด้านทักษะการฟัง โดยทั้ง 2 ทักษะ มีความสำคัญต่อ การให้บริการแก่ชาวต่างชาติและเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญต่อการทำงาน ดังนั้นผู้ค้าแผงลอย บริเวณหาดในทอน อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ตจึงควรได้รับการพัฒนาทักษะเหล่านี้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การฝึกอบรมทักษะด้านการฟังและ การพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร คู่มือการสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับการขาย เป็นต้น เพื่อพัฒนาความรู้และเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารให้กับผู้ค้าแผงลอยต่อไป

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้

ผู้ค้าแผงลอยมีปัญหาในการสื่อสารภาษาอังกฤษทั้งในด้านการพูดและการฟังอย่างเห็นได้ชัดจึงควรได้รับการฝึกอบรมหรือพัฒนาความรู้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารของผู้ค้าแผงลอยต่อไป

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการสื่อสารภาษาอังกฤษของผู้ค้าแผงลอย
2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาในการใช้ภาษาอังกฤษของผู้ค้าในบริบทอื่น เช่น ในสถานประกอบการหรือห้างร้านต่าง ๆ ที่ต้องใช้ภาษาอังกฤษในการทำงานเพื่อได้นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาในครั้งต่อไป
3. ควรมีการพัฒนาและติดตามผลการแก้ปัญหาต่อไป เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของงานวิจัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน คือ อาจารย์กัลยกร เสริมสุข อาจารย์คมสิทธิ์ สิทธิประการและอาจารย์ภัชญาภา ทองใส ในการตรวจสอบเครื่องมือและให้คำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งขอขอบพระคุณนายกองโทอดุลย์ ชูทอง นายอำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลและอำนวยความสะดวกให้กับผู้วิจัยตลอดระยะเวลาในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

จริยา ภักดีและคณะ. (2556). **สำรวจปัญหาการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารของผู้ประกอบการร้านค้าบริเวณหาดเฉวง เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** ภาคนิพนธ์ศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ณัฏฐ์นรี ฤทธิรัตน์. (2557). **ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาทักษะการพูดภาษาอังกฤษของนักศึกษาไทย.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนภาษาอังกฤษเป็นภาษานานาติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณัฐญา หุ่นน้อย. (2561). **ปัญหาและความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารของพนักงานไทย: กรณีศึกษาบริษัท บิซิเนส ออนไลน์ จำกัด (มหาชน).** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร มหาวิทยาลัยบูรพา.

พิพัฒน์ เหลืองนฤมิตชัย. (2560). **การท่องเที่ยวกับเศรษฐกิจไทย** (Online**).** https://www.the101.world/tourism-and-thai-economy, 6 สิงหาคม 2562.

พิมพ์จินดา อาการส และคณะ. (2556). **การสำรวจปัญหาและความต้องการพัฒนาทักษะการฟังการพูดภาษาอังกฤษของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพขับเรือโดยสารบริเวณหาดอ่าวนาง จังหวัดกระบี่.** ภาคนิพนธ์ศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต. (2559). **ร่างชุดข้อมูลด้านเศรษฐกิจ: การท่องเที่ยว** (Online**).** http://phuket.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=373&Itemid=646, 6 สิงหาคม 2562.

อุทัย ดุลยเกษม. (2559). “ความสำคัญของการพัฒนาวิชาชีพการสอนภาษาอังกฤษต่อการพัฒนาศักยภาพการแข่งขัน ของประเทศไทย: Importance of Professional Development of Teachers of English toward Thailand’s Competitiveness.” **Journal of Learning Innovations** (Online). https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jliwu/article/download/95072/74263/, 6 สิงหาคม 2562.

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้สื่อเกมในการฝึกทักษะการบวกและ การลบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

The Development of Mathematics Achievement for Enhancing Addition and Subtraction Integer by Using Game for Matthayomsuksa 1 Students of Ban – Kotabaru School in Yala province

ฮูดา ซิ[1], ปฏิพัทธ์ ชุมเกศ[2*]

Huda Si[1], Patipat Chumket[2*]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY 2) ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY กลุ่มเป้าหมายในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 2) ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: สื่อเกม, ทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์, ความพึงพอใจ

Abstract

The aims of this research were 1) to compare the mathematics achievement before and after learning by using this game, and 2) to study the satisfaction of using this game. The samples are 21 Matthayomsuksa 1 students of Ban – Kotabaru school in semester 1 of the academic year 2019 by purposive sampling. According to the research results, it showed that 1) the student's mathematics achievement was higher than before learning at the 0.01 level of significantly, and 2) the satisfaction of using this game was at a "highest" at the 4.77 of mean and 0.45 of standard deviation.

Keywords: Game, Addition and Subtraction Integer, Mathematics Achievement, Satisfaction.

[1]นักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** patipat.c@yru.ac.th

บทนำ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 นับว่ามีความสำคัญมาก ซึ่งกรอบวิสัยทัศน์ด้านการศึกษาของสิงค์โปร์ (Ministry of Education, 2004 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559) 4 ประการ ซึ่งมีวิสัยทัศน์ที่ 2 เป็นวิสัยทัศน์เพื่อการศึกษาที่ว่า “สอนให้น้อยลง เรียนรู้ให้มากขึ้น” ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 จะต้องเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง มากกว่าการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบเดิม

จากที่ผู้วิจัยได้ลงสังเกตการณ์ในปีการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากครูจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนในรูปแบบเดิม ๆ ใช้วิธีการบรรยายและให้ผู้เรียนเป็นผู้ฟังเพียงอย่างดียว ไม่มีกิจกรรมหรือสื่อการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกกับการเรียน ซึ่งเด็กสมัยนี้ไม่ชอบที่จะนั่งฟังเพียงอย่างเดียว จึงทำให้นักเรียนรู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อ และนักเรียนไม่มีความสุขในการเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงพยายามหาวิธีการจัดการเรียนสอนที่จะสามารถดึงดูดความสนใจการเรียนของนักเรียน และเหมาะสมกับวัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนสนุกสนานมีหลากหลายวิธี แต่ด้วยช่วงวัยที่เพิ่งผ่านพ้นระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน นั่นคือ การสอนโดยใช้เกม ซึ่ง“การเรียนรู้ผ่านเกม (game based learning) เป็นการเรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้ที่มีการสอดแทรกความรู้ผ่านกิจกรรม หรือภารกิจที่ผู้เล่นได้รับมอบหมายลงไปในเกม ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานและผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ จากการรับรู้จากการฝึกแก้ปัญหาผ่านการจำลองสถานการณ์ในเกมเชื่อมโยงกับความจริง” (สกุล, 2550; สุไม และศศิฉาย, 2557) อีกทั้งการเรียนรู้ผ่านเกมทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสื่อสาร เพราะการสื่อสารมีความจำเป็นในการทำงานกลุ่ม เพราะต้องมีการคุยกันภายในกลุ่ม ทำให้การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการปฏิบัติงาน และการที่สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ รู้จักการเข้าสังคม ส่งให้การดำรงชีวิตในอนาคตประสบความสำเร็จ ซึ่งสอดรับกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Qian, M., & Clark, K. R., 2016) โดยผู้วิจัยได้ทำสื่อเกมที่สามารถนำมาบูรณาการกับเนื้อหา และเป็นสื่อเกมที่ได้รับการประเมินว่าเหมาะสมและนำมาใช้ได้ เพราะเป็นสื่อเกมที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูมากขึ้น โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง และสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาจากการเล่นเกม ทำให้การเรียนการสอนสนุกสนาน และนักเรียนมีความสุขกับการเรียนมากขึ้น ดังที่ ทิศนา แขมมณี (2544) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อย่างสนุกสนาน และท้าทายความสามารถ โดยผู้เรียนเป็นผู้เล่นเองทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง เป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมสูง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ช่วยในการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และเป็นไปตามการจัดการเรียนการสอนในศตรรษที่ 21 คือ สื่อเกม JUMPING ON THE WAY มาใช้ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จำนวน 21 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง

2. ตัวแปรที่ทำการศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

2.2.2 ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ในการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู

3.3 แบบฝึกหัดสำหรับแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ในการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย

3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

3.5 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู

4. การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

4.2 ดำเนินการสอนตามขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ในการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู

4.3 หลังจากสอนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

4.4 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผน จึงทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม

4.5 ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อสื่อเกม JUMPING ON THE WAY

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตรการทดสอบที (t – test)

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโกตาบารู วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การแปรผลข้อมูล ซึ่งแปลจากค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) โดยเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	4.51-5.00	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	3.51-4.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	2.51-3.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	1.51-2.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่	1.00-1.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบที (t–test) เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t - test	p - value
ก่อนเรียน	21	9.33	1.64	19.40**	<0.001
หลังเรียน	21	16.05	1.96		

** แทน ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAYเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1	นักเรียนมีความสนใจในสื่อเกม JUMPING ON THE WAY	4.90	0.47	มากที่สุด
2	การจัดลำดับเนื้อหาการสอนโดยใช้เกมสามารถเข้าใจง่าย	4.81	0.39	มากที่สุด
3	นักเรียนมีความสามารถในการคิดคำนวณ	4.71	0.55	มากที่สุด
4	นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้น	4.86	0.35	มากที่สุด
5	นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม	4.67	0.29	มากที่สุด
6	ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการใช้เกมมีความเหมาะสม	4.76	0.53	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
7.	สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เกมมีความเหมาะสม	4.76	0.53	มากที่สุด
8.	นักเรียนมีความสุขและสนุกสนานในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อเกม	4.86	0.57	มากที่สุด
9.	นักเรียนพอใจเมื่อตนเองและเพื่อนในกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรมให้สำเร็จ	4.81	0.50	มากที่สุด
10.	นักเรียนมีความสุขและชอบวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น	4.67	0.35	มากที่สุด
รวม		**4.77**	**0.45**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยประเด็นที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ นักเรียนมีความสนใจในสื่อเกม JUMPING ON THE WAY นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้น และนักเรียนมีความสุขและสนุกสนานในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อเกม

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่า การใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยในข้างต้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 9.33 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.05 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และความพึงพอใจในการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สื่อเกม JUMPING ON THE WAY ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนมีความสนใจต่อสื่อเกม JUMPING ON THE WAY เพราะว่าเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง มีความท้าทายในการแข่งขันระหว่างกลุ่ม ทำให้การเรียนสนุกสนาน อีกทั้ง

ยังฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักเคารพกฎกติกา รู้จักแพ้ รู้จักชนะ ซึ่งทำให้นักเรียนมีความตั้งใจและมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น ทำให้การเรียนสนุก เร้าความสนใจ ไม่น่าเบื่อ ไม่เครียด นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง เนื่องจากในศตวรรษที่ 21 การจัดกระบวนการเรียนรู้พยายามเปลี่ยนบทบาทครูจากผู้บรรยายมาเป็นคณะครูร่วมกันออกแบบกิจกรรมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ (Pedagogy) ให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือไป เรียนรู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก และเสนอแนะเครื่องมือการเข้าถึงองค์ความรู้ผ่านวิธีการต่าง ๆ (แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะสาขาวิชาชีพ สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. ,2558) จากที่สอนในช่วงแรก นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการเล่น แต่เมื่อครูได้ให้คำแนะนำ ทำให้นักเรียนสามารถเล่นได้ดีขึ้น ซึ่งในการเล่นจะมีการแบ่งกลุ่มของนักเรียน จากการสังเกตของผู้วิจัยในขณะการเล่นเกม ผู้เรียนมีความสามัคคีภายในกลุ่ม คอยให้กำลังใจเพื่อนในกลุ่ม เด็กที่เก่งก็จะช่วยสอนเด็กที่อ่อน ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม อีกทั้งการเรียนการสอนสนุกสนานมากยิ่งขึ้น นอกจากความสนุกสนานแล้ว นักเรียนได้รับความรู้และเข้าใจเนื้อหาหลักการในการบวกและการลบจำนวนเต็มได้ตามระดับความง่ายไปยากจากสื่อเกม JUMPING ON THE WAY ดังที่ สุวร กาญจนมยูร และคณะ (2544) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับ สื่อเกม ในแง่ของการเรียนไว้ว่า การเล่นกับสื่อที่เป็นรูปธรรม จับต้องได้ เห็นกับตา สนุกสนาน เพลิดเพลิน เรียนด้วยความเข้าใจ และสนใจการเรียนจนสามารถสรุปความคิดรวบยอดและหลักการได้ถูกต้อง วิธีการนี้จะทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่เรียกว่า รู้จริงรู้แจ้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิภาพร ศรีบุญเรือง (2554 : 75) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้เกมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพิชฌาย์ ทนทาน (2559 : 106) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดประสบการณ์โดยใช้เกมการศึกษาที่มีต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ผลการวิจัยพบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์โดยใช้เกมการศึกษามีความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังจัดประสบการณ์สูงกว่าก่อนจัดประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีระชัย สีทาน้อย และคณะ (2561 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4เรื่อง เงิน โดยการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เงิน โดยการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยดังกล่าว สรุปได้ว่าผลการใช้สื่อเกมในการฝึกทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและเหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 เพราะสามารถสร้างนักเรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 และสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. นักเรียนไม่สามารถเข้าใจการเล่นโดยการอธิบายเพียงอย่างเดียว ครูควรสาธิตการเล่นให้นักเรียนดูก่อนลงมือปฏิบัติจริง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำเทคนิคการสอนมาใช้ร่วมกับการใช้สื่อเกม เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนน่าสนใจยิ่งขึ้น

2. ควรนำสื่อเกมนี้ไปต่อยอด ให้เกมมีขนาดที่พอดี กะทัดรัด เพื่อให้สะดวกในการจัดการเรียนการสอน และตั้งกฎกติกาให้มีความชัดเจน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตา ความห่วงใย รวมทั้งความปรารถนาดีจากคุณครูธิดา ทิพย์ ชูแก้ว คุณครูณภัทร เบลเลอร์ คุณครูรอหานี กามา ซึ่งให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมทั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือและให้ข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณ ผู้บริหาร คณะครู และนักเรียน โรงเรียนบ้านโกตาบารู ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2559). **80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซด์แอนปริ้นติ้ง.

ทิศนา แขมมณี. (2544). **วิทยาการด้านการคิด.** กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

นิภาพร ศรีบุญเรือง. (2554). *ผลการใช้เกมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

วีระชัย สีทาน้อย และคณะ. (2561). "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เงินโดยการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้." **วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.** ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2561), 104-115.

สกุล สุขศิริ. (2550). **ผลสัมฤทธิ์ของสื่อการเรียนรู้แบบ Game-based learning**. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพิชฌาย์ ทนทาน. (2559). *ผลการจัดประสบการณ์โดยใช้เกมการศึกษาที่มีต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

สุวร กาญจนมยูร และคณะ. (2544). **เทคนิคการใช้สื่อ เกม และของเล่นคณิตศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนพานิช.

สุไม บิลไบ และศศิฉาย ธนะมัย. 2557. "เกมคอมพิวเตอร์กับการเรียนรู้ยุคดิจิตอล." **วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ** ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2557), 177-182.

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. (2558). **แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะสาขาวิชาชีพ.** กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

Barzilai, S., & Blau, I. (2014). Scaffolding game-based learning: Impact on learning achievements, perceived learning, and game experiences. **Computers & Education,** 70, 65-79.

Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. ***Computers in Human Behavior,*** *63*, 50-58.

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะ

A Study of Mathematics Learning Achievement on The Addition and Subtraction of Decimals of Prathomsuksa Six Students Learning by Using Skill Exercises

ศิรินภา ศรียาภัย[1*], อรนุช ลิมตศิริ[2]

Sirinapa Sriyapai[1*], Oranuch Limtasiri[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และ (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังใช้แบบฝึกทักษะ เรื่องการบวกลบทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านท่าฉาง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 22 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง โดยใช้แบบฝึกทักษะเรื่อง การบวกลบทศนิยม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกลบทศนิยม จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก ที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.721

ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านท่าฉาง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.83/83.33 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการบวกลบทศนิยม หลังเรียน ($\bar{x}$ = 21.32 , S.D. = 2.95) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x}$ =14.64, S.D. = 2.13) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: แบบฝึกทักษะ , ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ , การบวกลบทศนิยม

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2]รองศาสตราจารย์ ดร. อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาอิสระ สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : nu_sompan@hotmail.com

Abstract

The purposes of this research were (1) to set the effectiveness of the Mathematical skill exercises on addition and subtraction of decimals in Mathematics learning of prathomsuksa 6 according to the criteria of 80/80 and (2) to compare the achievement before and after using the skill exercise about the addition and subtraction of decimal of prathomsuksa 6 students. The population was prathomsuksa 6 students at Ban Tha Chang School, 1st semester, academic year 2019. The samples used in this research were 22 Prathomsuksa 6 students using as sample Purposive Sampling. The research instruments consisted of 30 item of learning achievement multiple choices test on the addition and subtraction with the reliability of 0.721

The research found that Mathematics skill exercises on the addition and subtraction of decimals of PrathomSuksa 6 students at BanThaChang School had an efficiency equal to 81.83/83.33. It is higher than the 80/80 threshold. The post-test of learning achievement about the addition and subtraction of decimals ($\bar{x}$= 21.32,S.D. = 2.95) higher than the pre-test ($\bar{x}$=14.64, S.D. = 2.13) statistical significance at the level of .05

Keywords: skill Exercises, learning achievement, addition and subtraction of decimal

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจสังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ 2560 : 18)

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนบ้านท่าฉาง พบปัญหาในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและทักษะทางด้านการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับต่ำ จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (ONET) ช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านท่าฉางต่ำกว่าเกณฑ์ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนอยู่ที่ 23.79 คะแนน คะแนนเฉลี่ยระดับเขตพื้นที่การศึกษาร้อยละ 35.54 และระดับประเทศร้อยละ 37.50 จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน ในปีการศึกษา 2561 เห็นได้ว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อยู่ในเกณฑ์ต่ำ โดยมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 และต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ประสบปัญหาอย่างมาก ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ สาเหตุหนึ่งมาจากนักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน และเกิดความเบื่อหน่าย นักเรียนไม่มีความคงทนในด้านความรู้ ครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาและพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและนักเรียน โดยเฉพาะเนื้อหาที่นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจยากมีความเป็นนามธรรมมากว่าเป็นรูปธรรม นอกจากครู ผู้เรียน และเนื้อหาแล้ว ยังมีด้านบรรยากาศในการเรียนรู้และวิธีการจัดการเรียนการสอนของครู ที่ครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาและพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนและเนื้อหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยแบบฝึกทักษะ เพื่อช่วยในการคิดของนักเรียน ใช้ในการฝึกในเรื่องนั้นๆจนเกิดความชำนาญ แบบฝึกทักษะเป็นสื่อการสอนอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนที่มี ประสิทธิภาพ เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่คงทน ทั้งนี้แบบฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียน งานกิจกรรม หรือประสบการณ์ที่ครูให้นักเรียนได้ฝึกหัดทำ สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีประสบการณ์และมีทักษะเพิ่มมากขึ้น เป็นสิ่งที่มีประโยชน์กับผู้เรียนและยังช่วยให้ นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง อย่างหลากหลายและแปลกใหม่ พรสุดา โสภา (2559 : 52) โดยแบบฝึกทักษะมีความสำคัญและมีประโยชน์สำหรับผู้สอนและนักเรียนเป็นเครื่องมือในการพัฒนาเพิ่มพูนทักษะความชำนาญในการแก้ปัญหาและเป็นการแก้ข้อบกพร่องของการสอนและการเรียนของนักเรียนได้อย่างตรงจุดทันท่วงทีอีกทั้งแบบฝึกทักษะยังเป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินผลทางการเรียนรวมทั้งนักเรียนสามารถที่จะใช้แบบฝึกในการพัฒนาตนเองให้ประสบผลสำเร็จในการเรียน นฤมล ทิพย์พินิจ (2560 : 16) หลักการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม เรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้ตัวไปหาสิ่งที่ไกลตัว สอนจากเนื้อหาที่ง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยากคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และควรให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติให้มากที่สุดเพื่อให้เกิดทักษะในการเรียนรู้ ในขณะที่ นงลักษณ์ ฉายา (2558 : 24) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการที่สอดคล้องและเหมาะสมกับนักเรียน ควรเริ่มจากง่ายไปยาก เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่เข้าด้วยกัน ใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมมากว่านามธรรม เริ่มจากของจริงไปสู่สัญลักษณ์ เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดทักษะความรู้ ความเข้าใจ เกิดประโยชน์ไปใช้ได้ทุกโอกาส อันเป็นกุญแจสำคัญนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และการใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันต่อไป พรสุดา โสภา (2559 : 21)

จากสภาพปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการพัฒนาแบบฝึกทักษะ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล อันจะส่งผลให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเพื่อนำผลไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ และเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาศักยภาพเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1.ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านท่าฉาง จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 43 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

1.2.1 กลุ่มหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนบ้านท่าฉาง ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย นำคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียน 2 ปีการศึกษา 2561 มาเรียงลำดับจากสูงไปหาต่ำ แล้วจำแนกเป็น 3 กลุ่ม (เก่ง ปานกลาง อ่อน) แล้วดำเนินการหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน

1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนบ้านท่าฉาง ใช้เป็นกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบทศนิยม

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกลบทศนิยม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ เรื่องการบวกลบทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 แผน 10 ชั่วโมง

3.2 แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวน 3 เล่ม ดังนี้

เล่มที่ 1 การบวกทศนิยมที่มีตำแหน่งเท่ากัน จำนวน 3 ชั่วโมง

เล่มที่ 2 การบวกทศนิยมที่มีตำแหน่งไม่เท่ากัน จำนวน 3 ชั่วโมง

เล่มที่ 3 การลบทศนิยม จำนวน 4 ชั่วโมง

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. การหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์

การหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอนของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ โดยนำแบบฝึกทักษะที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเนื้อหา รวมทั้งประเมินความเหมาะสม ความสอดคล้องของประเด็นต่างๆ ของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และคณะ. 2559 : หน้า 283) ดังนี้

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความสอดคล้องอยู่ในระดับ มากที่สุด

ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความสอดคล้องอยู่ในระดับ มาก

ระดับการประเมิน 3 หมายถึงมีความสอดคล้องอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความสอดคล้องอยู่ในระดับ น้อย

ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความสอดคล้องอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

และกำหนดเกณฑ์ในการแปลผลของการประเมินแบบทักษะคณิตศาสตร์ ของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 มีความสอดคล้องมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 มีความสอดคล้องมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 มีความสอดคล้องปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 มีความสอดคล้องน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 มีความสอดคล้องน้อยที่สุด

การหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นที่ 1 หาประสิทธิภาพกลุ่มทดลองแบบรายบุคคล (1 : 3) ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก แบบรายบุคคล จำนวน 3 คน ประกอบด้วย กลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มอ่อน 1 คน (คละกัน)

ขั้นที่ 2 หาประสิทธิภาพกลุ่มทดลองแบบกลุ่มย่อย (1 : 6) ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก แบบกลุ่มย่อย จำนวน 6 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 2 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มอ่อน 2 คน (คละกัน)

ขั้นที่ 3 หาประสิทธิภาพกลุ่มทดลองภาคสนาม (1 : 12) ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก แบบภาคสนาม จำนวน 12 คน ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 4 คน กลุ่มปานกลาง 4 คน และกลุ่มอ่อน 4 คน (คละกัน)

จากนั้นนำแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ทดลองใช้มาแล้วปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนบ้านท่าฉาง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 22 คน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

5.1 หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ 3 ขั้นตอน

5.1 ทดสอบความรู้ก่อนเรียน (Pretest) ของกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกลบทศนิยม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2 ดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนเอง โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม กับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 22 คน

5.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการทดสอบความรู้หลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกลบทศนิยม และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะ

5.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ได้ดำเนินการวิเคราะห์ตามขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1.1 หาค่าเฉลี่ย $(\bar{x})$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบทศนิยม

1.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม โดยคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

1.3 หาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.4 หาค่าความยากง่าย (p) รายข้อค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5 หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR- 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน

2. คำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนใช้การทดสอบค่าที (t-test) กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระ (dependent Sample)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพดังนี้

การทดลอง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนระหว่างเรียน (120 คะแนน)		คะแนนผลสัมฤทธิ์ (30 คะแนน)		ประสิทธิภาพ
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ (E_1)	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ (E_2)	E_1/E_2
รายบุคคล	3	153.00	81.38	24.33	81.11	81.38/81.11
กลุ่มย่อย	6	155.17	82.80	24.67	82.22	82.80/82.22
ภาคสนาม	12	166.67	81.83	25.00	83.33	81.83/83.33

จากตารางแสดงให้เห็นว่าผลการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ตามลำดับขั้นตอนของการการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ทั้ง 3 ขั้นตอน พบว่า การหาประสิทธิภาพขั้นที่ 1 (แบบรายบุคคล) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.38/81.11 ขั้นที่ 2 (แบบกลุ่มย่อย) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.80/82.22 และขั้นที่ 3 (แบบภาคสนาม) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.83/83.33 นั่นคือ ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีดังนี้

นักเรียน	N	$\bar{x}$	S.D.	T	Sig.
ก่อนเรียน	22	14.64	2.128	-15.599	.000
หลังเรียน	22	21.32	2.950		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 14.64 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 21.32 คะแนน แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.83/83.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกลบทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะ ($\bar{x}$ 21.32 , S.D. = 2.950) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x}$ = 14.64 , S.D. = 2.128) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐาน

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.33/83.33 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะในการจัดทำแบบฝึกทักษะ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีในการสร้างแบบฝึกทักษะ เรื่อง การบวกลบทศนิยม แบบฝึกทักษะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีความเหมาะสมกับระดับวัย หรือความสามารถของผู้เรียน มีคำชี้แจงสั้นๆที่ช่วยให้ผู้เรียนมีการยกตัวอย่าง เข้าใจได้ง่าย เรียงลำดับเนื้อจากเรื่องที่ง่ายไปยาก เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนอย่างเสรี ที่เข้าใจง่าย ฝึกให้คิดได้เร็ว มีการจัดทำเฉลยไว้ท้ายเล่ม มีรูปภาพและสีสันสวยงามเร้าความสนใจของผู้เรียน มีกิจกรรมที่หลากหลายรูปแบบ ตอบสนองความแตกต่างของแต่ละบุคคล เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้ประสบความสำเร็จในการทำแบบฝึกทักษะ อีกทั้งครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นๆได้ทันทวงที ทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนจึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงลักษณ์ ฉายา (2558 : 95) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.79/83.50 สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรสุดา โสภา (2559 : 103) ได้ทำการพัฒนาแบบฝึกทักษะเรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน วิชา

คณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.24/80.97 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ นฤมล ทิพย์พินิจ (2560 : 64) ได้ทำการสร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า แบบฝึกทักษะ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.33/84.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของภาสินี พงษ์อารีย์ (2557 : 85) ได้หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 96 คน โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.34/80.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกลบทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐาน ทั้งนี้เนื่องมาจาก การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกลบทศนิยม ให้มีประสิทธิภาพ แล้วนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง และได้รับสื่อการสอนที่สอดคล้องกับบทเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสอดคล้องกับ ศิริกานต์ งามพิพัฒนพงษ์ (2558 : 129) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเชิงซ้อน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ ปิ่นเพชร ไชยประเสริฐ (2556 : 50) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิสดุษา ศิริมงคล (2561 : 95) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดเขียนเขต จังหวัดปทุมธานี โดยใช้แบบฝึกทักษะก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ต้องกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ของอาจารย์ รศ.ดร.อรนุช ลิมตศิริ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆด้วยดีเสมอ ขอขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือวิจัย และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านท่าฉาง คณะครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านท่าฉาง ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**. กรุงเทพมหานคร : ผู้แต่ง

นงลักษณ์ ฉายา. (2558). **การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. ปริญญานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

นฤมล ทิพย์พินิจ. (2560). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านสามัคคีธรรม จังหวัดนครศรีธรรมราช.** ปริญญานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

นิสดุษา ศิริมงคล. (2561). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดเขียนเขต.** บัณฑิตวิทยาลัย. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ปิ่นเพชร ไชยประเสริฐ. (2556). **การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์เรื่องการบวกลบเศษส่วน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเครือข่ายโนนสว่าง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 2**. ปริญญานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

พรสุดา โสภา. (2559). **การพัฒนาแบบฝึกทักษะ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

ภาสินี พงษ์อารีย์. (2557). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง ลำดับและอนุกรม**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

ศิริกานต์ งามพิพัฒนพงษ์. (2558). **ผลการใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเชิงซ้อน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. ปริญญานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ และคณะ. 2559. **ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

อมรา เชิญรัมย์. (2560). **การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกทักษะ โรงเรียนบ้านแก้งขี้เหล็ก**. บัณฑิตวิทยาลัย. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

The Development of Mathematics Achievement by Using the Surface Areas and Volumes of Prisms and Cylinders Worksheets Integrated with KWDL Technique of Matthayomsuksa 2 Students of Ban - KotaBaru School in Yala province

นูฮ่าย์ ยิมิง[1], ปฏิพัทธ์ ชุมเกศ[2*]

Nuha Yiming[1], Patipat Chumket[2*]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์, เทคนิค KWDL

Abstract

This research aimed to comparative of learning achievement before and after using the surface areas and volumes of prisms and cylinders worksheets integrated with KWDL technique at Ban - Kotabaru school in Yala province. The samples are 27 Matthayomsuksa 2 students at Ban - KotaBaru School in Yala province studing in the first semester of 2019 academic year by purposive sampling. The results of the study revealed that the achievement learning for Matthayomsuksa 2 students after using those worksheets for Matthayomsuksa 2 was significantly higher than before leaning at the 0.01 level of of significance.

Keywords: Learning Achievement, worksheets, KWDL Technique learning

[1]นักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** patipat.c@yru.ac.th

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทส าคัญยิ่งต่อความส าเรจจในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจาก คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถ วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถน าไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้า อย่างรวดเรจวในยุคโลกาภิวัตน์ โดยกำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในหลักสูตรตั้งแต่ช่วงชั้นที่ 1 ถึง ช่วงชั้นที่ 4 คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นอกจากนี้ยังกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้ ความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

คณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ การพัฒนาทักษะด้านคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนจึงมีความจำเป็นด้วยเช่นกัน จากการสังเกตในการจัดการเรียนการสอนจากบทเรียนที่ผ่านมา เมื่อผู้สอนกำหนดรูปภาพในลักษณะของรูปเรขาคณิต ผู้เรียนสามารถคิดหาคำตอบได้ หากเปลี่ยนเป็นลักษณะของข้อความ ผู้เรียนเริ่มสับสน และเกิดความไม่เข้าใจ แสดงว่าผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ การตีความ ขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์ และยังบกพร่องในการอ่าน จากการสอบถามตัวผู้เรียนเอง พบว่า ผู้เรียนรู้สึกว่าโจทย์มีความยาก ส่งผลให้ผู้เรียนไม่อยากแม้แต่ที่จะอ่านและคิดเพื่อหาคำตอบ เมื่อสำรวจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนบ้านโกตาบารู พบว่า ยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่โรงเรียนกำหนดไว้ (โรงเรียนบ้านโกตาบารู, 2561) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคิดที่จะสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยได้ทำการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรมที่ดีที่สุดที่สามารถฝึกให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์แก้ปัญหาอย่างมีระบบ สามารถพัฒนาทักษะและความสามารถในการ แก้โจทย์ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกนวัตกรรมแบบฝึกทักษะเนื่องจากแบบฝึกทักษะได้แบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย ๆ ผู้เรียนได้ฝึกทำโจทย์ที่หลากหลายด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจในเนื้อหาดียิ่งขึ้น และได้รับทราบความก้าวหน้าของตนเองเป็น ระยะ ๆ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (ธอร์นไดค์, 1930 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2551) กล่าวคือ สิ่งใด ๆ ก็ตามที่มีการฝึกซ้ำ ๆ หรือกระทำซ้ำ ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่อง และสามารถทำได้ดี นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของนักวิชาการหลายท่าน พบว่า แบบฝึกทักษะ มีส่วนช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิค KWDL เป็นการเรียนรู้ที่ฝึกผู้เรียนคิดวิเคราะห์โจทย์อย่างเป็นขั้น เป็นตอน และทำให้ผู้เรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังฝึกให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างหลากหลายอันส่งผลให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ในช่วงแรกพัฒนาขึ้นโดย Ogle (Ogle, 1989 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559) เพื่อใช้สอนและฝึกทักษะการอ่าน ต่อมา ชอและคณะ (Shaw et al., 1997 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559) ได้พัฒนามาใช้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นเทคนิคการ

สอนที่ช่วยส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยได้เสนอแนะว่าเป็นการสอนที่เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากการคิดคำตอบโจทย์ปัญหานั้น ผู้เรียนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหาและทำเข้าใจกับโจทย์ แล้ววิเคราะห์โจทย์ก่อนจึงจะสามารถคิดคำนวณหาคำตอบได้ จึงได้เสนอขั้นตอนการสอนโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ขั้น K (What we know) คือ ผู้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง ขั้น W (What we want to know) คือ ผู้เรียนจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือโจทย์บอกอะไรบ้าง ขั้น D (What we do to find out) คือ ผู้เรียนทำอะไร อย่างไร มีวิธีหาคำตอบอย่างไร และ ขั้น L (What we learned) คือ ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559)

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาในรูปแบบของ แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ร่วมกับ เทคนิค KWDL เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา อย่างมีประสิทธิภาพและความเหมาะสมกับผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

การศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด กฎแห่งการฝึกหัด จากทฤษฎีเชื่อมโยงของ ธอร์นไดค์ (ธอร์นไดค์, 1930 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2551) กล่าวว่า สิ่งใด ๆ ก็ตามที่มีการฝึกซ้ำ ๆ หรือกระทำซ้ำ ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องและสามารถทำได้ดี นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิค KWDL ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Ogle (Ogle, 1989 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559) ที่คิดขึ้นเพื่อใช้ในการสอนอ่าน ในระยะต่อมา ชอและคณะ (Shaw et al., 1997 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559) ได้พัฒนามาใช้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นเทคนิค การสอนที่ช่วยส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนการสอนโดยใช้การเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ไว้ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้น K (What we know) คือ ผู้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง
2. ขั้น W (What we want to know) คือ ผู้เรียนจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือโจทย์บอกอะไรมีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรได้บ้าง
3. ขั้น D (What we do to find out) คือ ผู้เรียนทำอะไร อย่างไร มีวิธีหาคำตอบอย่างไร
4. ขั้น L (What we learned) คือ ผู้เรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559)

จากการศึกษาทั้ง 2 แนวคิด ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาแบบฝึกทักษะ ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ผ่านการฝึกทำซ้ำ ๆ ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ จนสามารถวิเคราะห์และแก้โจทย์คณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ของ โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา จำนวน 27 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

2. ตัวแปรที่ทำการศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา ที่ใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

3.2 แผนจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

4. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 เตรียมนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายจำนวน 27 คน อธิบายและทำเข้าใจกับนักเรียนถึงขั้นตอนการใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

4.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.3 ดำเนินการสอนตามขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.4 เมื่อทำการเรียนการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ หลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตรการทดสอบที (t-test)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบที (t-test) เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t-test	p-value
ก่อนเรียน	27	5.56	2.01	25.46**	<0.001
หลังเรียน	27	14.74	1.97		

** แทน ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า การใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยในข้างต้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน บ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.56 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 14.74 ซึ่งสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จากการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคKWDL ในการสอนควบคู่ไปกับแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ สังเกตเห็นได้ว่าผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับโจทย์อย่างละเอียดก่อนเป็นอันดับแรก ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้ทำความเข้าใจตรงนี้แล้วจึงสังเคราะห์ได้ว่าโจทย์ต้องการสิ่งใดหรือใช้สูตรในการคำนวณใดถึงจะแก้โจทย์ปัญหาได้ จากกระบวนการก่อนหน้าทำให้ผู้เรียนสามารถเรียงลำดับการ แก้โจทย์ได้ ทำให้ได้มาซึ่งคำตอบ และผู้เรียนสามารถสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการแก้โจทย์ แม้ว่าช่วงแรก ผู้เรียนประสบปัญหาในการวิเคราะห์โจทย์ในรูปแบบต่าง ๆ เนื่องจากผู้เรียนไม่เข้าใจโจทย์ หรือไม่สามารถตีความโจทย์ได้ ทำให้ไม่สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาได้ ในเบื้องต้นผู้วิจัยจึงแสดงตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนเริ่มฝึกซ้ำ ๆ จนกระทั่งสามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเองจนเกิดความชำนาญ และในท้ายที่สุดผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น และสามารถแก้ปัญหาตามที่โจทย์ต้องการได้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิรม พูลสวัสดิ์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน โดยใช้แบบฝึกทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุณฑริกา พงศ์ศิริวรรณ (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล พบว่า การนำเทคนิค KWDL มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สราญจิต อ้นพา และชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลการเรียนรู้หลังใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าในการจัดการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. **ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้**
   - ครูควรออกแบบแบบฝึกทักษะที่เหมาะสมกับเวลา
   - ครูควรตรวจแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ทันที แล้วรายงานให้นักเรียนทราบ เพื่อให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าของตนเอง หากมีข้อผิดพลาดผู้เรียนสามรถทำความเข้าใจใหม่ได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- ควรมีการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ร่วมกับเทคนิค KWDL กับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ
- ควรมีการวิจัยนำแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ร่วมกับเทคนิค KWDL ไปใช้กับเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ หรือในระดับอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ได้เป็นอย่างดีได้ด้วยความช่วยเหลือ และการให้คำปรึกษาจากครูรอฮานี กามา ครูณภัทร เบลเลอร์ ครูสรัลรัตน์ ชูแก้ว และครูธิดาทิพย์ ชูแก้ว ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนจากโรงเรียนบ้านโกตาบารู จังหวัดยะลา ที่อำนวยความสะดวกให้กำลังใจในการทำงาน และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ทิศนา แขมมณี. (2551). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุณฑริกา พงศ์ศิริวรรณ. (2552). *การพัฒนาทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล*. (การค้นคว้าแบบอิสระ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิรม พูลสวัสดิ์. (2559) "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน โดยใช้แบบฝึกทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5." **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม.** ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 (กันยายน-ธันวาคม 2559), 67-74.

สราญจิต อ้นพา และชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน. (2562) "การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4." **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.** ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2562), 213-228.

โรงเรียนบ้านโกตาบารู. (2561). **แบบประเมินคุณภาพผู้เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโกตาบารู.** ยะลา: โรงเรียนบ้านโกตาบารู.

Moradpour, Sepdeh., Yousefi, Hossein., Pasha, Ah., & Taheri, Behnoush. (2016). Evaluation of the effect of KWDL problem- solving model on self- efficacy, anxiety and math function. ***International Journal of Life Science & Pharma Research****, 1,* 102-108.

การศึกษาเวลามาตรฐานของการให้บริการหน้าเคาเตอร์ของที่ทำการไปรษณีย์ไทย กรณีศึกษาที่ทำการไปรษณีย์ไทย จังหวัดสุพรรณบุรี

The study of the standard time of service in the counter Thailand post case study of the Thailand post Suphanburi province

เจษฎา แสงศรีจันทร์[1*], ธันยพร อุดม[2], มลีรัตน์ แซ่อ๋อง[3]

Jassada Sangsrijun[1*], ThanyaponUdom[2], MaliratSaeong[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการการศึกษาเวลามาตรฐานของการให้บริการหน้าเคาเตอร์ของที่ทำการไปรษณีย์ไทย กรณีศึกษาที่ทำการไปรษณีย์ไทย สาขาอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ศึกษาการให้บริการในส่วนของการให้บริการด้านหน้าเคาเตอร์แบบปกติ และแบบซื้อบรรจุภัณฑ์ โดยศึกษาการหาเวลามาตรฐานเพื่อใช้ข้อมูลเวลามาตรฐานนี้วิเคราะห์ทรัพยากรที่อยู่ในปัจจุบันนั้นเพียงต่อการให้บริการประชาชน และเพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ในด้านการจัดสรรทรัพยากรบุคคลเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน

ผลการวิจัยพบว่า การให้บริการแบบปกติใช้เวลา 7 นาที และแบบซื้อบรรจุภัณฑ์ใช้เวลา 13 นาที โดยอัตรากำลังคนที่ต้องการจากการคำนวณ เมื่อเปรียบเทียบกับอัตรากำลังคนในปัจจุบัน อัตรากำลังคนในปัจจุบันมีกำลังคนมากกว่าอัตรากำลังคนที่ต้องการจากการคำนวณถึง 2 คน เมื่อเปรียบเทียบกับภาระงานที่เกิดขึ้นจริงในสภาวะปัจจุบันผลที่ได้จากการศึกษาเวลามาตรฐานของการให้บริการหน้าเคาเตอร์ของที่ทำการไปรษณีย์ไทย จังหวัดสุพรรณบุรี สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเสนอแผนเชิงนโยบายด้านการจัดสรรทรัพยากรบุคลากรในระยะสั้น ระยะยาว และขยายผลไปยังไปรษณีย์ไทยสาขาอื่นๆ เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ

คำสำคัญ:เวลามาตรฐาน, การศึกษาเวลา, การกำหนดอัตรากำลังคน

[1]อาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สุพรรณบุรี

[2]อาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สุพรรณบุรี

[3]อาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สุพรรณบุรี

[*]**Corresponding author, E-mail:**Jad2056@gmail.com

Abstract

The study of the standard time of service in the counter Thailand post case study of the Thailand post Suphanburi province. The study the services in front of the normal counter and purchase of the packaging. By studying the standard time to analyze this information at the resources that are present only to serve the people. The results were analyzed in terms of allocation of resources to achieve maximum efficiency in their work.

The results show that the normal service takes 7 minutes and the packing takes 13 minutes. The manpower rated is preferred by the calculation compared with current manpower rated. The current man power rate is more people than the manpower rated is preferred by the calculation up to 2 people, compared to the actual workload in the current environment. The results of the study standard time of service in the counter Thailand post case study of the Thailand post Suphanburi province. Can be utilized in the proposed policy on the allocation of staff resources in the short term and long term. And extension to other branches of Thailand Post. To increase the competitiveness of business.

Keywords: Standard time, Time study, Manpower rate

บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจการให้บริการจัดส่งพัสดุมีการแข่งขันสูงไปรษณีย์ไทยเป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญของการเป็นสื่อกลางเพื่อส่งสารรับสารจากผู้ส่งไปยังผู้รับทุกหน่วยงานของไปรษณีย์ต่างมีภารกิจในการพัฒนาคุณภาพบริการเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เกิดบริการที่มุ่งเน้นคุณภาพตามหลักวิชาการถูกต้อง รวดเร็ว สอดคล้องกันไปรษณีย์จึงต้องมีการจัดการที่ดีเพื่อให้บุคลากรที่มีอยู่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การบริหารเวลามาตรฐานและการจัดการภายในจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะต้องนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิผลและประสิทธิภาพของการทำงานให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านเป้าหมายและนโยบายที่เกิดขึ้น วิธีการหนึ่งที่ผู้บริหารสามารถใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน คือ การศึกษาเวลาการทำงาน (Time Study) โดยประโยชนประการหนึ่งของการศึกษาเวลาการทำงานคือ ชวยใหผู้บริหารสามารถกำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการทำงานแตละงานไดการศึกษาเวลามาตรฐานการทำงาน (Standard Time) คือ การศึกษาเวลาที่ใชในการทำงานตอหนวยผลผลิตของงาน (Work Unit) ในสถานที่ทำงานภายใตสภาวะที่เหมาะสม ขอมูลดานเวลามาตรฐานการทำงานนี้สามารถนำมาใชในการบริหารเกี่ยวกับเวลาที่ผู้เข้ารับบริการ เวลามาตรฐานจึงมีประโยชนอยางยิ่งในการใชเปนขอมูลพื้นฐานในการจัดสรรอัตรากำลังใหเหมาะสมกับภาระงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานทางการบริการหน้าเคาเตอร์ของที่ทำการไปรษณีย์ไทย

ดังนั้น เพื่อให้ไปรษณีย์ไทยสามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางการค้าได้ จึงทำการสำรวจสภาพปัจจุบันไปรษณีย์ไทยจังหวัดสุพรรณบุรีมีพนักงานประจำเคาเตอร์ 4 คน เครื่องกดบัตรคิว 1 เครื่อง พนักงานขายบรรจุภัณฑ์ 1 คน ซึ่งไม่เคยมีการวิเคราะห์มาก่อนว่าทรัพยากรที่มีเพียงพอต่อการให้บริการประชาชน ผู้วิจัยจึงมองเห็นความสำคัญของการหาเวลามาตรฐานของไปรษณีย์ไทยจังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อให้ได้เวลามาตรฐานในการให้บริการและอัตรากำลังคนที่เหมาะสม เป็นแนวทางในการพัฒนาการให้บริการสามารถนำไปเป็นประโยชน์ในการวางแผน กำหนดรูปแบบการบริการของไปรษณีย์จังหวัดสุพรรณบุรีให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการให้มากที่สุด รวมถึงมีการบริการที่ดี รวดเร็วและมีการจัดการการขนส่งสินค้าอย่างปลอดภัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1.ทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการหาเวลามาตรฐานในการทำงาน

2.วางแผนและจัดเก็บข้อมูล โดยใช้แบบบันทึกเวลาในการบันทึกเวลาในแตละกิจกรรม

3.กำหนดการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์(Analyticalresearch)โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบวิธีเจาะจง (Purposive sampling)

4.เจาหนาที่ไปรษณีย์ที่ปฏิบัติงานอยู่ในงานบริการรับฝากไปรษณีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี (พนักงานประจำเคาเตอร์ 4 คน, พนักงานขายบรรจุภัณฑ์ 1 คน) ซึ่งเปนตัวแทนในการหาเวลามาตรฐานในแตละงานยอย โดยจะตองมีคุณสมบัติคือเปนผูที่มีประสบการณและมีความชำนาญงานนั้นไมนอยกวา 2 ป โดยทำงานอยางสม่ำเสมอไมเรงรีบหรือช้าจนเกินไป และมีทัศนคติที่ดีตองานนั้น รวมถึงเขาใจเปาหมายของการศึกษาเวลามาตรฐานและยินดีให ความรวมมือ

5.การเก็บรวบรวมข้อมูล งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดเวลามาตรฐานของบริษัทไปรษณีย์ไทยในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยจะเก็บข้อมูลขั้นตอนการให้บริการหน้าเคาเตอร์ 2 ลักษณะ คือ แบบปกติ และแบบซื้อบรรจุภัณฑ์จะมีขั้นตอนดังนี้

5.1 เข้าไปติดต่อกับเจ้าหน้าที่ในที่ทำการไปรษณีย์สาขาอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยทำการขออนุญาติหัวหน้าไปรษณีย์ เพื่อที่จะขอเข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลในการให้บริการ

5.2 ในการให้บริการของไปรษณีย์จะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1.แบบปกติ เป็นการให้บริการโดยทั่วๆไป โดยลูกค้าจะแพ็คพัสดุมาเองเรียบร้อย

2. แบบซื้อบรรจุภัณฑ์ โดยทั่วไปลูกค้าบางท่านอาจจะทำการแพ็คพัสดุมาเองหรือบางคนอาจจะไม่ได้ทำการแพ็คพัสดุมา ทางไปรษณีย์จึงมีช่องบริการขายบรรจุภัณฑ์โดยมีพนักงานที่ทำหน้าที่แพ็คพัสดุเตรียมไว้ให้บริการกับลูกค้าที่ไม่ได้แพ็คพัสดุมา

5.3 จากตารางแสดงข้อมูลลูกค้าที่มาใช้บริการต่อวันในตารางที่ 1 ของการให้บริการแบบปกติ และแบบซื้อบรรจุภัณฑ์ โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 7 วัน เพื่อใช้หาปริมาณชั่วโมงการทำงานซึ่งการให้บริการแบบปกติมีลูกค้ามาใช้บริการคิดค่าเฉลี่ยได้ 180 คนต่อวัน และการให้บริการแบบซื้อบรรจุภัณฑ์มีลูกค้ามาใช้บริการคิดค่าเฉลี่ยได้ 44 คนต่อวัน และกำหนดกลุ่มตัวอย่างลูกค้าที่มาใช้บริการส่งพัสดุที่ไปรษณีย์ที่ 150 คน เพื่อใช้ในการหาเวลามาตรฐานโดยคิดจากผู้ใช้บริการเฉลี่ยแบบปกติที่ 180 คนซึ่งเป็นรูปแบบการใช้บริการที่ประชาชนใช้บริการสูงสุดคูณด้วยค่าความเผื่อที่ 15 เปอร์เซ็นต์ (Groover, 2007)

ตารางที่ 1ข้อมูลลูกค้าที่มาใช้บริการต่อวันของการให้บริการแบบปกติ และแบบซื้อบรรจุภัณฑ์

วัน	1	2	3	4	5	6	7	เฉลี่ย
แบบปกติ	183	157	211	170	145	201	196	180
แบบซื้อบรรจุภัณฑ์	45	43	27	54	48	39	52	44

5.4 การวางแผนการเก็บข้อมูลและจับเวลาทั้ง 2 แบบจะมีขั้นตอนดังนี้

แบบปกติ

1. ลูกค้าเข้าประตูแล้วเดินไปที่ตู้กดบัตรคิว
2. กดบัตรคิว – รอบัตรออก
3. เมื่อได้บัตรคิวแล้วก็เดินมานั่งรอเรียกคิวที่เก้าอี้
4. เมื่อได้ยินเสียงเรียกถึงคิวเราก็เดินไปด้านหน้าเคาเตอร์
5. ได้รับการให้บริการจากพนักงานจนเสร็จก็เป็นอันเสร็จสิ้นในการจับเวลา

แบบซื้อบรรจุภัณฑ์

1. ลูกค้าเข้าประตูเดินไปช่องบริการขายบรรจุภัณฑ์
2. ซื้อบรรจุภัณฑ์และทำการแพ็คพัสดุ
3. เมื่อแพ็คเสร็จแล้วเดินไปที่โต๊ะเขียนจดหมาย
4. ทำการเขียนจ่าหน้าซอง
5. เมื่อเขียนเสร็จก็เดินไปที่ตู้กดบัตรคิว
6. กดบัตรคิว - รอบัตรออก
7. เมื่อได้บัตรคิวแล้วก็เดินมานั่งรอเรียกคิวที่เก้าอี้
8. เมื่อได้ยินเสียงเรียกถึงคิวเราก็เดินไปด้านหน้าเคาเตอร์
9. ได้รับการให้บริการจากพนักงานจนเสร็จก็เป็นอันเสร็จสิ้นในการจับเวลา

6.การวิเคราะห์ข้อมูลนำข้อมูลด้านเวลาที่ได้จากขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และคำนวณหาอัตรากำลังคน, เวลามาตรฐาน, การหาปริมาณงาน

การหาเวลามาตรฐาน

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ x 15%เวลาเผื่อ)

การหาปริมาณงาน

ปริมาณงาน = เวลามาตรฐาน × หน่วยนับของผลงาน

การคำนวณหาอัตรากำลังคน

$$\text{อัตรากาลังคน} = \frac{\text{ปริมาณงาน}}{\text{ชั่วโมงการทำงาน}}$$

7.สรุปผลการดำเนินงานสรุปข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยจะได้เวลามาตรฐาน และแผนอัตรากำลังคน

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเวลามาตรฐานการให้บริการของไปรษณีย์ไทย สาขาอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของลูกค้าที่มาเข้ารับบริการของไปรษณีย์ ทั้งการให้บริการแบบปกติ และการให้บริการแบบซื้อบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีการจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลา มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการศึกษาการให้บริการของไปรษณีย์ในทุกขั้นตอนอย่างละเอียด เพื่อต้องการหาเวลามาตรฐานในการทำงานการให้บริการของไปรษณีย์ว่ามีเวลามาตรฐานในการเข้ารับบริการ และเพื่อใช้ข้อมูลเวลามาตรฐานนี้ในหาปริมาณงาน และการเสนอแผนเพื่อจัดสรรทรัพยากร โดยเริ่มเก็บข้อมูลและจับเวลามีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 สรุปเวลาเฉลี่ย เวลาเผื่อ และเวลามาตรฐานของแต่ละงานย่อยที่ให้บริการแบบปกติ

งานย่อย	จำนวนครั้งที่จับเวลา	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	SD
1.ลูกค้าเข้าประตูแล้วเดินไปที่ตู้กดบัตรคิว	150	8.70	1.30	10.01	6.77
2. กดบัตรคิว – รอบัตรออก	150	5.41	0.81	6.22	1.62
3.เมื่อได้บัตรคิวแล้วก็เดินมานั่งรอเรียกคิวที่เก้าอี้	150	7.20	1.08	8.28	1.81
4.เมื่อได้ยินเสียงเรียกถึงคิวเราก็เดินไปด้านหน้าเคาเตอร์	150	149.03	22.35	171.33	67.08
5. ได้รับการให้บริการจากพนักงานจนเสร็จ	150	194.01	29.10	223.11	72.75

การให้บริการแบบปกติจากตารางที่ 2 สรุปขั้นตอนการเข้ารับบริการอยู่ด้วยกัน 5 ขั้นตอนดังนี้

1. เดินเขาประตูไปที่ตู้กดบัตรคิว มีเวลามาตรฐาน 10 วินาที
2. กดบัตรคิว – รอบัตรออก มีเวลามาตรฐาน 6 วินาที
3. เมื่อได้บัตรคิวแล้วก็เดินมานั่งรอเรียกคิวที่เก้าอี้ มีเวลามาตรฐาน 8 วินาที
4. เมื่อได้ยินเสียงเรียกถึงคิวเราก็เดินไปด้านหน้าเคาเตอร์ มีเวลามาตรฐาน 3 นาที
5. ได้รับการให้บริการจากพนักงานจนเสร็จก็เป็นอันเสร็จสิ้นในการจับเวลา มีเวลามาตรฐาน 4 นาที

ตารางที่ 3 สรุปเวลาเฉลี่ย เวลาเผื่อ และเวลามาตรฐานของแต่ละงานย่อยที่ให้บริการแบบซื้อบรรจุภัณฑ์

งานย่อย	จำนวนครั้งที่จับเวลา	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ (วินาที)	เวลามาตรฐาน (วินาที)	SD
1. ลูกค้าเข้าประตูเดินไปช่องบริการขายบรรจุภัณฑ์	150	4.93	0.74	5.67	0.77
2.ซื้อบรรจุภัณฑ์และทำการแพ็คพัสดุ	150	141.57	21.24	162.80	57.69
3.เมื่อแพ็คเสร็จแล้วเดินไปที่โต๊ะเขียนจดหมาย	150	5.47	0.82	6.29	1.32
4.ทำการเขียนจ่าหน้าซอง	150	153.89	23.08	176.97	70.29
5.เมื่อเขียนเสร็จก็เดินไปที่ตู้กดบัตรคิว	150	8.71	1.31	10.01	6.78
6.กดบัตรคิว - รอบัตรออก	150	5.41	0.81	6.23	1.62
7.เมื่อได้บัตรคิวแล้วก็เดินมานั่งรอเรียกคิวที่เก้าอี้	150	7.20	1.08	8.28	1.82
8.เมื่อได้ยินเสียงเรียกถึงคิวเราก็เดินไปด้านหน้าเคาเตอร์	150	149.03	22.36	171.34	67.08
9. ได้รับการให้บริการจากพนักงานจนเสร็จ	150	194.01	29.10	223.16	72.75

การให้บริการแบบซื้อบรรจุภัณฑ์จากตารางที่ 3 สรุปขั้นตอนการเข้ารับบริการอยู่ด้วยกัน 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. ลูกค้าเข้าประตูเดินไปช่องบริการขายบรรจุภัณฑ์ มีเวลามาตรฐาน 6 วินาที
2. ซื้อบรรจุภัณฑ์และทำการแพ็คพัสดุ มีเวลามาตรฐาน 3 นาที
3. เมื่อแพ็คเสร็จแล้วเดินไปที่โต๊ะเขียนจดหมาย มีเวลามาตรฐาน 6 วินาที
4. ทำการเขียนจ่าหน้าซอง มีเวลามาตรฐาน 3 นาที
5. เมื่อเขียนเสร็จก็เดินไปที่ตู้กดบัตรคิว มีเวลามาตรฐาน 10 วินาที
6. กดบัตรคิว – รอบัตรออก มีเวลามาตรฐาน 6 วินาที
7. เมื่อได้บัตรคิวแล้วก็เดินมานั่งรอเรียกคิวที่เก้าอี้ มีเวลามาตฐาน 8 วินาที
8. เมื่อได้ยินเสียงเรียกถึงคิวเราก็เดินไปด้านหน้าเคาเตอร์ มีเวลามาตรฐาน 3 นาที
9. ได้รับการให้บริการจากพนักงานจนเสร็จก็เป็นอันเสร็จสิ้นในการจับเวลา มีเวลามาตรฐาน 4 นาที

การกำหนดอัตรากำลังตามเวลามาตรฐานที่ทำการศึกษา

จากข้อมูลภาระงานและการหาเวลามาตรฐานในแต่ละงานย่อยจากตารางที่ 2 และตารางที่3 สามารถนำมาคำนวณหาปริมาณเวลาที่เป็นชั่วโมงการทำงานได้ดังนี้

ตารางที่ 4 ปริมาณเวลาที่ใช้ในการทำงานในแต่ละงานย่อยของงานการให้บริการแบบปกติ

งานย่อย	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ปริมาณงานต่อวัน (บัตรคิว)	ปริมาณชั่วโมงการทำงานต่อวัน(ชั่วโมง)
1.ลูกค้าเข้าประตูแล้วเดินไปที่ตู้กดบัตรคิว	10.01	180	0.50
2. กดบัตรคิว – รอบัตรออก***	6.23	180	0.31
3.เมื่อได้บัตรคิวแล้วก็เดินมานั่งรอเรียกคิวที่เก้าอี้	8.28	180	0.41
4.เมื่อได้ยินเสียงเรียกถึงคิวเราก็เดินไปด้านหน้าเคาเตอร์	171.39	180	8.59
5. ได้รับการให้บริการจากพนักงานจนเสร็จ*	223.12	180	11.18
รวมเวลามาตรฐาน (วินาที)	**419.02**		
รวมเวลามาตรฐาน (นาที)	**6.98**		

หมายเหตุ * ปริมาณงานของพนักงานประจำเคาเตอร์
** ปริมาณงานของพนักงานขายบรรจุภัณฑ์
*** ปริมาณงานตู้กดบัตรคิว

จากตารางที่ 4 แสดงปริมาณเวลาที่ใช้ในการทำงานในแต่ละงานย่อยของการให้บริการแบบปกติดังนั้นลูกค้าที่จะมาใช้บริการไปรษณีย์ในแบบปกติ ตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนเสร็จสิ้นจะใช้เวลาโดยรวมมาตรฐานที่ 419 วินาที หรือ 7นาที

ตารางที่ 5 ปริมาณเวลาที่ใช้ในการทำงานในแต่ละงานย่อยของงานการให้บริการแบบซื้อบรรจุภัณฑ์

งานย่อย	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ปริมาณงานต่อวัน (บัตรคิว)	ปริมาณชั่วโมงการทำงานต่อวัน(ชั่วโมง)
1. ลูกค้าเข้าประตูเดินไปช่องบริการขายบรรจุภัณฑ์	5.66	44	0.07
2. ซื้อบรรจุภัณฑ์และทำการแพ็คพัสดุ**	162.80	44	1.99
3. เมื่อแพ็คเสร็จแล้วเดินไปที่โต๊ะเขียนจดหมาย	6.29	44	0.08
4. ทำการเขียนจ่าหน้าซอง	176.97	44	2.16
5.เมื่อเขียนเสร็จก็เดินไปที่ตู้กดบัตรคิว	10.01	44	0.12
6.กดบัตรคิว – รอบัตรออก***	6.23	44	0.08
7. เมื่อได้บัตรคิวแล้วก็เดินมานั่งรอเรียกคิวที่เก้าอี้	8.28	44	0.10
8. เมื่อได้ยินเสียงเรียกถึงคิวเราก็เดินไปด้านหน้าเคาเตอร์	171.34	44	2.09
9. ได้รับการให้บริการจากพนักงานจนเสร็จ*	223.12	44	2.73
รวมเวลามาตรฐาน (วินาที)	770.69		
รวมเวลามาตรฐาน (นาที)	12.84		

หมายเหตุ
* ปริมาณงานของพนักงานประจำเคาเตอร์
** ปริมาณงานของพนักงานขายบรรจุภัณฑ์
*** ปริมาณงานตู้กดบัตรคิว

จากตารางที่ 5 แสดงปริมาณเวลาที่ใช้ในการทำงานในแต่ละงานย่อยของการให้บริการแบบซื้อบรรจุภัณฑ์ดังนั้นลูกค้าที่จะมาใช้บริการไปรษณีย์ในแบบซื้อบรรจุภัณฑ์ ตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนเสร็จสิ้นจะใช้เวลาโดยรวมที่มาตรฐาน 770.69 วินาที หรือ 13นาที

ซึ่งจากตารางที่ 4 และ 5 สามารถรวมและจำแนกกลุ่มสัดส่วนปริมาณงานของบุคลากรตามตำแหน่งให้บริการแบบปกติ และแบบซื้อบรรจุภัณฑ์ตามที่แสดงในตารางที่ 6 ดังนี้ พนักงานประจำเคาเตอร์ มีปริมาณงาน 13.91 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละได้ 0.85 พนักงานขายบรรจุภัณฑ์ มีปริมาณงาน 1.99 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละได้ 0.12 ตู้กดบัตรคิว มีปริมาณงาน 0.39 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละได้ 0.02 รวมปริมาณงานทั้งหมดได้ 16.28 ชั่วโมง

ตารางที่ 6 สัดส่วนปริมาณงานของบุคลากรตามตำแหน่งให้บริการแบบปกติ และแบบซื้อบรรจุภัณฑ์

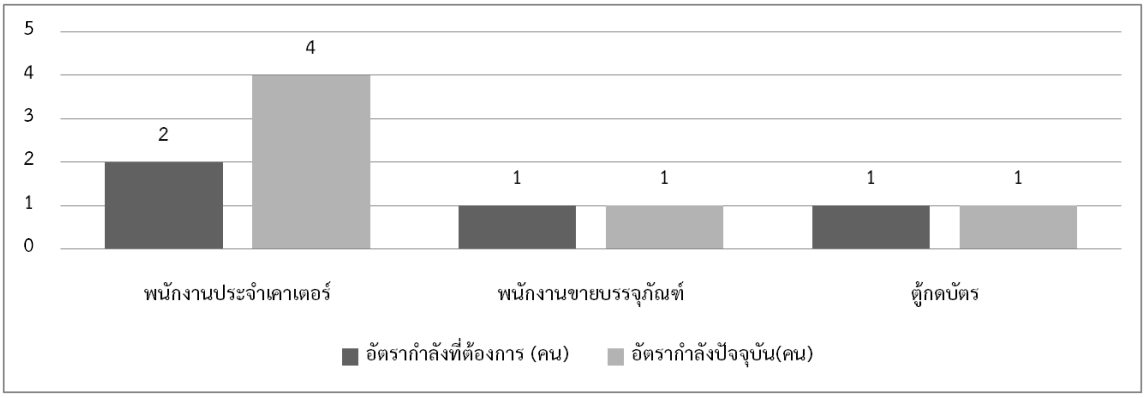
ตำแหน่ง	ปริมาณงาน (ชั่วโมง)	ร้อยละของปริมาณงาน
พนักงานประจำเคาเตอร์	13.91	0.85
พนักงานขายบรรจุภัณฑ์	1.99	0.12
ตู้กดบัตร	0.39	0.02
รวม	16.28	100.00

หมายเหตุ ชั่วโมงการทำงานของไปรษณีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี 8 ชั่วโมงต่อวัน

จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 6 สัดส่วนปริมาณงานของบุคลากรตามตำแหน่งให้บริการแบบปกติ และแบบซื้อบรรจุภัณฑ์ สามารถหาอัตรากำลังของบุคลากรของไปรษณีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เป็นอัตราที่เพียงพอต่อการให้บริการประชาชนอยู่ที่พนักงานประจำเคาเตอร์โดยประมาณ 2 คน, ต้องการพนักงานขายบรรจุภัณฑ์ 1 คน, ตู้กดบัตรคิว 1 ตู้ตามที่แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบอัตรากำลังของแต่ละตำแหน่งงานที่คำนวณได้ และอัตรากำลังในปัจจุบัน

ตำแหน่ง	**อัตรากำลังที่ต้องการ (คน)**	**อัตรากำลังปัจจุบัน(คน)**
พนักงานประจำเคาเตอร์	1.73หรือ 2	4
พนักงานขายบรรจุภัณฑ์	0.24หรือ 1	1
ตู้กดบัตร	0.04หรือ 1	1



รูปที่ 1แสดงเปรียบเทียบอัตรากำลังของแต่ละตำแหน่งงานที่คำนวณได้ และอัตรากำลังในปัจจุบัน

จากอัตรากำลังคนที่ต้องการจากการคำนวณ เมื่อเปรียบเทียบกับอัตรากำลังคนในปัจจุบัน อัตรากำลังคนในปัจจุบันมีกำลังคนมากกว่าอัตรากำลังคนที่ต้องการจากการคำนวณถึง 2 คน เมื่อเปรียบเทียบกับภาระงานที่เกิดขึ้นจริงในสภาวะปัจจุบัน จากการศึกษาเวลามาตรฐานของการให้บริการหน้าเคาเตอร์ของที่ทำการไปรษณีย์ไทย จังหวัดสุพรรณบุรี ครั้งนี้สามารถนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ในด้านการจัดสรรทรัพยากรบุคคลเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงานและใช้

ประโยชน์ในด้านเสนอแผนเชิงนโยบายด้านทรัพยากรบุคลากรในระยะสั้น ระยะยาว และขยายผลไปยังไปรษณีย์ไทยสาขาอื่นๆ เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มอบทุนในการวิจัยครั้งนี้ และการช่วยเหลือจากบุคลากรในสาขาวิศวกรรมอุตสาหการมุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ครุภัณฑ์ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

วัชรินทร์ สิทธิเจริญ. (2547).**การศึกษางาน (Work Study)**.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียน สโตร์.

รัชต์วรรณกาญจนปัญญาคม.(2550).**การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study)**.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์ท๊อป.

นวดี กระจายวงศ และคณะ. (2551). **การประยุกต์ใชเทคนิคการศึกษาวิธีการทำงาน เพื่อเพิ่มผลิตภาพในอุตสาหกรรมอาหารทะเลแชเยือกแข็ง**.วิทยานิพนธวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหการเกษตรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร.

สุนันท์ ฤกษ์ศิระทัย. (2552).**การศึกษาการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิตสำหรับทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์**.วิทยานิพนธวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พรชัย เกตุศรีทอง. (2553). **การปรับปรุงมาตรฐานจำนวนพนักงานต่อสายการผลิต.**วิทยานิพนธวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จิรวัฒน์ ศรีเอี่ยม. (2556). **ฮิวริสติกสำหรับการจัดกำลังคนของสายประกอบที่หลากหลายเพื่อลด ต้นทุนแรงงาน**.วิทยานิพนธวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Kanawaty, G.,(1992).**Introduction to work study**. 4th ed.Geneva: International Labour Office

Groover, M. P.,(2007).**Work Systems and the Methods, Measurement & Management of Work**. Prentice Hall

Niebel, B., Freivalds,(2008).**A Methods, standards and work design**. McGraw-Hill

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาดนตรี เรื่องการอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน ที่สอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ

A Comparison of Music Academic Achievement on Musical Notation Reading of Prathomsuksa Six Students in Ban Khlong Muan School Taught By Instructional Packages and Traditional Teaching Method

ศธิตา ฉิมเพชร[1*], สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์[2]

Sathita Chimpet[1*], Siripat Jatsadawiroj[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดการสอน วิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน อำเภอรัษฎา จังหวัดตรัง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวนที่สอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านคลองมวน อำเภอรัษฎา จังหวัดตรัง ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 เป็นกลุ่มทดลอง สอนด้วยชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 เป็นกลุ่มควบคุม ใช้การสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) การทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัย พบว่า ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.73/82.27 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการอ่านโน้ตสากลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนที่สอนด้วยชุดการสอน สูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ชุดการสอน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, วิชาดนตรี

---

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2]รองศาสตราจารย์ ดร. อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาอิสระ สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[*] **Siripat Jatsadawiroj, E-mail:** Stang_sax@icloud.com

Abstract

This research was a quasi-experimental research aims to 1) develop and examine the efficiency of music instructional packages on musical notation reading for prathomsuksa 6 students at Ban Khlong Muan School to be effective according to the criteria 80/80 and 2) to compare the academic achievement in music on musical notation reading of prathomsuksa 6 students at Ban Khlong Muan School taught by instructional packages and traditional teaching method. The sample group used in the research was students in prathomsuksa 6 , semester 1 , academic year 2019 , Ban Khlong Muan School which were acquired by simple random sampling (2 rooms). Pratomsuksa 6 room 2 is an experimental group taught by music instructional packages on reading notes and pratomsuksa 6 room 1 is a control group using traditional teaching method. The research instruments consisted of a instructional packages for musical notation reading, normal lesson plan and the academic achievement test. The data were analyzed, mean , standard deviation (S.D.), efficiency (E1 / E2), t-test.

The research results can be summarized as follows The instructional packages for musical notation reading has efficiency equal to 82.73 / 82.27. and The music academic achievement test on musical notation reading for prathom suksa 6 students taught by instructional packages were higher than the students taught by traditional teaching method with statistical significance at the level of .05

Keywords : Teaching Package, Learning Achievement, Music

บทนำ

ดนตรี เป็นเสียงที่มนุษย์สร้างขึ้นมาจากการเลียนแบบธรรมชาติที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา โดยการนำเสียงต่าง ๆ มาเรียบเรียงเป็นทำนองเพื่อนำไปสู่บทเพลง ซึ่งบทเพลงนั้นได้มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ดังคำกล่าวของณรุทธ์ สุทธจิตต์ (2555, หน้า32) ซึ่งได้สรุปว่าดนตรี เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพราะเป็นเครื่องกล่อมเกลาจิตใจนิสัยสันดานของมนุษย์ และนิสัยสันดานของทุกชนชาติให้ประจักษ์แก่โลกเช่นเดียวกับศิลปกรรมปราณีต ชนทุกชาติจึงได้บำรุงให้เจริญขึ้นตลอดมา ประเทศเจริญที่รุ่งเรืองแทบทุกประเทศจะมีดนตรี ตลอดจนการนำดนตรีมาสอนเป็นกิจจะลักษณะจนเป็นวิทยาลัยชั้นสูง

ปัจจุบันในประเทศไทยได้เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาดนตรีว่าดนตรีมีส่วนช่วยในการพัฒนาศักยภาพของเด็ก ตัวอย่างเช่น ในเรื่องของการใช้ดนตรีประกอบจังหวะกับกิจกรรมภายในห้อง เรียน การฟังดนตรีซึ่งการเล่นหรือการฟังดนตรีนั้นจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ และมีสมาธิในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งครูผู้สอนต้องใช้ความสามารถ ความชำนาญในการนำความรู้จากลักษณะที่เป็นนามธรรมไปสู่ผู้เรียนให้เข้าใจเป็นรูปธรรมให้ได้ หรือจากทฤษฎีถ่ายทอดให้นักเรียนสามารถปฏิบัติได้ถูกต้อง สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ สิ่งที่จะช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้นั้นคือ สื่อการสอน การใช้สื่อการสอนจึงต้องเป็นไปในรูปแบบของ

สื่อประสมซึ่งได้ผลดีกว่าการใช้สื่ออย่างใด อย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ได้สัมพันธ์กับแนวคิดของ กิดานันท มลิทอง (2543 : 267) ให้แนวคิดว่าสื่อประสม หมายถึง สื่อหลาย ๆ ประเภทนำมาใช้รวมกันทั้งวัสดุอุปกรณและวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอยางตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา ปจจุบันมีการนำคอมพิวเตอรมาใช้รวมด้วยเพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเสนอข้อมูล ทั้งตัวอักษร ภาพกราฟก ภาพถาย ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดีทัศนและเสียง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กำหนดให้ดนตรีเป็นสาระหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ มุ่งให้นักเรียนเกิดความมีสุนทรียภาพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจินตนาการในความคิด และหากผู้เรียนมีความสนใจด้านดนตรีสามารถนำไปประกอบอาชีพในอนาคตได้ โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ได้แบ่งรายวิชาออกเป็น 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ทัศนศิลป์ ดนตรี และนาฏศิลป์ มาตรฐานของดนตรีซึ่งเป็นสาระที่ 2 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

การเรียนการสอนวิชาดนตรีในระดับประถมศึกษา จะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้รู้จักองค์ประกอบของดนตรี เสียงดนตรี เครื่องดนตรี วงดนตรี รวมถึงการอ่าน เขียนโน้ตสากล เพื่อเป็นพื้นฐานในการปฏิบัติเครื่องดนตรีสากลต่อไป การอ่านโน้ตสากลควรจะเริ่มฝึกตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แล้วค่อย ๆ พัฒนาการอ่านโน้ตสากลมาเรื่อย ๆ ให้เกิดความชำนาญจนสามารถด้นสด และอ่านโน้ตโดยฉับพลันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) จากการเรียนการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน อำเภอรัษฎา จังหวัดตรัง พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ยังขาดทักษะในด้านการอ่านโน้ตสากล เพราะเหตุด้วย นักเรียนไม่ได้รับประสบการณ์ที่ถูกต้อง ในช่วงที่นักเรียนศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 จึงส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการอ่านโน้ตสากล และมีผลสัมฤทธิ์ของวิชาดนตรีต่ำ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล โดยใช้ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน อำเภอรัษฎา จังหวัดตรัง เพราะ ชุดการสอนเป็นสื่อที่จะช่วยให้กระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะดำเนินการสอนตามคำแนะนำที่กำหนดไว้ในชุดการสอนตามลำดับขั้น แต่ละขั้นจะมีอุปกรณ์ กิจกรรม ตลอดจน ข้อเสนอแนะไว้ให้พร้อมสามารถนำไปใช้ได้ทันที ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องทำใหม่ ชุดการสอนช่วยให้ผู้สอนมีความรู้ในแนวเดียวกัน เดิมการสอนที่ผู้สอนหลายคนในวิชาเดียวกัน อาจเกิดความแตกต่างกันในด้านประสิทธิภาพของการสอน ชุดการสอนช่วยให้แก้ปัญหาในเรื่องนี้ได้ ชุดการสอนมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนมีข้อแนะนำการฝึกกิจกรรม การใช้สื่อการสอนและข้อทดสอบ เพื่อประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียนได้อย่างพร้อมมูล ผู้เรียนสามารถทดสอบความรู้ด้วยตนเองหลังจากที่เรียนด้วยชุดการสอนนั้น ๆ ผู้เรียนจะทดสอบผลสำเร็จของตนว่าบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยการทำแบบทดสอบหลังเรียน ทั้งยังช่วยลดภาระในการสอนของครูได้อีกด้วย ซึ่งจะแตกต่างกับการสอนแบบปกติ การสอนแบบปกติจะผู้สอนจะมีวิธีการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนตามความสามารถของผู้สอน จึงทำให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่างกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดการสอน วิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน ที่สอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ

สมมติฐาน

นักเรียนที่สอนด้วยชุดการสอน วิชาดนตรี เรื่องการอ่านโน้ตสากล จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติ

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ การจัดการเรียนการสอน วิชาดนตรี เรื่องการอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการสอน กับการสอนแบบปกติ

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตด้านระยะเวลา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล เป็นเนื้อหาวิชาดนตรี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดำเนินการทดลองภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการสอน 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านเนื้อหา โดยแบ่งเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ตัวโน้ตและตัวหยุด (1 สัปดาห์)
2. จังหวะของตัวโน้ตและตัวหยุด (1 สัปดาห์)
3. ชื่อและอักษรตัวโน้ต (1 สัปดาห์)
4. เครื่องหมายกำหนดจังหวะ (1 สัปดาห์)
5. การบันทึกตัวโน้ตตัวโด-ตัวซอลบนบรรทัด 5 เส้น และ กุญแจประจำหลัก (1 สัปดาห์)
6. การบันทึกตัวโน้ตบนบรรทัด 5 เส้นโน้ต (1 สัปดาห์)
7. การเพิ่มจังหวะตัวโน้ต (1 สัปดาห์)
8. โน้ตเพลง Twinkle Twinkle Little Star (1 สัปดาห์)

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 – 6/3 โรงเรียนบ้านคลองมวน อำเภอรัษฎา จังหวัดตรัง จำนวน 69 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านคลองมวน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 เป็นกลุ่มทดลอง สอนด้วยชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 เป็นกลุ่มควบคุม ใช้การสอนแบบปกติ

วิธีการสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

การสร้างและการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (ดนตรี) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำมาวิเคราะห์วัตถุประสงค์และเนื้อหารายวิชามาเป็นข้อมูลในการจัดทำชุดการสอน และแผนการสอนแบบนวัตกรรม

2. ศึกษาวิธีการสร้างชุดการสอน องค์ประกอบ ลำดับขั้นตอน ตลอดจนการาจัดกิจกรรมที่ใช้ชุดการสอน จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน และแผนการสอนแบบนวัตกรรม

3. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (ดนตรี) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านคลองมวน จำนวน 8 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ตัวโน้ตและตัวหยุด (1 ชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จังหวะของตัวโน้ตและตัวหยุด (1 ชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ชื่อและอักษรตัวโน้ต (1ชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เครื่องหมายกำหนดจังหวะ (1 ชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การบันทึกตัวโน้ตตัวโด-ตัวซอลบนบรรทัด 5 เส้น และ กุญแจประจำหลัก (1 ชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การบันทึกตัวโน้ตบนบรรทัด 5 เส้นโน้ต (1 ชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การเพิ่มจังหวะตัวโน้ต (1 ชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โน้ตเพลง Twinkle Twinkle Little Star (1 ชั่วโมง)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สอนโดยชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า

5 ระดับ (Rating Scale) นำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

4. วิเคราะห์เนื้อหาจากหนังสือเรียนวิชาดนตรี กำหนดวัตถุประสงค์เรื่องที่ต้องการจัดทำชุดการสอน ขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญทางด้านดนตรีสากล

5. สร้างชุดการสอนโดยแบ่งเนื้อหาย่อยๆ ดังต่อไปนี้

ชุดการสอนที่ 1 ตัวโน้ตและตัวหยุด (1 ชั่วโมง)

ชุดการสอนที่ 2 จังหวะของตัวโน้ตและตัวหยุด (1 ชั่วโมง)

ชุดการสอนที่ 3 ชื่อและอักษรตัวโน้ต (1 ชั่วโมง)

ชุดการสอนที่ 4 เครื่องหมายกำหนดจังหวะ (1 ชั่วโมง)

ชุดการสอนที่ 5 การบันทึกตัวโน้ตตัวโด-ตัวซอลบนบรรทัด 5 เส้น และ กุญแจประจำหลัก (1 ชั่วโมง)

ชุดการสอนที่ 6 การบันทึกตัวโน้ตบนบรรทัด 5 เส้นโน้ต (1 ชั่วโมง)

ชุดการสอนที่ 7 การเพิ่มจังหวะตัวโน้ต (1 ชั่วโมง)

ชุดการสอนที่ 8 โน้ตเพลง Twinkle Twinkle Little Star (1 ชั่วโมง)

โดยชุดการสอนแต่ชุดจะมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ส่วนประกอบของชุดการสอน

1) ชื่อเรื่อง

2) สาระสำคัญ

3) จุดประสงค์การเรียนรู้

4) ส่วนประกอบของคู่มือครู

4.1) คำชี้แจงสำหรับครู

4.2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบนวัตกรรม

4.3) แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

4.4) สื่อ-อุปกรณ์

5) ส่วนประกอบที่ใช้สำหรับนักเรียน

5.1) แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

5.2) สื่อ-อุปกรณ์

2. คำชี้แจงในการใช้ชุดการสอน

3. แผนการจัดการเรียนรู้แบบนวัตกรรม

4. แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

5. แบบการประเมินผล

6. นำชุดการสอนไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาสาระสำคัญ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และความเหมาะสมในการสร้างชุดการสอน เรื่องการอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

7. นำชุดการสอนไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน หาคุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index od Item Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดคะแนนการพิจารณา ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

8. ไปใช้นำชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ที่ผ่านการหาคุณภาพแล้ว ไปหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 ที่เรียนเรื่องการอ่านโน้ตสากลแล้ว กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 (80/80)

9. ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว

1) รายบุคคล 1 : 1 ทดลองกับนักเรียนชั้นชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 3 คน เก่ง ปานกลาง และค่อนข้างอ่อน ปรับปรุงแก้ไขชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล

2) กลุ่มย่อย 1 : 10 ทดลองกับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 9 คน เก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และค่อนข้างอ่อน 3 คน ปรับปรุงแก้ไขชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล

3) ภาคสนาม 1 : 100 ทดลองกับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 11 คน เก่ง 4 คน ปานกลาง 4 คน และค่อนข้างอ่อน 3 คน ปรับปรุงแก้ไขชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล

10. นำชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากลที่ผ่านการหาคุณภาพและประสิทธิภาพแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง

การสร้างและการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่สอนแบบปกติ

ขั้นตอนการจัดทำแผนจัดการจัดการเรียนรู้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (ดนตรี) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์

2. เลือกมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ในเนื้อหาที่ต้องการจัดการเรียนการสอน

3. กำหนดสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

4. กำหนดสาระการเรียนรู้

5. เลือกสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

6. เลือกคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. กำหนดชิ้นงาน/ภาระงาน

8. กำหนวิธีการวัดและการประเมินผล

9. สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการอ่านโน้ตสากล

10. เลือกสื่อ/แหล่งการเรียนรู้

การสร้างและการหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และหลังเรียน (Post-Test)

1. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์ของแต่ละหน่วยที่จะสอน

2. สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของแต่ละเนื้อหา

3. นำแบบทดสอบจำนวน 48 ข้อไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาหาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยต้องมีค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ข้อคำถามนั้นจึงจะนำมาใช้ได้

4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนที่เคยเรียนเรื่อง การอ่านโน้ตสากลมาแล้ว ซึ่งได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านคลองมวน นำข้อมูลที่ได้จากการไปทดลองใช้ (Try Out) เก็บมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายของเนื้อหา และค่าอำนาจจำแนก จากนั้นนำผลที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

5. นำแบบทดสอบที่ผ่านนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง เพื่อเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ผลต่อไป

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน ประกอบด้วย

1.1 ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล จำนวน 8 ชุด

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอน จำนวน 8 แผน

2. แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนแบบปกติ จำนวน 8 แผน

3. แบบทดสอบ ประกอบด้วย

3.1 แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) จำนวน 40 ข้อ

3.2 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) จำนวน 40 ข้อ

วิธีการทดลอง

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล แล้วนำผลมาวิเคราะห์ค่า t-test (Independent Samples) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยชุดการสอน เรื่อง โน้ตสากล ระยะเวลาในการสอน 1 ครั้งต่อ 1 สัปดาห์ โดยใช้เวลาในวันพุธและพฤหัสบดี วันละ 1 ชั่วโมง

3. เมื่อนักเรียนเรียนจบแต่ละเรื่องแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียนทุกครั้ง เพื่อนำผลมาประเมินคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ

4. เมื่อสอนเสร็จครบทุกชั่วโมงแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์สถิติมีดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 (E1/E2)

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่สอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวน เรื่อง การอ่านโน้ตสากลด้วยการทดสอบค่าสถิติกรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระแก่กัน t-test (Independent Samples)

3. การทดสอบหาค่าประสิทธิภาพ ของชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC))

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามลำดับขั้นตอนของการการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 3 ขั้นตอน พบว่า การหาประสิทธิภาพขั้นที่ 1 (แบบรายบุคคล) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.33/73.33 ขั้นที่ 2 (แบบกลุ่มย่อย) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 74.72/70.83 และขั้นที่ 3 (แบบภาคสนาม) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.73/82.27 นั่นคือ ประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 แสดงผลดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามลำดับขั้นตอน 3 ขั้นตอน

การหาประสิทธิภาพ	จำนวนนักเรียน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (40 คะแนน)		ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (40 คะแนน)	
		คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ (E_1)	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ (E_2)
แบบหนึ่งต่อหนึ่ง	3	31.33	78.33	29.33	73.33
แบบกลุ่มเล็ก	9	29.89	74.72	28.33	70.83
แบบภาคสนาม	11	33.09	82.73	32.91	82.27

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน วิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า ไม่แตกต่างกัน แสดงผลดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน วิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	n	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	22	19.05	1.889	- .214*	.832
กลุ่มควบคุม	24	19.17	1.949		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงผลดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	n	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	22	32.68	2.358	3.926*	.000
กลุ่มควบคุม	24	28.92	3.889		

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากลของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองมวนที่สอนด้วยชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้เท่ากับ 82.73/82.27 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ดังกล่าวได้สร้างตามขั้นตอนและ กระบวนการ โดยศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (ดนตรี) เพื่อให้เนื้อหาในชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอน ในขั้นตอนของการสร้างการพัฒนาชุดการสอน ผู้วิจัยได้ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาการอ่านโน้ต โดยได้รับคำแนะนำต่าง ๆ ตั้งแต่การออกแบบโครงสร้างเนื้อหา การเขียนเนื้อหาบทเรียน ลักษณะสื่อการสอนที่หลากหลาย ขนาดตัวอักษร รูปภาพประกอบและการใช้สีดึงดูดผู้เรียน แล้วนำข้อแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น การพัฒนาชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีคู่มือการใช้ทั้งของครูผู้สอนและนักเรียน มีสีสันดึงดูดใจ จึงทำให้เข้าใจง่ายในการใช้ และเนื้อหาในการพัฒนาชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน จึงทำให้ชุดการสอนวิชาดนตรี เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งสอดคล้องกับ นิภา โสภาสัมฤทธิ์ (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องแบบฝึกทักษะการดีดจะเข้เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นต้นปีที่ 1 วิชาเอกจะเข้ วิทยาลัยนาฏศิลป ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.56/85.05 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดการสอน มีพัฒนาการด้านความรู้ความเข้าใจสูงกว่าก่อนเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อแบบฝึกทักษะการดีดจะเข้เบื้องต้น

2. จากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่สอน โดยใช้ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการทดลองใช้ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ส่งผลต่อความรู้ความเข้าใจของ นักเรียนได้จริง ทั้งนี้เนื่องจากชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล มีการวางเนื้อหาสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาในเล่มมีความเกี่ยวเนื่องกัน และลักษณะของชุดการสอน ในเล่มมีความหลากหลาย มีรูปแบบจากง่ายไปหายาก เหมาะสำหรับการจัดกิจกรรม เนื่องจากมีคำแนะนำ คู่มือการใช้ไว้อย่างครบถ้วนและตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของณรุทธ์ สุทธจิตต์ (2541, หน้า 95) ที่กล่าวถึงการจัดกิจกรรมไว้ว่า กิจกรรมที่คำ นึกถึงความพร้อมของผู้เรียนจึงควรมีแนวโน้มออกมาในรูปของการให้โอกาสผู้เรียนแต่ละคนตอบสนองต่อประสบการณ์การเรียนการสอนที่จัดไว้อย่างเสรีเพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสแสดงออกตามความพร้อมและความสามารถที่มีอยู่ ดังนั้นการเรียนการสอนดนตรีที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีควรเป็นการเรียนรู้ในสภาพการณ์ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางดนตรีอย่างแท้จริง โดยมีครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือแนะนำมิใช่เป็นผู้กำหนดกฎเกณฑ์ที่ตายตัวโดยตลอดกระบวนการเรียนรู้เช่นนี้ทำ ให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าครูเป็นบุคคลสำคัญกว่าดนตรีซึ่งเป็นสภาพการเรียนการสอนที่ไม่เหมาะสม สภาพการเรียนการสอนที่ทำ ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ดนตรีได้ลึกซึ้ง เข้าใจและมีความหมายคือการที่ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองกับดนตรีโดยตรง โดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยช่วยเหลือแนะนำ มิใช่เป็นผู้กำหนดสิ่งต่างๆเพียงผู้เดียวดังคำกล่าวนี้ทำ ให้ผู้วิจัยได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมดให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกันดนตรีโดยตรง และรู้จักดนตรีอย่างเป็นรูปธรรมจับต้องได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. สามารถชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากลไปใช้กับนักเรียนได้ตั้งระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6ได้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่อยู่ในสาระการเรียนรู้ศิลปะ (ดนตรี) ในระดับชั้นดังกล่าว

2. สามารถนำชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ไปใช้เป็นสื่อสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ได้

3. ชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากลนี้สามารถให้ผู้เรียนฝึกทักษะได้ด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงผู้แนะนำขั้นตอนวิธีการทำแบบฝึกทักษะโดยไม่ให้ข้ามขั้นและมีหน้าที่ตรวจแบบทดสอบ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากล ในเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ และในระดับชั้นต่าง ๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมและหาแนวทางในการปรับปรุง พัฒนา การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการสอน เรื่อง การอ่านโน้ตสากลที่มีความทันสมัย โดยการใช้ระบบออนไลน์ในการจัดการเรียนการสอน

เอกสารอ้างอิง

กิดานันท์ มลิทอง. (2543). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ณรุทธ์ สุทธจิตต์. (2541). **จิตวิทยาการสอนดนตรี.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณรุทธ์ สุทธจิตต์. (2555). **ดนตรีศึกษาหลักการและสาระสำคัญ.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภา โสภาสัมฤทธิ์. (2541). **การศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องแบบฝึกทักษะการดีดจะเขเบื้องตน สำหรับนักเรียนชั้นตนปที่ 1 วิชาเอกจะเขวิทยาลัยนาฏศิลป.**วิทยานิพนธ ศศ.ม. (ดนตรี). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่

Design and development of a prototype for palm oil pressing machine with dual roller

อภิชาต มากชัย[1] ,วชิระ เศษเพชร[2] ,นัชฐาปกรณ์ ศรีชะฎา[3] ,คมกริษณ์ ศรีพันธ์[4*]

Aphichat Makchai [1] ,Wachira Kaset[2] ,Nattapakorn Srichada[3] ,Komkit Seepan[4*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ ควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า สำหรับเกษตรกรภาคครัวเรือนในการผลิตน้ำมันปาล์มเพื่อผสมอาหารสัตว์ ระบบการทำงานประกอบด้วย ชุดต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 1 แรงม้า ชุดบดผลปาล์มร่วงแบบลูกกลิ้งคู่ ชุดบีบสกัดน้ำมันปาล์มแบบลูกกลิ้งคู่ ชุดกรองกากปาล์ม และชุดกรองน้ำมันปาล์ม ทำการทดสอบบีบผลปาล์มร่วงน้ำหนักเฉลี่ย 1 กิโลกรัม โดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 สายพันธุ์ดังนี้ พันธุ์ซีหราด พันธุ์ไนจีเรียแบล็ค และพันธุ์เทเนอรา ผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ สามารถบดผลปาล์มร่วงทั้ง 3 สายพันธุ์ได้ แต่ไม่สามารถบีบน้ำมันปาล์มออกจากกากของผลปาล์มได้ทั้งหมด เนื่องจากน้ำมันปาล์มดิบมีความหนืดสูงและโดนดูดซับน้ำมันกลับเข้าไปในกากปาล์ม ปรับปรุงโดยทดสอบหาปริมาณน้ำมันปาล์มด้วยการบีบกรองด้วยผ้าขาว ปริมาณน้ำมันปาล์มเฉลี่ยที่ได้จากการป้อนผลปาล์มร่วง 1 กิโลกรัมต่อครั้ง พบว่าพันธุ์ซีหราดบีบได้ เฉลี่ย 107 กรัม พันธุ์ไนจีเรียแบล็คบีบได้ เฉลี่ย 37.2 กรัม และพันธุ์เทเนอราบีบได้ เฉลี่ย 106.2 กรัม ประสิทธิภาพของการบีบน้ำมันปาล์มของเครื่องต้นแบบเฉลี่ย 55.3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และบีบได้มากกว่าแบบดั้งเดิมเฉลี่ย 23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: การบีบสะกัดน้ำมันปาล์ม,เครื่องบีบน้ำมันปาล์มแบบลูกกลิ้งคู่,เครื่องต้นแบบน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก

[4*]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีจังหวัดสุราษฎร์ธานี

[1,2,3]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีจังหวัดสุราษฎร์ธานี

[*]**Corresponding author, E-mail:** Komkit.see@sru.ac.th

Abstract

The objective of this research aims to design and develop a prototype palm oil pressing machine with a dual roller by electrical control for the household agriculturists. The systems consist of 1 HP electrical motor, pair of rollers, pair of a pressing module, filter of palm peel and palm oil filtering. Experiment setup for 1 kg for Cirad, Nigerian and Tenera. The Results showed that a prototype of a palm oil pressing machine for palm crushing. The prototype could completely, but palm oil can’t move out from palm peel and roller. Because palm oil has a high sticky and is absorbed back into the palm peel. Improvements testing by filter with white canvas. Result of an experiment 1 kg per time was found averaging oil on Cirad 107 g, Nigerian black 37.2 g and Tenera 106.2 g. The prototype efficiency for palm oil pressing was averaging of 55.3 kg/h and pressing more than the traditional average of 23 kg/h.

Keywords: Palm oil extraction, dual roller palm oil pressing machine, Small prototype palm oil pressing machine

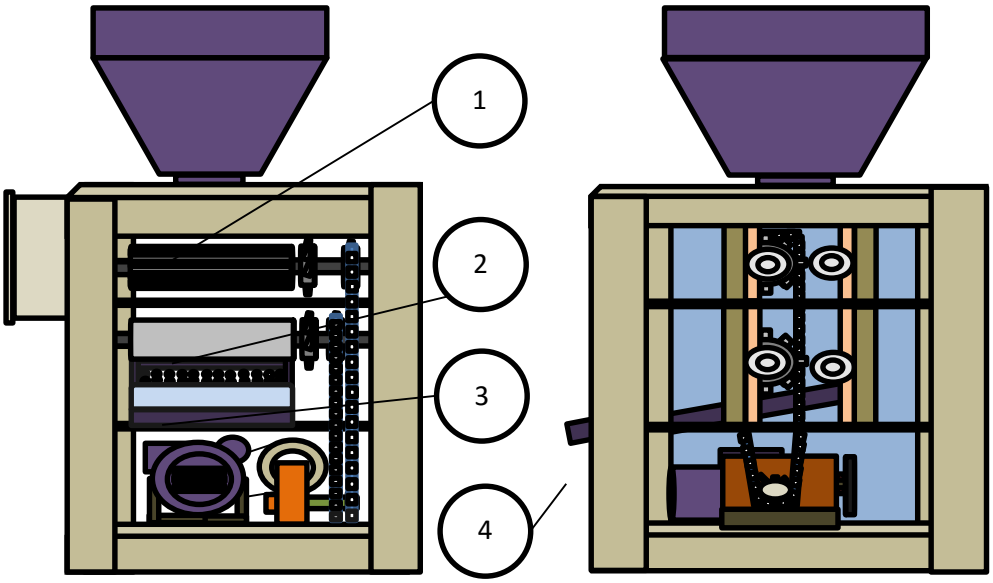
บทนำ

ปาล์มน้ำมัน จัดเป็นพืชเศรษฐกิจและให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิด รวมทั้งผลผลิตสามารถนำมาแปรรูปทำเป็นน้ำมันปาล์มประกอบอาหาร เนย รวมถึงเป็นส่วนผสมในไบโอดีเซล ในปัจจุบันประเทศสมาชิกอาเซียนจะเป็นผู้ผลิตน้ำมันปาล์มที่สำคัญของโลกโดยมีสัดส่วนรวมกันราวร้อยละ 90 ของปริมาณการผลิตน้ำมันปาล์มของโลก[5] โดยประเทศที่ผลิตและส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สำคัญ ได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย [7] จากข้อมูลงานสัมมนาวิชาการเศรษฐกิจภาคใต้ ปี 2561 โดยในประเทศไทยมีเนื้อที่ให้ผลผลิต 4.88 ล้านไร่ เกษตรกร 2.25 แสนครัวเรือน และภาคใต้มีเนื้อที่ให้ผลผลิต 4.21 ล้านไร่ (86%) [6] ปัจจุบันการบีบน้ำมันปาล์มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ การบีบน้ำมันแบบแยกเนื้อกับเมล็ดใน(โรงงานขนาดใหญ่) ใช้หม้อต้มไอน้ำที่ 140 ℃ มีกรดไขมันอิสระประมาณ 4-5 % มีวิตามินอี 600-800 ppm มีต้นทุนสูง การบีบแบบรวมระหว่างเนื้อกับเมล็ดในปาล์ม ใช้ความร้อนจากฟืน ได้น้ำมันเกรด B มีกรดไขมันอิสระประมาณ 5-8 % น้ำมันที่ได้มีราคาถูก ซึ่งในปัจจุบันราคาผลปาล์มน้ำมันทั้งทะลายราคาถูก จากข้อมูลประเด็นปัญหาของราคาผลปาล์มข้างต้น ส่งผลเสียต่อเกษตรกรโดยตรง ฉะนั้นแล้วแนวคิดสำหรับการเพิ่มรายได้ในครัวเรือน คือการแปรรูปผลปาล์มน้ำมันร่วงเป็นน้ำมันปาล์มดิบ [11] ใช้เพื่อวัตถุดิบตั้งต้นเพื่อผสมในอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ [12] หรือในกิจกรรมอื่นๆ [13] ของเกษตรกรที่มีผลผลิตจากสวนปาล์มของตนเองเป้าหมายเพื่อลดต้นทุนพื้นฐานและนำสู่การแปรรูปเป็นอุตสาหกรรมระดับครัวเรือนและชุมชน [14] ดังนั้นการออกแบบและพัฒนาลูกกลิ้งในเครื่องสกัดน้ำมันปาล์มนี้ เน้นไปที่การศึกษา ออกแบบ ทดสอบ และปรับปรุงลักษณะของลูกกลิ้งคู่เพื่อหาปริมาณน้ำมันปาล์มจากเครื่องบีบน้ำมันสกัดน้ำในปาล์มต้นแบบ

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่

การออกแบบทางกลโดยใช้การออกแบบพุลเล่ [1] การเลือกโลหะ [8] และกลไก [9] เครื่องต้นแบบทางกล[10] มีอุปกรณ์หลัก ๆ ดังนี้ 1. ชุดบดผลปาล์ม (ปาล์มร่วง) 2. ชุดบีบสกัดน้ำมันปาล์มให้เป็นน้ำมัน 3. ชุดกรองกากปาล์ม 4. ชุดกรองน้ำมันปาล์ม ทดสอบการทำงานโดยการป้อนผลปาล์มร่วงน้ำหนักเฉลี่ย 1 กิโลกรัม ดังแสดงในภาพที่ 1.1

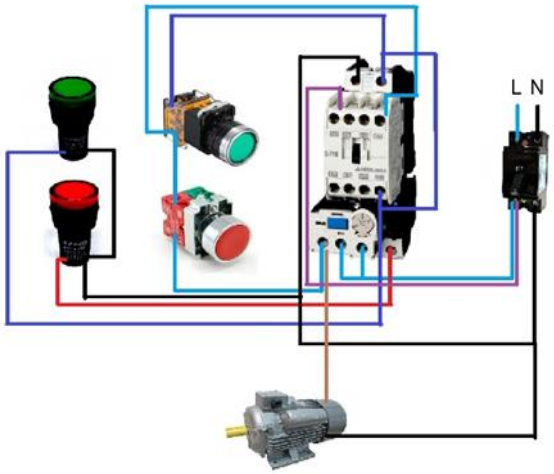


ด้านหน้า **ด้านข้าง**

ภาพที่ 1.1 ภาพแสดงโครงสร้างของเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่

การออกแบบระบบควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้าของเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่

ชุดควบคุมการทำงานจากการศึกษาระบบการทำงานสำหรับกลไกควบคุมวงจร [2],ออกแบบการทำงาน [3],ทดสอบการทำงาน[4] เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ โดยได้วงจรควบคุมแสดงในภาพ 1.2 ทำหน้าที่ในการเปิดและปิดการทำงานของเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ ซึ่งภายในประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังนี้ แมกเนติกสวิทช์ 20 A ชุดโอเวอร์โหลด mitsubishi th-n12 สวิตช์เปิด-ปิด และไฟแสดงสถานะการทำงาน



ภาพที่ 1.2 ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่

การออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ ดำเนินการออกแบบพัฒนาและทดสอบตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2562 ถึงวันที่ 30 ตุลาคม 2551 ผลการการออกแบบพัฒนาและทดสอบโดยเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ที่พัฒนาขึ้น มีส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะของเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่

ส่วนประกอบหลัก		คุณลักษณะ
1.	โครงของเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์ม	ขนาดความสูง 90 เซนติเมตร มีความกว้าง 50 เซนติเมตร และความยาว 60 เซนติเมตร
2.	ชุดลูกกลิ้งบด	มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร
3.	ชุดลูกกลิ้งบีบ	มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร
4.	มอเตอร์ ยี่ห้อ Elecking	ขนาด 1 Hp. 1 เฟส ไฟ 220/380 V 50Hz AMP 7.7 RPM 1450 เป็นต้นกำลัง
5.	เกียร์ทดรอบ	อัตราทด 1 ต่อ 50
6.	เฟืองทดรอบ	มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 3 เซนติเมตร
7.	ชุดควบคุมการทำงานเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์ม	แมกเนติกสวิทช์ 20 A ชุดโอเวอร์โหลด mitsubishi th-n12 สวิตซ์เปิด-ปิด และไฟแสดงสถานการณ์การทำงาน

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดลองใช้สายพันธ์ปาล์มเข้าร่วมทดสอบดังนี้พันธุ์ซีหราด พันธุ์ไนจีเรียแบล็ค และพันธุ์เทเนอรา แบ่งการทดลองทั้ง 3 สายพันธ์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่ได้จากเครื่องต้นแบบโดยทำซ้ำตังอย่างละ 5 ซ้ำ ดูปริมาณน้ำมันที่ได้เทียบกับน้ำหนักกากที่ออก

ผลการทดลองศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่บีบสกัดได้ (พันธุ์ซีหราด)

จากการศึกษาผลปาล์มพันธุ์ซีหราด โดยนำไปทดลอง 1 กิโลกรัม แล้วชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่ง ดังแสดงในตาราง 1.2

ตารางที่ 1.2 ศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่บีบสกัดได้ (พันธุ์ซีหราด)

ผลปาล์มร่วง (พันธุ์ซีหราด)	ระยะเวลา (วินาที)	น้ำหนักน้ำมันที่บีบได้ (กรัม)	ปริมาณกากหลังการบีบ (กรัม)
ครั้งที่ 1	61	หาค่าไม่ได้	865
ครั้งที่ 2	65	หาค่าไม่ได้	854
ครั้งที่ 3	62	หาค่าไม่ได้	857
ครั้งที่ 4	63	หาค่าไม่ได้	870
ครั้งที่ 5	66	หาค่าไม่ได้	865
เฉลี่ย	**63.4**	**-**	**862.2**

จากการทดสอบบีบน้ำมันปาล์มจากเครื่องต้นแบบ ปริมาณน้ำมันที่ได้ไม่สามารถหาค่าได้ เนื่องจากน้ำมันปาล์มที่ได้ มีความเข้มข้นสูงทำให้ติดอยู่ที่ลูกกลิ้งและซึมเข้ากลับกากปาล์มใช้เวลาเฉลี่ย 63.4 วินาทีต่อกิโลกรัม ดังนั้น นำกากปาล์มที่ได้จากเครื่องต้นแบบไปทดลองบีบกับมือ แสดงในตารางดังนี้

ตารางที่ 1.3 ศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่บีบสกัดได้จากการนำไปบีบต่อ (พันธุ์ซีหราด)

กากปาล์มร่วง (พันธุ์ซีหราด)	ปริมาณกากก่อนการบีบ (กรัม)	น้ำหนักน้ำมันที่บีบได้ (กรัม)	ปริมาณกากหลังการบีบ (กรัม)
ครั้งที่ 1	865	113	658
ครั้งที่ 2	854	98	641
ครั้งที่ 3	857	102	647
ครั้งที่ 4	870	115	662
ครั้งที่ 5	865	107	654
เฉลี่ย	862.2	107	652.4

ศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่บีบสกัดได้ (พันธุ์ไนจีเรียแบล็ค)

จากการศึกษาผลปาล์มพันธุ์ซีหราด โดยนำไปทดลอง 1 กิโลกรัม แล้วชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่ง ดังแสดงในตาราง 1.4

ตารางที่ 1.4 ศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่บีบสกัดได้ (พันธุ์ไนจีเรียแบล็ค)

ผลปาล์มร่วง (พันธุ์ไนจีเรียแบล็ค)	ระยะเวลา (วินาที)	น้ำหนักน้ำมันที่บีบได้ (กรัม)	ปริมาณกากหลังการบีบ (กรัม)
ครั้งที่ 1	66	หาค่าไม่ได้	868
ครั้งที่ 2	66	หาค่าไม่ได้	871
ครั้งที่ 3	63	หาค่าไม่ได้	862
ครั้งที่ 4	63	หาค่าไม่ได้	865
ครั้งที่ 5	66	หาค่าไม่ได้	857
เฉลี่ย	64.8	หาค่าไม่ได้	864.6

จากการทดสอบบีบน้ำมันปาล์มจากเครื่องต้นแบบ ปริมาณน้ำมันที่ได้ไม่สามารถหาค่าได้ เนื่องจากน้ำมันปาล์มที่ได้ มีความเข้มข้นสูง ทำให้ติดอยู่ที่ลูกกลิ้งและซึมเข้ากลับกากปาล์ม ดังนั้น นำกากปาล์มที่ได้จากเครื่องต้นแบบไปทดลองบีบกับมือ แสดงในตาราง 1.5

ตารางที่ 1.5 ศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่บีบสกัดได้จากการนำไปบีบต่อ (พันธุ์ไนจีเรียแบล็ค)

กากปาล์ม (พันธุ์ซีหราด)	ปริมาณกากก่อนการบีบ (กรัม)	น้ำหนักน้ำมันที่บีบได้ (กรัม)	ปริมาณกากหลังการบีบ (กรัม)
ครั้งที่ 1	868	40	757
ครั้งที่ 2	871	43	761
ครั้งที่ 3	862	35	752
ครั้งที่ 4	865	37	754
ครั้งที่ 5	857	31	748
เฉลี่ย	864.6	37.2	754.4

ศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่บีบสกัดได้ (พันธุ์เทเนอรา)

จากการศึกษาผลปาล์มพันธุ์เทเนอราโดยนำไปทดลอง 1 กิโลกรัม แล้วชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่ง ดังแสดงในตาราง 1.7

ตารางที่ 1.7 ศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่บีบสกัดได้ (พันธุ์เทเนอรา)

ผลปาล์มร่วง (พันธุ์เทเนอรา)	ระยะเวลา (วินาที)	น้ำหนักน้ำมันที่บีบได้ (กรัม)	ปริมาณกากหลังการบีบ (กรัม)
ครั้งที่ 1	67	หาค่าไม่ได้	821
ครั้งที่ 2	68	หาค่าไม่ได้	826
ครั้งที่ 3	66	หาค่าไม่ได้	819
ครั้งที่ 4	66	หาค่าไม่ได้	813
ครั้งที่ 5	68	หาค่าไม่ได้	827
เฉลี่ย	67	-	821.2

จากการทดสอบบีบน้ำมันปาล์มจากเครื่องต้นแบบ ปริมาณน้ำมันที่ได้ไม่สามารถหาค่าได้ เนื่องจากน้ำมันปาล์มที่ได้ มีความเข้มข้นสูง ทำให้ติดอยู่ที่ลูกกลิ้งและซึมเข้ากลับกากปาล์ม ดังนั้น นำกากปาล์มที่ได้จากเครื่องต้นแบบไปทดลองบีบด้วยมือรองด้วยผ้าขาวบาง แสดงในตาราง 1.8

ตารางที่ 1.8 ศึกษาปริมาณน้ำมันปาล์มที่บีบสกัดได้จากการนำไปบีบต่อ (พันธุ์เทเนอรา)

กากปาล์ม (พันธุ์เทเนอรา)	ปริมาณกากก่อนการบีบ (กรัม)	น้ำหนักน้ำมันที่บีบได้ (กรัม)	ปริมาณกากหลังการบีบ (กรัม)
ครั้งที่ 1	821	106	637
ครั้งที่ 2	826	111	642
ครั้งที่ 3	819	104	635
ครั้งที่ 4	813	98	629
ครั้งที่ 5	827	112	643
เฉลี่ย	821.2	106.2	637.2

ตารางที่ 1.9 เปรียบเทียบระหว่างการสกัดน้ำมันปาล์มแบบวิธีดังเดิมกับเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่

จำนวนครั้งทดสอบ (ครั้ง)	วิธีดั้งเดิม (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	เครื่องต้นแบบ (กิโลกรัม/ชั่วโมง)
ครั้งที่ 1	31	55
ครั้งที่ 2	32	57
ครั้งที่ 3	32	56
ครั้งที่ 4	33	57
ครั้งที่ 5	34	52
เฉลี่ย	32.4	55.4

จากการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการสกัดน้ำมันปาล์มแบบวิธีดังเดิมกับเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ แสดงในตาราง 1.9 แสดงให้เห็นว่าการทดสอบประสิทธิภาพเมื่อทดสอบที่เวลา 1 ชั่วโมงวิธีดั้งเดิมสามารถบีบได้เฉลี่ย 32.4 กิโลกรัม และเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่สามารถบีบได้เฉลี่ย 55.4 กิโลกรัม พบว่าการบีบน้ำมันปาล์มเมื่อบีบด้วยเครื่องต้นแบบเทียบกับการบีบด้วยวิธีดั้งเดิมประสิทธิภาพสูงกว่าเฉลี่ย 23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ สามารถอภิปรายผลและสรุปผลการทดลองใช้เครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ โดยใช้ผลปาล์ม 3 สายพันธุ์ดังนี้ พันธุ์ซีหราด จำนวน 1 กิโลกรัม โดยเฉลี่ยจำนวน 145 ผล ซึ่งน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล 8 กรัม กว้าง เฉลี่ย 2.17

เซนติเมตรและยาวเฉลี่ย 3.55 เซนติเมตร พันธุ์ไนจีเรียแบล็ค จำนวน 1 กิโลกรัม โดยเฉลี่ยจำนวน 107 ผล ซึ่งน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล 10.7 กรัม กว้างเฉลี่ย 2.14 เซนติเมตรและยาวเฉลี่ย 3.55 เซนติเมตร พันธุ์เทเนอรา จำนวน 1 กิโลกรัม โดยเฉลี่ยจำนวน 103.8 ผล ซึ่งน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล 10 กรัม กว้างเฉลี่ย 2.35 เซนติเมตรและยาวเฉลี่ย 3.28 เซนติเมตร และเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ สามารถบดผลปาล์มทั้ง 3 สายพันธุ์ได้ละเอียด แต่ไม่สามารถบีบน้ำมันปาล์มออกจากกากของผลปาล์มได้ เนื่องจาก ชุดลูกกลิ้งบด ชุดลูกกลิ้งบีบทำงาน น้ำมันปาล์มจะติดอยู่ที่ชุดลูกกลิ้ง เพราะน้ำมันปาล์มมีความเข้มข้นสูงมาก อีกหนึ่งสาเหตุ คือ เมื่อกากปาล์มตกลงไปยังถาดกรองกาก ทำให้กากปาล์มดูดน้ำมันกลับ ซึ่งหลังจากการทดลอง กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปัญหาโดยการนำกากปาล์มจากเครื่องต้นแบบมาทดสอบหาปริมาณน้ำมันปาล์ม โดยการบีบด้วยผ้าขาว

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลจากการทดลองบีบน้ำมันปาล์มทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังนี้ พันธุ์ซีหราด น้ำหนักน้ำมันที่บีบได้ เฉลี่ย 107 กรัม ใช้เวลา 63.4 วินาที/กิโลกรัม พันธุ์ไนจีเรียแบล็ค น้ำหนักน้ำมันที่บีบได้ เฉลี่ย 37.2 กรัม ใช้เวลา 64.8 วินาที/กิโลกรัม พันธุ์เทเนอรา น้ำหนักน้ำมันที่บีบได้ เฉลี่ย 106.2 กรัมใช้เวลา 67 วินาที/กิโลกรัม ดังนั้นประสิทธิภาพสูงสุดของการบีบน้ำมันปาล์มของเครื่องต้นแบบเฉลี่ย 55.3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และการบีบน้ำมันปาล์มเมื่อบีบด้วยเครื่องต้นแบบเทียบกับการบีบด้วยวิธีดั้งเดิมประสิทธิภาพสูงกว่าเฉลี่ย 23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กแบบลูกกลิ้งคู่ประสบความสำเร็จไปด้วยดีจากการสนับสนุนการวิจัยโดยสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

เอกสารอ้างอิง

อรรณพ เรืองวิเศษ. (2561). **การออกแบบเครื่องจักรกล**. พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพมหานคร.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ไชยชาญ หินเกิด. (2561). **มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม**.กรุงเทพมหานคร . TPA Publishing.

วนิดา วาดีเจริญและคณะ (2559). **ระเบียบวิธีวิจัย จากแนวคิด ทฤษฎี สู่ภาคปฏิบัติ**.กรุงเทพมหานคร .ซีเอ็ดยูเคชั่น.

บพิตร ตั้งวงศ์กิจ และ รัตนา ตั้งวงศ์กิจ. (2553). **อุปกรณ์และเครื่องจักรกลการเกษตร**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.

บริษัท ซีพีไอ อะโกรเทค จำกัด. (2562). **ปาล์มน้ำมัน.** (Online). http://www.cpiagrotech.com/knowledge- 019, 1 กันยายน 2562.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. (2544). **การปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทย**. (Online). www.arda.or.th/kasetinfo/south/palm/history/01-02.php,13 กันยายน 2562.

บริษัท ซีพีไอ อะโกรเทค จำกัด. (2562). **ปาล์มน้ำมันนั้นมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์เป็นอย่างไร.** (Online).http://www.cpiagrotech.com/knowledge-015/#! ,15 กันยายน 2562

มอเตอร์กระแสสลับ.(Online). https://sites.google.com/site/newsay02/mxtexr-krasaeslab, 15 กันยายน 2562.

เฟือง (Gear) มีกี่ประเภท แต่ละประเภทมีการทำงานอย่างไร. (Online). (2561). https://sites.google.com, 15 กันยายน 2562.

รวบรวมเทคนิคต่างๆของช่างไทย. (Online). https://www.thaimechanic.com/article-124-read.html, 31 กันยายน 2562.

จิตรา รู้กิจการพานิช. (2551). **เครื่องบีบน้ำมันปาล์มสำหรับครัวเรือนและการนำน้ำมันปาล์มไปใช้.**(Online). http://cuir.car.chula.ac.th, 6 กรกฎาคม 2562.

เฉลิมศักดิ์ มีไพบูลย์สกุล และคณะ. (2556). **ชุดอุปกรณ์สกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็กสำหรับครัวเรือน.**(Online). http://info.matichon.co.th, 6 กรกฎาคม 2562

เอกรัตน์ ไวยนิตย์และคณะ.(2552). **เครื่องหีบปาล์มระดับชุมชน.**(Online). https://www.nstda.or.th., 10 กรกฎาคม 2562

ชลิตต์ มธุรสมนตร และคณะ. (2559). **ออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบเกลียวเดี่ยว**. (online) .http://www.research.rmutt.ac.th.,6 กรกฎาคม 2562

การพัฒนาเครื่องอบผลหมากแห้ง

The development of a drying apparatus of betel nut

ปฏิภัทร นิสภา[1], เขตตะวัน สุวรรณเติมเต็ม[1], จิตรภาณุ ชูแก้ว[1],วรัญญา ปลอดจิดา[2], ชิโนรส ละอองวรรณ[2*],

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องอบผลหมากแห้ง เพื่อช่วยลดระยะเวลาการอบแห้ง การเกิดเชื้อรา สร้างรายได้เพิ่มและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลหมากแห้ง เครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นมีโครงสร้างภายนอกทำจากวัสดุเหล็กกล่องชุบกัลวาไนซ์ ผนังแผ่นเมทัลชีทแผ่นเรียบ บลูสโคป หนา 0.4 มิลลิเมตร วัสดุฉนวนกันความร้อนรอบตัวเครื่องทำจากอลูมิเนียมฟอยล์และโฟมยาง หนา 10 เซนติเมตร ตัวเครื่องมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 0.5 x 0.5 x 1.10 เมตร ภายในห้องอบประกอบด้วย ชุดผลิตความร้อนทำจากขดลวดแบบครีบ จำนวน 2 ขด ขนาด 1,500 วัตต์ ชุดพัดลมระบายอากาศ จำนวน 2 ตัว และชุดการประมวลผลสัญญาณอินพุตจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและสั่งงานเอาต์พุต เพื่อควบคุมอุปกรณ์ในการเพิ่มหรือลดอุณภูมิ โดยกระบวนการควบคุมเลือกแบบ PID Control มีหัววัดอุณหภูมิ หรือ Temperature sensor ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิส่งมาที่ Temperature controller หากอุณหภูมิไม่ตรงกันจะจ่ายแรงดันให้กับ Heater เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการ บรรจุผลหมากแห้งครั้งละไม่เกิน 45 กิโลกรัม ช่องระบายลมร้อนขนาด 10 เซนติเมตร ปรับอุณหภูมิตั้งแต่ 35-85 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบหมากแห้งด้วยฮีตเตอร์ สามารถอบผลหมากแห้งได้สูงสุดต่อวัน (24 ชั่วโมง) คิดเฉลี่ยต่อการอบ 4 ชั่วโมงต่อครั้ง สูงสุด 240 กิโลกรมต่อวัน ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน รวมเป็นเงิน 372 บาท

คำสำคัญ: ผลหมากแห้ง, การพัฒนาเครื่องอบ, อบแห้ง

Abstract

The development of a drying apparatus of betel nut helps reduce amount of time to dry the products, break the mold, generate an additional income, and increase the value of drying betal nut. The external structure of the developed drying betal nut machine are made of Galvanized Steel boxs, smooth sheet metal, and bluescopes with 0.4 milimiters thick. The thermal insulation materials around the machine are covered with aluminium foil and foam rubber sheets with ten centimeters thick. The machine itself is 0.5x0.5x1.10 meters in size. The internal structure of the drying machine consists of a set of thermoelectric generators, which are made of two sets of fin shape coils with 1,500 watts. In addition, it is composed of two sets of ventilation fans and a set of input signal processor, signaled by a temperature sensor and sended output signal in order to adjust temperature. The measurement process was chosen to be a PID controller, which has a temperature sensor to increase the desired temperature. The betal nut can fit in the machine not over 45 kilograms. Besides, an air vent is ten centimeters in size. It can adjust the temperature from 35 to 85 degree celcius. The experimental results of testing the efficiency shows that it can dry the betal nut at most 24 hours per day. The average of drying is four hours per time. It can dry at most 240 kilograms per day. The price of electricity is 372 baht per day.

Keywords: betel nut, dryer machine, drying

[1]นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราฎร์ธานี

[2]อาจารยประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราฎร์ธานี

[*]**Corresponding author, E-mail:** Chin.laongwan@gmail.com

บทนำ

หมากเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย จากสถิติการส่งออกหมากเดือน มีนาคม 2562 มีการส่งออกหมากแห้งจำนวน 733,880 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 26,622,408 บาท แหล่งปลูกหมากส่วนใหญ่ของประเทศไทยอยู่ทางภาคใต้ โดยปลูกมากที่สุดที่ จังหวัดชุมพร หมากใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในโรงงานอุตสาหกรรมสี ฟอกหนัง และ ยารักษาโรค หมาก หลังการเก็บเกี่ยวถูกนามาใช้ทั้งในรูปของหมากสดและหมากแห้ง ในการทำหมากสดเป็นหมากแห้ง หมากจะถูกนำมาตากแดดทั้งผลจนกระทั่งความชื้นของหมากลดลงเหลือ 12-15% มาตรฐานแห้ง (ใช้เวลาประมาณ 4-5 วัน) จากนั้นผ่าผลหมากและแยกเนื้อหมากออกจากเปลือก ซึ่งวิธีดังกล่าวใช้ เวลาอบแห้งที่ยาวนาน (นฤบดี ศรีสังข์, 2557) การทำหมากแห้งเป็นการปรับเปลี่ยนให้ผู้ปลูกหมากหันมาจำหน่ายหมากแห้งแทนหมากสุกที่ผลิตได้ การแปรรูปเป็นหมากแห้งจะส่งผลให้ปริมาณหมากสดที่จะเข้าสู่ตลาดลดลงไม่เกินความต้องการของตลาด และสามารถทำให้ราคาหมากสดอยู่ในระดับที่น่าพอใจ โดยกระบวนการทำหมากแห้งส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการผึ่งแดดหรือตากแดด มีขั้นตอนการทำ คือ หมากสุกมาจากต้นมีความชื้น ประมาณ 63 % หลังจากนั้นนำมาผ่าตามยาวเป็น 2 ซีก นำไปผึ่งหรือตากแดด 1 วัน จากนั้นแกะเนื้อออกจากเปลือก ผึ่งแดดต่ออีก 4-5 วัน ให้เหลือความชื้นประมาณ 12% นิยมผึ่งแดดบนผ้าเต็นท์ แผ่นสังกะสีหรือบนลานซีเมนต์ทำให้มีต้นทุนในการผลิตน้อย แต่การทำแห้งด้วยวิธีนี้จะใช้ระยะเวลาในการผึ่งแดดนานหลายวัน โดยเฉพาะช่วงที่มีแดดน้อยหรือช่วงที่ฝนตก และต้องใช้พื้นที่ในการพึ่งแดดมาก ซึ่งจากปัญหาดังกล่าว กลุ่มของผู้วิจัยจึงระดมความคิดของสมาชิกในกลุ่มและขอคำแนะนำจากผู้ปลูกหมาก นำมาพัฒนาเพื่อสร้างเครื่องอบผลหมากแห้งโดยเฉพาะโดยการใช้หลักการไหลเวียนของลมร้อนมาประยุกต์ต่อเข้ากับชุดควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า ซึ่งผู้จัดทำคาดว่าหวังว่าเครื่องอบผลหมากแห้งที่พัฒนาขึ้นจะช่วยลดระยะเวลาการทำผลหมากแห้งลดลง ป้องกันการเน่าเสียหรือการเกิดเชื้อราของหมากได้นานขึ้น ตลอดจนเป็นการเรียนรู้ทักษะวิชาชีพและอื่นๆ ที่ได้ศึกษาตามหลักสูตรมาบูรณาการเพื่อสร้างเป็นนวัตกรรมที่เหมาะสมกับการทำงานของผู้ปลูกหมาก ตลอดจนนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพในอนาคตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับกระบวนการพัฒนาเครื่องอบผลหมากแห้ง คณะผู้จัดทำได้มีวิธีการดำเนินงานเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลและรายละเอียดเกี่ยวข้องกับวิธีการอบแห้งผลหมากที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันทั้งกระบวนการที่อาศัยธรรมชาติ และกระบวนการที่มีเครื่องอบแห้งเข้ามาช่วยในขั้นตอนการทำแห้ง โดยศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องอบประเภทต่างๆ เพื่อนำมาออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งที่เหมาะสมกับความต้องการและตรงกับการใช้งานของผู้ปลูกหมากให้ได้มากที่สุด สำหรับเครื่องอบผลหมากแห้งที่พัฒนาขึ้นนี้ ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 โครงสร้างภายนอกเครื่องอบผลหมากแห้งทำจากวัสดุเหล็กกล่องชุบกัลวาไนซ์ ผนังแผ่นเมทัลชีทแผ่นเรียบ บลูสโคป ขนาด 0.4 มิลลิเมตร วัสดุฉนวนกันความร้อนรอบตัวเครื่องทำจากอลูมิเนียมฟอยล์และโฟมยาง มีขนาดความกว้าง 10 เซนติเมตร ตัวเครื่องอบหมากแห้งมีขนาด ความกว้าง 0.5 เมตร ความยาว 0.5 เมตร และความสูง 1.10 เมตร โดยออกแบบให้มีล้อเพื่อเครื่องสามารถเคลื่อนที่ได้

ส่วนที่ 2 ภายในเครื่องอบหมากแห้ง แบ่งออกเป็น 3 ชุด ดังนี้ ชุดที่ 1 ชุดผลิตความร้อนทำจากขดลวดแบบครีบจำนวน 2 ขด ขนาด 1,500 วัตต์ ชุดที่ 2 พัดลมระบายอากาศจำนวน 2 ตัว ชุดที่ 3 ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องสามารถตั้งเวลาการทำงาน ตรวจสอบอุณหภูมิ ควบคุมการทำงานของชุดขดลวดความร้อนและพัดลม การประมวลผลสัญญาณอินพุตจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและสั่งงานเอาต์พุตเพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ที่ในการเพิ่มหรือลดอุณภูมิ โดย

กระบวนการควบคุมนั้นมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ ซึ่งได้เลือกแบบ PID Control มาใช้ในการควบคุม มีการทำงาน คือ จะมีหัววัดอุณหภูมิ หรือ Temperature sensor ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิส่งมาที่ Temperature controller หากอุณหภูมิไม่ได้ตามที่ตั้งไว้ Temperature controller จะจ่ายแรงดันไปให้ฮีตเตอร์ Heater เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้ได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ

ส่วนที่ 3 สำหรับบรรจุผลหมากแห้ง ออกแบบเป็นถาดสำหรับวางผลหมากแห้ง สามารถบรรจุหมากแห้งได้ครั้งละไม่เกิน 45 กิโลกรัม และออกแบบให้มีช่องระบายอากาศ อากาศในเครื่องอบผลหมากแห้งนี้สามารถไหลเวียนได้อย่างทั่วถึง เนื่องจากได้ออกแบบให้มีช่องว่างภายในเครื่องอบประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อให้ลมร้อนสามารถหมุนเวียนได้ทั่วถึงภายในเครื่องอบ

เครื่องอบแห้งใช้ขดลวดความร้อนแบบครีบเป็นอุปกรณ์ให้ความร้อน มีการตรวจวัดอุณหภูมิและการตั้งเวลาที่อย่างเหมาะสมเพื่อควบคุมไม่ให้ผลหมากแห้ง ได้รับลมร้อนมากเกินไปอาจจะทำให้แห้งเกินไปได้ ดังแสดงใน รูปที่ 1



(a)



(b)

รูปที่ 1 (a) แสดงโครงสร้างเครื่องอบผลหมากแห้ง (b) แสดงช่องบรรจุผลหมากแห้ง มีช่องสำหรับระบายอากาศรอบเครื่อง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบผลหมากแห้ง

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองการทำงานของชุดผลิตความร้อนกรณีไม่มีผลหมาก ซึ่งกำหนดให้เปิดการทำงานชุดผลิตความร้อนทั้ง 2 ตัวทำงานพร้อมกัน และทำงานสลับกัน และบันทึกข้อมูลอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเทียบกับเวลา กรณีไม่มีผลหมากจากการทดสอบ พบว่า ระบบผลิตความร้อนสามารถทำความร้อนได้สูงสุด ตั้งแต่ 35-85 องศาเซลเซียล ใช้เวลาในการทำความร้อนจากชุดทำความร้อน 2 ตัว ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการทดลอง โดยการกำหนดอุณภูมิสูงสุดที่ 82-85 องศาเซลเซียล ใช้เวลาในการอบเฉลี่ย 3 ชั่วโมง หรือประมาณ 90 นาที และทำการทดลองซ้ำทุกกรณีๆ ละ จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 40 กิโลกรัม(เต็มความจุ) ชั่งน้ำหนัก ก่อน-หลัง ผ่านกระบวนการอบแห้ง จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณภูมิกับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าน้ำหนักผลหมากแห้งที่วัดได้ก่อนและหลังอบแห้ง

จำนวนครั้งที่ทดลอง	น้ำหนัก(กิโลกรัม)	
	ก่อน	หลัง
1	40	39.5
2	40	39
3	40	39.1
4	40	38.7
5	40	39.5

พบว่า จากการทดลองค่าความชื้นที่สะสมในผลหมากแห้งคงเหลือเพียงเล็กน้อย เมื่อทำการอบไล่ความชื้นจึงทำให้ค่าน้ำหนัก ก่อน-หลัง ผ่านกระบวนการอบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองกำหนดให้ตั้งค่าอุณภูมิความร้อน จำนวน 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 องศา ทำการทดลองซ้ำทุกกรณีๆ ละ จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 10 กิโลกรัม ชั่งน้ำหนัก ก่อน-หลัง ผ่านกระบวนการอบแห้ง และหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณภูมิกับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าน้ำหนักผลหมากแห้งที่วัดได้ก่อนและหลังอบแห้งในเวลาและอุณหภูมิที่กำหนด

เวลา	120 นาที						180 นาที						240 นาที					
อุณหภูมิ	50		60		70		50		60		70		50		60		70	
ครั้งที่	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8
2	10	9	10	7	10	8	10	8	10	7	10	7	10	9	10	8	10	7
3	10	9	10	8	10	7	10	7	10	7	10	8	10	8	10	8	10	8
เฉลี่ย		8.33		7.67		7.67		7.67		7.33		7.67		8.33		8		7.67

พบว่า จากการทดสอบประสิทธิภาพเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมต่อการทำงานของเครื่องอบผลหมากแห้ง เมื่อความร้อน และระยะเวลาเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นมีการลดลงเพียงเล็กน้อย เนื่องจากความชื้นที่สะสมในผลหมากแห้งคงเหลือเพียงเล็กน้อย เมื่อทำการอบไล่ความชื้น จึงทำให้ค่าน้ำหนัก ก่อน-หลัง ผ่านกระบวนการอบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบหมากแห้งระหว่างวิธีธรรมชาติกับเครื่องอบผลหมากแห้งที่พัฒนาขึ้น โดยนำผลหมากแห้งที่ผ่านการอบแห้งแล้ว จำนวน 40 กิโลกรมตากแห้งด้วยวิธีธรรมชาติ ชั่งน้ำหนัก ก่อน-หลัง ทุกวัน ตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 18.00 น. จำนวน 5 วัน (เฉลี่ยรับแดดสูงสุดประมาณ 5 ชั่วโมงต่อวัน)อุณหภูมิเฉลี่ยต่อวัน 35-40 องศาเซลเซียล

ตารางที่ 3 แสดงระยะเวลาและน้ำหนักของผลหมากแห้งเมื่อตากด้วยวิธีธรรมชาติ

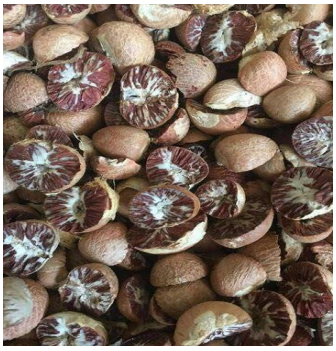
น้ำหนัก	จำนวนวัน				
	1	2	3	4	5
ก่อนตากแห้ง	40	39	38	37	37
หลังตากแห้ง	39	38	37	37	37
ความแตกต่าง	1	1	1	0	0

พบว่า การอบแห้งผลหมากด้วยวิธีทางธรรมชาติ ต้องเสี่ยงกับภาวะการณ์เปลี่ยนแปลงต่อสภาพภูมิอากาศที่ไม่แน่นอน ทำให้ควบคุมความชื้นที่เกิดขึ้นกับผลหมากได้ยาก ทำให้การอบแห้งด้วยเครื่องอบมีความน่าเชื่อถือได้มากกว่า ในเรื่องของเวลา และความชื้นที่ลดลง

ผลการทดลองอบแห้งผลหมากแห้งที่มีน้ำหนักรวม 40 กิโลกรัม กำหนดให้ปรับอุณหภูมิต่างๆ ตั้งแต่ 35-85 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาระยะเวลาของการอบแห้งกับอุณหภูมิที่เหมาะสม ทำซ้ำในแต่ละเงื่อนไข จำนวน 5 ครั้ง พบว่าระยะเวลาในการอบแห้งโดยเครื่องอบแห้งที่พัฒนาขึ้นใช้เวลาในการอบแห้ง ประมาณ 3-4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 80-82 องศาเซลเซียส ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ



(a)



(b)

รูปที่ 2 (a) ผลหมากแห้งหลังจากการทำแห้ง (b) ผลหมากแห้งหลังจากการทำแห้งจากเครื่องที่พัฒนาขึ้น

การอบแห้งผลหมากแห้ง แตกต่างจากการอบแห้งผลหมากสด เนื่องจากผลหมากมีค่าความชื้นลดลงมาในระดับหนึ่งแล้ว การทำให้แห้งอีกครั้งนั้น จึงเป็นกระบวนการสำหรับการถนอมคุณภาพ และการเก็บรักษาผลหมากแห้งให้มีอายุยาวนานขึ้น ความเสี่ยงต่อความชื้นภายในผลหมากอาจทำให้เกิดเป็นเชื้อราลดลง ความแตกหักเสียหายระหว่างการอบแห้งจึงน้อยลงเนื่องจากกระบวนการทำแห้งไม่ได้ทำให้น้ำในผลหมากสดออกอย่างรวดเร็ว จึงทำให้สีและรูปทรงของผลหมากยังคงสภาพใกล้เคียงกับก่อนนำเข้าเครื่องอบ

การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้คิดจากค่ากำลังวัตต์รวมของอุปกรณ์ภายในตัวเครื่องอบผลหมากแห้ง โดยกำหนดให้เครื่องทำงานตลอด 24 ชั่วโมง คิดค่าไฟฟ้ายูนิตละ 5 บาท ค่าใช้จ่ายต่อวันประมาณ 372 บาท เฉลี่ยรายเดือนค่าใช้จ่ายประมาณ 800 บาท

เอกสารอ้างอิง

วรนุช แจ้งสว่าง. (2556). “ตู้อบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดอากาศร้อนไหลลงแบบกะทัดรัด.”**วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา.** ศูนย์วิจัยพลังงานยั่งยืน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. ปีที่ 24 ฉบับที่ 1, กรุงเทพฯ, 37-41.

นฤบดี ศรีสังข์และคณะ. (2557). “เครื่องอบหมากแห้งและกะเทาะหมาก.”**ว. วิทยาศาสตร์เกษตร.** ปีที่ 45 ฉบับที่ 2 (พิเศษ) พฤษภาคม-สิงหาคม, 489-492.

กลยุทธ ดีจริง และ เอกสิทธิ์ สุทธะพินทุ. (2561). “การอบแห้งรังไหมด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดรับรังสีอาทิตย์แบบผสม: จลนพลศาสตร์การอบแห้งสมรรถนะเครื่องอบแห้งและสมบัติเชิงกลของเส้นไหมดิบ.” **วารสารเกษตรพระวรุณ**. ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน, 216-228.

มนตรี เรืองประดับ.(2553). **การพัฒนาเครื่องอบหมากโดยใช่พลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครนทร์, 1-10.

วชร กาลาสี และ ดิษฐพร ตุงโสธานนท์. (2551). “เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบปรับแผงรับแสงได้.”**ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, 15-17 ตุลาคม 2551**. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, 379-383.

โรงเก็บและตากยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง

Automatic rubber sheet storage machine

อภิชาต มีสิทธิ์[1], กฤติเดช ธรฤทธิ์[1] , พีรพงศ์ หนูช่วย[1*]

Aphichat Misit[1], Kritidet Thorarit[1], Peerapong Nuchuay[1*]

บทคัดย่อ

เครื่องเก็บยางแผ่นอัตโนมัติ เพื่อเป็นเครื่องต้นแบบให้กับชาวสวนยางเพื่อแก้ปัญหาการตากและเก็บแผ่นยางพารา โดยลดเวลาการเก็บและตากแผ่นยางพาราเพื่อให้ชาวเกษตรกรชาวสวนยางพาราสะดวกในการเก็บและตากแผ่นยางพารา และสามารถผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งที่มีคุณภาพได้ โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อมีแสงแดดส่องเข้าไปที่เซนเซอร์รางสไลด์ก็จะสไลด์ออกมาแต่เมื่อไม่มีแสงแดดส่องถึงก็จะทำการเลื่อนรางสไลด์เก็บเข้าตู้ ภายในตู้มีเซนเซอร์อุณหภูมิตั้งค่าไว้ที่ 29.6 องศาเซลเซียส เมื่อต่ำกว่านี้หลอดไฟภายในตู้ก็จะติดเพื่อไล่ความชื้นออกไปแต่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 35 องศา หลอดไฟก็จะตัดทันที เมื่อมีแสงแดดส่องเข้าไปที่เซนเซอร์ รางสไลด์ก็จะทำการสไลด์ออกมาแต่เมื่อไม่มีแสงแดดส่องถึงที่เซนเซอร์รางสไลด์ เครื่องเก็บแผ่นยางก็จะทำการเลื่อนรางสไลด์เก็บเข้าตู้ และเมื่อมีอุณหภูมิ ที่น้อยกว่า 29.6 องศาเซลเซียส หลอดไฟภายในตู้ก็จะติดเพื่อไล่ความชื้นออกไป ในขณะเดียวกันเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส หลอดไฟภายในตู้เก็บแผ่นยางก็จะตัดโดยทันที ซึ่งเป็นไปตามการควบคุมเครื่องเก็บยางแผ่นที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: โรงเก็บและตากยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง

ABSTRACT

automatic rubber sheet collecting machine To be a prototype for rubber plantersAble to produce quality dry rubber sheets With working principles is When the sun shines into the sensor The slide rail will slide out But when there is no sunlight, the trough will be moved to keep in the cabinet The inside of the cabinet has a temperature sensor set to 29.6 Degrees Celsius When lower than this, you will see the lamp inside the cabinet The light bulb will light to chase away the moisture When the temperature rises 35 Degrees Celsius The bulb will cut off immediately When the sun shines into the sensor The slide rails will slide out When there is no sunlight reaching the sensor Slide track, the rubber pad collector will slide the slide rail into the cabinet And when the temperature is less 29.6 Degrees Celsius Light bulb Expel moisture out When the temperature is higher than 35 degrees Celsius The bulb inside the cabinet will cut immediately Which is in accordance with the control of the designated rubber sheet storage machine.

Keywords: Automatic rubber sheet storage machine

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100 [1*]Corresponding author, E-mail: Peerapong.nuc@sru.ac.th

บทนำ

ยางพารา เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและสามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศได้สูงเพราะยางพาราเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในภูมิประเทศที่มีลักษณะเฉพาะเท่านั้นโดยต้องมีปริมาณฝนตกมากมีอุณหภูมิร้อนชื้นมีความชื้นสูงมีปริมาณแสงแดดมากและไม่มีลมพายุรุนแรงการผลิตยางธรรมชาติและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางมีความสำคัญทั้งในแง่ของการสร้างมูลค่าเพิ่มและการจ้างงานเป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน ประเทศผู้ผลิตยางพารารายใหญ่ของโลก 3 ประเทศ ได้แก่ ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ในปี 2561 มีเนื้อที่ปลูกยางพารารวม 49.87 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 56.03 ของเนื้อที่ปลูกยางพาราของโลกและมีผลผลิตรวม 8.94 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 61.27 ของผลผลิตโลก โดยอินโดนีเซียเป็นประเทศที่มีเนื้อที่ปลูกยางพารามากที่สุดในโลก มีการขยายเนื้อที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องร้อยละ 0.55 ต่อปี จาก 22.45 ล้านไร่ในปี 2557 เป็น 22.99 ล้านไร่ในปี 2561 แต่มีผลผลิตมากเป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากไทย โดยผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.85 ต่อปีจาก 3.15 ล้านตันในปี 2557 เป็น 3.61 ล้านตันในปี 2561 สำหรับมาเลเซีย มีเนื้อที่ปลูกเป็นอันดับ 4 ของโลก รองจากอินโดนีเซีย ไทย และเวียดนาม โดยมีเนื้อยางพารา เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและสามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศได้สูงเพราะยางพาราเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในภูมิประเทศที่มีลักษณะเฉพาะเท่านั้นโดยต้องมีปริมาณฝนตกมากมีอุณหภูมิร้อนชื้นมีความชื้นสูงมีปริมาณแสงแดดมากและไม่มีลมพายุรุนแรงการผลิตยางธรรมชาติและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางมีความสำคัญทั้งในแง่ของการสร้างมูลค่าเพิ่มและการจ้างงานเป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน

ยางแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์ยางที่เกษตรกรนิยมผลิตเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ยางแผ่นจะดีหรือไม่ดีนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการผลิต ราคายางในท้องตลาดก็แตกต่างกันไปตามคุณภาพของแผ่นยาง ถ้าหากเกษตรกรเจ้าของสวนยางสามารถผลิตยางแผ่นคุณภาพดีออกจำหน่าย ก็จะได้ราคาสูงกว่ายางแผ่นที่มีคุณภาพต่ำ ซึ่งในช่วงฝนตกชาวสวนยางต้องใช้เวลาในการผึ่งแดดหลายวัน เพราะต้องรอแสงแดด ซึ่งต่างจากปกติที่ใช้เวลาประมาณ 2 วัน ด้วยสาเหตุนี้อาจก่อให้เกิดเชื้อรา ทำให้ราคายางแผ่นลดลง

จากปัญหาดังกล่าว จึงได้คิดออกแบบและสร้างโรงตากและเก็บยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง หลักการทำงาน คือ เมื่อมีแสงแดดส่องเข้าไปที่เซนเซอร์รางสไลด์ก็จะสไลด์ออกมาแต่เมื่อไม่มีแสงแดดส่องถึงก็จะทำการเลื่อนรางสไลด์เก็บเข้าตู้ ภายในตู้มีเซนเซอร์อุณหภูมิ ตั้งค่าไว้ที่ 29.6 องศาเซลเซียส เมื่อต่ำกว่านี้หลอดไฟภายในตู้ก็จะติดเพื่อไล่ความชื้นออกไปแต่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส หลอดไฟก็จะตัดทันที เหตุผลที่ต้องควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 29.6-35 องศาเซลเซียสเพราะถ้าหากต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ 29.6 องศาเซลเซียส หลอดไฟภายในตู้จะไม่สามารถทำงานเพื่อไล่ความชื้นออกได้และถ้าหากว่าอุณหภูมิต่ำกว่า 35 องศาเซลเซียส หลอดไฟภายในตู้จะไม่ตัดตามที่ได้ตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 35 องศาเซลเซียส เพื่อที่จะให้อุณหภูมิภายในตู้ไม่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยโรงตากและเก็บยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง ได้มีการวางแผน และกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานรวมถึงวิธีการดำเนินงาน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ตามขั้นตอนดังนี้

ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผังการปฏิบัติงาน ได้มีการแบ่งการทำงานไว้ 3 ส่วน คือส่วนของโครงสร้าง ส่วนของระบบไฟฟ้า โดยทั้ง 3 ส่วนได้มีการทำไปพร้อมๆ กัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ส่วนของโครงสร้างได้ออกแบบโครงสร้างโดยใช้เหล็ก เป็นตู้สำหรับจับยึดอุปกรณ์ทั้งหมด รางสไลด์ใช้อลูมิเนียมสำหรับตากยางแผ่น

2. ส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้า เริ่มต้นจากการออกแบบวงจรควบคุม จากนั้นทำการประกอบระบบคอนโทรล และทดสอบการทำงาน กรณีที่ไม่สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ ก็จะย้อนกลับไปแก้ไขวงจรควบคุมและทำการทดสอบอีกครั้งจนกว่าจะได้ตามเงื่อนไขการทำงาน เมื่อวงจรควบคุมสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไข ก็จะทดสอบสั่งงานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น Motor หากได้ตามเงื่อนไขก็จะรอเพื่อประกอบร่วมกับโครงสร้าง

3. เมื่อได้ส่วนของระบบควบคุม และโครงสร้างเสร็จเรียบร้อย ก็จะเป็นการประกอบร่วมระหว่างทั้งสองเข้าด้วยกัน เมื่อประกอบเสร็จก็จะทำการทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ตามต้องการหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามต้องการก็จะกลับไปแก้ปัญหา จนกว่าปัญหาจะหมดไป

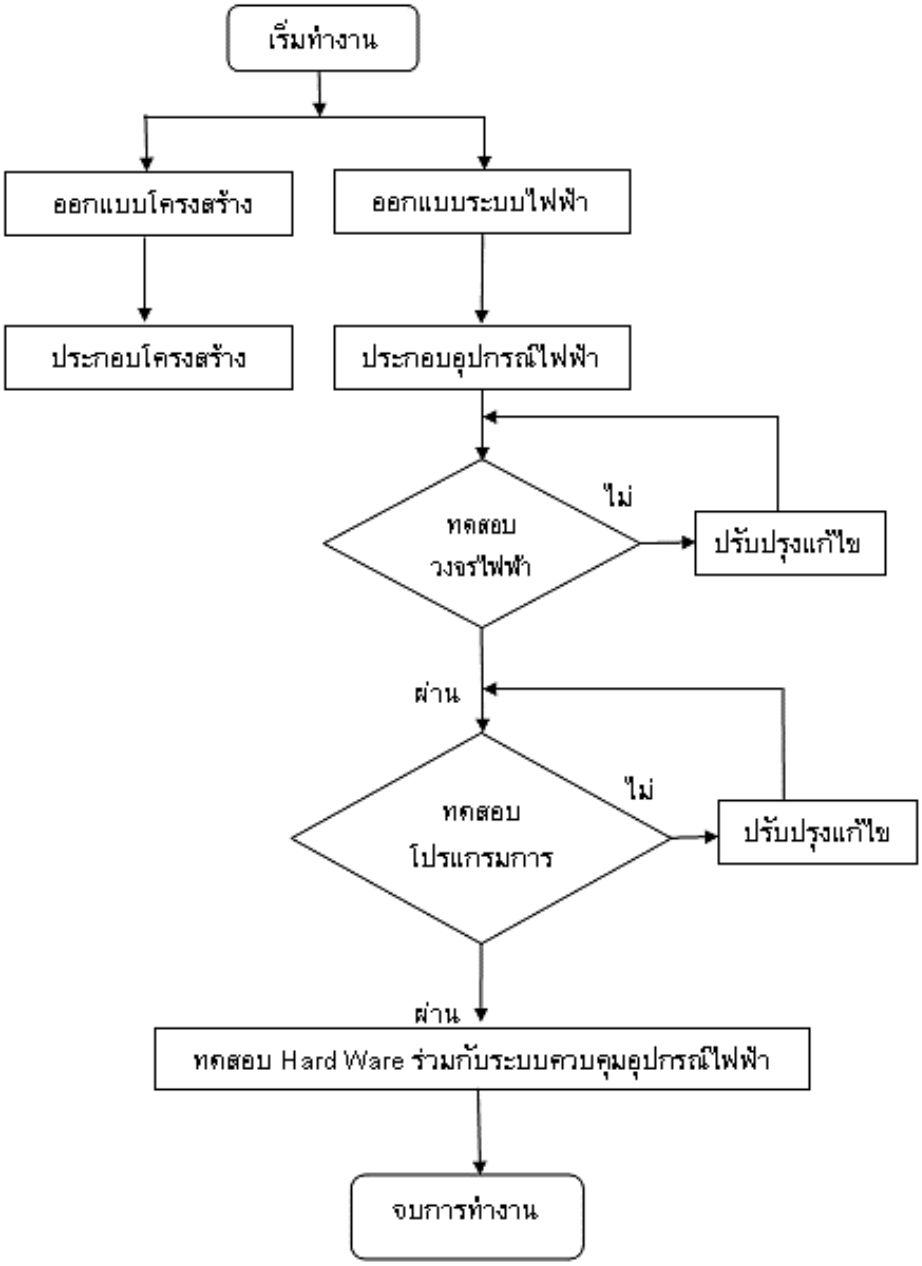



ภาพที่ 1 สำรวจปัญหาของเกษตรกรชาวสวนยางแบบยางแผ่นผึ่งแห้ง

ผลการสำรวจ

วันที่ฝนตกหรือสภาพอากาศแปรปรวนไม่มีแดด เกษตรกรชาวสวนไม่สามารถที่จะนำยางแผ่นออกมาตากให้แห้งได้ อาจจะทำให้ยางแผ่นเกิดความชื่นเยอะและจะทำให้เกิดเชื้อราบนแผ่นยางได้ จึงทำให้ราคาแผ่นยางลดลงแทนที่จะได้ราคาแผ่นยางที่มีราคาที่ดีกว่า

แผนผังการปฏิบัติงาน



ภาพที่ 2 แผนผังการปฏิบัติงาน

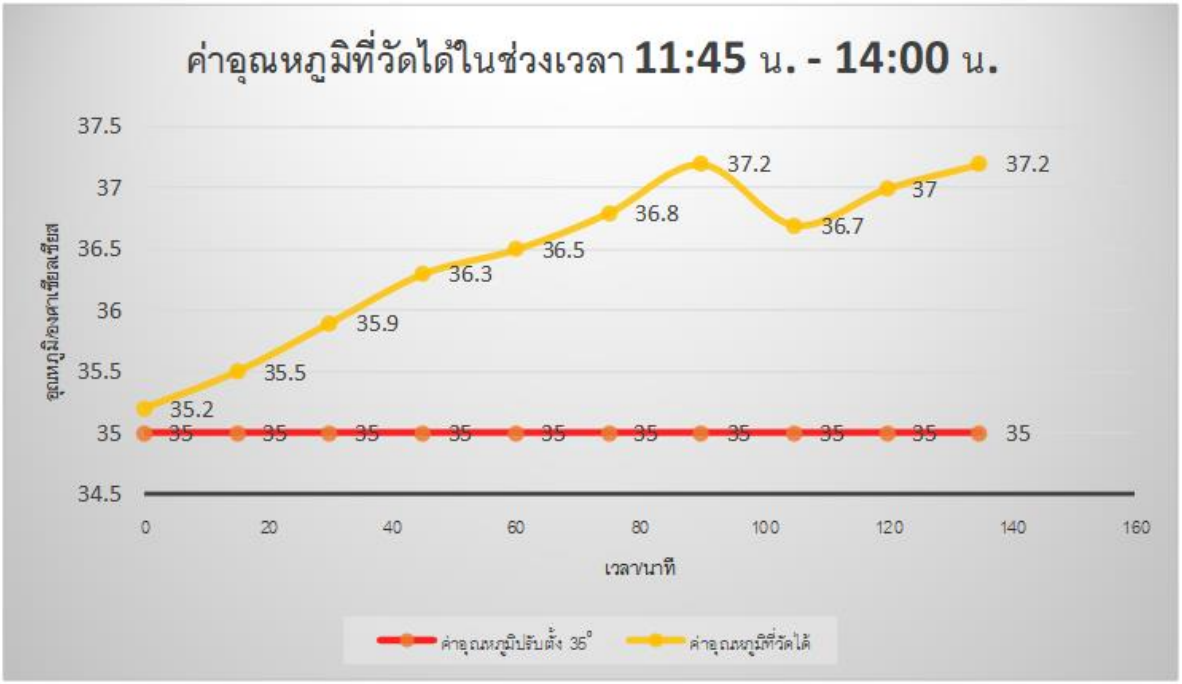
ขั้นตอนการทดลองโรงตากและเก็บยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง

ในการทดลองได้แบ่งหาความสัมพันธ์ ดังนี้

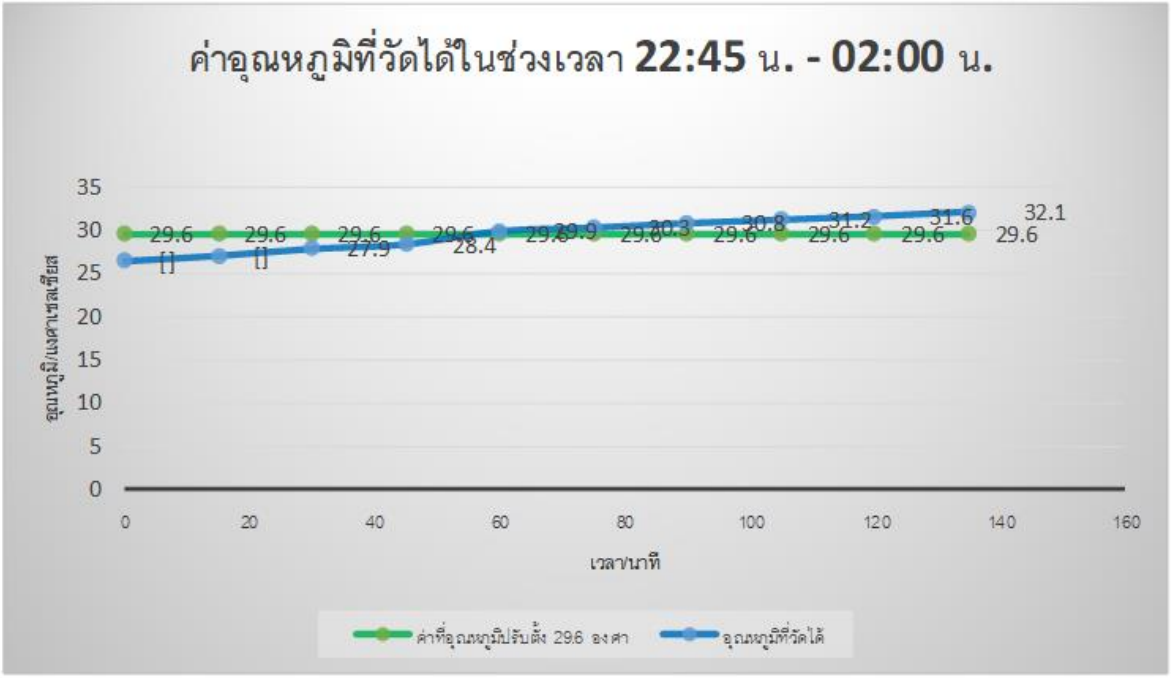
1. ทดสอบการหาความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับรางสไลด์
   - เพื่อต้องการหาความถูกต้องของการออกแบบวงจรไฟฟ้า
   - อุปกรณ์การทดลอง
   - โรงตากและเก็บยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง
2. ทดสอบการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับหลอดไฟ
   - เพื่อต้องการหาความถูกต้องของการออกแบบวงจรไฟฟ้า
   - อุปกรณ์การทดลอง
   - โรงตากและเก็บยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง
3. วิธีการทดลอง
   - เปิดสวิตช์โรงตากและเก็บยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง
   - สังเกตอุณหภูมิที่จอ LCD
   - บันทึกผลการทดลอง
   - ทดลองซ้ำ



ภาพที่ 3 การทดลองตากยางแผ่นแบบผึ่งแห้ง



ภาพที่ 4 หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับหลอดไฟในช่วงเวลา 11.45 น. - 14.00 น.



ภาพที่ 5 หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับหลอดไฟในช่วงเวลา 22.45 น. - 02.00 น.

ผลและอภิปลายผลการวิจัย

ผลการทดลองโรงตากและเก็บยางแผ่นอัตโนมัติแบบจำลอง สามารถสรุปได้ ดังนี้

เมื่อมีแสงแดดส่องเข้าไปที่เซนเซอร์รางสไลด์ รางสไลด์ก็จะทำการสไลด์ออกมาแต่เมื่อไม่มีแสงแดดส่องถึงที่เซนเซอร์รางสไลด์ เครื่องเก็บแผ่นยางก็จะทำการเลื่อนรางสไลด์เก็บเข้าตู้ และเมื่อมีอุณหภูมิ ที่น้อยกว่า 29.6 องศาเซลเซียส หลอดไฟภายในตู้ก็จะติดเพื่อไล่ความชื้นออกไป ในขณะเดียวกันเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส หลอดไฟภายในตู้เก็บแผ่นยางก็จะตัดโดยทันที ซึ่งเป็นไปตามการควบคุมเครื่องเก็บยางแผ่นที่กำหนดไว้

กิตติมากรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความกรุณาจาก อาจารย์วิมล พรหมแซ่ม ดร.พีรพงศ์ หนูช่วย อาจารย์ชิโนรส ละอองวรรณ และเจ้าหน้าที่สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาให้ข้อแนะนำรวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่อง ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

สมาร์ทเลิร์นนิ่ง และคณะ (2552). **เรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น**. (พิมพ์ครั้งที่ 1) . (กรุงเทพฯ) : สำนักพิมพ์สมาร์ทเลิร์นนิ่ง.

วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน (2536). **การออกแบบเครื่องจักรกล 2**. (กรุงเทพฯ) : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2539). **หลักวิชาและเทคนิคการทำสวนยาง**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). (กรุงเทพฯ) : สำนักพิมพ์วิตตอรี่เพาเวอร์พอยด์.

อุดม โกสัยสุก. การทำยางแผ่นชั้นดี (2536). **เอกสารตลาดประมูลยางพารา**. สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง.

การทำงานของมอเตอร์กระแสตรงและการใช้งาน, (2560). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.Inventor.in.th/home [16 กันยายน 2561]

Light Dependent Resistor, (2559): [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.mwit.ac.th/~ponchai/CAI_electronics/image/LDR.HTM [21 กันยายน 2559]

เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ, (2558): [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://sites.google.com/site/physicalcontrolandsensor/home/trwc-wad-xunhphumi [29 ธันวาคม 2558]

เครื่องเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง

Solar Aerator for Fish Farm Cage

พงษ์พันธ์ ราชภักดี[1*], รุ่งโรจน์ จีนด้วง[2] , วัชรากร จิตอารีย์[3]

Pongpun Ratchapakdee[1*], Rougrote Geendoung[2] ,Watcharakorn Jitaree

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องเติมอากาศในน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องเติมอากาศในน้ำให้มีประสิทธิภาพในการเติมปริมาณอากาศได้มากยิ่งขึ้น โดยอาศัยพลังงานจากแสงอาทิตย์จ่ายตรงไปยังมอเตอร์ทำหน้าที่สูบน้ำในกระชังให้ไหลผ่านท่อที่มีรูปร่างเป็นคอคอด เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำจนกระทั่งทำให้เกิดแรงดูดอากาศผ่านท่ออากาศเข้ามาผสมรวมกันแล้วฉีดพ่นลงไปเป็นฟองอากาศใต้ผิวน้ำ การทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำโดยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังในพื้นที่ ต.นากะชะ อ.ฉวาง จ.นครศรีธรรมราช ดำเนินการทดสอบ 2 ลักษณะคือการทดสอบประสิทธิภาพการประจุพลังงานไฟฟ้าและการทดสอบหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เพิ่มขึ้น ผลทดสอบพบว่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 176 วัตต์และเพิ่มปริมาณอากาศที่ละลายในน้ำได้มากที่สุดเท่ากับ 8.42 mg/L ต่อวัน จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำไปใช้งานได้จริงกับพื้นที่ลุ่มแม่น้ำที่มีการเลี้ยงปลาในกระชังได้ทุกพื้นที่ เพราะพื้นที่การเลี้ยงปลาในกระชังส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งที่รับแสงอาทิตย์ได้ดีและไม่มีอันตรายที่เกิดจากใช้ไฟฟ้า

คำสำคัญ: เครื่องเติมอากาศ, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

---

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี มทร.ศรีวิชัย

[2]อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี มทร.ศรีวิชัย

[3]นักศึกษา สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี มทร.ศรีวิชัย

[*]**Corresponding author, E-mail:** R_pongpun@hotmail.com

Abstract

The development of Aerator in water by solar energy for fish cage culture. To create and design the aerator in water with solar energy for fish cage culture. Design and create a water aerator for raising fish in cages to be more effective in increasing the amount of dissolved oxygen used the water pump to have a water inlet, an air inlet and mixture air and water outlet releasing bubbles through underwater. The testing performance of the air in water by using solar energy for fish cage culture at Chawang, Nakhon Si Thammarat can be conducted two tests : Electric power charge performance testing and testing for increased dissolved oxygen content. The test results showed that the power obtained from the solar cell is about 176 watts and the maximum amount of air dissolved is 8.42 mg/L per day. This study found that the surface aerator in water with solar energy for fish cage culturecan be used in actual use with river basins with fish farming in all areas. Because the fish farming area in most cages is located in open areas that can bask the sunshine and there is no danger of using electricity.

Keywords: Aerator, Oxygen Dissolved in Water

บทนำ

การเลี้ยงปลาในกระชังเป็นรูปแบบการเลี้ยงปลาที่ให้ผลผลิตสูง ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในเชิงเศรษฐศาสตร์และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำทั่วไปรวมทั้งการเก็บเกี่ยวผลผลิตและมีการลงทุนต่ำกว่ารูปแบบการเลี้ยงอื่นๆในขณะที่ผลตอบแทนต่อพื้นที่สูง อย่างไรก็ตามการเลี้ยงปลาในกระชังอาจจะมีข้อเสียอยู่บ้าง เช่นปัญหาโรคพยาธิที่มากับน้ำซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนั้นยังอาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสภาพแวดล้อมหากไม่มีการคำนึงถึงปริมาณและที่ตั้งของกระชังตลอดจนความเหมาะสมของพื้นที่ลำน้ำ

จากการศึกษาการเลี้ยงปลาในกระชังในลุ่มแม่น้ำตาปีของกลุ่มผู้เลี้ยงปลากระชังในพื้นที่ชุมชนบ้านวัดใหม่ ต.นากะชะ อ.ฉวาง จ.นครศรีธรรมราช เป็นชุมชนหนึ่งที่มีการประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง เช่น การเพาะเลี้ยงปลานิลและปลาทับทิม คิดเป็น 50 % ของประชากรนอกเหนือจากประกอบอาชีพทำสวนยางพาราและปลูกปาล์มน้ำมัน จากการสำรวจข้อมูลในส่วนการเลี้ยงปลากระชังเบื้องต้น พบว่าชุมชนได้มีการรวมกลุ่มผู้เลี้ยงปลากระชัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือกันในการเลี้ยงปลาในกระชัง หลังได้รับผลกระทบต่อการเลี้ยงปลาในกระชังจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแม่น้ำตาปีเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมที่เกิดจากน้ำท่วมหรือภัยแล้ง ซึ่งในช่วงที่เกิดภัยแล้งหรือช่วงหน้าร้อนจะทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำลดลงและเริ่มอยู่นิ่งไม่มีการไหลเวียน อุณหภูมิจะสูงขึ้นและอากาศจะร้อนจัดในตอนกลางวัน โดยอาจต่อเนื่องยาวจนถึงปลายเดือนพฤษภาคม จากสภาวะดังกล่าวอาจทำให้อุณหภูมิน้ำเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นรวมทั้งปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำกว่าค่ามาตรฐานอีกทั้งไม่มีการไหลเวียนของกระแสน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปลาในกระชังที่เกษตรกรเลี้ยงไว้เกิดความเครียด อ่อนแอและมีความทนทานต่อโรคต่ำลงส่งผลให้ปลาในกระชังน็อคน้ำตายเป็นจำนวนมาก (เฉิดฉันอมาตยกุลและคณะ, 2538) ส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาขาดทุนและเป็นหนี้จากการกู้ยืมเงินมาลงทุน ดังแสดงในภาพที่ 1

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้จัยทำจึงออกแบบและสร้างเครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเติมอากาศในน้ำให้กับปลาในกระชัง โดยดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องที่สามารถตั้งเวลาในการทำงานแบบอัตโนมัติและทดสอบหาประสิทธิภาพในการเติมอากาศในน้ำของปลาในกระชังทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมการนำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า



ภาพ 1 ปลาในกระชังน๊อคน้ำตายเป็นจำนวนมากในช่วงหน้าแล้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นโครงการวิจัยที่ต้องการพัฒนาเพื่อเพิ่มปริมาณอากาศที่ละลายในน้ำและช่วยให้น้ำมีการไหลเวียน รวมทั้งลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง คณะผู้วิจัยจึงมีกรอบแนวคิดที่จะพัฒนาออกแบบพัฒนาเครื่องเติมอากาศในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบดูดน้ำและอากาศ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปีโดยมีความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 18-19 MJ/m2/day อีกทั้งพื้นที่การเลี้ยงปลาในกระชังบริเวณลุ่มม่น้ำตาปีนั้นมีการตั้งกระชังในพื้นที่โล่งแจ้งสามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดี เป็นการช่วยเพิ่มศักยภาพด้านการผลิตในการเลี้ยงปลาในกระชังให้แก่กลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชัง รวมทั้งเป็นการใช้พลังงานทดแทนเข้ามาช่วยในการพัฒนาในการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกรให้เป็นชุมชนต้นแบบเลี้ยงปลากระชังสีเขียวอย่างยั่งยืนต่อไป (มหาวิทยาลัยศิลปากร,2560) งานวิจัยออกแบบและสร้างเครื่องเติมอากาศที่ในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอน ดังนี้

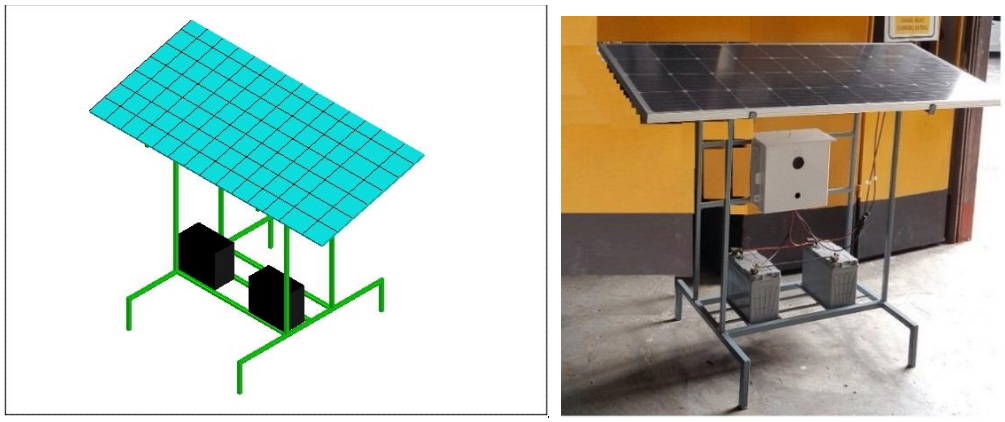
1. ขั้นตอนการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในเลี้ยงปลาในกระชังพื้นชุมชนลุ่มแม่น้ำตาปี

จากสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของการในเลี้ยงปลากระชังในชุมชนแม่น้ำตาปี ในพื้นอำเภอฉวาง อำเภอทุ่งใหญ่ และอำเภอถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช พบปัญหาปลาในกระชังน๊อคน้ำตายจากการขาดออกซิเจนเป็นจำนวนมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคมของทุกปี ที่ระดับน้ำลดลงและน้ำในแม่น้ำไหลเวียนน้อยเกษตรกรต้องการเครื่องเติมอากาศและช่วยผลักดันน้ำให้ไหลเวียน โดยไม่ใช้พลังงานจากไฟฟ้า

จึงสรุปความเป็นไปได้ของการออกแบบและสร้างเครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องพื้นที่การเลี้ยงปลาในกระชังบริเวณลุ่มม่น้ำตาปีมีการตั้งกระชังในพื้นที่โล่งแจ้งสามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดี เป็นการช่วยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและช่วยให้น้ำได้ไหลเวียน

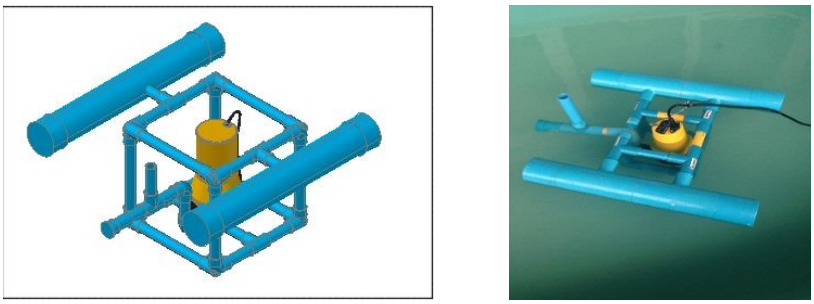
2. การออกแบบและสร้างเครื่องเติมอากาศ

2.1 การออกแบบโครงสร้างของตัวเครื่องขนาด 68x150x90 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ที่รองรับน้ำหนักของแผงโซล่าเซลล์ขนาด 250 W แบตเตอร์รี่ 12 V จำนวน 2 ลูก



ภาพ 2 ตัวโครงสร้างเครื่องเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ออกแบบขึ้น

2.2 ออกแบบและสร้างชุดดูดน้ำและอากาศ โครงสร้างทำจาก PVC ขนาด 50x60x16 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์ DC ขนาด 12 V 65 W ทำหน้าที่ดูดน้ำและอากาศ โดยตัวชุดนี้สามารถนำไปใส่ไว้ในกระชังได้



ภาพ 3 ชุดมอเตอร์ดูดน้ำและอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ออกแบบขึ้น

2.3 ติดตั้งชุดควบคุมการประจุพลังงานไฟฟ้าและชุดควบคุมเวลาในการทำงาของเครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำ

2.4 การทดสอบสมรรถนะและปรับปรุงการทำงานของเครื่องเติมอากาศในน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใช้กลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังพื้นที่ชุมชนบ้านวัดใหม่ ตำบลนากะชะ อำเภอฉวางจังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพ 4 การทดสอบการประจุไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

3. การทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศในน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศที่สร้างขึ้น ใช้กลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังพื้นที่ชุมชนบ้านวัดใหม่ ตำบลนากะชะ อำเภอฉวางจังหวัดนครศรีธรรมราช ทดลองต่อเนื่องเป็นเวลา 5 วัน เริ่มทดสอบเวลา 08:00 น. และหยุดทดสอบเวลา 16:30 น. ในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศในน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชังทำการทดลองการประจุพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 250 W และการทดสอบหาประสิทธิภาพเติมอากาศมีลำดับขั้นตอนและการทดสอบดังนี้



ภาพ 5 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานกับกลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชัง

3.1 การทดลองการประจุพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 250 Wทำการวัดแรงดันและกระแสจากแผงโซล่าเซลล์วัดค่าแรงดันและกระแสทุกระยะเวลา 30 นาทีทำการทดลองจนครบ 10 ชั่วโมงบันทึกผล

3.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพการเติมอากาศในน้ำโดยทำการทดลองโดยการตรวจสอบค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen : DO) เปรียบเทียบระหว่างกระชังที่เติมอากาศและกระชังที่ไม่ได้เติมอากาศมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอากาศในน้ำหรือไม่โดยการตรวจวัดค่าทุกระยะเวลา 30 นาที



ภาพ 6 การตรวจหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen : DO)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลทดสอบการประจุพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 250 W พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงเวลา 12:30-13:00 น. มีค่าเท่ากับ 27.2 V ค่าแรงดันไฟฟ้าน้อยที่สุดในช่วงเวลา 16:00-16:30 น. มีค่าเท่ากับ 25.5 V และกระแสไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงเวลา 12:30-13:00 น. มีค่าเท่ากับ 7.3 A ค่ากระแสไฟฟ้าน้อยที่สุดในช่วงเวลา 16:00-16:30 น. มีค่าเท่ากับ 5.4 A เมื่อพิจารณากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์มากที่สุดในช่วงเวลา 12:30-13:00 น. มีค่าเท่ากับ 198.56 W ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์น้อยที่สุดในช่วงเวลา 16:00-16:30 น. มีค่าเท่ากับ 137.70 W

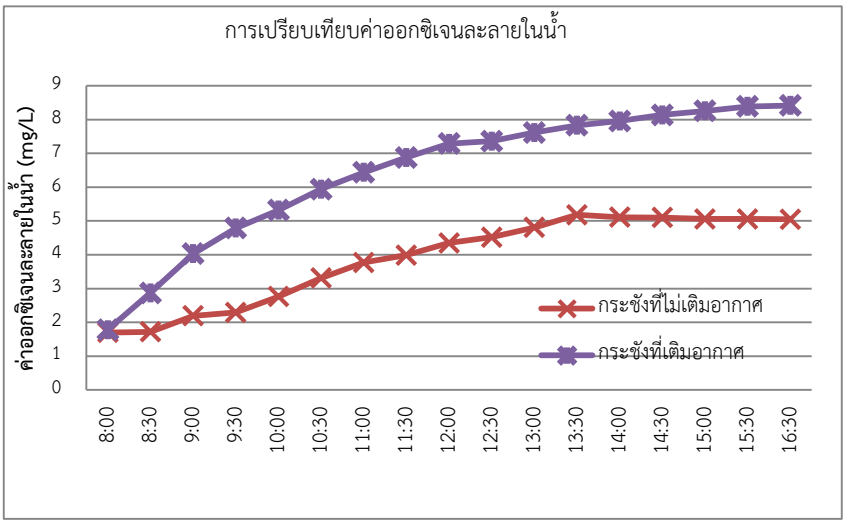
ตาราง 1 ผลการวัดค่าแรงดันประจุและกระแสจากแผงโซล่าเซลล์ช่วงเวลา 8:00-12:00 น.

Test Period	Test Result			Test Period	Test Result		
	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)		Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
08:00-08:30	26.0	5.6	145.60	10:00-10:30	26.8	7.1	190.28
08:30-09:00	26.3	6.4	168.32	10:30-11:00	27.0	7.2	194.40
09:00-09:30	26.5	6.5	172.25	11:00-11:30	27.1	7.2	195.12
09:30-10:00	26.7	6.8	181.56	11:30-12:00	27.1	7.2	195.12
				Average	**26.68**	**6.75**	**180.33**

ตาราง 2 ผลการวัดค่าแรงดันประจุและกระแสจากแผงโซล่าเซลล์ช่วงเวลา 12:30-16:30 น.

Test Period	Test Result			Test Period	Test Result		
	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)		Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
12:30-13:00	27.2	7.3	198.56	14:30-15:00	26.7	6.2	165.54
13:00-13:30	27.1	7.1	192.41	15:00-15:30	26.5	5.9	156.35
13:30-14:00	27.0	7.1	191.70	15:30-16:00	26.1	5.8	151.38
14:00-14:30	26.8	6.8	182.24	16:00-16:30	25.5	5.4	137.70
				Average	**26.6**	**6.45**	**171.99**

ส่วนผลการทดสอบค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen : DO) พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในกระชังที่ไม่มีการเติมอากาศค่าน้อยสุด 1.70 mg/L ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในอากาศมากสุด 5.05 mg/L เมื่อพิจารณาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในกระชังที่มีการเติมอากาศค่าน้อยสุดเท่ากับ 1.78 mg/L ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในอากาศมากที่สุดเท่ากับ 8.42 mg/L



ภาพ 7 การเปรียบเทียบค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen : DO)

สรุปผลการวิจัย

การทดสอบการทำงานเครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยทำการทดสอบในพื้นที่ผู้เลี้ยงปลาในกระชังพื้นที่ชุมชนบ้านวัดใหม่ ตำบลนากะชะ อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานสามารถควบคุมการเปิดหรือปิดตามเงื่อนไขของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังและทำงานต่อเนื่องได้มากกว่า 10 ชั่วโมงต่อวัน การทดสอบการประจุไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจัดเก็บพลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 176 วัตต์ ในช่วงเวลา12:30-13:00 มีค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์สูงสุดเท่ากับ 198.56 W เป็นผลมาจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับค่าความเข้มของแสงอาทิตย์สูงที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชาและคณะ (ปรีชา มหาไม้, 2558) ทั้งนี้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถจัดเก็บพลังงานได้เต็มประสิทธิภาพ อันเนื่องมาจากสภาพอากาศและวัสดุที่ใช้ผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิดแตกต่างกันและประสิทธิภาพการแปลงผันพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ก็แตกต่างกัน การทดสอบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณอากาศที่ละลายในน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 8.42 mg/L ต่อวัน ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่สูงขึ้นนี้มีผลมาจากทำให้น้ำที่รวมตัวกับอากาศที่ดูดเข้ามาแล้วพ่อออกมาเป็นฟองอากาศในน้ำ ทำให้อากาศสามารถละลายเข้าไปในน้ำได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งผลจากการมีการเคลื่อนที่ไหลเวียนของมวลน้ำทั้งภายในและภายนอกกระชังเลี้ยงปลา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสัตว์แพทย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่สนันสนุนเครื่องมือสำหรับวัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังลุ่มแม่น้ำตาปีที่สนับสนุนพื้นที่สำหรับการวิจัย และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2562 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

เจียมจิตรขวัญแก้ว. (2550). **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนากรมชลประทาน.

เฉิดฉัน อมาตยกุลและคณะ. (2538). **การเลี้ยงสัตว์น้ำ**. กองประมงน้ำจืดกรมประมงกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

เฉลิมเกียรติ วงษ์เกยและคณะ. (2558). “เครื่องเติมอากาศในน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อเพาะพันธุ์ปลา”. ใน **การประชุมวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8**. 4-6 พฤศจิกายน 2558. ปทุมธานี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 283-285.

ชัยวัฒน์ พรหมเพชร. (2551). **การพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศปล่องลมแดด**. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

ธรรมพันธุ์ ภาสบุตรและปฐมาภรณ์ ศรีผดุงธรรม. (2559). ระบบเพิ่มออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติโดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์. ใน **การประชุมวิชาการECTI-CARD 2009**, 9 พฤษภาคม 2559.กรุงเทพฯ : 25-30.

ปรีชา มหาไม้และคณะ. (2558). "เครื่องเติมอากาศแบบกังหันใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมพลังงานย้อนกลับสำหรับบ่อปลา". **วารสารนเรศวรพะเยา** ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2557, 141-150.

มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2560). **การปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับประเทศไทย**. (Online). www.dede.go.th/download/OpenBigData/Solar_Map_1_2560.pdf.22 เมษายน 2561.

Chonmapat Torasa, Patchaak Sannok, Weera Chtithammaporn, Somkiat Korbuakaew and Nichanant Sermsri. (2016). SOLAR ENERGY AERATOR. **Proceedings of 55 th the IRES International Conference**, Seoul, SouthKorea, 30th-31st December 2016, ISBN: 978-93-86291-71-4.

Mohammad Tanveer and Sivakumar Mayilsamy. (2016) . A CONCEPTUAL APPROACH FOR DEVELOPMENT OF SOLAR POWERED AERATION SYSTEM IN AQUACULTURE FARMS. **International Journal of Science, Environment and Technology**, Vol. 5, No 5, 2016, 2921–2925.

รถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์

Standing and multi-purpose passenger trains

บัณฑิตย์ รักสวนจิต[1] ธีรยุทธ์ เพ่งกิจ[1] ธีระวุฒิ สมแก้ว[1] สุธี จุฑาสมิต[1] วิมล พรหมแช่ม[1]*

Bandit Raksuanjit[1] Teerayut Phengkit[1] Teerawut Somkeaw[1] Sutee Jutasamit[1] Wimol Promcham[1*]

บทคัดย่อ

รถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์ วัตถุประสงค์จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาและต่อยอด ให้รถมีประสิทธิภาพในการใช้งานเพิ่มมากขึ้น และมีความปลอดภัยในการนั่งและยืน ซึ่งรถไฟฟ้าคันนี้สามารถบรรทุกคนได้ไม่เกิน 8 คน หรือ ไม่เกิน 700 กิโลกรัม รถสามารถวิ่งได้ในระยะทาง 4 - 5 กิโลเมตร ด้วยความเร็วเฉลี่ย 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในขณะที่ไม่มีผู้โดยสาร แต่เนื่องจากเป็นรถพลังงานไฟฟ้ารถสามารถวิ่งได้แบบจำกัด รถไฟฟ้าประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลต์ เป็นตัวต้นกำลังขับเคลื่อนโดยมีแหล่งจ่ายเป็นแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 100 แอมป์ 4 ลูก นำมาต่อแบบอนุกรมโครงสร้างของตัวรถมีความแข็งแรงทนทานสามารถบรรทุกน้ำหนักได้ประมาณ 700 กิโลกรัม มีวงจรควบคุมในการชาร์จไฟใช้พลังงานชาร์จไฟฟ้า 220 โวลต์ได้ จึงใช้เวลาในการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่เร็วพอสมควรโดยใช่เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง จาก 0-100 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถใช้งานรถได้อย่างมั่นใจสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

คำสำคัญ: รถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์, แบตเตอรี่, รถไฟฟ้า

Abstract

Standing and multi-purpose passenger train project The objective was to developand expand the car to have more efficiency in use. And is safe to sit and stand This electric car can carry no more than 8 people or not more than 700 kilograms. the car can run at a distance of 4 - 5 kilometers With an average speed of 15 kilometers / hour without passengers, but because the car is an electric car, the car can run with a limit. The electric car consists of a 48 volt DC electric motor which is powered by a 12 volt 100 amp 4 amp battery supply in series. The structure of the car is strong, durable,can carry a weight of about 700 kilograms, has a control circuit for charging, can use 220 volts of electric power, so it takes time to charge the battery quickly enough, using approximately 1-2 hours from 0-100 percent. Which can use the car with confidence Able to work efficiently according to the objectives set.

Key word: Standing and multi-purpose passenger trains, batteries, electric trains

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100 *Corresponding auther, E-mail:Wimalp.sru@gmail.com

บทนำ

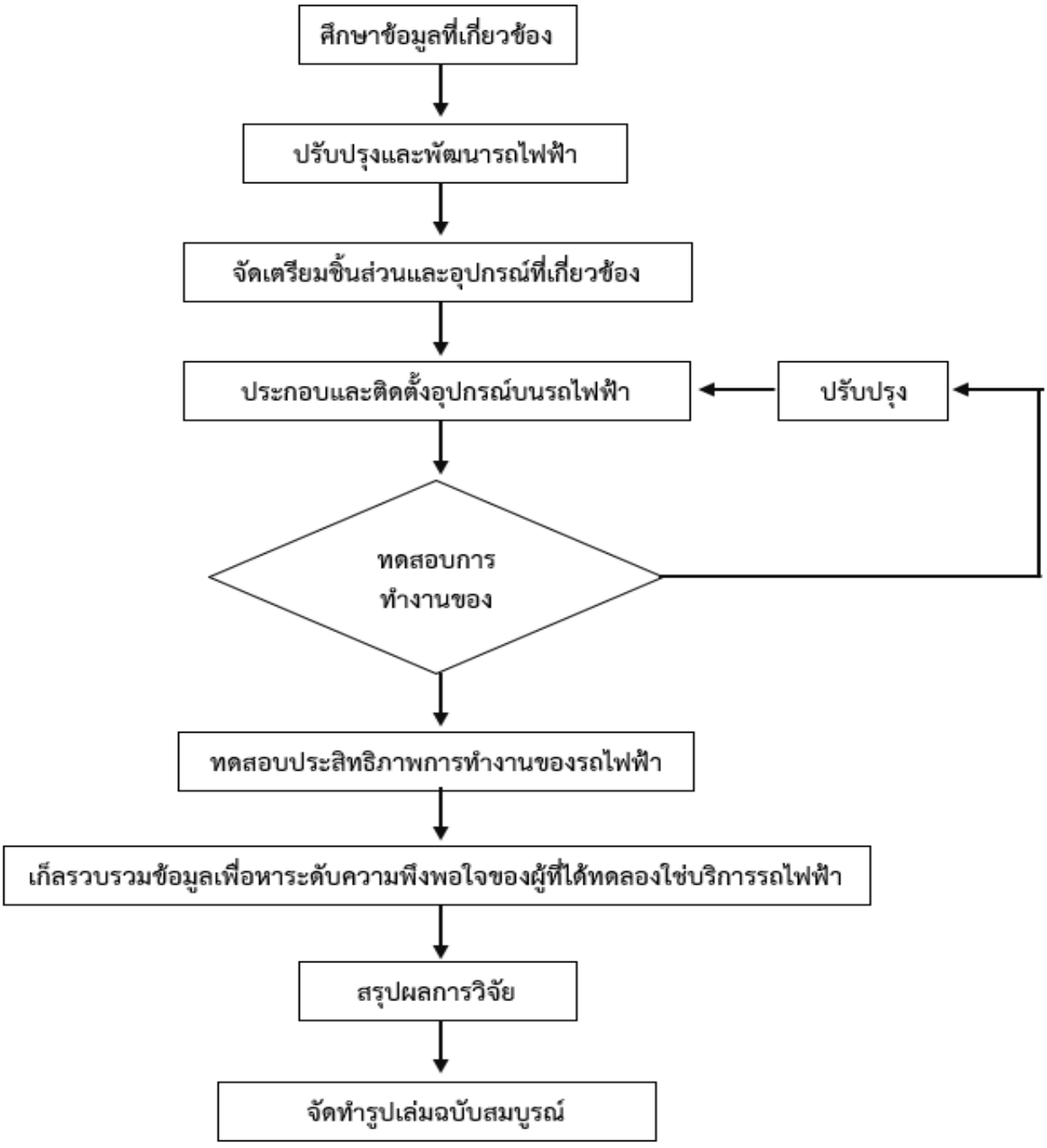
ในสภาวะที่ราคาน้ำมันมีแนวโน้มการไต่ระดับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ผู้ผลิตในวงการยานยนต์ต่างพากันคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตรถยนต์ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค แม้ว่าเทคโนโลยีหลายๆอย่างจะยังไม่สามารถผลิต เพื่อจำหน่ายอย่างแพร่หลายได้จริง ณ ขณะนี้ เช่นรถยนต์พลังงานไฟฟ้า แต่ดูเหมือนว่ารัฐบาลไทยก็ได้เล็งเห็นปัญหานี้ล่วงหน้า จึงได้กำหนดโครงการ อีโคคาร์ (Eco Car) เมื่อหลายปีก่อนโดยได้กำหนดคุณสมบัติของรถอีโคคาร์ ที่นอกจากประหยัดน้ำมันแล้วยังช่วยลดปัญหามลพิษในอากาศได้ในระดับที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนในประเทศอีกด้วย ตามนโยบายของรัฐบาลที่จะประหยัดพลังงาน เราจึงได้นำรถไฟฟ้าที่จอดไว้ไม่ได้ใช้ประโยชน์มาทำการซ่อมแซมดัดแปลงให้เป็นรถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนแทนการใช้รถที่น้ำมันเชื้อเพลิงเพราะสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงได้อย่างง่ายดายและใช้งานได้จริงจากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ทางผู้จัดทำโครงการเกิดประเด็นปัญหาดังกล่าวและทางผู้จัดทำโครงการมีประสบการณ์ทางด้านงานช่างซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงทางด้านการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆมาแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกี่ยวข้องและต้องการทราบว่า รถไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ดีมากน้อยเพียงใดโดยจะนำผลการวิจัยที่ได้ดังกล่าวใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงพัฒนาประสิทธิภาพและใช้ข้อมูลในการปรับปรุงระดับความพึงพอใจในแต่ละด้านรวมทั้งเป็นรถต้นแบบให้กับผู้ที่มีความสนใจในการปรับปรุงและพัฒนารถพลังงานไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์ให้ดียิ่งๆขึ้นต่อไปในภายภาคหน้า

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดสอบรถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์สามารถชาร์ตแบตเตอรี่ได้จากตู้ชาร์จรถไฟฟ้าขนาด 48 VDC, 20 A ในขณะที่รถไฟฟ้ากำลังขับเคลื่อนอยู่ ซึ่งมีแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 100 แอมป์ จำนวน 4 ลูก เป็นตัวเก็บประจุและให้พลังงานในการขับเคลื่อน ซึ่งสามารถนำไปใช้โดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษ เป็นการลดพลังงานเชื้อเพลิงและช่วยลดสภาวะเรือนกระจกและสภาวะโลกร้อนไปในตัว เมื่อทำการทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่จะสังเกตได้จากสถานะของการชาร์จแสดงบนหน้าปัดรถเมื่อประจุของแบตเตอรี่เต็มซึ่งในการชาร์จเต็มประมาณ 1 - 2 ชั่วโมงต่อครั้งรถไฟฟ้าแบบยืนและเอนกประสงค์มีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 10 – 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทั้งนี้มีปัจจัยอื่นที่ส่งผลให้ความเร็วของรถไม่แน่นอนเช่น สภาพพื้นผิวของถนน น้ำหนักของผู้ขับขี่ กระแสลม ปริมาณแบตเตอรี่ ล้วนมีผลต่อความเร็วของรถขั้นตอนการศึกษาข้อมูลรวบรวมแนวความคิดภายในกลุ่มจากการศึกษาข้อมูลจากความคิดและจากอินเตอร์เน็ท เพื่อเขียนโครงการจากการศึกษาข้อมูลแล้วรวบรวมความคิดที่เป็นไปได้ และนำมาเขียนโครงการวิจัย

- ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และวงจรไฟฟ้า
- ศึกษาการทำงานของแบตเตอรี่ภาคจ่ายไฟ (Power Supply) ที่ได้ศึกษาข้อมูลเห็นว่าแหล่งจ่ายไฟนั้นน่าจะใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่ว – กรด ดีกว่า เพราะสามารถประจุไฟฟ้าใหม่ได้และก็สามารถเลือกได้ตามความต้องการ อายุการใช้งานได้นานประมาณ 2 – 3 ปี โดยมีการชาร์จเก็บประจุจากกระแสไฟ 220 V
- ศึกษาหลักการของวงจรชาร์จประจุของแบตเตอรี่ อุปกรณ์ที่เหมาะสมในการใช้ในการแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นแรงดันไฟกระแสตรงนั้นต้องใช้เป็นเครื่องชาร์จของตัวมันเองเพื่อความสะดวกและมีความปลอดภัยในการใช้งาน

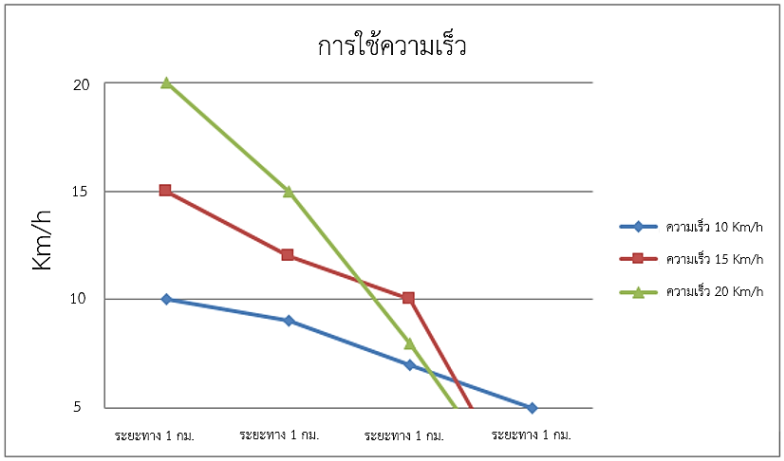
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานการวิจัย

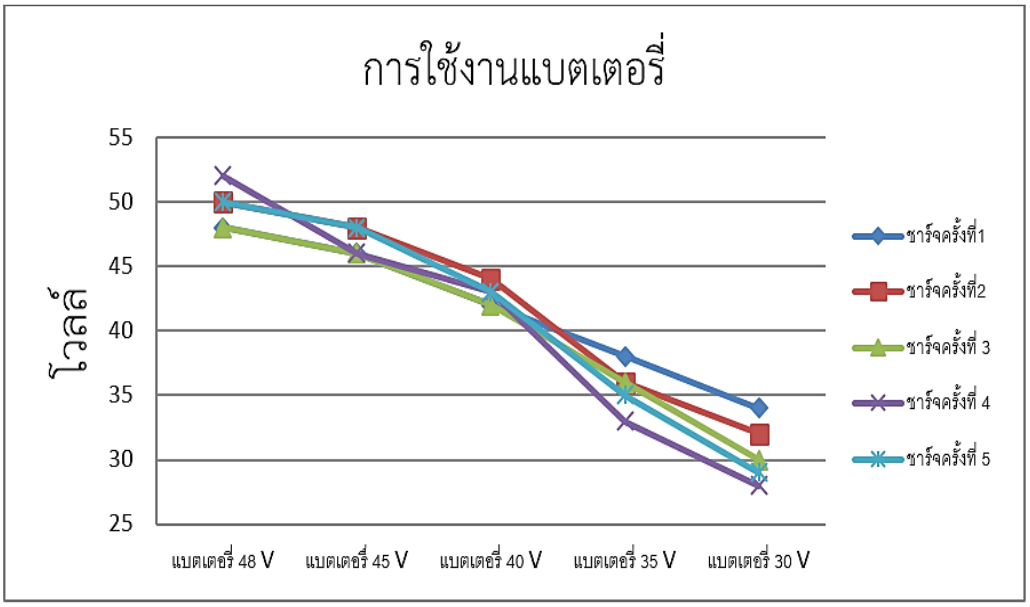
ในการศึกษาการจัดทำโครงการรถไฟฟ้าแบบยืนและเอนกประสงค์มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ความรู้ที่ศึกษา มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและได้มีการทดลองด้านโครงสร้างและวงจรควบคุมในการขับเคลื่อนผู้จัดการทำสามารถสรุปผลข้อเสนอแนะได้ดังนี้ รถไฟฟ้าแบบยืนและอเนกประสงค์สามารถใช้บรรทุกผู้โดยสารที่มีน้ำหนักรวมไม่เกิน 700 กิโลกรัม หรือไม่เกิน 8 คน โดยมีโครงสร้างเป็นรถ 4 ล้อและใช้พวงมาลัยในการบังคับเลี้ยว ใช้มอเตอร์กระแสตรง 48 โวลล์ เพื่อขับเคลื่อนรถและมีวงจรควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ ระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์ ระบบไฟส่องสว่างและไฟเลี้ยวรวมไปถึงระบบเบรค ทั้งนี้การจัดทำและการสร้างชิ้นงานได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อันเนื่องมาจากความสามัคคีและช่วยเหลือกันของสมาชิกในกลุ่มต้องขอขอบคุณผู้ช่วยเหลือและผู้มีส่วนร่วมทุกท่านที่ทำให้โครงการรถไฟฟ้าแบบยืนและเอนกประสงค์เสร็จสมบูรณ์ การทดสอบโครงสร้างของรถไฟฟ้าแบบยืนและเอนกประสงค์มีความแข็งแรงและคงทนทานพอสมควร จากการขึ้นไปขย่มบนตัวรถอย่างแรงพบว่าการสั่นไหวของตัวรถมีการสั่นไหวเพียงเล็กน้อย และที่สำคัญส่วนบรรทุกรองรับด้วยโช๊ค 4 ตัว ซ้าย,ขวาและแหนบ ช่วยให้รองรับแรงกระแทกจากการตกหลุมได้ดี การทดสอบการรับน้ำหนักขณะบรรทุกผู้โดยสารที่มีน้ำหนักรวมกัน 700 กิโลกรัมหรือไม่เกิน 8 คน รถไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนด้วยการเดินหน้า,ถอยหลังได้อย่างสบาย ซึ่งเป็นการการันตีว่าสามารถบรรทุกผู้โดยสารที่มีน้ำหนักรวมกันไม่เกิน 700 กิโลกรัม ได้เป็นอย่างดี การทดสอบการใช้งานรถไฟฟ้าแบบยืนและเอนกประสงค์ ความเร็วประมาณ 10 – 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง รถไฟฟ้าสามารถขับได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 3 - 4 ชั่วโมง ติดต่อกันและสามารถขับใช้งานไปได้เรื่อยๆเพียงแต่ต้องมีปริมาณกระแสไม่น้อยกว่า 30 โวลล์ เพราะถ้าหากน้อยกว่านี้จะทำให้ไฟเลี้ยงระบบไม่พอ จึงทำให้รถไม่สามารถเคลื่อนต่อไปได้ จากการที่คณะผู้จัดทำโครงการรถไฟฟ้าแบบยืนและเอนกประสงค์ ผลปรากฏว่าคณะผู้จัดทำได้นำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการทำโครงการผู้จัดทำได้รู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งต้องมีความรับผิดชอบและสิ่งสำคัญที่สุด คือความสามัคคีในหมู่คณะรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มจึงสามารถทำโครงการรถไฟฟ้าแบบยืนและเอนกประสงค์ออกมาได้อย่างสมบูรณ์และสามารถนำโครงการรถไฟฟ้าไปใช้งานได้จริงตามที่คณะผู้จัดทำได้วางไว้

จากการทดสอบการใช้งานรถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์ประมาณ 10 – 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง รถสามารถขับได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 4 – 5 กิโลเมตร ติดต่อกันและสามารถขับใช้งานไปได้เรื่อยๆ เพียงแต่จะต้องมีกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 30 โวลต์ เพราะถ้ากระแสน้อยกว่านี้จะทำให้ไฟจากแบตเตอรี่ไปเลี้ยงระบบไม่พอ จึงทำให้ไม่สามารถขับเคลื่อนได้



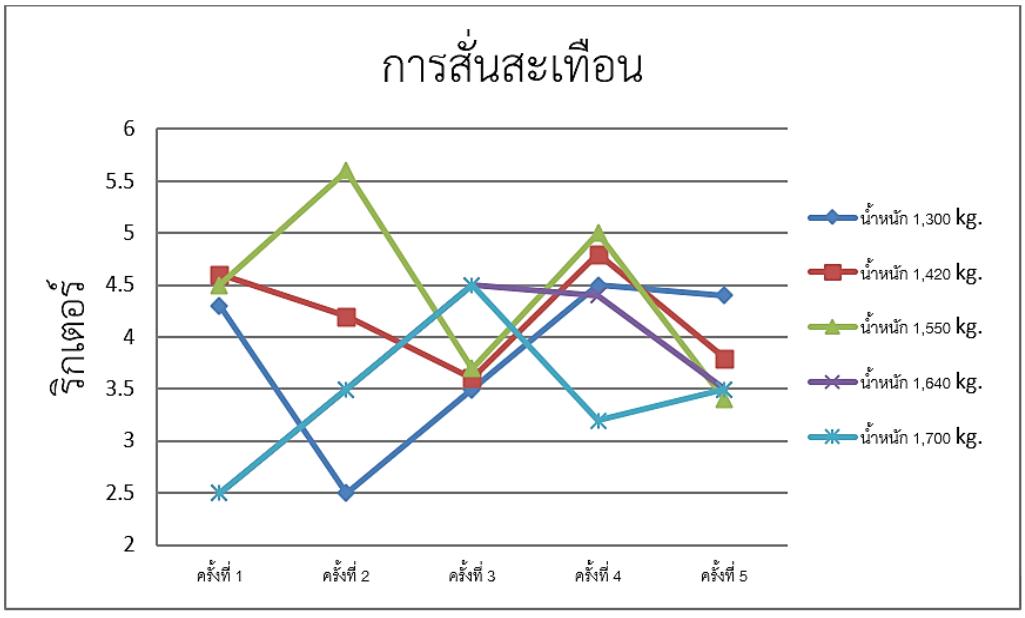
ภาพที่ 2 แสดงผลของการใช้ความเร็ว

จากการทดสอบเดินรถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์ด้วยความเร็วตามตาราง จะเห็นได้ว่าหากใช้ความเร็วเพิ่มขึ้นระยะทางก็จะลดลง แต่หากใช้ความเร็วน้อยลงจะสามารถได้ระยะทางเพิ่มมากขึ้น



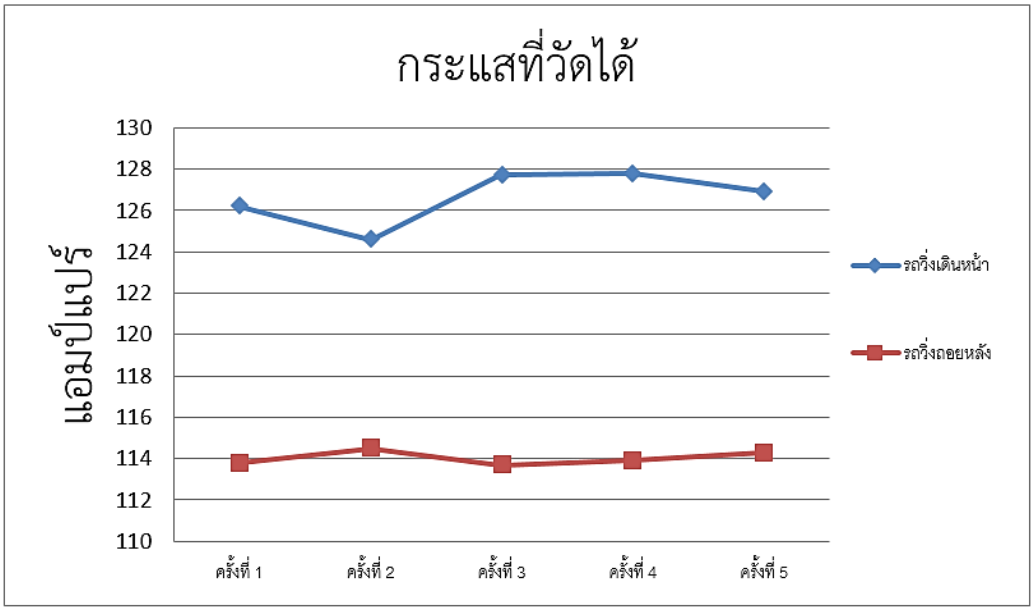
ภาพที่ 3 แสดงเปรียบเทียบการใช้งานแต่ละครั้งของแบตเตอรี่

การใช้งานแบตเตอรี่ต่อการชาร์จต่อการชาร์จ 1 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าการใช้งานเป็นอย่างไร แต่เมื่อแบตเตอรี่ลดระดับลงถึงจุดที่กำหนดการใช้งานรถไฟฟ้าก็ไม่สามารถขับเคลื่อนไปได้



ภาพที่ 4 แสดงเปรียบเทียบการสั่นสะเทือนของรถไฟฟ้า

การเปรียบเทียบการสั่นสะเทือนของรถไฟฟ้าโดยสารแบบยืนและเอนกประสงค์ในขณะที่รถไฟฟ้ากำลังเคลื่อนตามสภาพถนนและมีน้ำหนักบรรทุกตามที่กำหนดในตาราง



ภาพที่ 5 แสดงผลของการวัดกระแสไฟฟ้า

เป็นการวัดการวัดกระแสจากแคลมป์แอมป์วัดจากการกินกระแสของมอเตอร์ว่ากินมากน้อยเพียงใด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความกรุณาจาก อาจารย์วิมล พรหมแซ่ม ดร.พีรพงศ์ หนูช่วย อาจารย์ชิโนรส ละอองวรรณ และเจ้าหน้าที่สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาให้ข้อแนะนำรวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่อง ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] **รถพลังงานไฟฟ้า** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
http://www.psptech.co.th/B2-31331.page, (2 มกราคม 2562)

[2] **สภาพอากาศและภูมิประเทศของประเทศไทย** [Online]. เข้าถึงได้จาก
http://www.tmd.go.th/info/sec_listpublication07_n.html, (2 มกราคม 2559)

[3] **ทฤษฎีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
http://www.adisak51.com/page21.html, (6 กุมภาพันธ์ 2562)

[4] **ทฤษฎีแบตเตอรี่** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
http://tisade2.blogspot.com, (10 กุมภาพันธ์ 2562)

[5]**รีเลย์** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
https://elbrod.pl/4120-12v-3040a-przekaznik-samochodowy-p-1380.html, (9 สิงหาคม 2562)

[6] **หลักการทำงานของรถยนต์ไฟฟ้า** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
https://www.nissan.co.th/experience-nissan/Nissan-EV/different-vehicles-technology.html, (9 สิงหาคม 2562)

[7] **ชุดเฟืองขับเคลื่อน** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
https://www.arduitronics.com/product/93/%E0%B8%8A%E0%B8%B8%E0%B8%94%E0%B9%80%E0%B8%9F%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%82%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C-tamiya-double-gearbox-left-right-independent, (9 สิงหาคม 2562)

[8] **งานวิจัยด้านรถยนต์และรถยนต์ไฟฟ้า** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2015/TU_2015_5510036485_4523_3413.pdf, (9 สิงหาคม 2562)

[9] **หัวชาร์จรถไฟฟ้า** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
http://www.evthai.com/article/%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%88%E0%B9%8C%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%96%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2/, (9 สิงหาคม 2562)

[10] **หัวชาร์จไฟฟ้า**[Online]. เข้าถึงได้จาก :
https://www.nissan.co.th/experience-nissan/Nissan-EV/EV-charger-type.html, (9 สิงหาคม 2562)

[11] **ข้อจำกัดรีเลย์** [Online]. เข้าถึงได้จาก :
https://cgproject111.wordpress.com/2015/11/15/%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87-relay/, (9 สิงหาคม 2562)

การพัฒนาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

DEVELOPMENT OF SOLAR DRYER SYSTEM FOR COMMUNITY ENTERPRISE

นูรฮูดา สะมาแอ[1], ฮาหยาด โต๊ะเส็น[1], มูฮัมหมัด สุระกำแหง[1], ฮาซัน หะยีเด็ง[1] และ อีลีหย๊ะ สนิโซ[2*]

Nurhuda Samaae[1], Hayad Tohsen[1], Muhammad Surakamhaeng[1],

Hasan Hayeedeng[1] and Eleeyah Saniso[2*]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการอออกแบบ สร้างและทดสอบระบบอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งให้ความร้อน ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ แผงรับแสงอาทิตย์ขนาดกว้าง 200 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 20 เซนติเมตร และห้องอบแห้งขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 60 เซนติเมตร จากการทดสอบพบว่า อุณหภูมิสูงสุดในห้องอบแห้งและแผงรับแสงอาทิตย์เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 74 และ 77 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่ออุณหภูมิอากาศแวดล้อมสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 42 องศาเซลเซียส และเมื่อทดลองอบแห้งปลาหมึกกล้วยด้วยระบบอบแห้งที่พัฒนาขึ้น พบว่า ในระยะเวลา 7 ชั่วโมง สามารถลดความชื้นปลาหมึกกล้วยได้เท่ากับร้อยละ 98 ในขณะที่การตากแดดแบบธรรมชาติสามารถลดความชื้นได้เพียงร้อยละ 80

คำสำคัญ: ระบบอบแห้ง, พลังงานแสงอาทิตย์, ผลผลิตการเกษตร

Abstract

This study concerned the design, construction and testing of solar dryer systems for agricultural product drying. The dryer systems are divided into 2 parts, including a solar panel 200 cm wide, 200 cm long and 20 cm tall, and a drying chamber 100 cm wide, 200 cm long and 60 cm tall. The resulted shown that the average temperature in the drying chamber and solar panel was 74 and 77°C, respectively, at an average ambient air temperature of 42°C. Drying squid (*Sepioteuthis lessoniana*) using this developed dryer was found to be able to reduce moisture content equal to 98% with a drying time of 7 hours compared to dried squid by natural sun, which can reduce moisture content by only 80%.

Keywords: Drying system, Solar energy, Agricultural products

[1]นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]อาจารย์สาขาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** eleeyah.s@yru.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เหมาะสำหรับการทำเกษตรกรรม มีพื้นดินที่อุดมสมบูรณ์สามารถเพาะปลูกพืชพันธุ์ต่าง ๆ เช่น ข้าว ทุเรียน มันสำปะลัง ถั่ว กล้วย ผัก และอื่น ๆ เมื่อถึงฤดูกาลเก็บเกี่ยวจะมีผลผลิตในปริมาณมากจนเกิดปัญหาผลผลิตล้นตลาดส่งผลให้การจำหน่ายได้ราคาต่ำ ผลผลิตที่ได้จำเป็นต้องจำหน่ายอย่างรวดเร็ว เพื่อลดการเน่าเสีย กระบวนการอบแห้งจึงเป็นการลดการสูญเสียวิธีหนึ่ง ทั้งยังทำให้ผลผลิตมีมูลค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในช่วงที่ผลผลิตล้นตลาดและมีราคาต่ำ ประกอบกับประเทศไทยตั้งอยู่ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรที่มีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี โดยมีค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 17 เมกกะจูล/วัน.ลูกบาศก์เมตร (วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร และคณะ, 2547) ซึ่งการนำผลผลิตมาตากแดดกลางแจ้งโดยตรงมีปัญหาหลายประการ เช่น ฝุ่นละอองและการรบกวนของแมลง บางเวลาอาจมีฝนตกหากไม่สามารถเก็บได้ทัน จะทำความเสียหายให้ผลผลิตได้ เช่น การความสกปรก เกิดเชื้อรา เน่าเสียได้ หรือไม่แห้งในระยะเวลาที่ต้องการ (ธีรเดช ใหญ่บก และคณะ, 2553)

กระบวนการทำให้อาหารแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารอย่างหนึ่ง จนได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งสามารถเก็บไว้ได้นาน การทำให้อาหารแห้งมีอยู่หลายวิธี เช่น การตากแห้ง การอบแห้ง การผึ่งแห้ง และการดึงน้ำออก เป็นต้น การพัฒนาวิธีการทำแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งสามารถทำให้อาหารแห้งได้เร็วและดี มีความชื้นต่ำตามต้องการ โดยการที่นำความร้อนเข้าไปในผลผลิต ทำให้น้ำระเหย กลายเป็นไอออกไปจากผิวของผลผลิต ความร้อนที่ส่งผ่านเข้าไปจะเป็นกระบวนการส่งผ่านความร้อน กระบวนการลดความชื้นซึ่งจะมีการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลสารเกิดขึ้นพร้อมกัน การลดความชื้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน (ภูผารัก ก้อนสุวรรณ์, 2557)

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ ห้องอบแห้ง (Drying room) และแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ (Solar collector) โดยอากาศร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์จะเข้าสู่ห้องอบแห้งซึ่งอาจมีพัดลมเพื่อทำหน้าที่เป่าอากาศร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์เข้าสู่ห้องอบแห้ง โดยมีพัดลมด้านบนทำหน้าที่ระบายอากาศเย็นออกจากห้องอบแห้งและนำอากาศร้อนที่ผ่านการอบแห้ง แต่ยังมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมส่วนหนึ่งกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้การอบแห้งผลผลิตการเกษตรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อนรูปหนึ่งที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและไม่เสียค่าใช้จ่าย การอบแห้งผลผลิตการเกษตรด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อเทียบกับการตากแดดธรรมดาแล้วสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้งและสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยในการบริโภค โดยปราศจากเชื่อราและฝุ่นละออง เป็นต้น ทั้งยังช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า น้ำมัน หรือแก๊สอีกด้วย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับวิสาหกิจชุมชน เพื่อแก้ปัญหาการปนเปื้อนฝุ่นละอองในอากาศ การรบกวนของแมลง ผลผลิตสกปรกหรือเกิดเชื้อราระหว่างการทำแห้ง รวมทั้งสามารถลดระยะเวลาการอบแห้งและปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสร้างระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การสร้างระบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทำได้โดยนำเหล็กแท่งสี่เหลี่ยม (เหล็กกัลป์วาไนซ์) ขนาด 1x1 นิ้ว มาวัดและตัดให้ได้ขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 150 เซนติเมตร แล้วนำมาประกอบกันเป็นโครงสำหรับทำเป็นห้องอบแห้ง ดังรูปที่ 1 (ก) นำแผ่นโลหะสังกะสีทีมีขนาดความกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร และสูง 150 เซนติเมตร มาวัดและตัดให้ได้ตามความยาวของห้องเครื่องอบแห้งทั้ง 3 ด้าน แล้วประกอบเป็น

ห้องสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร แลวเหลือด้านหนึ่งสำหรับทำเป็นประตู ดังรูปที่ 1 (ข) นอกจากนี้ยังนำเหล็กเหลี่ยม มาตัดให้ได้ความยาว 200 เซนติเมตร กว้าง 100 เซนติเมตร แล้วประกอบกับเหล็กแผ่นยาว 140 เซนติเมตร เพื่อทำเป็นฝาปิดด้านบนของเครื่องอบแห้งแบบพาราโบลารัศมี 50 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 1 (ค) จากนั้นนำแผ่นโพลีอะคริลิคที่ตัดให้มีขนาดเทากับกรอบปิดด้านบนของห้องอบแหง



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

รูปที่ 1 (ก) โครงของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (ข) การติดผนังเครื่องอบแห้งโดย

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งให้ความร้อน (ค) โครงสร้างด้านบนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งให้ความร้อนขนาดกลาง 100 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร (ง) แผงรับความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และ (จ) เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

การสร้างแผงเก็บความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตยทำได้โดยนำเหล็กเหลี่ยมหนา 2.5 เซนติเมตร ยาว 6 เมตร มาวัดและตัดให้ได้ขนาดความยาว 200 เซนติเมตร กว้าง 100 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร แล้วประกอบเป็นฐานเพื่อวางแผงรับรังสีแสงอาทิตยและพัดลมเป่าอากาศ 2 เครื่อง ขนาด 12 เซนติเมตร นำแผ่นโลหะมาวัดและตัดให้ได้ขนาดความยาว 200 เซนติเมตร และกว้าง 100 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น เจาะรูตรงกลางทั้งสองด้านแลวประกอบกัน เป็นแผงเก็บความร้อนรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวน 2 แผง ประกอบลงบนฐานที่ได้ ดังรูปที่ 1 (ง) นำเหล็กฉากขนาดกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 6 เมตร มาวัดและตัดเป็นกรอบตามความยาวข้างต้น แลวประกอบเข้าด้วยกันทำเป็นกรอบของแผ่นกระจก จากนั้นนำแผ่นกระจกที่ตัดตามความยาวของกลองเก็บความร้อนทั้ง 2 แผง มาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อปิดด้านบนใหรังสีแสงอาทิตยตกกระทบ นำแผงรับแสงอาทิตย์ที่เสร็จแล้วมาประกอบเข้ากับตัวเครื่องอบแห้ง ดังรูปที่ 1 (จ)

2. การทดสอบระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การทดสอบสมรรถนะเครื่องอบแหงทำการวัดอุณหภูมิทุก ๆ 1 ชั่วโมง วัดอุณหภูมิภายในตูอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 3 จุด มีระยะห่างระหว่างแต่ละจุด 50 เซนติเมตร วัดอุณหภูมิภายในแผงรับแสงอาทิตย์ 4 จุด มีระยะห่างระหว่างแต่ละจุด 100 เซนติเมตร และวัดอุณหภูมิอากาศภายนอกเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการทดลอง 7 ชั่วโมง เวลา 9.00 – 16.00 น. 3 วัน บันทึกค่า

นำตัวอย่างปลาหมึกกล้วยได้มาจากตลาดนัดรถไฟยะลา และนำมาผ่าท้องตลอดความยาวของลำตัว เพื่อวิเคราะห์การลดความชื้นของปลาหมึกกล้วยด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และวิเคราะห์การลดความชื้นของปลาหมึกกล้วยด้วยการตากแดดแบบธรรมชาติโดย 1) ชั่งน้ำหนักตะแกรง (บันทึกน้ำหนักของตะแกรง) 2) นำปลาหมึกกล้วยที่ผ่าท้องแล้ว จัดเรียงบนตะแกรง น้ำหนักเริ่มต้น 760 กรัม ดังรูปที่ 4 (ข) ใส่ในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยว่างอยู่ในตำแหน่งตรงกลางเครื่อง และการตากแดดทำได้โดยการวางปลาหมึกบนตะแกรง นำไปตั้งกลางแดดโดยมีระยะห่างจากเครื่อง 100 เซนติเมตร เพื่อเปรียบเทียบวิธีการลดความชื้นระหว่างการตากแดดแบบธรรมชาติ 3) วางตำแหน่งสายของเครื่องวัดอุณหภูมิ Data logger 4) วัดอุณหภูมิปลาหมึกกล้วยทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยใช้สายของเครื่องวัดอุณหภูมิ (Data logger)รุ่น V-log Secondary และเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทอุณหภูมิตั้งแต่ 0 – 100 องศาเซลเซียส วัดที่กึ่งกลางของตะแกรง 1 ตำแหน่ง และ 5) ชั่งน้ำหนักของปลาหมึกกล้วยทุก ๆ 1 ชั่วโมง และหาความชื้นตามมาตรฐาน AOAC 2005 โดยการนำตัวอย่างทดลองที่เวลาสุดท้ายจำนวน 30 – 40 กรัม ไปอบแห้งด้วยตู้อบแห้งลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Brand : Memmert รุ่น UN plus/US ที่อุณหภูมิ 103±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วคำนวณตามสมการความสัมพันธ์ ดังนี้

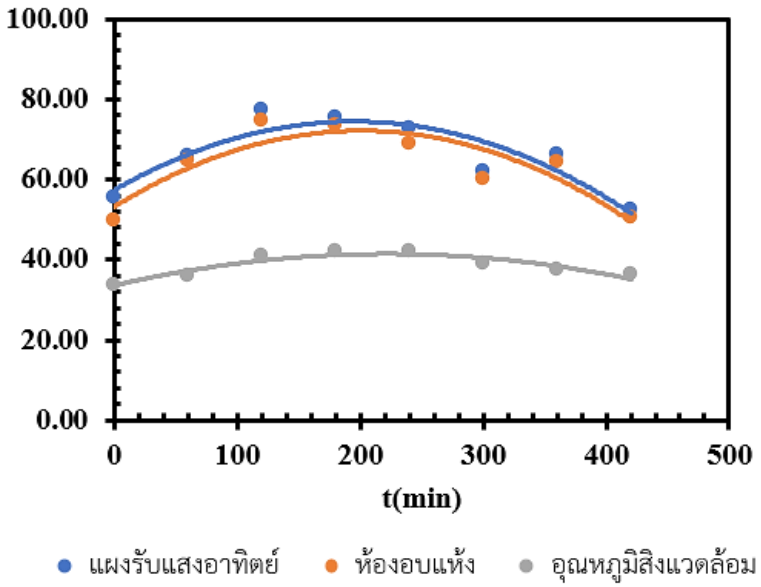
$$M_d(\%) = \left(\frac{w-d}{d}\right) \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ M_d คือ ความชื้นร้อยละมาตรฐานแห้ง (% dry basis, % d.b.) wคือ มวลของวัตถุเริ่มต้น (กรัม) และ d คือ มวลแห้งของวัตถุ (กรัม)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การทดสอบระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตยทำได้โดยการทดสอบวัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิภายในห้องอบแห้ง และอุณหภูมิภายในแผงรับแสงอาทิตย์เป็นเวลา 3 วัน (การทดลอง 1 ครั้ง ใช้เวลา 1 วัน)



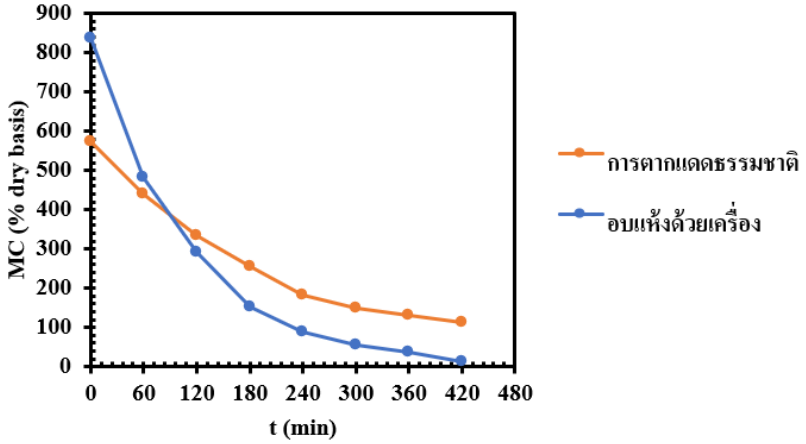
รูปที่ 2 คาเฉลี่ยของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิภายในห้องอบแหง และอุณหภูมิแผงรับแสงอาทิตย์

จากรูปที่ 2 พบว่า อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมมีค่าต่ำสุดเวลา 09.00 น. เท่ากับ 33.67 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 11.00 – 13.00 น. เท่ากับ 42 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิมีค่าลดลงจนถึง 36.33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในห้องอบแห่งมีค่าต่ำสุดเวลา 09.00 น. เทากับ 49.67 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 11.00 – 13.00 น. เท่ากับ 74 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิมีค่าลดลงจนถึง 50 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิแผงรับแสงอาทิตยมีค่าต่ำสุดเวลา 09.00 น. เท่ากับ 55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 11.00 – 13.00 น. เท่ากับ 77 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิมีค่าลดลงจนถึง 52 องศาเซลเซียส สิ้นสุดการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยเรื่องเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมินิกรีนเฮาส์เพื่อชุมชน โดยเสาวลักษณ์ ยอดวิญญวงศ์ (2560) ซึ่งพบว่า คุณสมบัติทางกายภาพของเครื่องอบแห้งสามารถป้องกันแมลงและฝุ่นละอองได้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกเนื่องจากมีล้อ และในกรณีฝนตกสามารถป้องกันน้ำได้เมื่อเทียบกับการตากกลางแจ้งจากการหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง พบว่า อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งสูงสุดเฉลี่ย 61.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดเฉลี่ยที่ 45.5 องศาเซลเซียส และแตกต่างกว่าอุณหภูมิภายนอกอย่างเห็นได้ชัด อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 61.5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ค่าความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงวันเวลาที่เก็บข้อมูลมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ ตั้งแต่เริ่มเก็บข้อมูลค่าความร้อนค่อย ๆ สูงขึ้นเรื่อย ๆ หลังจากนั้นท้องฟ้ามีเมฆและหมอกเข้ามาบดบัง ทำค่าพลังงานที่ได้รับลดลง ประกอบอากาศ ณ บริเวณนั้นมีลมแรง ซึ่งผลต่างของค่าที่ได้อันเนื่องจากลักษณะของแบบเครื่องอบแห้ง วัสดุที่ใช้ และสภาพอากาศที่ต่างกัน เป็นปัจจัยทำให้อุณหภูมิได้ต่างกัน

2. ผลการอบแห้งปลาหมึกกล้วยด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

จากการทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ด้วยการอบแห้งปลาหมึกกล้วยที่ได้มาจากตลาดนัดรถไฟยะลา ทำการศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งปลาหมึกกล้วยด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และการตากแดดแบบธรรมชาติ จากการทดลองน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 760 กรัม เริ่มทดลองตั้งแต่เวลา 09.00 – 16.00 น. ในช่วงแรกค่าความชื้นของการอบแห้งด้วยเครื่องจะลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นเวลา 13.00 น. ความชื้นในปลาหมึกมีน้อย ทำให้อุณหภูมิของการอบแห้งความชื้นลดลงช้า อบแห้งด้วยเครื่องความชื้นเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 835 มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 12.50 มาตรฐานแห้ง และการตากแดดแบบธรรมชาติความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 573 มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 112 มาตรฐานแห้ง ดังรูปที่ 3 การอบแห้งปลาหมึกกล้วยด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน สามารถลดค่าความชื้นได้เร็วกว่าการตากแดดแบบธรรมชาติ



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาหมึกที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และการตากแดดแบบธรรมชาติ



(ก) (ข)

รูปที่ 4 ตัวอย่างปลาหมึกกล้วยที่ใช้ทดลองอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และการตากแดดแบบธรรมชาติ โดยที่ (ก) ปลาหมึกกล้วยสด และ (ข) ปลาหมึกกล้วยที่ผ่าท้องตลอดความยาวของลำตัวพร้อมอบแห้ง



(ก) (ข)

รูปที่ 5 ปลาหมึกกล้วยที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และการตากแดดแบบธรรมชาติ โดยที่ (ก) อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และ (ข) ตากแดดแบบธรรมชาติ

ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยเรื่องการอบแห้งปลาหมึกกะตอยโดยใช้แสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนร่วม โดยสำรวย ภูบาล และคณะ (2558) ซึ่งพบว่า ความชื้นในตู้อบที่มีอากาศร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบมีค่าเท่ากับร้อยละ 70 และความชื้นจากการตากแดดเท่ากับร้อยละ 170

สรุปผลการวิจัย

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับวิสาหกิจชุมชนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยห้องอบแห้งและแผงรับแสงอาทิตย์ โดยเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ยเท่ากับ 42 องศาเซลเซียส อุณหภูมิแผงรับแสงอาทิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 77 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในห้องอบแห้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74 องศาเซลเซียส เมื่ออบแห้งปลาหมึกกล้วยด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ใช้เวลาในการอบแห้ง 7 ชั่วโมง ความชื้นเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 835 มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 12.5 มาตรฐานแห้ง และการตากแดดแบบธรรมชาติที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 573 มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 112 มาตรฐานแห้ง พบว่า การอบแห้งปลาหมึกกล้วยด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถลดค่าความชื้นได้ร้อยละ 98 และการตากแดดแบบธรรมชาติสามารถลดความชื้นได้เพียงร้อยละ 80

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์มูซำมีน สูหลง และอาจารย์ลุตฟี สือนิ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ขอบคุณนายฮูเซ็ง ชายดานา และนางสาวนัสรีนา เจะมะ นักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทดลองทางวิทยาศาสตร์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร, บงกช ประสิทธิ์, สุขฤดี นาถกรณกุล, และพิสิษฏ์ มณีโชติ. (2547). “การพัฒนาอบแห้งพลังงาน แสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ เพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรร่วมกับระบบแก๊สไฟเออร์”. **วิทยาลัยพลังงาน ทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.** 12(3), 1 – 16.

ธีรเดช ใหญ่บก, สุวิทย์ เพชรห้วยลึก, จอมภพ แววศักดิ์, มารีนา มะหนิ, และภรพนา บัวเพชร์. (2553). “การพัฒนากระบวนการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าภายใต้สภาพภูมิอากาศภาคใต้ของประเทศไทย”. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.** 12(3), 109 – 118.

เสาวลักษณ์ ยอดวิญญูวงศ์. (2560). “เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมินิกรีนเฮาส์เพื่อชุมชน”. **สถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.** 1176 – 1184.

ภูผารัก ก้อนสุวรรณ์. (2557). **กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการแปรรูปอาหาร** (Online). https://sites.google.com/site/phupharuk/home, 12 กุมภาพันธ์ 2563.

สำรวย ภูบาล, และวลัยรัตน์ จันทรวงศ์. “การอบแห้งปลาหมึกกะตอยโดยใช้แสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนร่วม”. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.** 11(1), 78 – 87.

AOAC. (2005). **Official Method of Analysis of AOAC International**. Washington, D.C.

เครื่องผสมเนื้อปลา

Fish Meat mixed Machine

ศุภเวทย์ สงคง[1]*,พงษ์พันธ์ ราชภักดี[2],เจษฎาพร สามชุม[3]

Supawet SongKong[1]*,Pongpun Ratchapakdee[2],Jetsadaporn Samchum[3]

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเครื่องผสมเนื้อปลา มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้สำหรับผสมเนื้อปลาบดกับเครื่องแกงสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารทอดมันปลา โดยเครื่องผสมเนื้อปลามีขนาดถังกวน 20 กิโลกรัม ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังส่งผ่านเกียร์ทดไปยังสายพานและพูเลย์ในการขับชุดใบกวนที่ความเร็ว 242 รอบต่อนาที ประกอบด้วย 1) โครงเครื่อง 2) ถังกวน 3) ถังทำความเย็น 4) ใบกวน

ผลทดลองการใช้เครื่องผสมเนื้อปลากับชุมชนบ้านสระแก้ว ต.ปากพนังฝั่งตะวันตก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช พบว่า ในการทดลองเนื้อปลาบดผสมกับเครื่องแกงจำนวน 20 กิโลกรัม ใช้เวลาในการกวนเฉลี่ย 20.03 นาทีและการใช้แรงงานคน ใช้เวลาในการกวนเฉลี่ย 37 นาที สามารถบดผสมเนื้อปลาบดกับเครื่องแกงให้เข้ากันได้ดีและมีความเหนียวนุ่มตรงกับความต้องการ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพแล้วเครื่องผสมเนื้อปลากวนได้เร็วกว่าการใช้แรงงานคน 16.97 นาที และเนื้อปลาที่ได้มีคุณภาพสะอาดปลอดภัยกับผู้บริโภค

Abstract

The purpose of this project entitled fish meat mixed machine is to mix fish meat with Thai chili paste for Thai fish cake. The machine compose of 1)machine frame 2)mixing bowl 3)cooling pot and 4)stirrer. The capacity of mixing bowl is 20 kilograms which using 1 horsepower electric motor. Power to reduction gear to machine belt and pulley to drive the stirrer is 242 rpm.

The machine was used in Ban Sakaew, Pak Phanang Fangtawantok, Pak Phanang District, Nakorn Si Thammarat. Mixing fish meat and Thai chili paste for 20 kilograms compare with workforce method, it was found that the machine could finish mixing within average 20.03 minutes whereas workforce method time average was 37 minutes. Thus the fish meat mixed machine could mix fish meat faster than workforce method for 16.97 minutes; moreover, mixed fish meat product from the machine was well mixed as exactly needed, and safe for consumers.

[1]อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

[2]อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

[3]นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

supawet@hotmail.com[1]*,r_pongpun@hotmail.com[2],Samchum121@gmail.com[3]

บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนากลุ่มวิสาหกิจชุมชนนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะเนื่องจากเป็นการพัฒนาระบบการจัดการชุมชนเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถของคนในท้องถิ่นได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน การประกอบการในรูปแบบวิสาหกิจของชุมชนเป็นการประกอบการที่เชื่อมโยงการผลิตทางการเกษตร การแปรรูป และการตลาดของชุมชนเข้าเป็นกระบวนการเดียวกันไม่แยกส่วน และจะแบ่งบทบาทให้กับกลุ่มคนที่มีทักษะหรืออาชีพเฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งในปัจจุบันได้มีการรวมตัวของกลุ่มชุมชนต่างๆมากมายเพื่อผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) แต่ในปัจจุบันปัญหาที่กลุ่มเหล่านี้กำลังประสบก็คือ สินค้าที่ผลิตนั้นไม่สามารถกระจายออกสู่ตลาดในระดับประเทศได้ เนื่องจากคุณภาพของสินค้าหรือการบริหารจัดการภายในกลุ่มที่ยังไม่เป็นระบบ อีกทั้งยังขาดเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้สนับสนุนในกระบวนการผลิต ทำให้กลุ่มขาดโอกาสในการขยายตลาดให้เพิ่มมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มระดับความรู้ความเข้าใจและการใช้เทคโนโลยีให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้มากยิ่งขึ้น

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสระแก้ว ต.ปากพนังฝั่งตะวันตก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช เป็นชุมชนหนึ่งที่มีการผลิตทอดมันปลาซึ่งเป็นวัฒนธรรมภูมิปัญญาและเป็นเศรษฐกิจชุมชนเป็นกระบวนการสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน และก่อให้เกิดรายได้ ทอดมันปลาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารรูปแบบหนึ่งโดยในการทำทอดมันปลาเป็นการนำเนื้อปลามาสับบดผสมให้เข้ากับน้ำพริกแกงเผ็ดและเครื่องเทศต่างๆ มาบดผสมและกวนให้เข้ากัน จากการที่ได้เข้าไปศึกษาทางชุมชนได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการบดผสมและกวนให้เข้ากัน โดยมีการให้ความเย็นในขณะผสมเพื่อให้เนื้อปลามีความสด มีความเหนียว โดยใช้เครื่องทุ่นแรง เพื่อทำให้วัตถุดิบมีคุณภาพ และลดเวลาในการทำงาน

จากข้อเสนอดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว และเป็นความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสระแก้วอย่างแท้จริงเกิดแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องผสมเนื้อปลาเพื่อที่จะทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นลดระยะเวลาการผสมและปัญหาความสะอาดโดยการใช้มือกวนเนื้อปลาบดผสมกับเครื่องแกงในการทำผลิตภัณฑ์ทอดมันปลา และเป็นการอนุรักษ์การผลิตทอดมันปลาสืบต่อไป



ภาพที่ 1(ก) การบดผสมผลิตภัณฑ์ทอดมันปลาและ 1(ข) ผลิตภัณฑ์ทอดมันปลาที่ผสมเสร็จแล้ว

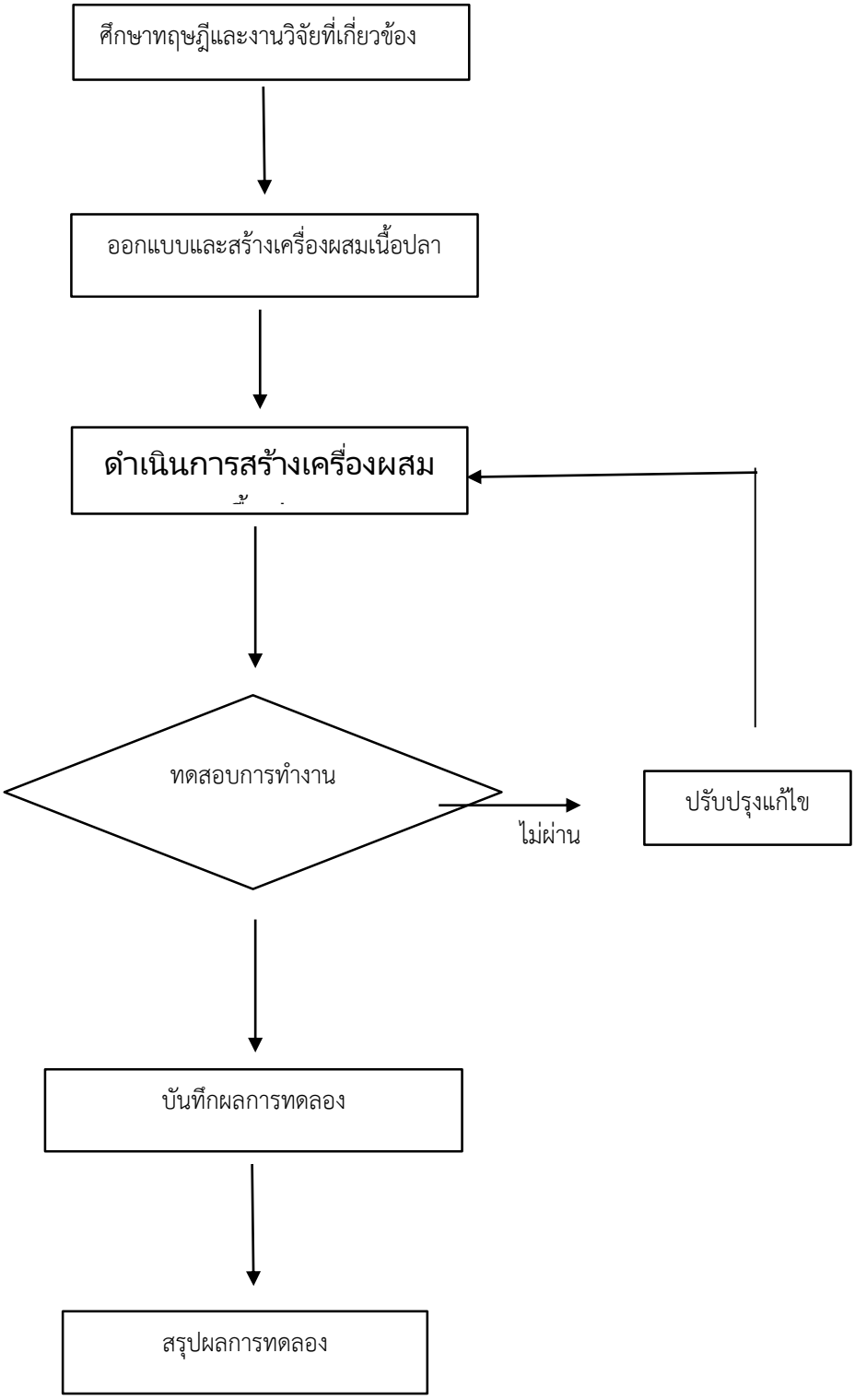
วัตถุประสงค์

1.เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องผสมเนื้อปลา

2.เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องผสมเนื้อปลา

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องผสมเนื้อปลา เพื่อใช้ในการผสมเนื้อปลาบดกับเครื่องแกงสำหรับผลิตภัณฑ์ทอดมันปลาให้กับชุมชนบ้านสระแก้ว ต.ปากพนังฝั่งตะวันตก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช มีขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานดังนี้



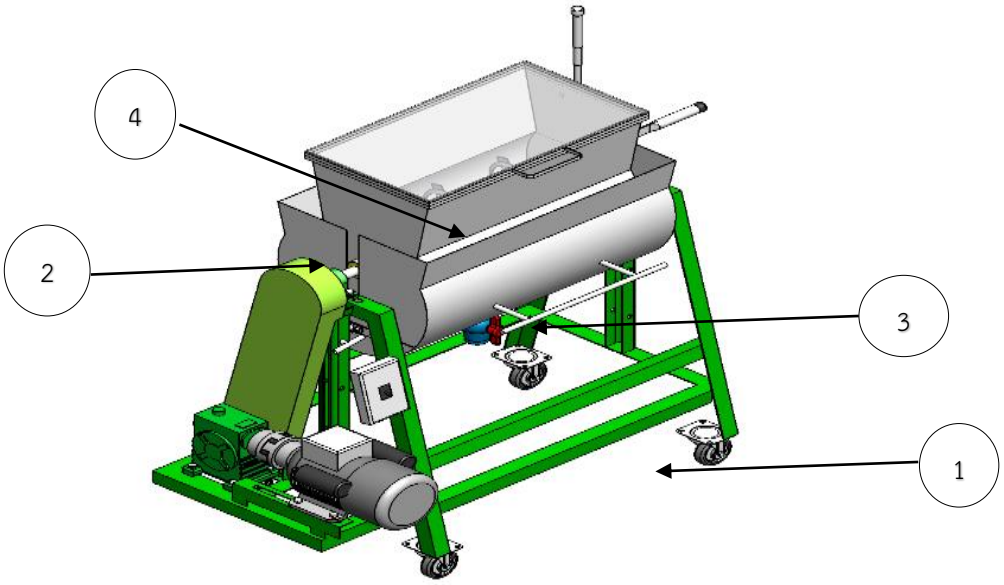
1. ศึกษาขั้นตอนการผลิตทอดมันปลาของชุมชนบ้านสระแก้ว
2. ออกแบบและสร้างเครื่องผสมเนื้อปลา ประกอบด้วยส่วนส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ

2.1 โครงเครื่อง

2.2 ถังกวน

2.3 ถังทำความเย็น

2.4 ใบกวน



ภาพที่ 2 เครื่องผสมเนื้อปลาที่ออกแบบ

หมายเลข 1 โครงเครื่อง

หมายเลข 2 ถังกวน

หมายเลข 3 ถังทำความเย็น

หมายเลข 4 ใบกวน

1. โครงทำจากเหล็กฉากหนา 1.5 นิ้ว ขนาด 87×111×82 เซนติเมตรความ (กว้าง×ยาว×สูง)



ภาพที่ 3 โครงเครื่อง

2. ถังกวนทำจากเหล็กแผ่นสแตนเลสความหนา 1.5 mm ขนาด 34×60×45 เซนติเมตร (กว้าง×ยาว×สูง)



ภาพที่ 4 ถังกวน

3. ถังทำความเย็นทำจากเหล็กแผ่นสแตนเลสความหนา 1.5 mm 42×70×40 เซนติเมตร(กว้าง×ยาว×สูง)



ภาพที่ 5 ถังทำความเย็น

4. ใบกวนทำจากเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 mm มีความยาว 60 เซนติเมตร



ภาพที่ 6 ใบกวน



ภาพที่ 7 (ก) ด้านหน้าเครื่องผสมเนื้อปลาและ 7 (ข) ด้านข้างเครื่องผสมเนื้อปลา

3. การศึกษาทดลองใช้งานเครื่องผสมเนื้อปลาที่ออกแบบและสร้างขึ้น

โดยการทดลองใช้งานกับชุมชนบ้านสระแก้ว ต.ปากพนังฝั่งตะวันตก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช



ภาพที่ 8 แสดงการนำเครื่องผสมเนื้อปลาไปใช้ในชุมชน



ภาพที่ 9 การเตรียมวัตถุดิบ



ภาพที่ 10 การนำวัตถุดิบเข้าเคื่องผสมเนื้อปลา



ภาพที่ 11 แสดงการกวนเนื้อปลาบดผสมกับเครื่องแกง




ภาพที่ 12 (ก) วัตถุดิบและ 12 (ข) ผลิตภัณฑ์ทอดมันปลา

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดลองในการบดผสมเนื้อปลากับเครื่องแกงโดยเครื่องผสมเนื้อปลาในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผสมเนื้อปลาได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 1 การทดลองโดยการใช้เครื่องผสมเนื้อปลา ปริมาณ 20 กิโลกรัม

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)
1	20.50
2	19.30
3	20.30
ค่าเฉลี่ย	20.03

ผลการทดลองการผสมเนื้อปลาบดกับเครื่องแกง ด้วยเครื่องผสมเนื้อปลา ปริมาณ 20 กิโลกรัมใช้เวลาในการกวนเฉลี่ย 20.03 นาที เนื้อปลาบดผสมกับเครื่องแกงเข้ากันได้อย่างสมบูรณ์และมีความเหนียวนุ่มตรงตามความต้องการ

ตารางที่ 2 การทดลองโดยการใช้แรงงานคน ปริมาณ 20 กิโลกรัม

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการทดลอง (นาที)
1.	35.20
2.	38.30
3.	37.50
ค่าเฉลี่ย	37

ผลการทดลองการผสมเนื้อปลาบดกับเครื่องแกง ด้วยแรงงานคน ปริมาณ 20 กิโลกรัมใช้เวลาในการกวนเฉลี่ย 37 นาที เนื้อปลาบดผสมกับเครื่องแกงเข้ากันได้อย่างสมบูรณ์ละมีความเหนียวนุ่มตรงตามความต้องการ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการทดลองโดยใช้เครื่องผสมเนื้อปลาและการใช้แรงงานคนในการกวน

รายละเอียดคุณสมบัติ	รูปแบบของการกวน	
	การกวนแบบเก่า (ใช้คน)	การกวนแบบใหม่ (ใช้เครื่อง)
1.ระยะเวลาในการกวน	37 นาที	20.03 นาที
2.ความต่อเนื่องในการกวน	ไม่ต่อเนื่อง มีความเหนื่อยล้า	ต่อเนื่องตลอดเวลาเพราะความเร็วรอบคงที่
3.คุณภาพของวัตถุดิบ	คุณภาพไม่ตรงตามความต้องการ (ความสดของวัตถุดิบ)	คุณภาพตรงตามความต้องการ (ความสดของวัตุดิบ)

ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้เครื่องผสมเนื้อปลาและการใช้แรงงานคน พบว่าเครื่องผสมเนื้อปลากวนเข้ากันได้เร็วกว่าการใช้แรงงานคนกวนคือ 16.97 นาที เนื้อปลาบดผสมกับเครื่องแกงเข้ากันได้อย่างสมบูรณ์และมีความเหนียวนุ่มและมีความสดตรงตามความต้องการ

หมายเหตุ เนื้อปลาบดที่เป็นเนื้อเดียวกับเครื่องแกงตามข้อกำหนดดูได้จากสี คือ สีส้ม

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองสมรรถนะการใช้งานของเครื่องผสมเนื้อปลาปริมาณ 20 กิโลกรัม สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

เครื่องผสมเนื้อปลา สามารถกวนเนื้อปลาบดผสมกับเครื่องแกงปริมาณ 20 กิโลกรัม ใช้เวลาในการกวน 20.50 19.30 และ 20.30 นาที ตามลำดับ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการกวนเฉลี่ย 20.03 นาทีทำให้ผสมเข้ากันได้ดีและมีความเหนียวนุ่มตรงตามความต้องการ และการใช้แรงงานคน สามารถกวนเนื้อปลาบดผสมกับเครื่องแกงปริมาณ 20 กิโลกรัม ใช้เวลาในการกวน 35.20 38.30 และ 37.50 นาที ตามลำดับ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการกวนเฉลี่ย 37 นาทีทำให้ผสมเข้ากันได้ดีและมีความเหนียวนุ่มตรงตามความต้องการ เมื่อเปรียบเทียบการใช้เครื่องผสมเนื้อปลาใช้เวลาในการกวนเร็วกว่าการใช้แรงงานคน 16.97 นาที

จากการใช้งานของเครื่องผสมเนื้อปลาพบว่าสมรถนะของเครื่องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆได้แก่ จำนวนปริมาณเนื้อปลาบดกับเครื่องแกงและเวลาในการกวน โดยในขณะที่ทำการกวนเนื้อปลาต้องให้ความเย็นมีการกระจายอย่างทั่วถึงซึ่งจะทำให้เนื้อปลามีความสดเหนียวนุ่มมีคุณภาพสะอาดปลอดภัยและยังสามารถลดอาการเมื่อยล้า อาการแสบร้อนมือของผู้ปฏิบัติงาน

สรุปผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผสมเนื้อปลา โดยทำการทดสอบที่ชุมชนบ้านสระแก้ว ต.ปากพนังฝั่งตะวันตก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช พบว่าเครื่องผสมเนื้อปลาสามารถทำการบดเนื้อปลากับเครื่องแกง จำนวน 20 กิโลกรัม โดยสามมารถบดผสมกันเป็นเนื้อเดียวกันตรงตามข้อกำหนดในเวลา 20.03 นาที คือวัตถุดิบมีลักษณะออกเป็นผิวสีส้มและมีความสดของวัตถุดิบโดยใช้อุณหภูมิในการบดผสมอยู่ระหว่าง 0 ถึง 8 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อนำวัตถุดิบไปประกอบเป็นอาหารผลิตภัณฑ์ทอดมันปลามีเนื้อเหนียวและนุ่มในการบริโภค

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณชุมชนบ้านสระแก้ว ต.ปากพนังฝั่งตะวันตก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช ที่ให้คำปรึกษาและสนับสนุนการนำเครื่องไปใช้ทดลอง และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2562 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

วิทยากร ฤทธิมนตรี (2538). การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพ:ทริปเพิ้มกรุ๊ป จำกัด

วิชิต นางแล และ นิติพงษ์ ใจสิน การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชนิดเครื่องกวนสับปะรด (ออนไลน์).แหล่งที่มา:http://www.ind.cru.in.th/articleind/13.pdf. 10 สิงหาคม 2561)

ดร.อรรณพ เรื่องวิเศษ(2561).การออกแบบเครื่องจักรกล.พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพ: สมาคสส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ไชยชาญ พินเกิด (2560). มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)

การเสริมกรดอินทรีย์สังเคราะห์ในการหมักเต้าเจี้ยวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านควัน อำเภอนาโยงจังหวัดตรัง เพื่อความปลอดภัยในการบริโภค

Supplementation of synthesized organic acids in soybean paste fermentation for safety consumption of Ban Kwai Community Enterprise Group, Na Yong District Trang Province

ชุตินุช สุจริต[1*], สุแพรวพันธ์ โลหะลักษณาเดช[2] และ นัฏฐา คเชนทร์ภักดี

Chutinut Sujarit[1*], Supraaewpan Lohalausanadech[2] and Natta Kachenpukdee

บทคัดย่อ

การหมักเต้าเจี้ยวเป็นอาหารหมักพื้นเมือง ที่ได้จากการหมักถั่วเหลืองกับน้ำเกลือ หมักกับเชื้อรา *Aspergillus oryzae* หมักจนระยะเวลาหนึ่ง ทำการบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 เดือน ได้มีการเสริมกรดอินทรีย์สังเคราะห์ในการหมักเต้าเจี้ยว ได้แก่ กรดกรดซิตริก กรดอะซิติก และกรดแลกติก โดยใช้ปริมาณ (ร้อยละ) 0.1, 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลอง CRD วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด CRD (Complete Randomize Design) การทดลองแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ ทำการสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 15 วันจนครบระยะเวลา 4 เดือน พบว่า การเสริมกรดซิตริกร้อยละ 0.3 นั้นให้ผลการหมักได้ผลดีกว่าทุกชุดการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p<0.05$) ผลการทดลอง พบว่า มีค่าพีเอชเฉลี่ย 5.9 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าเจี้ยว <30 CFU/g และ ปริมาณยีสต์และรา <10 CFU/g มีความหอมของกลิ่นเต้าเจี้ยว สี L 23.55, a 11.89, และ b 29.11 สีน้ำตาลเหลืองถึงน้ำตาลเข้มตามธรรมชาติของเต้าเจี้ยว มีสีสม่ำเสมอไม่มีสีน้ำตาลคล้ำ กลิ่นรสดีตามธรรมชาติของเต้าเจี้ยว มีรสเค็มกลมกล่อม หลังทำการฆ่าเชื้อโดยพลาสเจอร์ไรส์ มีกรดอะมิโนที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตครบถ้วน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าเจี้ยว 228/2552

คำสำคัญ: กรดกรดซิตริก กรดอะซิติก และกรดแลกติก

---

[1]รองศาสตราจารย์ สาขาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

[2]รองศาสตาจารย์ สาขาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

[3]อาจารย์ สาขาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

[*]**Corresponding author, E-mail:** s.chutinut58@gmail.com

Abstract

Soybean Paste is a locally preserved product processed through fermentation of *Aspergillus oryzae* and soybean in sodium chloride solution at the room temperature for 4 months. The researcher supplemented the soybean paste with 0.1%, 0.3%, and 0.5% of acetic acid and also replicated the experiment with citric, and lactic acid. The Complete Randomize Design (CRD) was applied in the experiment. The experiments were triple duplicated and there was random sample every fortnight for four months. We found that the supplement of 0.3% of acetic acid is the most effective processing among the experiment significantly ($p<0.05$). The soybean paste was average pH= 5.9, < 30 CFU/g of microorganism, < 10 CFU/g of yeast and hypha. The visual color of the soybean paste is yellow brown shading to natural brown with color metre = L 23.55, a 11.89 , and b 29.11. The sensory of the product is good smell with a natural soybean taste, slightly salty, and no sharp taste. Moreover, after the product was pasteurized, there was the essential amino acid for the human growth and qualified Thai Community Product standards (TCPS) number 228/2552.

Keywords: Citric acid , Acetic acid and lactic acid

บทนำ

เต้าเจี้ยวเป็นเครื่องปรุงเค็ม ที่ได้จากการหมักถั่วเหลืองกับน้ำเกลือ มีรสเค็มกลิ่มหอมมีสีน้ำตาลอ่อน หรือน้ำตาลเข้ม เมื่อตั้งขวดทิ้งไว้ส่วนที่เป็นเมล็ดจะลอยอยู่ด้านยน ด้านก้นขวดเป็นส่วนของน้ำ ทั้งนี้ต้องมีสภาวะที่เหมาะสมในการหมักจึ่งจะทำให้เกิดเจริญเติบโตของเชื้อรา และต้องไม่มีเชื้ออื่น ๆ ปนเปื้อน เมื่อหมักโคจิรวมกับน้ำเกลือจะเกิดการย่อยสบายโปรตีนในถั่วเหลืองหรือวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก โดยอาศัยเอนไซม์โปรติเอส ซึ่งผลิตขึ้นมาจากโคจิของเชื้อรา *A. oryzae* ทำให้ได้กรดอะมิโน และเกลือของกรดอะมิโน โดยเฉพาะเกลือโซเดียมกลูตาเมท ทำให้เต้าเจี้ยวมีรสชาติดี ส่วนเอนไซม์อะไมเลสที่ผลิตจากโคจิจะย่อยสลายคาร์โบไฮเดรทได้เป็นน้ำตาลกลูเคสและเอทานอล ซึ่งจะทำให้ได้กลิ่นและรสชาติของเต้าเจี้ยวดีขึ้น เมื่อหมักเต้าเจี้ยวจนครบ 4 เดือน นำเต้าเจี้ยวที่ได้ไปให้ความร้อนแล้วปรุงด้วยน้ำตาล โดยการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์ จากนั้นนำไปบรรจุภาชนะที่ผ่านการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว นำไปนึ่งฆ่าเชื้ออีกครั้ง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ติดฉลาก บรรจุลงกล่องเพื่อรอจำหน่าย การใช้วัตถุเจือปนอาหารนการแปรรูปอาหารของเกษตรใช้ในการผลิตอาหารแปรรูป คือ เกลือป่นอนามัย น้ำปูนใส และ กรดซิตริก ในปริมาณที่กฎหมายกำหนดและต้องใช้ปริมาณที่เหมาสะมเพื่อไม่อันตรายต่อสุขภาพ (สุทธิดา, 2544) กรดอินทรีย์ใช้ร่วมกับเกลือจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ได้มากขึ้น (Ingram, *et al.,* 1988) ซึ่งกรดอินทรีย์ที่ใช้ทั้ง กรดอะซิตริก กรดแลกตริก กรดซิตริกนั้น เป็นกรดอ่อนใช้ประโยชน์เพื่อการถนอมอาหารโดยมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มรสชาติ มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน ช่วยต่อต้านการเจริญของจุลินทรีย์ ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่ามีความปลอดภัยใน

การบริโภค สามารถเติมลงไปในอาหารโดยไม่เกิดอันตรายลามารถย่อยสลายได้ง่ายและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม (ศิวาพร, 2546)

ขวดเต้าเจี้ยวที่เปิดใช้แล้วบริเวณขอบเต้าเจี้ยวที่บรรจุในภาชนะมีสีค่อนข้างดำ และเมื่อมีการเปิดขวดเพื่อนำเต้าเจี้ยวไปปรุงอาหาร ในขวดเต้าเจี้ยวที่ผ่านการเปิดแล้วตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า มีสีดำ ๆขึ้นบริเวณปากขวด หรืออาจจะมีเชื้อราดำขึ้นบริเวณด้านบนของเต้าเจี้ยว และหากไม่มีการจำหน่ายเต้าเจี้ยวที่อยู่ในขวดภาชนะปิดสนิทพบว่ามีสีขุ่นและ อาจจะมีเชื้อราขึ้นได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตไม่ต้องการมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวมีแนวคิดในการพัฒนากระบวนการผลิตเต้าเจี้ยวโดยการเติมกรดอินทรีย์สังเคราะห์ตามที่มีในพระราชบัญญัติอาหาร ซึ่งสารอินทรีย์ดังกล่าวเป็นเป็นสารตั้งต้น (preucursor) ที่มีส่วนในการเจริญของเชื้อได้เป็นอย่างดี ซึ่งกรดอินทรีย์ดังกล่าวมีด้วยกันหลายชนิดและปริมาณการใช้ที่เหมาะสมกับการหมักเต้าเจี้ยวก็แตกต่างกัน เพื่อความเหมาะสมในการใส่ปริมาณสารที่เป็นกรดอินทรีย์เพื่อยืดอายุและรักษาไม่ให้เชื้อราดำขึ้นก่อนและเก็บรักษาเพื่อการบริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาชนิดของกรดอินทรีย์สังเคราะห์ ได้แก่ กรดกรดซิตริก กรดอะซิติก และกรดแลกติก เป็นต้น ผสมไปตั้งแต่เริ่มแรกของการหมักเต้าเจี้ยว โดยใช้ปริมาณ (ร้อยละ) 0.1, 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ การวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา (AOAC, 1990) การเจริญติบโตของเชื้อ ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 14 วันจนครบ ระยะเวลา 6 เดือน คัดเลือกผลการหมักที่ดีที่สุดส่งตรวจกรดอะมิโนที่มหาวิทยาลัยมหิดล โดยวางแผนการทดลอง CRD วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด CRD (Complete Randomize Design) การทดลองแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ โดยการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ซึ่งปัจจัยคุณภาพที่ทำการทดสอบประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และคุณลักษณะความชอบโดยรวม โดยใช้การประเมินความชอบผลิตภัณฑ์แบบ 9-Point Hedonic Scale โดยผู้ทดสอบชิมทั่วไปที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลของการเติมกรดอินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริก กรดอะซิติก และกรดแลกติก เป็นต้น ในช่วงแรกของการหมักเต้าเจี้ยว โดยทำทดลองต้องทำตามที่วิสาหกิจชุมชนทำไว้ โดยเริ่มแรกทางวิสาหกิจชุมชนได้ทำความสาดถั่วเหลืองและคัดเอาเมล็ดที่มีแมลงกัดหรือเมล็ดที่เน่าเสียออก แล้วแช่น้ำ 1 คืน ต้มเมล็ดถั่วเหลืองให้พอสมุก ไม่ให้สุกมากจนและ(ใช้เวลานาน 30 นาที ถึง 2 ชั่วโมง ด้วยไฟระดับปานกลาง หลังจากน้ำเดือด นำถั่วเหลือใส่ในตะแกรงผึ่งให้แห้ง นำมาหมักกับเชื้อที่ผสมกับแป้งสาลี ใส่ตะแกรงพลาสติก ปิดผ้าขาวไว้ 2 คืนเพื่อทำการบ่มให้เชื้อราเจริญเติบโต ที่อุณหภูมิห้องโดยใช้หัวเชื้อรา 1 ช้อนชาต่อเมล็ดถั่วเหลือง คลุกให้เข้ากันให้มากที่สุดก่อนใส่ในโอ่งมังกร เทส่วนผสมทั้งหมดลงบนกระด้งพลาสติกให้บาง ไม่หน้ามาก แล้วนำกระด้งไปวางในที่อากาศถ่ายเทได้สะวก ประมาณ 2 วัน หรือจนกว่าจะเห็นสีเขียวอ่อน ๆ ของเชื้อราบนเมล็ดถั่ว (ภาพที่ 1) นำถั่วเหลืองใส่ลงในโอ่งที่ที่ล้างสะอาด เทน้ำเกลือลงไปปให้พอดีกับผิวเมล็ดถั่ว (โดยใช้อัตราส่วน เกลือ 2 กิโลกรัม ต่อน้ำ 8 กิโลกรัม) ปิดฝาโอ่งด้วยถุงพลาสติกใสแล้วใช้ยางมัดปากโอ่งให้แน่นปิดอีกชั้นด้วยฝากปิดโอ่งเพื่อความมิดชิด ใช้ระยะเวลาในการหมักไว้ 4 เดือน เพื่อจะได้เต้าเจี้ยวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์

ขุมชนเต้าเจี้ยว 228/2552

จากการทดลองพบว่าการเติมกรดอินทรีย์ 3 ชนิดลงในน้ำเกลือ ผสมกับน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 40 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) เพื่อใช้ในการหมักถั่วเหลืองตั้งแต่เริ่มแรกเพื่อที่จะได้ช่วยในกระบวนการหมักเร็ว เพื่อลดระยะเวลาในการ เนื่องจากกรดอินทรีย์หากมีการเติมในปริมาณที่เหมาะสม จะเป็นการช่วยในกระบวนการหมักได้ดีและเร็วขึ้น (Ingram, *et al*., 1988) จากการทดลองพบว่าเมื่อมีการเติมปริมาณ กรดอินทรีย์ 3 ชนิด โดยใช้ปริมาณต่าง ๆ ได้แก่ (ร้อยละ) 0.1, 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ ลงในการหมักแบบกะ ครั้งเดียว ทำการหมักยจนครบระยะเวลาในการหมัก ไม่มีการเติมระหว่างการหมัก พบว่า เติมกรดอินทรีย์ 3 ชนิดลงไปในน้ำเกลือ โดยอาทิตย์ที่ 1 คนส่วนผสมข้างบน ลงมาด้านล่าง ค้นให้ทั่วถึงกัน ทุก ๆ โอ่งที่ทำการทดลอง และทำอย่างนี้ตลอดทุก ๆ อาทิตย์เพื่อให้เชื้อราเจริญได้ถึงที่สุด เป็นระยะเวลา 4 เดือน จะส่งกลิ่นหอม และลักษณะของสีของเมล็ดถั่วสีเหลืองเข้มน่ารับประทาน ผลการทดลอง ดังภาพที่ 1 ผลการทดลอง ในระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ระยะแรกของการหมักเชื้อเจริญได้อย่างดี ไม่มีความแตกต่างกัน โดยค่าพีเอชอยู่ในช่วงประมาณ 6.3 ถึง 5.9 เมื่อการหมักผ่านไปเป็นระยะเวลา 4 เดือนพบว่าชุดควบคุมเปลี่ยนแปลง ส่วนชุดการทดลองเมื่อมีการเติมกรดอินทรีย์นั้น พบว่า ทุก ๆ ชุดมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน จากภาพที่ 1 พบว่า เริ่มต้นที่ พีอชเริ่มต้นที่ 6.3 ในช่วงแรก เมื่อทำการหมักต่อไปพีเอชเริ่มมีความเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งกระบวนการหมักเต้าเจี้ยวมี 2 ขั้นตอน คือการหมักถัวเหลือง และ ข้าวสาลีคั่ว ด้วยเชื้อรา *Aspergillus oryzae* เรียกว่า โคจิ ซึ่งเชื้อราจะเจริญและสร้างเอนไซม์ช่วยทำให้เกิดการย่อยสลายวัตถุดิบให้กลายเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก บ่มที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซสเซียส ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนการหมักโคจิที่ได้ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 35-40 เรียกว่า โมโรมิ โดยจุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ แบคทีเรียกรดแลกติก และยีสต์ ควบคู่ไป บ่มที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซสเซียส หรืออุณหภูมิห้องนาน 21 วัน จนถึงหลายเดือน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นหอมและรสชาติดี (Yokotsuka, 1986; Beuchat, 1987) ซึ่งช่วงเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 2 (ภาพที่ 2) การทำงานเของเชื้อยีสต์ และแบคทเรียกรดแลกติก ทำงานควบคุมไปนั้น ย่อมส่งผลให้การเติมกรดซิติกเมื่อทำการวัดพีเอชพบว่า ค่าพีเอชลดลงที่ 5.5 พบว่าเป็นช่วงของการหมักที่สปอร์ราเริมงอกเส้นใยจนมีขนาดที่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนได้ด้วยตาเปล่า



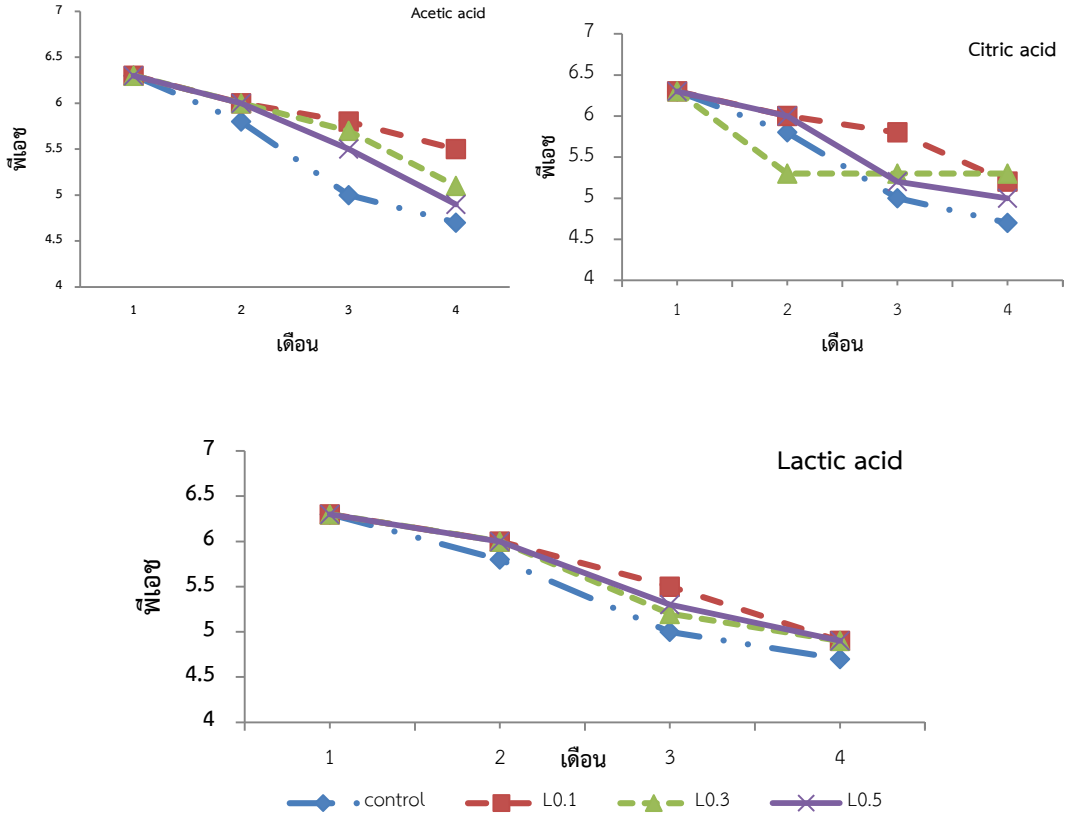
ภาพที่ 1 โคจิ



ภาพที่ 2 การหมักเต้าเจี้ยวผ่านไปได้ 2 เดือน

และดำเนินกิจกรรมการเจริญอย่างต่อเนื่อง ในช่วงอาทิตย์ที่ 2 ถึง 3 เส้นใยของเชื้อราจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจนเห็นเป็นปุยสีเขียวขี้ม้าแบบอ่อน ๆ เต็มทั่วโอ่งเมื่อมีการเติมกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.3 ของปริมาณที่ใช้ในการหมักเต้าเจี้ยว ซึ่งถือว่ารามีอายุเต็มที่แล้ว การเจริญของเชื้อรานั้นส่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระหว่างการหมักด้วยเช่นกัน กรดซิตริกเป็นสารที่ควบคุมความฝาด ควบคุมความเป็นกรดและด่าง ป้องกันการเน่าเสียของอาหาร ช่วยเรื่องกลิ่น ช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ช่วยทำให้สี กลิ่น ของอาหารที่ใส่ไปนั้นมีความคงตัวดีขึ้น (อภิษฐา, 2552)

ห้องที่ใช้บ่มเต้าเจี้ยวมีอุณหภูมิประมาณ 33-35 องศาเซลเซียส ปริมาณที่ใช้ในการหมักเต้าเจี้ยวนั้นประมาณ 10 กิโลกรัม เป็นการทดลองในสถานที่ของกลุ่มแม่บ้านที่ผลิตเต้าเจี้ยวจริง ได้มีการศึกษาทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง พบว่าเกิดลักษณะเช่นเดียวกัน

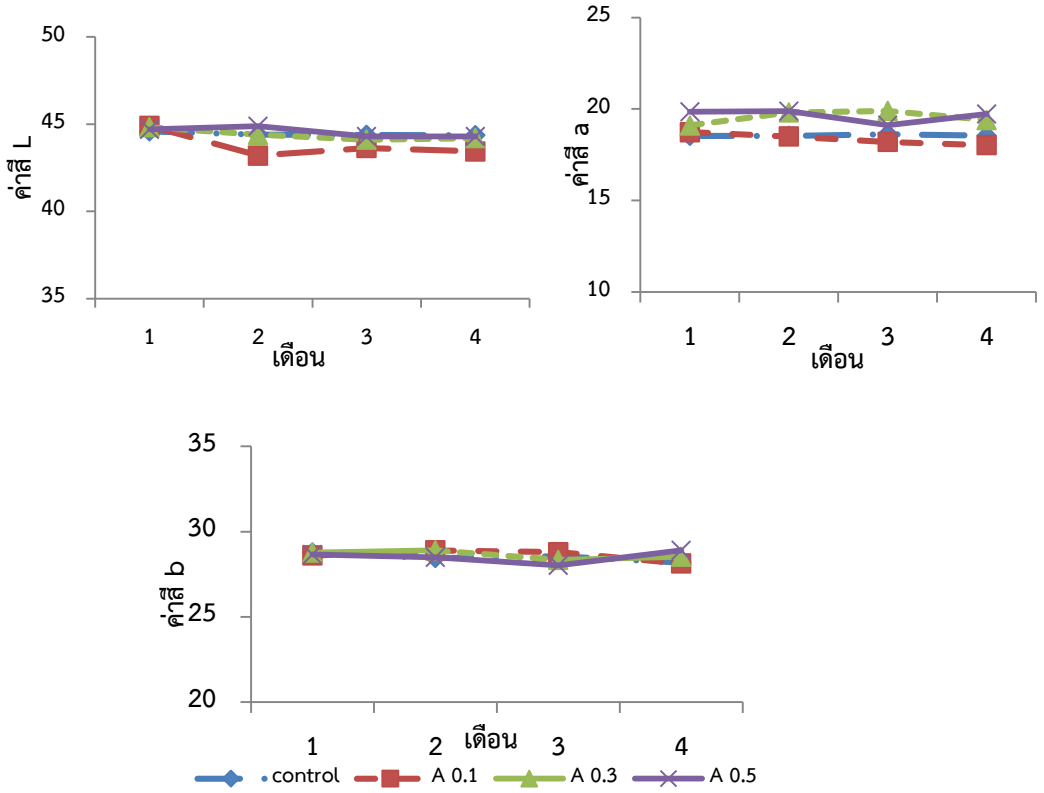


ภาพที่ 3 ผลของพีเอชในการติดตามการหมักของเต้าจี้ยวที่มีการเติมกรดอินทรีย์ทั้งสามชนิดได้แก่ กรดอะซิติก กรดซิตริก แล กรดแลกติก ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 0.3 และ 0.5 ของปริมาณถั่วเหลือง บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 เดือน

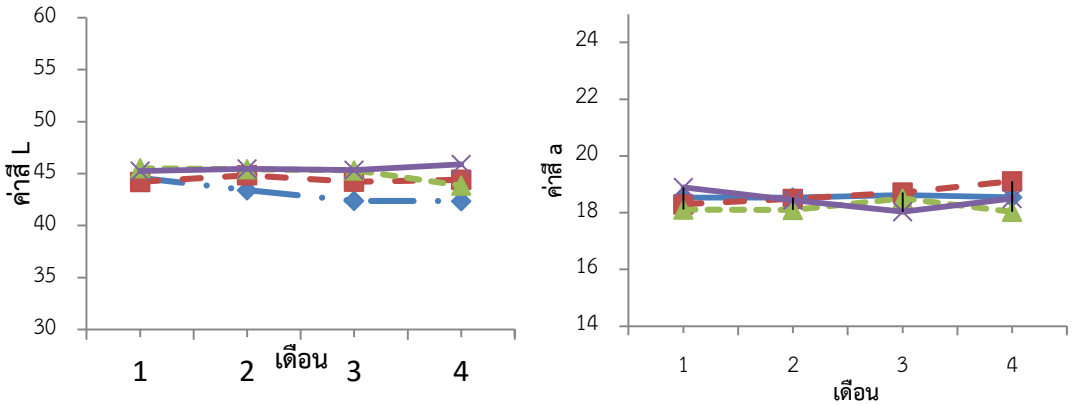
ส่วนผลการวัดสีทีวัดได้ในการทดลอง ตามภาพที่ 3 , 4, 5 และ 6 พบว่า ค่าสี L a b ในช่วงเดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า ค่า L มีผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกัน ทุกชุดของการทดลอง ค่า a มีผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกับคือมีค่าออกไปทางสีน้ำตาล ส่วนค่า b มีผลการทดลองที่ส่งผลให้เห็นว่าทีสีเหลือง ค่าใกล้เคียงกันทุกชุดของการทดลอง

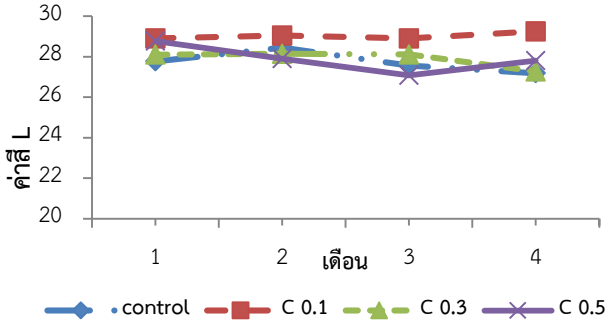
จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาในการหมัก 4 เดือน และความถีในการกลับถั่วเหลืองในโอ่งมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับการผลิตเต้าเจี้ยวด้วย คือ จะทำให้เต้าเจี้ยวที่ผลิตได้ มีสีน้ำตาล มีเม็ดถั่วที่สวย สอดคล้องกับการทดลองของ สิทธิวัฒน์ เลิศศิริ (2544) พบว่าการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในกระบวนการผลิตเต้าเจี้ยวของไทย เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาลในกระบวนการผลิตเต้าเจี้ยว การเกิดปฏิกิริยานี้เป็นการเกิดแบบไม่ใช้เอนไซม์ และจะเกิดมากที่สุดในระยะ 3-10 วัน ของการหมัก การเกิดสีน้ำตาลจะเกิดมากขึ้นถ้าใช้ระยะเวลาในการหมักที่นานและมีอุณหภูมิ

สูงขึ้น จากการทดลองห้องที่ใช้มีอุณหภูมิประมาณ 35-37 องศาเซลเซียส และการศึกษาเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพของอาหารพบว่า ระยะเวลาในการหมักก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ลักษณะที่ปรากฏและกลิ่น ซึ่งเป็นที่ยอมรับและต้องการของผู้บริโภค

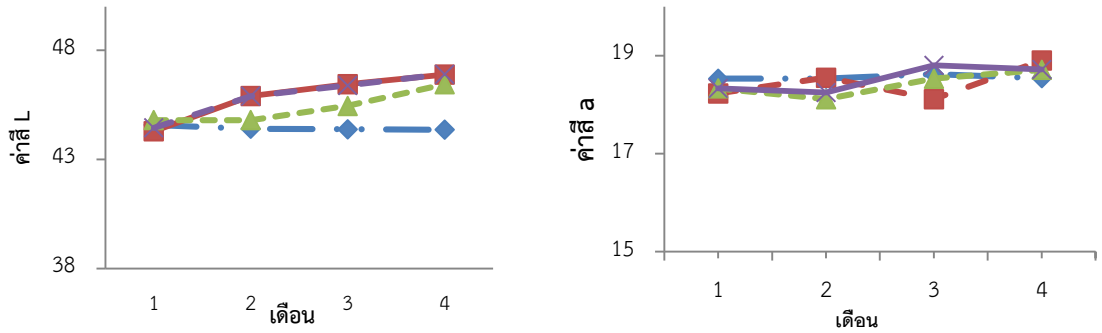


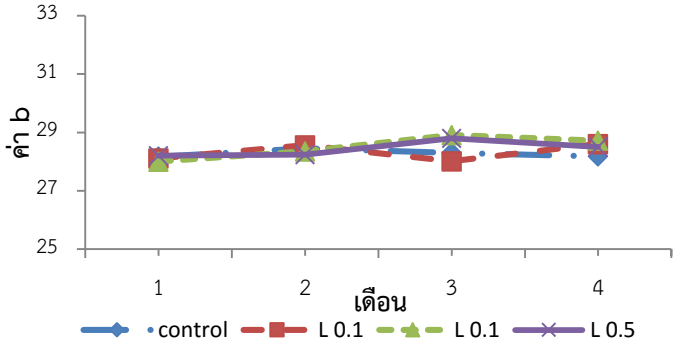
ภาพที่ 4 ผลการวัดสี ของการเติมกรดอะซิติก ได้แก่ 0.1 0.3 และ 0.5 ในการหมักเต้าเจี้ยว ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 เดือน





ภาพที่ 5 ผลการวัดสี ของการเติมกรดซิตริกความเข้มข้นที่ 0.1 0.3 และ 0.5 % ในการหมักเต้าเจี้ยว ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 เดือน





ภาพที่ 6 ผลการวัดสี ของการเติมกรดแลกติก ความเข้มข้นที่ 0.1 0.3 และ 0.5 % ในการหมักเต้าเจี้ยว ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 เดือน

เมื่อหมักครบ 4 เดือนแล้ว ได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ นำมาทำการต้มเต้าเจี้ยว นำถั่วเหลือที่หมักนั้นมาต้ม (นำเต้าเจี้ยวนี้ไปวิเคราะห์กรดอะมิโน ตารางที่ 1) เมื่อต้มจนได้ที่แล้ว ปรุงรสด้วยน้ำตาล แล้วนำขวดไปฆ่าเชื้อ 45 นาที (นำไปนึ่ง) นำไปบรรจุขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝาฉลาก ตามกระบวการผลิตเต้าเจี้ยว ซึ่งจะให้สีสวยและวาว เมื่อนำมาใส่ขวดเห็นได้อย่างชัดเจน

ตารางที่1 ผลการวิเคราะห์กรดอะมิโนของเต้าเจี้ยวที่ได้จากการเติมกรดซิตริกที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 0.3 ของน้ำหนักถั่วเหลืองที่ใช้ในการหมัก ซึ่งมีระยะเวลา 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง

กรดอะมิโน	ผลการวิเคราะห์	หน่วย
Alanine	707.40	Mg/100 g
Arginine	425.29	Mg/100 g
Aspartic acid	873.91	Mg/100 g
Cystine	82.03	Mg/100 g
Glutamic acid	412.22	Mg/100 g
Glycine	388.57	Mg/100 g
Histidine	199.15	Mg/100 g
Isoleucine	328.79	Mg/100 g
Leucine	544.02	Mg/100 g
Lysine	480.90	Mg/100 g
Methioine	186.42	Mg/100 g
Phenylalanine	327.67	Mg/100 g
Proline	598.68	Mg/100 g
Serine	181.34	Mg/100 g
Threonine	143.11	Mg/100 g
Tryptophan	99.97	Mg/100 g
Tyrosine	199.24	Mg/100 g
Valine	360.03	Mg/100 g
Asparagine	Not Detected	Mg/100 g
Cyseine	Not Detected	Mg/100 g
Glutamine	156.38	Mg/100 g

หมายเหตุ : ส่งตรวจวิเคราะห์ที่ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย จำกัด

จากการหมักเต้าเจี้ยวโดยมีการเสริมกรดซิตริกร้อยละ 3 ลงในการหมักด้วย ได้ผลออกมาเป็นที่ยอมรับเมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนในเต้าเจี้ยวที่ทำการทดลอง พบว่า มีโคโซลินซิน ลิวซิน ไลซิน เมไธโอนิน ฟีนีอะลานิน ทรีโอนิน ทริปโตแผน และ วาลีน ครบตามกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตครบถ้วน การเสริมกรดซิตรกช่วยในเรื่องการเก็บรักษาพบว่าผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยวมีความวาว สีเหลืองสวยงาม กลิ่น รส ได้ตามที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (ศิวาพร, 2546) ถ้าคิดเทียบน้ำหนักกับอาหารประเภทอื่นๆ จะพบว่ามีปริมาณโปรตีนสูง เช่น สูงกว่าเนื้อสัตว์ 2 เท่า สูงกว่าไข่ไก่และข้าวสาลี 4 เท่า สูงกว่าขนมปัง 5-6 เท่า และสูงกว่านมวัว 12 เท่า สารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลืองไม่มีแป้ง จึงทำให้ถั่วเหลืองเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับคนที่เป็นโรคเบาหวาน ถั่วเหลืองอุดมไปด้วยเกลือแร่ เหล็ก และโพแทสเซียม ซึ่งช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูก และที่สำคัญคือ ธาตุเหล็กช่วยในการบำรุงโลหิต ถั่วเหลืองยังอุดมไป

ด้วยวิตามินเอ บี 1 บี 2 ดี อี เค และไนอะซีน จะพบวิตามินบี 2 มากกว่าพืชอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่าถั่วเหลืองประกอบด้วยไบโอติน โคลิน และอิโนซิทอล ที่ทำหน้าที่คล้ายวิตามินด้วย (wongsakorn, 2553) ส่งผลดีต่อผลิตภัณฑ์ที่บรรจุนภาชนะที่เป็นแก้ว สามารถมองดูผลิตภัณฑ์ได้ว่าเป็นอย่างไร ทำให้ผู้บริโภคได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามที่ต้องการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าเจี้ยว 228/2552

สรุปผลการทดลอง

การเสริมกรดอินทรีย์สังเคราะห์ในการหมักเต้าเจี้ยวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านควัน อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง นั้น พบว่า เมื่อมีการเสริมกรดอินทรีย์สังเคราะห์ได้แก่ กรดกรดซิตริก กรดอะซิติก และกรดแลกติก โดยใช้ปริมาณ (ร้อยละ) 0.1, 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า การเสริมกรดซิตริก ร้อยละ 0.3 นั้นให้ผลการหมักได้ผลดีกว่าทุกชุดการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p<0.05$) โดยเมื่อทำการหมักโดยเสริมกรดซิตริกร้อยละ 0.3 ของปริมาณถั่วเหลืองที่ใช้ พบว่า มีค่าพีเอชเฉลี่ย 5.9 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าเจี้ยว <30 CFU/g และ ปริมาณยีสต์และรา <10 CFU/g มีความหอมของกลิ่นเต้าเจี้ยว สี L 23.55, a 11.89, และ b 29.11 สีน้ำตาลเหลืองถึงน้ำตาลเข้มตามธรรมชาติของเต้าเจี้ยว มีสีสม่ำเสมอไม่มีสีน้ำตาลคล้ำ กลิ่นรสดีตามธรรมชาติของเต้าเจี้ยว มีรสเค็มกลมกล่อม

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจเชุมชนบ้านควัน อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มทร.ศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

สุทธิดา ปัญญาอินทร์. (2544). **การใช้วัตถุเจือปนอาหารในการแปรรูปอาหารของเกษตรกรจากระบบเกษตรอินทรีย์.** การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาโภชนาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สิทธิวัฒน์ เลิศศิริ.(2544). **การศึกษาปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการการผลิตซีอิ๊วและเต้าเจี้ยวของไทย**.รายงานวิจัย.กรุงเทพฯ:ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ.คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศิวาพร ศิวเวช. (2546). **วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1**.. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรุงเทพมหานคร มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกรดซิทริก. มอก. 464-2544.

อภิษฐา ช่างสุพรรณ. (2552). กรดซิตริก : สารเคมีใกล้ตัวที่ควรรู้ . **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ.** 57(180) : พฤษภาคม. 7-10 น.

AOAC. (1990). **Official methods of analysis.** Washinglon, D.C : Association of Official of Analytical Chemists.

Beuchat, (1987). **Food and Beverage Mycology**, Van Nostrand Reinhold, New York 1987.

De La Torre *et al*., 1999 mj De La Torre, mc Millan,, linkghub.elsevier.com/retrieve/pii/ So168160505002710.

Ingram, M. (1988). The preservative action of acid substances in food. **Chemistry and Industrial**. 75: 1154-1163.

wongsakorn, (2553). **อาหารหมักจากถั่วเหลือง.** (Online). http://binlabong-bom.blogspot.com/2010/08/blog-post.html. 26 มกราคม 2562.

Yokotsuka, T. (1986). **Shoyu conversion and manufacture of Foodstuffs by Micro organisms,** Processing of the sixth. Int. Symp. 117-125.

ผลของการเตรียมพื้นผิวและเรซินซีเมนต์ต่อความแข็งแรงยึดเฉือนกับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม

Effect of Surface Treatments and Resin Cements on Shear Bond Strength to Nickel-Chromium Alloy

สาธร รักทองสุข[1*], ธีระพงษ์ ม้ามณี[2], วีรนุช ทองงาม[2], ศิริพงศ์ ศิริมงคลวัฒนะ[2]

Satorn Ruckthongsuk[1*], Teerapong Mamanee[2], Weeranuch Thong-ngarm[2],

Siripong Sirimongkolwattana[2]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความแข็งแรงยึดเฉือนระหว่างเรซินซีเมนต์แต่ละชนิดกับโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมเมื่อเตรียมพื้นผิวด้วยวิธีต่าง ๆ **วิธีวิจัย** สร้างชิ้นงานโลหะผสม 100 ชิ้น ฝังในแบบหล่อโลหะ แบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ไม่ทำการปรับสภาพพื้นผิว กลุ่มที่ 2 เป่าทราย กลุ่มที่ 3 ทาไพรเมอร์ กลุ่มที่ 4 เป่าทรายร่วมกับทาไพรเมอร์ กลุ่มที่ 5 เคลือบซิลิการะบบโคเจ็ท จากนั้นแบ่งโลหะผสมที่เตรียมพื้นผิวเป็น 2 กลุ่มย่อย ยึดแท่งเรซิน-คอมโพสิตด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดเนกซัสธรีหรือรีไลย์เอ็กซ์อัลติเมท หลังแช่ในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำไปทดสอบความแข็งแรงยึดเฉือนด้วยอัตราเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความแปรปรวนแบบสองทางเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) **ผลการศึกษา** ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเฉือนของกลุ่มเคลือบซิลิการะบบโคเจ็ท มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **สรุปผลการศึกษา** การเตรียมพื้นผิวด้วยการเคลือบซิลิการะบบ โคเจ็ทช่วยเพิ่มความแข็งแรงยึดเฉือนระหว่างโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมกับเรซินซีเมนต์

คำสำคัญ: โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม, ความแข็งแรงยึดเฉือน, การเตรียมสภาพพื้นผิว, เรซินซีเมนต์

[1] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2] ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[1] Master of Science (Dentistry) student, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

[2] Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

[*] **Corresponding author, E-mail**: teerapong.m@cmu.ac.th

Abstract

Objective: To evaluate the effect of different surface treatments on the shear bond strength (SBS) between resin cement to nickle-chromium alloy. **Methods:** One hundred nickle-chromium alloy rods were prepared and embedded in metal ring. Embedded specimens were randomly divided into 5 groups: (1) no surface treatment (NS); (2) sandblasting (SB); (3) primer coating (MDP); (4) sandblasting and primer coating (SB+MDP); (5) Cojet™ (Coj™). Surface treated specimens were devided into 2 subgroups according to types of resin cement. Then, the composite rod was bonded with NX3 Nexus™ or Rely X™ Ultimate resin cement to the treated alloy surface. After water storage at 37 ℃ for 24 h, the specimens were subjected to SBS test at a cross-head speed of 0.5 mm/min. Data were analyzed using two-way ANOVA at the significant level of 0.05. **Results**: The mean SBS of Coj™ group was significant higher than that other groups (p<0.05). **Conclusion**: Cojet™ was the most effective surface treatment in the term of increasing bond strength between nickle-chromium alloy and resin cement.

Keywords: nickle-chromium alloy, shear bond strength, surface treatment, resin cement

บทนำ

สะพานฟันยึดด้วยเรซิน (resin-bonded bridge) เป็นทางเลือกในการรักษาเพื่อทดแทนการสูญเสียฟันแทนสะพานฟันแบบดั้งเดิม มีข้อดีคือลดการสูญเสียโครงสร้างฟัน (tooth structure) และลดการเกิดภยันตรายต่อโพรงประสาทฟัน (pulpal trauma) (Rosenstiel, 2015) เนื่องจากมีการกรอเพียงแค่ผิวเคลือบฟันด้านลิ้น และ/หรือด้านข้างของฟัน โดยใช้โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม (nickel-chromium, Ni-Cr) ซึ่งมีความแข็งแรง และสามารถทำให้บางได้ (ductility) เพื่อลดเค้ารูปด้านลิ้น (lingual contour) (Thompson and Lavitidis, 1982) ความสำเร็จของสะพานฟันยึดด้วยเรซินขึ้นกับการยึดติดระหว่างผิวเคลือบฟันและชิ้นงาน แต่เนื่องจากสะพานฟันยึดด้วยเรซินไม่มีลักษณะที่ให้การยึดอยู่ (retention) และการต้านการหลุด (resistance) ที่เพียงพอ (Miettinen and Millar, 2013) ดังนั้นเรซินซีเมนต์ (resin cement) จึงถูกใช้ในการยึดติดชิ้นงาน เนื่องจากมีความแข็งแรงสูง มีค่าการยึดติดกับฟัน (bond strength) สูง และมีอัตราการละลายตัว (solubility) ต่ำ (Burke, 2005)

โลหะผสม (alloys) คือวัสดุที่เกิดจากการรวมกันของโลหะตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปในสภาวะหลอมเหลว เป็น ไบนารี (binary) เทอร์นารี (ternary) หรือควอเทอนารี (quaternary) ขึ้นกับองค์ประกอบของโลหะที่นำมาผสมเพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ต้องการ เช่น ความแข็งผิว (surface hardness) ความแข็งแรง (strength) และการทนความเค้น (toughness) ทันตแพทยสมาคมแห่งอเมริกา แบ่งประเภทของโลหะผสมออกเป็น 4 ชนิดตามส่วนประกอบ คือ 1) โลหะผสมมีสกุลสูง (high noble alloys) มีส่วนประกอบของทองอย่างน้อยร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก และโลหะมีสกุลอื่นรวมแล้วมากกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก 2) โลหะผสมไททาเนียม (titanium alloys) ประกอบด้วยโลหะไททาเนียมมากกว่าร้อยละ 85 โดยน้ำหนัก 3) โลหะผสมมีสกุล (noble alloys) ประกอบด้วยโลหะมีสกุลเป็นส่วนประกอบมากกว่าร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก และ 4) โลหะผสมพื้นฐาน เช่น โลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม ประกอบด้วยโลหะมีสกุลเป็นส่วนประกอบน้อยกว่าร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก โลหะผสมชนิดนี้มีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่น ความแข็งแรง และความแข็งผิวสูง มีคุณสมบัติทำให้บางได้ดี สามารถใช้ทำครอบฟันโลหะล้วน ครอบฟันโลหะเคลือบพอร์ซเลน และสะพานฟันได้ (Wataha, 2002) แต่อาจเกิดการสึกกร่อนง่ายเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเป็นกรด มีชั้นออกไซด์หนา ขึ้นรูป (casting) ยาก ขัดแต่งได้ยาก อาจส่งผลต่อความ

แนบสนิทของชิ้นงาน (Kelly and Rose, 1983 and Anderson and McCabe, 1985)

เรซินซีเมนต์ สามารถจำแนกตามระบบสารยึดติดได้ 3 ประเภท คือ 1) เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเอตช์แอนด์รินส์ (etch and rinse adhesive resin cements) ระบบนี้มีการเตรียมผิวฟันด้วยกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 30-40 และล้างออกเพื่อให้เกิดความพรุนขนาดเล็ก (microporosity) บนพื้นผิวฟัน ช่วยเพิ่มพลังงานพื้นผิว (surface energy) เพิ่มพื้นที่การยึดติด (bond area) เพิ่มความเปียก (wettability) กำจัดชั้นเสมียร์ (smear layer) และเปิดท่อเนื้อฟัน (dentinal tubule) จากนั้นทาสารไพรเมอร์ (primer) และหรือสารยึดติด (bonding agent) ก่อนการยึดด้วยซีเมนต์ 2) เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอตช์ (self-etch adhesive resin cements) ระบบนี้มีการเตรียมผิวฟันด้วยไพรเมอร์ที่มีความเป็นกรดแทนการใช้กรดฟอสฟอริก 3) เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์แอดฮีซีฟ (self-adhesive resin cements) เรซินซีเมนต์ระบบนี้ถูกพัฒนามาเพื่อลดขั้นตอนการทำงานโดยไม่มีขั้นตอนการปรับสภาพผิวฟันก่อนการยึดด้วยซีเมนต์ ทำให้ใช้งานง่าย ลดโอกาสเกิดการปนเปื้อน จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าการยึดติดของเรซินซีเมนต์ทั้ง 3 ประเภท พบว่าเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเอตช์แอนด์รินส์ให้ค่าการยึดติดกับเคลือบฟันและเนื้อฟันที่สูงกว่าเรซินซีเมนต์ระบบอื่น (Abo-Hamar et al., 2005, Yang et al., 2006, Raposo and Santana, 2012; and Patil et al., 2011) ดังนั้นเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเอตช์แอนด์รินส์จึงเหมาะสำหรับใช้ยึดชิ้นงานสะพานฟันยึดด้วยเรซิน เนื่องจากผิวฟันที่ให้การยึดติดคือชั้นเคลือบฟัน

การเตรียมสภาพพื้นผิวโลหะก่อนการยึดติดด้วยเรซินซีเมนต์เป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อให้เกิดการยึดติดที่ดีกับเรซินซีเมนต์ โดยการสร้างการยึดติดทางกล (mechanical aspect) การยึดติดทางเคมี (chemical aspect) หรือการสร้างการยึดติดทางกลร่วมกับทางเคมี ปัจจุบันมีวิธีการเตรียมพื้นผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมหลายวิธี แต่ยังไม่มีวิธีที่ดีที่สุดที่นำมาใช้ทางคลินิก จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการเตรียมสภาพพื้นผิวโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมด้วยวิธีการต่าง ๆ ต่อค่าความแข็งแรงยึดเฉือนระหว่างโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมและเรซินซีเมนต์ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานทางคลินิกได้อย่างเหมาะสม

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการศึกษา

1. สร้างชิ้นทดสอบโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ความสูง 2 มิลลิเมตร จำนวน 100 ชิ้น จากการขึ้นรูปด้วยขี้ผึ้ง (loss wax technique) ฝังให้อยู่บริเวณกึ่งกลางท่อโลหะรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 14 มิลลิเมตร ความสูง 10 มิลลิเมตร ด้วยอะคริลิกเรซินบ่มตัวได้เองชนิดเทมพรอน (Tempron, GC, Tokyo, Japan) ขัดพื้นผิวชิ้นงานให้เรียบและอยู่ระนาบเดียวกับผิวอะคริลิกเรซิน ด้วยเครื่องขัดผิววัสดุ (polishing machine; MoPao® 160E, MEGA Advance, Shandong, China) โดยใช้กระดาษทราย (silicon carbide abrasive paper) ความละเอียด 320 400 600 800 1000 1200 1500 และ 2000 กริต (grits) ตามลำดับ ขัดร่วมกับน้ำนาน 1 นาที จากนั้นทำความสะอาดชิ้นงานในน้ำกลั่นโดยใช้เครื่องอัลตรา โซนิกส์ (ultrasonic cleaner UC-1050, TPC Advanced Technology Inc. manufactures, California, USA)
2. เตรียมชิ้นงานแท่งเรซินคอมโพสิต ฟิลเท็คแซดสามห้าศูนย์เอ็กซ์ที (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE, Minnesota, USA) สีเอ 4 ด้วยแบบหล่อแยกส่วน (split mold) รูปร่างทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สูง 2 มิลลิเมตร โดยการอุดเป็นชั้นเดียว ฉายแสงจากด้านบนเป็นเวลา 40 วินาที จำนวน 100 ชิ้น เป่าทรายพื้นผิวด้านที่จะใช้ยึดติดด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาดอนุภาค 50 ไมโครเมตร ความดัน 2.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระยะห่าง 10 มิลลิเมตร นาน

5 วินาที ทำความสะอาดชิ้นงานในน้ำกลั่นโดยใช้เครื่องล้างอัลตราโซนิกส์ 10 นาที ทิ้งไว้ให้แห้ง ทาสารคู่ควบไซเลน (ESPE™ Sil, 3M ESPE, Minnesota, USA) นาน 30 วินาที เป่าแห้ง

3. แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ชิ้น ตามการเตรียมพื้นผิว โดยวัสดุที่ใช้ในการศึกษานี้แสดงในตารางที่ 1 โดยกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม; NS) ไม่มีการปรับสภาพพื้นผิว กลุ่มที่ 2 (SB) เตรียมพื้นผิวโดยใช้เครื่องเป่าทราย (Sandstorm expert micro-abrasive sandblaster, Vaniman Manufacturing Co., California, USA) พ่นอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมโครเมตร ความดัน 2.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระยะห่างในแนวตั้งฉากกับพื้นผิวโลหะ 10 มิลลิเมตร นาน 15 วินาที ทำความสะอาดชิ้นงานในน้ำกลั่นโดยใช้เครื่องอัลตราโซนิกส์นาน 10 นาที เป่าให้แห้ง กลุ่มที่ 3 (MDP) เตรียมพื้นผิวด้วยซีสีด เอ็น โอเพคไพรเมอร์ (Cesead™ N Opaque Primer, Kuraray Noritake Dental, Osaka, Japan) ซึ่งมีโมโนเมอร์ทำงาน (functional monomer) เอ็มดีพี (MDP: methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดพันธะเคมีกับชั้นออกไซด์บนพื้นผิวโลหะ ทาบนพื้นผิวโลหะ ปล่อยทิ้งไว้นาน 30 วินาที แล้วเป่าแห้ง กลุ่มที่ 4 (SB+MDP) เตรียมพื้นผิวด้วยการใช้อนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ด้วยวิธีการเดียวกับกลุ่มที่ 2 จากนั้นทาสารซีสีด เอ็น โอเพคไพรเมอร์บนพื้นผิวโลหะ ปล่อยทิ้งไว้นาน 30 วินาทีแล้วเป่าแห้ง และกลุ่มที่ 5 (Coj™) เตรียมพื้นผิวโดยใช้อนุภาคอะลูมิเนียมไตรออกไซด์ที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยซิลิกาออกไซด์ ขนาด 30 ไมโครเมตร ความดัน 2.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 15 วินาทีด้วยเครื่องโคเจ็ท (CoJet™ System, 3M ESPE, Minnesota, USA) จากนั้นทาสารคู่ควบไซเลน บนพื้นผิวโลหะนาน 30 วินาที เป่าแห้ง

4. แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 10 ชิ้น ตามชนิดเรซินซีเมนต์ คือเรซินซีเมนต์ชนิดเนกซัสธรี (NX3) และรีไลย์เอ็กซ์อัลติเมท (RXU) (ภาพที่ 1) ผสมเรซินซีเมนต์แต่ละชนิดตามคำแนะนำของบริษัทป้ายลงบนแท่งเรซินคอม-โพสิต วางแท่งเรซินคอมโพสิตบนชิ้นงานโลหะ กดด้วยตุ้มน้ำหนักขนาด 500 กรัม กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินบริเวณโดยรอบด้วยแปรงเล็ก (microbrush) ฉายแสงทั้งหมด 5 ด้าน ด้านละ 20 วินาที และทิ้งไว้นาน 10 นาที นำชิ้นงานแช่น้ำกลั่นในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (incubator; Memmert BE-200, Memmert GmbH, Schwabach, Germany) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

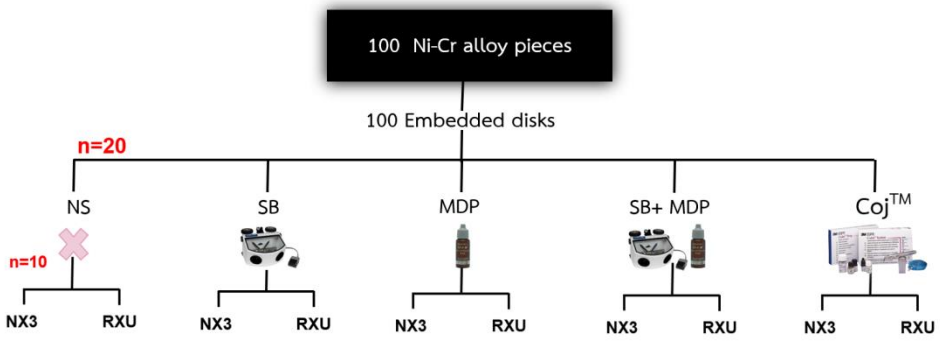
5. นำชิ้นทดสอบมาทดสอบค่าความแข็งแรงยึดเฉือนด้วยเครื่องทดสอบสากลชนิดอินสตรอน (Instron® 5566 universal testing machine, Instron Engineering, Massachusetts, USA) โดยใช้หัวทดสอบรูปลิ่มกดที่บริเวณรอยต่อระหว่างเรซินซีเมนต์กับโลหะผสมนิกเกิลโครเมียม ด้วยอัตราเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าความแข็งแรงยึดเฉือนสูงสุดที่ทำให้แท่งเรซินคอมโพสิตหลุดออกในหน่วยนิวตัน (newton) และหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของพื้นที่ยึดติด ได้ค่ากำลังยึดเฉือนเป็นหน่วยเมกะปาสคาล (megapascal; MPa) นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ความแปรปรวนแบบสองทางเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

6. นำชิ้นทดสอบที่ผ่านการเตรียมพื้นผิวทั้งหมดมาส่องดูลักษณะพื้นผิวของการแตกหักโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวกลับ (Inverted phase contrast microscope, Olympus, Tokyo, Japan) กำลังขยาย 40 เท่า เพื่อจำแนกลักษณะการแตกหักระหว่างเรซินซีเมนต์กับโลหะเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ แบบที่ 1 ความล้มเหลวระหว่างพื้นผิวโลหะผสมพื้นฐานกับชั้นเรซินซีเมนต์ (adhesive failure at the base metal alloy - resin cement interface) พบเรซินซีเมนต์บนพื้นผิวโลหะน้อยกว่าร้อยละ 25 แบบที่ 2 ความล้มเหลวในชั้นเรซินซีเมนต์ (cohesive failure within the resin cement) พบเรซินซีเมนต์บนพื้นผิวโลหะไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 แบบที่ 3 ความล้มเหลวแบบผสม 1 (mixed failure) ความล้มเหลวของการยึดติดร่วมกับความล้มเหลวในชั้นเรซินซีเมนต์

ตารางที่ 1 แสดงชื่อทางการค้า ส่วนประกอบ และวิธีใช้ของผลิตภัณฑ์ต่างๆ

Trade name and Manufacturers	Composition	Application method
4all® (Ivoclar vivadent, Schaan, Liechtenstein)	Ni 61.4%, Cr 25.7%, Mo 11%, Si 1.5%	-
NX3 Nexus™ (Kerr, California, USA)	uncured methacrylate ester monomers non- hazardous inert material fillers, activators, stabilizers and radiopaque agent	Apply cement on composite resin rod and seat on nickle- chromium alloy specimen. remove excess cement, light cure all surface for 20 s each
Rely X™ Ultimate resin cement (3M ESPE, Minnesota, USA)	base paste: methacrylate monomers, silanated fillers, initiator, stabilizers, rheological additives catalyst paste: methacrylate monomers, radiopaque alkaline (basic) fillers, initiator components, stabilizers	Apply cement on composite resin rod amd seat on nickle- chromium alloy specimen. remove excess cement, light cure all surface for 20 s each
Cesead N Opaque Primer (Kuraray Noritake Dental, Osaka, Japan)	MDP	Apply to the surface with disposable brush and left for 30 s and air dry
Trade name and Manufacturers	Composition	Application method
Cojet™ Sand (3M ESPE, Minnesota, USA)	aluminum trioxide coated particles with silica, particles size 30 µm	Blasting pressure 2.5 bar (35 psi). Blasting time is approximately 15 s
ESPE™ Sil (3M ESPE, Minnesota, USA)	silane, ethanol	Apply and dry for 30 s
Filtek™ Z350 XT (3M ESPE, Minnesota, USA)	bis-GMA, UDMA, TEGDMA, and bis-EMA	Light cure for 40 s

MDP = methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate, bis-GMA = bisphenol A glycidyl methacrylate, UDMA = urethane dimethacrylate, TEGDMA = triethylene glycol-dimethacrylate, bis-EMA = ethoxylated bisphenol A dimetacrylate



ภาพที่ 1 แสดงการแบ่งกลุ่มทดลองตามวิธีการเตรียมพื้นผิวโลหะผสม

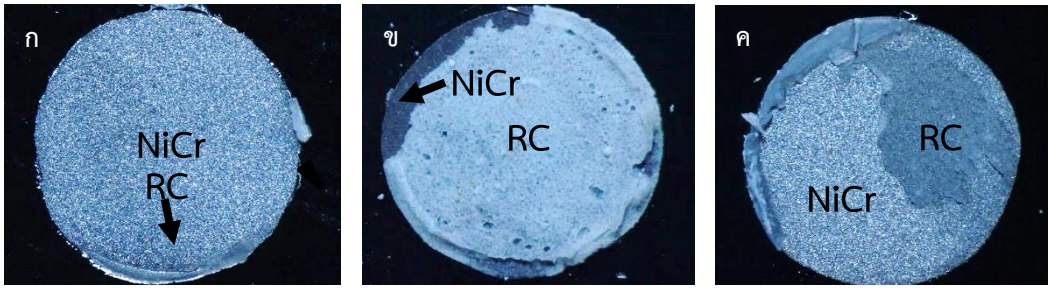
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยกำลังยึดเฉือนไม่แตกต่างกันตามชนิดเรซินซีเมนต์ แต่แตกต่างกันตามการเตรียมพื้นผิว โดยกลุ่มทดลองที่มีค่าเฉลี่ยกำลังยึดเฉือนสูงสุด คือ กลุ่มทดลองที่ทำการเตรียมพื้นผิวชิ้นงานโลหะผสมนิเกิลโครเมียมด้วยซิลิการะบบโคเจ็ทก่อนยึดเรซินซีเมนต์ชนิดเนกซัสธรี (25.77±2.46 เมกะปาสคาล) ค่าเฉลี่ยกำลังยึดเฉือนต่ำสุด คือ กลุ่มทดลองที่ไม่ทำการปรับสภาพพื้นผิวก่อนยึดด้วยเรซินซีเมนต์รีไลย์เอ็กซ์อัลติเมท (4.77±1.09 เมกะปาสคาล) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มทดลองอื่น ($p<0.05$) ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเฉือนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviations) แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเฉือนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Surface Treatment	Mean shear bond strength (MPa) ± SD	
	NX3 Nexus™	Rely X™ Ultimate
NS	5.13 ± 0.65 [a]	4.77 ± 1.09 [a]
SB	13.65 ± 0.87 [b]	12.69 ± 1.38 [b]
MDP	14.81 ± 1.55 [b]	13.31 ± 1.49 [b]
SB + MDP	22.6 ± 0.78 [c]	20.22 ± 0.77 [c]
Coj™	25.77 ± 2.46 [d]	25.46 ± 2.32 [d]

เมื่อนำชิ้นทดสอบที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงยึดเฉือนมาส่องดูลักษณะพื้นผิวของการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบลักษณะความล้มเหลวการยึดติด 3 รูปแบบ ได้แก่ ความล้มเหลวระหว่างพื้นผิวโลหะกับชั้นเรซินซีเมนต์ ความล้มเหลวในชั้นเรซินซีเมนต์ และความล้มเหลวแบบผสม (ภาพที่ 2) ร้อยละความล้มเหลวการยึดติดที่พบ แสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 2 แสดงความล้มเหลวการยึดติดของชิ้นทดสอบที่พบ ได้แก่

ก) ความล้มเหลวระหว่างพื้นผิวโลหะกับชั้นเรซินซีเมนต์ พบชั้นเรซินซีเมนต์ติดอยู่เล็กน้อย (ลูกศรชี้)

ข) ข) ความล้มเหลวที่เกิดในชั้นเรซินซีเมนต์ พบชั้นเรซินซีเมนต์ติดอยู่บนผิวโลหะ

ค) ค) ความล้มเหลวแบบผสม พบชั้นเรซินซีเมนต์ติดอยู่บนผิวโลหะบางส่วน (NiCr= โลหะ, RC= เรซินซีเมนต์)

ตารางที่ 3 การจำแนกร้อยละความล้มเหลวการยึดติดของชิ้นทดสอบแต่ละกลุ่มการศึกษา

Group		Adhesive Failure (%)	Cohesive Failure (%)	Mixed Failure 1 (%)
NS	NX3	100	0	0
	RXU	100	0	0
SB	NX3	80	0	20
	RXU	90	0	10
MDP	NX3	80	0	20
	RXU	90	0	10
SB+MDP	NX3	70	20	10
	RXU	60	20	20
Coj™	NX3	90	0	10
	RXU	90	0	10

อภิปรายผลการวิจัย ประสิทธิภาพของการยึดติดระหว่างโลหะผสมกับเรซินซีเมนต์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จในงานบูรณะครอบฟันและสะพานฟันโดยเฉพาะสะพานฟันยึดด้วยเรซิน การเตรียมพื้นผิวเพื่อเพิ่มการยึดติดทางกล ทางเคมี หรือทางกลร่วมกับเคมี พบว่าช่วยเพิ่มพลังงานพื้นผิว และความเปียกพื้นผิว ทำให้เรซินซีเมนต์ไหลแผ่บนพื้นที่ยึดติดของชิ้นงานได้ดี ส่งผลให้เกิดเสถียรภาพบริเวณรอยต่อของชิ้นงานและเรซินซีเมนต์ในระยะยาว เนื่องจากความเครียดที่เกิดจากแรงเฉือน (shear stress) เป็นสาเหตุหลักทำให้เกิดความล้มเหลวการยึดติดของชิ้นงานบูรณะในช่องปาก ดังนั้นการทดสอบความแข็งแรงยึดเฉือนจึงเป็นวิธีการวัดความแข็งแรงยึดติดที่นิยมใช้ในการจำลองสภาวะในช่องปาก

การเตรียมพื้นผิวชิ้นงานโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมด้วยการใช้อนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการยึดติด เช่น ขนาดอนุภาค และระยะเวลาที่ใช้ ซึ่งเป็นการเพิ่มความขรุขระของพื้นผิวโลหะ เพิ่ม

พื้นที่ยึดติดระหว่างโลหะและซีเมนต์ (McConnell, 1993, Watanabe I. et al., 1999 and Caeg et al., 1990) เมื่อส่องดูลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดพบรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก แสดงถึงพื้นที่การยึดติดที่เพิ่มขึ้น จากหลายการศึกษาพบว่าการเป่าทรายบริเวณผิวของโลหะผสมพื้นฐานด้วยผงอะลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 50 ไมโครเมตร ทำให้ค่าการยึดติดของโลหะผสมพื้นฐานกับเรซินซีเมนต์สูงขึ้น (Güler et al., 2005 and Silva et al., 2014) สอดคล้องกับการศึกษานี้ที่พบว่า เรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิด คือ เนกซัสธรีและรีไลย์เอ็กซ์อัลติเมทมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเฉือนสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ไม่ได้ทำการปรับสภาพก่อนยึดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

การเตรียมพื้นผิวชิ้นงานโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมด้วยซีสีด เอ็น โอเพคไพรเมอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบของ เอ็มดีพี ซึ่งเป็นโมโนเมอร์ที่มีกลุ่มอนุพันธ์ของกรดฟอสฟอริกซึ่งสามารถเกิดพันธะเคมีกับออกไซด์บนผิวของโลหะผสมพื้นฐาน (Sirimongkolwattana, 2005) และมีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เตรียมผิวชิ้นงานด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ (Abreu et al., 2007) จากหลายการศึกษาพบว่าเมทัลไพรเมอร์ที่มีเท็นเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบให้ค่าการยึดติดกับโลหะผสมพื้นฐานได้ดีกว่าเมทัลไพรเมอร์ชนิดอื่นที่มีโฟร์เมตา (4-META: 4-methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride) โฟร์เอทตา (4-AETA: 4-acryloyloxyethyl trimellitate anhydride) และแมกเท็น (MAC-10: 10-methacryloyloxydecamethylene malonic acid) เป็นส่วนประกอบ (Silva et al., 2014, Yoshida et al., 1999, Yoshida et al., 1993, Suzuki et al., 2002, Raeisosadat et al., 2014 and Matsumura et al., 1996) ผลการศึกษานี้พบว่าเรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิด ที่ยึดกับโลหะที่เตรียมพื้นผิวด้วยซีสีด เอ็น โอเพคไพร-เมอร์ มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเฉือนสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ไม่ได้ทำการปรับสภาพผิวก่อนยึด

การเตรียมพื้นผิวชิ้นงานโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียมด้วยการใช้อนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ร่วมกับการเตรียมพื้นผิวด้วยซีสีด เอ็น โอเพคไพรเมอร์ เป็นการเพิ่มทั้งการการยึดติดแบบทางกลร่วมกับทางเคมี จึงให้ค่าความแข็งแรงยึดติดที่ดีและมีการยึดติดที่ดีกว่าการเตรียมผิวด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์เพียงอย่างเดียว (Al-Helou et al., 2016) จากการศึกษานี้พบว่ากลุ่มทดลองที่เตรียมพื้นผิวโลหะด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ร่วมกับซีสีด เอ็น โอเพคไพรเมอร์มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเฉือนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองที่เตรียมพื้นผิวโลหะด้วยอนุภาคอะลูมิเนียมออกไซด์ หรือการเตรียมพื้นผิวด้วยซีสีด เอ็น โอเพคไพรเมอร์เพียงอย่างเดียว

การเตรียมพื้นผิวด้วยการเคลือบซิลิการะบบโคเจ็ท เป็นอีกหนึ่งวิธีการเพิ่มทั้งการการยึดติดแบบทางกลร่วมกับทางเคมี สามารถใช้ในการเตรียมพื้นผิวชิ้นงานได้หลากหลาย เช่น โลหะ เรซินคอมโพสิต และเซรามิกส์ เมื่อพ่นอนุภาคอะลูมิเนียมไตรออกไซด์ที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยซิลิกาไปยังพื้นผิวชิ้นงาน เกิดการฝังตัวของซิลิกาบนพื้นผิวที่มีความขรุขระขนาดเล็ก การเตรียมพื้นผิวด้วยวิธีนี้นอกจากจะทำให้เกิดความขรุขระบริเวณพื้นผิวแล้วซิลิกาส่วนที่ติดอยู่บนพื้นผิวยังสามารถทำปฏิกิริยากับหมู่ไซลานอลของสารคู่ควบไซเลนเกิดเป็นพันธะไซลอกเซนซึ่งทำให้เกิดการยึดยิดทางเคมีได้ โดยมีหลายการศึกษาพบว่าการเตรียมพื้นผิวโลหะด้วยการเคลือบผิวซิลิกาด้วยระบบโคเจ็ทร่วมกับการทาสารควบคู่ไซเลนให้ค่าการยึดติดกับเรซินที่ดีกว่าการเตรียมผิวด้วยวิธีอื่น (Elsharkawy et al., 2015, Gomes dos Santos et al., 2016 and Cobb et al., 2000) โดยพบว่าความขรุขระที่เกิดจากการใช้ระบบโคเจ็ทมีความสม่ำเสมอมากกว่าการเป่าทรายจึงทำให้มีการยึดติดของชิ้นงานที่ดีกว่า (Cobb et al., 2000) จากการศึกษานี้พบว่ากลุ่มทดลองที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิดบนผิวโลหะที่ปรับสภาพระบบโคเจ็ทร่วมกับการทาสารคู่ควบไซเลนมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดเฉือนสูงที่สุดและสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลักษณะความล้มเหลวการยึดติดของชิ้นทดสอบในการศึกษานี้ ส่วนใหญ่เป็นความล้มเหลวของการยึดติดระหว่างพื้นผิวโลหะกับเรซินซีเมนต์ และความล้มเหลวแบบผสม 1 โดยความล้มเหลวในชั้นเรซินซีเมนต์พบได้น้อยและไม่พบความ

ล้มเหลวในเนื้อโลหะ แสดงถึงบริเวณรอยต่อระหว่างโลหะและเรซินซีเมนต์เป็นจุดอ่อนของการยึดติด และค่าความแข็งแรงยึดเฉือนที่ได้เป็นค่าที่เกิดตรงบริเวณรอยต่อที่เป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.ธนพัฒน์ ศาสตระรุจิ ที่ให้คำปรึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. (2015). Contemporary Fixed Prosthodontics-E-Book. 5th ed. China: Elsevier Health Sciences.
2. Thompson VP, Livaditis GJ. (1982). "Etched casting acid etch composite bonded posterior bridges". Pediatric Dentistry. 4(1), 38-43.
3. Miettinen M, Millar BJ. (2013). "A review of the success and failure characteristics of resin-bonded bridges". British Dental Journal. 215(2), 1-10.
4. Burke FT. (2005). "Trends in indirect dentistry: 3. Luting materials". Dental update. 32(5), 251-260.
5. Wataha JC. (2002). "Alloys for prosthodontic restorations". The Journal of Prosthetic Dentistry.87(4), 351-363.
6. Kelly JR, Rose TC. (1983). "Nonprecious alloys for use in fixed prosthodontics: A literature review". The Journal of Prosthetic Dentistry. 49(3), 363-370.
7. Anderson JN, McCabe JF. (1985). Anderson's applied dental materials. 6th ed. USA: Wiley-Blackwell.
8. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. (2005). "Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel". The Journal Clinical Oral Investigations. 9(3), 161-167.
9. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. (2006). "Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin". Dental Materials. 22(1), 45-56.
10. Raposo CC, Santana IL. (2012). "Shear bond strength of self-etch and total-etch adhesives to bovine enamel and dentin". Revista Odonto Ciência. 27(2), 143-146.
11. Patil D, Singbal KP, Kamat S. (2011). "Comparative evaluation of the enamel bond strength of ‘etch-and-rinse’and ‘all-in-one’bonding agents on cut and uncut enamel surfaces". Journal of Conservative Dentistry. 14(2), 147-150.
12. McConnell R. (1993). "Metal-resin bonding". Journal of the California Dental Association. 21(6), 38-42.

13. Watanabe I, Kurtz KS, Kabcenell JL, Okabe T. (1999). "Effect of sandblasting and silicoating on bond strength of polymer-glass composite to cast titanium". The Journal of Prosthetic Dentistry. 82(4), 462-467.
14. Caeg C, Leinfelder KF, Lacefield WR, Bell W. (1990). "Effectiveness of a method used in bonding resins to metal". The Journal of Prosthetic Dentistry. 64(1), 37-41.
15. Güler AU, Bek B KH, Güler E. (2005)." Shear bond strength between base metal alloy and restorative materials cemented with adhesive resin: Effect of base metal surface treatment and restorative material". Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. 29(2), 8-15.
16. Silva CB, Salim DM, Kammer GM, Carvalho W, Gouvea CVD. (2014). "Influence of surface treatment on bond strength of resin cements to a nickel alloy". RGO-Rev Gaúch Odontol. 62(4), 377-382.
17. Sirimongkolwattana S. (2005). "Metal adhesive primer". *Chiang Mai Dental Journal.* 26(1-2), 73-82.
18. Abreu A, Loza MA, Elias A, Mukhopadhyay S, Rueggeberg FA. (2007). "Effect of metal type and surface treatment on in vitro tensile strength of copings cemented to minimally retentive preparations". *The* Journal of Prosthetic Dentistry. 98(3), 199-207.
19. Yoshida K, Kamada K, Atsuta M. (1999). "Adhesive primers for bonding cobalt–chromium alloy to resin". Journal of Oral Rehabilitation. 26(6), 475-478.
20. Yoshida K, Taira Y, Matsumura H , Atsuta M. (1993). "Effect of adhesive metal primers on bonding a prosthetic composite resin to metals". *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 69(4), 357-362.
21. Suzuki M, Yamamoto M, Fujishima A, et al. (2002). "Raman and IR studies on adsorption behavior of adhesive monomers in a metal primer for Au, Ag, Cu, and Cr surfaces". Journal of Biomedical Research. 62(1), 37-45.
22. Raeisosadat F, Ghavam M, Tabatabaei MH, Arami S, Sedaghati M. (2014). "Bond strength of resin cements to noble and base metal alloys with different surface treatments". Journal of Dentistry. 11(5), 596-603.
23. Matsumura H, Tanaka T, Taira Y, Atsuta M. (1996). "Bonding of a cobalt-chromium alloy with acidic primers and tri-n-butylborane-initiated luting agents". *T*he Journal of Prosthetic Dentistry. 76(2), 194-199.
24. Al-Helou H, Swed E. (2016). "Effect of metal type and surface treatment on shear bond strength of resin cement (in vitro study)". Journal of Indian Prosthodontic Society. 16(1), 49-52.
25. Elsharkawy SM, Shakal MA, Elshahawy WM. (2015). "Effect of various surface treatments of implant abutment and metal cope fitting surface on their bond strength to provisional resin cement". Tanta Dental Journal. 12(4), 235-240.

26. Gomes dos Santos J, Fonseca RG, Adabo GL, Alberto dos Santos C. (2006). "Shear bond strength of metal-ceramic repair systems". The Journal of Prosthetic Dentistry. 96(3), 165-173.
27. Cobb D, Vargas M, Fridrich T, Bouschlicher M. (2000). "Metal surface treatment: characterization and effect on composite-to-metal bond strength". Operative dentistry. 25(5), 427-33.

ปริมาณฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินของน้ำมันว่านน้ำ

Flavonoids and melanogenesis inhibiting activity of sweet flag oil.

สุวรรณา ผลใหม่ [1*], ฐิติกร พรหมบรรจง[1] และศิริวรรณ ปานเมือง[1]

Suwanna Pholmai [1*], Thitikorn Prombanchong [1] and Siriwan Panmuang[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์และทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินของน้ำมันว่านน้ำ ทำการวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ด้วยวิธี Aluminium chloride method และทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินด้วยวิธี Dopachrome โดยใช้ L-DOPA เป็นสารตั้งต้น จากการศึกษาพบว่าน้ำมันว่านน้ำมีปริมาณฟลาโวนอยด์เท่ากับ 9.35±0.60 มิลลิกรัมเคอร์ซิตินต่อมิลลิลิตร และฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินแสดงด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ 0.06±0.15 (ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร) เปรียบเทียบกับกรดโคจิกซึ่งใช้เป็นสารควบคุมเชิงบวกแสดงค่า IC_{50} เท่ากับ 0.03±0.21 (ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร) ดังนั้นข้อมูลจากผลการวิจัยทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าน้ำมันว่านน้ำสามารถใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำหรับผิวกระจ่างใส

คำสำคัญ: ฟลาโวนอยด์ ว่านน้ำ เม็ดสีเมลานิน

Abstract

The purpose of this study was determined flavonoids content and melanogenesis inhibiting activity of sweet flag oil (*Acorus calamus* L.). Flavonoids content were determined by the aluminium chloride method and melanogenesis inhibiting activity of sweet flag oil was assayed by the dopachrome method using L-DOPA as a substrate. The result show that essential oil from sweet flag had total flavonoids content is 9.35±0.60 mgQE/ml. The melanogenesis inhibiting activity of essential oil showing IC_{50} value of 0.06±0.15 (µl/ml) compared to kojic acid, the positive control showing IC_{50} value of 0.03±0.21 (µl/ml). The results provided evidence that the findings suggest possible applications for sweet flag oil in skin lightening cosmetic products.

Keywords: flavonoid, melanin, sweet flag

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ศรีวิชัย 109 ม.2 ต.ถ้ำใหญ่ อ.ทุ่งสง จ. นครศรีธรรมราช

[*] Suwanna Pholmai, E-mail: joy067@yahoo.com

บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ธรรมชาติได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง เนื่องจากสารจากธรรมชาติส่วนใหญ่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและมีประสิทธิภาพเทียบเคียงกับสารสังเคราะห์ซึ่งมีราคาสูง เช่น ความสามารถในการบำรุงและปกป้องผิวพรรณ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการลดความเข้มของสีผิว ซึ่งเป็นที่นิยมในเครื่องสำอางทั้งในประเทศและต่างประเทศ พืชหลายชนิดประกอบด้วยสารประกอบที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส เช่น สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และแคโรทีนอยด์ ดังนั้นการใช้สารประกอบจากพืชทดแทนสารสังเคราะห์จะช่วยลดต้นทุนการผลิตและไม่มีผลข้างเคียงต่อผู้บริโภค

น้ำมันหอมระเหยถูกใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางเพื่อใช้ในการดูแลผิวพรรณและน้ำหอมสมุนไพรหลายชนิดที่ให้น้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่อผิวพรรณ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Lertsatitthanakorn *et al*., 2006) ฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ลดความเข้มของผิว (Matsuura *et al*., 2006) ฤทธิ์ต้านเอนไซม์อีลาสเทส (elastase enzyme) ซึ่งส่งผลลดความหย่อนยานของผิวหนัง (Masashiro *et al*., 2002) หรือฤทธิ์ต้านจุลชีพต่าง ๆ (Viyoch *al*., 2006) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในด้านต่าง ๆ เช่น น้ำมันหอมระเหยจากกระเพรา โหระพา ตะไคร้หอม ตะไคร้แกง มะกรูด ขิง และไพล มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งแบคทีเรีย *Propionibacterium acnes* เป็นเชื้อทำให้เกิดสิว และศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Aiemsaard *et al*., 2010) มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากมะนาว สน และผลไม้จำพวกส้มมีฤทธิ์ต้านเอนไซม์อีลาสเทสไม่เท่ากัน เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ไม่เท่ากัน (Masashiro *et al*., 2002) น้ำมันหอมระเหยจากขิงแก่สดจากการต้มกลั่นมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) มีค่า % scavenging effect เท่ากับ 97.16% รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากขิงแก่แห้งจากการต้มกลั่น 88.79% (วทันยาและณัฏฐา, 2557) น้ำมันหอมระเหยจากเกสรบัวหลวงราชินีที่สกัดด้วยตัวทำละลายมีค่า IC_{50} เท่ากับ 31.00$\pm$0.94 μg/ml มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิตามินซีที่มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.75$\pm$0.22 μg/ml (บุษราคัมและคณะ, 2560) น้ำมันหอมระเหยยังถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์เป็นจำนวนมาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสารเสริมสุขภาพให้แก่สัตว์ ป้องกันการเกิดออกซิเดชันของอาหารสัตว์ ลดต้นทุนในการใช้สารเสริมสุขภาพสัตว์ และทดแทนการใช้สารสังเคราะห์ที่อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์ (Brenes & Roura, 2010)

เมลานิน (melanins) เป็นเม็ดสีที่สร้างจากเซลล์เมลาโนไซต์ (melanocytes cell) เป็นเซลล์ที่อยู่ที่ผิวหนังชั้นนอก (epidermis layer) ในรูขุมขน (hair follicle) และในผิวหนังชั้นใน (dermis layer) โดยแทรกอยู่ระหว่างชั้นเบซอลเซลล์ (basal cells) กระบวนการสร้างเมลานินเกิดขึ้นโดยเอไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase, EC 1.14.18.1) เป็นเอนไซม์ที่พบในธรรมชาติ ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการสังเคราะห์เมลานิน โดยมีสารตั้งต้น 2 ชนิด คือ L-tyrosine และ 3,4-dihydroxy-L-phenylalanine (L-DOPA) (Kim & Uyama, 2005; Lin *et al*., 2008) เอนไซม์ไทโรซิเนสเปลี่ยนไทโรซีนไปเป็นสาร L-DOPA และเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็น dopaquinone ตามลำดับ ซึ่งสาร dopaquinone จะทำปฏิกิริยากับกลูตาไทโอนหรือซิสเทอีน เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็น cysteinyl DOPA เกิดเป็นเม็ดสีเหลืองหรือฟีโอเมลานิน ในสภาวะที่ขาดซิสเตอีนสาร dopaquinone จะเปลี่ยนไปเป็น DOPA chrome และถูกเปลี่ยนต่อไปเป็น 5,6-dihydroxyindole-2-carboxylic acid (DHICA) เกิดเป็นยูเมลานิน นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ chrome tautomerase (DCT) ทำหน้าที่เปลี่ยนสาร DOPA chrome

แล้วเปลี่ยนเป็น DHICA ต่อจากนั้นเอนไซม์ tyrosinase related protein 1 (TYRP1)เร่งปฏิกิริยาเปลี่ยน DHICA ไปเป็น indole-5,6-quinone carboxylic acid (IDQCA) เกิดเป็นยูเมลานิน (Ando *et al*., 2007) เอนไซม์ไทโรซิเนสเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการเกิดสีผิวในมนุษย์ และการเกิดความผิดปกติของผิวหนัง เช่น ฝ้า กระ จุดด่างดำ รวมถึงมะเร็งผิวหนัง (Kim & Uyama, 2005) การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสจะทำให้ผิวขาวขึ้น และลดความผิดปกติของผิวหนังได้ (Solano *et al*., 2006)

ว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) อยู่ในวงศ์ Acoraceae ชื่อสามัญ Calamus, Calamus Flargoot, Flag Root, Mytle Grass, Myrtyl sedge, Sweet Flag, Sweet Sedge ชื่อท้องถิ่น ได้แก่ ว่านน้ำเล็ก ตะไคร้น้ำ คาเจียงจี้ ทิสีปุตอ ผมผา สัมชื่น ฮางคาวน้ำ ฮางคาวบ้าน ว่านน้ำมีข้อมูลทางคลีนิค คือ รักษาอาการกระจกตาอักเสบ รักษาอาการลำไส้อักเสบ ข้อมูลทางเภสัชวิทยา คือ มีฤทธิ์ในการรักษาอาการชัก มีฤทธิ์ระงับอาการไอและขับเสมหะ จากคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยที่มีสารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีประโยชน์ในด้านเวชสำอาง คือนำน้ำมันหอมระเหยดังกล่าวไปพัฒนาในการตั้งตำรับเพื่อใช้ในการบำรุงผิว เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยที่สามารถต่อต้านอนุมูลอิสระ ทำให้ลบเลือนริ้วรอย ต้านการอักเสบ หรือลดการเกิดเม็ดสีเมลานิน ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นตำรับที่ใช้ในเวชสำอางต่อไป ดังนั้น การส่งเสริมการผลิตน้ำมันหอมระเหยอย่างจริงจัง ทั้งในด้านการวิจัยและพัฒนาการผลิตเพื่อการส่งออกของประเทศ การตรวจสอบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสารจึงนับเป็นเรื่องจำเป็นที่จะช่วยเพิ่มแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์และทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินของน้ำมันว่านน้ำ สำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาและใช้ประโยชน์ทางด้านเภสัชวิทยาของน้ำมันหอมระเหยจากว่านน้ำเพื่อพัฒนาเป็นเป็นผลิตภัณฑ์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมน้ำมันหอมระเหยว่านน้ำ

นำเหง้าของว่านน้ำมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำว่านน้ำ 1 กิโลกรัม มาอบที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำเหง้าที่อบแห้งแล้ว 100 กรัม ไปกลั่นน้ำมันหอมระเหยต่อเนื่องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

2. วิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ของน้ำมันว่านน้ำ

การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ ด้วยวิธี Aluminium chloride method ดัดแปลงตามวิธีการของ Meda et al., 2005 นำน้ำมันว่านน้ำ 1 ml เจือจางด้วยเอทานอล 10 ml จากนั้นกรองสารสกัดด้วย membrane filter ขนาด 0.45 μm 2 ครั้ง จากนั้นดูดสารสกัด 0.5 มิลลิลิตร เติม 5% $NaNO_2$ ปริมาตร 150 ไมโครลิตร บ่ม 5 นาที แล้วเติม 10% สารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ ($AlCl_3$) ปริมาตร 150 ไมโครลิตร เขย่า 30 วินาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโมเมตร คำนวณปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของ Quercetin ต่อปริมาณน้ำมันว่านน้ำ 1 มิลลิลิตร (มิลลิกรัมเคอร์ซิตินต่อมิลลิลิตร น้ำมันว่านน้ำ) เทียบกับสารละลายมาตรฐาน Quercetin เข้มข้น 0.1-0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

3. ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน (เอนไซม์ไทโรซิเนส) ของน้ำมันว่านน้ำ

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ด้วยวิธี dopachrome method ดัดแปลงตามวิธีของ Manosoi และคณะ (2012) เจือจางน้ำมันว่านน้ำด้วยไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethyl sulfoxide, DMSO) ปิเปตน้ำมันที่เจือจางแล้วปริมาตร 40 ไมโครลิตร ผสมกับ tyrosinase mushroom ความเข้มข้น 52 ยูนิต/มิลลิลิตร ปริมาตร 40 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติม 2.5 mM L-dopa บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 60 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร โดยใช้ 1% กรดโคจิก เป็นสารควบคุมที่ให้ผลเชิงบวก ทำการทดลอง 3 ครั้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากสมการ

$$\text{Tyrosinase inhibition activity (\%)} = [(A-B)/A] \times 100$$

เมื่อ A คือค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ไม่เติมสารสกัด และ B คือค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่เติมสารสกัด

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ปริมาณฟลาโวนอยด์ของน้ำมันว่านน้ำ

นำว่านน้ำมากลั่นน้ำมัน จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ของน้ำมันว่านน้ำ พบว่าน้ำมันว่านน้ำมีปริมาณฟลาโวนอยด์เท่ากับ 9.35±0.60 มิลลิกรัมเคอร์ซิตินต่อมิลลิลิตร ซึ่งพบมีปริมาณมากกว่าดอกถั่วแระและดอกส้มป่อยที่ให้ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์เท่ากับ 0.22±0.3 มิลลิกรัมเคอร์ซิตินต่อมิลลิลิตร และ 0.98±0.3 มิลลิกรัมเคอร์ตินต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ปริมาณฟลาโวนอยด์จากน้ำมันว่านน้ำ พบมีค่าน้อยกว่าดอกของเทียนบ้าน (44.74±0.82 มิลลิกรัมเคอร์ตินต่อกรัม) (อินทิราและพัชรพรรณ, 2561)

ตารางที่ 1 ปริมาณฟลาโวนอยด์ของน้ำมันว่านน้ำ

ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหย	ปริมาณฟลาโวนอยด์ (มิลลิกรัมเคอร์ซิตินต่อมิลลิลิตร)
น้ำมันว่านน้ำ	9.35±0.60

2. ฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน (เอนไซม์ไทโรซิเนส) ของน้ำมันว่านน้ำ

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน (เอนไซม์ไทโรซิเนส) ของน้ำมันว่านน้ำด้วยวิธี dopachrome method พบว่าน้ำมันว่านน้ำมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.06±0.15 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร (v/v) ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่ากรดโคจิกซึ่งเป็นสารมาตรฐานที่ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.03±0.21 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร (v/v) แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าสารสกัดจากดอกถั่วแระและดอกส้มป่อยที่ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 2.21±0.16 และ 1.91±0.0.09 มิลลิกรัม/มิลลิตร ตามลำดับ (สุธิราและประสบอร, 2559) สอดคล้องกับการทดลองของ Kubo และคณะ, 2000 พบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้จากดอก *Heterotheca inuloides* เช่น quecetin มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.07 mM, luteolin มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.19 mM, kaempferol มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.23 mM มีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ดีเมื่อเทียบกับสารมาตรฐานกรดโคจิก (IC_{50} เท่ากับ 0.014 mM) quecetin มีความสามารถยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ดีเนื่องจากมีโครงสร้างคล้ายกับสารมาตรฐานกรดโคจิก

ตารางที่ 2 ฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินของน้ำมันว่านน้ำ

ตัวอย่าง	IC_{50} ± SD ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร
น้ำมันว่านน้ำ	0.06±0.15
Kojic acid	0.03±0.21

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง ปริมาณฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสี เมลานินของน้ำมันว่านน้ำ ได้รับงบประมาณการวิจัย ประเภทงบอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2562 และผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาวศิริวรรณ ปานเมือง นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่างๆจนงานวิจัยสำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

วทันยา ลิมปพะยอม, และณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. 2557. องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยขิง. **ว.วิจัยและพัฒนา มจธ.** 37(30): 297-303.

บุษราคัม สิงห์ชัย, นิศา ตระกูลภักดี, และสาวิตรี ทองลิ้ม. 2560. น้ำมันหอมระเหยจากเกสรบัวหลวงราชินี. **ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 25(1): 27-34.

สุธิรา มณีฉายและประสบอร รินทอง. 2559. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเมทานอลจากดอกถั่วและดอกส้มป่อย. **ว. วิทย. มข.** 44(1):142-152.

อินทิรา ขุดแก้วและพัชรพรรณ สุคนธ์ขจร. (2561). สมบัติต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของลำต้น ใบ ดอก และเมล็ดจากเทียนบ้าน. **แก่นเกษตร.** 46(1): 1242-1247).

Ando, H., Kondoh, H., Ichihashi, M. and Hearing, V.J. (2007). Approaches to identify inhibitors of melanin biosynthesis via the quality control of tyrosinase. **J. Invest. Der**., 127: 751-761.

Aiemsaard, J., Aiumiamai, S., Taweechaisuppapong, S., Aromdee, C. and Khunkitti, W. (2010). Chemical composition, antioxidant activity and antibacterial action of eight essential oils against clinical isolates of mastitis pathogens. **Int J Essent Oil Ther**. 4:37-43.

Brenes, A. and Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. **Animal Feed Sci and Tech**. 158(1): 1-14.

Kim, Y.J. and Uyama, H. (2005). Tyrosinase inhibitors from natural and synthetic source: structure, inhibition mechanism and prospective for the future. **Cell. Mol. Life. Sci**. 62: 1707-1723.

Kubo, l., Kinst-Hori, l., Chaudhuri, S.K., Kubo, Y., SaAnchezb, Y. and Ogurab, T. (2000). Flavonols from Heterotheca inuloides: tyrosinase inhibitory activity and structural criteria. **Bioorganic** & **Med Chem**. 8:1749-1755.

Lertsatitthanakorn, P., Taweechaisupapong, S., Aromdee, C. and Khunkitti, W. (2006). In vitro bioactivities of essential oils used for acne control**. Int J.Aromather**, 16: 43-49.

Lin, J.W., Chiang, H.M., Lin, Y.C. and Wen, K.C. (2008). Natural products with skin-whitening effects. **J. Food. Drug. Anal**. 16:1-10.

Masashiro, M., Norikazu, I., Yoshiko, K., Miki, M. and Kazuhito, W. (2002). Inhibition activity of Citrus essential oils. **J. Cosmet Derm**. 1: 183-187.

Matsuura, R., Ukeda, H. and Sawamura, M. (2006). Tyrosinase inhibition activity of Citrus essential oils. **J. Agric Food Chem**. 54: 2309-2313.

Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. and Nacoulma, O.G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity, **Food Chemistry**, 91: 571-577.

Manosoi, A., Kumguan, K., Chankhampan, C., Manosroi, W. and Manosroi, J. (2012). Nanoscale Gelatinase A (MMP-2) Inhibition on human skin fibroblasts of Lonkong (*Lansium domesticum* Correa) leaf extracts for antiaging. **J. nanosci and nanotech**. 12:1-11.

Solano, F., Briganti, S., Picardo, M. and Ghanem, G. (2006). Hypoppigmenting agents: updated review on biological. Chemical and adpects. **Pigment Cell Res**. 19:550-571.

Viyoch, J., Pisutthanan, N., Faikrea, A., Nupangta, K., Wangtopol, K. and Ngokkuen, J. (2006). Evaluation of in vitro antimicrobial activity of Thai basil oils and their micro- emulsion formulas against Propionibacterium acnes. **Int J. Cosmet Sci**. 28: 125-133.

ชาย-หญิง-เพศทางเลือก : คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช[1]

Male-Female-Third gender (transgender) : Health-related quality of life of Myanmar migrant workers in Nakhon Si Thammarat Province.

เดโช แขน้ำแก้ว[2*] เชษฐา มุหะหมัด[3] พงศ์ประสิทธิ์ อ่อนจันทร์[4] ลดาวัลย์ จันทวงค์[5]

Daycho Khaenamkhaew[2*] Chettha Muhamad[3] Pongpasit Onchan[4]Ladawan Jantawong[5]

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกตามเพศชาย เพศหญิง และเพศทางเลือก เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม มีประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ แรงงานพม่า จำนวน 350 คน โดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.42, S.D. = 0.64) เพศที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เพศหญิงอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.53, S.D. = 0.53) รองลงมา คือ เพศชาย อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.37, S.D. = 0.67) และเพศที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ เพศทางเลือก อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.80, S.D. = 0.43)

คำสำคัญ: คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ; แรงงานพม่า; ชาย-หญิง-เพศทางเลือก

Abstract

This article aims to conduct quantitative study on health-related quality of life of Myanmar migrant workers, categorized as male, female, and third gender (transgender) in Nakhon Si Thammarat province. Questionnaires were used to collect data from 350 Myanmar migrant workers. The data were analyzed using frequency, percentage, mean, and standard deviation. The findings revealed that for Myanmar migrant workers in Nakhon Si Thammarat province, the overall health-related quality of life is at medium level ($\overline{X}$ = 3.42, S.D. = 0.64); the female group has the highest level of health-related quality of life at high level ($\overline{X}$ = 3.53, S.D. = 0.53); followed by the male group at medium level ($\overline{X}$ = 3.37, S.D. = 0.67); then the level of health-related quality of life for the third gender group is at medium level, the lowest among the three group ($\overline{X}$ = 2.80, S.D. = 0.43).

Keywords: Health-related quality of life, Myanmar migrant workers, Male-Female-Third gender (transgender)

[1]บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ศึกษาและสังเคราะห์เพิ่มเติมจากการศึกษาวิจัยเรื่อง แรงงานพม่า: คุณภาพชีวิตและการสร้างความหมายใหม่ในจังหวัดนครศรีธรรมราช ปี 2562

[1]อาจารย์ ดร., มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช Email: daycho_kha@nstru.ac.th

[1]อาจารย์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[1]อาจารย์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[1]อาจารย์, มหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตไสใหญ่ นครศรีธรรมราช

บทนำ

การเข้าสู่ AEC ที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนย้ายแรงงานต่างด้าวเข้ามาในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น “แรงงานต่างด้าว” หรือแรงงาน 3 สัญชาติ ได้แก่ แรงงานพม่า แรงงานกัมพูชา และแรงงานลาว มีจำนวนทั้งสิ้นกว่า 3,805,827 คน แยกเป็นแรงงานประเภทฝีมือ 165,909 คน ชนกลุ่มน้อย 58,663 คน และแรงงานประเภททั่วไป 3,581,255 คน เป็นแรงงานที่เคลื่อนย้ายแรงงานจากประเทศหนึ่งไปสู่อีกประเทศหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ แรงงานพม่า ที่เคลื่อนย้ายจากประเทศพม่ามายังประเทศไทยจำนวนมาก ซึ่งเป็นการย้ายเข้ามาในลักษณะ “แรงงานรับจ้าง” ที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ประกอบกับรัฐบาลได้มีมาตรการผ่อนปรนให้แรงงานต่างด้าวได้รับอนุญาตให้อยู่ในประเทศและทำงานตามคำสั่ง หัวหน้า คสช. ที่ 33/2560 เรื่อง มาตรการชั่วคราวเพื่อแก้ไขข้อขัดข้องในการบริหารจัดการการทำงานของคนต่างด้าว จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ และจัดการกับปัญหาแรงงานให้ได้ผลอย่างยั่งยืน (Petruk, S. and Sompunmak, C., 2016; Ministry of Labour, 2018)

การเคลื่อนย้ายเข้ามาของแรงงานพม่าที่เข้ามาทำงานในจังหวัดนครศรีธรรมราชอย่างถูกต้องตามกฎหมาย 10,959 คน (Provincial Employment Office of Nakhon Si Thammarat, 2018) เพราะแรงงานพม่ามีความอดทนขยัน และสามารถทดแทนแรงงานไทยได้ ประกอบกับมีค่าแรงที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานไทย ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของแรงงานพม่าเข้ามาทำงานและเข้าสู่ระบบการทำงานแบบถูกต้องตามกฎหมายในจังหวัดนครศรีธรรมราชเพิ่มมากขึ้น ทำให้ไม่ว่าจะมองไปทางไหนก็พบแรงงานพม่าอยู่ทั่วทุกพื้นที่ในจังหวัดนครศรีธรรมราช (Samkoset, W., 2019) และจากการสำรวจความต้องการแรงงานพม่าของสถานประกอบการเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดมาตรการเกี่ยวกับแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีข้อเสนอเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของแรงงานพม่าให้สอดคล้องกับความต้องการขั้นพื้นฐานที่ควรได้รับเพื่อหาแนวทางการสร้างนโยบาย หรือมาตรการในการแก้ไขปัญหาร่วมกัน (Petruk, S. and Sompunmak, C., 2016); Khanamkhaew, D., 2019)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านสุขภาพ เป็นเรื่องที่สำคัญมาก เพราะเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตที่สามารถเอื้อต่อการพัฒนางานของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราชได้ เกี่ยวกับการได้รับความรู้เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ ได้ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาตามที่ต้องการได้ ได้รับการดูแลและรักษาพยาบาลเมื่อยามเจ็บป่วย ได้รับสวัสดิการด้านการรักษาพยาบาลและสามารถผ่อนคลายความเครียดของตนเองได้ (Khanamkhaew, D., 2019) ดังงานวิจัยของ Songthap, A. and Thongsamsee, W. (2017) ที่สรุปผลว่า แรงงานต่างด้าวมีคุณภาพชีวิตในภาพรวมระดับปานกลาง ซึ่งมีคุณภาพชีวิตที่ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้ผู้เขียนมีความสนใจว่า หากมองในมิติทางเพศภาวะ หรือชาย-หญิง-เพศทางเลือก จะส่งผลต่อคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราชอย่างไร โดยมีงานวิจัยของ Jitrogjanaruk, K. and Sorakraikitikul, M. (2016) ที่สรุปว่า แรงงานพม่าเพศหญิงมักทำงานงานที่เบากว่า มีความปลอดภัย และมีสุขภาพดี ในขณะที่งานวิจัยของ Songthap, A. and Thongsamsee, W. (2017) สรุปได้ว่า เพศชายเป็นเพศที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ไม่มีโรคภัยไข้เจ็บมากนัก และงานวิจัยของ Maneedang, P., Rongmuang, D., Thongphet, P. and Sridowruang, C. (2016) ที่สรุปได้ว่า หากมีการเจ็บป่วยจะซื้อยามารับประทานเอง เพราะไม่มีพาหนะเดินทางไปสถานพยาบาลและกลัวที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก อีกทั้งนอกเหนือจากเพศชาย-หญิง ยังต้องการทำความเข้าใจการแสดงออกทางเพศ เพราะเพศทางเลือก ยังถูกจำกัดการเข้าถึงด้านสุขภาพบางประการ ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพที่แตกต่าง ดังงานวิจัยของ Thongsuk, B. (2017) ที่สรุปว่า เพศที่สามปกปิดว่าตนเอง เพราะความหลายหลายทางเพศทำให้ไม่เท่าเทียม จึงจำเป็นต้อง “ขจัดความหลากหลาย” สู่ความเท่าเทียมกันเพื่อการจัดการคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพที่ดีร่วมกันได้

จากความสำคัญข้างต้น ผู้เขียนมีความสนใจศึกษาเรื่อง ชาย-หญิง-เพศทางเลือก : คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช ภายใต้คำถามว่า คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกตามเพศชาย เพศหญิง และเพศทางเลือก จะมีค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตที่แตกต่างกันอย่างไร เพื่อจะได้ทราบข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปเตรียมความพร้อมในการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพให้กับแรงงานพม่า หากสามารถนำวิจัยนี้ไปใช้จริงเพื่อช่วยเหลือแรงงานพม่าในด้านสุขภาพให้ดีขึ้นได้ในจังหวัดนครศรีธรรมราชต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณเพื่อศึกษาคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกตามเพศชาย เพศหญิง และเพศทางเลือก ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนพฤษภาคม 2561 – กรกฎาคม 2562 พื้นที่วิจัย ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง การศึกษาครั้งนี้มีประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ แรงงานพม่าที่เข้ามาทำงานอย่างถูกต้องตามกฎหมายในจังหวัดนครศรีธรรมราช แต่เนื่องจากไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน ทำให้ตัวอย่างประชากรคำนวณได้จากสูตรที่ไม่ทราบขนาดประชากรของ W.G. Cochran โดยกำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 คือ ได้ตัวอย่างประชากรอย่างน้อย 323 คน จึงสามารถประมาณค่าร้อยละโดยมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงใช้ตัวอย่างประชากรทั้งหมด 350 ตัวอย่าง ซึ่งถือได้ว่าผ่านเกณฑ์ตามที่เงื่อนไขกำหนด คือ ไม่น้อยกว่า 323 ตัวอย่าง (Cochran, 1997) แล้วจึงเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างประชากรแบบสุ่มโดยบังเอิญ จนครบตามจำนวนที่ต้องการ (Boonmak, S., 2017)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาวิเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของแรงงานพม่าจากหนังสือ เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดเป็นกรอบแนวคิดให้ครอบคลุมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาวิจัย

2.2 การสร้างแบบสอบถามตามกรอบแนวคิดและทฤษฎีที่กำหนดไว้ตามวิธีการสร้างแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศของแรงงานพม่า

ตอนที่ 2 เกี่ยวกับระดับคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Numerical Rating Scale) มี 5 ระดับ ดังนี้ (Boonmak, S., 2017)

5 คะแนน	หมายถึง	มากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	มาก
3 คะแนน	หมายถึง	ปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง น้อย

1 คะแนน หมายถึง น้อยที่สุด

มีเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนี้ (Boonmak, S., 2017)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะ เป็นลักษณะคำถามปลายเปิด

2.3 เมื่อสร้างแบบสอบถามเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ดำเนินการเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยได้ดำเนินการนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.กัณตภณ หนูทองแก้ว, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลลดา แสงมณี ศิริสาธิตกิจ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ ฉิมหาด, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธิรา ชัยรักษา เงินถาวร และ ดร.สุพัตรา คงขำ เพื่อพิจารณาการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งในด้านเนื้อหาสาระและโครงสร้างของคำถาม โดยในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาและได้ดำเนินการทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการนำแบบสอบถามเสนอตรวจสอบอีกครั้ง และทดลองเครื่องมือ (Try-out) จำนวน 30 คน หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha Cronbach Coefficient) โดยการวิจัยได้ค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.775

2.4 นำแบบสอบถามที่ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง และเท่ากับ 0.775 แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้แจกจ่ายให้กลุ่มตัวอย่างจริงในการศึกษาวิจัยต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล การศึกษาในครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการขออนุมัติหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จากนั้นนำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชเสนอต่อผู้ประกอบการ/นายจ้างของแรงงานพม่าเพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัย และผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแจกจ่ายแบบสอบถามไปยังกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 350 คน และรับแบบสอบถามกลับคืนมา

4. การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาครั้งนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยศึกษาคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกตามเพศชาย เพศหญิง และเพศทางเลือก ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล คือ (1) ข้อมูลทั่วไปของแรงงานพม่า ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ

โดยใช้ตารางประกอบคำอธิบาย และ (2) คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่า ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ตารางประกอบคำอธิบาย

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของแรงงานพม่า ผลการศึกษาพบว่า แรงงานพม่าส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 227 คน คิดเป็นร้อยละ 64.86 รองลงมา คือ เพศหญิง จำนวน 119 คน คิดเป็นร้อยละ 34.00 และน้อยที่สุด คือ เพศที่สาม (ข้ามเพศ) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 1.14 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของแรงงานพม่า

ที่	รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
1.	เพศชาย	227	64.86
2.	เพศหญิง	119	34.00
3.	เพศทางเลือก	4	1.14
รวม		**350**	**100.00**

2. ผลการศึกษาคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกตามเพศชาย เพศหญิง และเพศทางเลือก

2.1 จำแนกตามเพศชาย ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่า อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.37, S.D. = 0.67) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ผลการศึกษาพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ได้ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาตามที่ต้องการได้ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.61, S.D. = 1.17) รองลงมา คือ ได้รับสวัสดิการด้านการรักษาพยาบาล อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.63, S.D. = 1.10) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ สามารถผ่อนคลายความเครียดของตนเองได้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.21, S.D. = 0.98)

2.2 จำแนกตามเพศหญิง ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่า อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.53, S.D. = 0.53) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ผลการศึกษาพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ได้รับสวัสดิการด้านการรักษาพยาบาล อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.77, S.D. = 1.06) รองลงมา คือ สามารถผ่อนคลายความเครียดของตนเองได้ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.73, S.D. = 1.01) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ได้ออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาตามที่ต้องการได้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.31, S.D. = 1.01)

2.3 จำแนกตามเพศทางเลือก ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่า อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.80, S.D. = 0.43) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ผลการศึกษาพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ สามารถผ่อนคลายความเครียดของตนเองได้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.25, S.D. = 0.96) รองลงมา คือ ได้รับความรู้เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.00, S.D. = 0.00) และได้รับการดูแลและรักษาพยาบาลเมื่อยามเจ็บป่วย อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.00, S.D. = 0.82) เท่ากัน และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ได้รับสวัสดิการด้านการรักษาพยาบาล อยู่ในระดับน้อย ($\overline{X}$ = 2.25, S.D. = 0.50)

2.4 โดยรวม ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่า อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.42, S.D. = 0.64) จำแนกตามเพศ ผลการศึกษาพบว่า เพศที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ จำแนกตามเพศหญิง อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.53, S.D. = 0.53) รองลงมา คือ จำแนกตามเพศชาย อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.37, S.D. = 0.67) และเพศที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ จำแนกตามเพศทางเลือก อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.80, S.D. = 0.43)

ตารางที่ 2 คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกตามเพศชาย เพศหญิง และเพศทางเลือก

ที่	รายละเอียดคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ	จำแนกตามเพศชาย			จำแนกตามเพศหญิง			จำแนกตามเพศทางเลือก			โดยรวมทุกเพศ		
		$\overline{X}$	S.D.	แปลผล	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1.	ได้รับความรู้เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ	3.22	1.09	ปานกลาง	3.38	1.07	ปานกลาง	3.00	0.00	ปานกลาง	3.27	1.08	ปานกลาง
2.	ได้ออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาตามที่ต้องการได้	3.63	1.10	มาก	3.31	1.01	ปานกลาง	2.50	0.58	น้อย	3.51	1.09	มาก
3.	ได้รับการดูแลและรักษาพยาบาลเมื่อยามเจ็บป่วย	3.22	1.04	ปานกลาง	3.45	0.98	ปานกลาง	3.00	0.82	ปานกลาง	3.30	1.03	ปานกลาง
4.	ได้รับสวัสดิการด้านการรักษาพยาบาล	3.61	1.17	มาก	3.77	1.06	มาก	2.25	0.50	น้อย	3.65	1.14	มาก
5.	สามารถผ่อนคลายความเครียดของตนเองได้	3.21	0.98	ปานกลาง	3.73	1.01	มาก	3.25	0.96	ปานกลาง	3.39	1.02	ปานกลาง
รวม		**3.37**	**0.67**	**ปานกลาง**	**3.53**	**0.53**	**มาก**	**2.80**	**0.43**	**ปานกลาง**	**3.42**	**0.64**	**ปานกลาง**

จากการศึกษาสรุปผลการศึกษา ได้แก่ คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกตามเพศชาย เพศหญิง และเพศทางเลือก อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.42, S.D. = 0.64) เมื่อพิจารณาตามเพศ ผลการศึกษาพบว่า เพศที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เพศหญิง อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.53, S.D. = 0.53) รองลงมา คือ เพศชาย อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.37, S.D. = 0.67) และเพศที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ เพศทางเลือก อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.80, S.D. = 0.43) และสามารถอภิปรายผลการศึกษา ได้แก่ คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกตามเพศชาย เพศหญิง และเพศทางเลือก อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.42, S.D. = 0.64) สอดคล้องกับการศึกษาของ Pramaha Adidej Sativaro, Hongthong, T., Boonmaya, S., Phramaha Weeratis Warindho and Sae-Eab, S. (2018) ที่สรุปได้ว่า เมื่อแรงงานพม่ามีปัญหาเรื่องการเจ็บป่วย พบว่า มีการแสวงหาบริการด้านสุขภาพ ได้แก่ ดูแลตนเองและสมาชิกในครอบครัว ถ้าเจ็บป่วยเล็ก ๆ น้อย ๆ นิยมซื้อยารับประทานเอง และดูแลโดยภูมิปัญญาชาวบ้านตามค่านิยมและความเชื่อ และการดูแลโดยภาควิชาชีพ โดยปัจจุบันแรงงานพม่าส่วนใหญ่ใช้สิทธิประกันสังคมในหลักการประกันสุขภาพตนเองได้ ทั้งโรงพยาบาลของภาครัฐและเอกชน และให้ความสำคัญกับเรื่องสุขภาพมาก จะปฏิบัติตามคำสั่งแพทย์อย่างเคร่งครัด และมีวินัยในการไปพบแพทย์อย่างสม่ำเสมอ แต่ก็ยังพบปัญหาเรื่อง "การบริการด้านสุขภาพไม่ทั่วถึง" ส่งผลต่อความเห็นต่อคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพในระดับ "ปานกลาง" เพราะรู้สึกถึงความไม่เท่าเทียมกันระหว่างแรงงานพม่าเอง และระหว่างชาวพม่ากับชาวไทย โดยอุปสรรคที่พบเจอเป็นประจำคือเรื่องของการสื่อสารระหว่างเจ้าหน้าที่กับผู้ป่วยแรงงานพม่า ทำให้การรักษาล่าช้าเพราะสื่อสารกันไม่เข้าใจ

เมื่อจำแนกตามเพศหญิง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.53, S.D. = 0.53) สอดคล้องกับการศึกษาของ Jitrogjanaruk, K. and Sorakraikitikul, M. (2016) ที่สรุปว่า แรงงานพม่าเพศหญิงมักทำงานงานที่เบากว่า การทำงานที่มีความปลอดภัย และมีการส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาพดี และส่วนใหญ่รับรู้ว่าตนเองว่ามีคุณภาพชีวิตที่ดี ในขณะที่เมื่อจำแนกตามเพศชาย อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.37, S.D. = 0.67) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Songthap, A. and Thongsamsee, W. (2017) สรุปได้ว่า คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ ($\overline{X}$ = 2.93, SD = 0.70) ซึ่งเพศชายเป็นเพศที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง จึงไม่มีโรคภัยไข้เจ็บมากนัก และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Maneedang, P., Rongmuang, D., Thongphet, P. and Sridowruang, C. (2016) ที่สรุปได้ว่า ด้านพฤติกรรมสุขภาพแรงงานต่างชาติชาวพม่าที่หากมีการเจ็บป่วยแรงงานชาวพม่าจะซื้อยามารับประทานเอง เนื่องจากการเดินทางไปสถานพยาบาลลำบากไม่มีพาหนะ และกลัวที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก และจำแนกตามเพศทางเลือก มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.80, S.D. = 0.43) ซึ่งการทำความเข้าใจการแสดงออกทางเพศที่แตกต่างกันเป็นเรื่องสำคัญ เพราะคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่า จำแนกตามเพศทางเลือก มีคุณภาพชีวิตต่ำสุด อยู่ในระดับปานกลางซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Thongsuk, B. (2017) ที่สรุปว่า เพศที่สามปกปิดว่าตนเองเป็นเพศที่สามทำให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อบริบทที่แวดล้อมตัวบุคคล การทำความเข้าใจความหลายหลายทางเพศจะ "ขจัดความหลากหลาย" สู่ความเท่าเทียมกันที่มีอยู่ในสังคมส่งผลให้ให้ "คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพที่ดี" หากแม้จะมีปัญหาก็จะสามารถร่วมกันแก้ปัญหาและจัดการร่วมกันได้

สรุปผลการวิจัย

คุณภาพชีวิตด้านสุขภาพของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.42, S.D. = 0.64) โดยเพศที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เพศหญิงอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.53, S.D. = 0.53) รองลงมา คือ เพศชาย อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.37, S.D. = 0.67) และเพศที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ เพศทางเลือก อยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.80, S.D. = 0.43) จากผลการวิจัยทำให้ทราบข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปเตรียมความพร้อมในการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพให้กับแรงงานพม่า และสามารถนำวิจัยนี้ไปใช้จริงเพื่อช่วยเหลือแรงงานพม่าในด้านสุขภาพให้ดีขึ้นได้ในจังหวัดนครศรีธรรมราชต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่เอื้อสถานที่ค้นคว้าทางวิชาการ ขอขอบคุณเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่จัดการประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานทางวิชาการ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณา และอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการทำการวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลทุกท่านที่อนุเคราะห์ข้อมูล รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ และท้ายสุด ขอกราบขอบคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง และผู้ที่สนับสนุนทุกท่าน ที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจเสมอมา จนสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Boonmak, S. (2017). *Research Methodology in Social Sciences.* Songkhla : Faculty of Humanities and Social Sciences, Thaksin University. (in Thai)

Cochran, W.G. (1997). *Sampling Techniques*. New York : John Wiley& sons.

Jitrogjanaruk, K. and Sorakraikitikul, M. (2016). Quality of Work Life: Migrant Domestic Workers. *Journal of Social Research*, 39 (2): 139-176. (in Thai)

Khanamkhaew, D. (2019). *Myanmar migrant workers : Quality of life and creating new meaning in Nakhon Si Thammarat Province.* Nakhon Si Thammarat : Faculty of Humanities and Social Sciences. (in Thai)

Maneedang, P., Rongmuang, D., Thongphet, P. and Sridowruang, C. (2016). Lifestyle, Lack of Knowledge, Beliefs and Wrong Health Behavior Cause Malaria among Burmese Workers in Saidang Sub-District,Muang Ranong. *The Southern College Network Journal of Nursing and Public Health, 3* (3): 77- 93. (in Thai)

Ministry of Labour. (2018). *Guidelines for Alien Labor Management 2018.* One Stop Service (OSS), Ministry of Labour. (in Thai).

Petruk, S. and Sompunmak, C. (2016). Labor of Thailand Market will in the Future. *Western University Research Journal of Humanities and Social Science*. 2(3): 99-113. (in Thai).

Pramaha Adidej Sativaro, Hongthong, T., Boonmaya, S., Phramaha Weeratis Warindho and Sae-Eab, S. (2018). The Buddhist Group Behavior of Burmese Immigrant Workers and Life's Quality Development. *Journal of MCU Peace Studies*, 6 (3): 1213-1228. (in Thai)

Provincial Employment Office of Nakhon Si Thammarat. (2018). *Executive summary of labor situation in Nakhon Si Thammarat province*. Nakhon Si Thammarat : Office of Nakhon Si Thammarat province. (in Thai).

Samkoset, W. (2019). *Migrant workers are valuable assets.* (Online), Available : http://www.aidsrights thai land.com/look-news.php?lang=&news=800023. (December 8, 2019). (in Thai).

Songthap, A. and Thongsamsee, W. (2017). Factors Affecting Quality of Life among Transnational Workers in Kantang District, Trang Province**.** *EAU HERITAGE JOURNAL, Science and Technology.* 11(2): 191-206. (in Thai).

Thongsuk, B. (2017). Character Reflection of (LGBT–Themed Novels) in Thailand B.E. 2516-2557. *Inthaninthaksin Journal,* 12 (2): 35-57. (in Thai)

ผลรวมสำหรับนัยทั่วไปใหม่ของลำดับฟีโบนักชีโดยใช้เมทริกซ์

SUMS OF GENERALIZED OF FIBONACCI NUMBER BY MATRIX METHODS

ชวัลวิทย์ แสงเจริญ[1] , นูรอาซีกิง หะยีเจะซอ[1] , ศรัณยา เฮงสวัสดิ์[2]*

Chawanwit Sangjaraen[1], Nur-aseeking Hayeecheso[1], Saranya Hangsawat[2]*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลรวมของลำดับฟีโบนักชีทั่วไป $\{f_n\}_{n=0}^{\infty}$ ซึ่งนิยามโดยความสัมพันธ์เวียนเกิด ดังนี้ $f_n = 2af_{n-1} + \left(b-a^2\right) f_{n-2}$ สำหรับจำนวนเต็มบวก $n \geq 2$ ซึ่งมีเงื่อนไขค่าเริ่มต้น $f_0 = 0, f_1 = 1$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนจริงที่ไม่ใช่ศูนย์ และ $b \neq a^2$ โดยการสร้างเมทริกซ์จากความสัมพันธ์ดังกล่าว และใช้สมบัติของเมทริกซ์หาผลรวมของลำดับสำหรับนัยทั่วไปใหม่ของจำนวนฟีโบนักชี ซึ่งผลรวมที่ได้ คือ $S_n = \frac{f_{n+1} + \left(b-a^2\right) f_n - 1}{b-(a-1)^2}$ $S_{n+1} = 2aS_n + \left(b-a^2\right)S_{n-1} + 1$ และ $S_{n+m} = f_{n+1}S_m + \left(b-a^2\right) f_n S_{m-1} + S_n$ เมื่อ S_n เป็นผลรวมของจำนวน f_n จาก 1 ถึง n

คำสำคัญ: ลำดับฟีโบนักชี ผลรวมของจำนวนฟีโบนักชี วิธีทางเมทริกซ์

Abstract

In this paper, we study sums of the Fibonacci sequences $\{f_n\}_{n=0}^{\infty}$ which is defined by the recurrence relations $f_n = 2af_{n-1} + \left(b-a^2\right) f_{n-2}$ for positive integer $n \geq 2$ with initial conditions, $f_0 = 0, f_1 = 1$where a and b are positive real numbers and $b \neq a^2$. We generate the matrix for sums of this relation. Moreover, we use matrix methods to find those sums. Which are

$S_n = \frac{f_{n+1} + \left(b-a^2\right) f_n - 1}{b-(a-1)^2}$, $S_{n+1} = 2aS_n + \left(b-a^2\right)S_{n-1} + 1$ and $S_{n+m} = f_{n+1}S_m + \left(b-a^2\right) f_n S_{m-1} + S_n$

whenever S_n bethe sum of f_1 to f_n

Keywords: Fibonacci sequence, sums of Fibonacci number, matrix methods

[1]นักศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

***Corresponding author, E-mail:** saranya.nu@skru.ac.th

บทนำ

ลำดับฟีโบนักชี $\{F_n\}_{n=0}^{\infty}$ นิยามโดยความสัมพันธ์เวียนเกิด $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ โดยมีเงื่อนไขค่าเริ่มต้น $F_0 = 0$ และ $F_1 = 1$ซึ่งผลรวมของจำนวนฟีโบนักชีลำดับ 1 ถึง n คือ $\sum_{i=1}^{n} F_i = F_{n+2} - F_1$ (Kilic, E. 2007) มีงานวิจัยจำนวนมากได้ศึกษาสมบัติของจำนวนฟีโบนักชีและเอกลักษณ์ที่สำคัญของจำนวนฟีโบนักชี ในปี ค.ศ.2007 Kilic, E. ได้ศึกษาความสัมพันธ์เวียนเกิดของลำดับฟีโบนักชี และสร้างเมทริกซ์สำหรับผลรวมของเงื่อนไขเชิงบวกและเชิงลบ ในปีเดียวกัน Falcon, S. and Plaza, A. ได้ศึกษาสมบัติและเอกลักษณ์ของลำดับเค-ฟีโบนักชีและลำดับเพลล์โดยใช้สมบัติที่เกี่ยวข้องกับสามเหลี่ยมปาสคาล ต่อมาในปี ค.ศ.2009 Edson, M. และ Yayenie, O. ได้ศึกษาสมบัติของลำดับใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นโดยการเปลี่ยนความสัมพันธ์เวียนเกิด และศึกษาสูตรไบเนต ในปี ค.ศ.2011 Edson, M. และคณะ ได้ศึกษาสมบัติเวียนเกิดของลำดับที่ได้จากความสัมพันธ์เวียนเกิดไม่เชิงเส้น จากนั้นใช้ความสัมพันธ์เวียนเกิดเพื่อกำหนดฟังก์ชันก่อกำเนิดและการสร้างสูตรไบเนต ต่อมาในปี ค.ศ.2013 Cerda, M.G. ได้ศึกษาลำดับฟีโบนักชีทั่วไปและลำดับลูคัส สร้างสูตรไบเนตมาใช้หาสมบัติและเอกลักษณ์ของลำดับฟีโบนักชีทั่วไปและลำดับลูคัส โดยใช้เมทริกซ์และต่อมาในปี ค.ศ.2014 Bilgici, G. ได้ศึกษาสมบัติของลำดับฟีโบนักชีและลำดับ ลูคัส โดยการเปลี่ยนความสัมพันธ์เวียนเกิดและเงื่อนไขค่าเริ่มต้น จากนั้นสร้างสูตรไบเนตสำหรับลำดับฟีโบนักชีและลำดับลูคัสเพื่อหาสมบัติและเอกลักษณ์ ต่อมาในปี ค.ศ.2016 Jun, SP. และ Choi, KH. ได้ศึกษาสมบัติของลำดับ ฟีโบนักชีทั่วไป โดยเปลี่ยนความสัมพันธ์เวียนเกิดและสร้างเมทริกซ์ เพื่อใช้ในการหาสมบัติของลำดับฟีโบชักชีทั่วไป ต่อมาในปี ค.ศ.2018 สุกัญญา มรรคาเขต และคณะ ได้ศึกษาผลรวมของจำนวนฟีโบนักชีทั่วไป โดยเปลี่ยนความสัมพันธ์เวียนเกิดและเงื่อนไขค่าเริ่มต้น จากนั้นสร้างเมทริกซ์เพื่อใช้หาผลรวมของลำดับที่สร้างขึ้น

ในการทำวิจัยครั้งนี้สนใจที่จะศึกษาการนำสมบัติของเมทริกซ์ อาทิเช่น ค่าลักษณะเฉพาะ เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ การเท่ากันของเมทริกซ์มาใช้ในการหาผลรวมสำหรับนัยทั่วไปใหม่ของลำดับฟีโบนักชี ซึ่งในปี ค.ศ. 2014 Bilgici, G. ได้เสนอความสัมพันธ์เวียนเกิดของลำดับใหม่ของจำนวนฟีโบนักชี นั่นคือ ความสัมพันธ์เวียนเกิด $f_n = 2af_{n-1} + \left(b - a^2\right) f_{n-2}$ สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก $n \geq 2$ โดยมีเงื่อนไขค่าเริ่มต้น $f_0 = 0,\ f_1 = 1$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนจริงที่ไม่ใช่ศูนย์

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้เมทริกซ์หาผลรวมสำหรับนัยทั่วไปใหม่ของลำดับฟีโบนักชี ที่ถูกนิยามขึ้นจากการเปลี่ยนความสัมพันธ์เวียนเกิด ของลำดับฟีโบนักชี พร้อมทั้งนำสมบัติของลำดับฟีโบนักชีทั่วไปมาใช้และสร้างเมทริกซ์เพื่อนำไปหาผลรวมของจำนวนฟีโบนักชีทั่วไป

บทนิยาม 1 (Bilgici, G. 2014) กำหนดให้ลำดับทั่วไป $\{f_n\}_{n=0}^{\infty}$ โดยมีความสัมพันธ์เวียนเกิด ดังนี้

$$f_n = 2af_{n-1} + \left(b - a^2\right) f_{n-2} \qquad \text{สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก } n \geq 2 \qquad (1)$$

โดยมีเงื่อนไขค่าเริ่มต้นดังนี้

$$f_0 = 0, f_1 = 1$$

เมื่อ a และ b เป็นจำนวนจริงที่ไม่ใช่ศูนย์ และ $b \neq a^2$ ซึ่งจำนวน f_n มีค่าดังนี้

$$f_n = 0, 1, 2a, 4a^2 + \left(b - a^2\right), \ldots$$

สังเกตได้ว่า สำหรับ $(a,b) = \left(\frac{1}{2}, \frac{5}{4}\right), (1,2)$ ลำดับ $\{f_n\}_{n=0}^{\infty}$ จะเป็นลำดับฟีโบนักชี $\{F_n\}_{n=0}^{\infty}$ และลำดับเพลล์ตามลำดับ

สูตรไบเนตของลำดับ $\{f_n\}_{n=0}^{\infty}$ คือ

$$f_n = \frac{\alpha^n - \beta^n}{\alpha - \beta}$$

เมื่อ $\alpha = a + \sqrt{b}$, $\beta = a - \sqrt{b}$

โดยที่ α และ β เป็นผลเฉลยของสมการลักษณะเฉพาะ $x^2 - 2ax - \left(b - a^2\right) = 0$

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

โดยอุปนัยทางคณิตศาสตร์ สามารถสร้างเมทริกซ์สำหรับลำดับ $\{f_n\}_{n=0}^{\infty}$ นั่นคือ

$$W^n = \begin{bmatrix} 2a & \left(b - a^2\right) \\ 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{n+1} & \left(b - a^2\right) f_n \\ f_n & \left(b - a^2\right) f_{n-1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

ในงานวิจัยครั้งนี้จะสร้างเมทริกซ์ขนาด 3×3 เพื่อใช้ในการหาผลรวมของจำนวนฟีโบนักชี f_n

เมทริกซ์สำหรับผลรวมตามเงื่อนไขของลำดับ $\{f_n\}$

นิยามเมทริกซ์ C เป็นเมททริกซ์ 3×3 ดังต่อไปนี้

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2a & \left(b - a^2\right) \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

และนิยามเมทริกซ์ E_n เป็นเมทริกซ์ 3×3 ดังต่อไปนี้

$$E_n = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_n & f_{n+1} & \left(b-a^2\right) f_n \\ S_{n-1} & f_n & \left(b-a^2\right) f_{n-1} \end{bmatrix} \tag{4}$$

เมื่อ S_n แทนผลรวมของลำดับ $\{f_n\}$ จาก 1 ถึง n นั่นคือ

$$S_n = \sum_{i=1}^{n} f_i \tag{5}$$

ทฤษฎีบท 1 ให้เมทริกซ์ C และ E_n มีรูปแบบ (3) และ (4) ตามลำดับ สำหรับ $n > 0$ แล้ว

$$E_n = C^n \tag{6}$$

พิสูจน์ โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

ให้ $P(n)$ แทน $E_n = C^n$

สำหรับ $n = 1$ จะได้

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2a & \left(b-a^2\right) \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{และ} \quad E_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_1 & f_2 & \left(b-a^2\right) f_1 \\ S_0 & f_1 & \left(b-a^2\right) f_0 \end{bmatrix}$$

สำหรับ $n = 2$ จะได้

$$C^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1+2a & 4a^2+\left(b-a^2\right) & 2a\left(b-a^2\right) \\ 1 & 2a & b-a^2 \end{bmatrix}$$

และ $$E_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_2 & f_3 & \left(b-a^2\right) f_2 \\ S_1 & f_2 & \left(b-a^2\right) f_1 \end{bmatrix}$$

สมมติให้ $P(k)$ เป็นจริง

นั่นคือ $C^k = E_k$ จะได้ว่า

$$C^k = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_k & f_{k+1} & \left(b-a^2\right) f_k \\ S_{k-1} & f_k & \left(b-a^2\right) f_{k-1} \end{bmatrix} = E_k$$

จะแสดงว่า $P(k+1)$ เป็นจริง

พิจารณา

$$C^{k+1} = C^k C^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_k & f_{k+1} & \left(b-a^2\right) f_k \\ S_{k-1} & f_k & \left(b-a^2\right) f_{k-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2a & \left(b-a^2\right) \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_{k+1} & f_{k+2} & \left(b-a^2\right) f_{k+1} \\ S_k & f_{k+1} & \left(b-a^2\right) f_k \end{bmatrix}$$

$$= E_{k+1}$$

ดังนั้นได้ว่า $P(k+1)$ เป็นจริง

$\therefore$ สมการ (6) เป็นจริง

จากความสัมพันธ์เวียนเกิดของลำดับ $\{f_n\}$ จะได้ $S_{n+1} = S_n + f_{n+1}$

นอกจากนี้เราสามารถเขียน

$$E_{n+1} = E_n E_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_n + f_{n+1} & 2af_{n+1} + \left(b-a^2\right) f_n & \left(b-a^2\right) f_{n+1} \\ S_{n-1} + f_n & 2af_n + \left(b-a^2\right) f_{n-1} & \left(b-a^2\right) f_n \end{bmatrix} = E_1 E_n$$

นั่นคือ $E_{n+1} = E_n E_1 = E_1 E_n$

เรียกเมทริกซ์ E_1 ว่าเป็นเมทริกซ์สับเปลี่ยนภายใต้การคูณ

บทแทรก 1 ให้ S_n เป็นผลรวมในสมการ (5) สำหรับ $n > 0$ จะได้ว่า

$$S_{n+1} = 2aS_n + \left(b-a^2\right) S_{n-1} + 1$$

พิสูจน์ จากสมาชิกของ E_{n+1} ซึ่งเป็นผลคูณของแถว E_1 และหลัก E_n จะได้

$$S_{n+1} = 2aS_n + \left(b-a^2\right) S_{n-1} + 1$$

ให้ $K_C(\lambda)$ เป็นพหุนามลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์ C

ดังนั้น

$$K_C(\lambda)=\begin{vmatrix}1-\lambda & 0 & 0\\ 1 & 2a-\lambda & (b-a^2)\\ 0 & 1 & -\lambda\end{vmatrix}$$

$$=(1-\lambda)(\lambda^2-2a\lambda-(b-a^2))$$

ดังนั้นค่าลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์ C คือ

$$\lambda_1=a+\sqrt{a^2+(b-a^2)}\ ,\quad \lambda_2=a-\sqrt{a^2+(b-a^2)}\ ,\quad \lambda_3=1$$

จะได้ เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ คือ $U_1=(0,\lambda_1,1)^t$;$U_2=(0,\lambda_2,1)^t$ และ $U_3=\left(\frac{b-(a-1)^2}{2a},-\frac{1}{2a},-\frac{1}{2a}\right)^t$

ให้ $V=(U_3,U_1,U_2)$

จะได้

$$V=\begin{bmatrix}\frac{b-(a-1)^2}{2a} & 0 & 0\\ -\frac{1}{2a} & \lambda_1 & \lambda_2\\ -\frac{1}{2a} & 1 & 1\end{bmatrix} \qquad (7)$$

เมื่อ λ_1 และ λ_2 เป็นค่าลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์ C

ซึ่ง $\det V=\frac{b-(a-1)^2}{2a}(\lambda_1-\lambda_2)\neq 0$

ทฤษฎีบท 2 ให้ S_n เป็นผลรวมของลำดับ $\{f_n\}$ แล้ว

$$S_n=\frac{f_{n+1}+\left(b-a^2\right)f_n-1}{b-(a-1)^2}$$

พิสูจน์ เราพบว่า

$$CV=VD_1$$

ซึ่ง D_1 เป็นเมทริกซ์ทแยงมุมของค่าลักษณะเฉพาะ

นั่นคือ

$$D_1 = \begin{bmatrix} \lambda_3 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_1 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_2 \end{bmatrix}$$

$$CV = \begin{bmatrix} \frac{b-(a-1)^2}{2a} & 0 & 0 \\ -\frac{1}{2a} & 2a\lambda_1 + \left(b-a^2\right) & 2a\lambda_2 + \left(b-a^2\right) \\ -\frac{1}{2a} & \lambda_1 & \lambda_2 \end{bmatrix}$$

$$VD_1 = \begin{bmatrix} \frac{b-(a-1)^2}{2a}\lambda_3 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{2a}\lambda_3 & \lambda_1^2 & \lambda_2^2 \\ -\frac{1}{2a}\lambda_3 & \lambda_1 & \lambda_2 \end{bmatrix}$$

เมื่อแทนค่า $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ จะได้ว่า

$$CV = \begin{bmatrix} \frac{b-(a-1)^2}{2a} & 0 & 0 \\ -\frac{1}{2a} & a^2 + 2a\sqrt{b} + b & a^2 + 2a\sqrt{b} + b \\ -\frac{1}{2a} & \lambda_1 & \lambda_2 \end{bmatrix}$$

$$= VD_1$$

เนื่องจาก $\det V \neq 0$ เมทริกซ์ V จึงสามารถหาตัวผกผันได้ และเราสามารถเขียนได้ว่า $V^{-1}CV = D_1$

เพราะฉะนั้น เมทริกซ์ C คล้ายกับเมทริกซ์ทแยงมุม D_1

ดังนั้น $C^nV = VD_1^n$ และเนื่องจาก $C^n = E_n$

จะได้ $E_nV = VD_1^n$

หรือ $$S_n \frac{b-(a-1)^2}{2a} - \frac{f_{n+1}}{2a} - \frac{\left(b-a^2\right)}{2a} f_n = -\frac{1}{2a}$$

ดังนั้น $$S_n = \frac{f_{n+1} + \left(b-a^2\right) f_n - 1}{b-(a-1)^2}$$

ทฤษฎีบท 3 ให้ S_n เป็นผลรวมของ f_i จาก 1 ถึง n สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก m และ n จะได้

$$S_{n+m} = f_{n+1}S_m + \left(b-a^2\right) f_n S_{m-1} + S_n$$

พิสูจน์ จาก (6) สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก m และ n

เราสามารถเขียน

$$E_{n+m} = E_n E_m$$

ซึ่ง $$E_{n+m} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_{n+m} & f_{n+1} & \left(b-a^2\right) f_{n+m} \\ S_{n+m-1} & f_n & \left(b-a^2\right) f_{n+m-1} \end{bmatrix}$$

และ

$$E_n E_m = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ S_n + f_{n+1} + \left(b-a^2\right) f_n S_{m-1} & f_{n+1} f_{m+1} + \left(b-a^2\right) f_n f_m & f_{n+1}\left(b-a^2\right) f_m + \left(b-a^2\right) \\ S_{n-1} + f_n S_m \left(b-a^2\right) f_{n-1} S_{m-1} & f_n f_{m+1} + \left(b-a^2\right) f_{n-1} f_m & f_n \left(b-a^2\right) f_m + \left(b-a^2\right) \end{bmatrix}$$

ดังนั้น จะได้

$$S_{n+m} = f_{n+1}S_m + \left(b-a^2\right) f_n S_{m-1} + S_n$$

ข้อสังเกต เมื่อแทน $n=1$ ในทฤษฎีบท 3 จะได้บทแทรก 1

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลรวมของจำนวนฟีโบนักชีทั่วไปโดยใช้เมทริกซ์ โดยนิยามความสัมพันธ์เวียนเกิดคือ $f_n = 2af_{n-1} + \left(b - a^2\right) f_{n-2}$ ซึ่งมีลำดับของเงื่อนไขค่าเริ่มต้นคือ $f_0 = 0$ และ $f_1 = 1$ และพิจารณาเงื่อนไขของลำดับ $\{f_n\}_{n=0}^{\infty}$ ได้นิยามเมทริกซ์ขนาด 3×3 ในโอกาสต่อไปสามารถขยายแนวคิดของผลรวมจำนวนฟีโบนักชีโดยการเปลี่ยนความสัมพันธ์เวียนเกิดหรือเงื่อนไขค่าเริ่มต้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สำหรับสื่ออุปกรณ์ และสถานที่สำหรับการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สุกัญญา มรรคาเขต และคณะ. (2561). "ผลรวมของจำนวนฟีโบนักชีทั่วไปโดยใช้เมทริกซ์". การประชุมวิชาการระดับชาติ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒวิจัยครั้งที่ 12, 20-21 มีนาคม 2562, 1310-1318.

Bilgici, G. (2014). New generalization of fibonacci and lucus sequences. Applied Mathematical Sciences, 29(8), 1429-1437.

Cerda, M. G. (2013). On generalized Fibonacci and lucas number br mathods. Mathematics and Statistics, 42(2), 173-179.

Edson, M. and Yayenie, O. (2009). A new generalization of Fibonacci sequences and extended binet formula. *Intergers*, *9*, 639-654.

Edson, M., Lewis, S. and Yayenie, O. (2011). The k-Periodic Fibonacci sequences and extended binet formula. *Intergers*, *11*, 739-751.

Falcon, S. and Plaza, A. (2007).The k-Fibonacci sequence and pascal 2- triangle. Chaos, Solitons and Fractals, 33, 38-49.

Jun, SP. and Choi, KH. (2016). Some Properties of the Generalized Fibonacci sequence $\{q_n\}$ by matrix methods. Korean J. Math, 24(4), 681-691.

Killic, E. (2007). Sums of generalized fibonacci number by matrix methods. Ars Combinatoria, 84, 23-31.

การวิเคราะห์ธาตุในตัวอย่างดินจอมปลวกในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนของประเทศไทยด้วยเทคนิครังสีเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนต์แบบกระจายความยาวคลื่น (WDXRF)

Qualitative Analysis in Termite Mound Soil In The Upper Southern of Thailand by Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Technique (WDXRF).

มูรณีดาโอะ[1*] พะเยาว์ ยงศิริวิทย์[2] ศักดิ์ชาย คงนคร[3] อารียา ตามาต[4]

M. Daoh[1*] P. Yongsiriwit[2] S. Kongnakorn[3] A. Tamat[4]

บทคัดย่อ

จากการวิเคราะห์ธาตุในตัวอย่างดินจอมปลวกในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนของประเทศไทยด้วยเทคนิครังสีเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนต์แบบกระจายความยาวคลื่น (WDXRF)เพื่อศึกษาธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ในดินจอมปลวกได้ทำการเก็บตัวอย่างดินจอมปลวก 3จังหวัด จำนวน 15 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พบว่า ธาตุองค์ประกอบที่พบในดินจอมปลวกมีทั้งหมด 32 ธาตุ ประกอบไปด้วยธาตุ O Si Al K Fe N C Ti Na Zr H Ca S P Rb Mn Pb Sr Y Nb Ga Mg Cr Zn Ba Cl Th V Cu Ni U และ Br และค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของธาตุองค์ประกอบพบว่า มีค่าเฉลี่ยของธาตุ O มากที่สุด คือ จังหวัดตรังเท่ากับ 49.049 จังหวัดสตูลเท่ากับ 49.066 และจังหวัดพัทลุงเท่ากับ 48.911 นอกจากนี้ดินจอมปลวกบางพื้นที่มีปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโต มีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานอีกด้วย

คำสำคัญ:ดินจอมปลวก, ธาตุ, เอกเรย์ฟลูออเรสเซนต์แบบกระจายความยาวคลื่น

---

[1]ตำแหน่งอาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]ตำแหน่งอาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[3]ตำแหน่งอาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[4]ตำแหน่งผู้ช่วยนักวิจัย สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:**murnee.daoh@gmail.com

Abstract

The elemental analysis of an anthill soil samples in the upper southern region of Thailand by using a wavelength diffraction, x-ray technique (WDXRF) to study the elemental composition in the anthill soil. 15 samples of anthill soil in three provinces were collected. The results shown that there were 32 elements found in the anthill, consisting of the elements of O, Si, Al, K, Fe, N, C, Ti, Na, Zr, H, Ca, SP, Rb, Mn, Pb, Sr, Y, Nb, Ga, Mg, Cr, Zn, Ba, Cl, Th, V, Cu, Ni, U and Br. The average of percentage of elemental composition found that O element was very average values were; Trang province was 49.049%, Satun province was 49.066% and Phatthalung province was 48.911%. In addition, the anthill soil in some areas had the nutrients that plants need to grow, which were more than the standard criteria as well.

Keywords :termite mound soil, element, Wavelength DispersiveX-ray Fluorescence System ; WDXRF

บทนำ

"ดิน" คือวัสดุธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการผุพังสลายตัวของหินและแร่ ตลอดจนการสลายตัวของซากพืชและสัตว์ ผสมคลุกเคล้ากัน โดยได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ และระยะเวลาในการพัฒนาที่แตกต่างกัน เกิดเป็นดินหลากหลายชนิด ปกคลุมพื้นผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ เป็นที่ยึดเหนี่ยวและเจริญเติบโตของพืช รวมถึงเป็นแหล่งน้ำและอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในดินและบนดินอนินทรีย์วัตถุ หรือ แร่ธาตุในดินนี้ เป็นส่วนที่สำคัญในการควบคุมลักษณะของเนื้อดิน เป็นแหล่งกำเนิดของธาตุอาหารพืช และเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน นอกจากนี้ยังเป็นอาหารและที่อยู่อาศัยของจอมปลวกอีกด้วย

ในบางพื้นที่ของประเทศไทย จะพบว่ามีจอมปลวกมาก ดังนั้นก่อนที่จะทำการเพาะปลูกจะมีการไถทำลาย ถ้าเป็นจอมปลวกที่มีขนาดใหญ่จะเป็นอุปสรรคต่อการเกษตรกรรมที่จะปรับระดับพื้นที่ และหลังจากปรับพื้นที่แล้วดินเหล่านี้ ยังเป็นดินที่ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช ต้องมีการปรับปรุงดินก่อนที่จะทำการปลูกพืช ดินจอมปลวกจะประกอบด้วยดิน 3 ส่วน คือ 1. ดินบนจอมปลวก 2. ดินฐานจอมปลวก 3. ดินรอบจอมปลวก ซึ่งดินเหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน คือ ***ดินบนจอมปลวกและดินฐานจอมปลวก มีปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากกว่าดินรอบจอมปลวก*** แต่ดินที่บนและฐานจอมปลวกจะมีความหนาแน่นมาก ดินจะแน่นทึบ และมีการซึมน้ำที่เลว ทำให้อุ้มน้ำได้น้อยเมื่อได้รับน้ำแต่ละครั้ง แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าดินบนจอมปลวกและดินที่ฐานจอมปลวกไม่แน่นทึบ และได้รับการไถพรวนที่ดี และพืชได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ดินบริเวณนี้จะมีความสามารถให้ผลผลิตของพืชสูงกว่าดินรอบจอมปลวกและมีผู้วิจัยมาแล้ว คือ การศึกษาสมบัติของดินจอมปลวกที่เก็บจาก อำเภอสา จังหวัดนานและอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (อำนาจ สุวรรณฤทธิ์และคณะ.2517)ผลของการใช้ดินจอมปลวกต่อผลผลิตพริกขี้หนู(Capsicum frutesces Linn.) พันธุ์ฮอตเวฟ (พินิจ มังกร.2557)ข้อมูลธาตุในดิน ตะกอนทะเลน้อยถูกวัดด้วยเทคนิคเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน (ธวัตน์ชัย เทพนวล, สุจิตรา แสงชัยศรี และปรียานันท์ ศรีสุวรรณ์. 2554)และการ

วิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบในดินตะกอนบริเวณอ่าวปากพนังจังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน (ณัฐวุธนัยนานนท์. 2551) เป็นต้น

สำหรับพื้นที่ 3 จังหวัดที่สนใจนี้คือ จังหวัดตรัง สตูล พัทลุง พื้นที่ 3 จังหวัดนี้ข้อมูลยังมีอยู่จำกัด จึงจำเป็นต้องพัฒนาองค์ความรู้โดยใช้ตัวอย่างดินจากพื้นที่ดังกล่าวมาวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบ โดยใช้เทคนิครังสีเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน (WDXRF) รวมถึงการนำค่ามาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับจังหวัดอื่นๆเพื่อบ่งชี้ว่าดินจอมปลวกในแต่ละพื้นที่มีธาตุองค์ประกอบเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไรประกอบกับพื้นที่ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ดินที่มีจอมปลวก และจอมปลวกยังเป็นศัตรูพืชที่กัดกินรากยางพารา ทำให้ยางพารามีผลผลิตที่ไม่ดี ไม่เจริญเติบโตตามระยะเวลาที่กำหนดดังนั้น เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของน้ำยาง จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ โดยการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบ ซึ่งในการศึกษาได้เลือกใช้ดินที่มาจากแปลงของเกษตรกรพื้นที่ละ 5 ตัวอย่าง รวมเป็น 15 ตัวอย่าง ด้วยเหตุนี้ทางผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์หลัก คือศึกษาธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ในดินจอมปลวก ข้อมูลที่ได้นี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ทราบปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโต และเพื่อการพัฒนาในการทำสมุนไพรแบบอัดเม็ดเพื่อป้องกัน กำจัดปลวกที่เกิดขึ้นบริเวณสวนยางต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ในดินจอมปลวก
2. นำค่ามาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับพื้นที่วิจัยอื่น ๆเพื่อบ่งชี้ว่าดินจอมปลวกในแต่ละพื้นที่มีสมบัติเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาบริเวณและสถานที่ที่ต้องการเก็บตัวอย่างดินจอมปลวกในแต่ละพื้นที่ทั้ง 3 จังหวัดคือ จังหวัดตรัง สตูล และพัทลุง จังหวัดละ 5 จุด รวมเป็น 15 จุด บริเวณการเก็บตัวอย่างดินจอมปลวกทั้ง 15 จุด จะทำการเก็บตัวอย่างดินจอมปลวกที่อยู่ในสวนยางพาราดังรูปที่ 1



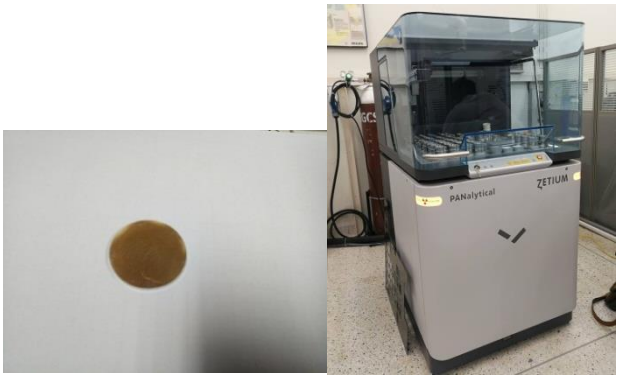
รูปที่ 1แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินฐานจอมปลวกต.นาโยงใต้ อ.เมืองตรัง จ.ตรัง

การวัดค่า pH ของดินจอมปลวก

2. ทำการเก็บตัวอย่างดินจอมปลวกด้วยการผ่าดินจอมปลวก เพื่อเก็บตัวอย่างในส่วนด้านในดินจอมปลวกที่เป็นฐานจอมปลวกมาใส่ในถุงพลาสติกพร้อมเขียน Label แล้วบันทึกค่าตำแหน่งด้วยเครื่องบันทึกค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) และวัดค่า pH โดยนำเครื่องวัดค่า pH ดิน ไปปักลงในดินจอมปลวก ตรงตำแหน่งที่ต้องการทราบค่า pH ของดิน และรอจนค่าหยุดนิ่ง แล้วอ่านค่า pH ดินที่แสดงบนหน้าจอเครื่องวัดค่า pH ดิน และทำการบันทึกผล โดยวัดซ้ำกันอย่างน้อย 3 ครั้งดังรูปที่ 1

3. นำตัวอย่างดินจอมปลวกไปตากแดดเพื่อขับไล่ความชื้นเป็นเวลา 24 ชม. นำไปบดให้ละเอียดจากนั้นอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชม. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างดินจอมปลวกให้ได้ 3 กรัม และสารประกอบ Wax ($C_{38}W_{76}N_{202}$) ให้ได้น้ำหนัก 1 กรัม ผสมให้เข้ากัน แล้วเขย่าด้วยเครื่องปั่นวงโคจร (Orbital shaker) เป็นเวลา 2 ชม. เพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่ถ้วยอลูมิเนียมในเครื่องอัดไฮดรอลิก แล้วเทตัวอย่างลงไปในถ้วยอลูมิเนียม ปิดฝาให้สนิท แล้วอัดเป็นแผ่นด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกที่ความดัน 180 กิโลนิวตันเวลา 30 วินาที ดังรูปที่ 2ก่อนนำไปทำการวิเคราะห์

4. นำตัวอย่างที่ผ่านการอัดเป็นแผ่นไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุองค์ประกอบด้วยเครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนต์แบบกระจายความยาวคลื่น (WDXRF) สามารถวิเคราะห์ธาตุได้ตั้งแต่ O-U อยู่ในช่วงพลังงาน 0.525 keV-35 keVซึ่งใช้เวลาในการวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างประมาณ 30 นาที ดังรูปที่ 2



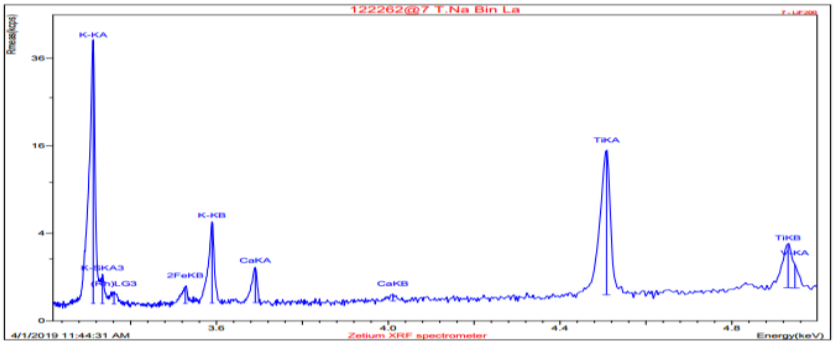
รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างดินจอมปลวกที่อัดเป็นแผ่นด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกและเครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนต์แบบกระจายความยาวคลื่น (WDXRF)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการตรวจวัดตัวอย่างดินจอมปลวกจำนวนทั้งหมด 15 ตัวอย่างใช้เทคนิคการวิเคราะห์ชนิดของธาตุและปริมาณธาตุในสารตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการที่อิเล็กตรอนในวงโคจรของอะตอม เปลี่ยนระดับชั้นที่มีพลังงานสูงไปยังชั้นที่มีพลังงานต่ำกว่า และคายพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซ์ที่มีพลังงานจำเพาะ (characteristic X ray) ของแต่ละธาตุอิเล็กตรอนในวงโคจรของอะตอม แบ่งเป็นชั้น (shells) โดยชั้นในสุด ได้แก่ ชั้น K มีระดับพลังงาน (energy level) ต่ำสุด ถัดออกมา ได้แก่ ชั้น L, M, N, ... ซึ่งจะมีระดับพลังงานสูงขึ้นตามลำดับ นอกจากอิเล็กตรอนในชั้น K ที่มีระดับ

พลังงานเดียวแล้ว อิเล็กตรอนในชั้นอื่น ยังแบ่งเป็นชั้นย่อย ได้แก่ LI, LII, LIII และ MI, MII, MIII, MIV, MV ซึ่งอะตอมของธาตุแต่ละชนิด จะมีความแตกต่างของพลังงานของอิเล็กตรอนในแต่ละชั้นไม่เท่ากัน

จากรูปที่ 3คือตัวอย่างสเปกตรัมของธาตุในดินจอมปลวก ต.นาบินหลา อ.เมือง จ.ตรัง ในช่วงพลังงาน 3.2-5.0 keV โดยแกนนอน (หรือแกน x) แทนตำแหน่งของพลังงานEnergy(keV)ส่วนแกนดิ่ง (หรือแกน y) แทนความเข้มของเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ วัดในหน่วยของจำนวนนับต่อวินาทีRmeas(kcps) โดยที่สัญลักษณ์ KA, KB, LA, LB และ LC หมายถึง Kα , Kβ , Lα , Lβ และ Lγ ตามลำดับ



รูปที่ 3 แสดงสเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างดินจอมปลวก ต.นาบินหลา อ.เมือง จ.ตรัง ในช่วงพลังงาน 3.2-5.0 keV

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุในตัวอย่างดินจอมปลวก 3 จังหวัด จากจังหวัดตรัง สตูล และพัทลุง จังหวัดละ 5 ตัวอย่าง รวมเป็น 15 ตัวอย่าง พบธาตุ 32 ชนิด คือ ธาตุ O Si Al K Fe N C Ti Na Zr H Ca S P Rb Mn Pb Sr Y Nb Ga Mg Cr Zn Ba Cl Th V Cu Ni U และ Br ดังตารางที่ 1, 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 1แสดง**ปริมาณ**ร้อยละ**ความเข้มข้นของธาตุ**องค์ประกอบที่มีอยู่ในตัวอย่างดินจอมปลวกของจังหวัดตรัง

ลำดับที่	ธาตุ องค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละความเข้มข้นของธาตุองค์ประกอบ					ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
		ต.นาบินหลา	ต.นาโยงใต้	ต.บ้านโพธิ์	ต.ลิพัง	ต.ท่าข้าม		
1	ออกซิเจน (O)	48.694	49.341	49.807	48.842	48.561	49.049	0.516
2	ซิลิกอน (Si)	30.802	32.236	32.497	30.677	27.904	30.823	1.826
3	อะลูมิเนียม (Al)	9.088	8.623	9.531	10.624	12.670	10.107	1.613
4	โพรแทสเซียม (K)	1.967	1.597	0.651	2.645	1.228	1.618	0.752
5	เหล็ก (Fe)	3.460	2.917	1.700	2.587	3.300	2.793	0.700
6	ไนโตรเจน (N)	2.359	1.895	1.946	1.598	2.438	2.047	0.348
7	คาร์บอน (C)	2.023	1.625	1.669	1.370	2.090	1.755	0.299
8	ไทเทเนียม (Ti)	0.541	0.449	0.952	0.825	0.934	0.740	0.231
9	โซเดียม (Na)	0.034	0.037	0.026	0.037	0.020	0.031	0.008
10	เซอร์โคเนียม(Zr)	0.039	0.041	0.073	0.048	0.079	0.056	0.019
11	ไฮโดรเจน (H)	0.170	0.136	0.140	0.115	0.175	0.147	0.025
12	แคลเซียม (Ca)	0.057	0.170	0.500	0.051	0.122	0.180	0.185
13	แบเรียม (Ba)	*-	*-	*-	0.019	0.012	0.016	0.008
14	กำมะถัน (S)	0.023	0.233	0.040	0.016	0.031	0.069	0.092
15	ฟอสฟอรัส (P)	0.029	0.028	0.034	0.015	0.063	0.034	0.018
16	รูบิเดียม (Rb)	0.013	0.011	0.008	0.020	0.009	0.012	0.005
17	คลอรีน (Cl)	*-	*-	*-	*-	0.016	0.016	0.007
18	แมงกานีส (Mn)	0.008	0.013	0.054	0.011	0.009	0.019	0.020
19	ตะกั่ว (Pb)	0.003	0.002	0.003	0.006	0.006	0.003	0.002
20	สตรอนเซียม (Sr)	0.002	0.002	0.003	0.003	0.007	0.003	0.002
21	ทอเรียม (Th)	*-	*-	0.003	0.005	0.003	0.004	0.002
22	อิตเทรียม (Y)	0.004	0.002	0.004	0.004	0.004	0.004	0.001
23	ไนโอเบียม (Nb)	0.002	0.001	0.004	0.003	0.005	0.003	0.002
24	แกลเลียม (Ga)	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001
25	วาเนเดียม (V)	0.017	0.015	0.010	*-	*-	0.014	0.008
26	ทองแดง (Cu)	*-	0.006	0.006	*-	*-	0.006	0.003
27	นิกเกิล (Ni)	*-	0.007	0.006	*-	*-	0.007	0.004
28	แมกนีเซียม (Mg)	0.643	0.593	0.304	0.446	0.288	0.455	0.162
29	โครเมียม (Cr)	0.014	0.014	0.023	0.021	0.016	0.018	0.004

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดง**ปริมาณ**ร้อยละ**ความเข้มข้นของธาตุ**องค์ประกอบที่มีอยู่ในตัวอย่างดินจอมปลวกของจังหวัดตรัง

ลำดับที่	ธาตุ องค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละความเข้มข้นของธาตุองค์ประกอบ					ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
		ต.นาบินหลา	ต.นาโยงใต้	ต.บ้านโพธิ์	ต.ลิพัง	ต.ท่าข้าม		
30	สังกะสี (Zn)	0.006	0.004	0.005	0.011	0.003	0.006	0.003
31	ยูเรเนียม (U)	*-	*-	*-	*-	*-	*-	*-
32	โบรมีน (Br)	*-	*-	*-	*-	0.001	0.001	0.001

หมายเหตุ : *- ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 2 แสดง**ปริมาณ**ร้อยละ**ความเข้มข้นของธาตุ**องค์ประกอบที่มีอยู่ในตัวอย่างดินจอมปลวกของจังหวัดสตูล

ลำดับที่	ธาตุ องค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละความเข้มข้นของธาตุองค์ประกอบ					ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
		ต.ท่าแพ	ต.แป-ระ	ต.สาคร	ต.ท่าเรือ	ต.ทุ่งนุ้ย		
1	ออกซิเจน (O)	48.426	48.080	50.042	49.538	49.245	49.066	0.805
2	ซิลิกอน (Si)	28.980	24.475	33.615	30.899	32.595	30.111	3.609
3	อะลูมิเนียม (Al)	10.901	15.247	8.950	10.539	9.783	11.084	2.444
4	โพรแทสเซียม (K	1.411	0.296	0.634	0.435	3.501	1.255	1.327
5	เหล็ก (Fe)	4.057	3.479	2.479	1.854	1.261	2.626	1.146
6	ไนโตรเจน (N)	2.264	3.566	1.570	2.679	1.319	2.280	0.900
7	คาร์บอน (C)	1.941	3.058	1.346	2.297	1.131	1.955	0.772
8	ไทเทเนียม (Ti)	0.781	1.026	0.689	1.002	0.501	0.799	0.220
9	โซเดียม (Na)	0.022	0.017	0.015	0.019	0.042	0.023	0.011
10	เซอร์โคเนียม(Zr)	0.074	0.086	0.083	0.072	0.040	0.071	0.018
11	ไฮโดรเจน (H)	0.163	0.257	0.113	0.193	0.095	0.164	0.065
12	แคลเซียม (Ca)	0.424	0.100	0.078	0.063	0.048	0.143	0.158
13	แบเรียม (Ba)	0.015	*-	*-	*-	0.024	0.020	0.011
14	กำมะถัน (S)	0.026	0.037	0.024	0.039	0.020	0.029	0.008
15	ฟอสฟอรัส (P)	0.043	0.046	0.032	0.037	0.015	0.035	0.012
16	รูบิเดียม (Rb)	0.009	0.004	0.005	0.025	0.025	0.014	0.011
17	คลอรีน (Cl)	*-	*-	0.011	0.007	0.016	0.011	0.007
18	แมงกานีส (Mn)	0.044	0.016	0.010	0.015	*-	0.021	0.016
19	ตะกั่ว (Pb)	0.010	0.006	0.005	0.005	0.008	0.007	0.002
20	สตรอนเซียม (Sr)	0.007	0.002	0.002	0.002	0.005	0.004	0.002
21	ทอเรียม (Th)	*-	0.006	*-	0.005	0.005	0.005	0.003

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงปริมาณร้อยละ**ความเข้มข้น**ธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ในตัวอย่างดินจอมปลวกของจังหวัดสตูล

ลำดับที่	ธาตุองค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละความเข้มข้นของธาตุองค์ประกอบ					ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
		ต.ท่าแพ	ต.แป-ระ	ต.สาคร	ต.ท่าเรือ	ต.ทุ่งนุ้ย		
22	อิตเทรียม (Y)	0.003	0.005	0.003	0.004	0.002	0.003	0.001
23	ไนโอเบียม (Nb)	0.003	0.006	0.004	0.005	0.002	0.004	0.002
24	แกลเลียม (Ga)	*-	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
25	วาเนเดียม (V)	*-	0.015	*-	*-	*-	0.015	0.007
26	ทองแดง (Cu)	*-	*-	*-	*-	*-	*-	*-
27	นิกเกิล (Ni)	*-	*-	*-	*-	*-	*-	*-
28	แมกนีเซียม (Mg)	0.374	0.145	0.266	0.229	0.292	0.261	0.084
29	โครเมียม (Cr)	0.017	0.017	0.015	0.012	0.020	0.016	0.003
30	สังกะสี (Zn)	0.003	0.007	0.002	0.004	0.004	0.004	0.002
31	ยูเรเนียม (U)	*-	*-	*-	*-	*-	*-	*-
32	โบรมีน (Br)	*-	*-	0.001	0.001	*-	0.002	0.001

หมายเหตุ : *- ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 3 แสดง**ปริมาณ**ร้อยละ**ความเข้มข้นของธาตุ**องค์ประกอบที่มีอยู่ในตัวอย่างดินจอมปลวกของจังหวัดพัทลุง

ลำดับที่	ธาตุองค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละความเข้มข้นของธาตุองค์ประกอบ					ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
		ต.จองถนน	ต.ควนขนุน	ต.หานโพธิ์	ต.โคกทราย	ต.นาโหนด		
1	ออกซิเจน (O)	48.328	48.685	48.530	50.780	48.230	48.911	1.060
2	ซิลิกอน (Si)	27.270	28.300	27.018	35.134	27.182	28.981	3.476
3	อะลูมิเนียม (Al)	13.091	12.762	13.730	8.998	12.357	12.188	1.853
4	โพรแทสเซียม (K	1.895	1.544	1.030	0.233	0.776	1.096	0.650
5	เหล็ก (Fe)	2.892	3.333	3.569	1.982	5.796	3.514	1.412
6	ไนโตรเจน (N)	2.553	2.103	2.428	1.029	2.203	2.063	0.604
7	คาร์บอน (C)	2.189	1.804	2.082	0.882	1.889	1.769	0.519
8	ไทเทเนียม (Ti)	0.815	0.690	0.801	0.517	0.716	0.708	0.119
9	โซเดียม (Na)	0.034	0.028	0.017	0.012	0.019	0.022	0.009
10	เซอร์โคเนียม(Zr)	0.019	0.029	0.028	0.046	0.028	0.030	0.010
11	ไฮโดรเจน (H)	0.184	0.151	0.175	0.074	0.159	0.149	0.043

ตารางที่ 3(ต่อ)แสดง**ปริมาณ**ร้อยละ**ความเข้มข้นของธาตุ**องค์ประกอบที่มีอยู่ในตัวอย่างดินจอมปลวกของจังหวัดพัทลุง

ลำดับที่	ธาตุ องค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละความเข้มข้นของธาตุองค์ประกอบ					ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
		ต.จองถนน	ต.ควนขนุน	ต.หานโพธิ์	ต.โคกทราย	ต.นาโหนด		
12	แคลเซียม (Ca)	0.125	0.058	0.090	0.011	0.029	0.063	0.046
13	แบเรียม (Ba)	0.017	0.012	*-	*-	0.012	0.014	0.008
14	กำมะถัน (S)	0.018	0.025	0.029	0.034	0.024	0.026	0.006
15	ฟอสฟอรัส (P)	0.163	0.179	0.175	0.148	0.316	0.196	0.068
16	รูบิเดียม (Rb)	0.023	0.017	0.013	0.001	0.007	0.012	0.009
17	คลอรีน (Cl)	0.010	*-	*-	*-	*-	0.010	0.004
18	แมงกานีส (Mn)	0.025	0.013	0.017	0.013	*-	0.017	0.009
19	ตะกั่ว (Pb)	0.013	0.009	0.012	0.008	0.011	0.011	0.002
20	สตรอนเซียม (Sr)	0.005	0.003	0.002	0.002	0.008	0.004	0.003
21	ทอเรียม (Th)	0.006	0.004	0.007	*-	*-	0.006	0.003
22	อิตเทรียม (Y)	0.006	0.005	0.006	0.002	0.003	0.004	0.002
23	ไนโอเบียม (Nb)	0.005	0.004	0.004	0.002	0.003	0.004	0.001
24	แกลเลียม (Ga)	0.004	0.003	0.003	*-	0.003	0.003	0.002
25	วาเนเดียม (V)	*-	*-	*-	*-	*-	*-	*-
26	ทองแดง (Cu)	*-	*-	*-	*-	*-	*-	*-
27	นิกเกิล (Ni)	*-	*-	*-	*-	*-	*-	*-
28	แมกนีเซียม (Mg)	0.289	0.225	0.211	0.066	0.208	0.202	0.082
29	โครเมียม (Cr)	0.012	0.010	0.017	0.024	0.016	0.016	0.005
30	สังกะสี (Zn)	0.006	0.005	0.007	0.002	0.003	0.005	0.002
31	ยูเรเนียม (U)	0.003	*-	*-	*-	*-	0.003	0.001
32	โบรมีน (Br)	*-	*-	*-	*-	0.002	0.002	0.001

หมายเหตุ : *- ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4 แสดงการพิจารณาการแปลงค่าความเข้มข้นจากหน่วยร้อยละขององค์ประกอบของธาตุ (trace element)ไปเป็นหน่วยหนึ่งในล้านส่วน หรือ ppm ในตัวอย่างดินจอมปลวกจ.ตรัง จ.สตูล จ.พัทลุง

ธาตุองค์ประกอบ	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุในตัวอย่างดินจอมปลวก (ppm)		
	จังหวัดตรัง	จังหวัดสตูล	จังหวัดพัทลุง
O	490490	490660	489108
Si	308230	301110	289810
Al	101070	110840	121880
K	16180	12550	10960
Fe	27930	26260	35140
N	20470	22800	20630
C	17550	19550	17690
Ti	7400	7990	7080
Na	310	230	220
Zr	560	710	300
H	1470	1640	1490
Ca	1800	1480	630
Ba	160	200	140
S	690	290	260
P	340	350	1960
Rb	120	140	120
Cl	160	110	10
Mn	190	210	170
Pb	30	70	110
Sr	30	40	40
Th	40	50	60
Y	40	30	40
Nb	30	40	40
Ga	20	20	30
V	140	150	*-
Cr	180	160	160
Zn	60	40	50

ตารางที่ 4 (ต่อ) แสดงการพิจารณาการแปลงค่าความเข้มข้นจากหน่วยร้อยละขององค์ประกอบของธาตุ (trace element)ไปเป็นหน่วยหนึ่งในล้านส่วน หรือ ppm ในตัวอย่างดินจอมปลวกจ.ตรัง จ.สตูล จ.พัทลุง

ธาตุองค์ประกอบ	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุในตัวอย่างดินจอมปลวก (ppm)		
	จังหวัดตรัง	จังหวัดสตูล	จังหวัดพัทลุง
U	*-	*-	30
Br	10	20	20

หมายเหตุ : *- ไม่มีข้อมูล

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างดินจอมปลวกจังหวัดตรังพบธาตุทั้งหมด 31 ธาตุ คือ O Si Al K Fe N C Ti Na Zr H Ca Ba S P Rb Cl Mn Pb Sr Th Y Nb Ga V Cu Ni Mg Cr Zn และBr ซึ่งพบธาตุ O เยอะที่สุดอยู่ที่ ต.บ้านโพธิ์ มีปริมาณ 49.807% และพบธาตุ Br และ Cl เพียงตำบลเดียวเท่านั้นคือ ต.ท่าข้าม มีปริมาณ 0.001% และ0.016% ตามลำดับ

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างดินจอมปลวกจังหวัดตรังพบธาตุทั้งหมด 29 ธาตุ คือ O Si Al K Fe N C Ti Na Zr H Ca Ba S P Rb Cl Mn Pb Sr Th Y Nb Ga V Mg Cr Zn และBr ซึ่งพบธาตุ O เยอะที่สุดอยู่ที่ ต.สาคร มีปริมาณ 50.042% และพบธาตุ V เพียงตำบลเดียวเท่านั้นคือ ต.แป-ระ มีปริมาณ 0.015%

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างดินจอมปลวกจังหวัดตรังพบธาตุทั้งหมด 29 ธาตุ คือ O Si Al K Fe N C Ti Na Zr H Ca Ba S P Rb Cl Mn Pb Sr Th Y Nb Ga Mg Cr Zn U และBr ซึ่งพบธาตุ O เยอะที่สุดอยู่ที่ ต.โคกทราย มีปริมาณ 50.780% และพบธาตุ Cl และ U เพียงตำบลเดียวเท่านั้นที่ ต.จองถนน มีปริมาณ 0.010% และ 0.003% ตามลำดับ และและพบธาตุ Br เพียงตำบลเดียวเท่านั้นที่ ต.นาโหนด มีปริมาณ 0.002%

สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ธาตุในตัวอย่างดินจอมปลวกทั้งหมด โดยใช้เทคนิคเอกซ์เรย์ฟลูอออเรสเซนต์แบบกระจายความยาวคลื่นสามารถวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบได้รวม 32 ธาตุ คือ ธาตุ O Si Al K Fe N C Ti Na Zr H Ca S P Rb Mn Pb Sr Y Nb Ga Mg Cr Zn Ba Cl Th V Cu Ni U และ Br โดยธาตุองค์ประกอบที่พบส่วนใหญ่คือ O Si Al K Fe N C Ti Na Zr H Ca S P Rb Pb Th Nb Mg และ Cr ซึ่งธาตุที่มีปริมาณมากที่สุดคือธาตุ O และเมื่อนำ ทั้ง 3 จังหวัดมาเปรียบเทียบกัน ทำให้ทราบว่า ในแต่ละพื้นที่มีปริมาณธาตุใกล้เคียงกัน ดังนั้นดินจอมปลวกเหล่านี้มีธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโตเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมวิชาการเกษตรโดยมีปริมาณธาตุหลักคือ N ไม่น้อยกว่า 1% ส่วน P และ K ไม่น้อยกว่า 0.5% (ประกาศกรมวิชาการเกษตรเรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์พ.ศ.

2557) และจากตารางที่ 1-3 จะเห็นได้ว่าในดินจอมปลวกมีปริมาณธาตุ N อยู่ระหว่าง 1.029%-3.566%และ Kอยู่ระหว่าง 0.233%-3.501%มีค่าเกินตามมาตรฐาน แต่ P อยู่ระหว่าง 0.015%-0.316% มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าดินจอมปลวกบางธาตุมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับปุ๋ยอินทีรย์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จาก งบประมาณ แผนบูรณาการพัฒนาศักยภาพ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรมประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการดำเนินโครงการ โดยเฉพาะเครื่องมือวัดปริมาณธาตุในดินจอมปลวก ขอขอบคุณ คุณภานุพงษ์ ลิ่มอุสันโณ นักวิทยาศาสตร์ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเตรียมตัวอย่าง และการวัดด้วยเครื่องมือเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนต์แบบกระจายความยาวคลื่น พร้อมทั้งให้คำแนะนำทางวิชาการ และตรวจทานความถูกต้องของเนื้อหาตลอดจนแนะแนวทางการแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้คำปรึกษาคำแนะนำต่าง ๆ ในการทำวิจัย และขอขอบคุณา อารียา ตามาต ที่เป็นผู้ช่วยวิจัยจนโครงงานได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. เรื่อง **กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์**. (พ.ศ. 2557). เล่ม 131 ตอนพิเศษ 29 ง ราชกิจจานุเบกษา12 กุมภาพันธ์ 2557 ณ วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2557ดำรงค์ จิระสุทัศน์อธิบดีกรมวิชาการเกษตรม,4.

ณัฐวุธ นัยนานนท์. (2551). **"การวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบในดินตะกอนบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน"**.วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธวัตน์ชัย เทพนวล, สุจิตรา แสงชัยศรี และปรียานันท์ ศรีสุวรรณ์. (2554). "ข้อมูลธาตุในดิน ตะกอนทะเลน้อยถูกวัดด้วยเทคนิคเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน". **วารสาร มหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 14 ฉบับที่ 3 ฉบับพิเศส ในงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554.** พัทลุง : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง, 123-128.

พินิจ มังกร. (2557). "ผลของการใช้ดินจอมปลวกต่อผลผลิตพริกขี้หนู(Capsicum frutesces Linn.)พันธุ์ฮอตเวฟ." **วารสารเกษตรพระวรุณ**. ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน.2557, 9-18.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์,วิโรจธ์ อิ่มพิทักษ์ และชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. (2517). **“สมบัติของดินจอมปลวกที่ จำกัดความเจิญเติบโตของพืช”.**กรุงเทพฯ : คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผลของมณีเวชต่อการลดภาวะปวดประจำเดือนในสตรีวัยเจริญพันธุ์ : การศึกษานำร่อง

An Effect of Maneevej Technigue on dysmenorrhea in Reproductive Aged Female : Pilot study

วสันต์ หะยียะห์ยา[1*], ซูฮัยตี สาอะ[2], นิอัยเสาะห์ ยามู[2], สามีเราะห์ ดิง[2], ลีซาวาตี บือราเฮง[2], วิญญู วงศ์วิวัฒน์[1] และ ศรินทร์รัตน์ จิตจำ[1]

Wasan Hayeeyahya[1*], Suhaitee Saat[2], Niaisoh Yamu[2], Sameeroh Ding[2], Lisawatee Bueraheng[2], Winyu Wongwiwat[1], Sarinrat Jitjum[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง ศึกษาแบบกลุ่มเดียว และทำการวัด ก่อน-หลังการทดลอง เพื่อศึกษาผลของมณีเวชต่อการลดภาวะปวดประจำเดือนในสตรีวัยเจริญพันธุ์ในอาสาสมัคร 5 คน การศึกษาครั้งนี้ผ่านคณะจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ โดยทำการบันทึกแบบประเมินลงในโปรแกรม Epidata 3.1 และคำนวณค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Spss v.16 จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อายุอยู่ในช่วง 21-23 ปี และมีค่าดัชนีมวลกายในระดับปกติ ร้อยละ 80 ส่วนใหญ่มีความปกติของ ระดับ PSIS แนวกระดูกสันหลัง และความยาวเท่ากัน ร้อยละ 80 ค่าเฉลี่ยของระดับความเจ็บปวดประจำเดือนก่อนทำการศึกษาเท่ากับ 8.2±1.92 และหลังทำการศึกษาเท่ากับ 4.8±1.79 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อมูลทางนรีเวชพบว่าหลังการทำกายบริหารด้วยมณีเวชสามารถช่วยปรับสมดุลโครงสร้างร่างกาย และระบบไหลเวียน ส่งผลต่อการลดปวดประจำเดือน การปวดที่อุ้งเชิงกรานขณะออกกำลังกาย และสามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติ การศึกษาครั้งนี้ยังเป็นการศึกษานำร่องจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลอาสาสมัครให้ครบตามขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้ แล้วนำผลการศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ทางคลินิคในสถานพยาบาลจริงเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการบรรเทาอาการปวดประจำเดือนโดยไม่ใช้ยา

คำสำคัญ: ปวดประจำเดือน, มณีเวช, ความสมดุลของร่างกาย

---

[1]อาจารย์ สาขาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2]นักศึกษา สาขาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[*]**Corresponding author, E-mail:** wasan.h@rmutsv.ac.th

Abstract

This study is a quasi-experimental research, leveraging one group pretest-posttest design to determine an effect of Maneevej technique on dysmenorrhea in reproductive-aged females. The research was conducted with the approval from the Research Ethics Committee from Walailak University. The assessment form was recorded in application Epidata 3.1, and statistical analysis was performed using application SPSSv.16. The result showed that the majority of participants were from 21 – 23 years old of age, and have normal BMI (80%). Of those, most have normal level of PSIS test (80%), spine alignment and length at the same level. The pretest mean value for menstrual pain is 8.2±1.92, and posttest mean value is 4.8±1.79. The statistical significant different is $P \leq 0.05$. Gynecological data found that after performing physical exercises with Maneevej technique, body structure balance and vascular system was improved, which led to reduced menstrual pain and reduced pelvis pain during exercises, and eventually helped the participants to perform daily routines normally. As this research is a pilot study, it was necessary to collect the complete participants' data according the calculated sample population, before the result of the study could be applied to patients in medical institutes, as an alternative to medicines for menstrual pain reduction.

Keywords: Dysmenorrhea, Maneevej Technigue, Body Balance

บทนำ

ภาวะปวดประจำเดือน (Dysmenorrhea) เป็นอาการปวดท้องน้อยในขณะที่เริ่มมีระดู 8-48 ชั่วโมงเนื่องจากร่างกายมีการหลั่งสาร prostaglandin ออกมาทำให้กล้ามเนื้อมดลูกหดรัดตัว หลอดเลือดแดงที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อมดลูกเกิดการหดเกร็งร่วมกับมีอาการปวดเมื่อยบริเวณหลัง ปวดศีรษะ ง่วงนอน อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ถ่ายอุจจาระเหลว และสนใจสิ่งต่างๆ ลดลง (Youngwanichsetha, 2015) และในกลุ่มสตรีที่ประสบปัญหาปวดประจำเดือนในบางรายมีอาการรุนแรงมากจนไม่สามารถปฏิบัติงานได้ตามปกติในช่วงแรกของการมีรอบเดือน (Proctor et al., 2006)

ซึ่งการรักษาในปัจจุบันจะเป็นในลักษณะการรักษาด้วยยาบรรเทาอาการปวดในกลุ่มยาแก้อักเสบที่ไม่ใช่ สเตียรอยด์ (NSAIDs) ยาฮอร์โมนคุมกำเนิด (Hormonal Contraceptives) (Rapkin, 2003) แต่การใช้ยากลุ่มเหล่านี้เป็นระยะเวลานานทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่อาจส่งผลต่อความผิดปกติแก่ร่างกายในอนาคต (Namavar et al., 2003) ฉะนั้นการให้ความสำคัญกับดูแลตัวเองเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะปวดประจำเดือนจึงจะเป็นการรักษาและป้องกันภาวะปวดประจำเดือนได้ดีในระยะยาวและไม่ส่งผลเสียต่อร่างกาย (Fugh-Berman and Kronenberg, 2003)

มณีเวชเป็นศาสตร์วิชาเกี่ยวกับการจัดสมดุลโครงสร้างของร่างกายที่ได้ผสมผสานวิชาการแพทย์แผนไทย จีน และอินเดีย โดยยึดหลักความสมดุลย์ของโครงสร้างของกระดูกในร่างกาย (นิงสานนท์ และนภดล, 2554) ฉะนั้นการเสีย

สมดุลของโครงสร้างร่างกายอาจนำไปสู่ความผิดปกติที่เกิดขึ้น (แก้วโมกข์ และ วีระยุทธ, 2560) โดยเฉพาะการผิดรูปของอุ้งเชิงกรานมีความสัมพันธ์กับการปวดประจำเดือนในวัยเจริญพันธุ์ (Kim et al., 2016) เนื่องจากทำให้เกิดการกดทับหรือหดรั้ง ส่งผลต่อระบบการไหลเวียนบริเวณอุ้งเชิงกรานเสียสมดุล ซึ่งเป็นกลไกหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดภาวะปวดระดูได้เช่นกัน (Morrow and Naumburg, 2009)

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลการบริหารร่างกายมณีเวชต่อการช่วยปรับสมดุลโครงสร้างร่างกาย ซึ่งอาจส่งผลต่อการรักษาในภาวะปวดประจำเดือน และยังเป็นการส่งเสริมนำภูมิปัญญามณีเวชมาเป็นทางเลือกในการรักษาภาวะปวดประจำเดือนในสถานพยาบาล

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เปนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ศึกษาแบบ กลุมเดียว กอน-หลังการทดลอง (One group pretest-posttest design) โดยการศึกษาครั้งนี้ผ่านคณะจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ใบอนุญาตเลขที่ WUEC-19-066-01 โดยข้อมูลจะถูกเก็บเป็นความลับในรูปแบบการลงรหัสข้อมูล ไม่มีการระบุชื่อหรือตัวตนที่เชื่อมโยงข้อมูลส่วนบุคคล และข้อมูลนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือเพศหญิงที่มีภาวะปวดประจำเดือน โดยมีเกณฑ์คัดเข้าคือ มีอายุ 18-22 ปี มีประจำเดือนมาปกติ มีภาวะปวดประจำเดือน (pain score ≥ 3) (ธันยากานต์ และคณะ, 2552) และยินดีเข้าร่วมตลอดโครงการวิจัย ส่วนเกณฑ์การคัดออกกลุ่มตัวอย่างคือ มีประวัติเคยได้รับอุบัติเหตุหรือเข้ารับการผ่าตัดบริเวณกระดูกสันหลัง และอุ้งเชิงกรานไม่สามารถเข้าร่วมได้ตลอดโครงการวิจัย หรือขาดการติดต่อ และพบการตั้งครรภ์

ขนาดตัวอย่าง (sample size) ทำการคำนวนโดยใช้ค่า pain score ของการปวดประจำเดือน ซึ่งค่า pain score เฉลี่ยของการปวดประจำเดือนเท่ากับ 7.7 ± 0.66 (ยสพล และคณะ, 2557) คาดว่าหลังฝึกมณีเวชค่า pain score ควรลดลงร้อยละ 20 ค่าที่ลดลงเท่ากับ 1.54 และ ประมาณค่าเบี่ยงเบน (Standard Deviation) (ประมาณ 3 เท่าของการลดลง) เท่ากับ 1.98 คำนวนโดยกำหนด type I error = 0.05, power of test = 0.08 และเป็น two side test, a=0.05 และ b=0.2 ขนาดตัวอย่างที่คำนวนได้ = 15 (Results from Open Epi, Version 3, open source calculator--SSMean) ในการทำวิจัยครั้งนี้คาดว่าจะมีอาสาสมัครถอนตัวระหว่างร่วมโครงการร้อยละ 30 จึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 15/(1-0.3) เท่ากับ 21 คน ซึ่งอยู่ในระหว่างการเก็บข้อมูล บทความวิจัยนี้จึงนำเสนอข้อมูลการศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครนำร่องจำนวน 5 คน ที่ทำการเก็บข้อมูลเสร็จสมบูรณ์

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
2. ชี้แจงรายละเอียดงานวิจัยให้กับอาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าประเมินภาวะปวดประจำเดือนของอาสาสมัครด้วยแบบทดสอบภาวะปวดประจำเดือนของ Zannoni et al, (2014) ก่อนเข้าร่วมการทดลอง

และทำการตรวจแนวกระดูกสันหลัง (Spinal alignment) การสมมาตรของอุ้งเชิงกราน (PSIS test) และความยาวขาทั้งสองข้าง (Leg length test)

3. ให้อาสาสมัครบริหารร่างกายท่ามณีเวช ในท่างู ท่าแมว ท่าเต่า และท่าผีเสื้อ ด้วยตัวเองทุกวัน ครั้งละ 10 นาที วันละ 2 ครั้ง
   เป็นระยะเวลา 60 วัน
4. หลังสิ้นสุดการทดลองจะทำการประเมินด้วยแบบสอบถามและตรวจร่างกายเช่นเดียวกับก่อนทำการศึกษา

สถิติและการวิเคราะห์ผล

ข้อมูลทั่วไป การตรวจร่างกาย และแบบประเมินภาวะปวดประจำเดือนนำเสนอข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความเจ็บปวดประจำเดือนก่อนและหลังการทดลองด้วย Paired t-Test

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มที่ทำการศึกษานำร่อง มีอายุอยู่ในช่วง 21-23 ปี มีระดับ BMI อยู่ในเกณฑ์ปกติ 4 คน และมีดัชนีมวลกาย (BMI: Body Mass Index) ต่ำกว่าเกณฑ์ 1 คน การตรวจระดับของ PSIS (posterior superior iliac spine) มี 1 คนพบการบิดเบี้ยว การตรวจแนวของกระดูกสันหลัง มี 1 คนพบการคดของกระดูกสันหลัง การตรวจความยาวก่อนทำการศึกษามี 1 คน พบว่ามีความยาวขาทั้งสองข้างต่างกันมากกว่า 1 เซนติเมตร และหลังทำการศึกษาทุกคนมีระดับการปวดประจำเดือนลดลง ดังแสดงในตารางที่ 1

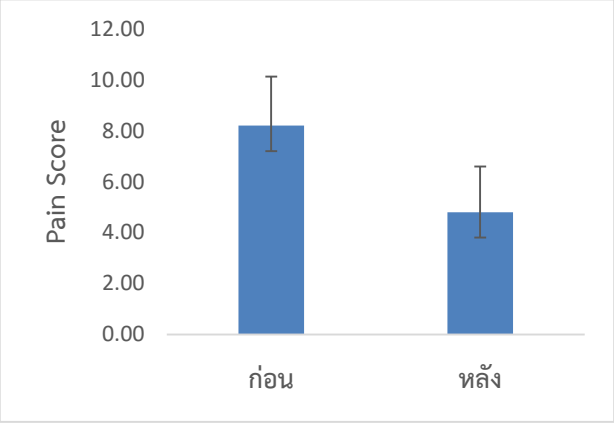
ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและการตรวจโครงสร้างร่างกาย

n	อายุ	น้ำหนัก (Kg)		BMI (kg/m2)		ระดับ PSIS		แนว Spine		ความยาวขา		Pain Score	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	23	50	50	19.53	19.53	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	เท่ากัน	เท่ากัน	5	3
2	21	46	46	20.44	20.44	เบี้ยว	เบี้ยว	ปกติ	ปกติ	เท่ากัน	เท่ากัน	9	7
3	22	46	46	18.2	18.2	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	เท่ากัน	เท่ากัน	8	5
4	21	47	46.6	19.1	18.9	ปกติ	ปกติ	คด	คด	ไม่เท่า	เท่ากัน	9	6
5	21	41	41	16	16	เบี้ยว	เบี้ยว	ปกติ	ปกติ	เท่ากัน	เท่ากัน	10	3

จากการศึกษาพบว่าน้ำหนักของอาสาสมัครอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกันและส่วนใหญ่ BMI อยู่ในเกณฑ์ปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Youngwanichsetha (2005) ที่ทำการศึกษากลุ่มอาการก่อนมีระดู อาการปวดระดูและการ

ปฏิบัติในการบรรเทา อาการของนักศึกษาสตรีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จากการศึกษาพบว่ามีการหาความชุกของค่าดัชนี มวลกาย ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมในช่วง 18-23 การตรวจโครงสร้างร่างกายส่วนใหญ่ไม่พบความผิดปกติ แต่ในรายที่พบกระดูกสันหลังที่คดหรือเบี้ยว ความไม่สมมาตรของระดับ PSIS อาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างส่วนอื่นแล้วอาจนำไปสู่การปวดระดูได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kim et al, (2018) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวกระดูกเชิงกรานและอาการปวดระดูมีการศึกษาที่ พบว่า แนวกระดูกสันหลังบิดเบี้ยวส่งผลต่อการปวดระดู เนื่องจากการที่กระดูกสันหลังบิดเบี้ยวทำให้ร่างกายเสียสมดุล ส่งผลต่อระบบไหลเวียนโลหิต ทำให้มีการหลั่งฮอร์โมน prostaglandin ออกมาปริมาณมาก

จากการศึกษาในครั้งนี้อาสาสมัครทุกคนมีระดับการปวดประจำเดือนลดลง และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ Pain Score ก่อนและหลังการศึกษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p value = 0.02 ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งสาเหตุการปวดระดูนั้นมีหลายสาเหตุ แต่ความผิดปกติทางโครงร่างเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการปวดระดู และการบริหารร่างกายด้วยมณีเวชช่วยปรับความสมดุลย์ของโครงสร้างของกระดูกในร่างกาย (นิงสานนท์ และนภดล, 2554)



รูปที่ 1 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบระดับความเจ็บปวดประจำเดือนก่อนและหลังทำการศึกษา

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนทำการศึกษาที่ p value ≤ 0.05

จากการศึกษาข้อมูลทางนรีเวชพบว่าอาสาสมัครทุกคนเริ่มมีประจำเดือนครั้งแรกในช่วงอายุ 11- 16 ปี และยังไม่เคยผ่านการมีเพศสัมพันธ์ ส่วนใหญ่ก่อนทำการศึกษามีอาการปวดเมื่อ[illegible] รกของการมีระดูและสามารถไปทำงานได้ตามปกติ ร้อยละ 80 ปวดจนต้องหยุดทำกิจวัตรประจำวันและต้องหยุดงาน ร้อยละ 20 แต่หลังทำการศึกษาอาสาสมัครทุกคนสามารถทำกิจวัตรประจำวันและไปทำงานได้ตามปกติ จากการศึกษาอาการปวดอุ้งเชิงกราน (บริเวณท้องน้อย) ในช่วงเวลาอื่นๆ ระหว่างทำกิจกรรม (นอกเหนือจากมีระดู) พบว่าก่อนทำการศึกษามีอาการปวดและไม่สามารถทำกิจกรรมได้ ร้อยละ 40 มีอาการปวดจนต้องต้องขาดเรียน/หยุดทำงาน ร้อยละ 20 แต่หลังทำการศึกษาอาสาสมัครทุกคนไม่มีอาการปวดดังกล่าว จากการศึกษาอาการปวดท้องน้อยเมื่อออกกำลังกายพบว่าก่อนทำการศึกษามีอาการปวดขณะออกกำลังกายร้อยละ 40 แต่หลังจากการทำการศึกษาอาสาสมัครทุกคนไม่มีอาการปวดดังกล่าว และไม่พบคนในครอบครัวมีประวัติครอบครัวเกี่ยวกับเยื่อบุโพรงมดลูกเจริญผิด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลแบบสอบถามภาวะปวดประจำเดือน

ข้อมูลทางนรีเวช	จำนวน (ร้อยละ)
คุณมีประจำเดือนครั้งแรกเมื่อไร	
7-10 ปี	-
11-16 ปี	5(100)
16 ปีขึ้นไป	-
คุณเคยมีเพศสัมพันธ์แล้วหรือยัง (สามารถข้ามคำถามได้)	
เคย	-
ไม่เคย	5(100)
คุณมีอาการปวดช่วงมีระดูหรือไม่	ก่อน/หลัง
ใช่ รับประทานยาแก้ปวดแต่ก็ยังมีอาการปวด จนต้องหยุดทำกิจวัตรประจำวัน	1(20)/0
ใช่ มีอาการปวดมากจนต้องรับประทานยาแก้ปวด เพื่อให้สามารถทำกิจวัตรประจำวันได้	-
ใช่ มีอาการปวดเมื่อยวันแรกของการมีระดู	4(80)/5(100)
ไม่มีอาการปวดใด ๆ	-
ในช่วงที่มีระดูคุณขาดเรียน/หยุดทำงาน เพราะมีอาการปวดหรือไม่	ก่อน/หลัง
ใช่ ฉันหยุดเรียนหยุดทำงาน 1 วันหรือมากกว่านั้นในทุกเดือนที่มีระดู	1(20)/0
ไม่ ในช่วงมีระดูฉันสามารถไปเรียน/ทำงานได้ทุกวันแต่ต้องใช้ยาแก้ปวด	-
ไม่ขาดเรียน/หยุดทำงาน	4(80)/5(100)
คุณมีอาการปวดอุ้งเชิงกราน (บริเวณท้องน้อย) ในช่วงเวลาอื่นๆ ระหว่างทำกิจกรรม (นอกเหนือจากมีประจำเดือน)หรือไม่	ก่อน/หลัง
ใช่ ฉันต้องใช้ยาแก้ปวด	-
ใช่ ฉันต้องขาดเรียน/หยุดทำงาน	1(20)/0
ใช่ ไม่สามารถทำกิจกรรมได้	2(40)/0
ไม่มีอาการปวด	2(40)/5(100)
คุณรู้สึกปวดท้องน้อยเมื่อออกกำลังกายหรือไม่	ก่อน/หลัง
ใช่	2(40)/0
ไม่ใช่	3(60)/5(100)

ข้อมูลทางนรีเวช	จำนวน (ร้อยละ)
คุณมีประวัติครอบครัวเกี่ยวกับเยื่อบุโพรงมดลูกเจริญผิดที่หรือไม่	
ใช่ ฉันมีญาติสนิท แม่ ย่า/ยาย พี่สาว/น้องสาว ป้า เป็นเยื่อบุโพรงมดลูกเจริญผิดที่	-
ไม่มีใครในครอบครัวของฉันเป็นเยื่อบุโพรงมดลูกเจริญผิดที่	4(80)
ฉันไม่ทราบ	1(20)

จากข้อมูลทางนารีเวชอาสาสมัครเริ่มมีประจำเดือนในช่วงอายุ 11-16 ปี ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Youngwanichsetha (2005) ที่ทำการศึกษากลุ่มอาการก่อนมีระดู อาการปวดระดู และการปฏิบัติในการบรรเทาอาการของนักศึกษาสตรีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้มีการการเก็บข้อมูลอายุที่เริ่มมีระดูครั้งแรก พบว่าในกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เริ่มมีประจำเดือนครั้งแรก ช่วงอายุ 12-14 ปี คิดเป็นร้อยละ 70.3 ซึ่งในช่วงวัยนี้เป็นวัยที่เหมาะสมที่จะเริ่มมีประจำเดือนและจะดำเนินไปตลอดวัยเจริญพันธุ์จนถึงอายุประมาณ 40-50 ปี จากการศึกษาส่วนใหญ่ในช่วงที่มีระดูจะมีอาการปวดเมื่อย คิดเป็นร้อยละ 80 ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hend et al, (2016) ที่ทำการศึกษากายบริหารแบบยืดกล้ามเนื้อหรือการออกกำลังกายเสริมสร้างความแข็งแรงของร่างกาย เพื่อจัดการอาการปวดประจำเดือนชนิดปฐมภูมิ พบว่าส่วนใหญ่จะมีอาการปวดเมื่อยก่อนมีระดู และการออกกำลังกายแบบยืดกล้ามเนื้อและเพิ่มความแข็งแรงสามารถช่วยบรรเทาอาการ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าอาสาสมัครที่มีอาการปวดเมื่อยจนต้องหยุดทำกิจวัตรประจำวัน หลังจากทำการศึกษาสามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติ ส่วนในเรื่องของการปวดระดูจนต้องขาดเรียน/หยุดงาน ส่วนใหญ่ไม่มีอาการปวดมากจนต้องมีการขาดเรียน/หยุดงาน ร้อยละ 80 และต้องขาดเรียน/หยุดงานเพียงร้อยละ 20.0 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chongpensuklert et al, (2551) ที่ทำาการศึกษาความชุกของภาวะปวดระดูในกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในจังหวัดขอนแก่น พบว่าอาการปวดระดูมีผลทำให้สมาธิในการเรียนลดลง ร้อยละ 74 และมีผลทำให้ขาดเรียนเพียงร้อยละ 18.2 แต่หลังจากจากศึกษาพบว่าอาสาสมัครทุกคนสามารถไปเรียน/ทำงานได้ตามปกติ

จากข้อมูลอาการปวดอุ้งเชิงกราน (นอกเหนือจากมีประจำเดือน) และการปวดขณะออกกำลังกาย พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีอาการปวด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sedighimehr et al, (2018) ที่มีการศึกษาความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกเชิงกรานในสตรีที่มีและไม่มีอาการปวดท้องน้อยเรื้อรัง พบว่ากลุ่มที่มีอาการปวดท้องน้อยเรื้อรังมีอาการปวดท้องน้อยเมื่อออกกำลังกายเพียง ร้อยละ 23.8 เท่านั้น เนื่องจากสาเหตุของอาการปวดกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกาย อาจเกิดขึ้นได้สำหรับคนที่เริ่มออกกำลังกาย เพราะร่างกายไม่เคยชินกับการออกแรง เมื่อเราออกกำลังกายสม่ำเสมอจนร่างกายพัฒนาและมีความทนทานต่อกิจกรรมที่ใช้แรงมากขึ้น อาการปวดกล้ามเนื้อจากกิจกรรมนั้นก็จะหายไป ซึ่งหลังจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า กายบริหารมณีเวชช่วยลดอาการปวดอุ้งเชิงกรานได้ เนื่องจากมณีเวชไปช่วยการปรับสมดุลโครงสร้างร่างกาย เพิ่มการไหลเวียน ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการลดภาวะปวดประจำเดือน และการปวดบริเวณอุ้งเชิงกราน (นิงสานนท์ และนภดล, 2554)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้อาจสรุปได้ว่าการทำกายบริหารมณีเวชเป็นประจำสามารถช่วยปรับสมดุลโครงสร้างและระบบไหลเวียนของร่างกาย ซึ่งส่งผลต่อการลดระดับอาการปวดประจำเดือน และช่วยให้สามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติ แต่การศึกษาครั้งนี้ยังเป็นการศึกษานำร่อง จึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลอาสาสมัครให้ครบตามกลุ่มประชากรตัวอย่างที่คำนวณได้ และนำผลการศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ทางคลีนิคในสถานพยาบาลจริง เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการบรรเทาอาการปวดประจำเดือนโดยไม่ใช้ยา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาวิจัยครั้งนี้และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้คำแนะนำ

เอกสารอ้างอิง

Chongpensuklert, Y., Kaewrudee, S., Soontrapa, S. and Sakondhavut, C. (2008). Dysmenorrhea in Thai secondary school students in Khon Kaen, Thailand**. Thai Journal of Obstetrics and Gynaecology**. 47-53.

Fugh-Berman, A. and Kronenberg, F. (2003). Complementary and alternative medicine (CAM) in reproductive-age women: a review of randomized controlled trials. **Reproductive Toxicology**. 17(2), 137-152.

Kim, M. J., Baek, I. H., and Goo, B. O. (2016). The relationship between pelvic alignment and dysmenorrhea. **Journal of physical therapy science**. 28(3), 757-760.

Morrow, C., and Naumburg, E. H. (2009). Dysmenorrhea. **Primary care: Clinics in office practice**. 36(1), 19-32.

Namavar Jahromi, B., Tartifizadeh, A. and Khabnadideh, S. (2003). Comparison of fennel and mefenamic acid for the treatment of primary dysmenorrhea**. International Journal of Gynecology and Obstetrics**. 80(2), 153-157.

Proctor, M. and Farquhar, C. (2006). Diagnosis and management of dysmenorrhoea. **BMJ: British Medical Journal.** 332(7550), 1134.

Rapkin, A. (2003). A review of treatment of premenstrual syndrome & premenstrual dysphoric disorder. **Psychoneuroendocrinology.** 28, 39-53.

Saleh, H. S., Mowafy, H. E. and Hameid, A. A. E. (2016). Stretching or core strengthening exercises for managing primary dysmenorrhea. **J Women's Health Care.** 5(295), 2167-0420.

Sedighimehr, N., Manshadi, F. D., Shokouhi, N. and Baghban, A. A. (2018). Pelvic musculoskeletal dysfunctions in women with and without chronic pelvic pain. **Journal of bodywork and movement therapies**. 22(1), 92-96.

Youngwanichsetha, S. (2005). Premenstrual syndrome, dysmenorrhea, and relieving practice of female students in Prince of Songkla University. **Songklanagarind Medical Journal.** 23(4), 209-217.

Zannoni, L., Giorgi, M., Spagnolo, E., Montanari, G., Villa, G. and Seracchioli, R. (2014). Dysmenorrhea, absenteeism from school, and symptoms suspicious for endometriosis in adolescents. **Journal of pediatric and adolescent gynecology.** 27(5), 258-265.

กนกธร. (2546). **อาการของภาวะปวดประจำเดือนและวงจรของรอบประจำเดือน.** 2543: กรุงเทพมหานคร: โอเดี่ยนสโตร์.

แก้วโมกข์ และ วีระยุทธ. (2560). ผลการทำกายบริหารแบบมณีเวชต่อการทรงตัวความ ยืดหยุ่นและความแข็งแรงของผู้สูงอายุ. **บูรพาเวชสาร**. 4(1), 31-39.

ธันยกานต์ วารเศรษฐวัฒน์ และ ดรุณวรรณ สุขสม. (2552). "ผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยการวิ่งสมาธิต่อสุขสมรรถนะและอาการข้างเคียงของการมีประจำเดือนในหญิงกลุ่มอาการก่อนมีประจำเดือนและมีอาการปวดประจำเดือน. **Journal of Exercise and Sport Science** 6(1), 1–18.

นิงสานนท์ และ นภดล. (2554). มณี เวช เพื่อ ชีวิต ง่ายๆ สบาย ๆ (SIMPLE WAY TO MAKE LIFE EASIER BY MANEEVEDA). **Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology).** 3(5), 1-13.

ยสพล เหลืองโสมนภา, เสรี ชัดแช้ม และ สมรักษ์ สันติเบ็ญจกุล. (2557). ผลของโปรแกรมเปลี่ยนแปลงความคิดที่ไม่หมาะสมเกี่ยวกับความปวดและระดับความปวดประจำเดือนแบบปฐมภูมิของนักศึกษาพยาบาล. **วารสารการพยาบาลและการศึกษา.** 7(1), 26-38.

ผลของตัวทำละลายและความเป็นกรด-ด่าง ต่อปริมาณและความเข้มของสีที่สกัดได้จากธรรมชาติ

Effects of Solvents and pH on the Quantity and Intensity of the Color Extracted from Natural Dyes

ประกิต ไชยธาดา[1] *, พัฒชรีญา รัตนพันธ์[1], อมิตา ศุภวาทิน[1], อาริยา สุนทรา[1] และสุนิศา หล้าจิ[1]

Prakit Chaithada[1]*, Patchareeya Rattanapan[1], Amita Supawatin[1] Ariya Suntara[1] and Sunisa Laji[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของตัวทำละลายและความเป็นกรด-ด่างที่มีต่อปริมาณและความเข้มของสีที่สกัดได้จากใบน้อยโหน่งและใบสนทะเล ผลการวิจัย พบว่า ตัวทำละลายแต่ละชนิดสามารถสกัดสีย้อมจากธรรมชาติได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยใบน้อยโหน่งสามารถสกัดสารสีได้โดยใช้ตัวทำละลายที่มีขั้ว ได้แก่ เมทานอล และน้ำ ขณะที่ใบสนทะเลสามารถสกัดสารสีด้วยตัวทำละลายไดคลอโรมีเทนซึ่งขั้วต่ำกว่า และจากการศึกษาความคงตัวของสีย้อมจากธรรมชาติที่ความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer เทียบเฉดสีกับ Munsel color chart และวัดค่าสีด้วยระบบ L*a*b ด้วยเครื่องวัดสี พบว่า สีย้อมแต่ละชนิดมีเฉดสีและความเข้มของสีย้อมแตกต่างกันในช่วงความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ สารสกัดใบน้อยโหน่งให้สีที่เข้มในตัวทำละลายไดคลอโรมีเทนและเมทานอล และมีแนวโน้มของเฉดสีที่เข้มขึ้นในสภาวะที่เป็นเบส ขณะที่สารสกัดจากใบสนทะเลจะให้สีย้อมที่เข้มในตัวทำละลายไดคลอโรมีเทนและอะซิโตน โดยสารสกัดจากไดคลอโรมีเทนจะให้สีที่เข้มในสภาวะที่เป็นเบส ขณะที่สารสกัดจากอะซิโตนให้สีที่เข้มในสภาวะที่เป็นกรด งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าตัวทำละลายและความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อปริมาณและความเข้มของสีที่สกัดได้จากธรรมชาติ

คำสำคัญ: สีย้อมจากธรรมชาติ, ตัวทำละลาย, ความเป็นกรด-ด่าง, ความคงตัว

* **Corresponding author, E-mail:** prakitch0106@gmail.com

Abstract

This research aimed to study the effects of solvents and acidity-alkali on the quantity and intensity of color extracted from Custard Apple leaves and Common Ironwood leaves. The results showed that each solvent can extract different amounts of natural dyes. The Custard Apple leaves were able to extract the pigment using polar solvents, such as methanol and water, while the Common Ironwood leaves were able to extract the pigment with the dichloromethane solvent, which is lower polar solvent. The study of the stability of natural dyes at various pHs by measuring the maximum absorbance with the UV-Visible spectrophotometer, having their shades compared to Munsel color chart and measuring color values with L*a*b system with the colorimeter found that each type of dye has different shades and intensity of dyes in various acidity-alkaline ranges. The extracts of the Custard Apple leaves were giving a strong color in dichloromethane and methanol and had a tendency of darker shades in a base condition. The extracts from the Common Ironwood leaves gave a strong dye in the dichloromethane and acetone. The extracted from dichloromethane produced a dark color in a base condition, while the extract of acetone gave dark colors in acidic conditions. This research showed that the solvents and acidity-alkali can affect the yield and intensity of natural extracted colors.

Keywords: Natural dyes, Solvents, acidity-alkali, Stability

บทนำ

พืชพรรณที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา แต่ละชนิดล้วนมีลักษณะที่แตกต่างกันทั้งลำต้น เนื้อไม้ ขนาดรูปร่าง ใบ ดอก ผล รากและสี เป็นต้น มนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์ของพืชพรรณมายาวนาน เช่น ใช้พืชเนื้อแข็งในการสร้างที่อยู่อาศัย สิ่งปลูกสร้าง เฟอร์นิเจอร์ ใช้ใบและดอกที่มีกลิ่นหอมเพื่อประดับตกแต่งสร้างกลิ่นให้อาหารเสื้อผ้า ใช้สีที่ได้จากพืชพรรณเหล่านั้นในการตกแต่งอาหาร ย้อมสีผ้า เป็นต้น สีย้อมผ้าที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งสีย้อมธรรมชาติและสีย้อมสังเคราะห์ สีสังเคราะห์มีมากมายหลายเฉดสี การใช้สีสังเคราะห์มีข้อดีคือ มีความสะดวก รวดเร็ว สามารถเลือกสีได้ตามต้องการ สีมีความติดทน แต่มีข้อเสียคือ สีสังเคราะห์มักจะมีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ สลายตัวยาก เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นสารก่อมะเร็ง สีที่พบจากธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด เช่น สีเขียวจากใบเตย สีน้ำเงินจากดอกอัญชัน สีเหลืองจากดอกคำฝอย ซึ่งสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของอาหาร หรือนำมาตกแต่งเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย และได้มีการพัฒนาการ

ย้อมเส้นไหมจากสีธรรมชาติ มีการวิจัยในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารี พบว่า มีพืชมากกว่า 50 ชนิดที่อยู่ในการดูแลของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่สามารถให้สีได้ (ปิยะธิดา และอนุสรณ์, 2556)

การใช้สีจากธรรมชาติจะมีความปลอดภัย ไม่มีส่วนประกอบของโลหะหนัก สามารถย่อยสลายง่าย (ระมัด, 2556) แต่พบว่าสีย้อมจากธรรมชาติยังไม่มีเฉดสีที่หลากหลายมากนัก ทำให้ยังไม่เป็นที่ถูกใจแก่ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์การย้อมสีผ้าฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากใบกระท้อน พบว่า สารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ มีความเข้มของสีใกล้เคียงกัน แต่มีเฉดสีที่แตกต่างกัน การพัฒนาการยึดติดของสีกับผ้า โดยการเกิดสารเชิงซ้อนของสีสกัดจากแก่นฝางกับไอออนโลหะต่าง ๆ พบว่าเกิดสารเชิงซ้อนที่เสถียรกับอะลูมิเนียมไอออนและเมื่อนำไปย้อมเส้นไหมจะมีแรงดึงดูดมากขึ้นทำให้สีติดแน่นและคงทนมากกว่าเดิม (เสาวนีย์ และคณะ, 2550) การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากฝ้ายย้อมสีจากมะขามหวาน พบว่า เปลือกฝักมะขามให้สีน้ำตาลอมเหลือง เมล็ดมะขามให้สีน้ำตาลอมแดง สามารถนำมาย้อมสีฝ้ายได้ และเมื่อนำมาเคลือบด้วยสารช่วยติดสี จะทำให้สีไม่ตก (อนงค์พรรณ และสุวภางค์, 2555) สีย้อมจากธรรมชาติยังสามารถนำไปพัฒนาชุดสำเร็จรูปสำหรับการย้อมสีกระบวนการแบ่งเซลล์ทางชีววิทยา (วีรนุช และคณะ, 2558) ส่วนต่าง ๆ ของพืชในท้องถิ่นที่นิยมนำมาสกัดสี ได้แก่ แก่น ลำต้น เปลือก กิ่ง ใบ ผล และดอก พืชแต่ละชนิดให้สีที่ต่างกัน ตัวอย่างพืชที่ให้โทนสีแดง ได้แก่ ครั่ง เมล็ดคำแสด แก่นฝาง เปลือกสมอ โทนสีเหลือง ได้แก่ ขมิ้นชัน แก่นไม้พุด ผลดิบมะตูม ดอกผกากรอง ใบขี้เหล็ก และแก่นขนุน โทนสีน้ำตาล ได้แก่ แก่นคูณ เปลือกผลทับทิม เปลือกไม้โกงกาง และเปลือกนนทรี โทนสีดำ ได้แก่ ผลมะเกลือ ใบกระเม็ง ผลมะกอกเลื่อม เปลือกรกฟ้า ผลตับเต่า และบัวสาย (นันทิพย์ และฉัตรดาว, 2559) ตัวทำละลายที่สามารถนำมาใช้ในการสกัดสีย้อมมีหลายชนิด ได้แก่ น้ำ สารละลายเบส สารละลายกรด ตัวทำละลายอินทรีย์ เมื่อสารสีถูกสกัดออกมาจะได้จะได้สีที่มีองค์ประกอบทางเคมีหลายอย่างปะปนมาตามความสามารถในการละลายของตัวทำละลายแต่ละชนิด เช่น การเตรียมผงสีจากเปลือกมังคุดด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ น้ำ เมทานอล สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 3 และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ได้สารละลายที่มีสีต่างกัน สารสกัดจากน้ำได้สีแดงอมชมพูถึงสีแดงเข้ม สารสกัดเมทานอลได้สีชมพูอ่อน ขณะที่การใช้สารละลายกรดอะซิติก และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้สีน้ำตาลถึงสีเทา (พรพิมล และคณะ, 2553) สารสกัดของพืชในท้องถิ่นจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แก่ เค็ง ผักเสี้ยน ยอ มะรุม มะขาม มะหาด ชะพลู และราชพฤกษ์ สามารถใช้สังเคราะห์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์เพื่อใช้ในการปรับปรุงการย้อมสีผ้าฝ้าย (สุดกมล และรุ่งนภา, 2559)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาสีย้อมจากธรรมชาติ โดยเก็บตัวอย่างใบน้อยโหน่งจากอำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช และใบสนทะเลจากอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช การผลิตผ้าโดยใช้สีย้อมจาก

ธรรมชาติ เป็นการเสริมสร้างอาชีพให้กับชุมชน เป็นรายได้เสริมให้กับครอบครัว พืชที่พบทั่วไปในท้องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราชมีแหล่งของสีย้อมจำนวนมาก เพื่อเพิ่มแหล่งของพืชที่จะนำมาใช้สกัดเป็นสีย้อม ศึกษาตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด และความคงตัวของสีย้อม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของตัวทำละลายและความเป็นกรด-ด่างที่มีต่อปริมาณและความเข้มของสีที่สกัดได้จากธรรมชาติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสกัดสีย้อมจากพืชตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างพืชทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ใบน้อยโหน่ง จากอำเภอลานสกา และใบสนทะเล อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช นำตากแห้งเพื่อให้ได้น้ำหนักแห้งที่แน่นอนก่อนการสกัด แล้วนำไปบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบด แล้วนำตัวอย่างพืชแต่ละชนิดมาชั่งให้ได้น้ำหนักแห้งประมาณ 25 กรัม ห่อด้วยผ้าขาวบาง นำไปแช่ไว้ในตัวทำละลายทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน อะซิโตน เมทานอล และน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน และทุกตัวทำละลายสกัดซ้ำ 3 ครั้ง นำสารสกัดที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องระเหยตัวทำละลายแบบลดความดัน (Rotary evaporator) แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก คำนวณหาร้อยละของการสกัด (% yield) หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\text{ร้อยละของการสกัด} = \frac{\text{น้ำหนักของสารสกัด}}{\text{น้ำหนักแห้งของพืชก่อนสกัด}} \times 100$$

2. การเตรียมสารละลายของสารสกัดที่ได้

ชั่งสารสกัดจากตัวอย่าง 0.0010 กรัม ลงในหลอดทดลอง เติมไดเมธิลซัลฟอกไซด์ (DMSO) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (ความเข้มข้น $1x10^{-2}$ - $1x10^{-6}$ โมลต่อลิตร) เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 2-6 หรือเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ความเข้มข้น $1x10^{-2}$ - $1x10^{-6}$ โมลต่อลิตร) เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 8-12 และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ผสมสารละลายให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมสาร (Vortex mixture) ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอีกครั้งโดยใช้กระดาษ universal indicator

3. การนำสารละลายของสารสกัดที่ได้ไปวัดค่าสี

3.1 นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ไปสแกนความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงได้สูงสุด (λ_{max}) โดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-visible spectrophotometer) ในช่วงความยาวคลื่น 200-800 nm

3.2 นำสารละลายที่เตรียมได้ไปวัดเฉดสี โดยใช้ Munsel color chart (Kollmorgen Instruments Corporation, New York) และเครื่องวัดสี (ColorFlex®, HunterLab) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) การวัดค่าสีจากตัวอย่างที่เป็นของเหลว โดยนำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 2 มาเทียบสีกับ Munsel color chart บันทึกผล และนำสารละลายตัวอย่าง มาวัดค่าสี L*a*b โดยใช้เครื่องวัดค่าสี

2) การวัดค่าการติดสี โดยตัดกระดาษกรองเบอร์ 1 ให้มีขนาด 1x1 ตารางเซนติเมตร จุ่มลงในสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 2 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทำให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาเทียบสีกับ Munsel color chart บันทึกผล และนำกระดาษกรองที่แห้งแล้ว มาวัดค่าสี L*a*b โดยใช้เครื่องวัดค่าสี

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

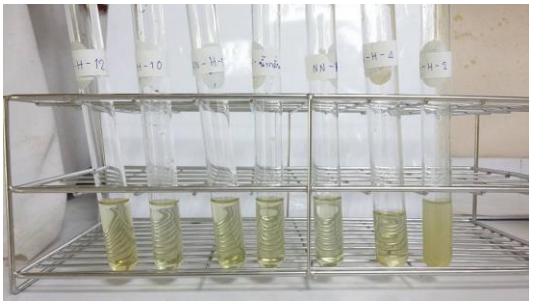
เมื่อนำพืชตัวอย่าง 2 ชนิด ได้แก่ ใบน้อยโหน่ง และใบสนทะเล มาทำการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละของสารสกัดสีย้อมจากใบน้อยโหน่งและใบสนทะเลโดยใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ

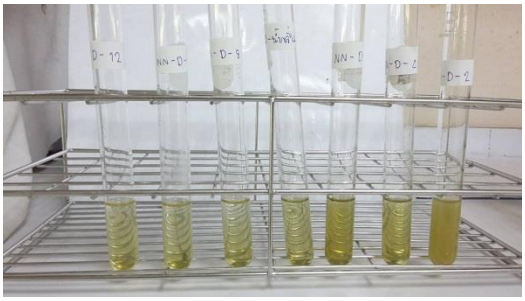
พืชตัวอย่าง	ตัวทำละลาย	%yield
ใบน้อยโหน่ง	เฮกเซน	0.40±0.08
	ไดคลอโรมีเทน	0.36±0.05
	อะซิโตน	0.52±0.12
	เมทานอล	5.92±0.85
	น้ำกลั่น	28.52±2.24
ใบสนทะเล	เฮกเซน	3.16±0.12
	ไดคลอโรมีเทน	12.24±0.86
	อะซิโตน	1.20±0.15
	เมทานอล	1.68±0.24
	น้ำกลั่น	12.36±1.84

จากตารางที่ 1 พบว่า ตัวทำละลายแต่ละชนิดสามารถสกัดสารสีจากพืชชนิดต่าง ๆ ได้แตกต่างกัน สารสีจากใบน้อยโหน่งสามารถสกัดได้โดยใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วสูง ได้แก่ น้ำกลั่น และเมทานอล มีร้อยละของการสกัดเท่ากับ 28.52±2.24% และ 5.92±0.85% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า สารสีที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของใบน้อยโหน่งส่วนใหญ่เป็นสารที่มีขั้ว จึงสามารถสกัดโดยใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วได้ดี ขณะที่ใบสนทะเลสามารถสกัดสารสีจากไดคลอโรมีเทนได้สูง

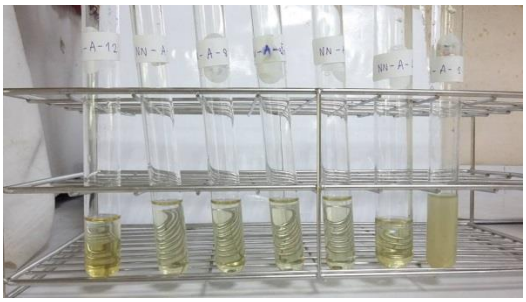
มีร้อยละการสกัดเท่ากับ 12.24±0.86% โดยตัวทำละลายที่มีขั้วอย่างเมทานอลสามารถสกัดสารสีจากใบสนทะเลได้ค่อนข้างน้อย และเมื่อนำสารสีจากพืชทั้ง 2 ชนิดไปศึกษาการวัดค่าสี โดยนำสารสกัดที่ได้ไปปรับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 2-12 ได้สารสีดังภาพที่ 1 และ 2 จากนั้นผู้วิจัยเลือกสารสีที่มีความเข้มและมีเฉดสีที่แตกต่างกันในค่าความเป็นกรด-เบสต่าง ๆ ได้แก่ สารสกัดไดคลอโรมีเทนและเมทานอลจากใบน้อยโหน่ง สารสกัดไดคลอโรมีเทนและอะซิโตนจากใบสนทะเล ไปวัดค่าความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) และนำไปเทียบสีโดยใช้ Munsel color chart จากนั้นนำไปวัดค่าสี L*a*b ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2



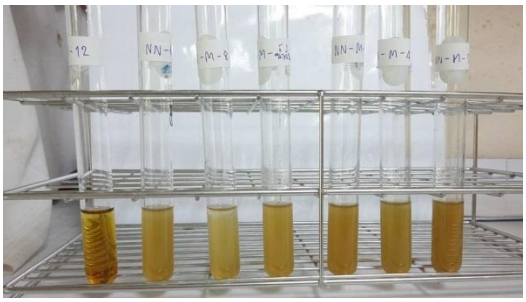
(ก)



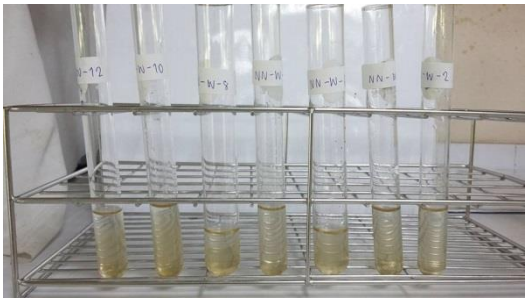
(ข)



(ค)

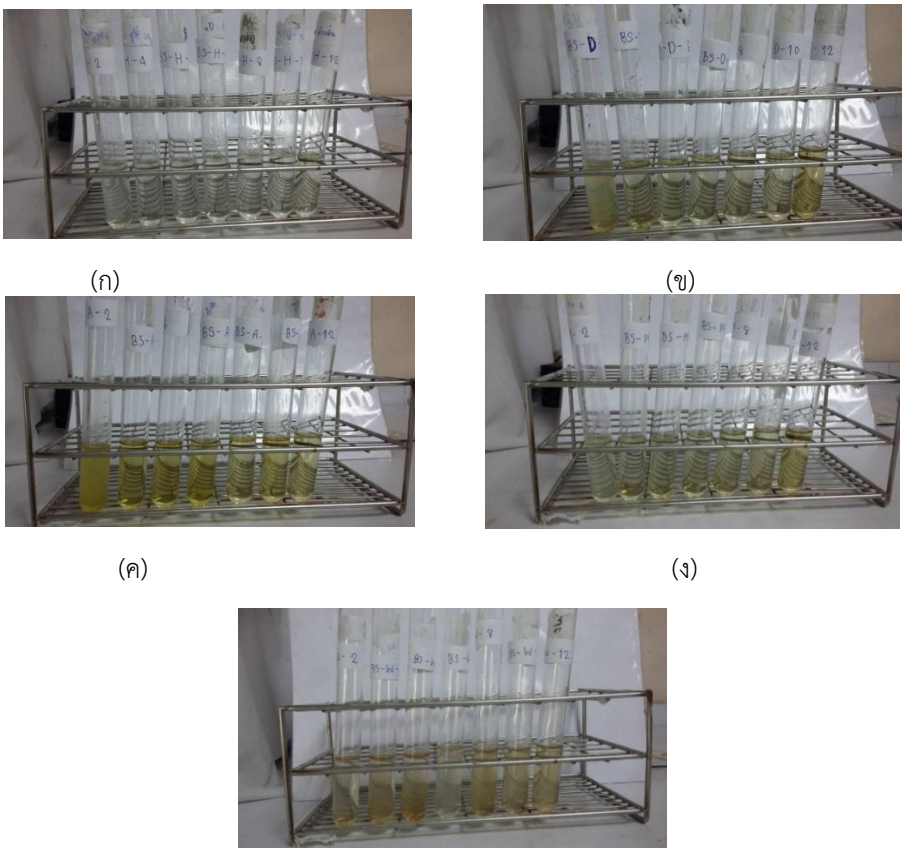


(ง)



(จ)

ภาพที่ 1 สารสกัดสีย้อมจากใบน้อยโหน่งในตัวทำละลายชนิดต่างๆ หลังจากปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง pH 1-12 (ก) เฮกเซน (ข) ไดคลอโรมีเทน (ค) อะซิโตน (ง) เมทานอล (จ) น้ำกลั่น



(ก) (ข) (ค) (ง) (จ)

ภาพที่ 2 สารสกัดสีย้อมจากใบสนทะเลในตัวทำละลายชนิดต่างๆ หลังจากปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง pH 1-12 (ก) เฮกเซน (ข) ไดคลอโรมีเทน (ค) อะซิโตน (ง) เมทานอล (จ) น้ำกลั่น

ตารางที่ 2 ผลการวัดค่าสีด้วยวิธีต่าง ๆ ของสารสกัดจากใบน้อยโหน่งและใบสนทะเล

สารสกัดจากพืช	pH	λ_{max} (nm)	รหัสสีจากการเทียบ	การวัดค่าสี		
			Munsel color chart	L*	a*	b*
สารสกัดไดคลอโร	2	224.7, 265.4, 285.2	5Y8/4	13.17	-2.15	3.00
มีเทนจากใบ	4	300.0, 406.2, 671.6	5Y8/8	5.96	-0.74	0.81
น้อยโหน่ง	6	300.0, 404.9, 672.8	5Y7/6	8.28	-1.90	-0.01
	7	297.5, 408.6, 672.8	5Y8/6	4.16	-0.61	-0.58
	8	301.2, 407.4, 672.8	5Y8/6	5.43	-1.94	1.13
	10	298.8, 408.6, 672.8	5Y8/6	3.00	0.16	-1.38
	12	301.2, 407.4, 672.8	5Y8/6	4.03	-0.86	0.56

ตารางที่ 2 ผลการวัดค่าสีด้วยวิธีต่าง ๆ ของสารสกัดจากใบน้อยโหน่งและใบสนทะเล (ต่อ)

สารสกัดจากพืช	pH	λ_{max} (nm)	รหัสสีจากการเทียบ	การวัดค่าสี		
			Munsel color chart	L*	a*	b*
สารสกัดเมทานอล	2	303.7	2.5Y6/8	20.02	-3.70	11.02
จากใบน้อยโหน่ง	4	325.9	2.5Y7/8	12.88	-1.50	7.89
	6	300.0	2.5Y6/8	12.64	-1.35	7.81
	7	317.3, 393.8	2.5Y7/8	12.50	-1.35	7.57
	8	297.5	2.5Y7/8	9.96	-1.62	5.29
	10	303.7	2.5Y6/8	11.71	-1.68	8.04
	12	293.8	2.5Y8/10	4.31	-1.21	3.73
สารสกัดไดคลอโรมีเทน	2	301.2, 333.3	5Y8/4	7.56	-0.36	-0.79
จากใบสนทะเล	4	295.1	5Y8/4	2.90	0.40	-1.22
	6	313.6	5Y8/4	2.27	-0.35	-0.02
	7	317.3	5Y8/4	2.19	0.21	-0.97
	8	314.8	5Y8/4	2.25	-0.20	-0.78
	10	314.8	5Y8/4	2.31	-0.80	1.04
	12	358	5Y8/8	2.43	0.27	0.07
สารสกัดอะซิโตน	2	300.0, 333.3	2.5Y8/4	10.57	-2.10	2.88
จากใบสนทะเล	4	313.6	5Y8/6	3.19	-0.18	-0.48
	6	296.3	5Y8/6	2.89	0.68	-1.50
	7	314.8	5Y8/6	2.96	-0.25	-0.48
	8	296.3	5Y8/6	2.58	0.43	-1.10
	10	316.0	5Y8/6	2.32	0.14	0.04
	12	296.3, 358.0	5Y8/6	2.08	-0.20	0.03

สารสกัดสีย้อมจากใบน้อยโหน่งด้วยตัวทำละลายไดคลอโรมีเทนให้สีเหลือง และสารสกัดจากเมทานอลให้สีน้ำตาลอ่อน สารสกัดจากไดคลอโรมีทนมีความยาวคลื่นสูงสุดแบ่งเป็น 3 ช่วงคือ 297-301 404-408 และ 671-673 นาโนเมตร

โดยจะให้สีเข้มขึ้นที่ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8, 10 และ 12 ขณะที่สารสกัดสีย้อมจากเมทานอลจะให้สีที่เข้ม และสามารถย้อมติดสีกับกระดาษกรองได้ดีที่ความเป็นกรดเบสเท่ากับ 8, 10 และ 12

เมื่อนำสารสกัดใบสนทะเลจากตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน และอะซิโตน มาศึกษาการวัดค่าสี พบว่า สารสกัดทั้งสองให้สีเหลือง จากการนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงยูวี พบว่า สารสกัดส่วนใหญ่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดในช่วง 295-316 นาโนเมตร และเมื่อนำไปทดสอบการติดสีของกระดาษกรอง พบว่า สารสกัดทั้งสองสามารถติดสีได้ในทุกค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยสารสกัดไดคลอโรมีเทนจะมีสีเข้มขึ้นที่ค่าความเป็นกรด-ด่างสูง ๆ ขณะที่สารสกัดอะซิโตนจะให้สีที่เข้มในสภาวะที่เป็นกรด

จากการศึกษาผลของตัวทำละลายและค่าความเป็นกรด-ด่างของพืชตัวอย่างทั้งสอง พบว่า ตัวทำละลายแต่ละชนิดสามารถสกัดสารสีจากพืชชนิดต่าง ๆ ได้แตกต่างกัน โดยสารสกัดสีย้อมให้โทนสีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาล ซึ่งมีโทนสีที่สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับงานวิจัยของนันทิพย์ และฉัตรดาว (2559) ทำการสกัดสีย้อมจากเปลือกสนทะเลให้สีน้ำตาล งานวิจัยของวีรนุช และคณะ (2558) ที่ทำการสกัดสีย้อมจากแก่นขนุนให้โทนสีเหลือง พรพิมล และคณะ (2553) ซึ่งพบว่าตัวทำละลายที่ต่างกันสามารถสกัดสารสีจากเปลือกมังคุดได้แตกต่างกัน คือ สารสกัดจากน้ำได้สีแดงอมชมพูถึงสีแดงเข้ม สารสกัดเมทานอลได้สีชมพูอ่อน ขณะที่การใช้สารละลายกรดอะซิติก และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้สีน้ำตาลถึงสีเทา พืชแต่ละชนิดมีร้อยละของการสกัดด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิดที่แตกต่างกันขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของพืชแต่ละชนิด ค่าความเป็นกรด-ด่างของสีย้อมจากธรรมชาติและสารช่วยติดสีมีผลต่อเฉดสี ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของจุฑามาศ และอังคณา (2559) ได้ศึกษาผลของค่าความเป็นกรด-ด่างที่ช่วง 3-6 ของสารช่วยติดสีธรรมชาติ พบว่าเส้นไหมที่ย้อมโดยการสกัดสีครั่งด้วยน้ำและเอทานอลโดยใช้สารช่วยติดสีจากใบมะขาม ใบ พลองเหมือด และใบชงโค เส้นไหมจะดูดซับสีครั่งได้ดีที่ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 3 ทั้งในน้ำและเอทานอล ให้เฉดสีที่ต่างกัน คือ ใบมะขามจะให้เฉดสีแดง ใบพลองเหมือด จะให้เฉดสีแดงชมพู และใบชงโคจะให้เฉดสีน้ำตาล และให้เฉดสีที่สดใสที่ค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 3-4 การศึกษาความคงตัวของสีย้อมจากธรรมชาติมีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อให้มีสีสันสวยงาม เพิ่มมูลค่าของสินค้า สามารถนำสีย้อมจากธรรมชาติมาก่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของอรนุช และคณะ (2560) ความคงตัวของสีย้อมยังขึ้นอยู่กับสารช่วยติดสี อย่างเช่น เปลือกสีเสียดแห้ง เปลือกผลทับทิมแห้ง ใบยูคาลิปตัสแห้ง (นุชนาถ และคณะ, 2559)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่

เอกสารอ้างอิง

จุฑามาศ ชูสกุล และอังคณา ชาติก้อน. (2559). การศึกษาผลของพีเอชของสารช่วยติดสีธรรมชาติต่อคุณภาพและเฉดสีของไหมที่ย้อมสีจากครั่ง. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ.2559* (หน้า 277-282). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นันทิพย์ หาสิน และฉัตรดาว ไชยหล่อ. (2559). การศึกษากระบวนการสกัดสีธรรมชาติจากพืช เพื่องานมัดย้อม. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ นอร์ทเทิร์นวิจัย ครั้งที่ 3* (หน้า 513-516). ตาก: วิทยาลัยนอร์ทเทิร์น.

นุชนาถ มีพันธ์ ศศิประภา รัตนดิลก ณ ภูเก็ต และศรันยา คุณะดิลก (2559). การย้อมผ้าไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเหง้ากระชายดำ. *วารสารคหเศรษฐศาสตร์*, 59(2), 26-35.

ปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล และอนุสรณ์ ใจทน. (2556). *การศึกษากระบวนการย้อมสีใบตองแห้งด้วยสีธรรมชาติและสีวิทยาศาสตร์เพื่องานศิลปะประดิษฐ์*. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

พรพิมล ม่วงไทย สุจิตรา ศรีสังข์ นงนุช พรมรงศ์ และชุติมาพร วรรณวงษ์. (2553). การเตรียมผงสีย้อมจากเปลือกมังคุดบนสารดูดซับ. *การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7* (หน้า 1975-1984). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ระมัด โชชัย. (2556). การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากใบและเปลือกต้นมะม่วงสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว, *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่*, 5(4), 116-127.

วีรนุช วอนเก่าน้อย พันธิวา แก้วมาตย์ อลงกลด แทนออมทอง และพรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ (2558). การคัดเลือกสารสีสกัดจากธรรมชาติในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเพื่อใช้เป็นสีย้อมโครโมโซม. *วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมและชุมชน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 2(1), 42-52.

สุดกมล ลาโสภา และรุ่งนภา พิมเสน. (2559). การสังเคราะห์อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์โดยวิธีเคมีสีเขียวสำหรับปรับปรุงการย้อมสีผ้าฝ้ายด้วยสีธรรมชาติ. *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 35(2), 83-93.

สุมนต์ทิพย์ คงตัน จันทร์ฟัก. (2553). การพัฒนาสีย้อมผมจากพืชสมุนไพรไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 41(ฉบับที่ 3/1), 425-428.

อนงค์พรรณ หัตถมาศ และสุวภางค์ ศรีเทพ. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากฝ้ายย้อมสีจากมะขามหวาน. *ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร*, 14(2), 113-119.

อรนุช นาคชาติ ธีระพงษ์ แกมแก้ว รัตนา แสนแสง นวรัตน์ พัวพันธ์ และศิริกุล อัมพะวะสิริ (2560) การย้อมสีไหมด้วยเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 5(2), 59-70.

คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีบางประการของอนุภาคผงสมุนไพรหม้อข้าวหม้อแกงลิง ภูมิปัญญาท้องถิ่น

Some Physical and Chemical Properties of Monkey Cups Herbal Powder Particles from Local Wisdom

ฮาซัน ดอปอ[1*], อิมรอน มีชัย[1], รอมลี เจ๊ะดอเลาะ[2], พรรณี ปาลายา[3], อัลวานี อิแต[3]

Hasan Daupor[1*], Imron Meechai[1], Romlee Chehdoloh[2], Phannee Palaya[3], Alwanee Aitea[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสมบัติทางกายภาพของอนุภาคผงสมุนไพรท้องถิ่นที่มีหม้อข้าวหม้อแกงลิงเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่ออธิบายกระบวนการในการฆ่าและยับยั้งเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคบางชนิด โดยเริ่มศึกษาลักษณะของพื้นผิวจากค่าประจุบนพื้นผิว (point of zero charge) ศึกษาขนาดของพื้นที่ผิว (surface area) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เป็นต้น พบว่า มีค่าประจุบนพื้นผิวเท่ากับ 6.0 ทำให้สามารถดูดซับโมเลกุลของเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี เนื่องจากโมเลกุลของเชื้อโรคมีค่าพีเอชน้อยกว่าค่า pH_{PZC} คาดว่าการที่อนุภาคผงสมุนไพรสามารถดูดซับโมเลกุลของเชื้อโรคได้ไม่ได้เกี่ยวข้องกับขนาดพื้นที่ผิว เนื่องจากมีค่าน้อย คือ 2.7817 m^2/g จากค่าการสั่นของพันธะในตัวอย่างผงสมุนไพรโดยรวมพบว่าเป็นสารอินทรีย์ที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลักสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุองค์ประกอบจากเทคนิค EDS

คำสำคัญ: ผงสมุนไพร, หม้อข้าวหม้อแกงลิง, ค่าประจุบนพื้นผิว

[1]อาจารย์ สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]นักศึกษา สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** abuhasan.bendaupor@gmail.com

Abstract

This research The objective is to study the relationship of physical properties of local herb powder particles with Nepenthes as the main component. To explain the process of killing and inhibiting the pathogens that cause certain diseases By studying the characteristics of the surface from the point of zero charge, studying the surface area, studying the morphological characteristics, etc., found that the charge on the surface is equal to 6.0, allowing the adsorption of the molecules of Germs as well Since the molecules of the pathogen have a pH value less than the pH_{PZC}, it is expected that the powder particles can absorb the molecules of the pathogen, not related to the surface area size. Due to the low value of 2.7817 m^2 / g from the vibration of the bond in the herbal powder sample as a whole. It is found that organic matter with carbon and hydrogen is the main component in accordance with the analysis of elemental composition from EDS technique.

Keywords: Herbal powder; *Nepenthes mirabilis*; point of zero charge

บทนำ

ในอดีตยุคที่โลกยังขาดเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการบำบัดรักษาโรคต่าง ๆ ผู้คนรู้จักดิ้นรนเพื่อความอยู่รอดจากโรคภัยดังกล่าว ทำให้เกิดเป็นภูมิปัญญามากมายที่คนปัจจุบันได้นำมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะการนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ เช่น อบเชย สมุนไพรที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถรักษาโรคเบาหวานได้ ส่วนที่นำมาใช้เป็นยาสมุนไพรนั้นเป็นส่วนของเปลือกต้นไม้ ที่ผ่านการตากแดดมาแล้ว โดยอบเชยที่มีคุณภาพดีต้องมีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีสนิม มีความตรงและยาว 1 เมตร มีรสเผ็ด หวานซุ่ม มีกลิ่นหอม มีฤทธิ์ร้อน (พระครูอินทสารวิจักษ์ อินฺทสโร, 2551) สมอไทยเป็นหนึ่งในสมุนไพรรักษามะเร็ง ที่มีฤทธิ์ในการกำจัดพิษออกจากร่างกาย อุดมด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์มากมาย สมอไทยยังช่วยบำรุงร่างกาย และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ จากการวิจัยพบว่าสารสำคัญในสมอไทย ช่วยป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระได้สูงถึง 90% และช่วยเสริมภูมิต้านทานโรค สมอไทยยังสามารถจำกัดเชื้อแบคทีเรียที่เป็นต้นเหตุของแผลในกระเพาะอาหาร ซึ่งก็จะช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งในกระเพาะอาหารได้อีกด้วย (ซาลายา กูนิง, 2555) แต่ส่วนใหญ่วิธีการบริโภคนั้นนิยมนำตัวอย่างพืชมาต้มกับน้ำจนเดือด เพื่อเป็นการสกัดตัวยาสำคัญออกมา แล้วนำไปดื่มรักษาโรคต่าง ๆ เช่น ฟ้าทะลายโจร ตามระบุในบัญชียาหลักแห่งชาติ พ.ศ. 2549 กำหนดขนาดใช้ของฟ้าทะลายโจร โดยถ้ามีอาการหวัดเจ็บคอ รับประทานครั้งละ 1.5-3 กรัม วันละ 4 ครั้ง หลังอาหารและก่อนนอน การบริโภคฟ้าทะลายโจรในครัวเรือนแบบภูมิปัญญาพื้นบ้านในรูปแบบของยาต้ม โดยใช้ใบและกิ่งสดล้างให้สะอาด สับเป็นท่อนสั้น ๆ ประมาณ 1 กำมือ ต้มกับน้ำ 10-15 นาที ดื่ม ก่อนอาหารวันละ 3 ครั้ง จะช่วยบรรเทาอาการหวัดได้ ช่วยบรรเทาอาการหวัดและเสริมภูมิต้านทานดีกว่าการใช้ยาปฏิชีวนะมานานหลายร้อยปี จนได้รับการรองรับจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ว่าเป็น

ผลิตภัณฑ์สมุนไพรรักษาโรคหวัด ไข้หวัดใหญ่ ไซนัสอักเสบที่ได้ผลดี โดยมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อไวรัส เพิ่มภูมิต้านทาน ลดไข้ และลดการอักเสบ ช่วยให้จมูกโล่ง และลดอาการเจ็บคอ ระคายคอ (กีรติญา และยิ่งมณี, 2555) หรือพืชบางชนิดจะนำมาดองกับเหล้า จนเป็นยาดองสมุนไพรรักษาโรคต่าง ๆ ได้เช่นกัน ปัจจุบันผู้บริโภคมีความตื่นตัวในการรักษาสุขภาพตนเองมากขึ้น จึงได้มีการทำผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพขึ้น ทั้งเพื่ออุปโภคและบริโภค และมีรัฐบาลผลักดันเพื่อต้องการสร้างงานสร้างอาชีพให้กับชุมชน และเพื่อสานต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงอยู่ตลอดไป

จากภูมิปัญญาชาวบ้านสำหรับวิธีการบริโภคยาสมุนไพร ยังมีอีกรูปแบบหนึ่ง คือ การบริโภคแบบผง ชาวบ้านมักจะนำส่วนลำต้น เปลือก กิ่งก้าน หรือรากของต้นสมุนไพร แต่ละส่วนขึ้นอยู่กับโรคที่ต้องการรักษา นำมาฝนที่ก้นโอ่งดินเผา เพื่อทำให้ส่วนของลำต้น เปลือก กิ่งก้าน หรือราก แตกออกมาเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่สามารถแขวนลอยในน้ำได้ แล้วนำมาดื่มรักษาโรคต่าง ๆ เช่น สมุนไพรากหญ้านาง มีสรรพคุณดับพิษและลดไข้ได้หลายชนิด ได้แก่ ไข้พิษ ไข้หัด ไข้ผิดสำแดง สมุนไพรยาห้าราก มีตัวยาใช้แก้โรคหวัดติดเชื้อ แก้ร้อนใน กระหายน้ำ แก้ผดผื่นคัน แก้อักเสบ สมุนไพรชะเอมไทย มีสรรพคุณแก้ไอ แก้กระหาย เป็นยาระบาย บรรเทาอาการเจ็บคอ (ปฐมา จันทรพล, 2014) บัญชียาจากสมุนไพรในบัญชียาหลักแห่งชาติ พ.ศ. 2556 ได้แบ่งรายการยาเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ยาแผนไทยหรือยาแผนโบราณ และกลุ่มที่ 2 ยาพัฒนา จากสมุนไพร ซึ่งยาเหล่านี้สามารถเตรียมได้หลากหลาย รูปแบบ ได้แก่ ยาผง ยาเม็ด ยาแคปซูล ยาลูกกลอน ยาน้ำ ยาครีม ยาขี้ผึ้ง ยาชง เป็นต้น โดยยาผง ยาเม็ด และยาแคปซูลเป็นรูปแบบยาที่พบได้มากที่สุด (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา) เนื่องจากยาเหล่านี้เป็นยาเตรียมในรูปแบบของแข็ง สมบัติการไหลของผงยาจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสม่ำเสมอของตัวยาในยาเตรียมแต่ละหน่วย จากวิธีการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าอนุภาคของสารสมุนไพรสามารถรักษาโรคได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่ามีสมุนไพรบางชนิดที่ชาวบ้านนำมาบดเป็นผงสำเร็จรูป นำมาละลายน้ำดื่มรักษาอาการไข้ ตัวร้อน ร้อนในได้ดี ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำตัวอย่างผงสมุนไพรสูตรภูมิปัญญาชาวบ้านมาศึกษาฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด พร้อมด้วยศึกษาขนาดของอนุภาคและการกระจายตัวของอนุภาคผงสมุนไพรด้วยเครื่องมือ SEM-EDX, BET และ FTIR เป็นต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการหาประจุบนพื้นผิว ทำได้ดังนี้ (เกษราพร และโกวิทย์, 2555)

ปิเปตน้ำปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตรปรับค่า pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ด้วยกรดไนตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์บันทึกค่า pH ชั่งผงสมุนไพรหม้อข้าวหม้อแกงลิงที่มีจำหน่ายในหมู่บ้าน ต้นมะขาม อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี 0.2 กรัม เติมในแต่ละขวดที่เตรียมปิดด้วยพาราฟิล์ม กวนด้วยความเร็ว 300 รอบต่อนาที เป็น 24 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน วัดค่า pH หลัง เขียนกราฟระหว่างค่า pH_i เทียบ pH_f ตัดกับเส้นทแยงมุม เป็นค่า pH_{PZC} ของผงสมุนไพร ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

วิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Fourier Transformed Infrared Spcetroscopy ทำได้ดังนี้

นำผงตัวอย่างหม้อข้าวหม้อแกงลิงที่จำหน่ายในหมู่บ้าน มาทำการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปอัดเป็นเม็ดผสมกับโพแทสเซียมโบรไมด์ นำไปวิเคราะห์ที่ช่วงเลขคลื่น 4000-400 cm^{-1}

วิธีการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนแบบส่องกราดและเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (SEM-EDX) ทำได้ดังนี้

นำผงตัวอย่างหม้อข้าวหม้อแกงลิงที่จำหน่ายในหมู่บ้าน ที่ผ่านการอบจนแห้ง มาโปรยสารตัวอย่างลงบนแท่นวางสารตัวอย่าง จากนั้นนำไปเคลือบด้วยไอระเหยของทองคำด้วยเครื่องเตรียมตัวอย่างเพื่อให้ปรากฏภาพได้ชัดเจน นำไปส่องที่กำลังขยายต่าง ๆ พร้อมวิเคราะห์ชนิดของธาตุที่พบในโหมด mapping analysis

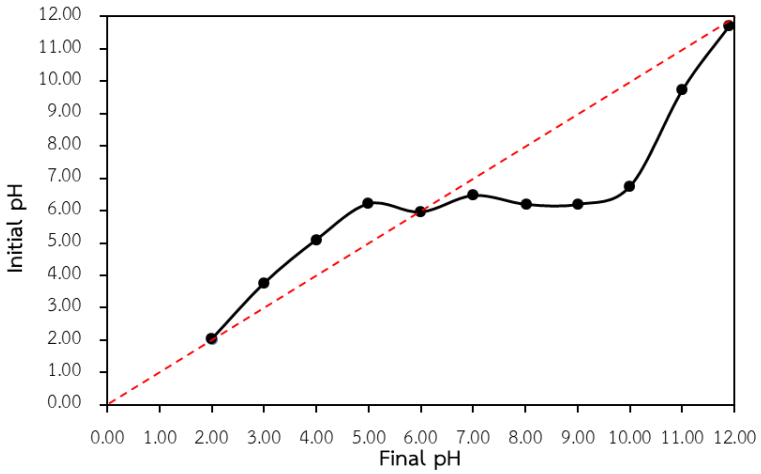
วิธีการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller Method (BET) ทำได้ดังนี้

นำผงตัวอย่างหม้อข้าวหม้อแกงลิงที่จำหน่ายในหมู่บ้าน นำไปวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวโดยให้เกิดการดูดซับที่อุ ณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พร้อมสร้างสมการของการดูดซับด้วยเครื่องวิเคราะห์ผล

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1) ประจุบนพื้นผิวผงสมุนไพรหม้อข้าวหม้อแกงลิง

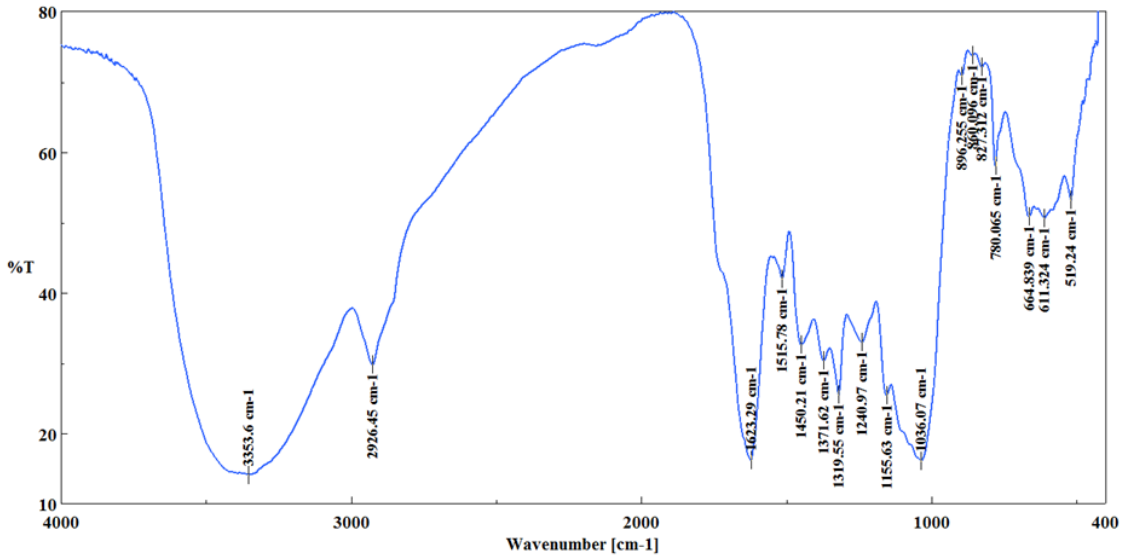
ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่วิเคราะห์ได้จากผงสมุนไพรด้วยวิธี pH-drift method โดยใช้น้ำปราศจากไอออนเป็นตัวทำละลาย ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้อยู่ในช่วง 2.00 - 12.00 ด้วยสารละลายกรดไนตริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ นำสมุนไพร 0.2 กรัม ใส่ในสารละลาย และตัวอย่างถูกกวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดค่า pH สุดท้าย ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นและความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายตัดกับเส้นทแยงมุมเป็นค่า pH_{PZC} ของผงสมุนไพร โดยประจุที่ผิวเป็นศูนย์ หมายถึงประจุที่พื้นผิวมีสภาพเป็นศูนย์หรือประจุบวกและประจุลบบนพื้นผิวมีค่าเท่ากัน เมื่อ $pH < pH_{PZC}$ จะเกิดโพลาไรซ์แล้วให้ประจุที่เป็นบวกได้ดี ถ้าที่ $pH > pH_{PZC}$ จะเกิดโพลาไรซ์แล้วให้ประจุที่เป็นลบได้ดี (วราภรณ์, 2540) จากการทดลองพบว่าผงสมุนไพรมีค่าประจุที่ผิวเท่ากับ 6 ซึ่งอธิบายว่าเชื้อโรคส่วนใหญ่จะมีประจุเป็นบวกและมีค่า pH 4-4.5 ดังนั้นผงสมุนไพรสามารถดูดซับเชื้อโรคที่เป็นประจุบวกได้ดี



ภาพที่ 1 เส้นโค้งความสัมพันธ์ของค่า pH_i เทียบกับ pH_f

2) ผลการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของผงสมุนไพรด้วยเทคนิคฟลูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟาเรดสเปกโตมิเตอร์

จากการศึกษาการตรวจหาหมู่ฟังก์ชันของผงสมุนไพรด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectrometer (FT-IR) เพื่อยืนยันโครงสร้างของผงสมุนไพร โดยทำการวิเคราะห์ในช่วงความยาวคลื่น 400-4000 cm^{-1} แสดงในภาพที่ 4.2 และการเปลี่ยนแปลงของหมู่ฟังก์ชันในผงสมุนไพร ซึ่งสามารถอธิบายได้จากแถบการสั่นที่ช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.1 สเปกตรัมที่ได้จากผงสมุนไพร จะแสดงในภาพที่ 2 พบสัญญาณการดูดกลืนที่กว้างแสดงแถบ O-H Stretching ของน้ำที่ความยาวคลื่น 3332.87 cm^{-1} พบสัญญาณ C-H Stretching ของแอลเคน ที่ความยาวคลื่น 2924.52 cm^{-1} พบสัญญาณการสั่นในโมเลกุลคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ความยาวคลื่น 2357.07 cm^{-1} พบสัญญาณ C=C Stretching ของอะโรมาติกที่ความยาวคลื่น 1619.91 cm^{-1} พบสัญญาณ C-O Stretching ของเอสเทอร์ที่ความยาวคลื่น 1031.25 cm^{-1} และพบสัญญาณ C-H Bending ของฟีนิลที่ความยาวคลื่น 612.28 cm^{-1}

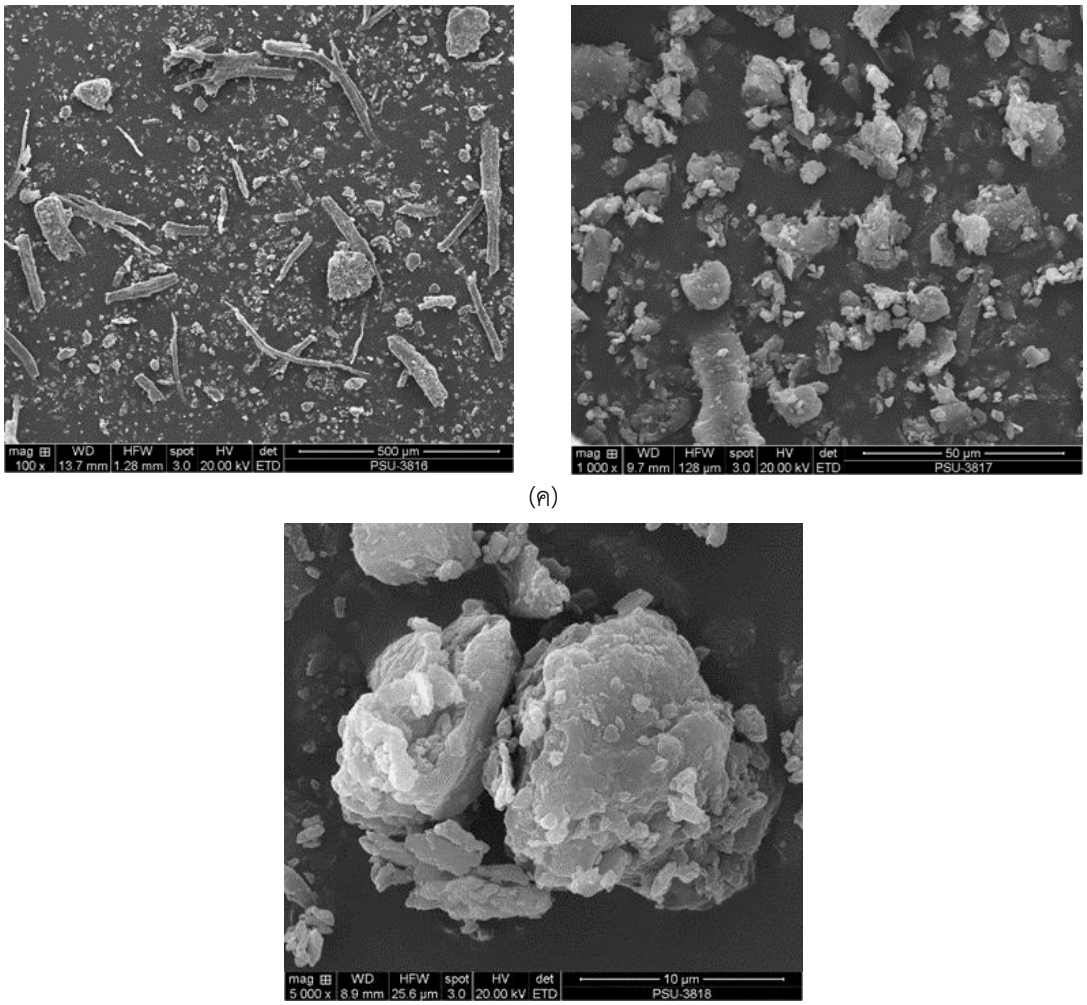


ภาพที่ 2 สเปกตรัม FT-IR ของผงสมุนไพร

3) การวิเคราะห์คุณสมบัติของสารด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนแบบส่องกราด (SEM)

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของผงสมุนไพรด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยายต่างกัน ภาพที่ 3 (ก) พบว่าพื้นผิวจะมีรูปร่างเป็นก้อนใหญ่ ก้อนเล็กและเป็นแท่ง การคำนวณด้วยโปรแกรม ImageJ โดยใช้วิธีการวัดด้านกว้างและด้านยาวที่สุดของแต่ละกลุ่มก้อน และนำมาเฉลี่ยเป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มก้อน แบบก้อนใหญ่ที่กำลังขยาย 500 เท่าจะอยู่ในช่วง 100.4 ไมโครอน แบบก้อนเล็กที่กำลังขยาย 500 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ในช่วง 37.1 ไมโครอน และแบบเป็นแท่งที่กำลังขยาย 500 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 199.8 ไมโครอน ดังภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าพื้นผิวผงสมุนไพรมีขนาดไม่สม่ำเสมอและมีอนุภาคขนาดเล็กปะปนอยู่จำนวนมากในบริเวณผิวหน้า ภาพที่ 3 (ข) ที่กำลังขยาย 1,000 เท่าพบรูปร่างเป็นกลุ่มก้อนกระจายตัวอยู่ในพื้นผิว เมื่อวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 12.12 ไมครอน ดังภาพที่ 4.5 และภาพที่ 3 (ค) แสดงให้เห็นว่าที่กำลังขยาย 5,000 เท่าพื้นผิวของผงสมุนไพรมีรูปร่างเป็นก้อนใหญ่และผิวขรุขระ

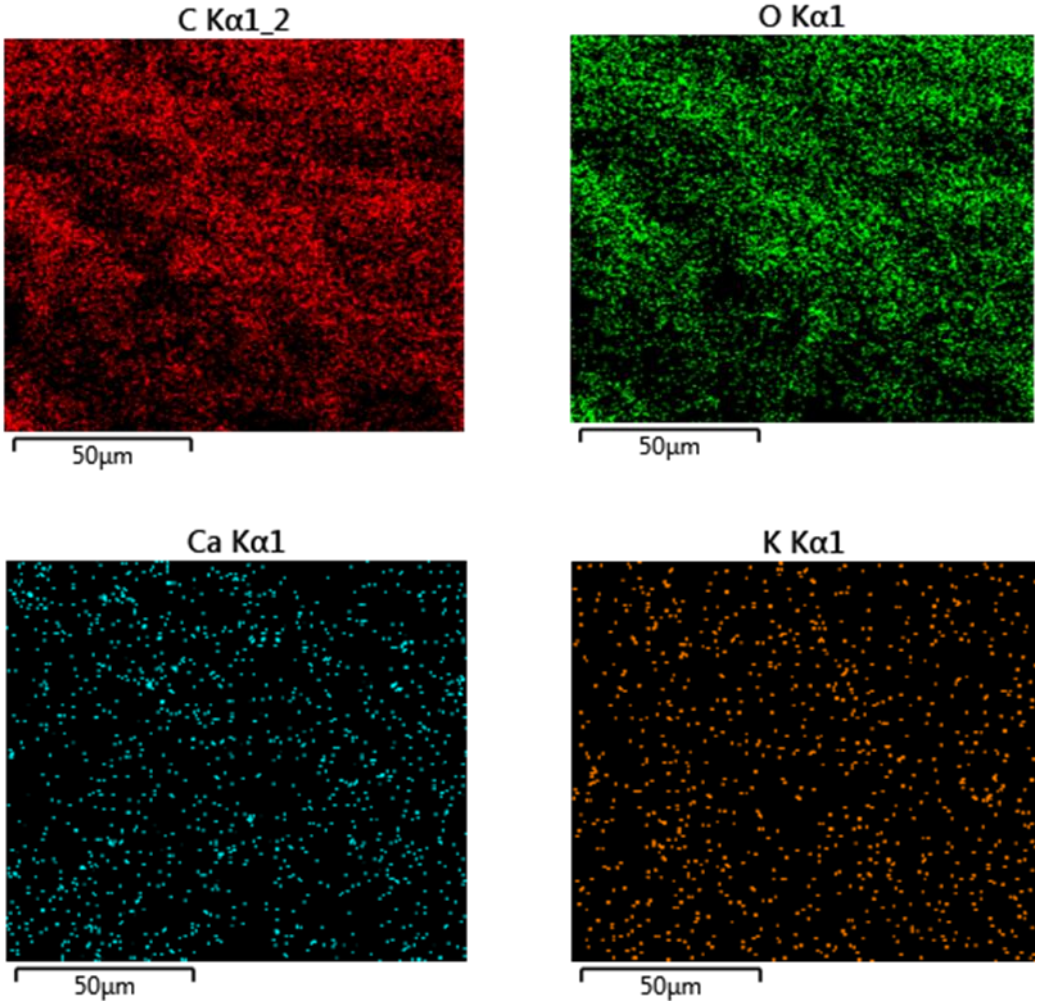
(ก) (ข)

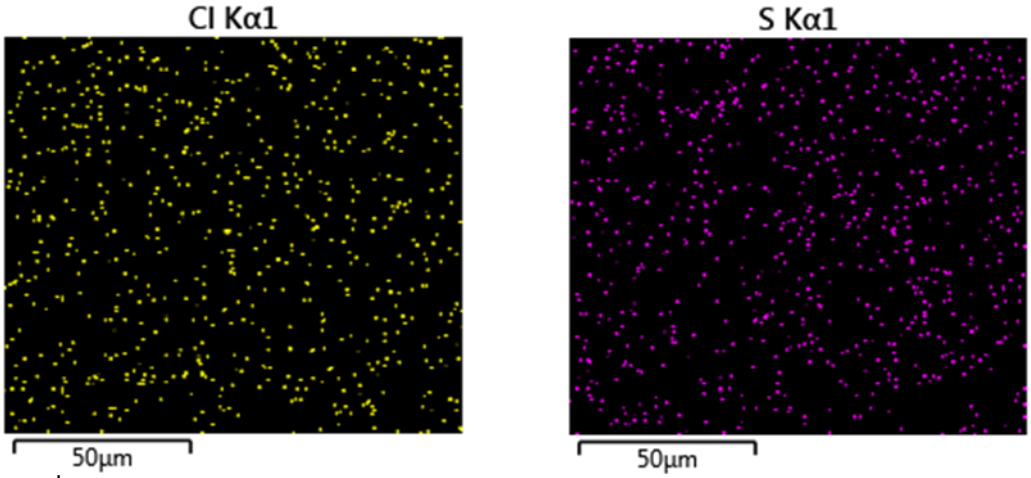


ภาพที่ 3 ภาพ Scanning Electron Microscope ของตัวอย่างผงสมุนไพรกำลังขยาย 500 เท่า (ก) กำลังขยาย 1,000 เท่า (ข) และกำลังขยาย 5,000 เท่า (ค)

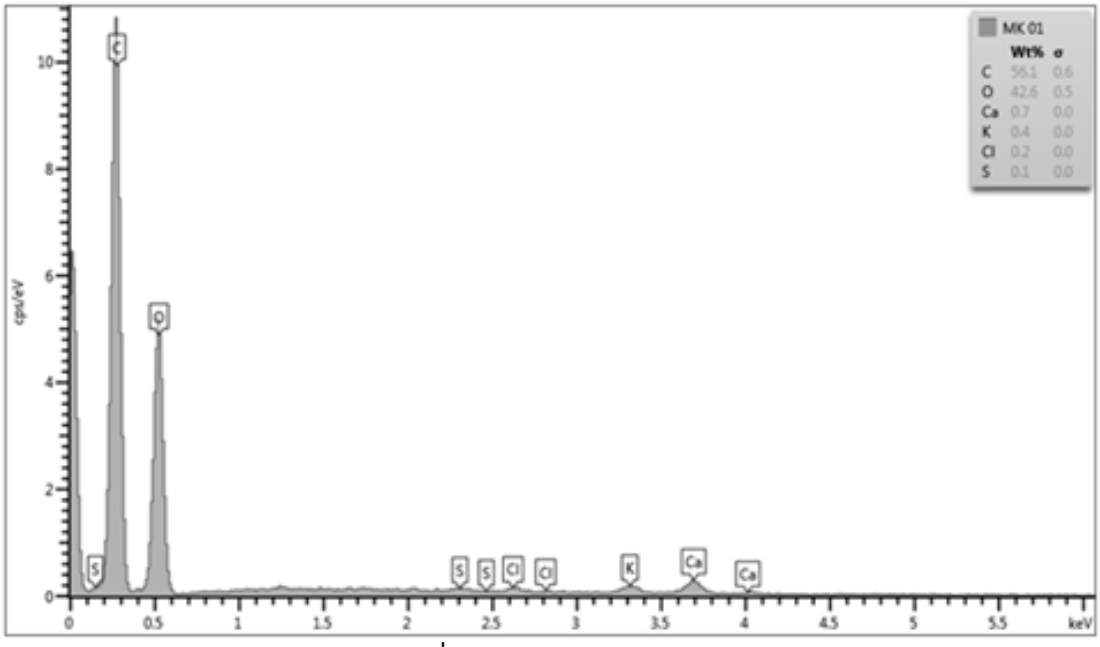
4) เอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (EDX)

และยังสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเทคนิคเอกซ์เรย์สเปกโตรสโกปีแบบกระจายพลังงาน (EDS) โดยภาพที่ 4 (ก) เป็นการแสดงลักษณะพื้นผิวของผงสมุนไพร ในบริเวณที่ถูกทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS ซึ่งผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS จะแสดงผลออกมาในลักษณะของจุดสีต่าง ๆ ที่มีขนาดของจุดสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคของธาตุองค์ประกอบในผงสมุนไพร ในภาพที่ 4 (ข) และ 4 (ค) แสดงให้เห็นถึงลักษณะการจับกันเป็นกลุ่มก้อนของคาร์บอน (C) และออกซิเจน (O) ซึ่งทั้งสองธาตุนี้เป็นองค์ประกอบหลักที่อยู่ในผงสมุนไพรและอาจมีการปนเปื้อนของออกซิเจนที่อยู่ในบรรยากาศเข้ามาร่วมด้วย ในส่วนของธาตุแคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) คลอรีน (Cl) และกำมะถัน (S) ดังภาพที่ 4.5 (ง, จ, ฉ, ช) แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของผงสมุนไพรอย่างสม่ำเสมอ


C Kα1_2
50µm
O Kα1
50µm
Ca Kα1
50µm
K Kα1
50µm



ภาพที่ 4 ลักษณะการกระจายตัวของธาตุตัวอย่างผงสมุนไพร (ก), Carbon (ข), Oxygen (ค), Calcium (ง), Potassium (จ), Chlorine (ฉ), Sulfur (ช) และปริมาณธาตุองค์ประกอบ (ซ)



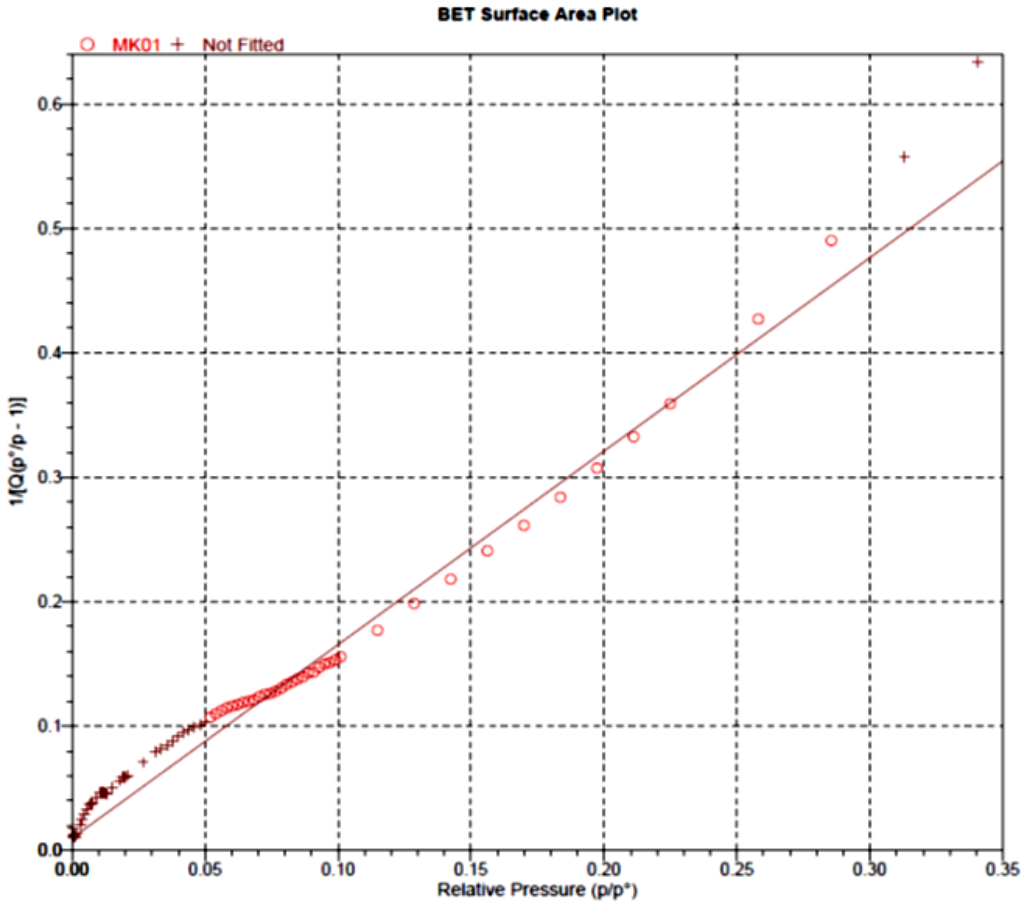
ภาพที่ 5 ปริมาณธาตุองค์ประกอบ

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณของธาตุในผงสมุนไพร *Nepenthes mirabilis*

Elements	Wt. %	Atomic weight (σ)
C	56.1	0.6
O	42.6	0.5
Ca	0.7	0.0
K	0.4	0.0
Cl	0.2	0.0
S	0.1	0.0

5) ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller Method (BET)

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค BET พบว่าพื้นผิวจำเพาะของผงสมุนไพรมีค่าเท่ากับ 2.7817 m^2/g ซึ่งจากภาพที่ 4.5 แสดงไอโซเทอม ที่เป็นรูปแบบปกติของไอโซเทอมที่เกิดในสารดูดซับที่ไม่มีรูพรุน (nonporous) หรือตัวดูดซับที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ (microporous) โดยจะเกิดการดูดซับที่ต่อเนื่องจากการเรียงตัวโมเลกุลเพียงชั้นเดียว (monolayer) อย่างสมบูรณ์ก่อน จึงเกิดเป็นหลายชั้น (multilayer) ในขั้นต่อมา จากไอโซเทอมตรงบริเวณจุดเปลี่ยนโค้ง จะแสดงถึงการดูดซับแบบชั้นเดียวนั้นเสร็จสมบูรณ์จากนั้นที่ความดันสูงขึ้นจะเกิดการดูดซับที่ต่อเนื่องจากชั้นแรกต่อไป และจะเกิดการดูดซับเสร็จสมบูรณ์ที่ความดันย่อยสูง ๆ ไอโซเทอมแบบนี้บางครั้งเรียกว่า Sigmoid หรือ S-shape isotherm



ภาพที่ 6 ลักษณะการดูดซับแก๊ส N_2 ด้วยเทคนิค BET

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพบางประการคาดว่าสรรพคุณเบื้องต้นในการบำบัดรักษาอาการไข้ในเด็กที่ชาวบ้านหรือภูมิปัญญานำผงสมุนไพรหม้อข้าวหม้อแกงลิงมาใช้ น่าจะเกิดจากค่าประจุที่ผิวเท่ากับ 6 ซึ่งอธิบายได้ว่าเชื้อโรคส่วนใหญ่จะมีประจุเป็นบวกและมีค่า pH 4-4.5 ดังนั้นผงสมุนไพรสามารถดูดซับเชื้อโรคที่เป็นประจุบวกได้ดี โดยขนาดพื้นที่ผิวไม่น่าจะส่งผลใด ๆ เนื่องจากมีค่าน้อยมาก เนื่องจากยังไม่มีผลการทดสอบทางด้านเชื้อก่อโรค จึงยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนว่าสรรพคุณในการรักษาอาการไข้เกิดจากปัจจัยในข้อใด นอกจากจะมีผลการทดสอบเพิ่มเติมในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนงบบำรุงการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ประจำปีงบประมาณ 2561

เอกสารอ้างอิง

กีรติญา เอี่ยมถาวร, ยิ่งมณี ตระกูลพัว. (2555). การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของโพรพอลิส นมผึ้ง และฟ้าทะลายโจร. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานระดับชาติ The 4th Annual Northeast Pharmacy Research Conference of 2012.

ชาลายา กูนิง, พิรุณรัตน์ แซ่ลิ้ม, ศิริขวัญ มณี, เจษฎาพร บุญพ่อมี, พัชรวลัย ใจสมุทร และ อรทัย เนียมสุวรรณ. (2555). การสำรวจภูมิปัญญาการใช้สมุนไพรจากหนังสือบุดขาวของหมอวงศ์ พิมพ์ท่าทอง อำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ, 7(2), 61-66.

พระครูอินทสารวิจักษ์ อินฺทสโร. (2551). *ศึกษาการรักษาโรคด้วยยาสมุนไพรและธรรมโอสถที่ปรากฏในคัมภีร์พระพุทธศาสนา*. (วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาพุทธศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาพระพุทธศาสนา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย.

ปฐมา จันทรพล, ศรายุทธ ตันเถียร, และอรทัย เนียมสุวรรณ. (2014). ความหลากหลายของพืชสมุนไพรสำหรับรักษาอาการไข้ จากอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่. *KKU Sci. J.,* 42(2), 313-326.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, บัญชียาจากสมุนไพร. สืบค้นจาก http://drug.fda.moph.go.th:81/nlem.in.th/medicine/herbal/list.

อรุณ จันทร์คา และกาญจนา วงศ์กระจ่าง. (2560). สารสกัดสมุนไพรไทยต่อการต้านมะเร็งและต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 9 (9).

เกษราพร สุอรุณ และโกวิทย์ ปิยะมังคลา. (2555). *จลนศาสตร์การดูดซับไอออนเงินโดยเรซินไคโตซาน*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

The study of donut consumption behavior and consumer acceptance of donut cake products using soybean meal powder substituted for wheat flour and soy milk substituted for milk in Mueang Songkhla District, Songkhla Province

ศศินา บุญจันทร์[2], ชุติมณฑน์ แก้วเกลี้ยง[2], ธิดารัตน์ ผลบรรจง[2], และ สุรีย์พร กังสนันท์[1*]

Sasina Bunjan[2], Chutimon Kaewkliang[2], Tidarat Polbanjong[2], and Sureeporn Kangsanant[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับและพฤติกรรมการบริโภคต่อผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัว เป็นการวิจัยเชิงสำรวจโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลประชากรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริโภคใน อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน ผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 15-25 ปี มีอาชีพเป็นนักศึกษา ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี และมีรายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 5,000 บาท ผู้บริโภคเคยรับประทานโดนัทเค้กร้อยละ 98 โดยรับประทานแล้วแต่โอกาส มีเหตุผลในการเลือกบริโภคเค้กเนื่องจากชอบในรสชาติที่อร่อย หาซื้อสะดวก และราคาไม่แพง แหล่งที่ผู้บริโภคเลือกซื้อโดนัทเค้กส่วนใหญ่จะเลือกซื้อจากร้านสะดวกซื้อและซุปเปอร์มาเก็ต ผู้บริโภคให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กร้อยละ 94 โดยให้เหตุผลว่ามีรสชาติที่อร่อยและมีกลิ่นรสแปลกใหม่ การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนแบบ 5-point hedonic scale พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย หากมีผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กจากแป้งกากถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลืองวางจำหน่ายในท้องตลาดโดย จำนวน 5 ชิ้น/กล่อง ในราคา 15 บาท ผู้บริโภคมีความยินดีที่จะซื้อสินค้าร้อยละ 89

คำสำคัญ: โดนัทเค้ก, กากถั่วเหลือง, นมวัว, น้ำนมถั่วเหลือง, การยอมรับของผู้บริโภค

---

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** kangsanant.s@gmail.com

Abstract

The objectives of this study were to study consumer acceptance and behavior of donut cake products using soybean meal substituted for wheat flour and soy milk substituted for milk. A questionnaire was used as a research instrument. The study participants are the consumers in Mueang Songkhla District, Songkhla Province (n=150). Mostly of participants in this study were female age between 15-25 years. They were undergraduate student who have monthly income less than 5,000 baht. Ninety eight percent of the consumers used to eat donut cake because of the deliciousness, easy to buy and inexpensive. They usually bought donut cake from convenient store and supermarket. The consumers accepted donut cake products using soybean meal substituted for wheat flour and soy milk substituted for milk for 94% cause delicious and exotic flavor. The 5-point hedonic scale showed the liking scale range like a little. The consumers (89%) were willing to buy donut cake products using soybean meal substituted for wheat flour and soy milk substituted for milk if available for sale (5 piece/15 baht).

Keywords: donut cake, soybean meal, milk, soybean milk, consumer acceptant

บทนำ

โดนัทเค้กเป็นขนมชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมแป้งชนิดอื่น ผงฟูหรือผงฟูผสมเบกกิ้งโซดา (โซเดียมไบคาร์บอเนต) น้ำตาล เกลือ ไขมัน ไข่ นม อาจมีส่วนประกอบอื่น เช่น วัตถุแต่งกลิ่นรส เครื่องเทศ ตีผสมให้เข้ากัน ใช้แบบพิมพกดหรือหยอดเป็นรูปรางตามต้องการ แล้วทอดจนสุก อาจคลุกหรือตกแต่งด้วยส่วนประกอบต่างๆ เชน น้ำตาล ช็อกโกแลต แยม ครีม ถั่ว มะพร้าว (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2555) แป้งสาลีซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของโดนัทเค้กมีองค์ประกอบของโปรตีนกลูเตน ซึ่งโปรตีนชนิดนี้ทำให้เกิดอาการแพ้ในผู้บริโภคบางกลุ่ม ทำให้ไม่สามารถรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของแป้งสาลีได้เมื่อรับประทานกลูเตนเข้าไป (ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค, ปภาวรินท์ คิงวิ และ ปณัฐชา ชื่นจิต, 2557) และนอกจากนี้ในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กยังมีส่วนผสมของน้ำนมวัว ซึ่งปัจจุบันพบว่ามีกลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่มที่แพ้น้ำนมวัวไม่สามารถย่อยแลคโตสในนมวัวได้ เนื่องจากระบบย่อยอาหารในร่างกายไม่สามารถผลิตเอนไซม์แลคเตสได้เพียงพอ (ธฤตา กิติศรีปัญญา, 2561) จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีผู้วิจัยได้ศึกษาการนำวัตถุดิบชนิดอื่นมาใช้ทดแทนแป้งสาลีและนมวัวในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น การนำแป้งกากถั่วเหลืองมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ขนมปัง และเค้ก เป็นต้น (ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค, ปภาวรินท์ คิงวิ และปณัฐชา ชื่นจิต, 2557; สุภาวิณี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ, 2557; ปิยะรัชช์ กุลเมธีและคณะ, 2553)

กากถั่วเหลือง เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตเต้าหู้หรือนมถั่วเหลือง ส่วนใหญ่มักนำไปแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ กากถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการ โดยพบว่ามีโปรตีนร้อยละ 45-50 การนำกากถั่วเหลืองมาแปรรูปหรือใช้ในการผลิตอาหารจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าและแนวทางในการใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น (รัตนาภรณ์ ถาแก้ว, วารุณอร จันต๊ะอิน และสุวรรณา เดชะรัตนางกูร, 2551) ด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่สูงของกากถั่วเหลืองคือมี โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใย เป็นต้น

โดนัทเค้กผลิตจากแป้งสาลีเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการน้อย และอาจก่อให้เกิดอาการแพ้กลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งในแป้งสาลีได้ จึงได้มีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาการนำกากถั่วเหลืองมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก ซึ่งมีระดับการทดแทนที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 (โดยน้ำหนักแป้ง) โดยสามารถทดแทนแป้งกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กได้ร้อยละ 30 (ชุติมณฑน์ แก้วเกลี้ยงและคณะ, 2562) และศึกษาปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมเพื่อทดแทนนมวัว ที่ระดับร้อยละ 0, 10, 15, 20, 25 และ 30 (โดยน้ำหนักนมวัว) ซึ่งสามารถทดแทนนมวัวด้วยนมข้าวโพดได้ที่ระดับร้อยละ 100 (ธิดารัตน์ ผลบรรจงและคณะ, 2562) ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองที่เป็นวัตถุดิบเหลือใช้ ผู้วิจัยได้สนใจศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการตลาดให้สอดคล้องกับความต้องการและเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประกอบการวางแผนเพื่อวางจำหน่ายต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

กลุ่มประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาได้แก่ ผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน โดยกระจ่ายช่วงอายุเป็น 5 ช่วงอายุคือ 15-25, ปี 26-30, ปี 31-25, ปี 36-40, ปี และ 40 ปีขึ้นไป

2. เครื่องมือ

ในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในศึกษา โดยแบบสอบถามที่ใช้แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการบริโภคถั่วเหลือง

3. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กจากแป้งกากถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลือง

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่ใช้ในการศึกษาเป็นโดนัทเค้กที่ผลิตโดยมีส่วนผสมของแป้งกากถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลือง (ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 30 และน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวร้อยละ 100) ผลิตโดนัทเค้กโดยใช้กากถั่วเหลืองตามวิธีการของ ชุติมณฑน์ แก้วเกลี้ยงและคณะ (2562) และเสริมน้ำนมข้าวโพดในโดนัทเค้กกากถั่วเหลืองตามผลการศึกษาของ ธิดารัตน์ ผลบรรจงและคณะ (2562)

3.1 วิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง

ชั่งถั่วเหลืองแห้งกะเทาะเปลือก 500 กรัม ล้างถั่วเหลืองด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง กรองด้วยกระชอนให้สะเด็ดน้ำ แช่ถั่วเหลืองในน้ำ 1 คืน บดถั่วเหลืองด้วยอัตราส่วน ถั่วเหลือง 500 กรัมต่อน้ำ 10 ถ้วยตวง กรองแยกกากถั่วเหลืองด้วยผ้าขาวบาง ต้มน้ำนมถั่วเหลืองด้วยไฟอ่อนประมาณ 20 นาที ใส่ใบเตย คนอย่างสม่ำเสมอ ต้มต่ออย่างน้อย 1-2 ชั่วโมง จนกว่าจะหมดกลิ่นถั่ว

3.2 การเตรียมกากถั่วเหลือง

โดยนำกากถั่วเหลือง ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.1 นำกากถั่วเหลืองมาอบแห้งอุณหภูมิ 50 ± 5 องศาเซลเซียส เวลา 14 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ลดขนาดกากถั่วเหลืองอบแห้งด้วยเครื่องบดอาหาร จากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนแยกขนาด 100 เมช เก็บในภาชนะที่แห้งและปิดสนิท

3.3 วิธีการเตรียมโดนัทเค้ก

การเตรียมโดนัทเค้กประกอบด้วยส่วนผสมได้แก่ แป้ง 140 กรัม ผงฟู 8 กรัม เกลือ 4 กรัม น้ำตาล 200 กรัม ไข่ไก่ 4 ฟอง นมถั่วเหลือง 55 กรัม เนยละลาย 200 กรัม นำแป้ง ผงฟู และเกลือร่อนผสมรวมกัน ตีไข่ไก่ และน้ำตาลทรายให้ขึ้นฟู เติมแป้งสลับกับการเติมนมถั่วเหลืองจนส่วนผสมทั้งหมดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เติมเนยละลาย จากนั้นนำส่วนผสมเทลงในเครื่องทำโดนัทไฟฟ้า เป็นเวลา 3 นาที

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กจากแป้งกากถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลืองใช้วิธีการทดสอบทดสอบ 5-point hedonic scale จากผู้บริโภค 150 คน โดยผู้บริโภคจะได้รับโดนัทเค้กคนละ 1 ชิ้น ประเมินทางประสาทสัมผัสแบบหาอัตราความชอบ ซึ่งมี 5 ระดับ โดยทำการประเมินทางประสารทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม หลังจากผู้บริโภคชิมตัวอย่างจะให้ผู้บริโภคตอบแบบสอบถามเพื่อตัดสินใจในการยอมรับผลิตภัณฑ์

5. วิเคราะห์ทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กจากแป้งกากถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลือง คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคในพื้นที่อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา (ตารางที่ 1) ผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 27 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 73 มีอายุระหว่าง 15-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 97

รองลงมาเป็นช่วงอายุ 26-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 1 โดยส่วนมากมีอาชีพนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 93 รองลงมาอาชีพรับจ้าง และธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 3 ระดับ การศึกษาอยู่ในช่วง กำลังศึกษาปริญญาตรี/ปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 95 รองลงมาเป็น มัธยมศึกษา หรือ ปวช. ร้อยละ 3 ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่มีรายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วงต่ำกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 81 รองลงมา 5,000 -10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 15

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

ข้อมูล	**ร้อยละ**
เพศ	
ชาย	27
หญิง	73
อายุ	
15-25 ปี	97
26-30 ปี	1
31-35 ปี	1
36-40 ปี	-
มากกว่า 40 ปี	1
อาชีพ	
นักเรียน	-
นักศึกษา	93
รับจ้าง	3
ธุรกิจส่วนตัว	3
ข้าราชการ	-
อื่นๆ	1
ระดับการศึกษา	
มัธยมศึกษา หรือ ปวช.	3
อนุปริญญา หรือ ปวส.	1
กำลังศึกษาปริญญาตรี/ปริญญาตรี	95
สูงกว่าปริญญาตรี	1
รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 5,000 บาท	81
5,000 - 10,000 บาท	15
10,001 - 15,000 บาท	2
15,001 บาท ขึ้นไป	2

2. พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก

ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก (ตารางที่ 2) พบว่า ผู้บริโภคเคยรับโดนัทเค้กร้อยละ 98 ความถี่ที่ผู้บริโภครับประทานคือแล้วแต่โอกาส คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมา 2-3 ครั้ง/สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 21 เหตุผลที่ผู้บริโภครับประทานโดนัทเค้กคือ รสชาติอร่อย คิดเป็นร้อยละ 64 รองลงมาหาซื้อสะดวก คิดเป็นร้อยละ 39 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานโดนัทเค้กที่ร้านสะดวกซื้อ คิดเป็นรอยละ 68 รองลงมาซุปเปอร์มาเก็ต คิดเป็นร้อยละ 15

ตารางที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก

ข้อมูล	ร้อยละ
ท่านเคยรับประทานโดนัทเค้กหรือไม่	
เคย	98
ไม่เคย	2
ความถี่ในการรับประทานโดนัทเค้กต่อสัปดาห์	
1 ครั้ง/สัปดาห์	18
2-3 ครั้ง/สัปดาห์	21
มากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์	1
แล้วแต่โอกาส	59
เหตุผลในการรับประทานโดนัทเค้ก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
ต้องการคุณค่าทางโภชนาการ	8
ราคาไม่แพง	33
รสชาติอร่อย	64
หาซื้อสะดวก	39
สะดวกในการบริโภค	31
อื่นๆ	2
โดยทั่วไปท่านรับประทานโดนัทเค้กจากแหล่งใด	
ผลิตเอง	3
ร้านสะดวกซื้อ	68
ซุปเปอร์มาเก็ต	15
ตลาดสด	9
ร้านแผงลอยหรือรถเข็นขายขนม	5
อื่นๆ	-

3. พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

ตารางที่ 3 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

ข้อมูล	ร้อยละ
ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองหรือไม่	
เคย	82
ไม่เคย	18
ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองในรูปแบบใด	
น้ำเต้าหู้	77
เต้าหู้	37
เต้าเจี้ยว	11
ฟองเต้าหู้	14
อื่นๆ	3
ความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง	
1 ครั้ง/สัปดาห์	17
2-3 ครั้ง/สัปดาห์	24
มากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์	6
แล้วแต่โอกาส	35
เหตุผลในการรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง	
ต้องการคุณค่าทางโภชนาการ	39
ราคาไม่แพง	29
หาซื้อสะดวก	32
รสชาติอร่อย	45
อื่น ๆ	1
โดยทั่วไปท่านรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองจากแหล่งใด	
ผลิตเอง	1
ร้านสะดวกซื้อ	53
ซุปเปอร์มาร์เก็ต	21
ตลาดสด	41
อื่น ๆ	1

การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง (ตารางที่ 3) ผู้บริโภคร้อยละ 82 เคยรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง โดยรับประทานในรูปแบบผลิตภัณฑ์น้ำเต้าหู้ เต้าหู้ ฟองเต้าหู้ มีความถี่ในการรับประทานแล้วแต่

โอกาส โดยเหตุผลในการรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองคือรสชาตอร่อย และบริโภคเพื่อต้องการคุณค่าทา ง โภชนาการ นอกจากนี้พบว่าการซื้อผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองสามารถหาซื้อได้ง่ายจากร้านสะดวกซื้อรองลงมาคือตลาดสด จาก ผลการสำรวจจะเห็นได้ว่าหากต้องการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ร้านสะดวกซื้อเป็นจุดที่น่าสนใจและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ น้ำเต้าหู้ผู้บริโภคจะให้ความนิยมในการบริโภคมากกว่าผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองรูปแบบอื่น

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กในการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัว

จากการศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภคในพื้นที่อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กที่มีการทดแทนน้ำนมถั่วเหลืองร้อยละ 100 และกาก ถั่วเหลืองร้อยละ 30 อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย ผู้บริโภคให้การยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ และสี ในระดับ ชอบเล็กน้อย ในส่วนของด้านกลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อยู่ในระดับเฉย ๆ โดยมีคะแนนชอบมาก ในด้านลักษณะปรากฏ ร้อยละ 22 ชอบร้อยละ 60.67 และเฉยๆร้อยละ 17.33 คะแนนชอบมากในด้านสี ร้อยละ 18 ชอบร้อยละ 70.67 และเฉยๆร้อยละ 11.33 คะแนนชอบมากในด้านกลิ่นรส ร้อยละ 21.33 ชอบร้อยละ 54.67 เฉยๆร้อย ละ 19.33 และไม่ชอบร้อยละ 4.67 คะแนนชอบมากในด้านรสชาติ ร้อยละ 26 ชอบเล็กน้อยร้อยละ 48 เฉยๆร้อยละ 20.67 ไม่ชอบร้อยละ 4.67 และไม่ชอบมาก 0.67 คะแนนชอบมากในด้านเนื้อสัมผัส ร้อยละ 22 ชอบร้อยละ 50.67 เฉยๆร้อยละ 20.67 ไม่ชอบเล็กน้อยร้อยละ 6 และไม่ชอบมาก 0.67 คะแนนชอบมากในด้านความชอบรวม ร้อยละ 25.33 ชอบเล็กน้อยร้อยละ 54.67 เฉยๆร้อยละ 15.33 ไม่ชอบเล็กน้อยร้อยละ 4 และไม่ชอบมาก 0.67 ของผลิตภัณฑ์ โดนัทเค้กในการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัว

ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กในการศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่ว เหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กร้อยละ 94 และไม่ยอมรับร้อยละ 6 โดยผู้บริโภคให้เหตุผลในการยอมรับว่ามี รสชาติที่อร่อยร้อยละ 55 และมีกลิ่นรสแปลกใหม่ร้อยละ 53 ส่วนผู้บริโภคส่วนน้อย ที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กใน การศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก โดยให้เหตุผลว่า ไม่อร่อยร้อยละ 51 รสชาติเปลี่ยนไปจากเดิมร้อยละ 33 และไม่คุ้ยเคยร้อยละ 16 ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้บริโภคบางคนอาจ ไม่ชอบกลิ่นรสของถั่วเหลือง การสำรวจความต้องการในการซื้อผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กจากแป้งกากถั่วเหลืองและน้ำนมถั่ว เหลือง ผลการสำรวจพบว่า หากมีการวางจำหน่ายในท้องตลาดท้องตลาด จำนวน 5 ชิ้น/กล่อง ในราคา 15 บาท ผู้บริโภคร้อยละ 89 มีความยินดีที่จะซื้อ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กในการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัว

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ชอบมาก	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบมาก	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ลักษณะปรากฏ	22	60.67	17.33	-	-	4.05 ± 0.628
สี	18	70.67	11.33	-	-	4.07 ± 0.552
กลิ่นรส	21.33	54.67	19.33	4.67	-	3.92 ± 0.790
รสชาติ	26	48	20.67	4.67	0.67	3.94 ± 0.845
เนื้อสัมผัส	22	50.67	20.67	6	0.67	3.87 ± 0.846
ความชอบรวม	25.33	54.67	15.33	4	0.67	3.99 ± 0.807

ตารางที่ 5 ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กในการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัว

ข้อมูล	ร้อยละ
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ท่านชิมหรือไม่	
ยอมรับ	94
ไม่ยอมรับ	6
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ เพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
อร่อย	55
มีคุณค่าทางโภชนาการการเพิ่มขึ้น	33
มีกลิ่นรสแปลกใหม่	53
ความสะดวกในการบริโภค	18
อื่น ๆ	1
ท่านรู้สึกไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ เพราะเหตุใด	
ไม่คุ้นเคย	16
รสชาติเปลี่ยนไปจากเดิม	33
ไม่อร่อย	51
อื่น ๆ	-

ข้อมูล	ร้อยละ
หากผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กจากแป้งกากถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลือง วางจำหน่ายในท้องตลาด จำนวน 5 ชิ้น/กล่อง ราคา 15 บาท ท่านยินดีจะซื้อหรือไม่	
ซื้อ	89
ไม่ซื้อ	11

เอกสารอ้างอิง

กานดา แซ่จิว. (2547). **การใช้ประโยชน์จากโอคาราเพื่อทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชุติมณฑน์ แก้วเกลี้ยง, ธิดารัตน์ ผลบรรจง, ศศินา บุญจันทร์, และ สุรีย์พร กังสนันท์. (2562). **การศึกษาการใช้การถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีและน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก.** ใน **งานประชุมวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5, 6-7 กุมภาพันธ์ 2563**. นครศรีธรรมราช.

ธฤตา กิติศรีปัญญา. (2561). **ผลิตภัณฑ์นมจากพืชกับการใช้บริโภคทดแทนนมวัว** (Online). https://bit.ly/2HllWBQ, 10 ธันวาคม 2561.

ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค, ปภาวรินท์ คิงวิ และปณัฐชา ชื่นจิต. (2557). **ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสีนิลต่อคุณภาพด้านกายภาพและประสาทสัมผัสของเค้กแครอทงาดำ.** เอกสารวิจัย เสนอต่อคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลยราชภัฏเชียงใหม่.

ธิดารัตน์ ผลบรรจง, ชุติมณฑน์ แก้วเกลี้ยง, ศศินา บุญจันทร์ และ สุรีย์พร กังสนันท์. (2562). **การศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนนมวัวในผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก.** ใน **งานประชุมวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5, 6-7 กุมภาพันธ์ 2563**. นครศรีธรรมราช

ปิยะรัชช์ กุลเมธี, อภิญญา จันทรวัฒนะ, หทัยชนก ศรีประไพ และภัทรพร เศรษฐโชดึก. (2553). การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง**. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. 20 (มกราคม – เมษายน), 97-105.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2555). **โดนัท.** มผช 749/2555.

รัตนาภรณ์ ถาแก้ว และ วารุณอร จันต๊ะอิน. (2551). **การทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองในเส้นข้าวซอย.** เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุภาวิณี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ. (2557). “ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก”. **ว.วิทยาศาสตร์เกษตร.** 45 (พฤษภาคม – สิงหาคม), 453-456.

การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน

A study of consumption behavior and consumer acceptance of ice cream and ice cream cone products from jackfruit seed flour and jackfruit pulp.

เกษศิลป์ ดำมี[2], จุฑามาศ โพธิ์สีสด[2], นพดล ไชย เซ่ง[2] และ สุรีย์พร กังสนันท์[1*]

Ketsin Dammee[2], Jutamas Phoseesod[2], Noppadon Chaiseng[2] and Sureeporn Kangsanant[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุนในอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ใช้แบบสำรวจเป็นเครื่องมือในการศึกษาผู้บริโภคที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน ในอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 15-25 ปี มีอาชีพเป็นนักศึกษา ระดับการศึกษากำลังศึกษาปริญญาตรี/ปริญญาตรี มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท ผู้บริโภคเคยรับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีม ร้อยละ 100 โดยรับประทานแล้วแต่โอกาส มีเหตุผลในการรับประทานคือ รสชาติอร่อย หาซื้อสะดวก สะดวกในการบริโภค โดยผู้บริโภคสามารถหาซื้อได้ตามร้านสะดวกซื้อ และซุปเปอร์มาเก็ต ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน ร้อยละ 98 โดยให้เหตุผลว่ามีกลิ่นรสแปลกใหม่และอร่อย การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนแบบ 5-point hedonic scale พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบในทุกๆด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม หากผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุนวางจำหน่ายในท้องตลาด โดย 4โคน/1ชุด ในราคา 20 บาท ผู้บริโภคมีความยินดีที่จะซื้อสินค้า ร้อยละ 95

คำสำคัญ: ไอศกรีม, โคนไอศกรีม, แป้งเมล็ดขนุน, ซังขนุน, การยอมรับของผู้บริโภค

---

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** kangsanant.s@gmail.com

Abstract

This research aimed to study consumer acceptance and behavior toward ice cream and ice cream cone products from jackfruit seed flour and jackfruit pulp. The questionnaires were used as a tool in this research. The target population is the consumers in Mueang Songkhla District, Songkhla Province (n=150). The study indicated that the majority of consumers are female, aged between 15-25 years and their education level are mostly undergraduate. The monthly income of consumers less than 5,000 baht. Consumers used to eat ice cream and ice cream cones by 100 percent, depending on the occasion. The reasons are delicious, convenient to buy and easy to eat. The consumers bought ice cream and cone from the convenient store and supermarket. The consumers accepted ice cream and cone ice cream from jackfruit seed flour and jackfruit pulp 98% caused exotic and delicious flavor. A sensory evaluation be conducted using 5-point hedonic scale. The results indicated that ice cream and ice cream cone products from jackfruit seed flour and jackfruit pulp received the acceptant score range like on appearance, flavor, color, taste, texture and overall liking. The consumers were willing to buy ice cream and ice cream cone products from jackfruit seed flour and jackfruit pulp if available in market for 95%.

Keyword: Ice cream, ice cream cone, Jackfruit seed flour, Jackfruit pulp, Consumer acceptance

บทนำ

ปัจจุบันความนิยมในการบริโภคไอศกรีมนั้นเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ไอศกรีมเป็นของหวานชนิดหนึ่งที่มีกลิ่นรสชาติ และสีสันให้เลือกมากมาย โดยไอศกรีมมีส่วนผสมหลัก คือ น้ำ นมและผลิตภัณฑ์นม โดยผลิตภัณฑ์ไอศกรีมสามารถรับประทานได้ทั้งวัยเด็กและผู้ใหญ่ และยังสามารถรับประทานให้อร่อยได้หลายรูปแบบ เช่น รับประทานกับโคนไอศกรีมโดยโคนไอศกรีมมีลักษณะเนื้อกรอบ และยังมีแป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญ สำหรับไอศกรีมและโคนไอศกรีมนั้นมีไขมันเยอะ และมีใยอาหารน้อยจึงเป็นเหตุให้คนที่ชอบรับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีม ได้รับประโยชน์จากไอศกรีมและโคนไอศกรีมน้อย ดังนั้นจึงได้มีการนำแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุนเข้ามามีบทบาทเป็นส่วนผสมของไอศกรีมและโคนไอศกรีม เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ให้แก่ร่างกายมากยิ่งขึ้น โดยเมล็ดขนุนมีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นแหล่งพลังงานที่ดี โดยเมล็ดขนุน 100 กรัมให้พลังสูงถึง 153 กิโลแคลอรี่ มีโปรตีน 5.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 32.2 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม เป็นต้น นอกจากเมล็ดขนุนยังมีสารอาหารมากมายแล้ว ยังมีสรรพคุณทางสมุนไพรด้วย เช่นช่วยในการบำรุงร่างกาย บำรุงหัวใจ แก้อาการปวดท้อง เป็นต้น (วิวรณ์ วงศ์อรุณา, 2561) ซังขนุนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของขนุน มีลักษณะเป็นเส้นๆ อยู่รอบยวงขนุน มีกลิ่นหอม รสหวาน โดยในส่วนของซังขนุนนั้นจัดเป็นวัสดุเหลือทิ้งเช่นกัน และยังให้คุณค่าทางโภชนาการมากมาย ซังขนุน 100 กรัม ให้พลังงาน 122 แคลอรี่ โปรตีน 1.40 กรัม คาร์โบไฮเดรต 29.20 กรัม แคลเซียม 21 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 13 กรัม เบต้าแคโรทีน 13 กรัม และใย

อาหาร 1.80 กรัม ดังนั้นจึงได้มีการใช้ซังขนุนเพื่อเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ทองม้วน คุกกี้ เป็นต้น (จันทนา ขัดเต๋า, พรพรรณ ไตรปิ่นเพชร และกิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2554) เพื่อประโยชน์แก่ร่างกาย และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของซังขนุนได้อีกด้วย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน สามารถใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีได้ถึงร้อยละ 50 และเสริมซังขนุนร้อยละ 2 (นพดล ไชยเช่งและคณะ, 2562) อย่างไรก็ตามนอกจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามต้องการแล้วการเข้าใจด้านความต้องการของผู้บริโภคนับเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในเชิงการค้า การสำรวจผู้บริโภคมีประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทำให้ทราบข้อมูลของผู้บริโภค พฤติกรรมการซื้อ ความคิดเห็น ทัศนคติ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนา (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2549) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการตลาดที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมที่มีการพัฒนาขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประกอบการวางแผนทางการตลาดต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

เป็นผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน โดยกระจายช่วงอายุเป็น 5 ช่วงอายุคือ 15-25, ปี 26-30, ปี 31-25, ปี 36-40, ปี และ 40 ปีขึ้นไป

2. เครื่องมือ

เครื่องมือในการศึกษาคือแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามที่ใช้แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1. ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ส่วนที่ 2. พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีม และส่วนที่ 3. ข้อมูลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมซังขนุนและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน

3. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน (ใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลี 50% และเสริมซังขนุน 2%) ที่ใช้ในการศึกษาผลิตตามวิธีการของ (นพดล ไชยเช่งและคณะ, 2562)

3.1 วิธีการเตรียมแป้งเมล็ดขนุน

โดยนำเมล็ด ขนุนมาล้างทำความสะอาด นำไปต้มในน้ำเดือด เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นลอกเปลือกหุ้มเมล็ดสีขาวครีมและสีน้ำตาลออกจนหมด ล้างน้ำ หั่นเมล็ดเป็นแผ่นหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร นำไปอบให้แห้งในเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง นำมาบดด้วยเครื่องบดแล้วร่อนด้วยตะแกรง 100 เมช เก็บรักษาในภาชนะที่แห้งและปิดสนิท

3.2 วิธีการเตรียมซังขนุน

เตรียมซังขนุนโดย นำซังขนุนมาล้างทำความสะอาด ล้างแล้วพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำซังขนุนไปปั่นกับน้ำในสัดส่วน 1:1 แล้วนำเข้าตู้อบแห้งที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการบดให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องบด และร่อน ผ่านตระแกรง 100 เมช เก็บรักษาในภาชนะที่แห้งและปิดสนิท

3.2 วิธีการทำไอศกรีม

นำ นมสด วิปปิ้งครีม น้ำ ตั้งไฟให้พออุ่น แล้วเติม น้ำตาลทราย เกลือ เจลาติน ลงไป คนให้เข้ากันดีละลายเป็นเนื้อเดียวกัน อุ่นให้ร้อนขึ้น แล้วนำไปปั่นใช้ความเร็วสูง แลใส่ไข่แดง กลิ่นวนิลา ซังขนุน ในขณะที่เครื่องทำงาน ปั่นต่อประมาณ1นาที แล้วน้ำไปปั่นเครื่องทำไอศกรีมปั่นนานประมาณ 2 ชั่วโมง

3.3 วิธีการทำโคนไอศกรีม

ตีไข่ผสมให้เข้ากันใส่น้ำตาลทรายลงไปแล้วตีให้เข้ากัน ใส่เกลือ กะทิ น้ำปูนใส น้ำเปล่า คนให้เข้ากันอีกรอบค่อยๆใส่แป้งลงไป ผสมให้เข้ากัน แล้วใส่ซังขนุน แล้วผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน ตักส่วนผสมใส่ในเครื่องทำโคนไอศกรีม 1 ช้อนชา ปิดฝาประมาณ 1.15 นาที จากนั้นม้วนเป็นรูปกรวย

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน ใช้วิธีการทดสอบ 5-point hedonic scale จากผู้บริโภค 150 คน โดยผู้บริโภคจะได้รับไอศกรีมเสริมซังขนุนรับประทานคู่กับโคนไอศกรีมที่ใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลี 50% และเสริมซังขนุน 2% จากนั้นประเมินทางประสาทสัมผัสแบบหาอัตราความชอบ ซึ่งมี 5 ระดับ ได้แก่ 1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบ 3 = เฉยๆ 4 = ชอบ 5 = ชอบมาก โดยทำการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม หลังจากผู้บริโภคชิมตัวอย่างจะให้ผู้บริโภคตอบแบบสอบถามเพื่อตัดสินใจในการยอมรับผลิตภัณฑ์

5. วิเคราะห์ทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อภิปรายผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคในพื้นที่อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา (ตารางที่ 1) พบว่า ผู้บริโภคเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 31 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 69 มีอายุระหว่าง 15-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 86 รองลงมาเป็นช่วงอายุ 26-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 11 ส่วนใหญ่มีอาชีพนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 75 รองลงมาอาชีพรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 10 ระดับการศึกษาอยู่ในช่วง กำลังศึกษาปริญญาตรี/ปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 83 รองลงมาเป็น มัธยมศึกษา หรือ ปวช. ร้อยละ 12 ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่มีรายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วงต่ำกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 71 รองลงมา 5,000 - 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 19 จากผลการสำรวจพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาเนื่องจากทำการเก็บข้อมูลภายในสถานศึกษาจึงเน้นกลุ่มนักศึกษาเป็นหลัก ซึ่งผลการศึกษาอาจเป็นประโยชน์สำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการเจาะกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นนักศึกษา

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	31
หญิง	69
อายุ	
15-25 ปี	86
26-30 ปี	11
31-35 ปี	1
35-36 ปี	2
มากกว่า 40 ปี	-
อาชีพ	
นักเรียน	7
นักศึกษา	75
รับจ้าง	10
ธุรกิจส่วนตัว	7
ข้าราชการ	1
อื่น ๆ	-
ระดับการศึกษา	
มัธยมศึกษา หรือ ปวช.	12
อนุปริญญา หรือ ปวส.	5
กำลังศึกษาปริญญาตรี/ปริญญาตรี	83
สูงกว่าปริญญาตรี	-
รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 5,000 บาท	71
5,000-10,000 บาท	19
10,001-15,000 บาท	9
15,001 บาท ขึ้นไป	1

2. พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีม

ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีม (ตารางที่ 2) เนื่องจากช่วงอายุเป็นช่วงวัยรุ่นจึงเคยรับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีมที่ร้อยละ 100 แต่เนื่องจากส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 5000 บาท จึงทำให้ความถี่ในการรับประทานค่อนข้างน้อย ผู้บริโภคเคยรับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีมที่ร้อยละ 100 ความถี่ที่ผู้บริโภครับประทานคือแล้วแต่โอกาส คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมา 1ครั้ง/สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 21 เหตุผลที่ผู้บริโภครับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีมรสชาติอร่อย คิดเป็นร้อยละ 87 รองลงมาหาซื้อสะดวก คิดเป็นร้อยละ 62 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีมที่ร้านสะดวกซื้อ คิดเป็นรอยละ 81 รองลงมาซุปเปอร์มาเก็ต คิดเป็นร้อยละ 15

ตารางที่ 2 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีม

ข้อมูล	ร้อยละ
ท่านเคยรับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีมหรือไม่	
เคย	100
ไม่เคย	-
ความถี่ในการรับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีมต่อสัปดาห์	
1 ครั้ง/สัปดาห์	21
2-3 ครั้ง/สัปดาห์	18
มากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์	2
แล้วแต่โอกาส	59
เหตุผลในการรับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
ต้องการคุณค่าทางโภชนาการ	2
ราคาไม่แพง	33
รสชาติอร่อย	87
หาซื้อสะดวก	62
สะดวกในการบริโภค	35
อื่น ๆ	1
โดยทั่วไปท่านรับประทานไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแหลงใด	
ผลิตเอง	1
ร้านสะดวกซื้อ	81
ซุปเปอร์มาเก็ต	15
ตลาดสด	2
ร้านแผงลอยหรือรถเข็นขายขนม	1
อื่นๆ	-

3. การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน

การจากศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในพื้นที่อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน (ตารางที่ 3) พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน ร้อยละ 50% และการเสริมซังขนุน ร้อยละ 2% อยู่ในระดับชอบในทุกๆด้านได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยมีคะแนนชอบมากในด้านลักษณะปรากฏ ร้อยละ 61 ชอบร้อยละ 35 และเฉยๆร้อยละ 4 คะแนนชอบมากในด้านสี ร้อยละ 48 ชอบร้อยละ 43 และเฉยๆร้อยละ 9 คะแนนชอบมากในด้านกลิ่น ร้อยละ 29 ชอบร้อยละ 57 และเฉยๆร้อยละ 14 คะแนนชอบมากในด้านกลิ่นรส ร้อยละ 21 ชอบร้อยละ 66 และเฉยๆร้อยละ 13 คะแนนชอบมากในด้านรสชาติ ร้อยละ 24 ชอบร้อยละ 67 และเฉยๆร้อยละ 9 คะแนนชอบมากในด้านเนื้อสัมผัส ร้อยละ 34 ชอบร้อยละ 62 และเฉยๆร้อยละ 4 คะแนนชอบมากในด้านความชอบรวม ร้อยละ 43 ชอบร้อยละ 53 และเฉยๆร้อยละ 4 ของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน

ตารางที่ 3 ข้อมูลการทดสอบทางประสามสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน

คุณลักษณะ	ความชอบรวม					ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ชอบมาก	ชอบ	เฉยๆ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบมาก	
ลักษณะปรากฏ	61	35	4	-	-	4.58±0.55
สี	48	43	9	-	-	4.39±0.64
กลิ่น	29	57	14	-	-	4.14±0.63
กลิ่นรส	21	66	13	-	-	4.08±0.57
รสชาติ	24	67	9	-	-	4.14±0.56
เนื้อสัมผัส	34	62	4	-	-	4.32±0.53
ความชอบรวม	43	53	4	-	-	4.39±0.56

ตารางที่ 4 ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน

ข้อมูล	**ร้อยละ**
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ท่านชิมหรือไม่	
ยอมรับ	98
ไม่ยอมรับ	2
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ เพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
อร่อย	44
มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น	43
มีกลิ่นรสแปลกใหม่	88
ความสะดวกในการบริโภค	7
อื่นๆ	-

ท่านรู้สึกไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ เพราะเหตุใด	50
ไม่คุ้นเคย	50
รสชาติเปลี่ยนไปจากเดิม	
หากผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุน	
และซังขนุนวางจำหน่ายในท้องตลาดโดยขาย 4โคน/1ชุด	
ในราคา 20 บาท ท่านจะซื้อหรือไม่	95
ซื้อ	5
ไม่ซื้อ	

ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุนร้อยละ 98 และไม่ยอมรับร้อยละ 2 โดยผู้บริโภคให้เหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุนเพราะมีกลิ่นรสแปลกใหม่ ร้อยละ 88 และรสชาติอร่อยร้อยละ 44 ส่วนผู้บริโภคที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุน ให้เหตุผลว่า ไม่คุ้นเคยและรสชาติเปลี่ยนไปจากเดิม ร้อยละ 1 นอกจากนี้จากการสำรวจข้อมูลพบว่า หากมีผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโคนไอศกรีมจากแป้งเมล็ดขนุนและซังขนุนวางจำหน่ายในท้องตลาด โดยขาย 4 โคน/1ชุด ในราคา 20 บาท ผู้บริโภคมีความยินดีที่จะซื้อสินค้าร้อยละ 95 (ตารางที่ 4)

เอกสารอ้างอิง

นภดล ไชยเซ่ง, เกษศิลป์ ดำมี, จุฑามาศ โพธิ์สีสด, และ สุรีย์พร กังสนันท์. (2562). การศึกษาการเสริมซังขนุนในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและการใช้แป้งเม็ดขนุนและซังขนุนในโคนไอศกรีม. **งานประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5**. นครศรีธรรมราช

จันทนา ขัดเต๋า, พรพรรณ ไตรปิ่นเพชร และกิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. (2544). **การเสริมใยอาหารจากซังขนุนผงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก และคุกกี้.** วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 19(1), 17-25.

ดารารัตน์ นาคลออ, อาภัสรา แสงนาค และกุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. (2554). การปรับปรุงคุณภาพของแป้งเมล็ดขนุนโดยวิธีการพลีเจลาทิไนซ์. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.** 16(1), 12-21.

เพ็ญขวัญ ชมปรีชา. (2549). “การทดสอบผู้บริโภคในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์” ใน รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. (บรรณาธิการ). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร**. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 88-105**.**

วิวรณ์ วงศ์อรุณ. (2561). **มูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์อาหารจากของเหลือใช้ในชุมชน: เมล็ดขนุน.** รายงานการวิจัย คณะอุตสาหกรรมการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

ความเชื่อในการใช้สมุนไพรบำรุงกำลังเพศชายในชุมชนตะโหมด จังหวัดพัทลุง

Beliefs of Medicinal Plants for Male Body Tonic Using in Tamot Community, Phatthalung Province

วัชราภรณ์ พัทคัน[1*], วนิสา เอียดฤทธิ์[2], ฤดีดาว ช่างสาน[1]

Watcharaporn Pattakan[1*], Vanisa Eadrit[2], Ruedidao Changsan[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงคุณภาพครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมความเชื่อการใช้ประโยชน์ของสมุนไพรด้านการบำรุงกำลังเพศชายของคนในชุมชนตะโหมด จังหวัดพัทลุง เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกโดยใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิธีการสนทนากลุ่ม และการสังเกตร่วมด้วย ใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจงตามเกณฑ์การคัดเข้า ร่วมกับการบอกต่อแบบลูกโซ่หรือสโนว์บอล จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่าความเชื่อในการใช้สมุนไพรบำรุงกำลังเพศชายในชุมชนตะโหมดนั้นมีการใช้กันมาเป็นเวลานาน และสืบทอดต่อกันมารุ่นต่อรุ่น โดยผู้ชายมักรับประทานก่อนหรือหลังกลับจากทำงาน ผลคือทำให้รู้สึกมีกำลังมากขึ้น อ่อนเพลียลดลง สำหรับสมุนไพรที่ได้จากการเก็บข้อมูล พบว่ามีจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ คนทีเขมา ม้ากระทืบโรง ปลาไหลเผือก เนระพูสีไทย กำลังเสือโคร่ง มะเม่า และ กำแพงเจ็ดชั้น เมื่อจัดกลุ่มสมุนไพรตามสรรพคุณ สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 กลุ่ม คือ ช่วยบำรุงเลือด รองลงมาคือบำรุงกำลัง บำรุงกำหนัด คลายความปวดเมื่อยตามร่างกาย บำรุงธาตุ แก้ไข้ และยังมีความเชื่อว่าสมัยก่อนใช้เป็นเครื่องรางของขลัง ทั้งนี้จะเห็นได้ว่านอกจากสรรพคุณสมุนไพรที่ส่งผลต่อด้านร่างกายแล้ว ยังส่งผลต่อความรู้สึกหรือด้านจิตใจของผู้ใช้เช่นกัน

คำสำคัญ: สมุนไพร, บำรุงกำลังเพศชาย, ชุมชนตะโหมด, พัทลุง

[1]อาจารย์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและสปา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษา หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: watcharaporn.pa@skru.ac.th

Abstract

The objective of this qualitative research of this research is to collect data of the beliefs in the utilization of medicinal plants in male body tonic maintenance of people in Tamote community, Phatthalung. Which is domiciled in Tamot Subdistrict, Tamot District, Phatthalung Province. Semi-structured interview, group discussions and observation. The samples were 30 local male selected based on snowball sampling and the inclusion criteria. The results of this study showed that the beliefs of medicinal plants for male body tonic has been used for a long time and inherited from ancestors, they often have to take that before starting or finishing their job. And found that they used 7 species of medical plant for male body tonic, *Vitex negundo* L., *Ficus foveolata* Wall., *Eurycoma longifolia* Jack, *Tacca chantrieri* Andre, *Strychnos axillaris* Colebr., *Antidesma puncticulatum* Miq. And *Salacia chinensis* L. Furthermore, medicinal plans could be categorized into 7 groups according to their properties, blood maintenance. nourishing energy, aphrodisiac, antinociceptive, element tonic, antipyretic and talisman. Furthermore, the medicinal plants properties that affects on the body and likewise affects on mental health of users.

Keywords: medicinal plants, male body tonic, Tamot community, Phatthalung

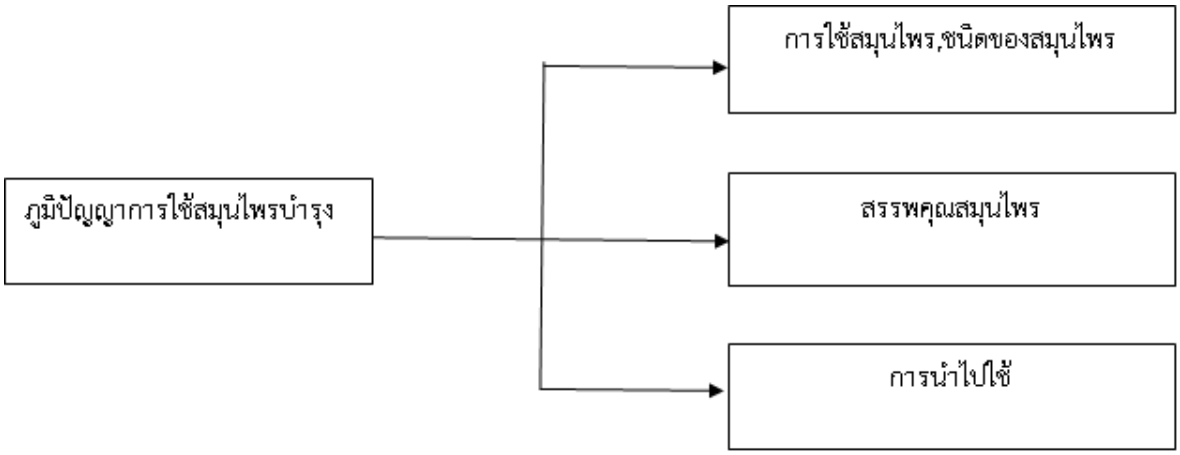
บทนำ

ประเทศไทยมีภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญงอกงามของพืชนานาชนิด โดยเฉพาะพืชสมุนไพรมีอยู่ มากมายเป็นแสนๆ ชนิด ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและจากการเพาะปลูก บางชนิดก็ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยาแผนปัจจุบัน สมุนไพรหลายชนิด ถูกนำมาใช้ในรูปของยากลางบ้าน ยาแผนโบราณ (สมาคมแพทย์แผนไทย, 2561) อีกทั้งในปัจจุบันสมุนไพรถือเป็นทรัพยากรทางธรรมชาติที่ถูกนำมาใช้กันแพร่หลาย ทั้งในด้านการบำบัดรักษาโรค การบำรุงร่างกาย เครื่องสำอาง รวมทั้งผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร สมุนไพรมีคุณสมบัติในการบำรุงร่างกายสามารถรักษาสมดุลของร่างกายโดยการไปเพิ่มการไหลเวียนเลือดในร่างกาย ให้พลังงานแก่ร่างกาย เพิ่มการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ช่วยให้ระบบย่อยอาหารเป็นปกติและนอกจากนี้สมุนไพรยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ โดยจะปกป้องร่างกายจากการถูกทำลาย (Mathew and Kuttan, 1999) จังหวัดพัทลุงเป็นหนึ่งใน 14 จังหวัดภาคใต้ของประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งตะวันออกของแหลมมลายู หรือ แหลมทอง ซึ่งตั้งอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทยหรือฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาพื้นที่ของจังหวัดพัทลุงมีลักษณะลาดเอียงจากทิศตะวันตก ซึ่งเป็นแนวเทือกเขาบรรทัด ไปยังทิศตะวันออก

ชุมชนตะโหมดเป็นชุมชนเก่าแก่ ตั้งอยู่ใน ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง ลักษณะภูมิประเทศของตำบลตะโหมดตั้งอยู่เชิงเขาบริเวณทิศตะวันออกของเทือกเขาบรรทัด พื้นที่จะลาดต่ำไปทางทิศตะวันออกสลับเนินเขาเตี้ย ๆ ชุมชนตั้งอยู่บนที่ราบ มีป่าไม้ แม่น้ำลำคลองไหลผ่านถึง 4 สาย ได้แก่ คลองตะโหมด คลองกง คลองหัวช้าง คลองโหล๊ะจังกระ ด้วยเหตุนี้ ทำให้พื้นที่ชุมชนตะโหมด ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์และเหมาะสำหรับการปลูกพืชสวน การทำนา ประชากร

ส่วนใหญ่ในชุมชนนี้จึงประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรม (ทำนา ทำสวน ทำไร่) โดยคิดเป็น 70% ของประชากรทั้งหมด (สำนักงานเกษตรจังหวัดพัทลุง, 2561)

จากอาชีพของคนส่วนใหญ่นี้เองที่ทำให้ที่ดินในตำบลตะโหมดมักถูกใช้ในการประกอบอาชีพทางการเกษตร วิถีชีวิตของคนในชุมชนกับป่าจึงสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ไม่ว่าจะใช้เป็นแหล่งอาหาร ยารักษาโรค แหล่งรายได้ รวมทั้งมีความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่เป็นเจ้าป่าเจ้าเขา ดังนั้นชาวบ้านส่วนใหญ่ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมจึงมีความเชื่อในการดูแลสุขภาพด้วยการใช้สมุนไพร รวมทั้งการนำสมุนไพรมาใช้เพื่อบำรุงกำลังของกลุ่มคนที่เป็นเพศชาย วัยกลางคน ที่ประกอบอาชีพทำสวน ทำไร่ ความเชื่อในการใช้สมุนไพรบำรุงกำลังเพศชายในตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุงการใช้สมุนไพรในด้านต่าง ๆ เช่นการใช้สมุนไพรด้านการบำรุงกำลัง การใช้สมุนไพรด้านการบำบัดรักษาโรค เพื่อที่จะทำให้ร่างกายแข็งแรงมีพละกำลังในการทำงาน หรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ ซึ่งในอดีตที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาใดที่เน้นการสำรวจพืชเพื่อใช้บำรุงกำลังในกลุ่มคนเพศชาย ที่อาศัยในชุมชนตะโหมด ขณะเดียวกันพบว่ามีพืชสมุนไพรหลายชนิดที่มักนิยมนำมาใช้เพื่อประโยชน์ในการบำรุงกำลังในเพศชายโดยทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น กระชายดำ ม้ากระทืบโรง เป็นต้น ดังนั้นหากมีการศึกษาความเชื่อในการสำรวจสมุนไพรที่ใช้บำรุงกำลังในกลุ่มเพศชาย ชุมชนตะโหมด จังหวัดพัทลุงแล้ว จะเกิดประโยชน์ในการใช้เป็นฐานข้อมูลสมุนไพรบำรุงกำลังให้คนในชุมชนหรือผู้สนใจศึกษาต่อยอดงานวิจัยต่อไป ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาจากกรอบแนวคิด ดังนี้



ด้วยเหตุดังกล่าวคณะผู้วิจัยสนใจสำรวจ ความเชื่อภูมิปัญญาการใช้สมุนไพร และการนำไปใช้ประโยชน์ของสมุนไพรเพื่อบำรุงกำลังเพศชายในชุมชนตะโหมด ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร และประชาชนที่สนใจสามารถนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการดูแลสุขภาพของตนเองได้

นิยามศัพท์

1. ความเชื่อ หมายถึง การยอมรับว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นความจริงหรือเป็นสิ่งที่เราไวใจ ความจริงหรือความไววางใจที่เป็นรูปของความเชื่อนั้น ไมจำเป็นว่าจะต้องเป็นความจริงที่ตรงตามหลักเหตุผลหรือหลักวิทยาศาสตร์ใด ๆ

2. สมุนไพรบำรุงกำลัง หมายถึง สมุนไพรที่ช่วยในเรื่องของการบำรุงกำลังร่างกายในด้านต่าง ๆ

3. การใช้สมุนไพรหมายถึง วิธีการนำสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ วิธีการปรุง การรับประทาน

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาในครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงภูมิปัญญาการใช้สมุนไพรเพื่อบำรุงกำลังในเพศชาย สรรพคุณของสมุนไพรบำรุงกำลัง และการนำไปใช้ประโยชน์ของสมุนไพรบำรุงกำลัง

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาความเชื่อในการใช้สมุนไพรบำรุงกำลังเพศชายในชุมชนตะโหมด จังหวัดพัทลุง เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาในชุมชนตะโหมด ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง

2. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ประชากรเพศชาย อายุตั้งแต่ 40-70 ปี ที่อาศัยในชุมชนตะโหมด

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากเกณฑ์การคัดเข้า โดยผู้ให้ข้อมูลมีความสมัครใจในการให้ข้อมูล และผู้ให้ข้อมูลจะต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการใช้สมุนไพรในท้องถิ่นเพื่อบำรุงกำลัง คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจงร่วมกับการบอกต่อแบบลูกโซ่หรือสโนว์บอล เกณฑ์คัดเข้ากลุ่มตัวอย่างในการให้ข้อมูล ได้แก่ เพศชาย อายุ 40-70 ปี มีภูมิลำเนาเป็นคนในพื้นที่ชุมชนตะโหมด หรืออาศัยอยู่ในพื้นที่ชุมชนตะโหมดไม่น้อยกว่า 10 ปี เป็นผู้มีประสบการณ์ใช้สมุนไพรบำรุงกำลัง สามารถพูดคุยและให้ข้อมูลได้ และสมัครใจเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างที่ประสงค์ออกจากโครงการวิจัย สามารถถอนตัวจากการให้ข้อมูลได้ทุกเมื่อ เก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) โดยใช้แนวทางการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างโดยมีการออกแบบโครงสร้างของข้อคำถามที่สามารถนำไปใช้ในการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง หรือการสัมภาษณ์แบบชี้นำ (guided interview) กล่าวคือเป็นการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือเป็นการสัมภาษณ์แบบปลายเปิดมาใช้ประกอบการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คน และจัดให้มีการสนทนากลุ่ม ๆ ละ 10 คน ร่วมกับการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2561 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2562

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลของโคไลซี่ มีการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษากลับไปยังผู้ให้ข้อมูลอีกครั้งเพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลที่ได้

2) วิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์โดยการใช้สถิติเชิงพรรณนาและการตีความ รวมทั้งนำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ใกล้เคียงในอดีต

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลสามารถจัดกลุ่มประเด็นข้อมูล ได้ดังนี้

1. ด้านความเชื่อเรื่องการใช้สมุนไพรบำรุงกำลังในเพศชาย ชุมชนตะโหมด มีมาแต่อดีต

กลุ่มตัวอย่าง 7 ใน 10 คน กล่าวถึงความเชื่อเรื่องสมุนไพรในท้องถิ่น ที่เคยใช้เป็นยาบำรุงกำลัง และปัจจุบันยังรับประทานอยู่ โดยกลุ่มตัวอย่างหมายเลข 1 ที่มีประสบการณ์ใช้สมุนไพรเพื่อบำรุงกำลัง สอดคล้องกับตัวอย่างหมายเลข 2 ที่ปัจจุบันยังใช้สมุนไพรเพื่อบำรุงกำลัง โดยจะเห็นได้ว่าในกลุ่มชายกลางคน ที่อาศัยอยู่ในชุมชนตะโหมด มีความเชื่อในการใช้สมุนไพรเพื่อใช้ประโยชน์ในการช่วยเรื่องบำรุงกำลังมาเป็นเวลานานนับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ดังคำกล่าวของกลุ่มตัวอย่างหมายเลข 4

“เขาใช้กันมานานแล้วตั้งแต่สมัยก่อน ใช้ดองกับเหล้า”
(ผู้ใช้สมุนไพรหมายเลข 1, สัมภาษณ์, 29 กรกฎาคม 2561)

“เวลาเพลีย ทำงานหนัก ก็จะกินสมุนไพร ร่างกายก็จะมีแรงกลับมา”
(ผู้ใช้สมุนไพรหมายเลข 2, สัมภาษณ์, 29 กรกฎาคม 2561)

“คนที่นี่เขากินสมุนไพรบำรุงกำลังมานานแล้วเพราะที่นี่สมุนไพรเยอะ หาง่ายมากในสมัยก่อน ผู้ชายมักกินเวลาก่อนที่ตัวเองจะไปทำงานหรือกลับจากทำงานให้ตัวเองมีแรง ไม่เพลีย”
(ผู้ใช้สมุนไพรหมายเลข 4, สัมภาษณ์, 29 กรกฎาคม 2561)

2. ด้านวิธีการรับประทานสมุนไพรบำรุงกำลังเพศชาย ชุมชนตะโหมด

กลุ่มตัวอย่างหมายเลข 3 กล่าวถึง การเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิธีการรับประทานสมุนไพรบำรุงกำลังเพศชาย ที่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา จากเดิมที่เคยใช้วิธีการต้ม ดองเหล้า ปัจจุบันแปรรูปเพื่อให้รับประทานได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับ กลุ่มตัวอย่างหมายเลข 6 สนับสนุนความคิดเห็นและให้ข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติม

“สมุนไพรบำรุงกำลังสมัยก่อนใช้ดองกับเหล้า ต้มกินน้ำบ้าง มีหลายวิธี
สมัยใหม่มีหมอบ้านทำเป็นยาแค่หาซื้อกินเอา”
(ผู้ใช้สมุนไพรหมายเลข 3, สัมภาษณ์, 29 กรกฎาคม 2561)

“สมุนไพรบางชนิดเดี๋ยวนี้ก็กลายเป็นสินค้าโอท็อปของจังหวัดไปแล้ว หากินได้ง่าย อย่างเช่นสมุนไพรคนทีดำ”
(ผู้ใช้สมุนไพรหมายเลข 6, สัมภาษณ์, 29 กรกฎาคม 2561)

3. ด้านสมุนไพรในท้องถิ่น ที่คนในชุมชนใช้รับประทานเพื่อบำรุงกำลัง

สมุนไพรที่ใช้ในการบำรุงกำลังของผู้ชายในตำบลตะโหมด จากการสัมภาษณ์ และสนทนากลุ่ม ได้แก่ คนทีเขมา ม้ากระทืบโรง ปลาไหลเผือก เนระพูสีไทย กำลังเสือโคร่ง มะเม่า กำแพงเจ็ดชั้น สามารถจัดกลุ่มตามสรรพคุณแสดงดังตารางที่ 1 จะเห็นว่ามีสรรพคุณสมุนไพรที่ช่วยบำรุงเลือด/ฟอกเลือด แก้อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย บำรุงกำลัง บำรุงกำหนัด บำรุงธาตุ แก้ไข้ และสมุนไพรที่เชื่อว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ช่วยให้คงกระพัน จากคำกล่าวของกลุ่มตัวอย่าง

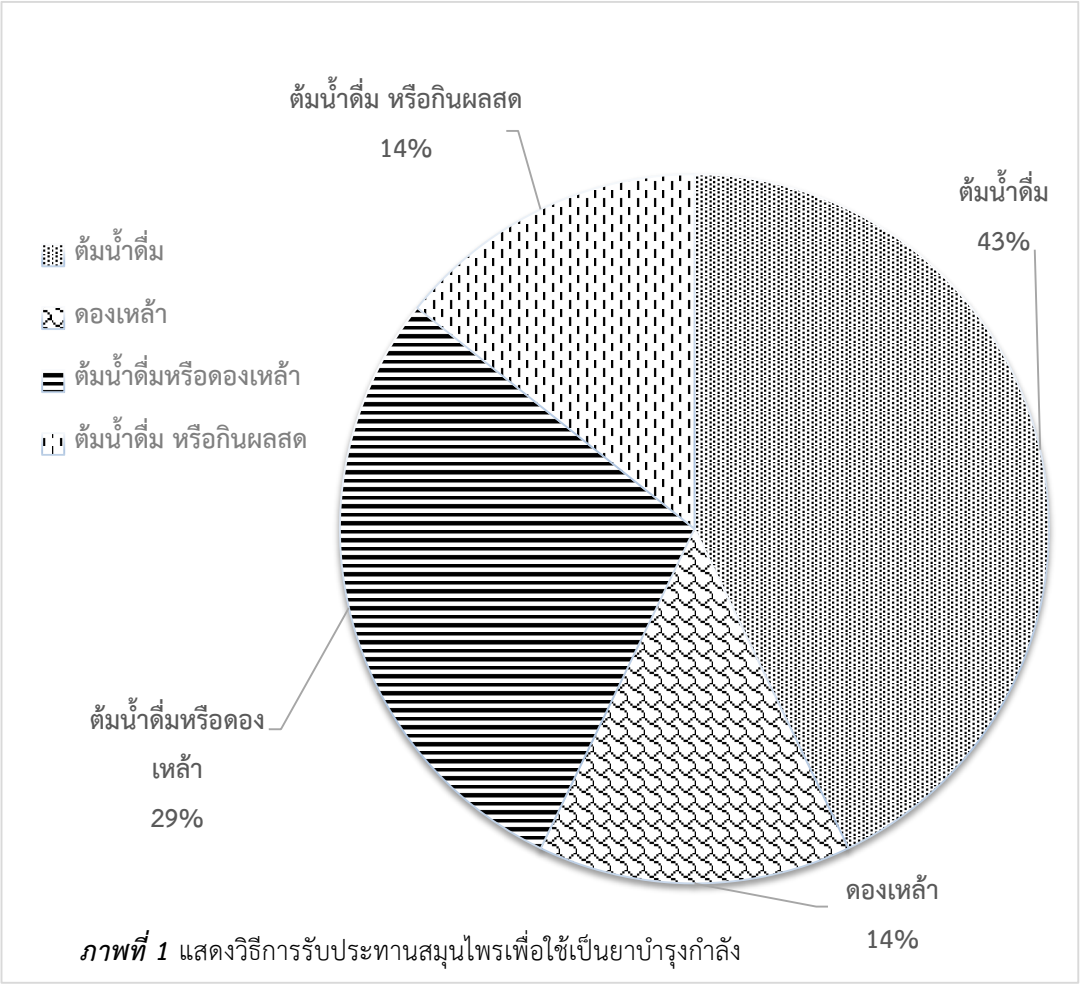
หมายเลข 9 กล่าวว่า “สมัยก่อนผู้ที่จะออกรบ จะต้องพกสมุนไพรปลาไหลเผือกติดตัวไปด้วย” เชื่อว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ ทำให้อยู่ยงคงกะพัน

ตารางที่ 1 **ตารางแสดงจำนวนและร้อยละของสมุนไพร จำแนกตามสรรพคุณยา (N = 7)**

สรรพคุณยา	จำนวนสมุนไพรตามสรรพคุณยา	
	จำนวนสมุนไพร (ชนิด)	ร้อยละ
แก้ปวดเมื่อย	3	42.86
บำรุงกำลัง	4	57.14
บำรุงกำหนัด	3	42.86
บำรุงเลือด/ฟอกเลือด	5	71.43
บำรุงธาตุ	3	42.86
แก้ไข้	3	42.86
ความเชื่อสิ่งศักดิ์สิทธิ์	1	14.29

ตารางที่ 2 แสดงรายชื่อพืชสมุนไพรเพื่อบำรุงกำลังในเพศชาย ชุมชนตะโหมด จังหวัดพัทลุง

ลำดับที่	ชื่อสมุนไพร	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	วิธีใช้	สรรพคุณ						
					แก้ปวดเมื่อย	บำรุงกำลัง	บำรุงกำหนัด	บำรุงเลือด/ฟอกเลือด	บำรุงธาตุ	แก้ไข้	ส่วนที่ใช้
1	คนทีเขมา	*Vitex negundo* L.	LAMIACEAE	ต้มน้ำ,ดื่ม		✓		✓	✓	✓	เปลือกต้น, ผล, ใบ
2	ม้ากระทืบโรง	*Ficus foveolata* Wall.	MORACEAE	ดองเหล้า,ดื่ม	✓	✓	✓		✓		เถา, ทั้งต้น
3	ปลาไหลเผือก	*Eurycoma longifolia* Jack	SIMAROUBACEAE	ต้มน้ำ,ดื่ม		✓	✓	✓			แก่น, ราก
4	เนระพูสีไทย	*Tacca chantrieri* Andre	DIOSCOREACEAE	ต้มน้ำ/ดองเหล้า,ดื่ม			✓			✓	เหง้า
5	กำลังเสือโคร่ง	*Strychnos axillaris* Colebr.	LOGANIACEAE	ต้มน้ำ,ดื่ม				✓	✓		แก่น, เปลือกต้น, ใบ
6	มะเม่า	*Antidesma puncticulatum* Miq.	PHYLLANTHACEAE	ต้มน้ำ,ดื่ม กินผลสด	✓			✓			ต้น, ราก, ผล
7	กำแพงเจ็ดชั้น	*Salacia chinensis* L.	CELASTRACEAE	ต้มน้ำ/ดองเหล้า,ดื่ม	✓	✓		✓		✓	ต้น, ราก



ภาพที่ 1 แสดงวิธีการรับประทานสมุนไพรเพื่อใช้เป็นยาบำรุงกำลัง

จากตารางที่ 2 การใช้สมุนไพรเพื่อบำรุงกำลังในเพศชาย ชุมชนตะโหมด จังหวัดพัทลุง จะเห็นว่าสมุนไพรที่นำมาใช้ในท้องถิ่นเพื่อบำรุงกำลัง จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ คนทีเขมา (*Vitex negundo* L.) จัดอยู่ในวงศ์ LAMIACEAE ม้ากระทืบโรง (Ficus foveolata Wall.) วงศ์ MORACEAE ปลาไหลเผือก (*Eurycoma longifolia* Jack) อยู่ในวงศ์ SIMAROUBACEAE เนระพูสีไทย (*Tacca chantrieri* Andre) วงศ์ DIOSCOREACEAE กำลังเสือโคร่ง (*Strychnos axillaris* Colebr.) ในวงศ์ LOGANIACEAE สมุนไพรมะเม่า (*Antidesma puncticulatum* Miq.) วงศ์ PHYLLANTHACEAE และ กำแพงเจ็ดชั้น (*Salacia chinensis* L.) วงศ์ CELASTRACEAE (พรชุลี อาชวอำรุง, 2561)

วิธีการรับประทานสมุนไพรเพื่อใช้เป็นยาบำรุงกำลังดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่ใช้วิธีต้มน้ำดื่ม (ร้อยละ 43) รองลงมาคือ สมุนไพรที่รับประทานด้วยการต้มน้ำดื่มหรือดองเหล้า (ร้อยละ 29) สมุนไพรที่ใช้วิธีการดองเหล้า (ร้อยละ 14) และ สมุนไพรที่นำมาต้มน้ำดื่มหรือรับประทานผลสด (ร้อยละ 14) ตามลำดับ สำหรับชนิดของสมุนไพรที่นำมาต้มกับน้ำแล้วรับประทาน ได้แก่ คนทีเขมา ปลาไหลเผือก เนระพูสีไทย กำลังเสือโคร่ง มะเม่า และกำแพงเจ็ดชั้น รองลงมารับประทานโดยวิธีการดองเหล้า ได้แก่ ม้ากระทืบโรง เนระพูสีไทย และกำแพงเจ็ดชั้น ส่วนสมุนไพรมะเม่า สามารถรับประทานได้โดยการรับประทานผลสดนอกเหนือจากการต้มน้ำดื่ม และส่วนของพืชที่นิยมนำมาใช้คือ ต้น และราก ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่า สมุนไพรบำรุงกำลังเพศชายในชุมชนตะโหมด เมื่อนำมาจำแนก

ตามสรรพคุณ พบว่า สมุนไพรส่วนใหญ่มีสรรพคุณช่วยบำรุงเลือดหรือฟอกเลือด จำนวนถึง 5 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 71.43 ของสมุนไพรทั้งหมด รองลงมามีสรรพคุณ บำรุงกำลัง มีทั้งหมด 4 ชนิด (ร้อยละ 57.14) ลำดับถัดไปได้แก่ สรรพคุณ แก้ปวดเมื่อย บำรุงกำหนัด บำรุงธาตุ และแก้ไข้ จำนวนอย่างละ 3 ชนิด (ร้อยละ 42.86) และที่มีสรรพคุณด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับสิ่งศักดิ์สิทธิ์ จำนวน 1 ชนิด (ร้อยละ 14.29)

4. ด้านวิธีการใช้ประโยชน์จากสมุนไพร

จากการเก็บข้อมูล พบว่าสมุนไพรม้ากระทืบโรง ใช้เถา และทั้งต้น ทำเป็นยาดอง สมุนไพรม้ากระทืบโรง สรรพคุณบำรุงกำหนัด สมุนไพรรากปลาไหลเผือก สรรพคุณบำรุงกำลัง บำรุงกำหนัด บำรุงเลือด และเชื่อว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ พกติดตัวเวลาออกรบ จะทำให้มีเรี่ยวแรง อยู่ยงคงกะพัน สมุนไพรเนระพูสีไทย บำรุงกำลังทางเพศ ด้วยการใช้เหง้านำมาต้มหรือดองกับเหล้าดื่ม สมุนไพรกำลังเสือโคร่งใช้แก่นต้มเป็นน้ำดื่ม ช่วยแก้อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย บำรุงธาตุ สามารถใช้เปลือกต้น แก่น และใบ นำมาต้มดื่มก็ได้ สมุนไพรมะเม่าช่วยแก้และบรรเทาอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย บำรุงเลือดหรือฟอกเลือด ใช้ส่วนผล ต้น และราก สมุนไพรคนทีเขมา สรรพคุณบำรุงกำลัง บำรุงเลือดหรือฟอกเลือด และบำรุงธาตุ สมุนไพรกำแพงเจ็ดชั้นสรรพคุณแก้ปวดเมื่อย บำรุงกำลัง บำรุงเลือดหรือฟอกเลือด ลำต้นใช้ปรุงเป็นยาแก้ปวดเมื่อย นำมาต้มน้ำดื่ม หรือดองกับสุราก็ได้เช่นกัน

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่า เมื่อพิจารณาสรรพคุณสมุนไพรที่ชาวชุมชนตะโหมด ใช้เพื่อบำรุงกำลังในเพศชายนั้นพบว่า สมุนไพรส่วนใหญ่มีสรรพคุณบำรุงเลือด ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับงานวิจัย (อรทัย เนียมสุวรรณ และคณะ, 2555) ที่สำรวจสมุนไพรบำรุงกำลัง จากป่าชุมชนทุ่งสูง อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ ที่สมุนไพรส่วนใหญ่มีสรรพคุณบำรุงกำลังโดยตรง แต่เมื่อพิจารณารายละเอียดสรรพคุณสมุนไพรทั้ง 7 สรรพคุณแล้ว พบว่าไม่ได้แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง เนื่องจากมีสรรพคุณ ช่วยแก้อาการปวดเมื่อย บำรุงกำลัง บำรุงกำหนัด บำรุงธาตุ เช่นเดียวกัน แต่มีสรรพคุณเพิ่มเติมที่แตกต่างกันคือ มีสมุนไพรบางชนิดที่มีสรรพคุณช่วยในการแก้ไข้ รวมทั้งมีความเชื่อเรื่องสมุนไพรเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ซึ่งสืบทอดความเชื่อนี้มารุ่นต่อรุ่น สอดคล้องกับการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มทำให้ทราบว่าคนในชุมชนตะโหมดมีการใช้สมุนไพรเป็นยาบำรุงกำลังมาช้านานจนเกิดเป็นความเชื่อ วิธีรับประทานส่วนใหญ่ใช้การต้มน้ำ สมุนไพรบางชนิดสามารถนำมารับประทานโดยใช้วิธีต้มน้ำหรือดองเหล้าได้ บางชนิดก่อนนำมารับประทานต้องดองเหล้า หรือที่เรียกว่ายาดอง เดิมยาดองโบราณของไทยตามสูตรภูมิปัญญาไทยดั้งเดิม นำสมุนไพรไปแช่เหล้าขาวตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน หรือนานกว่านั้นแล้วนำมาบริโภค โดยสมุนไพรที่นำมาใช้เป็นไปตามตำราหรือสูตรของแต่ละท้องถิ่น รวมทั้งผลการศึกษาในครั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของเนตรดาว ธงชิว และคณะ, 2554 ที่ศึกษาเรื่องภูมิปัญญาพื้นบ้านล้านนาในการดูแลสุขภาพของผู้ที่เป็นโรคติดสุรา ชุมชนล้านนามีการประยุกต์ภูมิปัญญาพื้นบ้านล้านนาในการดูแลสุขภาพของผู้ที่เป็นโรคติดสุรา พบว่าต้องอาศัยความสมดุลของธาตุ (กาย) และขวัญ (จิตใจ) เพื่อสุขภาวะแบบองค์รวมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สิ่งนี้สามารถอธิบายความเชื่อว่าการใช้สมุนไพรปลาไหลเผือกติดตัวขณะออกรบว่าสามารถทำให้ปลอดภัยและอยู่ยงคงกระพัน ได้ว่านอกจากสรรพคุณสมุนไพรที่มีฤทธิ์ช่วยบำรุงกำลัง ยังมีสรรพคุณลดไข้ แก้ไข้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2555) เมื่อมีกำลังมากขึ้นย่อม

ทำให้ความอ่อนเพลียลดลง ร่วมกับความเชื่อว่าตนจะปลอดภัยนั่นคือส่งผลต่อจิตใจ ทำให้ฮึกเหิม และมั่นใจ จึงทำให้ผู้ที่พกสมุนไพรปลาไหลเผือกเชื่อว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ จะเห็นได้ว่านอกจากผลที่เกิดขึ้นกับทางร่างกายจากการรับประทานสมุนไพรเพื่อบำรุงกำลังแล้ว สมุนไพรยังส่งผลต่อจิตใจช่วยให้ผู้ใช้รู้สึกมีกำลังมากขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ชาวบ้านเพศชายในชุมชนมักใช้สมุนไพรทั้งหมดนี้รับประทานเมื่อต้องออกไปทำงานหรือหลังจากทำงานเพื่อไม่ให้ร่างกายอ่อนเพลีย แม้ว่าในปัจจุบันสมุนไพรที่นี่ถูกดัดแปลงแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยาเพื่อให้สามารถรับประทานได้ง่ายและหาซื้อสะดวกมากขึ้น แต่ความเชื่อเรื่องการดูแลสุขภาพด้วยสมุนไพรบำรุงกำลังเพศชายยังคงอยู่ และพบว่าปัจจุบันกลุ่มผู้ชายวัยกลางคนหรือวัยทำงาน ก็ยังใช้และรับประทานอยู่อย่างต่อเนื่อง

จึงสรุปได้ว่าสมุนไพรที่ใช้บำรุงกำลังเพศชายที่มีการใช้กันในชุมชุนตะโหมด เป็นการสืบทอดมาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษ สรรพคุณสมุนไพรที่ใช้คือ สรรพคุณที่เกี่ยวข้องกับระบบเลือดมากที่สุด ส่วนใหญ่รับประทานด้วยวิธีการนำสมุนไพรมาต้มน้ำดื่มรับประทาน โดยมีวัตถุประสงค์หลักที่คนในชุมชนใช้กัน เพื่อบำรุงกำลัง บำรุงร่างกาย ทำให้รู้สึกกระชุ่มกระชวย รู้สึกร่างกายเหนื่อยล้าลดลด และช่วยคลายความปวดเมื่อยจากการทำงานโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ชายที่มีอาชีพเกษตรกร

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนและช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ทั้งอาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพชุมชน และชาวบ้านในพื้นที่ ที่อำนวยความสะดวกในระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูล สุดท้ายคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความกรุณาเสียสละเวลาอันมีค่า ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ยิ่งในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ รวมทั้งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2555). **ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร** (Online). *webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_herbal, 10 ธันวาคม 2562.*

คณะกรรมการประสานงานสาธารณสุขระดับอำเภอตะโหมด. (2561). **การนิเทศงานผสมผสาน รอบที่ 1 ปี 2561** (Online). http://203.157.229.18/inspec/2561/mix1, 10 ธันวาคม 2562.

เนตรดาว ธงชิว, หรรษา เศรษฐบุปผา และ ชวพรพรรณ จันทร์ประสิทธิ์. (2552). **ภูมิปัญญาพื้นบ้านล้านนาในการดูแลสุขภาพของผู้ที่เป็นโรคติดสุรา** (Online) https://www.tcithaijo.org/ index.php/cmunursing/ article/view/7531, 22 ตุลาคม 2561.

พรชุลี อาชวอำรุง. (2561). **ประมวลคำศัพท์สมุนไพรไทย** (พิมพ์ครั้งที่ 2)**.** พิษณุโลก: บริษัท ที.เอส.พรินท์ติ้ง 2002 จำกัด.

สมาคมแพทย์แผนไทย. (2561). **ประวัติความเป็นมาของสมุนไพร** (Online). https://sites.google.com/site/smunphirnibanhea/prawati-khwam-pen-ma-khxng-smunphir, 22 ตุลาคม 2561.

อรทัย เนียมสุวรรณ, พัชรวลัย ใจสมุทร, เกศริน มณีนูน และ สนั่น ศุภธีรสกุล. (2555). **การสำรวจพืชสมุนไพรที่ใช้เพื่อบำรุงกำลัง จากป่าชุมชนบ้านทุ่งสูง อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่** (Online). http://science.buu.ac.th/ojs246/index.php, 1 สิงหาคม 2561.

Mathew S and Kuttanu G. (1999). **Immunomodulatory and antitumour activities of *Tinosporacordifolia* Fitoterapia**; 70:35-43.

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่โดยการรณรงค์ให้ความรู้

Mathematical Model for Controlling the Spread of Influenza by Education Campaign

อนุสรณ์ จิตมนัส[1*] อรอุมา รักษาชล[2] รัตติยา ฤทธิช่วย[3] ณัฏฐิณีย์ คงนวล[4] ปณิตา แก้วละเอียด[5] และรัฐราช ขำช่วย[6]

Anusorn Jitmanus[1*] Onuma Ruksachol[2] Rattiya Rittichuay[3] Nattinee Khongnual[4] Panita Kaeola-aiad[5] and Rattharat Khamchuay[5]

บทคัดย่อ

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญที่ทำให้เข้าใจการแพร่ระบาดและการควบคุมโรค ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของโรค สำหรับโรคไข้หวัดใหญ่ที่เกิดจากเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่นั้น ได้ใช้ตัวแบบ SIR เพื่ออธิบายการแพร่ระบาดของโรค เมื่อ S คือ กลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ I คือ กลุ่มที่ติดเชื้อและสามารถแพร่เชื้อได้ และ R คือ กลุ่มที่หายจากการติดเชื้อ โดยผู้วิจัยได้เพิ่มประสิทธิภาพการรณรงค์ให้ความรู้ (p) เข้าไปในตัวแบบเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพ โดยใช้วิธีการมาตรฐานในการวิเคราะห์ คือ ศึกษาจุดสมดุลและเสถียรภาพของจุดสมดุล หาค่าระดับการติดเชื้อ (R_0) และหาคำตอบวิเคราะห์เชิงตัวเลข ผลการวิเคราะห์พบว่ามีจุดสมดุล 2 จุด คือ จุดสมดุลที่ไม่มีโรคและจุดสมดุลที่มีโรค โดย ณ จุดสมดุลที่ไม่มีโรค เมื่อประสิทธิภาพการรณรงค์ให้ความรู้ $p=0.9$ จะมีค่าระดับการติดเชื้อ $R_0=0.999$ และ ณ จุดสมดุลที่มีโรค เมื่อประสิทธิภาพการรณรงค์ให้ความรู้ $p=0.1$ มีค่าระดับการติดเชื้อ $R_0=8.998$ จะเห็นว่าประสิทธิภาพการรณรงค์ให้ความรู้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ ถ้ามีการรณรงค์ให้ความรู้มากการติดเชื้อจะมีจำนวนน้อย และถ้ามีการรณรงค์ให้ความรู้น้อยการติดเชื้อจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ : ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์,โรคไข้หวัดใหญ่,การรณรงค์ให้ความรู้

[1,2,3,4] อาจารย์สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[5,6] นักศึกษาสาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*]**Corresponding author, E-mail:** on.alongchong@gmail.com

Abstract

Mathematical model have become an important tool for understanding the spread and control of diseases and depends on the nature of the diseases. For Influenza that caused by Influenza virus, we used SIR model to describe epidemic, when S were susceptible class, I were infected class and R were recovered class. We added the education campaign (p) into the model to analyze stability . The standard method was used to analysis this model such as equilibrium point and stability, reproductive number (R_0) and numerical analysis. The results founded that this model have 2 equilibrium points, disease free equilibrium point and epidemic equilibrium point. At the disease free equilibrium point when the effectiveness of education campaign $p=0.9$, we have the basic reproductive number $R_0=0.999$ and at the epidemic equilibrium point when the effectiveness of education campaign $p=0.1$, we have the basic reproductive number $R_0=8.998$. It can be seen that the effectiveness of education campaign was affecting to the mathematical modeling, If education campaign increased then the spread of influenza decreased, and if education campaign decreased then the spread of influenza increased.

Keyword: Mathematical model, influenza, Education Campaign

บทนำ

โรคไข้หวัดใหญ่เกิดจากเชื้อไวรัส สามารถจำแนกออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดเอ บี และซี โดยที่พบมากที่สุด คือ ไข้หวัดใหญ่ ชนิดเอ (H1N1) รองลงมาได้แก่ ชนิด บี และชนิดซีพบการระบาดได้น้อย (กัญชุมา ทองตัน, 2561) โรคไข้หวัดใหญ่เป็นโรคติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจ มีการระบาดเป็นครั้งคราวเกิดได้ทุกเพศทุกวัยทั้งเด็กและผู้ใหญ่ โรคนี้มักมีอาการรุนแรงกว่าไข้หวัดธรรมดา ระยะการฟักตัวของเชื้อไวรัสจะอยู่ที่ประมาณ 1-3 วัน การติดต่อของโรคนี้เกิดขึ้นได้ง่ายระหว่างผู้ใกล้ชิดที่อยู่ในสถานที่แออัด อากาศถ่ายเทไม่สะดวก เช่นโรงมหรสพ ห้างสรรพสินค้า สวนสนุก รถโดยสาร และอาคารบ้านเรือนที่มีอากาศถ่ายเทไม่สะดวก อาการของโรคไข้หวัดใหญ่ ผู้ป่วยจะเริ่มมีไข้สูงเฉียบพลัน (โดยทั่วไปประมาณ 38-39 องศาเซลเซียส) หนาวสั่น ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ อ่อนเพลียมาก ไอแห้ง ๆ คอแห้ง เจ็บคอ อาจมีอาการคัดจมูก น้ำมูกไหล จาม หรือมีเสมหะมาก และตาแดง ตาแฉะตามมา โดยทั่วไปผู้ป่วยที่เป็นเด็กมักมีไข้สูงกว่าผู้ใหญ่อาจพบอาการคลื่นไส้อาเจียนและอุจาระร่วงได้ ผู้ป่วยไข้หวัดใหญ่ส่วนมากมีอาการรุนแรงและป่วยนานกว่าไข้หวัดธรรมดา โดยทั่วไปมักมีอาการดีขึ้นภายใน 5 วันหลังป่วยและหายเป็นปกติภายใน 7-10 วัน อาจจะมีโรคแทรกซ้อนของผู้ป่วยบางรายโดยเฉพาะผู้สูงอายุ เด็กเล็ก ผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น โรคปอด โรคหัวใจ มีอาการรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้การรักษาของโรคนี้ ผู้ป่วยที่มีอาการน้อย ให้การรักษาตามอาการ เช่น ยาลดไข้พาราเซตตามอล ยาละลายเสมหะ (โรงพยาบาลดีบุก, 2559 และ ศูนย์วิจัยสุขภาพ, 2560)

จากสถานการณ์การเกิดโรคไข้หวัดใหญ่และมีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส ทำให้มีผู้คนติดเชื้อไวรัสเพิ่มมากขึ้น จึงนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาได้ด้วยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการแปลงปัญหาที่เกิดขึ้น

จริงให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อง่ายต่อการแก้ปัญหา โดยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ คือ ตัวแบบ SIR โดยแบ่งประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม คือ S เป็นกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ I เป็นกลุ่มที่ติดเชื้อและสามารถแพร่เชื้อได้ R เป็นกลุ่มที่หายจากการติดเชื้อ (สุรพล เนวรัตน์, 2561) และเพิ่มการรณรงค์ให้ความรู้เข้าไปในตัวแบบ เพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับควบคุมการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ โดยการรณรงค์ให้ความรู้

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ SIR ของการระบาดโรคไข้หวัดใหญ่ โดยการรณรงค์ให้ความรู้ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มประชากรแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ (S) กลุ่มประชากรที่ติดเชื้อและแพร่เชื้อได้ (I) และกลุ่มประชากรที่หายจากการติดเชื้อ (R) ตามลำดับ

2. วิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ โดยการรณรงค์ให้ความรู้

การศึกษาจุดสมดุลและศึกษาเสถียรภาพของจุดสมดุลเพื่อหาเงื่อนไขของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของจุดสมดุล โดยวิธีการวิเคราะห์และหาคำตอบเชิงตัวเลขของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีดังนี้

2.1 จุดสมดุล (Equilibrium point) ในการหาจุดสมดุลทำได้โดยจัดสมการเชิงอนุพันธ์ที่ได้จากการแปลงสมการของตัวแบบใหม่ ให้เท่ากับศูนย์ ซึ่ง

$$\frac{dS}{dt}=0\ ,\ \frac{dI}{dt}=0\ ,\ \frac{dR}{dt}=0$$

จะได้ค่าจากการแก้สมการสองค่า คือ ค่าแรกเป็นค่าที่ทำให้จุดสมดุลไม่มีโรค (Disease Free Equilibrium Point : E_0) จุดสมดุลจะไม่มีการแพร่ระบาดของโรค ส่วนค่าที่สองเป็นค่าทำให้จุดสมดุลมีโรค (Endemic Free Equilibrium Point: E_1)

2.2 เสถียรภาพ (Stability) โดยการหาค่าลักษณะเฉพาะซึ่งสามารถหาได้จากสมการลักษณะเฉพาะของจาโคเบียนเมทริกซ์ $\det(J-\lambda I)=0$ โดยใช้วิธีการคำนวณและตรวจสอบเงื่อนไข จะได้สมการลักษณะเฉพาะ เนื่องจากต้องการตรวจสอบเสถียรภาพของระบบโดยดูจากค่าลักษณะเฉพาะของจาโคเบียนเมทริกซ์ต้องมีส่วนจริงเป็นลบ และสอดคล้องกับเงื่อนไขของ Routh-Hurwitz ซึ่งถ้า $R_0<1$ แล้วจุดสมดุลที่ไม่มีโรค (E_0) จะเสถียร แต่ถ้า $R_0>1$ แล้วจุดสมดุลที่มีโรค (E_1) จะเสถียร

3. วิเคราะห์เชิงตัวเลขของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ โดยการรณรงค์ให้ความรู้

การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้จุดสมดุลที่ไม่มีโรค (Disease Free Equilibrium Point: E_0) และจุดสมดุลที่มีโรค (Endemic Free Equilibrium Point: E_1) เสถียร เป็นการหาค่าลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์จาโคเบียน

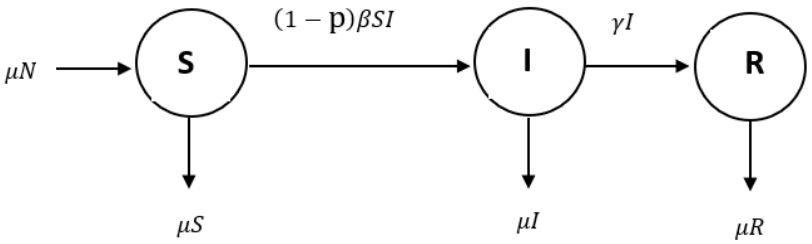
ต้องมีค่าลักษณะเฉพาะทุกค่ามีส่วนจริงเป็นลบซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขของ Routh - Hurwitz ซึ่งนำค่าพารามิเตอร์มาหาคำตอบเชิงตัวเลข ดังตารางที่ 1 (อนุวัตร จิรวัฒนพาณิช และ วันชัย ทัพพะปุรณะ, 2559 และ ณัฐกร จันทร์ชัย และ เจษฎา กลยนีย์, 2559)

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์เชิงตัวเลข

พารามิเตอร์	ความหมาย	ค่าพารามิเตอร์	หน่วย	แหล่งข้อมูล
μ	อัตราการเกิดของประชากร	$\frac{1}{365 \times 75}$	ต่อวัน	สำนักบริหารการทะเบียน (2561)
β	อัตราการติดเชื้อ	0.002	ต่อวัน	สำนักระบาดวิทยาและกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2561)
γ	อัตราการหายจากเชื้อ	0.2	ต่อวัน	สำนักระบาดวิทยาและกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2561)
p	ประสิทธิภาพการรณรงค์ให้ความรู้	$0-1$		สุระชัย ชูผกา (2556)
N	จำนวนประชากร	1000	คน	

ผลการวิจัย

1. ผู้วิจัยสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ โดยการรณรงค์ให้ความรู้ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของโรคไข้หวัดใหญ่ โดยการรณรงค์ให้ความรู้

ซึ่งสามารถเขียนเป็นระบบสมการเชิงอนุพันธ์ ได้ดังนี้

$$\frac{dS}{dt} = \mu N - (1-\mathrm{p})\beta \mathrm{SI} - \mu \mathrm{S} \qquad (1)$$

$$\frac{dI}{dt} = (1-\mathrm{p})\beta \mathrm{SI} - (\gamma+\mu)\mathrm{I} \qquad (2)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I - \mu R \qquad (3)$$

โดยที่ $S+I+R=N$ เมื่อ

$S(t)$ คือ ประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ ณ เวลา t ใด ๆ

$I(t)$ คือ ประชากรที่ติดเชื้อและแพร่เชื้อได้ ณ เวลา t ใด ๆ

$R(t)$ คือ ประชากรที่หายจากการติดเชื้อ เมื่อมีตัวพารามิเตอร์ ณ เวลา t ใด ๆ

N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด

p คือ ประสิทธิภาพการรณรงค์ให้ความรู้

β คือ อัตราการติดเชื้อ

γ คือ อัตราการหายจากเชื้อ

μ คือ อัตราการเกิดของประชากร

2. การวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

2.1 วิเคราะห์หาจุดสมดุล สำหรับจุดสมดุล (S,I,R) สามารถหาได้จากการจัดสมการ (1)–(3) ให้เท่ากับศูนย์ จะได้

$$S=\frac{\mu N}{(1-p)\beta I+\mu},\quad I=\frac{(1-\mathrm{p})\beta\mu N-\mu(\gamma+\mu)}{(1-p)\beta(\gamma+\mu)},\quad R=\frac{\gamma I}{\mu}$$

2.1.1 จุดสมดุลที่ไม่มีโรค (E_0) จะเป็นกรณีที่ไม่มีโรค นั่นคือ $I=0$ จะได้ $E_0(N,0,0)$

2.1.2 จุดสมดุลที่มีโรค (E_1) จะเป็นกรณีที่มีโรค นั่นคือ $I\neq 0$ จะได้ $E_1(S^*,\mathrm{I}^*,R^*)$

เมื่อ $S^*=\frac{\mu N}{(1-p)\beta I^*+\mu}$, $I^*=\frac{(1-\mathrm{p})\beta\mu N-\mu(\gamma+\mu)}{(1-p)\beta(\gamma+\mu)}$, $R^*=\frac{\gamma I^*}{\mu}$

2.2 ค่าระดับการติดเชื้อ (R_0) ใช้วิธี next generation สามารถคำนวณโดยสูตร $\rho(FV^{-1}(E_0))$

จาก $\frac{dX}{dt} = F(X) - F(V)$ จะได้

$$X = \begin{bmatrix} S \\ I \\ R \end{bmatrix},\ F(X) = \begin{bmatrix} 0 \\ (1-p)\beta SI \\ 0 \end{bmatrix},\ V(X) = \begin{bmatrix} -\mu N + (1-p)\beta SI + \mu S \\ \gamma I + \mu I \\ -\gamma I + \mu R \end{bmatrix}$$

และ $$FV^{-1}(E_0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{(1-p)\beta N}{\mu+\gamma} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

หาค่าลักษณะเฉพาะจาก $\det(FV^{-1}(E_0) - \lambda I) = 0$

จะได้ $$-\frac{\lambda^2(\beta Np - \beta N + \gamma\lambda + \mu\lambda)}{\mu+\gamma} = 0$$

ค่าลักษณะเฉพาะ คือ $\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 0$, $\lambda_3 = \frac{(1-p)\beta N}{\mu+\gamma}$

ดังนั้น $R_0 = \rho(FV^{-1}(E_0)) = \max\{|\lambda_1|, |\lambda_2|, |\lambda_3|\} = \frac{(1-p)\beta N}{\mu+\gamma}$ เป็นค่าระดับการติดเชื้อ

2.3 วิเคราะห์เสถียรภาพของจุดสมดุล

2.3.1 ความเสถียรภาพของระบบที่จุดสมดุลไม่มีโรค $E_0(N,0,0)$ สามารถพิจารณาจากค่าลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์จาโคเบียนจากระบบสมการ (1) – (3) จะได้

$$J_0(E_0)\begin{bmatrix} -\mu & -(1-p)\beta N & 0 \\ 0 & (1-p)\beta N - (\gamma+\mu) & 0 \\ 0 & \gamma & -\mu \end{bmatrix}$$

หาค่าลักษณะเฉพาะจาก $\det(J_0(E_0)-\lambda I)=0$

จะได้ $(\lambda+\mu)^2(\beta Np-\beta N+\gamma+\mu+\lambda)=0$

ดังนั้น $\lambda_1=-\mu$, $\lambda_2=-\mu$, $\lambda_3=-\beta Np+\beta N-\gamma-\mu$

2.3.2 ความเสถียรภาพของระบบที่จุดสมดุลมีโรค $E_1(S^*, I^*, R^*)$ โดยพิจารณาค่าลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์จาโคเบียนจากระบบสมการ (1) – (3) จะได้

$$J_1(E_1)=\begin{bmatrix} -(1-p)\beta I^*-\mu & -(1-p)\beta S^* & 0 \\ (1-p)\beta I^* & (1-p)\beta S^*-(\gamma+\mu) & 0 \\ 0 & \gamma & -\mu \end{bmatrix}$$

หาค่าลักษณะเฉพาะจาก $\det(J_1(E_1)-\lambda I)=0$ จะได้

จะได้ $(\lambda+\mu)(\lambda^2-C_1\lambda-C_2)=0$ เมื่อ

$C_1=B_1+B_4$
$C_2=B_2B_3-B_1B_4$
$B_1=-(1-p)\beta I^*-\mu$
$B_2=-(1-p)\beta S^*$
$B_3=(1-p)\beta I^*$
$B_4=(1-p)\beta S^*-(\gamma+\mu)$

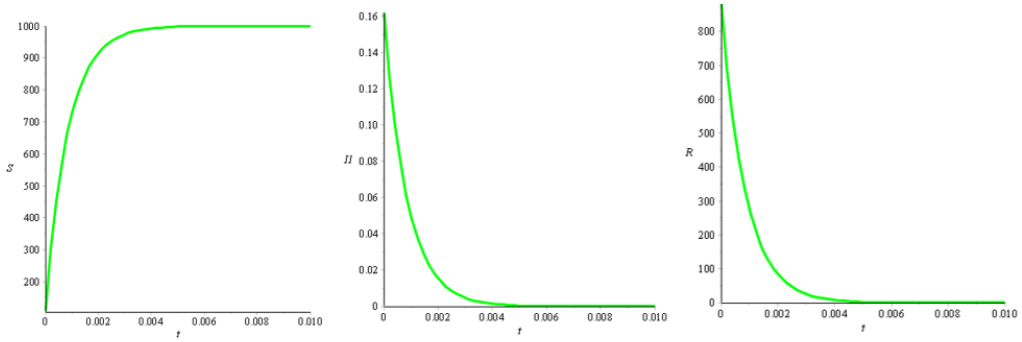
ซึ่งค่าลักษณะเฉพาะจะมีส่วนจริงเป็นค่าลบเมื่อสัมประสิทธิ์ $C_1, C_2, B_1, B_2, B_3, B_4$ สอดคล้อง Routh-Hurwitz เมื่อ $C_1, C_2<0$

3. **การวิเคราะห์เชิงตัวเลข**

3.1 จุดสมดุลที่ไม่มีโรค แทนค่าพารามิเตอร์จากตารางที่ 1 สามารถหาค่าลักษณะเฉพาะได้ จากสมการ $(\lambda+\mu)^2(\beta Np-\beta N+\gamma+\mu+\lambda)=0$ จะได้

$\lambda_1=-0.00003652968037$, $\lambda_2=-0.00003652968037$, $\lambda_3=-0.3333365297000$ และ $R_0=0.999817<1$

เนื่องจากค่าลักษณะเฉพาะมีเป็นลบและค่าระดับการติดเชื้อมีค่าน้อยกว่า 1 ดังนั้นจุดสมดุลที่ไม่มีโรค (E_0) มีความเสถียรภาพเฉพาะที่เชิงเส้นกำกับ ดังภาพที่ 2



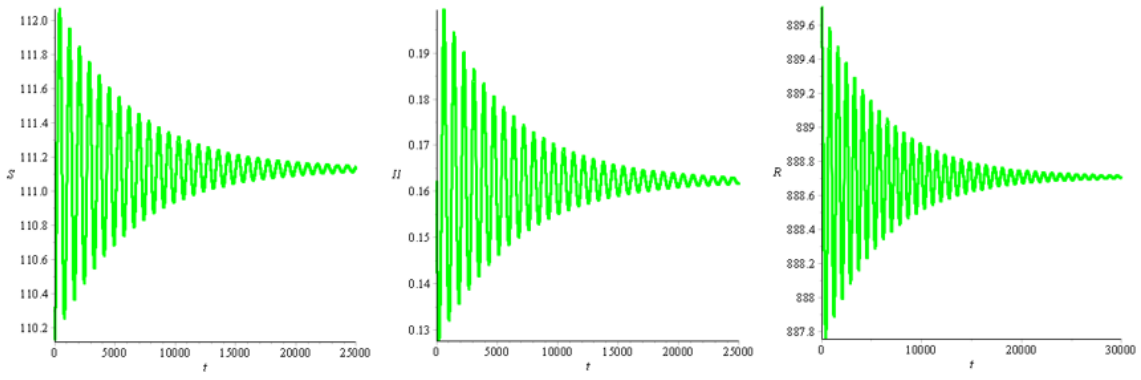
ภาพที่ 2 คำตอบเชิงตัวเลขแสดงความสัมพันธ์ของ (a) กลุ่มประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ (b) ประชากรที่ติดเชื้อและสามารถ แพร่เชื้อได้ (c) กลุ่มประชากรที่หายจากการติดเชื้อ เทียบกับเวลา (t) ในสภาวะที่ไม่มีโรค

ดังกราฟ จะเห็นได้ว่าคำตอบเชิงตัวเลขของระบบจะลู่เข้าสู่จุดสมดุลที่ไม่มีโรค $E_0(N,0,0)$

3.2 จุดสมดุลที่มีโรค แทนค่าพารามิเตอร์จากตารางที่ 1 และเปลี่ยนค่าการรณรงค์ให้ความรู้เป็น $p=0.1$ สามารถหาค่าลักษณะเฉพาะได้ จากสมการ $(\lambda+\mu)(\lambda^2-C_1\lambda-C_2)=0$
ซึ่งจะได้ $\lambda_1=-0.000037$, $\lambda_2=-0.0001643535330+0.0076432415961$

, $\lambda_3=-0.0001643535330-0.0076432415961$ และ $R_0=8.998356>1$

เนื่องจากค่าลักษณะเฉพาะมีเป็นลบและค่าระดับการติดเชื้อมีค่ามากกว่า 1 ดังนั้นจุดสมดุลที่มีโรค (E_1) มีความเสถียรภาพเฉพาะที่เชิงเส้นกำกับ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 คำตอบเชิงตัวเลขแสดงความสัมพันธ์ของ (a) กลุ่มประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ (b) ประชากรที่ติดเชื้อและสามารถ แพร่เชื้อได้ (c) กลุ่มประชากรที่หายจากการติดเชื้อ เทียบกับเวลา (t) ในสภาวะที่มีโรค

ดังกราฟ จะเห็นได้ว่าคำตอบเชิงตัวเลขของระบบจะลู่เข้าสู่จุดสมดุลที่มีโรค

$E_1(111.121405,\ 0.162321,\ 888.706274)$

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การควบคุมการแพร่ระบาดของไข้หวัดใหญ่ โดยการรณรงค์ให้ความรู้ โดยใช้ตัวแบบ SIR พบว่าตัวแบบมีจุดสมดุล 2 คือ จุดสมดุลที่ไม่มีโรค (E_0) และจุดสมดุลที่มีโรค (E_1) และมีความเสถียรภาพทั้ง 2 จุด เนื่องจากค่าลักษณะเฉพาะทุกค่ามีส่วนจริงเป็นลบสอดคล้องกับเงื่อนไขของ Routh – Hurwitz และมีค่าระดับการติดเชื้อ $R_0 = \frac{(1-p)\beta N}{\mu+\gamma}$ โดยพบว่าเมื่อค่า $R_0 < 1$ จุดสมดุลที่ไม่มีโรค (E_0) จะเสถียร และเมื่อค่า $R_0 > 1$ จุดสมดุลที่มีโรค (E_1) จะเสถียร

จากกการศึกษายังพบอีกว่าค่าประสิทธิภาพของการรณรงค์ให้ความรู้ (p) ที่เพิ่มขึ้นจะให้ค่าระดับการติดเชื้อ (R_0) ลดลง เช่น ถ้าค่าประสิทธิภาพของการรณรงค์ให้ความรู้ (p) มีค่าเป็น 0.1 และ 0.9 ค่าระดับการติดเชื้อ (R_0) จะมีค่าเป็น 8.998356 และ 0.999817 ตามลำดับ นั่นแสดงให้เห็นว่าหากมีการรณรงค์ให้ความรู้ในเรื่องของการป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่เพิ่มมากขึ้น การแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ก็จะลดลง ดังนั้นจึงควรเห็นความสำคัญในการรณรงค์ให้ความรู้เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผน ป้องกัน และลดจำนวนผู้ติดเชื้อโรคไข้หวัดใหญ่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และผู้บริหารประจำคณะฯ ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยและการนำเสนอบทความในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กัญชุมา ทองตัน. (2562). **โรคไข้หวัดใหญ่** (Online). https://www.sikarin.com/content/detail/199/โรคไข้หวัดใหญ่ , 10 สิงหาคม 2562.

ณัฐกร จันทร์ชัย และ เจษฎา กลยนีย์. (2559). "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของโรคไข้หวัดใหญ่ โดยพิจารณาผลกระทบจากปริมาณน้ำฝน". **SNRU Journal of Science and Technology.** ปีที่ 8(1) :233-239.

โรงพยาบาลดีบุก. (2559). "โรคไข้หวัดใหญ่ (INFLUENZA)." **ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพ เรื่อง โรคไข้หวัดใหญ่ (INFLUENZA)** (Online). http://dibukhospital.com/influenza, 10 สิงหาคม 2562.

ศูนย์วิจัยสุขภาพ. (2560). **โรคไข้หวัดใหญ่** (Online). https://www.bangkokhealth.com/health, 11 กันยายน 2562.

สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. (2561). **ระบบสถิติทางการทะเบียน** (Online). https://stat.bora.dopa.go.th, 10 สิงหาคม 2562.

สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณะสุข. (2561). **โรคไข้หวัดใหญ่** (Online). https://www.thainihnic.org/influenza/main.php?option=flulab, 11 กันยายน 2562.

สุรพล เนาวรัตน์. (2561). **ตัวแบบคณิตศาสตร์กับการระบาดของโรค**. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

สุระชัย ชูผกา. (2556). **การรณรงค์ให้ความรู้** (Online). https://mac.ru.ac.th/staftf, 11 กันยายน 2562

อนุวัตร จิรวัฒนพาณิช และ วันชัย ทัพพะปุรณะ. (2559). **ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การควบคุมการแพร่ระบาดของไข้หวัดใหญ่โดยการสวมหน้ากากอนามัย** (Online). https://bundit.skru.ac.th/21-4-60/graduate2016/proceeding/skru6/3sci/oral/(9).pdf, 11 กันยายน 2562.

ประสิทธิภาพของวัสดุตัวกลางระบบกรอง ในการบำบัดน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู เทศบาลตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง

The efficiency of filter media intermediates for water treatment from River carp pond, Tannamtip Subdistrict Municipality, Betong District.

จุฑามาศ แก้วมณี [1*], ปิยะรักษ์ ประดับเพชรรัตน์[2], จริยาภรณ์ มาสวัสดิ์[3], มนทกานต์ พิมเสน[4]

Jutamas Kaewmanee[1*], Piyaruk Pradabphetrat[2], Jariyaporn Masawat[3], Montakarn Pimsen[4]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุตัวกลางระบบกรอง ในการบำบัดน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู เทศบาลตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ หาประสิทธิภาพของวัสดุตัวกลางในการบำบัดน้ำจากระบบกรองบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู เทศบาลตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุตัวกลางในการบำบัดน้ำจากระบบกรองบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู เทศบาลตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง โดยนำน้ำที่ผ่านการบำบัดมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังต่อไปนี้คือ ดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สี (Color) เหล็ก (Fe) ไนเตรท (NO_3) และฟอสฟอรัสรวม (TP) ตามลำดับ โดยมีชุดการทดลองทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่าชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกกะลามะพร้าว) มีค่า pH น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 5.84 และชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) มีค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.73 สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เริ่มต้น คือ 6.08 ค่าสี (Color) พบว่า เมื่อค่าสีเริ่มต้นเท่ากับ 40 Pt-CO ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) และชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่) เป็นชุดที่สามารถกำจัดค่าสีได้ดีที่สุด เมื่อผ่านการกรองค่าประสิทธิภาพของค่าสีเท่ากับ 90% ค่าเหล็ก (Fe) พบว่าชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว) เป็นชุดการทดลองที่กำจัดค่าเหล็กได้ดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพค่าเหล็กเท่ากับ 98.11% ค่าไนเตท (NO_3) พบว่า ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกกะลามะพร้าว) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว) และชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่) ไม่พบค่าไนเตรท (NO_3) ประสิทธิภาพของค่าไนเตทเท่ากับ 100% ตามลำดับ และค่าฟอสฟอรัสรวม (TP) พบว่าชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกกะลามะพร้าว) ประสิทธิภาพของค่าฟอสฟอรัสรวมมีค่าเท่ากับ 93.33%

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบชุดการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) เป็นชุดการทดลองที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้จริง

คำสำคัญ: ถ่าน, การกรอง, ประสิทธิภาพ

---

[1]ตำแหน่ง อาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]ตำแหน่ง อาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]ตำแหน่ง อาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[4]ตำแหน่ง อาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

[*]**Corresponding author, E-mail:** jutamas.k@yru.ac.th

Abstract

This research aims to study the efficiency of filter media intermediates for water treatment from River carp pond, tannamtip subdistrict municipality, betong district, yala province. The main purpose was to determine. The efficiency of filter media intermediates for water treatment from River carp pond, tannamtip subdistrict municipality, betong district. The treated water was analyzed for the following parameters; pH, color, Fe, NO_3 and total phosphorus (TP), respectively. The experiment consists of 6 sets. The results shown that after water was treated by filtration system, the pH values of the 4th set of experiment with coconut shell charcoal as a filtration medium was lowest at 5.84 compared to the highest pH value of 6.73 in the 2nd set with mangosteen shell charcoal as filtration medium while the initial pH value was 6.08. The initial color was 40 Pt-CO, and the results from 2nd set (mangosteen shell charcoal) and 6th set (bamboo charcoal) were the experiments with the highest color removal efficiency at 90%, respectively. For the Fe removal efficiency, the results shown that the 5th set with coconut charcoal as a filtration medium has the highest Fe removal efficiency of 98.11%. NO_3 Lastly, the TP removal efficiency was highest in 4th set (coconut coir charcoal) with 93.33%.

In comparison, we concluded that coconut coir charcoal is the most suitable filtration medium since it yielded most effectively for water treatment process using filtration system.

Keywords: Charcoal, Filtration, Efficiency

บทนำ

พื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ มีความอุดมสมบูรณ์ในด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีทั้งป่าไม้ สัตว์ป่า และแหล่งต้นน้ำ ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรแก่การอนุรักษ์และดำรงไว้ให้คงอยู่ และคนในพื้นที่มีอาชีพหลักคืออาชีพการเกษตรตั้งแต่บรรพบุรุษ ซึ่งเป็นอู่ข้าวอู่น้ำให้กับคนในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ รวมถึงการเลี้ยงปลาหลากหลายสายพันธุ์ เพื่อสร้างรายได้ให้กับครอบครัวทั้งแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำเค็มที่มีการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งปลาพลวงสีชมพูซึ่งเป็นปลาน้ำจืด ในปี พ.ศ. 2524 ปลาพลวงชมพูอยู่ในสภาวะใกล้สูญพันธุ์ เนื่องจากมีการสร้างเขื่อนบางลาง ทำให้สูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยในธรรมชาติ ต่อมามีการรวบรวมพันธุ์ปลาจากคลองฮาลา-บาลาเพื่อเพาะขยายพันธุ์ แต่ก็ยังเพาะได้น้อยมาก จนกระทั่งปี พ.ศ. 2542 สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เสด็จเขื่อนบางลางและได้ทรงปล่อยพันธุ์ปลาลงเขื่อน ต่อมาทรงมีพระราชดำริให้มีหาปลาพลวงชมพูมาเลี้ยงไว้ในฟาร์มพระราชดำริ จนกระทั่งสามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ปริมาณมาก

ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่การเลี้ยงเพิ่มขึ้น เช่นพื้นที่อำเภอเบตง เนื่องจากต้องเลี้ยงในน้ำสะอาดและเป็นน้ำไหลตลอดเวลา จึงเหมาะกับพื้นที่ต้นน้ำอย่างอำเภอเบตง และเป็นปลาที่มีราคาขายสูงตกกิโลกรัมละ 2-3 พันบาท ซึ่งทำให้คนในพื้นมีความสนใจในการเพาะเลี้ยงเพื่อการค้ามากยิ่งขึ้น แต่ต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานประมาณ 2-3 ปี ดังนั้นหาก

เลี้ยงในบ่อจะทำให้เกิดการทับถมของสารอินทรีย์ที่เกิดจากมูลของปลาพลวงชมพูและการทับถมของสารอินทรีย์ และทำให้เกิดการตกค้างอยู่ในบ่อเป็นตะกอนนอนที่ก้นบ่อ และอาจเป็นอันตรายต่อปลาที่เลี้ยงไว้ในบ่อ หรือแม้กระทั่งการเกิดการบดบังของแสงที่เกิดจากการให้อาหารปลา หากปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอาจมีผลต่อการเกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย และเป็นแหล่งสะสมของสารบางชนิด อีกทั้งอำเภอเบตงเป็น แหล่งต้นน้ำของแม่น้ำปัตตานี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้มีแนวคิดในการออกแบบการกรองน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู เพื่อช่วยลดค่าความสกปรกของน้ำ และไม่ส่งผลกระทบต่อแหล่งต้นน้ำ โดยการใช้วัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่นมาใช้ในการทำระบบกรอง และมีต้นทุนต่ำ ชาวบ้านสามารถทำใช้ได้เองที่ไม่ยุ่งยากและไม่ซ้ำซ้อน โดยระบบกรองจะพาเอาของเสียและตะกอนต่างๆ ผ่านวัสดุกรอง และทำให้น้ำที่ผ่านระบบกรองมีคุณภาพดีขึ้น และปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพูด้วยวัสดุตัวกลางชนิดต่าง ๆ กรณีศึกษาเทศบาลตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง จังหวัดยะลา และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวัสดุตัวกลางในการบำบัดน้ำระบบกรอง จากบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู เทศบาลตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง และเตรียมชุดการทดลองทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่างและวัสดุอุปกรณ์

การเตรียมวัสดุกรอง นำวัสดุกรอง ภาพที่ 1 - ภาพที่ 5 ตากแดดจนแห้งแล้วเข้าเตาเผา ในถังเผาถ่านขนาด 200 ลิตร เป็นระบบปิด โดยการนำวัสดุกรองไปเผาที่อุณหภูมิ อยู่ที่ประมาณ 400 - 800 องศาสเซลซียส ใช้เวลา 8 – 14 ชั่วโมง ความชื้นจะค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไป และจะทำให้ปริมาณคาร์บอนของถ่านเกิดเพิ่มมากขึ้น (นริศ ชุดสว่าง, 2556) และภาพที่ 7 และ ภาพที่ 8 นำมาล้างทำความสะอาด และตากแดดให้แห้ง



ภาพที่ 1 (ก) ถ่านเปลือกมังคุด



ภาพที่ 2 (ข) ถ่านเปลือกทุเรียน



ภาพที่ 3 (ค) ถ่านเปลือกกะลา



ภาพที่ 4 (ง) ถ่านกะลามะพร้าว



ภาพที่ 5 (จ) ถ่านไม้ไผ่



ภาพที่ 6 (ฉ) แอนทราไซด์



ภาพที่ 7 (ช) ทรายเบอร์1



ภาพที่ 8 (ซ) ทรายเบอร์3

2. ชุดการทดลองทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง เป็นชุดการทดลองแบบ Batch

- ชุดการทดลองที่ 1 ทรายเบอร์ 3 + ทรายเบอร์ 1 + แอนทราไซด์ + ถ่านเปลือกมังคุด
- ชุดการทดลองที่ 2 ทรายเบอร์ 3 + ทรายเบอร์ 1 + แอนทราไซด์ + ถ่านเปลือกทุเรียน
- ชุดการทดลองที่ 3 ทรายเบอร์ 3 + ทรายเบอร์ 1 + แอนทราไซด์ + ถ่านเปลือกกะลามะพร้าว
- ชุดการทดลองที่ 4 ทรายเบอร์ 3 + ทรายเบอร์ 1 + แอนทราไซด์ + ถ่านกะลามะพร้าว
- ชุดการทดลองที่ 5 ทรายเบอร์ 3 + ทรายเบอร์ 1 + แอนทราไซด์ + ถ่านไม้ไผ่ ชนิดละ



ภาพที่ 9 ตัวอย่างชุดการทดลอง

3. น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง น้ำจากบ่อเลี้ยงปลาพลวง เทศบาลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง จังหวัดยะลาโดยการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบกรองและหลังระบบกรองตามพารามิเตอร์ต่อไปนี้

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter
- สี (Color)	Photometric method
- เหล็ก (Fe)	ICP-OES
- ไนเตรท (NO_3)	Photometric method
- ฟอสฟอรัสรวม (TP)	ICP-OES

ที่มา: APHA, AWWA and WEF, 1998

4. การคำนวณประสิทธิภาพในการบำบัด

$$\text{ประสิทธิภาพในการบำบัด (ร้อยละ)} = \frac{(\text{ปริมาณที่เข้าระบบ} - \text{ปริมาณออกจากระบบ}) \times 100}{\text{ปริมาณที่เข้าระบบ}}$$

$$= \frac{(E_1 - E_2) \times 100}{E_1}$$

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

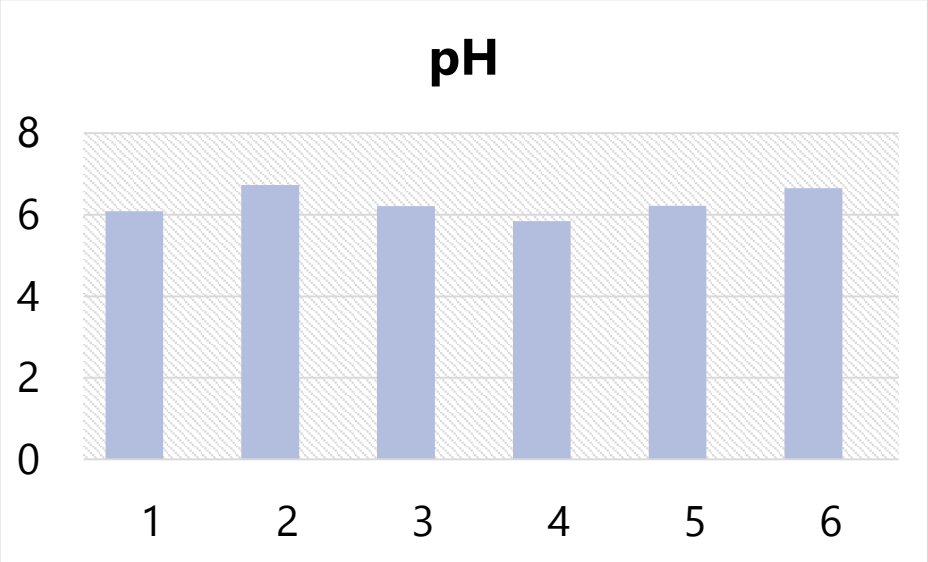
ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำก่อนการเข้าชุดกรอง

พารามิเตอร์	ผลการทดลอง
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.08
- สี (Color)	40 (Pt-Co)
- เหล็ก (Fe)	0.370 (mg/L)
- ไนเตรท (NO_3)	2.30 (mg/L)
- ฟอสฟอรัสรวม (TP)	0.060 (mg/L)

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.73 ชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.21 ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกละลามะพร้าว) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.84 ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.22 ชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่) มีค่าความ

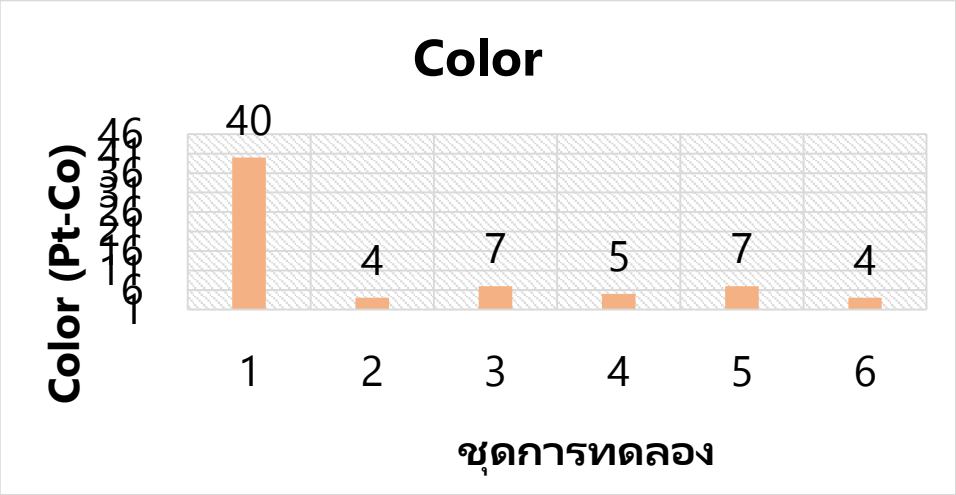
เป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.65 โดยมีชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) ซึ่งมีค่า pH น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (จิตติมา หลิมรักษาสิน, 2557) พบว่า ค่า pH ของขุยมะพร้าวมีค่าระหว่าง 3.92 - 5.15 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 10 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ชุดการทดลองที่ 1 (ก่อนเข้าชุดกรอง) ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) ชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว)ชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่)

2. ค่าสี (Color)

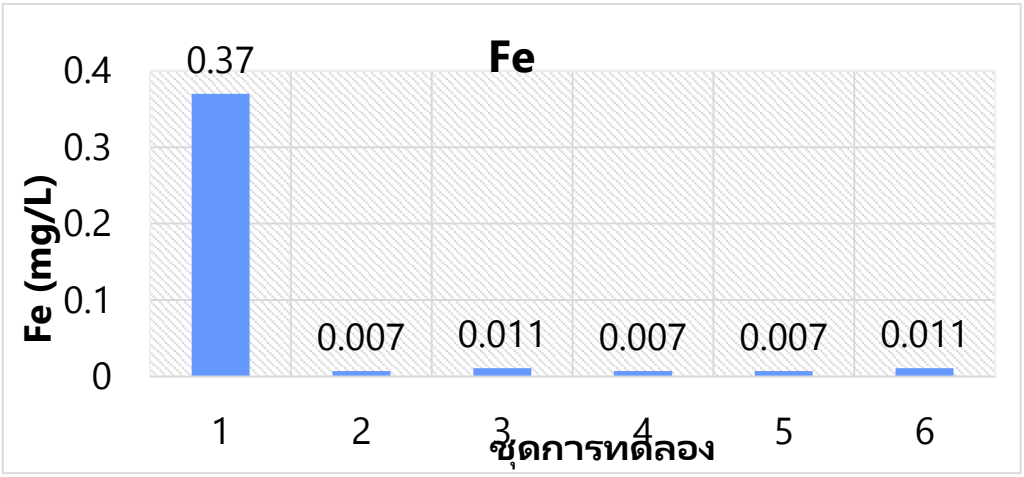
จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) มีค่าสี (Color) เท่ากับ 4 (Pt-Co) ชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) มีค่าสี (Color) เท่ากับ 7 (Pt-Co) ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) มีค่าสี (Color) เท่ากับ 5 (Pt-Co) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว) มีค่าสี (Color) เท่ากับ 7 (Pt-Co) ชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่) มีค่าสี (Color) เท่ากับ 4 (Pt-Co) โดยชุดการทดลองที่ 2 และ 6 เป็นชุดที่สามารถกำจัดค่าสีได้ดีที่สุด โดยมีค่าสี เท่ากับ 4 (Pt-Co) จากทฤษฎีที่เกี่ยวของ (Almeida, C.A.P. *et al*., (2009) พบว่า พื้นที่ผิวภายนอกของถ่านก่อนเกิดการดูดซับแต่ละชนิด จะไม่มีสีติดบริเวณผิวของถ่าน จึงสามารถดูดซับสีไว้บนพื้นผิวภายนอกได้ง่ายและรวดเร็วเมื่อระยะเวลาผ่านไปช่วงหนึ่ง พื้นที่ผิวภายนอกของถ่านกัมมันต์ถูกปกคลุมไปด้วยสี โมเลกุลของสีจึงแพร่เข้าไปยังพื้นผิวภายในรูพรุนของตัวดูดซับซึ่งเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้อัตราการดูดซับลดลงตามลำดับ จึงทำให้ค่าสีของถ่านแต่ละชนิดเกิดประสิทธิภาพในการดูดซับที่ต่างกัน เนื่องจากมีพื้นที่ผิวและรูพรุนที่ต่างกัน



ภาพที่ 11 ค่าสี (Color) ชุดการทดลองที่ 1 (ก่อนเข้าชุดกรอง) ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) ชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว)ชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่)

3. ค่าเหล็ก (Fe)

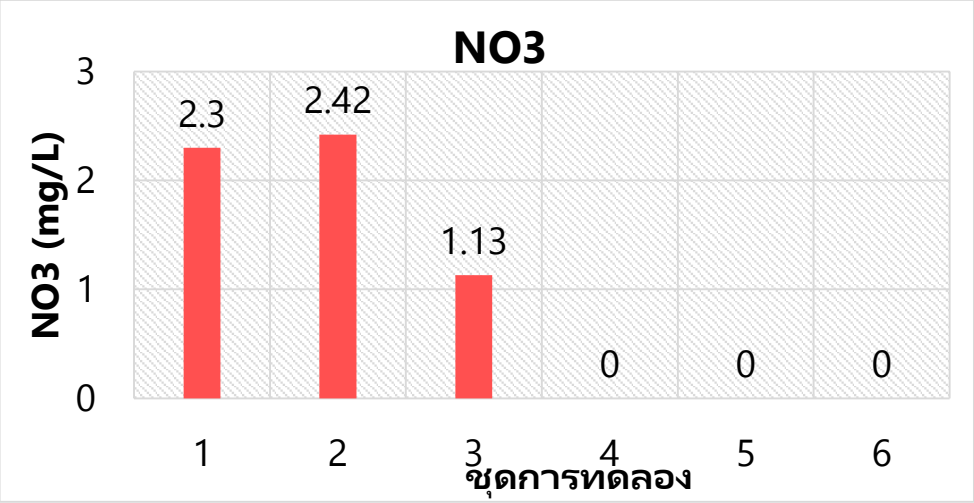
จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) มีค่าเท่ากับ 0.007 (mg/L) ชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) มีค่าเท่ากับ 0.011(mg/L) ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) มีค่าเท่ากับ 0.007 (mg/L) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว) มีค่าเท่ากับ 0.007 (mg/L) ชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่) มีค่าเท่ากับ 0.011 (mg/L) โดยชุดการทดลองที่กำจัดค่าเหล็กได้ดีที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ 2 4 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.007 (mg/L) พบว่าประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านเกิดการดูดซับได้ดี เนื่องจากมีพื้นที่ผิวและรูพรุนมาก จึงทำให้ค่าเหล็กลดลง ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ค่าเหล็ก (Fe) ชุดการทดลองที่ 1 (ก่อนเข้าชุดกรอง) ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) ชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว)ชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่)

4. ไนเตท (NO_3)

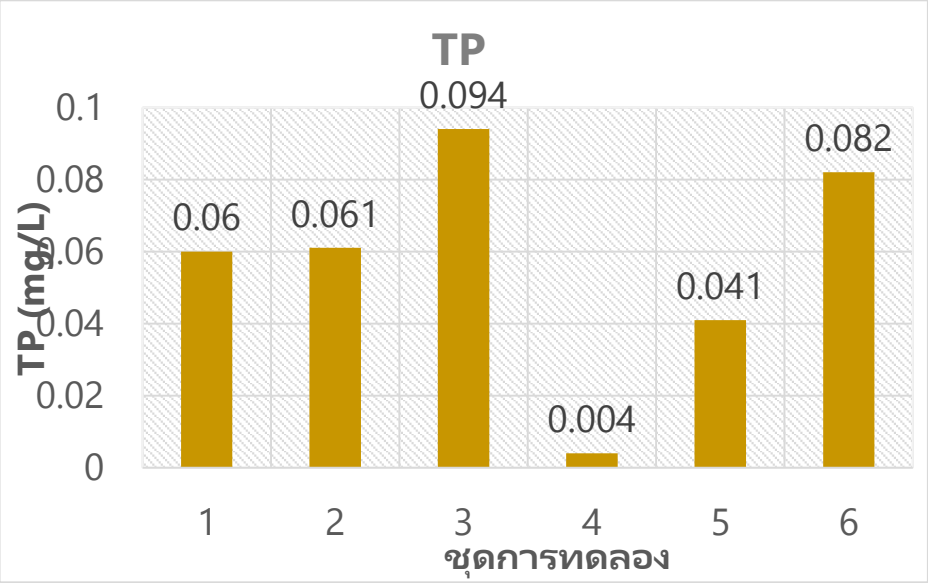
จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) มีค่าเท่ากับ 2.42 (mg/L) ชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) มีค่าเท่ากับ 1.13 (mg/L) ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว) และชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่) ไม่พบค่าไนเตท (NO_3) ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ไนเตท (NO_3) ชุดการทดลองที่ 1 (ก่อนเข้าชุดกรอง) ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) ชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว) ชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่)

5. ฟอสฟอรัสรวม (TP)

จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) มีค่าเท่ากับ 0.004 (mg/L) มีค่าฟอสฟอรัสรวม (TP) น้อยที่สุด และชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) มีค่าเท่ากับ 0.094 (mg/L) มีค่ามากที่สุดดังภาพที่ 14 ซึ่งสอดคล้องกับ (เพ็ญพิชญา เตียว, 2562) โดยทั่วไปองค์ประกอบของเปลือกทุเรียนจะมีฟอสฟอรัสรวม (TP) และโปแตสเซียมสูง จึงทำให้ค่าฟอสฟอรัสรวม (TP) เพิ่มสูงขึ้นหลังผ่านการบำบัดด้วยชุดกรองที่ 3



ภาพที่ 14 ฟอสฟอรัสรวม (TP) ชุดการทดลองที่ 1 (ก่อนเข้าชุดกรอง) ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) ชุดการทดลองที่ 3 (ถ่านเปลือกทุเรียน) ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว)ชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุตัวกลางระบบกรอง ในการบำบัดน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพูเทศบาลตำบลธารน้ำทิพย์ อำเภอเบตง มีชุดการทดลองทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สี (Color) เหล็ก (Fe) ไนเตรท (NO_3) และฟอสฟอรัสรวม (TP) แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพแต่ละชุดการทดลอง

ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) การปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) มีค่า pH น้อยที่สุด และชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.73 สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เริ่มต้น คือ 6.08 และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.84

ค่าสี (Color) จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่า เมื่อค่าสีเริ่มต้นเท่ากับ 40 Pt-CO ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) และชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่) เป็นชุดที่สามารถกำจัดค่าสีได้ดีที่สุด เมื่อผ่านการกรองค่าประสิทธิภาพของค่าสีเท่ากับ 90%

ค่าเหล็ก (Fe) จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่าเมื่อค่าเหล็กเริ่มต้นเท่ากับ 0.370 (mg/L) ชุดการทดลองที่ 2 (ถ่านเปลือกมังคุด) ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว)

และชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว) เป็นชุดการทดลองที่กำจัดค่าเหล็กได้ดีที่สุด มีค่าลดลงเท่ากับ 0.007 (mg/L) โดยมีประสิทธิภาพค่าเหล็กเท่ากับ 98.11%

ค่าไนเตรท (NO_3) จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) ชุดการทดลองที่ 5 (ถ่านกะลามะพร้าว) และชุดการทดลองที่ 6 (ถ่านไม้ไผ่) ไม่พบค่าไนเตท (NO_3) ประสิทธิภาพของค่าไนเตทเท่ากับ 100%

ค่าฟอสฟอรัสรวม (TP) จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งบ่อเลี้ยงปลาพลวงชมพู โดยวิธีการกรอง พบว่าชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) ประสิทธิภาพของค่าฟอสฟอรัสรวมมีค่าเท่ากับ 93.33% ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบชุดการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 4 (ถ่านเปลือกะลามะพร้าว) เป็นชุดการทดลองที่ดีที่สุด หากนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินบำรุงการศึกษาประจำปีการศึกษา 2562 คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และเพื่อเป็นประโยชน์กับการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขอขอบคุณอาจารย์ที่เกี่ยวข้องที่ให้กำลังใจและข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงใช้ประกอบกับการทำวิจัยในครั้งต่อไป จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จิตติมา หลิมรักษาสิน. (2557). การพัฒนาเปลือกมะพร้าวอ่อนเพื่อเป็นวัสดุเพาะกล้า. วิทยาศาสตรบัณฑิต. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นริศ ชุดสว่าง. (2556). การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

เพ็ญพิชญา เตียว. (2562). วิจัยถ่านเปลือกทุเรียนเพิ่มธาตุอาหาร ดูดโลหะหนักในดิน. [ออนไลน์]. www.thairath.co.th/content/202657/ สืบค้นเมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2562.

APHA, AWWA and WEF. (1998). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.20th ed. American Public Health Association, Washington D.c., U.S.A.

Almeida, C.A.P., Debacher, N.A., Downs, A.J., Cottet, L. and Mello, C.A.D. (2009).Removal of methylene blue from colored effluents by adsorption on montmorillonite clay, Journal of Colloid interface Science. 332: 46-53.

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการกระตุ้นทางเคมีเพื่อสังเคราะห์ถ่านคาร์บอนจากแกลบและประยุกต์ใช้งานเป็นขั้วไฟฟ้าของตัวเก็บประจุยิ่งยวด

OPTIMIZATION OF CHEMICAL ACTIVATTION FOR CHARCOAL CARBON DERIVED FROM RICE HUSK AND ITS ELECTRODES SUPERCAPACITOR APPLICATION

คอรีเยาะ ปาแนจะกะ[1*], ซุไรดา ลีปะ[1], ปาวีณา ดุลยเสรี[1]

Khoreeyoh Panaejaka[1*], Suraida Leepa[1], Paweena Dulyaseree[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาเงื่อนไขการกระตุ้นทางเคมีเพื่อสังเคราะห์ถ่านคาร์บอนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยมีวัสดุตั้งต้นคือแกลบ ซึ่งเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ทั่วไปในทุกพื้นที่การเกษตร การผลิตถ่านคาร์บอนประกอบด้วยสองขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนการกระตุ้นทางเคมีเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสม มีเงื่อนไขการกระตุ้นทางเคมีโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้นดังนี้ 0.1, 1 และ 10 โมลาร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและขั้นตอนการสังเคราะห์ถ่านคาร์บอนจากแกลบที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำถ่านคาร์บอนไปวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันบริเวณพื้นผิวด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FTIR) พบว่ามีหมู่ฟังก์ชันของแอลคีน อัลคอกซี อะโรมาติก และหมู่แอลเคน หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีไฟฟ้าเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้เป็นวัสดุของตัวเก็บประจุยิ่งยวด โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 1 โมลาร์ เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ พบว่าเงื่อนไขการกระตุ้นทางเคมีของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ สามารถเก็บประจุได้มากที่สุดซึ่งมีค่าความจุจำเพาะเท่ากับ 33.45 ฟารัดต่อกรัม ซึ่งเกิดจากการมีหมู่ของอัลคอกซีมากที่สุด ทำให้ถ่านคาร์บอนมีความชอบน้ำส่งผลให้อิออนของอิเล็กโทรไลต์เคลื่อนที่ได้ง่ายและสามารถเก็บประจุได้มากที่สุด

คำสำคัญ : แกลบ ถ่านคาร์บอน การกระตุ้นทางเคมี

[1]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

***Corresponding author, E-mail:** khoree.29@gmail.com

Abstract

The study on optimization of chemical activation of charcoal carbon derived from rice husk (RH) was investigated. The synthesis of charcoal carbon consists of 2 processes: firstly, RH was activated by sodium hydroxide (NaOH) at various concentrated in 0.1, 1 and 10 molar for 24 hour and after that RH was synthesized at 400 °C for 4 hour. The RH was wased and dried at 100 °C for overnight. Charcoal carbon was characterized by Fourier Transfrom Infared Spectroscopy (FTIR). It was found that all RH show functional group of alkene, alkoxy, aromatic ring and alkane. After that, All RH was characterized by electrochemical properites. The 1 molar potassium hydroxide (KOH) was used as electrolyte. The 0.1 molar of NaOH show the high specific capacitance of 33. 45 fadad per gram. The capacitance improvement is attributed to increase of alkoxy group.

Keywords : Rice husk, Charcoal carbon, Chemical activation

บทนำ

ในปัจจุบันมีแหล่งกักเก็บพลังงานจำนวนมากเกิดขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการใช้พลังงานของผู้คนไม่ว่าจะทั้งในทางด้านอุตสาหกรรมหรือในชีวิตประจำวันก็ตามแต่การนำพลังงานเหล่านี้โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้ามาใช้นั้นพบว่าปริมาณของพลังงานที่สามารถผลิตได้มีมากกว่าพลังงานที่ใช้ส่งผลให้พลังงานบางส่วนต้องมีการนำไปเก็บไว้ในอุปกรณ์กักเก็บพลังงานเช่น แบตเตอรี่ ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ตัวเก็บประจุไฟฟ้ายิ่งยวด เป็นต้น และพลังงานส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถเก็บไว้ได้จะสูญเสียไปในรูปแบบของพลังงานชนิดอื่นที่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ ซึ่งตัวเก็บประจุยิ่งยวด (Supercapacitor หรือ Ultracapacitor) เป็นอุปกรณ์ที่ให้ความสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากมีความหนาแน่นพลังงานสูง สามารถเก็บและคายประจุได้อย่างรวดเร็ว และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน สูงกว่าแบตเตอรี่ นอกจากนี้สามารถชาร์จไฟได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามยังมีความต้องการตัวเก็บประจุให้มีค่าความหนาแน่นของพลังงานได้เท่าเทียมแบตเตอรี่และประดิษฐ์ในราคาต่ำและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม [1-2] การพัฒนาประสิทธิภาพขั้วไฟฟ้าของตัวเก็บประจุยิ่งยวดนั้นจะใช้วัสดุที่สามารถนำไฟฟ้าได้สามารถให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านได้ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นโลหะต่างๆซึ่งนิยมนำมาเพิ่มพื้นที่ผิวให้กับขั้วไฟฟ้านี้เพื่อให้พื้นที่ผิวมากขึ้นและทำการปรับปรุงหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวให้มีความสามารถที่ชอบน้ำมากขึ้น [3] โดยเลือกใช้วัสดุที่มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรที่สูง ซึ่งส่วนใหญ่เลือกใช้เป็นถ่านกัมมันต์ ถ่านกัมมันต์เป็นวัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก มีรูพรุนขนาดต่าง ๆ มีพื้นที่ผิวสูง ส่งผลให้ถ่านกัมมันต์มีสมบัติการดูดซับที่ดีและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน [4] วัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตถ่านกัมมันต์ เช่น แกลบ ฟางข้าว และชานอ้อย เป็นต้น ซึ่งในงานนี้คณะวิจัยได้เลือกแกลบเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตถ่านคาร์บอน เนื่องจากแกลบมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักที่มีประโยชน์สำหรับการผลิตถ่านคาร์บอนทำให้ถ่านคาร์บอนมีการนำไฟฟ้าที่ดี นอกจากนี้ถ่านคาร์บอน ที่ใช้แกลบเป็นวัตถุดิบตั้งต้นสามารถผลิตถ่านคาร์บอนที่มีรูพรุนสูง มีโครงสร้างรูพรุนแบบเปิดและมีพื้นที่ผิวสูง [5-6] ในกระบวนการสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์มีหลายขั้นตอนหลักๆ คือ

ขั้นตอนการเผาให้ได้ โครงสร้างคาร์บอน หรือ เรียกว่า การไพโรไลซิส ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ในช่วง 400-700 องศาเซลเซียส และขั้นตอนการกระตุ้น ซึ่งอาจจะกระตุ้นด้วยวิธีทางกายภาพโดยการใช้ไอน้ำ อากาศ หรือ ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิประมาณ 800-1,000 องศา เซลเซียส หรืออาจจะกระตุ้นทางเคมี โดยมีการเตรียมสารเคมีลงในวัตถุดิบก่อนการผลิตหรือเติมสารเคมีลงในถ่านที่ได้จากการไพโรไลซสิ วัตถุดิบจะถูกแช่ในสารเคมีที่ใช้เป็นตัวกระตุ้น เช่น ซิงค์คลอไรด์, กรดฟอสฟอริค, โพแตสเซียมคาร์บอเนต, โพแตสเซียมไฮดรอกไซด์, โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น แล้วจึงนำวัตถุดิบที่ผ่านการกระตุ้นทางเคมีไปไพโรไลซิส ซึ่งสารเคมีเหล่านี้จะเข้าไปทำหน้าที่เป็นตัวเร่งกระบวนการไพโรไลติค คอนเดนเซชัน ทำให้สูญเสียคาร์บอนจากวัตถุดิบระหว่างกระบวนการผลิตถ่านน้อยลง ทำให้เกิดการรวมตัวเป็นโครงสรางที่มีการจัดเรียงตัวที่ดีขึ้น มีความเป็นรูพรุนมากขึ้น[7-8]

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมีการนำเสนอวิธีการใช้ประโยชน์จากแกลบโดยการนำวัตถุดิบนี้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการผลิตถ่านคาร์บอน เพื่อศึกษาว่าอัตราส่วนใดของสารกระตุ้นสามารถผลิตถ่านคาร์บอนที่มีคุณภาพเหมาะแก่การนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

หาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถ่านคาร์บอนจากแกลบ โดยศึกษาความเข้มข้นของสารเคมีที่เหมาะสมในการกระตุ้นถ่านคาร์บอน โดยใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.1, 1 และ10 โมลาร์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นขั้วไฟฟ้าของตัวเก็บประจุยิ่งยวด

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ศึกษาหาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถ่านคาร์บอนจากแกลบ เพื่อใช้เป็นขั้วไฟฟ้าของตัวเก็บประจุยิ่งยวด มีขั้นตอนการวิจัย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมวัสดุตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์ถ่านคาร์บอน การกระตุ้นทางเคมี การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของถ่านคาร์บอนและการวิเคราะห์ทางไฟฟ้าเคมีของถ่านคาร์บอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การเตรียมวัสดุตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์ถ่านคาร์บอน

ขั้นตอนการเตรียมวัสดุตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์ถ่านคาร์บอน โดยการนำแกลบมาล้างและทำให้แห้งจากนั้นปั่นให้ละเอียดและกรองให้ได้ผงที่มีขนาดเล็ก และอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อเข้าสู่กระบวนการถัดไป

ตอนที่ 2 การกระตุ้นทางเคมี

นำแกลบที่ผ่านการอบ 30 กรัมมาล้างด้วยสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) ที่ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ในน้ำปลอดประจุ และกวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัสดุที่ผ่านการกระตุ้นด้วยสารเคมีจะมีค่าpH สูงและสารเคมียังติดอยู่ในถ่านคาร์บอน จึงต้องนำมากรองแล้วล้างทำความสะอาดด้วยน้ำปลอดประจุ จนกว่าค่า pH เป็นกลางและไม่เหลือสารเคมีตกค้าง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อผ่านกระบวนการล้างด้วยสารละลายกรดแล้วนำไปกระตุ้น

ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 0.1, 1 และ10 โมลาร์ ใช้เวลาในการกระตุ้น 24 ชั่วโมง และนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำปลอดประจุจนกว่าค่า pH จะเป็นกลาง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อผ่านกระบวนการกระตุ้นทางเคมีด้วยเรียบร้อยแล้วนำแกลบเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นกลายเป็นถ่านคาร์บอนโดยจะมีสัญลักษณ์แทนถ่านคารีบอนเป็น RH-0.1M, RH-1M และ RH-10M ตามลำดับ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของถ่านคาร์บอน

การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของพื้นที่ผิวถ่านคาร์บอนด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรส โคปี (FTIR) รุ่น Lasco FT/IR-6800 เพื่อศึกษาหาหมู่ฟังชันของสารอินทรีย์บนพื้นผิวถ่านคาร์บอน โดยนำถ่าน คาร์บอนเล็กน้อยใส่ในเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (FTIR) ค่าที่ได้จากเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (FTIR) ไปวิเคราะห์ผลการทดลอง

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์สมบัติทางไฟฟ้าเคมีของถ่านคาร์บอน

นำถ่านคาร์บอนที่ผ่านกระบวนการกระตุ้น น้ำหนัก 0.5 กรัม ละลายด้วยเอทานอลและหยดลงบนขั้วไฟฟ้าซึ่งขั้วไฟฟ้าที่ใช้ในการวัดแบบขั้วเดียวเป็นขั้วคาร์บอน แล้วรอจนกว่าสารละลายจะแห้ง หลังจากนั้นนำขั้วไฟฟ้าที่เตรียมไว้ไปจุ่มในสารละลารอิเล็กโทรไลต์โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 1 โมลาร์จะใช้โหมดไซคลิกโวลแทมเมทรีในกาหาค่าความจุจำเพาะโดยใช้อัตราการสแกนที่ 0.8 มิลลิโวลต์ต่อวินาทีและให้กระแสไฟฟ้าที่ 1 แอมแปร์ต่อวินาที เพื่อวัดสมบัติทางไฟฟ้าเคมีและคำนวณหาค่าความจุจำเพาะจากสมการ

$$c=\frac{\int Idv}{v\times m\times \Delta v} \quad \text{(ฟารัดต่อกรัม)} \qquad (1)$$

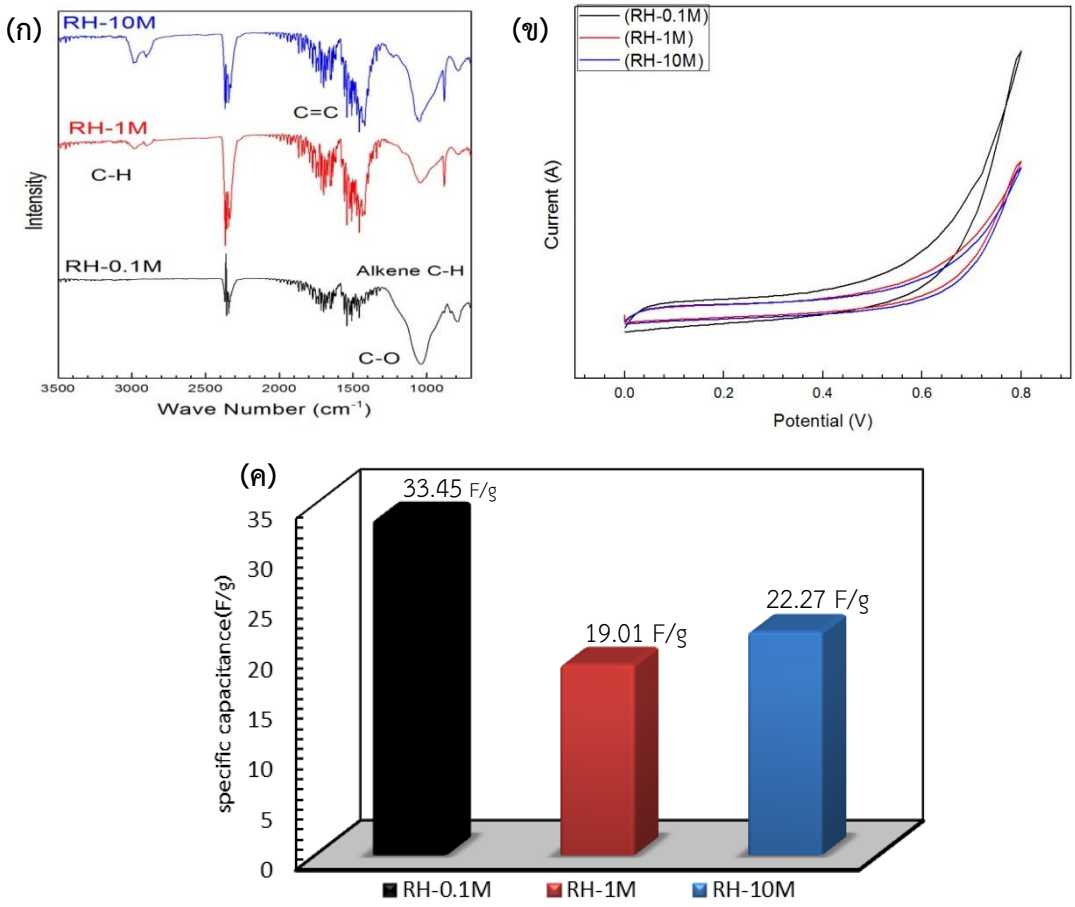
เมื่อ $\int Idv$ คือ พื้นที่ผิวใต้กราฟ, v คือ ศักย์ไฟฟ้า (โวลต์), m คือ น้ำหนักของถ่านคาร์บอน (กรัม) และ ΔV คือ อัตราการสแกนศักย์ไฟฟ้า(มิลลิโวลต์ต่อนาที)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากภาพที่ 1(ก) การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของถ่านคาร์บอนพบว่า มีตำแหน่งของพีคที่แตกต่างกัน 4 ตำแหน่ง คือ หมู่แอลคีน (Alkene Sp^3 C-H) ที่ตำแหน่ง ~700-1000 cm^{-1} หมู่อัลคอกซี (Alkoxy C- O) ที่ตำแหน่ง~1000-1100 cm^{-1} หมู่อะโรมาติก (C=C Stretch aromatic) ที่ตำแหน่ง ~1500-1550 cm^{-1} และหมู่แอลเคน (Sp^3 C-H stretch) ~2840-3000 cm^{-1} การเกิดหมู่ฟังก์ชันเหล่านี้เกิดหลังจากกระบวนการกระตุ้นด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่า ที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ 0.1 โมลาร์ มีหมู่อัลคอกซีมากที่สุด ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาของโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อโครงสร้างของคาร์บอนส่งผลให้คาร์บอนเกิดโครงสร้างที่ไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้หมู่อัลคอกซีจะทำให้ถ่านคาร์บอนที่สังเคราะห์ได้มีสมบัติความชอบน้ำ ส่งผลให้สารละลายอิเล็กโทรไลต์สามารถแทรกซึมไปยังขั้วไฟฟ้าได้ง่าย ซึ่งจะยืนยันผลด้วยสมบัติทางไฟฟ้าเคมีต่อไป

จากภาพที่ 1(ข) แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางไฟฟ้าเคมีของถ่านคาร์บอนที่ทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่างกัน พบว่า ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์มีพื้นที่ผิวใต้กราฟมากที่สุดรองลงมาคือ 10 โมลาร์ และสุดท้ายคือ 1 โมลาร์ โดยใช้อัตราการสแกนที่ 0.8 มิลลิโวลต์ต่อวินาที และกระแสไฟฟ้าที่ 1 แอมแปร์

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว เมื่อนำไปคำนวณหาค่าความจุจำเพาะตามสมการ (1) พบว่า ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ให้ค่าความจุจำเพาะมากที่สุด เท่ากับ 33.45 ฟารัดต่อกรัม รองลงมา 10 โมลาร์ มีค่าความจุจำเพาะเท่ากับ 22.27 ฟารัดต่อกรัม และสุดท้ายที่ความเข้มข้น 1 โมลาร์ เท่ากับ 19.01 ฟารัดต่อกรัม แสดงดังภาพที่ 1(ค) แนวโน้มค่าความจุจำเพาะที่เพิ่มขึ้น เกิดจากการที่พื้นที่ผิวของถ่านคาร์บอนมีหมู่ฟังก์ชันเกิดขึ้นโดยเฉพาะหมู่ฟังก์ชันของอัลคอกซีที่พบมากที่สุดในสารละลายโซเดียมโฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ซึ่งหมู่ฟังก์ชันนี้จะแสดงสมบัติการชอบน้ำ เพื่อทำให้อิออนของอิเล็กโทรไลต์ เคลื่อนที่ได้ง่ายขึ้น [9] จึงส่งผลให้ค่าความจุจำเพาะที่ความเข้มข้นนี้มากที่สุด



ภาพที่ 1 (ก) แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ของหมู่ฟังก์ชันของถานคาร์บอน, (ข) แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สมบัติทางไฟฟ้าเคมีของถ่านคาร์บอนโดยใช้อัตราการสแกนที่ 0.8 มิลลิโวลต์ต่อวินาที และให้กระแสไฟฟ้าที่ 1 แอมแปร์ต่อวินาที และ (ค) แสดงการเปรียบเทียบค่าความจุจำเพาะของถ่านคาร์บอน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาหาเงื่อนไขการกระตุ้นทางเคมีเพื่อสังเคราะห์ถ่านคาร์บอนจากแกลบทำให้สามารถสังเคราะห์ถ่านคาร์บอนจากแกลบได้และจากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของหมู่ฟังก์ชันพบว่าที่เงื่อนไขการกระตุ้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ พบหมู่ฟังก์ชันของอัลคอกซี (Alkoxy C-O) มากที่สุด หมู่ฟังก์ชันนี้บ่งบอกถึงสมบัติความชอบน้ำของถ่านคาร์บอนและจากการวัดสมบัติทางไฟฟ้าเคมีจะเห็นได้ว่า ที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ แสดงสมบัติทางไฟฟ้าเคมีที่มีค่าความจุจำเพาะสูงสุด คือ 33.45 ฟารัดต่อกรัม เกิดจากการที่พื้นที่ผิวมีความชอบน้ำทำให้อิออนของอิเล็กโตรไลต์เคลื่อนที่ได้ง่ายทำให้มีค่าความจุจำเพาะสูงสุด

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบค่าความจุจำเพาะของตัวเก็บประจุยิ่งยวดจากแกลบเบื้องต้น ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดให้ถ่านคาร์บอนจากแกลบมีความสามารถในการกักเก็บพลังงานได้มากกว่านี้ โดยการปรับปรุง พื้นที่ผิวของวัสดุให้มีพื้นที่ผิวที่สูงขึ้นเพื่อผลิตเป็นวัสดุในอุปกรณ์กักเก็บพลังงาน

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ชี้แนะ แนวทางในการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Lingeswarran M, Farook A, Abdul Rahman M and Eng-Poh N. (2014). “The synthesis and characterization of high purity mixed microporous/ mesoporous activated carbon from rice husk using chemical activation with NaOH and KOH”. Microporous and Mesoporous Materials.197 (2014) 316-323

[2] Ming Huang, Fei Li, Fan Dong, Yu Xin Zhang and Li Li Zhang. (2015) MnO2-based nanostructures for high-performance supercapacitors. Journal of Materials Chemistry A. J. Mater. Chem. A, 2015, 3, 21380–21423

[3] ธันย์ธำรง หวานแช่ม.(2015). การสังเคราะห์แมงกานีสออกไซด์นาโนชีทโดยวิธีการเคลือบด้วยไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้งานซุปเปอร์คาปาซิเตอร์.สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุนาโน, วิทยาลัยนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] Marina V, Petr M, Artem B, Aleksey N. Vadim A, and Valentin N. (2015). Micro–mesoporous carbons from rice husk as active materials for supercapacitors. Mater Renew Sustain Energy (2015) 4:20 DOI 10.1007/s40243-015-0061-x

[5] Teoa.E, Muniandyb.L, Ngb.E, Adamb.F, Mohamed.A, Josea.R and Chong.K (2015). “High surface area activated carbon from rice husk as a highperformance supercapacitor electrod.” **Electrochimica Acta**. (2015), 36.

[6] Kaifeng YuaJian, LiaHui Qib CeLianga (2018). “High-capacity activated carbon anode material for lithium-ion batteries prepared from rice husk by a facile method.” **Diamond & Related Materials.** (2018), 28**.**

[7] มัลลิกา ถาบุตร (2010). การพัฒนาตัวดูดซับโลหะหนักและสีย้อมผ้าแทนถ่านกัมันต์เชิงการค้า. Naresuan University Journal 2010; 18(2)

[8] ธีรดิตถ์ โพธิตันติมงคล (2560). “ถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยการกระตุ้นทางเคมี เพื่อการประยุกต์ใช้กำจัดสารมลพิษในน้ำ.” **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. ปีที 8 (ฉบับที 1), 196-199.

[9] H.Zanina, E.Saito, H.J.Ceragioli, V.Baranauskas and E.J.Corat (2014). “Reduced graphene oxide and vertically aligned carbon nanotubes superhydrophilic films for supercapacitors devices.”, **Materials Research Bulletin**. 49, 487-493.

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลองโรคระบาด $SVIQ$

SENSITIVITY ANALYSIS OF $SVIQ$ EPIDEMIC MODEL

สุดารัตน์ จันทร์หอม[1], ศิรฉัตร ทิพย์ศรี[2*]

Sudarat Chanhom[1], Sirachat Tipsri[2*]

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเสถียรภาพของจุดสมดุลที่อิสระจากโรคของแบบจำลองโรคระบาด $SVIQ$ (กลุ่มเสี่ยงต่อการติดเชื้อ-กลุ่มที่ได้รับการฉีดวัคซีน-กลุ่มติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้-กลุ่มติดเชื้อที่ถูกคัดแยก) และหาค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานโดยวิธีแนวคิดเมทริกซ์รุ่นถัดไป ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองนี้มีจุดสมดุลที่อิสระจากโรคที่มีเสถียรภาพเฉพาะที่เชิงเส้นกำกับเมื่อค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานน้อยกว่าหนึ่ง นอกจากนี้ได้มีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเพื่อกำหนดความสำคัญของพารามิเตอร์ และพบว่าค่าระดับการติดเชื้อขั้นพื้นฐานมีความอ่อนไหวที่สุดต่ออัตราการเกิดหรือการย้ายถิ่นฐานของประชากร นั่นคืออัตราการเกิดหรือการย้ายถิ่นฐานของประชากรมีความสำคัญที่สุดในการลดการแพร่ระบาดของโรค

คำสำคัญ: แบบจำลองโรคระบาด $SVIQ$, จุดสมดุลที่อิสระจากโรค, ค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน, เสถียรภาพ, วิเคราะห์ความอ่อนไหว

Abstract

In this research, the stability of disease-free equilibrium of $SVIQ$ (Susceptible-Vaccinated-Infected-Quarantine) epidemic model epidemic model is studied. The basic reproduction number is obtained by using Next generation matrix. The results show that the model has a disease-free equilibrium which is locally asymptotically stable whenever the basic reproduction number is less than unity. The sensitivity analysis has been also performed to determine the importance of the parameters. It is found that the basic reproduction number is the most sensitive to the recruitment rate of the population. This implied that the recruitment rate of the population is the most important for reducing the spread of disease.

Keywords: $SVIQ$ epidemic model, disease-free equilibrium, basic reproduction number, stability, sensitivity analysis

[1]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** sirachat.ti@skru.ac.th

บทนำ

โรคระบาดเป็นสถานการณ์การติดเชื้อโรคหรือโรคติดเชื้อที่เกิดขึ้นในระยะเวลาเดียวกันในชุมชนหรือในแหล่งหนึ่งแหล่งใดในอัตราสูงกว่าสถานการณ์ปกติที่ควรจะเป็น โดยการติดเชื้อนั้นลุกลามแพร่กระจายอยู่ในชุมชนหรือในแหล่งนั้น ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงจุดเริ่มต้นของโรค และสามารถแพร่กระจายลุกลามไปยังชุมชนอื่น ๆ ที่อยู่ไกล ๆ ออกไปได้หลาย ๆ ชุมชนหรือหลาย ๆ สถานที่ (พวงทอง ไกรพิบูลย์, 2558) ซึ่งการระบาดของโรคที่เกิดขึ้นนั้นมักไม่มีสัญญาณเตือนล่วงหน้า และไม่สามารถคาดเดาถึงขอบเขตการระบาดได้ โดยมีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการระบาดของโรค เช่น การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในประเทศ การย้ายถิ่นฐานของประชากร การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการระบาดของโรคหรือแบบจำลองโรคระบาด เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการป้องกัน และควบคุมการระบาดของโรค และยังสามารถออกมาตราการเฝ้าระวังการระบาดของโรคได้อย่างทันท่วงที

การควบคุมและป้องกันการระบาดของโรคมีด้วยกันหลายวิธี การคัดแยกผู้ป่วยที่ติดเชื้อ เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับความสนใจในช่วงหลายปีที่ผ่านมาเนื่องจากอาจส่งผลให้อัตราการระบาดของโรคลดลงได้ การคัดแยกผู้ป่วยที่ติดเชื้อ เป็นการแยกผู้ป่วยที่เป็นแหล่งของเชื้อโรคออกจากผู้อื่น เพื่อไม่ให้แพร่เชื้อไปสู่ผู้ป่วยที่อยู่ใกล้ชิด (Infectious Isolation) และการแยกผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันโรคต่ำ หรือติดเชื้อได้ง่ายให้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ปราศจากเชื้อโรคหรือมีเชื้อโรคน้อย (Protective Isolation) (สมหวัง ด่านชัยวิจิตร, เสน่ห์ เจียสกุล, ศรีเบญจา ไวทยพิเชษฐ์ และทวีสุข ปทุมานุสสรณ์, 2561) ซึ่งบางครั้งในการคัดแยกผู้ป่วยอาจจะไม่สมบรูณ์ เนื่องจากพบปัญหาจากการคัดแยก เช่น ผู้ป่วยไม่ปฏิบัติตามที่แพทย์สั่ง มีนักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาแบบจำลองของโรคระบาดที่มีการคัดแยกทั้งแบบสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ (ศิวะกานต์ บัวศรี และอัยลดา สุพร, 2561; ณัฐธนาภรณ์ รักษ์เกลี้ยง และสมฤทัย หอมวงศ์, 2561)

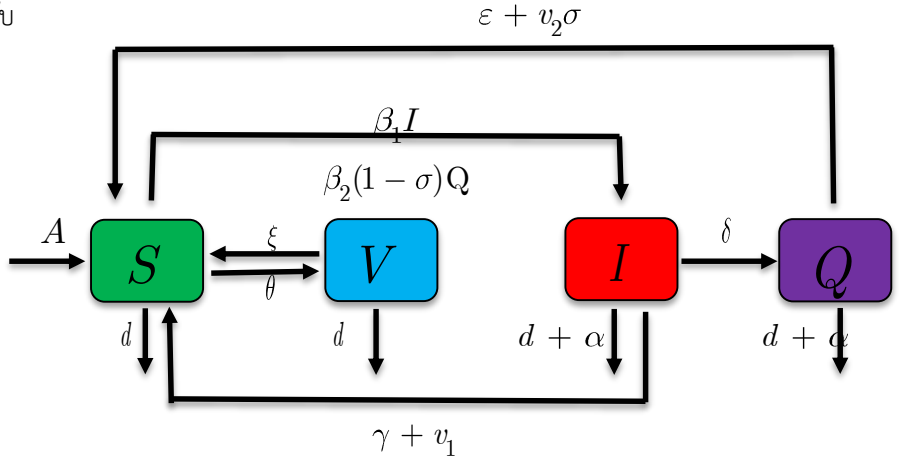
การฉีดวัคซีนเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถควบคุมและป้องกันการระบาดของโรคได้ วัคซีนเป็นแอนติเจนที่ผลิตมาจากเชื้อโรคหรือพิษของเชื้อโรคที่ถูกทำให้ไม่สามารถก่อโรคได้ และกระตุ้นให้ร่างกายสร้องแอติบอดีหรือภูมิคุ้มกัน (กุลกัญญา โชคไพบูลย์กิจ, มุกดา ตฤษณานนท์, ศุภมิตร ชุณห์สุทธิวัฒน์ และปิยนิตย์ ธรรมาภรณ์พิลาศ, 2550) อย่างไรก็ตามวัคซีนอาจจะไม่สามารถป้องกันโรคได้ เนื่องจากร่างกายของคนเรามีภูมิคุ้มกันที่แตกต่างกัน และถ้าแอนติบอดีไม่ตอบสนองหรือตอบสนองต่ำจะทำให้ไม่สามารถยับยั้งแอนติเจนที่เข้าสู่ร่างกายได้จึงทำให้เกิดโรคนั้นขึ้นมา การฉีดวัคซีนจึงได้รับความสนใจและนำมาศึกษาในแบบจำลองโรคระบาดโดยนักวิจัยหลายท่าน (อดิศักดิ์ เด็นเพ็ชรหน่อง, มาริษา สวนนิ่ม และจิรนันท์ คุ่มเคี่ยม, 2559; Parsamanesh & Farnoosh, 2018)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของอัตราการแพร่ระบาดของโรค เป็นวิธีการที่สามารถบ่งชี้ได้ว่าพารามิเตอร์ตัวใดมีอิทธิพลมากที่สุดต่อการลดจำนวนผู้ติดเชื้อ ซึ่งจะนำไปสู่การออกนโยบายในการป้องกันและควบคุมโรคต่อไป การวิเคราะห์ความอ่อนไหวมีความสำคัญและถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ต่อการแพร่ระบาดของโรคโดยนักวิจัยหลายท่าน (พงษ์สัญ ประกฤตศรี และอานิษา ราศรี, 2562; Prosper, Ruktanonchai and Martcheva, 2012; Samsuzzoha, Singh and Lucy, 2013)

จากเหตุผลข้างต้นและงานวิจัยของ ศิวะกานต์ บัวศรี และอัยลดา สุพร (2561) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบจำลองโรคระบาด $SVIQ$ และหาจุดสมดุลที่อิสระจากโรคของแบบจำลองที่ได้ หาค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานโดยใช้แนวคิดเมริกซ์รุ่นถัดไป รวมทั้งวิเคราะห์เสถียรภาพของจุดสมดุลที่อิสระจากโรค นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ค่าความอ่อนไหวของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน และแสดงอิทธิพลของพารามิเตอร์แต่ละตัวต่อค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานโดยผลเชิงตัวเลข

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

งานวิจัยครั้งนี้แบ่งประชากรออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ $S(t)$ แทนประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ (Susceptible individuals) ณ เวลา t, $V(t)$ แทนประชากรที่ได้รับการฉีดวัคซีน (Vaccinated individuals) ณ เวลา t, $I(t)$ แทนประชากรที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ (Infected individuals) ณ เวลา t, $Q(t)$ แทนประชากรที่ติดเชื้อที่ถูกคัดแยก (Quarantine individuals) ณ เวลา t เพื่อสะดวกจะเขียนแทน $S(t)$, $V(t)$, $I(t)$ และ $Q(t)$ เป็น S,V,I และ Q ตามลำดับ แนวคิดในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และความหมายของพารามิเตอร์แสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 1 ตามลำดับ



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงแนวคิดในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์และความหมายของพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	ความหมายพารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์
A	อัตราการเกิดหรือการย้ายถิ่นฐาน	10
β_1	อัตราการติดเชื้อของกลุ่มประชากรที่ติดเชื้อ	0.01
β_2	อัตราการติดเชื้อของกลุ่มประชากรติดเชื้อที่ถูกคัดแยก	0.001
γ	อัตราผู้ติดเชื้อที่หายจากการติดเชื้อ	0.2
α	อัตราการเสียชีวิตด้วยโรค	0.1
δ	อัตราการคัดแยกผู้ติดเชื้อ	0.2
ε	อัตราที่ถูกคัดแยกที่หายจากการติดเชื้อ	0.1
d	อัตราการเสียชีวิตโดยธรรมชาติ	0.1
v_1	อัตราการรักษาของกลุ่มประชากรที่ติดเชื้อ	0.02
v_2	อัตราการรักษาของกลุ่มประชากรติดเชื้อที่ถูกคัดแยก	0.01
σ	ประสิทธิภาพการคัดแยก	0.2
θ	สัดส่วนของคนที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อที่ได้รับวัคซีน	0.5
ξ	อัตราการสูญเสียภูมิคุ้มกันของการฉีดวัค	0.2

จากรูปที่ 1 เราสามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของโรคระบาด $SVIQ$ อยู่ในรูประบบสมการเชิงอนุพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
\frac{dS}{dt} &= A + \xi V - \beta_1 SI - \beta_2 S(1-\sigma)Q - (d+\theta)S + (\gamma + v_1)I + (\varepsilon + v_2\sigma)Q \\
\frac{dV}{dt} &= \theta S - (d+\xi)V \\
\frac{dI}{dt} &= \beta_1 SI + \beta_2 S(1-\sigma)Q - (\gamma + \delta + d + \alpha + v_1)I \\
\frac{dQ}{dt} &= \delta I - (\varepsilon + d + \alpha + v_2\sigma)Q
\end{aligned} \tag{1}$$

จุดสมดุลที่อิสระจากโรคและค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน

จุดสมดุลของแบบจำลอง จะได้จากการกำหนด $\frac{dS}{dt} = \frac{dV}{dt} = \frac{dI}{dt} = \frac{dQ}{dt} = 0$ เมื่อแก้ระบบสมการจะได้จุดสมดุลที่อิสระจากโรค (Disease – free equilibrium) คือ

$$E_0 = \left(\frac{A(d+\xi)}{d(d+\xi+\theta)}, \frac{A\theta}{d(d+\xi+\theta)}, 0, 0 \right)$$

ลำดับต่อไปเป็นการหาค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานโดยวิธีแนวคิดเมทริกซ์รุ่นถัดไป (Next generation matrix)

จากระบบสมการ (1) สามารถเขียนในรูปสมการเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\frac{dX}{dt} = F_i - V_i$$

เมื่อ

$$X = \begin{bmatrix} S \\ V \\ I \\ Q \end{bmatrix}, \qquad F_i = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \beta_1 SI + \beta_2 S(1-\sigma)Q \\ 0 \end{bmatrix},$$

และ $V_i = \begin{bmatrix} -A - \xi V + \beta_1 SI + \beta_2 S(1-\sigma)Q + (d+\theta)S - (\gamma + v_1)I - (\varepsilon + v_2\sigma)Q \\ -\theta S + (d+\xi)V \\ (\gamma + \delta + d + \alpha + v_1)I \\ -\delta I + (\varepsilon + d + \alpha + v_2\sigma)\mathrm{Q} \end{bmatrix}$

เนื่องจากการหาค่าระดับการติดเชื้อของแบบจำลองเกี่ยวข้องกับการแพร่เชื้อในประชากร ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการหาค่าระดับการติดเชื้อ เราจึงต้องการเพียงกลุ่มประชากรที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ (I) และกลุ่มประชากรติดเชื้อที่ถูกคัดแยก (Q) นั่นคือ F_i และ V_i ลดรูปเป็น

$$F_j = \begin{bmatrix} \beta_1 SI + \beta_2 S(1-\sigma)Q \\ 0 \end{bmatrix} \text{ และ } V_j = \begin{bmatrix} (\gamma + \delta + d + \alpha + v_1)I \\ -\delta I + (\varepsilon + d + \alpha + v_2\sigma)\mathrm{Q} \end{bmatrix} \text{ ตามลำดับ}$$

จาโคเบียนเมทริกซ์ของ F_j และ V_j ที่จุดอิสระจากโรค คือ

$$F = \begin{bmatrix} \dfrac{\beta_1 A(d+\xi)}{d(d+\xi+\theta)} & \dfrac{\beta_2 A(1-\sigma)(d+\xi)}{d(d+\xi+\theta)} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ และ } V = \begin{bmatrix} \gamma+\delta+d+\alpha+v_1 & 0 \\ -\delta & \varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma \end{bmatrix}$$

ตามลำดับ นำเมริกซ์ F คูณเมทริกซ์ผกผันของ V จะได้

$$FV^{-1} = \begin{bmatrix} \dfrac{\beta_1 A(d+\xi)(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma)+\beta_2 A(1-\sigma)(d+\xi)\delta}{d(d+\xi+\theta)(\gamma+\delta+d+\alpha+v_1)(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma)} & \dfrac{\beta_2 A(1-\sigma)(d+\xi)}{d(d+\xi+\theta)(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma)} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

สมการลักษณะเฉพาะของระบบสมการ (2) คือ

$$\lambda\left(\lambda - \frac{\beta_1 A(d+\xi)(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma)+\beta_2 A(1-\sigma)(d+\xi)\delta}{d(d+\xi+\theta)(\gamma+\delta+d+\alpha+v_1)(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma)}\right) = 0$$

จะได้ว่า

$$\lambda_1 = 0 \text{ และ } \lambda_2 = \frac{A(\beta_1(d+\xi)(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma)+\beta_2(1-\sigma)(d+\xi)\delta)}{d(d+\xi+\theta)(\gamma+\delta+d+\alpha+v_1)(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma)}$$

จากวิธีแนวคิดเมทริกซ์รุ่นถัดไปจะได้ว่า ค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน (Basic reproduction number) ของแบบจำลอง (1) คือ

$$R_0 = \frac{A(\beta_1(d+\xi)(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma)+\beta_2(1-\sigma)(d+\xi)\delta)}{d(d+\xi+\theta)(\gamma+\delta+d+\alpha+v_1)(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma)}$$

ค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานของโรค คือ จำนวนเฉลี่ยของผู้ติดเชื้อรายใหม่ที่เกิดขึ้นจากผู้ป่วยรายแรกแพร่เชื้อให้ (Murray, 1989)

เสถียรภาพของจุดสมดุลที่อิสระจากโรค

ทฤษฎีบท 1 ถ้า $R_0 < 1$ แล้วจุดสมดุลที่อิสระจากโรค E_0 เป็นจุดสมดุลที่มีเสถียรภาพเฉพาะที่เชิงเส้นกำกับ

พิสูจน์ จาโคเบียนเมทริกซ์ของแบบจำลอง (1) ที่จุดสมดุลที่อิสระจากโรค E_0 คือ

$$J(E_0) = \begin{bmatrix} -(d+\theta) & \xi & \frac{-\beta_1 A(d+\xi)}{d(\xi+d+\theta)} + (\gamma+v_1) & \frac{-\beta_2 A(d+\xi)(1-\sigma)}{d(\xi+d+\theta)} + (\varepsilon+v_2\sigma) \\ \theta & -(d+\xi) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta_1 A(d+\xi)}{d(\xi+d+\theta)} - (\gamma+\delta+d+\alpha+v_1) & \frac{\beta_2 A(d+\xi)(1-\sigma)}{d(\xi+d+\theta)} \\ 0 & 0 & \delta & -(\varepsilon+d+\alpha+v_2\sigma) \end{bmatrix} \quad (3)$$

ค่าลักษณะเฉพาะของจาโคเบียนเมทริกซ์ (3) ที่จุดสมดุลที่อิสระจากโรค E_0 คือ $\lambda_1 = -d, \lambda_2 = -(\xi+d+\theta)$ และรากของสมการ

$$f(\lambda) = \lambda^2 + a_1\lambda + a_2$$

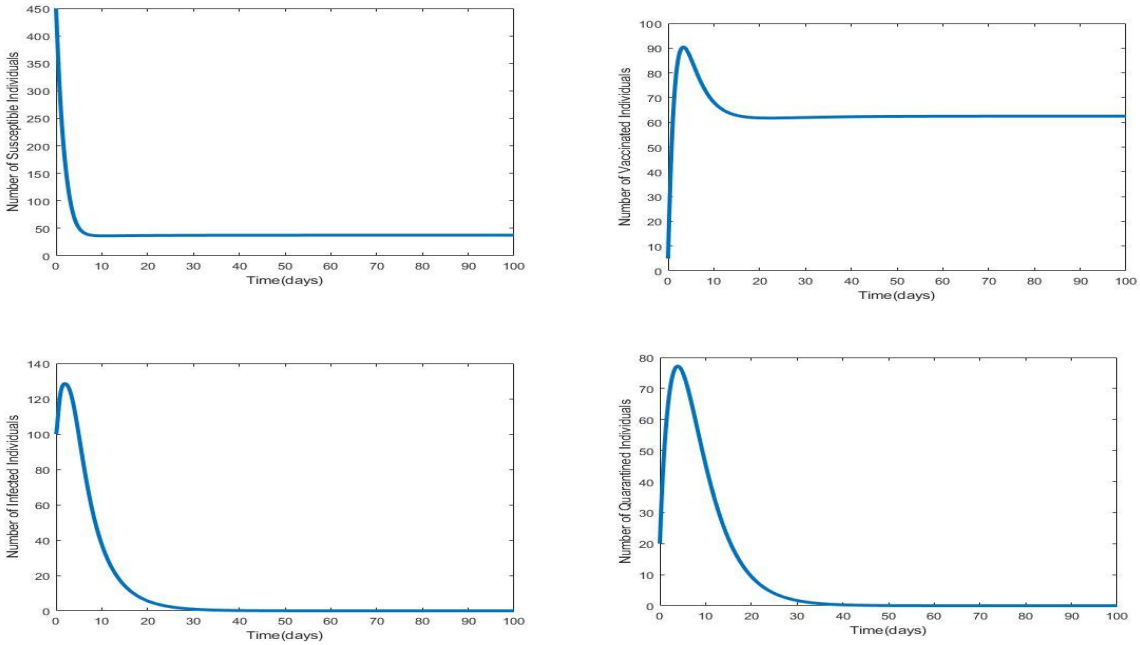
เมื่อ

$$a_1 = \frac{(\sigma v_2 + \alpha + d + \varepsilon)(\varepsilon + d + \alpha + v_2\sigma) + (1-R_0)(\alpha + d + \delta + \gamma + v_1)(\varepsilon + d + \alpha + v_2\sigma)}{\varepsilon + d + \alpha + v_2\sigma}$$

$$a_2 = (\sigma v_2 + \alpha + d + \varepsilon)(\alpha + d + \delta + \gamma + v_1)(1-R_0)$$

จะเห็นว่า $\lambda_1 < 0$ และ $\lambda_2 < 0$ ถ้า $R_0 < 1$ โดยหลักการรูธท์เฮอร์วิธ (Routh Hurwitz Criterion) รากของ $f(\lambda)$ มีส่วนจริงเป็นลบ ดังนั้น จุดสมดุลที่อิสระจากโรค E_0 เป็นจุดสมดุลที่มีเสถียรภาพเฉพาะที่เชิงเส้นกำกับเมื่อ $R_0 < 1$

ผลเชิงตัวเลขของแบบจำลอง (1) ร่วมกับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในตารางที่ 1 แสดงในรูปที่ 2 โดยจะเห็นว่าผลเฉลยลู่เข้าสู่จุดสมดุลที่อิสระจากโรคเมื่อ $R_0 < 1$ สอดคล้องกับทฤษฎีบทที่ 1



รูปที่ 2 ผลเชิงตัวเลขของแบบจำลอง (1) แสดงจำนวนประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ ประชากรที่ได้รับการฉีดวัคซีน ประชากรที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ และประชากรที่ติดเชื้อที่ถูกคัดแยก เมื่อ $R_0 = 0.608043 < 1$

ความอ่อนไหวของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน

การหาค่าความอ่อนไหวของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน ทำได้โดยแทนค่าพารามิเตอร์จากตารางที่ 1 ในสูตรต่อไปนี้

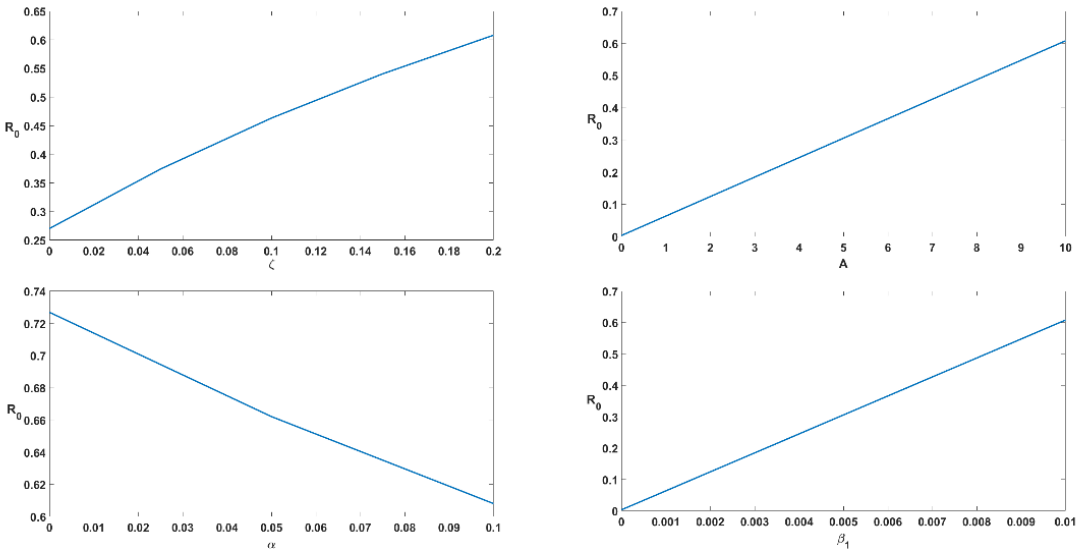
$$\gamma_p^{R_0} = \frac{\partial R_0}{\partial p} \times \frac{p}{R_0}$$

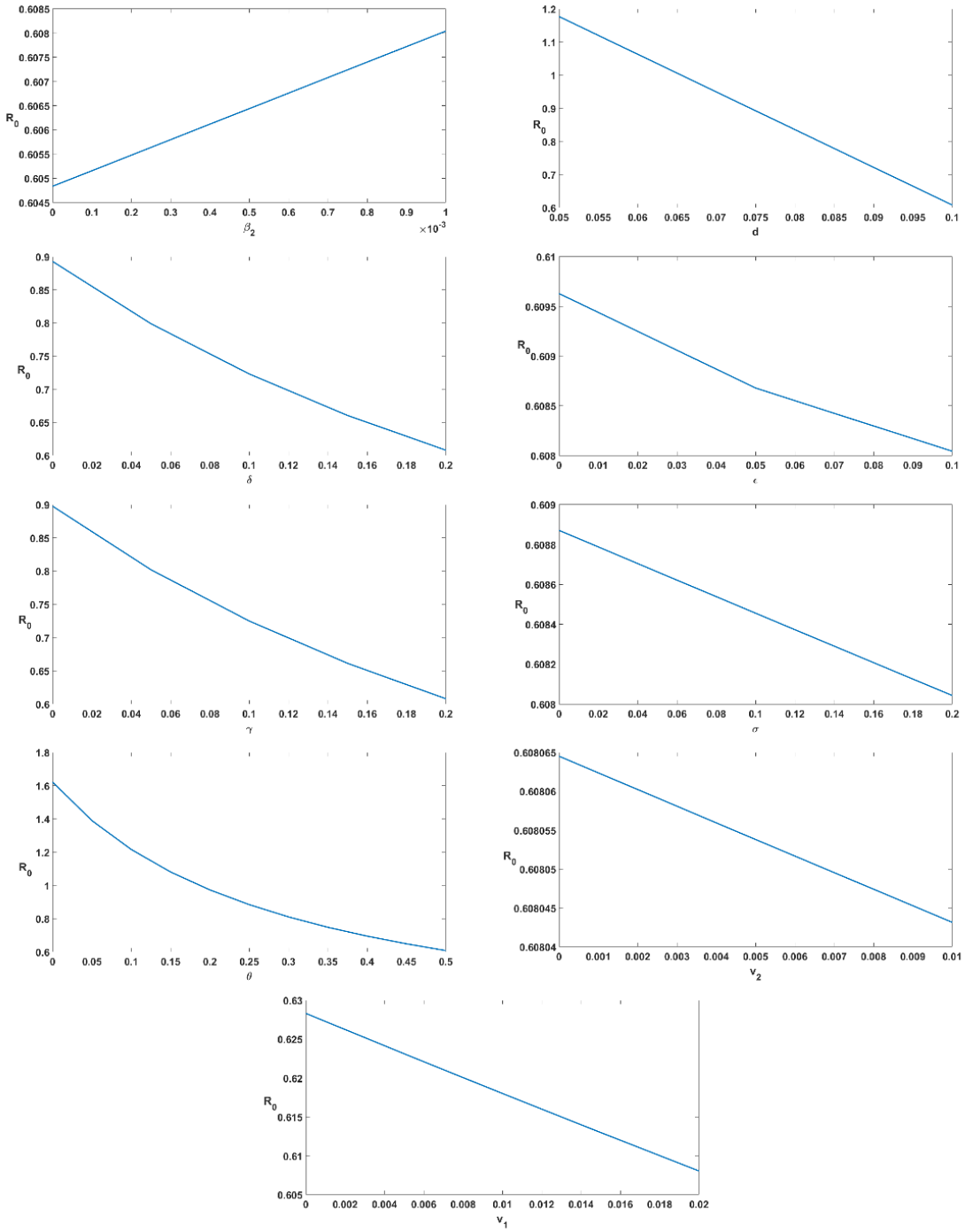
เมื่อ p คือ พารามิเตอร์ของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน และแสดงค่าความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานแต่ละตัว ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความอ่อนไหวของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัว

พารามิเตอร์ (p)	**ค่าความอ่อนไหวของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน** $(\gamma_p^{R_0})$
A	1
ξ	-0.21646
β_1	0.949686
β_2	0.050314
γ	-0.32258
α	-0.17795
δ	-0.27227
ε	-0.01666
θ	-0.62500
d	-0.96962
υ_1	-0.03226
υ_2	-0.00033
σ	-0.01291

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าพารามิเตอร์ที่มีค่าความอ่อนไหวของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานที่เป็นบวก ได้แก่ A, β_1 และ β_2 ในขณะที่ $\gamma, \alpha, \delta, \varepsilon, d, \upsilon_1, \upsilon_2, \sigma, \theta$ และ ξ มีค่าความอ่อนไหวของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานที่เป็นลบ นั่นคือค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มค่า A, β_1 และ β_2 แต่เมื่อเพิ่มค่า $\gamma, \alpha, \delta, \varepsilon, d, \upsilon_1, \upsilon_2, \sigma, \theta$ และ ξ ส่งผลให้ค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานลดลง ดังแสดงในรูปที่ 3





รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน (R_0) กับพารามิเตอร์แต่ละตัวในตารางที่ 2

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้ได้พัฒนาแบบจำลอง $SVIQ$ เพื่อศึกษาเสถียรภาพของจุดสมดุลที่อิสระจากโรคและวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานเพื่อระบุพารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อการลดจำนวนผู้ติดเชื้อ ผลการวิจัยพบว่าเสถียรภาพของจุดสมดุลที่อิสระจากโรคขึ้นอยู่กับค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐาน ถ้าค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานน้อยกว่าหนึ่ง

แล้วจุดสมดุลที่อิสระจากโรคจะเป็นจุดสมดุลที่มีเสถียรภาพเฉพาะที่เชิงเส้นกำกับ นั่นคือการระบาดของโรคลดลงหรือไม่มีการแพร่ระบาดของโรค จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวพบว่าค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานอ่อนไหวมากต่ออัตราการเกิดหรือการย้ายถิ่นฐานของประชากร อัตราการติดเชื้อของกลุ่มประชากรที่ติดเชื้อ และอัตราการเสียชีวิตโดยธรรมชาติ แต่พาราเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อค่าระดับการติดเชื้อพื้นฐานมากที่สุดคือ อัตราการเกิดหรือการย้ายถิ่นฐานของประชากร ดังนั้นเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรค จึงอาจมีนโยบายรณรงค์ให้ควบคุมอัตราการเกิดหรือการย้ายถิ่นฐานของประชากร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สำหรับสื่ออุปกรณ์และสถานที่สำหรับการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ศิวะกานต์ บัวศรี และอัยลดา สุพร. (2561). **แบบจำลองโรค $SIQS$ ที่มีการรักษาและการคัดแยกที่ไม่สมบูรณ์**. วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

พวงทอง ไกรพิบูลย์. (2015). **โรคระบาด** (online). http://haamor.com/th/โรคระบาด/, สืบค้นเมื่อ วันที่ 1 ธันวาคม 2562.

ณัฐธนาภรณ์ รักษ์เกลี้ยง และสมฤทัย หอมวงศ์. (2561). **แบบจำลองการระบาดสำหรับการคัดแยกประชากรที่ติดเชื้อที่เกี่ยวข้องกับการเดินทาง**.วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

อดิศักดิ์ เด็นเพ็ชรหน่อง, มาริษา สวนนิ่ม และจิรนันท์ คุ่มเคี่ยม. **แบบจำลองการระบาดที่เกี่ยวข้องกับการฉีดวัคซีนและการคัดแยก.** วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

สมหวัง ด่านชัยวิจิตร, เสน่ห์ เจียสกุล, ศรีเบญจา ไวทยพิเชษฐ์ และทวีสุข ปทุมานุสสรณ์. (2561). **การคัดแยกผู้ป่วย** (online). www.healthcarethai.com/การแยกผู้ป่วย/,สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 ธันวาคม 2562.

กุลกัญญา โชคไพบูลย์กิจ, มุกดา ตฤษณานนท์, ศุภมิตร ชุณห์สุทธิวัฒน์ และปิยนิตย์ ธรรมาภรณ์พิลาศ. (2550). **ตำราวัคซีนและการสร้างภูมิคุ้มกันโรค.** กรุงเทพเทพมหานคร: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์สงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

พงษ์สัญ ประกฤตศรี และอานิษา ราศรี. (2562). **ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในประเทศไทยที่มีปัจจัยของการฉีดวัคซีนและการต่อต้านการรักษาด้วยยา**. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์. ฉบับที่ 18, 116-134.

Murray, James D. (1989). **Mathematical Biology**. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag

Samsuzzoha, Md., Singh, Manmohan and Lucy, David. (2013). Uncertainty and sensitivity analysis of the basic reproduction number of a vaccinated epidemic model of influenza. **Applied Mathematical Modelling**. 37, 903-915.

Parsamanesh, Mahmood and Farnoosh, Rahman. (2018). On the global stability of the endemic state in an epidemic model with vaccination. **Mathematical Sciences**. 12, 313-320.

Prosper, Olivia, Ruktanonchai, Nick and Martcheva, Maia. (2012). Assessing the role of spatial heterogeneity and human movement in malaria dynamics and control. **Joural of Theoretical Biology.** 303, 1-14.

คุณภาพของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

The Quality of Drinking Yoghurt Product from Goat Milk Mix with Mulberry Juice

นูรีซัน ฮูเซ็น[1*], นุชเนตร ตาเย๊ะ[2]

Nurisan Husen[1*], Nutchanet Tayeh[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน โดยทำการศึกษาวิธีการผลิตโยเกิร์ตนมแพะเป็นขั้นตอนแรก และผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน โดยมีอัตราส่วนระหว่าง โยเกิร์ตนมแพะต่อน้ำลูกหม่อนที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ทำการคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point hedonic scale นำอัตราส่วนที่คัดเลือกได้มาเปรียบเทียบกับคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มทางการค้า จากการศึกษาพบว่า นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนอัตราส่วนโยเกิร์ตนมแพะต่อน้ำลูกหม่อนที่ 70:30 ได้คะแนนคุณลักษณะทางด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมมากกว่าอัตราส่วนอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 5.37 5.55 และ 5.57 ตามลำดับ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีน้ำเงินถึงสีเหลือง (b*) เท่ากับ 40.94 19.70 และ -2.12 ตามลำดับ ค่าความหนืด เท่ากับ 2,200 เซนติพอยด์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 4.2 ปริมาณกรดแลกติก ร้อยละ 0.86 และปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 41.56 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ พบว่า จุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำให้เกิดกรด $>10^7$ โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2146-2546 และมีปริมาณแบคทีเรียกรดแลกติกเท่ากับ 2.33×10^4 โคโลนีต่อมิลลิลิตร อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้ยังคงต้องศึกษาแนวทางในการปรับปรุงสูตรส่วนผสมต่อไปเพื่อให้สามารถเป็นอาหารสุขภาพและผู้บริโภคให้การยอมรับในรสชาติมากขึ้น

คำสำคัญ: นมแพะ, นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม, ลูกหม่อน

---

[1]นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** sunnykung4409@gmail.com

Abstract

The objective of this research was to studied the quality of drinking yogurt from goat milk mixed with mulberry juice. Goat milk yogurt was prepared and used for mulberry drinking yogurt preparation. Goat milk yoghurt and mulberry juice were incorporated in difference ratios (80:20, 70:30, 60:20 and 50:50 %w/w). The best formulas were selected by sensory testing using the 9 point hedonic scale method. The selected ratios were compared with the physical, chemical and microbial properties of commercial drinking yogurt. The result showed that the formulations of the drinking yoghurt using 70% goat milk yoghurt and 30% mulberry juice received a score of odor, taste and overall liking more than other ratios with statistically significant ($p<0.05$) which is 5.37 5.55 and 5.57, respectively. The brightness (L*), the red (a*) and the blue to yellow (b*) were 40.94 19.70 and -2.12, respectively. The viscosity was 2,200 cPs. The chemical properties of the drinking yoghurt including, pH, lactic acid and total solid content were 4.2, 0.86% and 41.56% respectively. The microbial test found that total acid bacteria $>10^7$ cfu/g and yeast and mold <100 cfu/g that met the Thai industrial standard (TIS: ICS 2146: 2000). The lactic acid bacteria found at $2.33x10^4$ cfu/ml. However, this research still needs to study ways to improve ingredient formulas in order to be healthier foods and consumers are more accepting of flavors.

Keywords: Goat Milk, Drinking Yoghurt, Mulberry

บทนำ

แพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ที่มีการส่งเสริมการเลี้ยงแพะ ซึ่งกลุ่มที่นิยมเลี้ยงแพะกันจะเป็นชาวไทยนับถือศาสนาอิสลาม โดยเฉพาะแพะที่เป็นพันธุ์นมเนื่องจากเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรและที่สำคัญน้ำนมแพะมีคุณประโยชน์ เพราะเป็นแหล่งที่ดีของสารอาหารมีโภชนาการที่ครบและมีคุณสมบัติใกล้เคียงนมแม่ มีโมเลกุลเล็กย่อยง่าย เนื่องจากมีเม็ดไขมันขนาดเล็กที่ประกอบด้วยกรดไขมันสายโซ่สั้นจำนวนมาก ทำให้ไขมันกระจายตัวได้ดีสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายและรวดเร็ว (ทศพล นามโฮง, 2556)

ลูกหม่อน เป็นผลไม้เศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สามารถปลูกได้ทั่วไป มีประโยชน์ต่อสุขภาพเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการซึ่งประกอบไปด้วยสารอาหารซึ่งอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระสำคัญคือ แอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารสีม่วงแดง ช่วยป้องกันโรคหัวใจ และ ป้องกันโรคมะเร็ง มีวิตามินบี 6 และวิตามินซีสูง มีกรดโฟลิค ป้องกันโรคโลหิตจาง และลดการอักเสบของหลอดเลือด ช่วยป้องกันเซลล์ต่างจากการถูกทำลาย อันเป็นสาเหตุให้เกิดการอักเสบต่าง ๆ และริ้วรอยที่เกิดขึ้น บำรุงสายตา ทั้งยังสามารถรับประทานได้หลายรูปแบบ ทั้งแบบผลสด ผลอบแห้ง ลูกหม่อนกวนหรือจะดื่มเป็นเครื่องดื่ม จึงทำให้ลูกหม่อนกลายเป็นผลไม้ยอดนิยมรับประทาน (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2555) ปัจจุบันมีการนำลูกหม่อนมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสกัดเข้มข้นหรือน้ำมัลเบอรี่พร้อมดื่มซึ่งมีรสชาติค่อนข้างเปรี้ยว นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมในขนมอบประเภทต่างๆ เช่น เค้ก โดนัท ไอศกรีม เป็นต้น งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะนำน้ำนมแพะซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีคือมีรูปแบบของโปรตีนคล้ายกับน้ำนมแม่ สามารถเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ผลิตเป็นนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม

โดยเสริมลูกหม่อนเพื่อเพิ่มรสชาติ ผลิตภัณฑ์ใหม่นี้สามารถเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภค อีกทั้งยังเป็นการยกระดับและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากนมแพะให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายอีกด้วย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนและตรวจสอบคุณคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งด้านกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์เพื่อต่อยอดในการผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

กรรมวิธีการผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การเตรียมน้ำลูกหม่อนและการเตรียมโยเกิรต์ โดยนำน้ำนมแพะสดจากสลิมฟาร์ม จังหวัดยะลา พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นลดอุณหภูมิให้ได้ 45-50 องศาเซลเซียส และผสมกับหัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้า ปริมาณ 70 กรัม เพื่อนำมาผลิตเป็นโยเกิร์ตนมแพะและเตรียมส่วนผสมของน้ำลูกหม่อน ดังภาพที่ 1-3

ส่วนที่ 1 โยเกร์ตนมแพะ

น้ำนมแพะปริมาณ 500 มิลลิลิตร
พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 15 วินาที
↓
ลดอุณหภูมินมแพะให้ได้อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส
↓
เติมหัวเชื้อทางการค้า 70 กรัม ปิดด้วยกระดาษฟรอยด์
↓
บ่มด้วยตู้บ่มที่อุณหภูมิ 43 2 องศาเซลเซียส
(pH ถึง 4.5 ใช้เวลา 1 วัน)
↓
บรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท
นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส



โยเกิร์ตนมแพะ

ภาพที่ 1: กระบวนการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมแพะ
ที่มา: (ดัดแปลงจาก วนิดา โอศิริพันธุ์, 2558)

ส่วนที่ 2 น้ำลูกหม่อน

เตรียมส่วนผสมน้ำลูกหม่อนจากลูกหม่อน 190 กรัม
และน้ำสะอาด 300 มิลลิลิตร ปั่นผสมให้เข้ากัน
↓
กรองด้วยผ้าขาวบาง
↓
นำน้ำลูกหม่อนที่เตรียมไว้ 100 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำตาลทรายปริมาณ 30 กรัม และสารให้ความคงตัว (High methoxyl pectin) 0.3 กรัม
↓
พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 15 วินาที
↓



น้ำลูกหม่อน

ภาพที่ 2 : กระบวนการผลิตน้ำลูกหม่อน

เตรียมนมเปรี้ยวจากส่วนผสมที่ 1 และ 2 ในอัตราส่วน 80:20, 70:30, 60:40, 50:50

↓

ปั่นผสมให้เข้ากัน ด้วยเครื่องปั่นความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที

↓



นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

ภาพที่ 3 : กระบวนการผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากน้ำนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

2. ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จำนวน 40 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด และ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดและนำมาเปรียบเทียบกับนมเปรี้ยวพร้อมดื่มทางการค้า

3. ตรวจสอบคุณลักษณะของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

นำนมเปรี้ยวพร้อมดื่มสูตรที่ดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 2 มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลินทรีย์ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน ดังนี้

3.1 การตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพ

- วิเคราะห์ความหนืด โดยใช้เครื่อง BROOKFIELD รุ่น DV1 VISCOMETER โดยใส่ตัวอย่างนมเปรี้ยวพร้อมดื่มปริมาตร 150 มิลลิลิตรในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิตร วัดความหนืดโดยใช้เข็มเบอร์ 02 ที่ความเร็วรอบ 100 rpm

- วิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่อง Hunter lab รุ่น Color flex s(Hunter Associates Laboratory; USA) โดยค่า L* คือ ค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือสีดำ และ 100 คือสีขาว a* คือค่าสีเขียว (-a*) – ค่าสีแดง (+a*) และ b* คือสีฟ้าเงิน (-b*) – ค่าสีเหลือง (+b*)

3.2 การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี

- วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH)) โดยใช้เครื่อง pH meter รุ่น SI Analytics โดยทำการสุ่มตัวอย่างนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน มาวิเคราะห์ค่าความ เป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Sartorius, Docu-pH)

- ปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 2000) โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 3.000 กรัมใส่ถ้วยวัดความชื้นที่ทราบน้ำหนักคงที่ นำไปอบที่อุณหภูมิ 100±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยไม่ต้องปิดฝา นำไปใส่ในโถดูดความชื้น ทำซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณของแข็งทั้งหมดจากสมการ

$$\text{ร้อยละของปริมาณของแข็งทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

- ปริมาณกรดแลคติก โดยวิธี Titratable acidity (AOAC, 2000) โดยการสุ่มตัวอย่างปริมาณ 2 กรัม แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 30 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 3-5 หยด แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติ บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ คำนวณเปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดจากสูตร โดยคำนวณเทียบกับกรดแลคติก (AOAC, 2000) ดังสมการ

$$\text{ความเป็นกรด (ร้อยละของกรดแลคติก)} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH} \times \text{ปริมาตรของ NaOH} \times 0.09 \times 100}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง}}$$

หมายเหตุ 0.09 คือ milliequivalent weightของ กรดแลคติก

3.3 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- ยีสต์และรา (AOAC, 1999)

- แบคทีเรียกรดแลคติก (AOAC, 1999)

4. วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

การประเมินทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (randomized complete block design, RCBD) วิเคราะห์ผลการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน โดยใช้แผนการทดลองเปรียบเทียบแบบรวมกลุ่ม (Independent test) ของการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Analysis of variance: ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสมบัติด้านต่างๆ ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนและนมเปรี้ยวทางการค้าในแต่ละตัวอย่างด้วยการทดสอบตามวิธีการแบบดันแคน (Ducan’s new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาวิธีการผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนที่มีอัตราส่วนของปริมาณโยเกิร์ตต่อน้ำลูกหม่อนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ด้วยวิธี 9 Points Hedonic Scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม ผลการทดสอบพบว่ามีค่าคะแนนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

โยเกิร์ตนมแพะต่อน้ำลูกหม่อน	คุณลักษณะ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความหนืด	ความชอบโดยรวม
80:20	5.53±0.35^{b}	5.41±0.29^{b}	4.52±0.51^{b}	4.18±0.81^{b}	5.65±0.27^{a}	4.68±0.57^{b}
70:30	5.59±0.98^{ab}	5.88±0.82^{ab}	5.37±0.46^{a}	5.55±0.92^{a}	5.87±0.22^{a}	5.75±0.64^{a}
60:40	6.30±0.18^{a}	6.32±0.97^{a}	4.67±0.50^{b}	5.15±0.81^{a}	5.98±0.07^{a}	5.52±0.5^{a}
50:50	6.28±0.30^{a}	6.12±0.34^{a}	4.90±0.66^{ab}	5.32±0.76^{a}	5.97±0.16^{a}	5.65±0.49^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง

อักษร ^{ab} กำกับที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน พบว่า สูตรที่ใช้อัตราส่วนของปริมาณโยเกิร์ตนมแพะต่อน้ำลูกหม่อนระดับที่ 70:30 มีคะแนนด้านกลิ่นและรสชาติ มากกว่าสูตรอื่น ๆ คือ 5.37 และ 5.55 ซึ่งกลิ่นสาบแพะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคจึงอาจส่งผลทำให้คะแนน

ความชอบรวมสูงขึ้นอีกด้วย ดังนั้นจึงนำนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนที่ได้สูตรการผลิตที่ 2 มาศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ในขั้นตอนต่อไป

2. ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนจากสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในขั้นตอนที่ 1 คืออัตราส่วนโยเกิร์ตนมแพะต่อน้ำลูกหม่อนระดับที่ 70:30 มาศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน โดยมีผลการทดลองดังนี้

2.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ

คุณลักษณะทางกายภาพที่ตรวจสอบ ได้แก่ ค่าสีและค่าความหนืด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. คุณลักษณะทางกายภาพของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน อัตราส่วนของโยเกิร์ตนมแพะต่อน้ำลูกหม่อนที่ระดับ 70:30

คุณลักษณะทางกายภาพ		นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน	นมเปรี้ยวพร้อมดื่มทการค้า
ค่าสี	L*	40.940	75.160.03
	a*	19.70	4.550.02
	b*	-2.120.05	5.350.01
ค่าความหนืด (cp)		2,200	1,805

ค่าสี

ผลการวิเคราะห์ค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน เท่ากับ 40.940.20 โดยค่า L* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness) เมื่อเปรียบเทียบกับนมเปรี้ยวพร้อมดื่มทางการค้าพบว่าค่า L* ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มทางการค้าเท่ากับ 75.160 ซึ่งมีความสว่างที่สูงกว่า สีน้ำเงินของลูกหม่อนส่งผลทำให้นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนมีสีเข้มจึงทำให้มีค่าความสว่างในผลิตภัณฑ์น้อย ค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน เท่ากับ 19.700 ซึ่งมีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับนมเปรี้ยวพร้อมดื่มทางการค้า (4.550) ส่วนค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน เท่ากับ -2.120 ค่า b* ที่เป็น– เป็นผลมาจากรงควัตถุจำพวกแอนโทไซยานิน *(Antosiyanin)* ซึ่งเป็นรงควัตถุสีม่วง (อรุษา เชาวลิขิต, 2554)

ค่าความหนืด

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน พบว่า นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนมีค่าความหนืดเท่ากับ 2,200 เซนติพอยด์ มากกว่าความหนืดของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มทางการค้า โดยความหนืดของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มทางการค้าที่ทำจากนมโค มีค่าเท่ากับ 1,805 เซนติพอยด์ ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มขึ้นอยู่กับอัตราส่วนปริมาณของส่วนผสมและเกิดจากการเติมเพคติน ซึ่ง ทำหน้าที่ป้องกันการตกตะกอนของนมเปรี้ยว (วัชระ เวียงแก้ว, 2550) นมเปรี้ยวพร้อมดื่มทางการค้ามีค่าความหนืดน้อยกว่าเนื่องจากผลิตภัณฑ์ทางการค้ามีความเจือจางมากกว่าและไม่มีส่วนผสมของเพคติน นอกจากนี้ ความหนืดยังมีส่วนสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งในน้ำนมที่แตกต่างกัน ซึ่งนมแพะมีของปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 14.2 ส่วนนมโคจะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 12.1 (ธันวา ไวยบท, 2552) และงานวิจัยของนุชเนตร ตาเย๊ะ (2555) รายงานว่านมแพะ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 12.53 จึงทำให้ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากน้ำนมแพะมีค่าค่าความหนืดมากกว่า

2.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมี

คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดแลกติก ปริมาณของแข็งทั้งหมดของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน จากสูตรที่มีอัตราส่วนของปริมาณโยเกิร์ตนมแพะต่อน้ำลูกหม่อนที่ระดับ 70:30 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

คุณลักษณะทางเคมี	นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน	ทางการค้า
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	4.2	4.0
ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละ)	0.86	0.77
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	41.56	14.52

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน เท่ากับ 4.2 มีค่าน้อยกว่านมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากน้ำนมข้าวกล้องพันธุ์หอมมะลิจากงานวิจัยของอำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์และอรชูล กอสะเกต (2552) และมีค่าใกล้เคียงกับนมเปรี้ยวพร้อมดื่มทางการค้าจากน้ำนมโค ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.7 และ 4.00 ตามลำดับ

ปริมาณกรดแลกติก

ปริมาณกรดแลกติกของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มที่ผลิตได้ มีค่าเท่ากับ 0.86 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมเปรี้ยว (มอก. 2146-2546) กำหนดไว้ว่า ปริมาณกรดแลกติกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.6 นอกจากนี้ pH จะส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดที่มีรสเปรี้ยว ซึ่งกรดแลกติกที่ได้จะเกิดจากการใส่หัวเชื้อที่มีเชื้อ *Lactobacillus*

bulgaricus และ *Streptococcus thermophilus* จะช่วยรักษาสมดุลในระบบทางเดินอาหาร เช่น ช่วยลดการเกิดอาการการแพ้น้ำตาลแลคโตส และช่วยลดอาการท้องเสีย เป็นต้น (Warsa, 2001) จึงเป็นผลดีต่อสุขภาพ

ปริมาณของแข็งทั้งหมด

ปริมาณของแข็งทั้งหมดของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน เท่ากับร้อยละ 41.56 มีค่ามากกว่าผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวทางการค้าซึ่งเท่ากับร้อยละ 14.52 อาจเนื่องมาจากปริมาณไขมันและโปรตีนเริ่มต้นในน้ำนม ซึ่งส่งผลต่อปริมาณของแข็งรวมในผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ปริมาณของแข็งในนมแพะมีมากกว่านมโค โดยนมแพะจะมีปริมาณของแข็งร้อยละ 14.2 ส่วนนมโคจะมีปริมาณของแข็งร้อยละ 12.1 (ธันวา ไวยบท, 2552) นอกจากนี้การเสริมแพคตินจะช่วยให้น้ำนมมีความข้นหนืดเพิ่มขึ้นและเกิดเจลมากขึ้น จึงส่งผลให้มีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นอีกด้วย

2.3 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางจุลินทรีย์

ศึกษาคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน ได้แก่ ยีสต์ รา จุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียกรดแลกติกของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4. ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน

คุณลักษณะทางจุลินทรีย์	นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน	มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 2146-2546
จุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำให้เกิดกรด (cfu/g)	10^7	ไม่น้อยกว่า 10^7 (cfu/g)
ยีสต์รา (cfu/g)	30	ไม่เกิน 100 (cfu/g)
แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก (cfu/ml)	2.331×10^4	-

จากตาราง 4 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำให้เกิดกรดมีค่า 10^7 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณยีสต์และรา 1-9 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2146-2546 เรื่องนมเปรี้ยว ที่กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำให้เกิดกรดต้องไม่น้อยกว่า 10^7 โคโลนีต่อกรัม และกำหนดให้พบยีสต์และราได้ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม และจากการตรวจหาแบคทีเรียที่กรดแลกติก พบว่ามีจำนวนเท่ากับ 2.331×10^4 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 353 พ.ศ. 2556 เรื่องนมเปรี้ยว ซึ่งกำหนดไว้ว่าต้องไม่น้อยกว่า 5×10^6 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาการหมักโยเกิร์ตทำให้เจริญได้น้อย

สรุปผลการวิจัย

จากการผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน เริ่มต้นโดยการเตรียมส่วนผสมจากน้ำลูกหม่อนและโยเกิร์ตจากนมแพะบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน ผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน โดยผสมน้ำลูกหม่อน 100 มิลลิลิตร (ลูกหม่อนต่อน้ำสะอาด 190/300 กรัมต่อมิลลิลิตร) เพคติน 0.3 กรัม และน้ำตาล

ทราย 30 กรัม พาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที ศึกษาอัตราส่วนของโยเกิร์ตนมแพะต่อน้ำลูกหม่อนแตกต่างกัน 4 ระดับคือ 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 โยเกิร์ตนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนที่ได้ นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่ 2 คืออัตราส่วนที่มีปริมาณโยเกิร์ตนมแพะต่อน้ำลูกหม่อน 70:30 มีคะแนนการยอมรับในด้าน กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด เท่ากับ 5.37, 5.55 และ 5.75 ตามลำดับ จากนั้นผลิตโยเกิร์ตจากสูตรที่ 2 เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อน โดยพบว่า ค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 40.94, 19.70 และ -2.12 ตามลำดับ ค่าความหนืด เท่ากับ 2,200 เซนติพอยด์ ค่าความเป็นกรด-ด่า (pH) เท่ากับ 4.2 ปริมาณกรดแลกติกร้อยละ 0.86 และปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 41.56 ซึ่งคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะผสมน้ำลูกหม่อนเมื่อเปรียบเทียบกับทางการค้ามีค่าที่แตกต่างกัน ส่วนคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ พบว่า จุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำให้เกิดกรด 10^7 cfu/g ยีสต์และรา 30 cfu/g และแบคทีเรียกรดแลกติก เท่ากับ 2.331×10^4 cfu/ml ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2146-2546 การศึกษาครั้งนี้ เปฝ้นเพียงการศึกษาความเป็นไปได้ขั้นต้นในการผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนำนมแพะเสริมน้ำผลไม้เพื่อพัฒนาและเพิ่มมูลค่าน้ำนมแพะซึ่งเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ให้มีรูปแบบที่หลากหลายและเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2556). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่353) พ.ศ. 2556**. นมเปรี้ยว** (On-line) http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P352.pdf, 15 มีนาคม 2562.

ทศพร นามโฮง และเสน่ห์ บัวสนิท. (2559). นมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะ. **วารสารวิชาการรับใช้สังคม มทร.ล้านนา**, 1(1), 1-6.

ธันวา ไวยบท. (2552). **เทคโนโลยีการผลิตโคนม**. นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

นุชเนตร ตาเย๊ะ. (2555). **ผลของสภาวะการทำแห้งแบบพ่นฝอยและวัตถุเจือปนในอาหารต่อ คุณภาพของนมแพะผง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ บัณฑิตมหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วนิดา โอศิริพันธุ์. (2558). การพัฒนานมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากนมแพะ. **วารสารวิจัยรามคำแหง (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี).** 18(1), 1-8.

วัชระ เวียงแก้ว. (2550). **งานวิจัยเรื่องกรรมวิธีการสกัดเพคตินจากเปลือกมะนาวโดยการอบความร้อนสูงด้วยไอน้ำ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2548). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่289) พ.ศ. 2548 **นมเปรี้ยว**. (On-line) http://www.food.fda.moph.go.th, (15 มีนาคม 2562).

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). **นมเปรี้ยว** (มอก.2146/2546). กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม. (On-line) http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS2146-2546.pdf. (19 มีนาคม 2562).

อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์และอรชูล กอสะเกต. (2552). การผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากข้าวกล้อง. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**. 4(1), 34-41.

AOAC.(1999). **Official Methods of Analytical Chemistry (16th ed.)** Arlington. The Association of Official Analytical Chemistry, Inc.

A.O.A.C. (2000). **Offcial Methods of Analytical Chemists. 17th ed**. The Analysis of Association of Official Analytical Chemists, Inc.

Warsa, UC. (2001). The effect of fermented sour milk consumption on the health conditions and the recovery from diarrhea of elementary school pupils. **Jurnal Ilmiah Farmasi.** 5(2), 29-33.

การศึกษาพฤกษเคมีเบื้องต้น และฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดหยาบ ใบ ลำต้น ผล และราก ของคนทีสอทะเล

Preliminary phytochemical study and bgiological activity from the leaves, stems, fruit and root extract of *Vitex rotundifolia* L.f.

ธีรยุทธ์ ศรียาเทพ[1*], จิรภา คงเขียว[1], ธิดารัตน์ ทองคำ[2], วัชระ เซ่งก่อกูล[2], ศิริวรรณ อมรกิจ[2]

บทคัดย่อ

จากการศึกษาพฤกษเคมีเบื้องต้น และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจาก ใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล พบว่าพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจาก ใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล พบสารกลุ่มอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ คาร์ดิแอคไกลโคไซด์ และ เทอร์พีนอยด์ ในส่วนสกัดใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล พบสารกลุ่มแอนทราควิโนน คูมาริน เทอร์พีนอยด์ ในส่วนสกัด ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล พบสารกลุ่มแทนนิน ในส่วนสกัดใบ ลำต้น และผลคนทีสอทะเล พบสารกลุ่ม โฟลบาแทนนิน ในส่วนสกัดลำต้น และรากคนทีสอทะเล และพบสารกลุ่มซาโปนิน ในส่วนสกัดใบคนทีสอทะเล ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม พบว่าสารสกัดจากรากคนทีสอทะเลมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ ลำต้น ใบและผลคนทีสอทะเล ที่ค่า 150.50±4.98, 148.27±4.49, 83.16±1.89, 69.37±1.12 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบตามลำดับ และการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม พบว่าปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดจากใบคนทีสอทะเลมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ ราก ลำต้นและผลคนทีสอทะเล ที่ค่า 453.33±9.26, 372.00±12.00, 229.33±12.22, 221.33±12.22 มิลลิกรัมสมมูลกรดเควอซิทินต่อกรัมสารสกัดหยาบตามลำดับ ส่วนการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ α-glucosidase พบว่าสารสกัดจากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล ไม่แสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α-glucosidase

คำสำคัญ : คนทีสอทะเล พฤกษเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพ α-glucosidase

[1]อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเคมีอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

*Corresponding Author. E-mail: teerayut.sr@skru.ac.th

Abstract

The preliminary phytochemical study and biological activity *Vitex rotundifolia* L.f. leaves, stems, fruits and roots extracts. Chemical composition testing alkaloids, flavonoids, cardiac glycosides and terpenoids were found from all of part of *V. rotundifolia* L.f. while anthraquinones, coumarins, terpenoids were observed from stems, fruits, and roots. Tannins were observed from leaves, stems and fruits. Phlobatannins were observed from stems and roots. Saponin were observed from leaves. The total phenolic content found that the roots extracts showed highest content. followed the stems, leaves and fruits of the *V. rotundifolia* L.f., with equilibrium value of 150.50±4.98, 148.27±4.49, 83.16±1.89, 69.37±1.12 mg GAE/g extract respectively. The total flavonoid content founded that the leaves extracts showed highest content followed the roots, stems and fruits of the *V. rotundifolia* L.f., with equilibrium value of 453.33±9.26, 372.00±12.00, 229.33±12.22, 221.33±12.22 mg QE/g extract respectively. The α-glucosidase inhibitory activity of all extracts showed inactive.

Keywords : Vitex rotundifolia L.f. , phytochemicals , biological activities , α-glucosidase

บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกให้ความสนใจกับพืชสมุนไพรเป็นอย่างมาก ทั้งในด้านอุตสาหกรรมยา อาหาร และเครื่องสำอาง เนื่องจากพืชสมุนไพรเป็นแหล่งสารพฤกษเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญและมีประโยชน์ ตัวอย่าง เช่น แอนทราควิโนน (anthroquinones) เป็นสารที่นำมาใช้เป็นยาระบาย และใช้ทาภายนอกแก้โรคผิวหนัง [1] นอกจากนี้แอนทราควิโนนยังใช้เป็นวัสดุเริ่มต้นของสารย้อมสี และในอุตสาหกรรมกระดาษจะใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเพิ่มผลผลิตของเยื่อกระดาษ อีกทั้งช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใย [13] แอลคาลอยด์ (alkaloids) มีฤทธิ์ต้านอักเสบและต้านมะเร็ง [2] คูมาริน (coumarins) มีประโยชน์ในการใช้เป็นสารแต่งกลิ่น ใช้เป็นยาบำรุงเลือด ช่วยป้องกันการแข็งตัวของเลือด แทนนิน (tannins) มีประโยชน์ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง และยังใช้เป็นยาฝาดสมาน เป็นต้น และด้วยสภาวะแวดล้อมในธรรมชาติมลพิษต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน และการกินอยู่เปลี่ยนไปสู่ระบบบริโภคนิยม ยึดติดในรูป เสียง กลิ่น รสสัมผัส จึงนำพาให้มนุษย์สมัยใหม่มีความเสื่อมถอยของสุขภาพอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคมะเร็ง และอีกหนึ่งโรคที่มีความสำคัญอย่างยิ่งคือ โรคเบาหวาน และภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานที่เกิดขึ้น จากการสำรวจสุขภาพประชาชนไทย โดยการตรวจร่างกายในประชากรไทย อายุ 15 ปีขึ้นไป พบว่าผู้ป่วยโรคเบาหวาน ในปี พ.ศ.2557 เพิ่มสูงขึ้นเป็นร้อยละ 8.8 คิดเป็น 4.8 ล้านคน [3] ยาที่ใช้ในการรักษามีทั้งชนิดรับประทานและชนิดฉีด ตัวอย่างยา เช่น ยากลุ่มซัลโฟนิลยูเรีย (sulfonylureas) ได้แก่ ไกลเบนคลาไมด์ (glibenclamide) ไกลคลาไซด์ (gliclazide) ไกลพีไซด์ (glipezide) ซึ่งออกฤทธิ์ในการกระตุ้นเบต้าเซลล์ให้หลั่งอินซูลินมากขึ้น ช่วยให้เนื้อเยื่อตอบสนองต่ออินซูลินเพิ่มขึ้น แต่มักทำให้เกิดอาการข้างเคียง ได้แก่ มีผื่นตามผิวหนัง คลื่นไส้ อาเจียน เม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดต่ำ เป็นต้น [4] การนำพืชสมุนไพรมารักษาโรคเบาหวานจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นิยมในปัจจุบัน

คนทีสอทะเล (*Vitex rotundifolia* L.f.) จัดอยู่ในวงศ์ LAMIACEAE มีลักษณะเป็นไม้เลื้อย สูงประมาณ 50 เซนติเมตร ใบจะเป็นใบประกอบชนิดมีใบย่อยใบเดียว เรียงตรงข้ามรูปวงรี มีดอกเป็นดอกช่อ กลีบดอกมีสีม่วง และผลเป็นผลสดเดี่ยว มีลักษณะกลม ในประเทศไทยจะพบได้มากทางภาคใต้ โดยมักขึ้นทั่วไปตามป่าชายเลน และชายฝั่งทะเล ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ดและวิธีการตอนกิ่ง ซึ่งใบมีสรรพคุณในการบำรุงธาตุในร่างกาย ขับเสมหะ แก้โรคผิวหนังผื่นคัน ฆ่าเชื้อรา กลากเกลื้อน ชันนะตุ ลำต้นใช้เป็นยาแก้ลม ขับเสมหะ แก้ตัวพยาธิ แก้อาการฟกช้ำบวม ผลใช้เป็นยาขับเสมหะ แก้หอบหืด ไอ แก้ไข้หวัด ไข้ป่า รักษาแผลในกระเพาะอาหาร รักษาโรคเอดส์ รากใช้เป็นยาขับประจำเดือนของสตรี รักษาโรคตับ และทางภาคใต้นิยมใช้ใบคนทีสอทะเลมาเป็นส่วนประกอบในการทำขนม



รูปภาพที่ 1 แสดงลักษณะส่วนต่าง ๆ ของคนทีสอทะเล **A** (ใบ) **B** (ลำต้น) **C** (ผล) และ **D** (ราก)

คนทีสอทะเลเป็นพืชสมุนไพรที่พบเจอได้ง่ายบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย แต่ผู้คนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยรู้จักที่จะนำมาใช้ประโยชน์ อีกทั้งในปัจจุบันยังมีรายงานข้อมูลที่เกี่ยวกับสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพของคนทีสอทะเลไม่มากนัก และจากการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลทางวิชาการของพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกัน พบสารสำคัญในกลุ่มของ lignans และสารในกลุ่ม terpenoids เป็นต้น [14-15] ยังมีรายงานการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ พบสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อมาลาเรีย ยับยั้งเชื้อแบคทีเลียและมียังมีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งชนิดต่าง ๆ [16-17] ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาพฤกษเคมีเบื้องต้น และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม การผลิตยารักษาโรค เครื่องสำอาง หรืออุตสาหกรรมอาหาร อีกทั้งยังเป็นการเผยแพร่คุณประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้กับพืชสมุนไพรในท้องถิ่น และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้ผู้ที่สนใจได้นำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือ/อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) บริษัท BUCHI, Switzerland, เครื่อง UV-Vis spectrophotometer บริษัท Bara Scientific, เครื่องส่องรังสีเหนือม่วง บริษัท EUROX V70, อ่างควบคุมอุณหภูมิ(Water bath)

2. กระดาษกรอง (Filter Papers) ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner) กรวยแยก (Separating Funnel) แผ่น TLC (Thin-Layer Chromatography) กรวยกรอง (funnel) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง และเครื่องแก้วพื้นฐาน

3. สารเคมีที่สำคัญ ได้แก่ เอทิลอะซิเตต (EtOAc) เอทานอล (EtOH) เมทานอล (MeOH) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) แอมโมเนีย (NH_3) รีเอเจนต์ดราเจนดรอฟฟ์ (Dragendorff’s reagent) รีเอเจนต์แวกเนอร์ (Wagner’s reagent) รีเอเจนต์เมเยอร (Mayer’s reagent) ผงสังกระสี (Zinc Metal), กรดไฮโดรคลอริก (HCl) เฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ไดคลอโรมีเทน (CH_2Cl_2) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) คแลอโรฟอร์ม ($CHCl_3$) กรดแอซีติก (CH_3COOH) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ฟอร์มาลดีไฮด์ (CH_2O) น้ำปูนใส ($Ca(OH)_2$) โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) สารมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) สารมาตรฐานเควซิทิน (Quercetin) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) Folin-Ciocalteu’s reagent, โซเดียมไนไตรท์ ($NaNO_2$) และอะลูมิเนียมคลอไรด์ ($AlCl_3$) โดยสารเคมีที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นสารเคมีเกรดวิเคราะห์ (AR grade)

การเตรียมตัวอย่างใบ ลำต้น ผล และรากของต้นคนทีสอทะเล

เก็บตัวอย่างพืชเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2562 จากชายหาดทะเลอ่าวไทย หมู่ที่ 1 ตำบลกระดังงา อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา พิกัด (7.5274024,100.4310368) แยกเป็นส่วนใบ ลำต้น ผล และราก ล้างแต่ละส่วนให้สะอาด นำมาทำการสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วตากลมให้แห้ง

การสกัดสารตัวอย่าง

นำตัวอย่างพืชแต่ละส่วนสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วตากลมให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3-4 วัน จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก ได้ส่วนใบ 1000 กรัม ลำต้น 800 กรัม ผล 900 กรัม และราก 1000 กรัม ตามลำดับ นำพืชแต่ละทสกัดกับ เมทานอล ด้วยวิธีการแช่หมักที่อุณหภูมิห้อง ปิดฝาทิ้งไว้เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นทำการกรองสารละลายของแต่ละส่วนโดยการกรองผ่านสำลี นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ จะได้สารสกัดหยาบของแต่ละส่วน ชั่งน้ำหนักของสารสกัดหยาบแต่ละส่วน ได้ส่วนสกัดหยาบจากใบ ลำต้น ผล และรากหนัก 263.56 กรัม 36.15 กรัม 73.63 กรัม และ 47.23 กรัม ตามลำดับ

นำสารสกัดหยาบที่ได้มาทำการสกัดซ้ำอีกครั้งด้วยวิธีแยกชั้น โดยใช้กรวยแยก ด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตทำซ้ำ 3 ครั้งของแต่ละตัวอย่าง หลังจากนั้นนำสารละลายในชั้นเอทิลอะซิเตตที่ได้ไประเหยให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ได้ปริมาณสารสกัดหยาบของแต่ละส่วนดังนี้ สารสกัดจากใบ 81.12 กรัม ลำต้น 9.76 กรัม ผล 30.72 กรัม และราก 9.33 กรัม เมื่อได้ส่วนสกัดหยาบของแต่ละส่วนแล้วนำส่วนสกัดหยาบของแต่ละส่วนไปทดสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นและนำไปทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α-glucosidase

การทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้น

1. การตรวจสอบสารกลุ่มอัลคาลอยด์ (Alkaloids)

1.1 ทดสอบกับ Dragendorff’s reagent: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 10 % H_2SO_4 ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่นบนอ่างน้ำร้อน 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออก แล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้องนำของเหลวที่ได้ จากการกรองไปหยดด้วยสารละลายดราเจนดอร์ฟ จำนวน 5 หยด เขย่า สังเกตผลการทดลอง ถ้าปรากฏตะกอนสีส้มแดงหรือน้ำตาล แสดงว่าพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์

1.2 ทดสอบกับ Wagner’s reagent: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 10 % H_2SO_4 ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่นบนอ่างน้ำร้อน 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออก แล้วตั้งทิ้งไว้ให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้องนำของเหลวที่ได้ จากการกรองไปหยดด้วยสารละลายเวกเนอร์ จำนวน 5 หยด เขย่า สังเกตผลการทดลอง ถ้าปรากฏตะกอนสีน้ำตาล แสดงว่าพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์

1.3 Mayer’s reagent: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 10 % H_2SO_4 ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่นบนอ่างน้ำร้อน 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออก แล้วตั้งทิ้งไว้ให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำของเหลวที่ได้จากการกรองไปหยดด้วยสารละลายเมเยอร์ จำนวน 5 หยด เขย่า สังเกตผลการทดลอง ถ้าปรากฏตะกอนสีขาวหรือครีม แสดงว่าพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์

2. การตรวจสอบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids)

2.1 ทำปฏิกิริยากับ Cyanidin reaction: ชั่งสารสกัดใส่หลอดทดลอง 2 หลอด หลอดละ 0.02 กรัม เติม 50% เอทานอล ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง หลอดที่ 1 ใส่ผงแมกนีเซียม 0.5 กรัม และหลอดที่ 2 ใส่ ผงสังกะสี ชิ้นเล็ก ๆ 1 ชิ้น จากนั้นนำทั้ง 2 หลอด หยด HCl 1 N จำนวน 4 หยด และ เติม conc. HCl 5 หยด นำสารทั้ง 2 หลอดไปอุ่นบนอ่างน้ำร้อน 5 นาที สังเกตผลการทดลอง ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้ม แสดงว่าพบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์

2.2 ทดสอบกับ Ferric chlorids: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม หยด $FeCl_3$ 1% w/v 5 หยด สังเกตผลการทดลอง ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินหรือเขียว แสดงว่าพบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์

2.3 ทำปฏิกิริยากับด่าง (NH_4OH): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติม Ethanol ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติม NH_4OH ลงไปทีละหยด สังเกตสี ดังนี้ สารกลุ่มฟลาโวนอลจะปรากฏเป็นสีแดงถึงแดงเข้มหรือแดงเลือดหมู สารกลุ่มแอนโทโซยานิดินปรากฏสีแดงอมส้มถึงแดงอมน้ำเงิน สารกลุ่มฟลาโวนปรากฏสีส้มถึงแดง สารกลุ่มคาทีชินปรากฏสีน้ำเงินหรือเขียว สารกลุ่มฟลาโวโนนไกลโคไซด์จะปรากฏเป็นสีแดงเข้มถึงแดงอมม่วง สารกลุ่มลิวโคแอนโซไซยานิดินจะปรากฏสีแดงหรือม่วง และสารกลุ่มฟลาโวโนนอิสระบางชนิด จะปรากฏเป็นสีเขียวหรือน้ำเงิน

3. การตรวจสอบสารกลุ่มแอนทราควิโนน (Anthraquinone)

3.1 ทดสอบกับ Bomtrager test: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย10% H_2SO_4 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่า ให้เข้ากัน แล้วนำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อน เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำมากรองขณะร้อนแยกส่วนที่ไม่ละลายออก แล้วทิ้งไว้ให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำของเหลวที่ได้จากการกรองแล้ว ไปสกัดกับไดคลอโรมีเทน ปริมาตร 3 มิลลิลิตร โดยใช้กรวยแยก เขย่า แล้วตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้น ไขชั้นไดคลอโรมีเทนใส่หลอดทดลอง หยดสารละลาย 10% NH_3 5 หยด เขย่า สังเกตผลการทดลอง ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีชมพู แสดงว่าพบสารกลุ่มแอนทราควิโนน

3.2 ทดสอบกับ Modified Borntragers test: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 10% H_2SO_4 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่า ให้เข้ากัน แล้วเติม 5% $FeCl_3$ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นนำมากรอง นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ไปสกัดดวยวิธีแยกชั้น โดยใช้กรวยแยกด้วยตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน ปริมาตร 3 มิลลิลิตร นำชั้นไดคลอโรมีเทนใส่หลอดทดลอง หยดสารละลาย 10% NH_3 จำนวน 5 หยด เขย่า สังเกตผลการทดลอง ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีชมพู แสดงว่าพบสารกลุ่มแอนทราควิโนน

4. การตรวจสอบสารกลุ่มคูมาริน (Coumarin)

ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติม 50% เอทานอล 1 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้ จากการกรองเติมสารละลาย 6M NaOH ปริมาตร 1 มิลลิลิตรเขย่า สังเกตผลการทดลอง ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้ม แสดงว่าพบสารกลุ่มคูมาริน

4.1 ทดสอบสารกลุ่มคูมารินชนิดที่ระเหยได้: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 50% เอทานอล 1 มิลลิลิตร เขย่า นำไปให้ความร้อนโดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ แล้วนำกระดาษกรองที่ชุบด้วยสารละลาย 6 M NaOH สารละลาย 6 M KOH และสารละลาย 6 M NH_4OH มาอังบริเวณปากหลอดของสารทดสอบ จากนั้นนำกระดาษกรองไปส่องภายใต้แสง

อัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร สังเกตการเรืองแสงสีเขียวบนกระดาษกรอง และที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร สังเกตการเรืองแสงสีน้ำเงินหรือสีเขียวบนกระดาษกรอง ถ้าปรากฏการเรืองแสงสีน้ำเงินหรือสีเขียว แสดงว่าพบสารกลุ่มคูมารินชนิดที่ระเหยได้

4.2 ทดสอบสารกลุ่มคูมารินชนิดที่ระเหยไม่ได้: จุดสารสกัดลงบนแผ่น TLC ให้ห่างจากขอบล่างขึ้นมาประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร นำแผ่น TLC ไปจุ่มลงในบีกเกอร์ที่มีตัวทำละลายที่เป็นตัวชะ โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิดคือ Toluene : Acetone : $CHCl_3$ อัตราส่วน 4.0 : 2.5 : 3.5 ใส่ไว้เพียงเล็กน้อย โดยให้ระดับตัวทำละลายสูงไม่เกินระดับที่จุดสารตัวอย่าง แล้วปิดด้วยกระจกนาฬิกา คอยสังเกตการเคลื่อนที่ของตัวทำละลายที่ซึมขึ้นด้านบนของแผ่น TLC เมื่อมาเกือบถึงปลายด้านบนของแผ่น TLC ให้เอาแผ่น TLC ออก พ่นด้วยสารละลาย 6 M NaOH นำแผ่น TLC ไปส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร สังเกตจุดเรืองแสงบนแผ่น TLC ถ้าปรากฏการเรืองแสงสีน้ำเงินหรือสีเขียว แสดงว่าพบสารกลุ่มคูมารินชนิดที่ระเหยไม่ได้

5. การตรวจสอบสารกลุ่มซาโปนิน (Saponins)

5.1 ทดสอบการเกิดฟอง: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อน เป็นเวลา 5 นาที ปิดจุกยางแล้ว เขย่า 1 นาที สังเกตฟอง ถ้าปรากฏฟองนาน 30 นาที แสดงว่าพบสารกลุ่มซาโปนิน

5.2 ทดสอบสารกลุ่ม Saponins ประเภท terpenoids และ steroids: ชั่งสารสกัด 0.05 กรัม เติมสารละลาย 70% เอทานอล 5 มิลลิลิตร เขย่า แล้วเติม 0.2 M H_2SO_4 10 มิลลิลิตร นำไปต้มเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทใส่กรวยแยก เติมคลอโรฟอร์ม 10 มิลลิลิตร เขย่า แล้วตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้น ไขชั้นคลอโรฟอร์มใส่หลอดทดลอง เติม Na_2SO_4 จนสารละลายใส จากนั้นเติมกรด CH_3COOH แล้วเติม conc. H_2SO_4 2 มิลลิลิตร สังเกตผลการทดลอง ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง แสดงว่าพบสารกลุ่ม terpenoids saponins และถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียว แสดงว่าพบสารกลุ่ม steroids saponins

6. การตรวจสอบสารกลุ่มแทนนิน (Tannins): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อน เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำมากรองขณะร้อนแยกส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรองแล้ว หยด 10% NaCl 3 หยด แล้วแบ่งสารละลายออกเป็น 3 หลอด หลอดละ 1 มิลลิลิตร หลอดที่ 1 หยด 1% $FeCl_3$ 5 หยด เขย่า สังเกตผลการทดลอง ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวดำหรือสีน้ำเงินดำ แสดงว่าพบสารกลุ่มแทนนิน หลอดที่ 2 หยด 40% CH_2O 3 หยด และหยด 1% HCl 6 หยด สังเกตตะกอน ถ้าเกิดตะกอนสีแดงหรือสีชมพู แสดงว่าพบสารกลุ่มแทนนิน หลอดที่ 3 หยดน้ำปูนใส 5 หยด สังเกตตะกอน ถ้าเกิดตะกอนสีเทาแกมน้ำเงิน แสดงว่าพบสารกลุ่มแทนนิน

7. การตรวจสอบสารกลุ่มโฟลบาแทนนิน (Phlobatannins): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อน เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำมากรองขณะร้อนแยกส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรองแล้ว หยด 10% HCl 5 หยด เขย่า แล้วนำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อน เป็นเวลา 5 นาที สังเกตผลการทดลอง ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงินดำ แสดงว่าพบสารกลุ่มโฟลบาแทนนิน

8. การตรวจสอบสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (Terpenoids)

8.1 ทดสอบเทอร์พีนอยด์: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมคลอโรฟอร์ม 1 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติม conc. H_2SO_4 0.5 มิลลิลิตร สังเกตผลการทดลอง ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริก แสดงว่าพบสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์

8.2 ทดสอบกับ Salkowski: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม ไปสกัดด้วยวิธีแยกชั้น โดยใช้กรวยแยกด้วยตัวทำละลาย ether 4 มิลลิลิตร แล้วนำชั้น ether ใส่หลอดทดลอง 3 มิลลิลิตร เติมคลอโรฟอร์ม 2 มิลลิลิตร จากนั้นเติมconc. H_2SO_4

สังเกตผลการทดลอง ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริก แสดงว่าพบสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์

9. การตรวจสอบสารกลุ่มสเตียรอยด์ (Steroids): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมคลอโรฟอร์ม 2 มิลลิลิตร เขย่า ให้เข้ากัน กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติม CH_3COOH 0.5 มิลลิลิตร เขย่า แล้วหยด conc. H_2SO_4 3 หยด สังเกตผลการทดลอง ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินหรือน้ำเงินเขียว แสดงว่าพบสารกลุ่มสเตียรอยด์

10. การตรวจสอบสารกลุ่มคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ (Cardiac glycosides): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม 2 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง หยดสารละลาย 1% $FeCl_3$) 5 หยด เขย่า แล้วหยด CH_3COOH 5 หยด เขย่า และค่อย ๆ เติม conc. H_2SO_4 0.5 มิลลิลิตร สังเกตผลการทดลอง ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริก แสดงว่าพบสารกลุ่มคาร์ดิแอคไกลโคไซด์

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมเมทานอล 1 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลาย แล้วกรองส่วนที่ไม่ละลายออก จากนั้นปิเปตสารละลาย 0.4 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติม 10% Folin-Ciocalteu's reagent 2 มิลลิลิตร เขย่า ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เติมNa_2CO_3 1.6 มิลลิลิตร เขย่าเล็กน้อย วางในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวม

การหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม

ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม ละลายด้วยเมทานอล แล้วกรองส่วนที่ไม่ละลายออก จากนั้นปิเปตสารละลาย 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร เติม $NaNO_2$ 0.15 มิลลิลิตร เขย่าเล็กน้อย จากนั้นเติม $AlCl_3$ 0.15 มิลลิลิตร เขย่าเล็กน้อย ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เติมน้ำกลั่น 2.2 มิลลิลิตร เขย่าเล็กน้อย นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α-glucosidase

การทดสอบการยับยั้งเอนไซม์ α-glucosidase [20] โดยการทดสอบจะละลายสารตัวอย่างด้วยสารมาตรฐานร้อยละ 5 ของ DMSO ใน Phosphate buffer (pH 6.8-7) ให้มีความเข้มข้น 100-1000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ขั้นตอนในการทดสอบ เติมสารตัวอย่าง 60 ไมโครลิตร พร้อมทั้งสารละลายแอลฟา-กลูโคซิเดส (0.35 หน่วย/มิลลิลิตร) 50 ไมโครลิตร ลงในไมโคเวลเพลท บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติมสารละลายตั้งต้น ได้แก่ 4-nitrophenyl-*D*-glucopyranoside (1.5 ไมโครโมลาร์) ปริมาณ 50 ไมโครลิตร พร้อมบ่มต่ออีก 20 นาทีหยุดการดำเนินของปฏิกิริยาโดยเติม $NaCO_3$ ปริมาณ 100 ไมโครลิตรลงในแต่ละหลุมวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร โดยเครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลทคำนวณร้อยละการยับยั้งและหาค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งได้ครึ่งหนึ่ง IC_{50} ทุกการทดสอบทำซ้ำ 3 ครั้ง

ผลการวิจัย

จากการศึกษาพฤกษเคมีจากสารสกัดหยาบจากส่วนใบ (ของเหลวหนืดสีเขียวดำ) ลำต้น (ของเหลวหนืดสีน้ำตาลอมเหลือง) ผล (ของเหลวหนืดสีเหลือง) และราก (ของเหลวหนืดสีน้ำตาลอมส้ม) ของคนทีสอทะเล และน้ำหนักของสาร

สกัดจากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล ที่สกัดด้วยเมทานอลมีค่าเท่ากับ 263.56 36.15 73.63 47.23 และเอทิลอะซิเตต มีค่าเท่ากับ 81.12 9.76 30.72 และ 9.33 กรัม ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพและปริมาณสารที่สกัดได้ (Yield) ของสารสกัดหยาบจากส่วนใบ ลำต้น ผล และรากของคนทีสอทะเล ที่สกัดด้วยเมทานอลและเอทิลอะซิเตต

ส่วนสกัดคนทีสอทะเล	ลักษณะสารสกัดหยาบที่ได้	สารสกัดหยาบเมทานอล		สารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตต	
		น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละผลิต[a]	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละผลิต[a]
ใบ	ของเหลวหนืด สีเขียวดำ	263.56	26.35	81.12	8.11
ลำต้น	ของเหลวหนืด สีน้ำตาลเหลือง	36.15	3.62	9.76	1.22
ผล	ของเหลวหนืด สีเหลือง	73.63	7.36	30.72	3.41
ราก	ของเหลวหนืด สีน้ำตาลอมส้ม	47.23	4.72	9.33	0.93

a หมายถึง ร้อยละโดยน้ำหนักของสารสกัดเทียบกับน้ำหนักพืชแห้ง

จากตารางที่ 1 พบว่าสารสกัดจากใบคนทีสอทะเลที่สกัดจากเอทิลอะซิเตต ได้ปริมาณมากที่สุดร้อยละ 8.11 รองลงมาคือสารสกัดจากผล ลำต้น และรากคนทีสอทะเล ซึ่งได้ปริมาณร้อยละ 3.41 1.22 และ 0.93 ตามลำดับ

การทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้น

การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 10 กลุ่ม ได้แก่ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน โฟลบาแทนนิน เทอร์พีนอยด์ สเตอรอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ อาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบพฤกษเคมีของสารสกัดหยาบจากส่วนใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล

สารพฤกษเคมี	วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ			
		ใบ	ลำต้น	ผล	ราก
อัลคาลอยด์	ทดสอบด้วย Dragendorff’s reagent	+	+	++	+
	ทดสอบด้วย Wagner’s reagent	+	+	++	+
	ทดสอบด้วย Mayer’s reagent	+	+	+	+
ฟลาโวนอยด์	ปฏิกิริยา Cyanidin reaction (สังกะสี)	+	+	+	+
	ปฏิกิริยา Cyanidin reaction (แมกนีเซียม)	+	+	+	+
	ทดสอบด้วย Ferric chlorids, $FeCl_3$ 1% w/v	+	++	++	+
	เกิดปฏิกิริยากับด่าง (NH_4OH)	+	+	+	++
แอนทราควิโนน	Bomtrager test	-	+	+	+
	Modified Borntragers test	-	+	+	+++
คูมาริน	คูมารินรวม	-	++	+	++
	คูมารินที่ระเหยได้	-	+	+	+
	คูมารินที่ระเหยไม่ได้	-	++	+	++

สารพฤกษเคมี	วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ			
		ใบ	ลำต้น	ผล	ราก
ซาโปนิน	ทดสอบการเกิดฟอง	++	-	-	-
	terpenoids Saponins	+	-	-	-
	steroids Saponins	-	-	-	-
แทนนิน	ทดสอบด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์ (1% $FeCl_3$)	+	++	+	-
	ทดสอบด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ (40% CH_2O)	-	-	-	-
	ทดสอบด้วยน้ำปูนใส	+	+	+	-
โฟลบาแทนนิน	โฟลบาแทนนิน	-	+	-	+
เทอร์พีนอยด์	เทอร์พีนอยด์	+	+++	++	+
	ทดสอบ Salkowski	+	++	+	+
สเตอรอยด์	สเตอรอยด์	-	-	-	-
คาร์ดิแอคไกลโคไซด์	คาร์ดิแอคไกลโคไซด์	++	+++	++	+

หมายเหตุ +++ คือ ตรวจพบปริมาณมาก, ++ คือ ตรวจพบปริมาณปานกลาง, + คือ ตรวจพบปริมาณน้อย, - คือ ตรวจไม่พบ

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการทดสอบพฤกษเคมีของสารสกัดหยาบจากใบคนทีสอทะเล สามารถตรวจพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน แทนนิน เทอร์พีนอยด์ และคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ โดยพบซาโปนินและคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ในปริมาณปานกลาง และพบอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แทนนิน และเทอร์พีนอยด์ในปริมาณน้อย สารสกัดหยาบจากลำต้นคนทีสอทะเล ตรวจพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมารินแทนนิน โฟลบาแทนนิน เทอร์พีนอยด์ และคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ โดยพบเทอร์พีนอยด์ และคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ในปริมาณมาก พบคูมารินและฟลาโวนอยด์ในปริมาณปานกลาง และพบอัลคาลอยด์ แอนทราควิโนน แทนนินโฟลบาแทนนินในปริมาณน้อย สารสกัดหยาบจากผลคนทีสอทะเล ตรวจพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน แทนนิน เทอร์พีนอยด์ และคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ โดยพบอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์เทอร์พีนอยด์ และคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ในปริมาณปานกลาง และพบแอนทราควิโนน คูมาริน และแทนนินในปริมาณน้อยและสารสกัดหยาบจากรากคนทีสอทะเล ตรวจพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน โฟลบาแทนนินเทอร์พีนอยด์ และ คาร์ดิแอคไกลโคไซด์ โดยพบแอนทราควิโนน และคูมารินในปริมาณมากพบฟลาโวนอยด์ในปริมาณปานกลาง และพบอัลคาลอยด์ โฟลบาแทนนิน เทอร์พีนอยด์ และคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ในปริมาณน้อย

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม คำนวณได้จากกราฟมาตรฐานแกลลิก ($y = 0.0128x - 0.0043$, $R^2 = 0.9971$) รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล

ส่วนสารสกัดคนทีสอทะเล	ปริมาณสารประกอบฟีนอลกิรวม (mg GAE/g extract)
ใบ	83.16±1.89
ลำต้น	148.27±4.49
ผล	69.37±1.12
ราก	150.50±4.98

จากตารางที่ 3 พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากรากคนทีสอทะเลมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 150.50±4.98 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบ รองลงมาคือ ลำต้นคนทีสอทะเลมีค่าเท่ากับ 148.27±4.49 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบ ใบคนทีสอทะเลมีค่าเท่ากับ 83.16±1.89 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบ และผลคนทีสอทะเลมีค่าเท่ากับ 69.37±1.12 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบ ตามลำดับ

การหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม คำนวณได้จากกราฟมาตรฐานเควอซิทิน (y = 0.0004x, R2 = 1) รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของเควอซิทินต่อกรัมสารสกัด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดจากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล

ส่วนสารสกัดคนทีสอทะเล	ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม (mg QE/g extract)
ใบ	453.33±9.26
ลำต้น	229.33±12.22
ผล	221.33±12.22
ราก	372.00±12.00

จากตารางที่ 4 พบว่าปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดจากใบคนทีสอทะเลมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 453.33±9.26 มิลลิกรัมสมมูลเควอซิทินต่อกรัมสารสกัดหยาบ รองลงมาคือ รากคนทีสอทะเลมีค่าเท่ากับ 372.00±12.00 มิลลิกรัมสมมูลกรดเควอซิทินต่อกรัมสารสกัดหยาบ ลำต้นคนทีสอทะเลมีค่าเท่ากับ 229.33±12.22 มิลลิกรัมสมมูลกรดเควอซิทินต่อกรัมสารสกัดหยาบ และผลคนทีสอทะเลมีค่าเท่ากับ 221.33±12.22 มิลลิกรัมสมมูลกรดเควอซิทินต่อกรัมสารสกัดหยาบ ตามลำดับ

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ α-glucosidase

ตารางที่ 5 แสดงการทดสอบ α-glucosidase

ส่วนสารสกัดคนทีสอทะเล	α-glucosidase	
	% inhibition	IC_{50} (µg/mL)
ใบ	5.73±0.76	Inactive
ลำต้น	1.54±1.00	Inactive
ผล	6.85±1.40	Inactive
ราก	7.31±0.50	Inactive
(+) acarbose	65.41 ± 0.12	

จากตารางที่ 5 พบว่าฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ α-glucosidase สารสกัดจากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเลไม่แสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ α-glucosidase

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สารสกัดจากใบคนทีสอทะเลที่สกัดจากเอทิลอะซิเตต ได้ปริมาณมากที่สุดร้อยละ 8.11 รองลงมา คือ สารสกัดจากผล ลำต้น และรากคนทีสอทะเล ซึ่งได้ปริมาณร้อยละ 3.41 1.22 และ 0.93 ตามลำดับ

จากการศึกษาพฤกษเคมีเบื้องต้น 10 กลุ่มสาร ได้แก่ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน โฟลบาแทนนิน เทอร์พีนอยด์ สเตอรอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ โดยการทดสอบปฏิกิริยาการเกิดสีและการตกตะกอนของสารสกัดจากใบ ลำต้น ผล และรากต้นคนทีสอทะเล โดยพบว่าสารสกัดจากใบมีสารกลุ่ม ซาโปนิน ปริมาณมากสุด แต่ไม่พบสารกลุ่ม ซาโปนิน ที่สกัดด้วยเอทานอล เปรียบเทียบกับรายงานที่รายงานมาแล้วก่อนหน้านี้ [7] สารสกัดจาก ลำต้นพบสารกลุ่ม เทอร์พีนอยด์ มากที่สุดรองลงมาคือสารกลุ่ม แทนนิน คูมาริน และ ฟลาโวนอยด์ สารสกัดจากผล พบสารกลุ่ม อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ และเทอร์พีนอยด์ ปริมาณมากที่สุด และสารสกัดจากส่วนราก พบสารกลุ่ม แอนทราควิโนน มากที่สุดรองลงมาคือสารกลุ่ม คูมาริน และฟลาโวนอยด์ นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากใบไม่พบสารกลุ่ม แอนทราควิโนน โฟลบาแทนนิน และคูมาริน ในส่วนสกัดจากผลไม่พบสารกลุ่ม โฟลบาแทนนิน และซาโปนิน ส่วนสกัดจากลำต้นและรา ไม่พบสารกลุ่ม ซาโปนิน

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากรากคนทีสอทะเลมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ ลำต้น ใบและผลคนทีสอทะเล ที่ค่า 150.50±4.98, 148.27±4.49, 83.16±1.89 และ 69.37±1.12 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบ ตามลำดับ และการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมพบว่าปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดจากใบคนทีสอทะเลมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ราก ลำต้น และผลคนทีสอทะเล ที่ค่า 453.33±9.26, 372.00±12.00, 229.33±12.22 และ 221.33±12.22 มิลลิกรัมสมมูลเควอซิทินต่อกรัมสารสกัดหยาบ ตามลำดับ

จากการนำส่วนสกัดหยาบทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α-glucosidase จากสารสกัดจากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเล ไม่แสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ α–glucosidase ตามตารางที่ 5

ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าหากทำการศึกษาอย่างละเอียดมากขึ้น คนทีสอทะเลนับเป็นพืชทางเลือกหนึ่งที่มีกลุ่มสารพฤกษเคมีที่น่าสนใจ สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม การผลิตยารักษาโรค เครื่องสำอาง หรืออุตสาหกรรมอาหาร อีกทั้งยังเป็นการเผยแพร่คุณประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้กับพืชสมุนไพรในท้องถิ่น และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้ผู้ที่สนใจได้นำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาต่อไปในอนาคต ในการวิจัยครั้งต่อไปจะทำการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจากใบ ลำต้น ผล และรากคนทีสอทะเลเพิ่มเติม เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.ธีรยุทธ์ ศรียาเทพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ที่ได้ให้คำปรึกษาในด้านความรู้และปฏิบัติการ และตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนรายงาน อีกทั้งยังสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยต่าง ๆ ขอขอบคุณอาจารย์นวรัตน์ สีตะพงษ์ ที่ได้ตรวจและแก้ไขรายงานวิจัยฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และที่สำคัญผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเคมี และศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่อนุเคราะห์สารเคมีบางชนิด เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้จนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] สมศักดิ์ นวลแก้ว. (2542). การเปรียบเทียบปริมาณแอนทราควิโนน และรูปแบบไซโมแกรมของไอโซไซม์ ในพืชสกุลแคสเซีย. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต เภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, ค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2557. จากฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.

[2] พิสมัย เหล่าภัทรเกษม. (2548). บทบาทของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ในการป้องกันและรักษามะเร็ง. *ศรีนครินทร์เวชสาร*, 20(3): 180-189.

[3] chatchai nokdee. (2559). เผย"โรคเบาหวาน"มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2563, จาก https://www.thaihealth.or.th/Content/.html

[4] ภาวนากีรติยุตวงศ์. (2544). การส่งเสริมการดแลตนเองในผู้ป่วยเบาหวานในระดับโรงพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาพยาบาลผู้ใหญ่ มหาวิทยาลัยมหิดล.

[5] จันทร์เพ็ญ โคตรภูธร. (2559). การสกัดสารพฤกษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากเพกา. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยบูรพา.

[6] เฉลิมขวัญ จันดี. (2559). พฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านแบคทีเรียของสารสกัดองุ่นป่า. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยบูรพา.

[7] ณัฐชา พัฒนา และคณะผู้จัดทำ. (2557). จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 เรื่องการตรวจสอบสารสำคัญทางพฤกษเคมีเบื้องต้น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้ง แบคทีเรียของสารสกัดใบคนทีสอทะเล. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ,* 17(3), 169-176.

[8] เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. (2549). พฤกษชาติสมุนไพร. นนทบุรี:ศูนย์พัฒนาตำราการแพทย์แผนไทยมูลนิธิการแพทย์แผนไทยพัฒนา.

[9] รัตนา อินทรานุปกรณ์. (2547). การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[10] วัชราภรณ์ ประภาสะโนบล และพิชิต สุดตา. (2560). ฤทธิ์ต้านออกวิเดชัน ปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์และแอลคาลอยด์ของสารสกัดลำต้นนกกระลิงแดง. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,* 45(3), 531-542.

[11] ศรินรัตน์ ฉัตรธีระนันท์, วรางคณา สบายใจ และสิริมาส นิยมไทย. (2556). การทดสอบองค์ประกอบทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของใบข่อยดำ. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 41(3), 723-730.

[12] อุทยานธรรมชาติวิทยาสิรีรุกขชาติ. (2553). คนทีสอทะเล (*Vitex rotundifolia* L.f.). สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2562. จาก http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/newspdf/sirimedinfo/23_th.pdf.

[13] Greatvista Chemicals. (2012). Anthraquinone [Online]. Available: สืบค้น 15 ธันวาคม 2562, จาก http://www.greatvistachemicals.com/industrial_and_specialty_chemicals/anthraquinone.html

[14] Shen, T., Wang, Y., Zhu, Z., Wang, X. & Tian, T. (2019). Lignans and Terpenoids From the Fruits of *Vitex kwangsiensia* and Their Inhibitory Activity on Nitric Oxide Production. *Natural Product Communications.* 1-7.

[15] Ninh, K. B., Nguyen, T. K. T., Tran, M. L., Vu, H. G., Do, T. T., Nguyen, X. N., Bui, H. T., Tran, H. Q., Pham, H. Y., Chau, V. M. & Phan, V. K. (2018). Chemical Constituents of *Vitex trifolia* Leaves. *Natural Product Communications.* 13(2), 129-130.

[16] Aweng, E. R., Hanisah N., Nawi M. A. M., Murni Y. N., & Shamsul M. (2012). Antioxidant activity and phenolic compounds of *Vitex Trifolia* Var, Simplicifolia associated with Anticancer. *Journal of Biological Sciences*, 1(3), 65 – 68

[17] Tiwari, N., Luqman, S., Masood, N. & Gupta, M.M. (2012). Validated high performance thin layer chromatographic method for simultaneous quantification of major iridoids in *Vitex trifolia* and their antioxidant studies. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 61, 207–214.

[18] Peiqi Shi, Wenjun Du, Yuanyuan Wang, Xingxing Teng, Xiaodong Chen, and Lianbao Ye. (2018).Total phenolic flavonoid content, and antioxidant activity of bulbs, leaves, and flowers made from Eleutherine bulbosa (Mill.) Urb. *Food Science & Nutrition*. 7, 148-154.

[19] Suman Chandra, Shabana Khan, Bharathai Avula, Hemant Lata, Min Hye Yang, Mahmoud A. ElSohly, and Ikhlas A. Khan. (2014). Assessment of Total Phenolic and Flavonoid Content, Antioxidant Properties, and Yield of Aeroponically and Conventionally Grown Leafy Vegetables and Fruit Crops:A Comparative study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 23(4), 1-9.

[20] Shai, L.J., Magano, S.R., Lebelo, S.L. and Mogale, A.M. (2011). Inhibitory effects of five medicinal plants on rat alpha-glucosidase: Comparison with their effects on yeast *alpha*-glucosidase. *Jounal of Medicinal Plant Res*. 5:2863–2867.

องค์ประกอบทางพฤกษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจากพลับพลา

Phytochemical screening and biological activity of *Microcos tomentosa* Sm. extracts

ธีรยุทธ์ ศรียาเทพ[1*], ขนิษฐา ศรีภูมราช[2], ชณันญา กัลยากาญจน์[2], รุวัยดา หมีนพราน[2]

Teerayut Sriyatep[1*], Khanittha Sripoomraj[2], Chananya Kallayakan[2], Ruwaida Meenpran[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ทางชีวภาพของส่วนสกัดหยาบจากส่วนใบและกิ่งพลับพลาที่สกัดด้วยเอทิลอะซิเตท พบสารประกอบเคมี 9 ชนิด ได้แก่ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน โฟลบาแทนนิน เทอร์พีนอยด์ สเตอรอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ผลการทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ด้วยวิธี Folin-Ciocaltue และ Aluminum chloride colorimetry ตามลำดับ พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากส่วนใบและกิ่งพลับพลา เท่ากับ 66.72±2.28 และ 311.73±4.22 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากส่วนใบและกิ่งพลับพลาเท่ากับ 319.44±25.45 และ 669.78±16.94 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ และการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของเอนไซม์ α-glucosidase พบว่าสารสกัดส่วนใบของพลับพลา ไม่แสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α – glucosidase สารสกัดส่วนกิ่งของพลับพลาแสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์

α – glucosidase มีค่า IC_{50} เท่ากับ 75.43±1.34 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

คำสำคัญ: พลับพลา สารพฤกษเคมี สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบฟาโวนอยด์ทั้งหมด α-glucosidase

[1]อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเคมีอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

*Corresponding Author. E-mail: teerayut.sr@skru.ac.th

Abstract

The phytochemical composition of ethyl acetate from the leaves and twigs of *Microcos tomentosa* Sm. led to detection chemical composition of 9 compounds except anthaquinones which included alkaloids, flavonoids, coumarins, saponins, tannins, phlobatannins, terpenoids, steroids, and cardiac glycosides. The total phenolic content and flavonoids content were tested by Folin-Ciocaltue and Aluminum chloride colorimetry methods, respectively. The total phenolic compounds of leaves and twigs were found as 66.72±2.28 and 311.73±4.22 milligrams equivalent of gallic acid per gram of extracts, respectively. The total flavonoid compounds were showed 319.44±25.45 and 669.78±16.94 milligrams equivalent of curcitin per gram of extracts, respectively. α-glucosidase inhibitory activity was found that leaves extract showed inactive. However, the twigs extracts showed exhibit the enzyme α - glucosidase with IC_{50} of 75.43 ± 1.34 μg/mL.

Keywords: *Microcos tomentosa* Sm., phytochemicals, total phenolic compound, total flavonoid compound, α-glucosidase

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยพืชสมุนไพรนานาชนิด ซึ่งสมุนไพรเหล่านี้มีความแตกต่างกันในแต่ละเขตพื้นที่ ขึ้นอยู่กับ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ และสิ่งที่น่าสนใจ คือ พืชสมุนไพรพื้นบ้าน ในแต่ละท้องถิ่นมีคุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของตนเอง ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการประกอบอาหาร และเป็นส่วนประกอบในยาสมุนไพรพื้นบ้าน แต่เนื่องจากในสังคมปัจจุบันมีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม [1] โดยการทำการเกษตรสมัยใหม่ การใช้สารเคมี ทำให้เกิดมลพิษ ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้ เกิดโรคภัยไข้เจ็บ ร่างกายขาดภูมิคุ้มกัน เนื่องมาจาก การรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนสารเคมี หรือรับประทานอาหารที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคชนิดต่าง ๆ เช่น โรคเรื้อรังที่พบได้บ่อยที่ที่สุดโรคหนึ่ง คือโรคเบาหวาน พบมากในคนอายุมากกว่า 35 ปีขึ้นไป อาจทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนได้ เช่น ภาวะไตวายเรื้อรัง ตาบอดความผิดปกติของเส้นประสาท การตัดนิ้วเท้า (Limpamputation) โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคอาหารเป็นพิษ เป็นต้น ก่อให้เกิดความพิการหรือเสียชีวิตได้ ดังนั้น ทุกคนจึงให้ความสนใจและตระหนักถึงความสำคัญของพืชผักสมุนไพรพื้นบ้าน จึงมีการทดลองวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และได้พิสูจน์ว่าในอาหาร พืช ผักและผลไม้มีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคและสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ สารที่มีฤทธิ์การยับยั้งของเอนไซม์ α-glucosidase เป็นต้น

พืชสมุนไพรเป็นผลผลิตจากธรรมชาติที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้เป็นประโยชน์และมีบทบาท ในการดูแลด้านสุขภาพของผู้บริโภคทั้งในด้านการป้องกันโรคและการรักษาโรคต่าง ๆ ในปัจจุบันโรคบางชนิดสามารถรักษาด้วยยาแผนปัจจุบันได้ แต่อาจเกิดผลข้างเคียงตามมา จากสาเหตุของสารเคมีที่ประกอบอยู่ในตัวยา และมีราคาค่อนข้างสูงจึงให้มีผู้สนใจหันมาใช้สมุนไพรแทนในการดูแลรักษาสุขภาพ

พลับพลา ชื่อวิทยาศาสตร์ *Microcos tomentosa* Sm. จัดอยู่ในวงศ์ชบา (Malvaceae) มีชื่อท้องถิ่นอื่นๆว่า พลับพลา (ภาคกลาง) น้ำลายควาย พลา พลาขาว พลาลาย จือมือแก (ภาคใต้) กอม กะปกกะปู คอมพลาลาย สากกะเบือดงสากกะเบือละว้า หมากหอม (ภาคเหนือ) คอมเกลี้ยง พลองส้ม (ภาคตะวันออก) มลาย (ภาคตะวันออกเฉียงใต้) หมากหอมก้อมส้ม คอมส้ม (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เป็นต้น มีสรรพคุณใช้รักษาและป้องกันการเกิดโรคได้ เช่น แก่นช่วยแก้

หีดเปลือกใช้ผสมปรุงเป็นยาบำรุงโลหิตสตรี ผลแก่ช่วยกระจายโลหิต ใช้รับประทานเป็นยาระบาย ลำต้นใช้เป็นยาประกอบรักษาโรคลำไส้ [2]

ด้วยพลับพลาเป็นพืชพื้นบ้านที่มีจำนวนมากและกระจายอยู่ทั่ว ๆ ไป สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านอาหารและด้านยารักษาโรคตามภูมิปัญญาชาวบ้าน และจากการสืบค้นข้อมูลทางวิชาการพบว่าได้มีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนรากของพลับพลาสามารถแยกสารประกอบในกลุ่มของเทอร์พีนอยด์ และอนุพันธ์ของอะโรมาติกซึ่งสารดังกล่าวมีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเยื่อบุช่องปากและมะเร็งปากมดลูกที่ปานกลางด้วยค่า IC_{50} ช่วง 9-14 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร [15] และเมื่อศึกษาพืชที่อยู่ในสกุลเดียวกันยังพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์ และเทอร์พีนอยด์ [16-17] จากข้อมูลดังกล่าวพบว่ามีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนต่าง ๆ ของพลับพลาค่อนข้างน้อย ประกอบกับพืชชนิดนี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย จึงทำให้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาพฤกษเคมีเบื้องต้น ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพจากส่วนใบและกิ่งของพลับพลา ที่พบในเขตพื้นที่ตำบลจุฬาภรณ์ อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และตำบลควนขัน อำเภอเมืองจังหวัดสตูล เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สนับสนุนการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ของชุมชนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือ/อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) บริษัท BUCHI, Switzerland เครื่อง UV-Vis spectrophotometer บริษัท Bara Scientific อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. กระดาษกรอง (Filter Papers) ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner) กรวยแยก (Separating Funnel) แผ่น TLC (Thin-Layer Chromatography) กรวยกรอง (funnel และเครื่องแก้วพื้นฐาน

2. สารเคมีที่สำคัญ ได้แก่ เอทิลอะซิเตต (EtOAc) เอทานอล (EtOH) เมทานอล (MeOH) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) แอมโมเนีย (NH_3) รีเอเจนต์ดราเจนดรอฟฟ์ (Dragendorff’s reagent) รีเอเจนต์แวกเนอร์ (Wagner’s reagent) รีเอเจนต์เมเยอร (Mayer’s reagent) เป็นต้น

2. แหล่งที่มาของตัวอย่าง

สมุนไพรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ พลับพลา ประกอบด้วย ใบและกิ่ง เก็บจากในเขตพื้นที่ตำบลจุฬาภรณ์อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และตำบลควนขัน อำเภอเมือง จังหวัดสตูล ช่วงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2562 เก็บส่วนใบและกิ่งของพลับพลา นำมาตากลมให้แห้งประมาณ 2 สัปดาห์

3. การเตรียมสารสกัดพลับพลา

นำตัวอย่างพลับพลาส่วนใบและกิ่ง ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมาตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งน้ำหนัก ส่วนใบหนัก 332.65 กรัม และส่วนกิ่งหนัก 690 กรัม นำตัวอย่างใบและกิ่งของพลับพลา สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล สกัดด้วยวิธีการหมัก (Maceration) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นทำการกรองสารละลายของแต่ละตัวอย่างโดยใช้กรวยแก้ว นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) จะได้เป็นส่วนสกัดหยาบแต่ละส่วน นำส่วนสกัดหยาบแต่ละส่วนที่ได้ไปสกัดซ้ำอีกครั้งด้วยกรวยแยกโดยใช้ตัวทำละลาย เอทิลอะซิเตท นำสารละลายที่ได้ไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศอีกครั้ง แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก ได้สารสกัดหยาบจากส่วนใบหนัก 2.12 กรัม และจากส่วนกิ่ง หนัก 2.34 กรัมจากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ไปตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ทางชีวภาพ



ภาพที่ 1 ส่วนใบและกิ่งของพลับพลา
(ก) ใบและกิ่งพลับพลาแห้ง
(ข) ใบพลับพลาแห้งตัดละเอียด
(ค) กิ่งพลับพลาแห้งตัดละเอียด

4. การทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้น

การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตดจากพลับพลา โดยแบ่งการทดสอบของสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ออกเป็น 10 กลุ่ม ได้แก่ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน โฟลบาแทนนิน เทอร์พีนอยด์ สเตอรอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ โดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอนดังนี้

4.1 การตรวจสอบสารกลุ่มอัลคาลอยด์ (Alkaloids)

4.1.1 การตรวจสอบอัลคาลอยด์ด้วย Dragendorff's reagent: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 10 % H_2SO_4 ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า นำสารละลายไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ที่อุณหภูมิ 45-50 °C จากนั้นกรองส่วนที่ไม่ละลายออกด้วยกระดาษกรอง แล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำของเหลวที่ได้จากการกรอง หยดสารละลายดราเจนดอร์ฟ จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏตะกอนสีส้มแดงหรือสีน้ำตาล แสดงว่าพบ อัลคาลอยด์

4.1.2 การตรวจสอบอัลคาลอยด์ด้วย Wagner's reagent: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 10 % H_2SO_4 ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า นำสารละลายไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ที่อุณหภูมิ 45-50 °C จากนั้นกรองส่วนที่ไม่ละลายออกด้วยกระดาษกรอง แล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ไปหยดสารละลายแวกเนอร์ จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏตะกอนสีน้ำตาล แสดงว่าพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์

4.1.3 การตรวจสอบอัลคาลอยด์ด้วย Mayer's reagent: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 10 % H_2SO_4 ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า นำสารละลายไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ที่อุณหภูมิ 45-50 °C จากนั้นกรองส่วนที่ไม่ละลายออกด้วยกระดาษกรองร้อน แล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ไปหยดสารละลายเมเยอร์ จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏตะกอนสีขาวหรือสีครีมแสดงว่าพบสารกลุ่มแอลคาลอยด์

4.2 การตรวจสอบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids)

4.2.1 ปฏิกิริยา Cyanidin reaction: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม ละลายด้วย 50% เอทานอล ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ใส่ผงแมกนีเซียม 0.5 กรัม หรือใส่สังกะสีชิ้นเล็ก ๆ ลงไป 1 ชิ้น หยด HCl 1 N จำนวน 4 หยด และหยด conc. HCl) จำนวน 5 หยด เขย่า แล้วนำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาทีที่อุณหภูมิ 45-50 °C ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มแสดงว่าพบฟลาโวนอยด์

4.2.2 ทดสอบด้วย Ferric Chlorides ($FeCl_3$): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม หยดสารละลาย 1% $FeCl_3$ w/vจำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีนำเงิน หรือสีเขียวแสดงว่าพบฟลาโวนอยด์

4.2.3 เกิดปฏิกิริยากับด่าง (NH_4OH): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย Ethanol ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า หยดสารละลาย NH_4OH ทีละหยด สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลาย

หมายเหตุ ฟลาโวนอยด์ที่มี ฟีนิลเบนซิน แกมมา ไพโรน, สีส้ม ถึงสีแดง พบสารฟลาโวน, สีแดง ถึงสีแดงเข้ม หรือแดงเลือดหมู พบสารฟลาโวนอล, สีแดงเข้ม ถึงสีแดงอมม่วง พบสารฟลาโวโนนไกลโคไซด์, สีเขียว หรือสีน้ำเงิน พบสารฟ

ลาโวโนนอิสระบางชนิด, สีแดง หรือสีม่วง พบสารลิวโคแอนโธไซยานิดิน, สีแดงอมส้ม ถึงสีแดงอมน้ำเงิน พบสารแอนโธไซยานิดิน, สีน้ำเงิน หรือสีเขียว พบสารคาทีชิน

4.3 การตรวจสอบสารกลุ่มแอนทราควิโนน (Anthraquinones)

4.3.1 Bomtrager test: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 10% H_2SO_4 ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออกด้วยกระดาษกรองร้อน แล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำของเหลวที่ได้จากการกรองไปสกัดด้วย CH_2Cl_2 ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร โดยใช้กรวยแยก ไขส่วนชั้นล่างออกมา เติม 10% NH_3 จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีชมพูในชั้นสารละลายแอมโมเนียแสดงว่าพบแอนทราควิโนน

4.3.2 Modifide Bomtrager test: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมสารละลาย 10% H_2SO_4 v/v ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร เขย่า เติมสารละลาย 1% $FeCl_3$ v/v ในน้ำปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 5 นาที กรองส่วนที่ใส นำของเหลวที่ได้จากการกรองไปสกัดด้วย CH_2Cl_2 ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร โดยใช้กรวยแยก ไขส่วนชั้นล่างออกมา เติม 10% NH_3 จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีชมพู แสดงว่าพบแอนทราควิโนน

4.4 การตรวจสอบสารกลุ่มคูมาริน (Coumarins)

4.4.1 Coumarin ที่ระเหยได้: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม ละลายด้วย 50% เอทานอล ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า นำไปให้ความร้อนโดยใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ แล้วนำกระดาษกรองที่ชุบด้วยสารละลาย 6M NaOH สารละลาย 6M KOH และสารละลาย 6M NH_4OH มาอังบริเวณที่สารระเหยออกมา ตามลำดับ นำกระดาษกรองไปส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร สังเกตการณ์เรืองแสงสีเขียวบนกระดาษกรอง และที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร สังเกตการเรืองแสงสีน้ำเงินหรือสีเขียวบนกระดาษกรอง

4.4.2 Coumarin ที่ระเหยไม่ได้: จุดสารสกัดลงบนแผ่น TLC โดยใช้หลอดแคปิลารี ให้ห่างจากปลายด้านล่างขึ้นมาประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร นำแผ่น TLC ไปจุ่มลงในบีกเกอร์ที่มีตัวทำละลายที่มีสัดส่วน Toluene : Acetone : $CHCl_3$ เป็น 4.0 : 2.5 : 3.5 ใส่ไว้เพียงเล็กน้อยโดยให้ระดับตัวทำละลายสูงไม่เกินระดับที่จุดสารสกัดและอิ่มตัวด้วยไอของตัวทำละลาย แล้วปิดด้วยกระจกนาฬิกา คอยสังเกตการเคลื่อนที่ของตัวทำละลายที่เคลื่อนที่ขึ้นด้านบนของแผ่น TLC จนถึงปลายด้านบนของแผ่น TLC จากนั้นนำแผ่น TLC ออก เคลือบด้วยสารละลาย 6M NaOH นำแผ่น TLC ไปส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร สังเกตจุดเรืองแสงบนแผ่น TLC

4.5 การตรวจสอบสารกลุ่มซาโปนิน (Saponins)

4.5.1 ทดสอบซาโปนินแบบการเกิดฟอง: ชั่งสารสกัด 0.05 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร เขย่า จากนั้นนำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ปิดจุก เขย่า 1 นาที สังเกตฟองที่เกิดขึ้นเป็นเวลา 30 นาที ถ้าปรากฏฟองถาวรเกิดขึ้นในหลอดทดลองแสดงว่าพบซาโปนิน

4.5.2 ทดสอบซาโปนินประเภท terpenoids และ steroids: ชั่งสารสกัด 0.05 กรัม เติม 70% เอทานอล ปริมาตร 5.0 มิลลิลิตร เติมสารละลาย H_2SO_4 0.2 โมล ปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือด 15 นาที เทใส่กรวยแยก จากนั้นเติม $CHCl_3$ ปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร ไขชั้น $CHCl_3$ ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลาย Na_2SO_4 จนสารละลายใส และเติม CH_3COOH ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เติม conc. H_2SO_4 ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร ลงไป ถ้าปรากฏสีม่วงแดงแสดงว่าพบ terpenoids saponin ถ้าปรากฏสีเขียวแสงว่าพบ steroids saponin

4.6 การตรวจสอบสารกลุ่มแทนนิน (Tannins): ชั่งสารสกัด 0.05 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที (เพื่อให้เอทานอลระเหย) จากนั้นกรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่

ได้จากการกรอง ค่อย ๆ เติมสารละลาย 10% w/v NaCl จำนวน 3 หยด (เพื่อให้ตะกอนตกออกมา) แบ่งสารละลายออกเป็น 3 หลอด หลอดละ 1.0 มิลลิลิตร

4.6.1 หลอดที่ 1 ทดสอบด้วยสารละลายเฟอริกคลอไรด์: เติมสารละลาย 1% $FeCl_3$ จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีเขียวดำหรือน้ำเงินดำแสดงว่าพบแทนนิน (เกิดน้ำเงินเขียวหรือเขียวดำถึงเขียวอมน้ำตาลมีแทนนินชนิด แทนนินไฮโดรไลซ์, ถ้าเกิดน้ำเงินเข้มหรือเขียวถึงดำพบแทนนินชนิด แทนนินควบแน่น)

4.6.2 หลอดที่ 2 ทดสอบด้วยสารละลายฟอร์แมลดีไฮด์: เติมสารละลาย 40% ฟอร์แมลดีไฮด์ จำนวน 3 หยด แล้วเติมสารละลาย 1% HCl จำนวน 6 หยด ถ้าปรากฏตะกอนสีแดงหรือสีชมพูแสดงว่าพบแทนนิน (ทดสอบเฉพาะแทนนินควบแน่น)

4.6.3 หลอดที่ 3 ทดสอบแทนนินด้วยน้ำปูนใส: เติมน้ำปูนใส จำนวน 5 หยด ถ้าปรากฏตะกอนสีเทาแกมน้ำเงินแสดงว่าพบแทนนิน (ทดสอบเฉพาะแทนนินไฮโดรไลซ์)

4.7 การตรวจสอบสารกลุ่มโฟลบาแทนนิน (Phlobatannins): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร และเติมเอทานอล ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ให้เอทานอลระเหย กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมสารละลาย 10% HCl จำนวน 5 หยด เขย่า แล้วนำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีเขียวดำ หรือน้ำเงินดำ แสดงว่าพบ โฟลบาแทนนิน

4.8 การตรวจสอบสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (Terpenoids)

4.8.1 ทดสอบTerpenoids: ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ค่อย ๆ เติม conc. H_2SO_4 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงไป ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริกแสดงว่าพบเทอร์พีนอยด์

4.8.2 ทดสอบแซลโควสกี (Salkowski): ชั่งสารสกัด 0.05 กรัม สกัดด้วยอีเทอร์ (Petrolium ether) ปริมาตร 4.0 มิลลิลิตร นำสารสกัด ปริมาตร 3 มิลลิลิตร นำมาเติมคลอโรฟอร์ม ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร เติมกรด conc. H_2SO_4 เล็กน้อย ถ้าปรากฏสีน้ำตาลแดงตรงรอยต่อแสดงว่าพบแซลโครสกี

4.9 การตรวจสอบสารกลุ่มสเตียรอยด์ (Steroids): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม เติม $CHCl_3$ ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติม acetic acid ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่า แล้วเติม conc. H_2SO_4 จำนวน 3 หยด ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีน้ำเงินหรือน้ำเงินเขียวแสดงว่าพบสเตียรอยด์

4.10 การตรวจสอบสารกลุ่มคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ (Cardiac glycosides): ชั่งสารสกัด 0.02 กรัม ละลายด้วย $CHCl_3$ ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมสารละลาย1% $FeCl_3$ จำนวน 5 หยด เขย่า เติม CH_3COOH จำนวน 5 หยด เขย่า และค่อย ๆ เติม conc.H_2SO_4 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงไป ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริกแสดงว่าพบ คาร์ดิแอคไกลโคไซด์

5. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic compounds) โดยใช้ Folin-Ciocalteu method เตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (gallic acid) ใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน ความเข้มข้น 20, 40, 60, 80 และ 120 ไมโครลิตร/มิลลิลิตร โดยดูดกรดแกลลิกแต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย 10% Folin-Ciocalteu ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติมสารละลาย 7.5% Na_2CO_3 1.6 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืน

แสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร จากนั้นสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (mg of gallic acid equivalent / g extract)

วิเคราะห์สารตัวอย่าง: นำสารสกัดแต่ละชนิดมา 0.05 มิลลิลิตร ละลายสารสกัดด้วยเมทนอลปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นกรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง ดูดสารสกัดปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย 10% Folin-Ciocalteu ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เตรียมสารสกัดทำซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นเติมสารละลาย 7.5% Na_2CO_3 1.6 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (mg of gallic acid equivalent / g extract) ทุกการทดสอบทำซ้ำสามครั้ง

6. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ โดยใช้เคอร์ซิติน (Quercetin) เป็นสารมาตรฐาน ความเข้มข้น 20, 40, 60, 80 และ 120 ไมโครลิตร/มิลลิลิตร ดูดเคอร์ซิตินปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 5% $NaNO_2$ 0.15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติม 10% $AlCl_3$ 0.15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติมน้ำกลั่น 2.2 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร จากนั้นสร้างกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเคอร์ซิตินในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของ เคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด (mg of quercetin acid equivalent / g extract)

วิเคราะห์สารตัวอย่าง: นำสารสกัดแต่ละชนิดมา 0.05 มิลลิลิตร ละลายสารสกัดด้วยเมทานอล 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 5% $NaNO_2$ 0.15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติม 10% $AlCl_3$ 0.15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติมน้ำกลั่น 2.2 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร จากนั้นสร้างกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเคอร์ซิตินในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด (mg of quercetin acid equivalent / g extract) ทุกการทดสอบทำซ้ำสามครั้ง

7. การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ *α-glucosidase*

การทดสอบการยับยั้งเอนไซม์ α-glucosidase [18] สามารถใช้ดูประสิทธิภาพในการต้านเบาหวานได้อีกวิธีหนึ่ง โดยการทดสอบจะละลายสารตัวอย่างหรือสารมาตรฐาน (acarbose) ด้วยร้อยละ 5 ของ DMSO ใน phosphate buffer (pH 6.8-7) ให้มีความเข้มข้น 100-1000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ขั้นตอนในการทดสอบเติมสารตัวอย่าง 60 ไมโครลิตร พร้อมทั้งสารละลาย α-glucosidase (0.35 หน่วย/มิลลิลิตร) 50 ไมโครลิตรลงในไมโครเวลเพลท บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซียลเซียสเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติมสารละลายตั้งต้น (substrate) ได้แก่ 4-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (1.5 ไมโครโมลาร์) ปริมาณ 50 ไมโครลิตรพร้อมบ่มต่ออีก 20 นาที หยุดการดำเนินของปฏิกิริยาโดยเติม $NaCO_3$ ปริมาณ 100 ไมโครลิตรลงในแต่ละหลุม วัดค่าดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 405 นาโนเมตรโดยเครื่องอ่านปฏิกิริยาไมโครเพลท คำนวนร้อยละการยับยั้งและหาค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งได้ครึ่งหนึ่ง (IC_{50}) ทุกการทดสอบทำซ้ำสามครั้ง

ผลการวิจัย

สารสกัดจากใบพลับพลามีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม สารสกัดจากกิ่งพลับพลามีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลเข้ม น้ำหนักสารสกัดเท่ากับ 2.12 กรัม และ 2.34 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 น้ำหนักและร้อยละน้ำหนักสุทธิ (Percentage of yield) ของสารสกัด

สารพฤกษเคมี	น้ำหนักสารสกัด (กรัม)	ร้อยละของน้ำหนักสุทธิ
สารสกัดใบพลับพลา	2.12	0.63
สารสกัดกิ่งพลับพลา	2.34	0.33

การทดสอบพฤกษเคมีเบื้องต้น

การตรวจสอบพฤกษเคมีเบื้องต้น 10 ชนิด ได้แก่ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน โฟลบาแทนนิน เทอร์พีนอยด์ สเตอรอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ จากการศึกษาพบว่าในส่วนสกัดหยาบจากใบพบสารกลุ่ม อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน ซาโปนิน ประเภท สเตอรอยด์ โฟลบาแทนนิน เทอร์พีนอยด์ สเตอรอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ และพบปริมาณน้อยในกลุ่ม ซาโปนิน แต่ไม่พบในสารกลุ่ม แอนทราควิโนน และแทนนิน สำหรับในส่วนของกิ่งพบสารในกลุ่ม อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน ซาโปนิน ประเภท เทอร์พีนอยด์ แทนนิน เทอร์พีนอยด์ และคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ และไม่พบสารในกลุ่ม แอนทราควิโนน ซาโปนินทดสอบการเกิดฟอง ซาโปนินประเภท สเตอรอยด์ โฟลบาแทนนิน และสเตอรอยด์

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตทจากส่วนใบและกิ่งของพลับพลา

กลุ่มสาร	วิธีตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	
		ใบ	กิ่ง
อัลคาลอยด์	- ทดสอบด้วย Dragendroff	+	+
	- ทดสอบด้วย Wagner’s reagent	+	++
	- ทดสอบด้วย Mayer’s reagent	+	++
ฟลาโวนอยด์	- ปฏิกิริยา Cyanidin reaction (สังกะสี)	++	+++
	- ปฏิกิริยา Cyanidin reaction (ผงแมกนีเซียม)	+++	++
	- ทดสอบด้วย Ferric chlorids ($FeCl_3$) 1%	+++	+++
	- เกิดปฏิกิริยากับด่าง (NH_4OH)	+	+++
แอนทราควิโนน	- Bomtrager test	-	-
	- Modified Bomtrager test	-	-
คูมาริน	- คูมารินรวม	+++	-
	- คูมารินที่ระเหยได้	++	+
	- คูมารินที่ระเหยไม่ได้	+	++
ซาโปนิน	- ทดสอบการเกิดฟอง	-	-
	- ทดสอบ Saponins ประเภท terpenoids	-	+
	-ทดสอบ Saponins ประเภท steroids	+	-
แทนนิน	- ทดสอบด้วย $FeCl_3$ 1%	-	+
	- ทดสอบด้วยฟอร์แมลดีไฮด์ 40%	-	-
	- ทดสอบด้วยน้ำปูนใส	-	+
โฟลบาแทนนิน	-โฟลบาแทนนิน	++	-
เทอร์พีนอยด์	-เทอร์พีนอยด์	+	+++
	-ทดสอบ Salkowski	+	+++
สเตอรอยด์	-สเตอรอยด์	+++	-
คาร์ดิแอคไกลโคไซด์	-คาร์ดิแอคไกลโคไซด์	+	+++

หมายเหตุ +++ คือ ตรวจพบปริมาณมาก, ++ คือ ตรวจพบปริมาณปานกลาง, + คือ ตรวจพบปริมาณน้อย, - คือ ตรวจไม่พบ

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดคำนวณได้จากกราฟมาตรฐานแกลลิก (y=0.0091X-0.0084,R^2=0.9995) รายงานเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด พบว่าสารสกัดส่วนใบและกิ่งของพลับพลา มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 66.72±2.28 และ 311.73±4.22 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดคำนวณได้จากกราฟมาตรฐานเคอร์ซิติน (y=0.0003X+0.0005,R^2=0.9970) รายงานเป็นมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิติน ต่อน้ำหนักสารสกัด พบว่าสารสกัดส่วนใบและกิ่งของพลับพลา มีปริมาณสารประกอบฟาโวนอยด์เท่ากับ 319.44±25.45 และ 669.78±16.94 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ของสารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตตจากใบและกิ่งของพลับพลา

สารสกัด	ปริมาณฟีนอลิกรวม (mgGAE/g สารสกัด)	ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (mgQE/g สารสกัด)
จากส่วนใบ	66.72±2.289	319.44±25.45
จากส่วนกิ่ง	311.73±4.222	669.78±16.94

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของเอนไซม์ α-glucosidase

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของเอนไซม์ α-glucosidase จะเห็นได้ว่า สารสกัดส่วนใบของพลับพลา ไม่แสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α–glucosidase สารสกัดส่วนกิ่งของพลับพลาแสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α–glucosidase ด้วยค่า IC_{50} (μg/mL) เท่ากับ 75.43±1.34 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของเอนไซม์ α-glucosidase

สารสกัด	α-glucosidase	
	% inhibition	IC_{50} (μg/mL)
จากส่วนใบ	5.56±0.84	Inactive
จากส่วนกิ่ง	92.53±1.23	75.43±1.34
(+) acarbose		65.41 ± 0.12

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการสกัดใบและกิ่งพลับพลาโดยใช้ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท เพื่อศึกษาสารพฤกษเคมีเบื้องต้น โดยวิธีการทดสอบการเกิดสีและการตกตะกอน และฤทธิ์ทางชีวภาพในสารสกัดหยาบ สามารถสรุปผล ดังนี้

ปริมาณสารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตทจากส่วนใบและกิ่งของพลับพลา คิดเป็นร้อยละ 0.63 และ 0.33 ตามลำดับ โดยลักษณะสารสกัดหยาบที่สกัดจากส่วนใบมีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม สารสกัดจากกิ่งพลับพลา มีลักษณะ

เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลเข้ม ผลการศึกษาสารพฤกษเคมี โดยการทดสอบปฏิกิริยาการเกิดสีและการตกตะกอน พบว่าสารสกัดหยาบจากส่วนใบพบสารกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ คูมาริน และสเตอรอยด์ มากที่สุดรองลงมาคือสารกลุ่ม โฟลบาแทนนิน เทอร์พีนอยด์ คาร์ดิแอคไกลโคไซด์ ซาโปนิน และอัลคาลอยด์ แต่ไม่พบสารกลุ่ม แอนทราควิโนน และแทนนิน สำหรับสารสกัดหยาบจากส่วนกิ่ง พบสารกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ เทอร์พีนอยด์ และคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ มากที่สุดซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าที่แยกได้จากส่วนรากของพลับพลา รองลงมาคือพบกลุ่มสาร อัลคาลอยด์ คูมาริน แทนนิน ซาโปนิน และไม่พบกลุ่มสาร แอนทราควิโนน โฟลบาแทนนิน และ สเตอรอยด์ การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานแกลลิก ได้สมการ คือ y=0.0091X- 0.0084 (R^2=0.9995) พบว่าสารสกัดส่วนกิ่ง ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าสารสกัดส่วนใบของพลับพลา สารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารที่มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดโดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เคอร์ซิติน ได้สมการ คือ y=0.0003X+0.0005 (R^2=0.9970) พบว่าสารสกัดส่วนกิ่ง มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงกว่าสารสกัดส่วนใบของพลับพลา เมื่อพิจารณาจากเคมีอนุกรมวิธานของพืชนี้ที่อยู่ในวงศ์ Malvaceae พบว่ามีสาระสำคัญใกล้เคียงกันในกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของเอนไซม์ α-glucosidase พบว่า สารสกัดส่วนกิ่งของพลับพลาแสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α–glucosidase มีค่า IC_{50} (μg/mL) เท่ากับ 75.43±1.34 ซึ่งเป็นค่าที่ปานกลางเมื่อเทียบกับสารสะลายมาตรฐาน acarbose แต่ไม่แสดงฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์α-glucosidase จากส่วนใบ

ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าหากทำการศึกษาอย่างละเอียดมากขึ้น พลับพลานับเป็นพืชทางเลือกหนึ่งที่มีกลุ่มสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมในด้านต่าง ๆ มากขึ้น ในการวิจัยในอนาคตจะทำการศึกษาสารสกัดหยาบจากพลับพลาในขั้นต่อไปได้แก่ ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น และแยกองค์ประกอบทางเคมีเพื่อหาโครงสร้างทางเคมีของสารสกัดพลับพลาในส่วนใบและกิ่ง เพื่อนำสารที่แยกได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเพื่อหาตัวยาสมุนไพรชนิดใหม่มาใช้แทนยาปัจจุบันในการรักษาโรคและยังเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผลิตเป็นเครื่องสำอางหรือใช้ในส่วนผสมในเครื่องดื่มสมุนไพร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.ธีรยุทธ์ ศรียาเทพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ที่ได้ให้คำปรึกษาในด้านความรู้และปฏิบัติการ และตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนรายงาน อีกทั้งยังสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยต่าง ๆ ขอขอบคุณอาจารย์นวรัตน์ สีตะพงษ์ ที่ได้ตรวจและแก้ไขรายงานวิจัยฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และที่สำคัญผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเคมี และศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่อนุเคราะห์สารเคมีบางชนิด เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้จนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] จันทร์เพ็ญ โคตรภูธร. (2559). การสกัดสารพฤกษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านเชื้อแบคทีเรียของ สารสกัดหยาบจากเพกา. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2562, จาก https://1th.me/5jqF.

[2] ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2556). พลับพลา. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2562, จาก https://bit.ly/2E6xO9b.MedThai. (2556). ข้อมูลพฤกษศาสตร์ของพลับพลา. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2562, จาก https://1th.me/8ux5D.

[3] สุภัตรา ทรัพย์อุปการ. (2561). แอลคาลอยด์ สารใกล้ตัวในตัวยา. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2562, จาก https://bit.ly/2PcB4X2.

[4] อภิชาติ บุญยัง, ประกาย บุตรตาวัน, กิ่งกาญจน์ บันลือพืช, สุภิญญา ติ๋วตระกูล และสุวนีย์ ไกรเทพ. (2558). ฤทธิ์ต้านอนุมลูอิสระของสารสกัดย่านางแดง. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2562, จาก https://bit.ly/3485kGB.

[5] สุวรรณา จันคนา. (2556). การทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งเต้านมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของใบย่านาง. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2562, จาก https://bit.ly/2RO0mwp.

[6] รัตนา อินทรานุปกรณ์. (2550). การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมนุไพร. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[7] วันดี กฤษณพันธ์. (2544). “พฤกษเคมีเบื้องต้น,” ใน นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ (บรรณาธิการ), เภสัช วินิจฉัยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เล่มที่ 1 (หน้า 34-102). กรุงเทพฯ: แสงเทียนการ.

[8] นุชวรา พ่วงแย้ม และฟาริดา ขินแก้ว. โครมาโทรกราฟี. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2562, จาก www.geocities.ws/momo41125/work5.htm.

[9] ศรัญญา เหมือนแม้น. หลักการของ TLC. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2562, จาก https://bit.ly/2YFhaXJ.

[10] รัตนา อินทรานุปกรณ์. (2547). การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[11] เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม. (2554). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ: แหล่งที่มา และกลไก การเกิดปฏิกิริยา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์. 1(1), 59-70.

[12] ระวิวรรณ แก้วอมตวงค์ และทรงพร จึงมั่นคง. (2549). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 8(2), 76-88.

[13] คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร. (2539). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[14] สุวิมล กีรติพิบลู. (2546). จุลินทรีย์กับการควบคมสุขลักษณะการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[15] Kaennakam, S., Sichaem, J., Khumkratok, S., Siripong, P. & Tip-pyang, S. (2013). A New Taraxerol Derivative from the Roots of *Microcos tomentosa*. *Natural Product Communications*, 8(10), 1371-1372.

[16] Still, P. C., Yi, B., Gonzalez-Cestari, T.F., Pan, L., Pavlovicz, R. E., Chai, H, B., Ninh, T. N., Kinghorn, & A. D. (2013) Alkaloids from *Microcos paniculata* with Cytotoxic and Nicotinic Receptor Antagonistic Activities. *Journal of Natural Products*, 76, 243-249.

[17] Fan, H., Yang, G. Z., Zheng, T., Mei, Z. N., Liu, X. M., Chen, Y, & Chen, S. (2010). Chemical constituents with free-radical-scavenging activities from the stem of *Microcos paniculata*. *Molecules*, 15, 5547-5560

[18] Shai, L.J., Magano, S.R., Lebelo, S.L. and Mogale, A.M. (2011). Inhibitory effects of five medicinal plants on rat alpha-glucosidase: Comparison with their effects on yeast *alpha*-glucosidase. *Jounal of Medicinal Plant Res*. 5:2863–2867.

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดใบผักบุ้งทะเลจากบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา

Antioxidant activity of beach morning-glory *(Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.) extracted from Chalatat beach Songkhla province

นันธิดา ลิ่มเสฏโฐ* และเชาวนีพร ชีพประสพ

Nunthida Limsettho* and Chaowaneeporn Cheppraso

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ABTS และ FRAP ของผักบุ้งทะเลจากบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา โดยจะทำการเปรียบเทียบระหว่างส่วนสกัดจากเอทานอลและน้ำ จากการศึกษาพบว่าผักบุ้งทะเลที่สกัดด้วยน้ำมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 0.800±0.015 µg GAE/100g และสารสกัดด้วยเอทานอล เท่ากับ 32.267±0.005 µg GAE/100g เมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่าตัวอย่างที่สกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสารสกัดด้วยเอทานอล ดังนี้ เปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 64.842±0.0.89 มีเปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 20.336±0.031 และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ FRAP เท่ากับ 59.590±0.054 µmol Fe^{2+}/g

คำสำคัญ: ผักบุ้งทะเล ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ หาดชลาทัศน์

Abstract

This research aimed to study total phenolic contents and antioxidant activities by DPPH, ABTS and FRAP assayed in beach morning-glory *(Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.) from Chalatat beach Songkhla province. Compared between ethanol and water extracted of beach morning-glory. Total phenolic content of ethanol extracted was 0.800±0.015 µg GAE/100g and water ectracted was 32.267±0.005 µg GAE/100g. The results indicated that the antioxidant activities of ethanol extracted higher than water extracted. The free radical scavenging activities using DPPH assay was 64.842±0.0.89%, the ABTS antioxidant inhibition percentage was 95.639±0.009% and the antioxidant by FRAP was 59.590±0.054 µmol Fe^{2+}/g.

Keywords: beach morning-glory *(Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.), antioxidant activity and Chalatat beach

[1]อาจารย์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

***Corresponding author, E-mail:** nunthida.li@skru.ac.th

บทนำ

ผักบุ้งทะเล หรือ beach morning-glory, goat's foot creeper มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br. ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ CONVOLVULACEAE เป็นพืชไม้ล้มลุก เลื้อยตามผิวดิน มักพบในพื้นที่ใกล้ทะเล ทั้งต้นมียางขาว ใบเดี่ยวออกเรียงสลับกัน กว้าง 7-11 ซม. ยาว 5-8 ซม. แผ่นใบค่อนข้างหนา โคนใบรูปหัวใจ ปลายเว้าลึก ดอกออกเป็นช่อตามซอกใบ ช่อละ 4-6 ดอก กลีบดอกสีม่วงชมพู โคนเชื่อมติดกันเป็นถ้วย ปลายบานออกคล้ายปากแตร ผลเป็นผลแห้งแตกได้ รูปกลมหรือรูปไข่ สรรพคุณของผักบุ้งทะเล สามารถถอนพิษลมเพลมพัด (อาการที่บวมเปลี่ยนที่ไปตามอวัยวะทั่วไป) แก้อาการคันตามผิวหนังได้ ยางของผักบุ้งทะเลมีพิษ เมื่อรับประทานจะเกิดอาการเมา คลื่นไส้ วิงเวียน ใบผักบุ้งทะเลประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ที่ประกอบไปด้วยสาร Behenice acid, Melissic acid, Myristic acid (วิทยา บุญวรพัฒน์) นอกจากนี้ใบยังพบสาร Citric acid, Curcumene, Ergotamine, Fumaric acid, Maleic acid, Succinic acid (สรรพคุณสมุนไพร 200, 2018) curcumene, ergotamine และมีสารอื่น ๆ มีฤทธิ์แก้อาการแพ้ จากการทดลองพบว่า มีฤทธิ์ต่อต้านฮีสตามีนและยับยั้งพิษของแมงกะพรุนได้ มีรายงานว่าผู้ที่ถูกแมงกะพรุนใช้ครีมที่ผสมกับผักบุ้งทะเล แผลจะหายสนิทและเป็นแผลน้อยมากในบางราย (กัญจนา ดีวิเศษ, 2542)



ภาพที่ 1 ผักบุ้งทะเลจากบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา

จังหวัดสงขลาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ติดชายฝั่งทะเล และมีชายหาดทอดยาว มีแนวต้นสน และมีผักบุ้งทะเลขึ้นอยู่เป็นระยะ ๆ ด้วยสรรพคุณของผักบุ้งทะเล และสามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีในสารสกัดจากใบผักบุ้งทะเล ที่เก็บจากหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดตัวอย่าง

1.1 การเตรียมสารสกัดโดยใช้เอทานอล

ดัดแปลงจากวิธีการของรัชฎาพร อุ่นศิวิไลย์ และคณะ, (2554) โดยนำใบผักบุ้งทะเลจากบริเวณชายหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ล้างน้ำให้สะอาดผึ่งให้แห้งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดให้ละเอียด นำตัวอย่างไปสกัดด้วยเอทานอล 95 % ในอัตราส่วน 1:8 นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Vortex เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็ว 3000xg อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 3 นาที เก็บสารละลายส่วนใสโดยกรอง

ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วนำตะกอนที่เหลือไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง นำสารละลายส่วนใสมารวมกัน เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 ºC ก่อนนำไปวิเคราะห์

1.2 การเตรียมสารสกัดโดยใช้น้ำ

ดัดแปลงจากวิธีการของกรวินท์วชิญ์ บุญพิสุทธินันท์ และคณะ, (2556) ดังนี้ นำใบผักบุ้งทะเลจากบริเวณชายหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ล้างน้ำให้สะอาดผึ่งให้แห้งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60ºC เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการสกัดตัวอย่างด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิห้อง 28 ºC (HRWR) เขย่าบนเครื่อง Shaking water bath เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำตะกอนที่เหลือไปสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง นำสารละลายส่วนใสมารวมกัน เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 ºC ก่อนนำไปวิเคราะห์

2. การหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

ดัดแปลงจากวิธีการของ Chan *et al*., (2009) โดยปิเปตสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 300 µL เติม 0.2 N Folin-Ciocalteu reagent 2.5 mL และเติมสารละลาย 7.5 % sodium carbonate ปริมาตร 1.2 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm ด้วยเครื่อง UV spectrophotometer โดยใช้ Gallic acid เป็นสารมาตรฐานที่ ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25 µg/ml คำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ยในรูปไมโครกรัมของ Gallic acid equivalents (GAE) ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง (triplicate)

3. ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอสระ

3.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ดัดแปลงวิธีการของ Bua-in *et al*., (2009) โดยปิเปตสารตัวอย่าง 2.0 mL ทำปฏิกิริยากับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 150 mM ปริมาตร 800 µL เก็บไว้ที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm คำนวณ % Inhibition หรือการยับยั้งอนุมูลอิสระตามสมการ

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_b - A_a)/ A_b] \times 100$$

A_a = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารตัวอย่างผสมกับ DPPH

A_b = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลาย DPPH

เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารทดสอบหรือสารสกัดตัวอย่าง 1 กรัมกับความเข้มข้นของสารมาตรฐานคือ Trolox ซึ่งเป็นอนุพันธุ์ของวิตามินอีที่มีหน่วยเป็น mM หรือเรียกว่าค่า TEAC (Trolox equivalentantioxidant capacity) ที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากัน

3.2 การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS ดัดแปลงวิธีการของธีระวัตน์ รัตนพจน์ และคณะ, (2555) โดยปิเปตสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 400 µL ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย ABTS ปริมาตร 3.6 mL ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 6 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm โดยใช้ ABTS เป็นชุดควบคุม นำค่าที่ได้ไปคำนวณหา % inhibition หรือการยับยั้งอนุมูลอิสระตามสมการ

$$\% \text{ Inhibition} = [(A._{control} - A._{testsample}) / A._{control}] \times 100$$

$A._{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

$A._{test\ sample}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างทดสอบ

เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารทดสอบหรือสารสกัดตัวอย่าง 1 กรัมกับความเข้มข้นของสารมาตรฐานคือ Trolox ซึ่งเป็นอนุพันธุ์ของวิตามินอีที่มีหน่วยเป็น mM หรือเรียกว่าค่า TEAC (Trolox equivalentantioxidant capacity) ที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากัน

3.3 การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP ดัดแปลงวิธีการของปรียนันท์ บัวสด (2549) โดยปิเปตสารละลายตัวอย่าง 400 µL ทำปฏิกิริยากับสารละลาย FRAP ปริมาตร 3.0 mL ประกอบด้วยอะซิเตทบัฟเฟอร์ (acetate buffer) ความเข้มข้น 300 mM : ทีพีทีแซด (TPTZ) ความเข้มข้น 10 mM : สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์เฮกซาไฮเดรต ($FeCl_3.6H_2O$) ความเข้มข้น 20 mM) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 nm โดยใช้ $FeSO_4.7H_2O$ เป็นสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 500, 250, 125, 62.5 µM

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ปริมาณฟินอลิกทั้งหมดของผักบุ้งทะเลจากบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ที่สกัดด้วยเอทานอลและน้ำ ถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้ Folin-Ciocaltau reagent ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดด้วยเอทานอลมีค่ามากกว่าสารสกัดด้วยน้ำ โดยมีค่าเท่ากับ 32.267±0.005 และ 2.356±0.015 µg GAE/100 g fresh weight ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Usman et al., (2016) พบว่าสารสกัดจาก 70 % เอทานอลแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรวมถึงปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าสารสกัดจากน้ำ

เมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH, ABTS และ FRAP ของผักบุ้งทะเลจากบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ที่สกัดด้วยเอทานอลและน้ำ พบว่า สารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสารสกัดเอทานอล (ตารางที่ 1) ดังนี้ เปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 64.842±0.0.89 และ 35.390±0.088 เปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 20.336±0.031 และ 17.514±0.022 และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ FRAP หรือความสามารถในการ รีดิวซ์ Fe^{3+} ให้เป็น Fe^{2+} เท่ากับ 59.590±0.054 และ 55.094±0.004 µmol Fe^{2+}/g ตามลำดับ

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang et al., (2011) ที่พบว่าสารสกัดน้ำลายผึ้ง (propolis) จากเอทานอลมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดต่ำที่สุดและแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Laskar et al., (2010) ที่พบว่าสารสกัดจากน้ำมีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่าและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกกว่าสารสกัดด้วยเอทานอล สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัชฎาพร อุ่นศิวิไลย์ และคณะ (2554) เมื่อศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay, ABTS assay และ FRAP assay ในรางจืด เครือหมาน้อย และย่านางพบว่า สารสกัดด้วยน้ำมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด

ความมีขั้วมีผลต่อการสกัดสารอินทรีย์ต่าง ๆ เมื่อทำการสกัดสารด้วยตัวทำละลายที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันส่งผลต่อความสามารถในการละลายของสาร หรืออาจเป็นผลมาจากหมู่ไฮดรอกซิลส่งผลให้น้ำกลายเป็นตัวลำละลายที่แย่สำหรับสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ Almeida et al., (2012) นอกจากนี้นิธิยา รัตนาปนนท์ (2550) ยังอธิบายว่าสารประกอบฟีนอลิกจัดเป็นสารที่มีขั้วสูงเหมาะกับตัวทำละลายแบบมีขั้ว โครงสร้างเป็นวงแหวนประกอบด้วยสาร phenol และหมู่ไอดรอกซิล (-OH) เกาะอยู่ด้วยกันอย่างน้อยหนึ่งหมู่ หรืออาจมีสารประกอบชนิดอื่นมาเกาะร่วมด้วยเกิดเป็นโครงสร้างที่มีวงแหวนที่ซับซ้อนขึ้น และความมีขั้วของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดอาจมีผลต่อการละลาย bioactive compound ที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระในพืชออกมาได้มาก (Al-Dabbas *et al.,* 2006)

ตารางที่ 1 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ABTS และ FRAP ของผักบุ้งทะเลจากบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ที่สกัดด้วยเอทานอลและน้ำ

Sample	Total phenolic	Antioxdant activities		
Ipomoea pes-caprae (L.) R.Br.	(µg GAE/100 g)	DPPH (% Inhibition)	ABTS (% Inhibition)	FRAP (µmol Fe^{2+}/g)
Ethanol extracted	32.267±0.005	35.390±0.088	17.514±0.022	55.094±0.004
Water extracted	2.356±0.015	64.842±0.0.89	20.336±0.031	59.590±0.054
Trolox (0.04 mM)		53.460±0.020	33.663±0.003	
$FeSO_4$ (500 µM)				496.462.±0.006

** ค่าแสดงจากการทดลอง 3 ซ้ำ (mean±STDEV)

สรุปผลการวิจัย

1. ปริมาณฟินอลิกทั้งหมดของผักบุ้งทะเลจากบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ที่สกัดด้วยเอทานอลและน้ำ ถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้ Folin-Ciocaltau reagent ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดด้วยเอทานอลมีค่ามากกว่าสารสกัดด้วยน้ำ โดยมีค่าเท่ากับ 32.267±0.005 และ 2.356±0.015 µg GAE/100 g fresh weight ตามลำดับ
2. เปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 64.842±0.0.89 และ 35.390±0.088 เปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 20.336±0.031 และ 17.514±0.022 และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ FRAP หรือความสามารถในการ รีดิวซ์ Fe^{3+} ให้เป็น Fe^{2+} เท่ากับ 59.590±0.054 และ 55.094±0.004 µmol Fe^{2+}/g ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กรวินท์วิชญ์ บุญพิสุทธินันท์, สุภัสสรณ์ แก้วกลิ่น, จรรยาพร ยืนยิ่ง, ผกาวดี ศรีสง่า และขนิษฐา มีประดิษฐ. (2556). การศึกษาสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเหง้าจากว่านตาลเดี่ยว (Hypoxis aurea Lour). วิทยาลัยการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

กัญจนา ดีวิเศษ. (2542). ผักพื้นบ้านภาคใต้. พิมพ์ครั้งที่ 1. สถาบันการแพทย์แผนไทย

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2550). ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาชงจากเปลือกส้มโอ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, (ฉบับพิเศษ), 221-224

รัชฎาพร อุ่นศิวิไลย์. (2554). ฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของสารสกัดย่านาง เครือหมาน้อย และรางจืด. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วิทยา บุญวรพัฒน์. หนังสือสารานุกรมสมุนไพรไทย-จีน ที่ใช้บ่อยในประเทศไทย. "ผักบุ้งทะเล". หน้า 346.

ธีรวุฒิ หวังอานวยพร และรัชนี ไสยประจง. (2550). ความสามารถในการต้านจุลินทรีย์และต้านสารอนุมูลอิสระของพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

ปรียนันท์ บัวสด. (2549). การตรวจสอบความสามารถในการเป็นสารแอนตี้ออกซิเดนซ์ของเครื่องดื่มชาโดยวิธีไซคลิกโวลแทมเมตรี. ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด, สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. "ผักบุ้งทะเล". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.rspg.or.th/plants_data/herbs/. [25 เม.ย. 2018].

Al-Dabbas H., Wojdy A., Oszmianski J. & Czemerys O. (2006). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food Chemistry 105, 940–949.

Almeida, PP., Mezzomo, N. and Ferreira, SRS. (2012). Extraction of *Mentha spicata* L. volatile compounds Evaluation of process parameters and extract composition. Food Bioprocess Technol. 5:548-59.

Bua-in, S. and Paisooksantivatana Y. (2009). Essential Oil and Antioxidant Activity of Ginger (Zingiberaceae : Zingiber montanum) Collected from Various Parts of Thailand. Kasetsart Journal (Natural Science). 43 : 467-475.

Chan, E.W.C., Lim, Y.Y., Wong, S.K., Lim, K.K., Tan, S.P., Lianto, F.S. and Yong, M.Y. (2009). Effects of Different Drying Methods on the Antioxidant Properties of Leaves and tea of Ginger Species. Journal of Food Chemistry. 113 : 166-172.

Laskar, R. A., Sk, I., Roy, N. and Begum, N. A. (2010). Antioxidant activity of Indian propolis and its chemical constituents. *Food Chemistry*, vol. 122, no. 1, pp. 233–237.

Usman, U. Z., A. B. Abu Bakar, and M. Mohamed. (2016). Phytochemical screening and compareison of antioxidant activity of water and ethanol extract propolis from Malaysia. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Vol. 8, no. 5, Mar, pp. 413-5,

Yang, H., Dong, Y., Du, H., Shi, H., Peng, Y. and Li, X. (2011). Antioxidant compounds from propolis collected in Anhui, China. Molecules, vol. 16, no. 4, pp. 3444–3455.

ปัญหาในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุตำบลเสาธง อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

Problems in activities of daily living Abilities of the Elderly in Saotong Sub-District, Ronphibun District, Nakhon Si Thammarat

หทัยรัตน์ ตัลยารักษ์[1] *, โสภา ชิตพิทักษ์[2] และมโนรส บริรักษ์อราวินท์[1]

Hathairat Tunyarak[1*], Sopa Chitpetak[2] and Manorot Borirakarawin[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันแบ่งตามกลุ่มศักยภาพ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ผู้สูงอายุ จำนวน 400 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างมีระบบจากทะเบียนผู้มารับบริการที่ รพ.สต.บ้านสระพัง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันด้วยดัชนีบาร์เธล เอดีแอล (Barthel ADL Index) วิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่ ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่าผู้สูงอายุเป็นกลุ่มติดสังคมร้อยละ 97.8 และกลุ่มติดบ้านร้อยละ 2.2 และไม่พบกลุ่มติดเตียง ซึ่งปัญหาในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันที่พบมากที่สุดของกลุ่มติดสังคมคือ การกลั้นปัสสาวะ การเคลื่อนที่ภายในบ้าน และการขึ้นลงบันไดตามลำดับ ขณะที่กลุ่มติดบ้าน มีปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ภายในบ้าน การขึ้นลงบันได การใช้ห้องสุขา การสวมใส่เสื้อผ้า การลุกจากเตียงนอน การอาบน้ำและการกลั้นปัสสาวะตามลำดับ ผลการวิจัยนี้สำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการดูแลที่เหมาะสมในผู้สูงอายุ ซึ่งจะช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน, ผู้สูงอายุ

Abstract

The objective of this research was to study the daily living abilities of the elderly divided by potential groups. Population study was the elderly who 60 year olds and over. The sample size calculation revealed 400 samples by systematic sampling technique from the register of patients in Ban Sa Phang health promoting hospital The tools consist of questionnaires of personal information and Barthel Index of ADL (activities of daily living). The data are analyzed by average, standard deviation, frequency and percentage. The results showed that 97.8% of the sampling groups were social-bound

[1] อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2] นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านถลุงทอง

*Corresponding author, E-mail: s4422069@hotmail.com

and 2.2% was home-bound. and no bed-bound elderly. The most common problems in daily activities of a social-bound are urinary incontinence, moving inside the house and going up and down the stairs respectively, while the home-bound has problems with moving inside the house, going up and down the stairs, using toilets, wearing clothes, getting out of bed, bathing and urinary incontinence, respectively. The results of this study are used as basic information for appropriate care planning in the elderly. Which will help the elderly to lead their daily lives more efficiently

Keywords: Activities in daily living abilities, Elderly

บทนำ

โครงสร้างด้านประชากรของประเทศไทยเข้าสู่การเป็น “สังคมสูงวัย” (Aged society) ตั้งแต่ปี 2548 คือ มีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป สูงถึงร้อยละ 10 และตามการคาดประมาณประชากรของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ในปี 2564 ประเทศไทยจะเข้าสู่ “สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์” (Complete aged society) เมื่อประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด และในปี 2574 ประเทศไทยจะเข้าสู่ “สังคมสูงวัยระดับสุดยอด” (Super aged society) เมื่อประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 28 ของประชากรทั้งหมด (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2561) เมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของร่างกายไปในทางที่เสื่อมสภาพ ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคโดยเฉพาะโรคเรื้อรังซึ่งเป็นปัญหาทางสุขภาพที่สำคัญของผู้สูงอายุ (Eliopoulos, 2005) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจะมากหรือน้อยไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสุขภาพและการใช้ชีวิตในวัยที่ผ่านมาร่วมกับผู้สูงอายุบางคนมีโรคประจำตัว ซึ่งทำให้สมรรถภาพของร่างกายเสื่อมถอยลงไป และจากพยาธิสภาพของโรค ความเสื่อมของร่างกายทำให้ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ประสบกับปัญหาด้านสุขภาพร่างกายและมีความจำเป็นที่จะต้องพึ่งพาคนอื่นในการทำกิจวัตรประจำวันมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบทางด้านจิตใจ ซึ่งมีการศึกษาบางส่วนที่พบว่าผู้สูงอายุบางรายไม่ให้ความสำคัญต่อการดูแลตนเองเท่าที่ควรเพราะเชื่อว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในวัยสูงอายุเป็นเรื่องธรรมชาติ การดูแลตนเองตามคำแนะนำของบุคลากรทางด้านสุขภาพไม่ได้ช่วยให้หายจากภาวะเจ็บป่วยได้ ทำให้ปัญหาต่าง ๆ โดยเฉพาะปัญหาสุขภาพทวีความรุนแรงขึ้น (Berman and Iris, 1998) จากการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2557) พบว่าผู้สูงอายุวัยต้น (อายุ 60-69 ปี) กว่าครึ่งที่มีสุขภาพร่างกายอยู่ระระดับดีถึงดีมาก ขณะที่เหลืออยู่ในระดับปานกลางค่อนไปทางสุขภาพไม่ดี แต่ในกลุ่มที่มีอายุมากขึ้นคือผู้สูงอายุวัยกลาง (อายุ 70-79 ปี) และผู้สูงอายุวัยปลาย (80 ปีขึ้นไป) พบว่าจำนวนผู้สูงอายุที่มีสุขภาพร่างกายอยู่ในระดับดีลดลง ขณะทีกลุ่มที่มีสุขภาพไม่ดีเพิ่มขึ้น โดยผู้สูงอายุไทยร้อยละ 50 ป่วยด้วยโรคเรื้อรังหรือโรคประจำตัว ซึ่งในจำนวนนี้ร้อยละ 42.66 เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด รองลงมาคือโรคต่อมไร้ท่อ ร้อยละ 24.34 โรคระบบกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น กระดูกและข้อร้อยละ 20.85 โรคระบบทางเดินอาหารร้อยละ 8 และโรคระบบทางเดินหายใจร้อยละ 7.96 รวมทั้งวิถีการดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุก็เปลี่ยนไปเพราะเกษียณอายุจากการทำงาน มีกิจกรรมหรือมีส่วนร่วมทางสังคมลดลง ทำให้เกิดความรู้สึกสูญเสียบทบาทและความรู้สึกในคุณค่าของตนเองลดลง ทำให้ต้องมีการปรับตัวอย่างมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน รวมถึงคุณภาพชีวิต ดังนั้นถ้าได้มีการเตรียมตัวและให้การดูแลสุขภาพอย่างเหมาะสมก็จะทำให้ผู้สูงอายุมีสุขภาวะและคุณภาพชีวิตที่ดีได้ (วิไลพร ขำวงษ์ และคณะ, 2554)

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นในอนาคต จากโครงสร้างประชากร ของจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ประชากรผู้สูงอายุมีจำนวนและสัดส่วนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง จากร้อยละ 12.2 ของประชากรทั้งหมด ในปี 2550 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 15.5 ในปี 2559 (เฉลี่ยเพิ่มขึ้น ร้อยละ

0.33 ต่อปี) โครงสร้างอายุที่เปลี่ยนไปเกิดจากสาเหตุหลังจากการลดลงของอัตราการเกิด รวมทั้งการพัฒนาทางด้านสาธารณสุขที่ดีขึ้น โดยในจำนวนนี้ยังมีกลุ่มผู้สูงอายุที่ต้องการความช่วยเหลือในการดำเนินกิจวัตรประจำวันพื้นฐาน คิดเป็นร้อยละ 11.7 ดังนั้นการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับปัญหาที่จะเกิดขึ้นในผู้สูงอายุ รวมทั้งการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในจังหวัดนครศรีธรรมราชจึงเป็นสิ่งจำเป็น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันและปัญหาความต้องการในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุตำบลเสาธง อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราชเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการดูแลที่เหมาะสมในผู้สูงอายุ ซึ่งช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขและมีคุณภาพชีวิตที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปัญหาในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุแยกตามกลุ่มศักยภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Study) ในประชากรผู้สูงอายุในตำบลเสาธง อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 1,823 คน (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านสระพัง, 2560) คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ ทาโร ยามาเน (Yamane, 1967) ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 329 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 20 เป็น 395 คน และเพื่อป้องกันการขาดหายของข้อมูลจึงได้เก็บข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 400 คน โดยสุ่มอย่างมีระบบ (Systematic Random Sampling) จากทะเบียนผู้มารับบริการที่ รพ.สต.บ้านสระพัง ในพื้นที่ทั้ง 8 หมู่บ้านตามสัดส่วนของประชากร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม 2 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1) ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ครัวเรือน อาชีพ ประวัติการผ่าตัด ส่วนที่ 2) แบบประเมินความสามารถในประกอบกิจวัตรประจำวันตามดัชนีบาร์เธล (Barthel Index of Activities of Daily Living, ADL) (กรมอนามัย, 2555) ประกอบด้วย 10 ด้าน ได้แก่ การรับประทานอาหาร (Feeding) การล้างหน้า หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด (Grooming) การลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้ (Transfer) การใช้ห้องสุขา (Toilet use) การเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้าน (Mobility) การสวมใส่เสื้อผ้า (Dressing) การขึ้นลงบันได (Stair) การอาบน้ำ (Bathing) การกลั้นการถ่ายอุจจาระ (Bowel) และการกลั้นปัสสาวะ (Bladder) โดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้แบ่งเกณฑ์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ออกตามกลุ่มศักยภาพดังนี้ 1) ผู้สูงอายุที่พึ่งตนเองได้หรือกลุ่มติดสังคม มีผลรวมตั้งแต่ 12 คะแนนขึ้นไป 2) ผู้สูงอายุที่พึ่งตนเองได้บ้างหรือกลุ่มติดบ้าน มีผลรวมอยู่ในช่วง 5-11 คะแนน 3) ผู้สูงอายุที่พึ่งตนเองไม่ได้หรือกลุ่มติดเตียง มีผลรวมอยู่ในช่วง 0-4 คะแนน

ในการดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้อบรมผู้ช่วยวิจัยและผู้ช่วยเก็บข้อมูลภาคสนาม นำแบบประเมินความสามารถในประกอบกิจวัตรประจำวันตามดัชนีบาร์เธลไปเก็บในกลุ่มผู้สูงอายุที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง จำนวน 30 ชุด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’ s alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.89 และได้นำมาปรับกรุงแก้ไขความถูกต้องก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจนได้ครบจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ตรวจสอบความถูกต้องและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่และร้อยละและสรุปผลการวิจัย

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาได้รับการอธิบายถึงวัตถุประสงค์การวิจัย และลงนามในใบยินยอมในการทำวิจัย โดยโครงการวิจัยได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช รหัสโครงการ NST PH 049/2561

ผลการวิจัย

1. ลักษณะทั่วไปของผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุจำนวน 400 ราย ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.7 อายุเฉลี่ย 73.05 ปี อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 60 – 69 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.3 ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 81.0 ก่อนอายุ 60 ปี กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมากที่สุด ร้อยละ 31.8 และปัจจุบันเป็นพ่อบ้านหรือแม่บ้านมากที่สุด ร้อยละ 41.3 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของของผู้สูงอายุ

ข้อมูลทั่วไป	ความถี่	ร้อยละ
เพศ - ชาย	177	44.3
- หญิง	233	55.7
อายุ		
- 60 – 69 ปี	185	46.3
- 70 – 79 ปี	144	36.0
- 80 – 89 ปี	62	15.5
- อายุ 90 ปีขึ้นไป	9	2.3
ระดับการศึกษา		
- ไม่ได้เรียน	53	13.3
- ประถมศึกษา	324	81.0
- สูงกว่าประถมศึกษา	23	5.8
อาชีพก่อนอายุ 60 ปี		
- รับราชการ/ รัฐวิสาหกิจ	12	3.0
- ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	72	18.0
- รับจ้าง	59	14.8
- พ่อบ้าน/แม่บ้าน	88	22.0
- เกษตรกรรม	127	31.8
- อื่นๆ	42	10.5
อาชีพปัจจุบัน		
- ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	31	7.8
- รับจ้าง	32	8.0
- พ่อบ้าน/แม่บ้าน	165	41.3
- เกษตรกรรม	110	27.5
- อื่นๆ	62	5.5

2. ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน จากการจำแนกกลุ่มผู้สูงอายุจากการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามกลุ่มศักยภาพ โดยวิเคราะห์ผลจากดัชนีบาร์เธลเอดีแอล (Barthel ADL Index) พบว่าส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุกลุ่มที่พึ่งตนเองได้หรือกลุ่มติดสังคม ร้อยละ 97.8 และเป็นกลุ่มที่ดูแลตนเองได้บ้างหรือกลุ่มติดบ้าน ร้อยละ 2.2 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจำแนกกลุ่มผู้สูงอายุตามดัชนีบาร์เธลเอดีแอล (Barthel ADL Index)

กลุ่มศักยภาพ	ความถี่	ร้อยละ
ผู้สูงอายุที่พึ่งตนเองได้ (กลุ่มติดสังคม)	391	97.8
ผู้สูงอายุที่ดูแลตนเองได้บ้าง (กลุ่มติดบ้าน)	9	2.2
ผู้สูงอายุที่พึ่งตนเองไม่ได้ (กลุ่มติดเตียง)	-	-

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามกลุ่มศักยภาพในการดูแลตนเองพบว่ากลุ่มติดสังคมสามารถตักอาหารได้เป็นปกติร้อยละ 95.9 และตักอาหารเองได้ แต่ต้องมีคนช่วย คิดเป็นร้อยละ 4.1 ขณะที่กลุ่มติดบ้านตักอาหารเองได้ แต่งต้องมีคนช่วย ร้อยละ 66.7 ตักอาหารและช่วยตนเองได้เป็นปกติ ร้อยละ 22.2 และไม่สามารถตักอาหารเข้าปากได้ คิดเป็นร้อยละ 11.1

ความสามารถในการล้างหน้า หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด ของกลุ่มติดสังคมพบว่าทำได้เอง ร้อยละ 99.7 และความต้องการความช่วยเหลือ ร้อยละ 0.3 ส่วนกลุ่มติดบ้านทำได้เอง ร้อยละ 55.6 และความต้องการความช่วยเหลือ ร้อยละ 44.4

การลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้ของกลุ่มติดสังคมพบว่าทำได้เอง ร้อยละ 93.6 ต้องการความช่วยเหลือบ้าง ร้อยละ 5.4 ต้องการความช่วยเหลืออย่างมากจึงจะนั่งได้ ร้อยละ 1.0 และไม่พบผู้ที่ไม่สามารถนั่งได้ ส่วนกลุ่มติดบ้าน ต้องการความช่วยเหลือบ้าง จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4.45 ต้องการความช่วยเหลืออย่างมากจึงจะนั่งได้ร้อยละ 3.33 ทำเองได้และไม่สามารถนั่งได้ ร้อยละ 11.1 เท่ากัน

การใช้ห้องสุขาของกลุ่มติดสังคมพบว่าช่วยเหลือตนเองได้ดี ร้อยละ 97.7 ทำเองได้บ้าง ร้อยละ 2.3 และไม่พบผู้ที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ขณะที่กลุ่มติดบ้านทำเองได้บ้าง ร้อยละ 77.8 ช่วยเหลือตนเองไม่ได้ ร้อยละ 22.2 และไม่พบผู้ที่ช่วยเหลือตนเองได้ดี

การเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้านของกลุ่มติดสังคมพบว่าเดินหรือเคลื่อนที่ได้เอง ร้อยละ 92.6 เดินหรือเคลื่อนที่โดยมีคนช่วย ร้อยละ 6.6 เคลื่อนที่ไปไหนไม่ได้ ร้อยละ 0.8 และไม่พบผู้ที่ต้องใช้รถเข็นช่วยตัวเองให้เคลื่อนที่ได้ ส่วนกลุ่มติดบ้านเดินหรือเคลื่อนที่โดยมีคนช่วย ร้อยละ 44.4 ต้องใช้รถเข็นช่วยตัวเองให้เคลื่อนที่ได้ร้อยละ 33.3 เคลื่อนที่ไปไหนไม่ได้ ร้อยละ 22.2 และไม่พบผู้ที่เดินหรือเคลื่อนที่ได้เอง

การสวมใส่เสื้อผ้า พบว่ากลุ่มติดสังคมช่วยเหลือตนเองได้ดี 98.0 ช่วยเหลือตนเองได้ราวร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 2.0 และไม่พบผู้ที่ต้องมีคนสวมใส่ให้ ช่วยเหลือตนเองแทบไม่ได้หรือน้อย ขณะที่กลุ่มติดบ้านช่วยเหลือตนเองได้ราวร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 88.9 ต้องมีคนสวมใส่ให้ ช่วยเหลือตนเองแทบไม่ได้หรือน้อย ร้อยละ 11.1 และไม่พบผู้ที่ช่วยเหลือตนเองได้ดี

การขึ้นลงบันได 1 ชั้นพบว่ากลุ่มติดสังคมขึ้นลงได้เอง ร้อยละ 92.8 ต้องการคนช่วย ร้อยละ 6.4 ไม่สามารถทำได้ ร้อยละ 0.8 ขณะที่กลุ่มติดบ้านไม่สามารถทำได้ ร้อยละ 55.6 ต้องการคนช่วย ร้อยละ 44.4 และไม่พบผู้ที่สามารถขึ้นลงได้เอง

การอาบน้ำ พบว่ากลุ่มติดสังคม อาบน้ำเองได้ 389 คน คิดเป็นร้อยละ 99.5 และต้องมีคนช่วยหรือทำให้ ร้อยละ 0.5 ส่วนกลุ่มติดบ้านต้องมีคนช่วยหรือทำให้ ร้อยละ 88.9 และอาบน้ำเองได้ ร้อยละ 11.1

การกลั้นการถ่ายอุจจาระในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา พบว่ากลุ่มติดสังคมกลั้นได้ปกติ ร้อยละ 94.4 กลั้นไม่ได้เป็นบางครั้ง ร้อยละ 5.1 และกลั้นไม่ได้หรือต้องการการสวนอุจจาระอย่างสม่ำเสมอ ร้อยละ 5.1 ขณะที่กลุ่มติดบ้านกลั้นไม่ได้เป็นบางครั้ง ร้อยละ 44.4 กลั้นไม่ได้ ร้อยละ 33.3 และกลั้นได้ปกติ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.2

การกลั้นปัสสาวะในระยะ 1 สัปดาห์ ที่ผ่านมา พบว่ากลุ่มติดสังคมกลั้นได้เป็นปกติ ร้อยละ 91.3 กลั้นไม่ได้บางครั้ง ร้อยละ 7.7 กลั้นไม่ได้หรือใส่สายสวนปัสสาวะแต่ไม่สามารถดูแลตนเองได้ ร้อยละ 1.0 ขณะที่กลุ่มติดบ้านกลั้นไม่ได้หรือใส่สายสวนปัสสาวะแต่ไม่สามารถดูแลตนเองได้และกลั้นไม่ได้บางครั้ง ร้อยละ 44.4 เท่ากัน และกลั้นได้เป็นปกติ ร้อยละ 11.1 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างตามกิจกรรมการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน

กิจกรรมการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน	กลุ่มติดสังคม		กลุ่มติดบ้าน	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. Feeding (รับประทานอาหารเมื่อเตรียมสำรับไว้ให้เรียบร้อยต่อหน้า)				
1.1. ไม่สามารถตักอาหารเข้าปากได้ ต้องมีคนช่วยป้อนให้	0	0	1	11.1
1.2 ตักอาหารเองได้ แต่ต้องมีคนช่วย เช่น ช่วยใช้ช้อนตักเตรียมไว้ให้ หรือตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ไว้ล่วงหน้า	16	4.1	6	66.7
1.3 ตักอาหารและช่วยตนเองได้เป็นปกติ	375	95.9	2	22.2
2. Grooming (ล้างหน้า หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด ในระยะ 24 – 48 ชั่วโมงที่ผ่านมา)				
2.1 ความต้องการความช่วยเหลือ	1	0.3	4	44.4
2.2 ทำได้เอง (รวมทั้งที่ทำได้เองถ้าเตรียมอุปกรณ์ไว้ให้)	390	99.7	5	55.6
3. Transfer (ลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้)				
3.1 ไม่สามารถนั่งได้ (นั่งแล้วจะล้มเสมอ) หรือต้องใช้สองคนช่วยกันยกขึ้น	0	0.0	1	11.1
3.2 ต้องการความช่วยเหลืออย่างมากจึงจะนั่งได้ เช่น ต้องใช้คนที่แข็งแรงหรือมีทักษะ 1 คน หรือใช้คนทั่วไป 2 คน พยุงหรือดันขึ้นมาจึงจะนั่งอยู่ได้	4	1.0	3	33.3
3.3 ต้องการความช่วยเหลือบ้าง เช่น บอกให้ทำตาม หรือช่วยพยุงเล็กน้อย หรือต้องมีคนช่วยดูแลเพื่อความปลอดภัย	21	5.4	4	44.5
3.4 ทำได้เอง	366	93.6	1	11.1

ตารางที่ 3 ความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างตามกิจกรรมการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน (ต่อ)

กิจกรรมการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน	กลุ่มติดสังคม		กลุ่มติดบ้าน	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
4. Toilet use (ใช้ห้องสุขา)				
4.1 ช่วยเหลือตนเองไม่ได้	0	0.0	2	22.2
4.2 ทำเองได้บ้าง (อย่างน้อยทำความสะอาดตนเองได้หลังธุระ) แต่ต้องการความช่วยเหลือในบางสิ่ง	9	2.3	7	77.8
4.3 ช่วยเหลือตนเองได้ดี (ขึ้นนั่งหรือลงจากชักโครกได้เอง ทำความสะอาดได้เรียบร้อยหลังจากเสร็จธุระ ถอดใส่เสื้อผ้าได้เรียบร้อย)	382	97.7	0	0.0
5. Mobility (การเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้าน)				
5.1 เคลื่อนที่ไปไหนไม่ได้	0	0.0	2	22.2
5.2 ต้องใช้รถเข็นช่วยตัวเองให้เคลื่อนที่ได้เอง (ไม่ต้องมีคนเข็นให้) และจะต้องเข้าออกมุมห้องหรือประตูได้	3	0.8	3	33.3
5.3 เดินหรือเคลื่อนที่โดยมีคนช่วย เช่น พยุง หรือบอกให้ทำตาม หรือต้องให้ความสนใจดูแลเพื่อความปลอดภัย	26	6.6	4	44.5
5.4 เดินหรือเคลื่อนที่ได้เอง	362	92.6	0	0.0
6. Dressing (การสวมใส่เสื้อผ้า)				
6.1 ต้องมีคนสวมใส่ให้ ช่วยเหลือตนเองแทบไม่ได้หรือน้อย	0	0.0	1	11.1
6.2 ช่วยเหลือตนเองได้ราว ร้อยละ 50	8	2.0	8	88.9
6.3 ช่วยเหลือตนเองได้ดี (รวมทั้งการติดกระดุม รูดซิป หรือใช้เสื้อผ้าที่ดัดแปลงให้เหมาะสมก็ได้)	383	98.0	0	0.0
7. Stair (การขึ้นลงบันได 1 ชั้น)				
7.1 ไม่สามารถทำได้	3	0.8	5	55.6
7.2 ต้องการคนช่วย	25	6.4	4	44.4
7.3 ขึ้นลงได้เอง (ถ้าต้องใช้เครื่องช่วยเดิน เช่น Walker จะต้องเอาขึ้นลงได้ด้วย)	363	92.8	0	0.0
8. Bathing (การอาบน้ำ)				
8.1 ต้องมีคนช่วยหรือทำให้	2	0.5	8	88.9
8.2 อาบน้ำเองได้	389	99.5	1	11.1

ตารางที่ 3 ความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างตามกิจกรรมการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน (ต่อ)

กิจกรรมการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน	กลุ่มติดสังคม		กลุ่มติดบ้าน	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
9. Bowel (การกลั้นการถ่ายอุจจาระในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา)				
9.1 กลั้นไม่ได้ หรือต้องการการสวนอุจจาระอย่างสม่ำเสมอ	2	0.5	3	33.3
9.2 กลั้นไม่ได้เป็นบางครั้ง (เป็นน้อยกว่า 1 ครั้ง ต่อสัปดาห์)	20	5.1	4	44.5
9.3 กลั้นได้ปกติ	369	94.4	2	22.2
10. Bladder (การกลั้นปัสสาวะในระยะ 1 สัปดาห์ ที่ผ่านมา)				
10.1 กลั้นไม่ได้ หรือใส่สายสวนปัสสาวะแต่ไม่สามารถดูแลตนเองได้	4	1.0	4	44.4
10.2 กลั้นไม่ได้บางครั้ง (เป็นน้อยกว่าวันละ 1ครั้ง)	30	7.7	4	44.4
10.3 กลั้นได้เป็นปกติ	357	91.3	1	11.3

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผู้สูงอายุส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาของจิณณ์ณิชา พงษ์ดีและปิยธิดา คูหิรัญญรัตน์ (2558) ที่ศึกษาปัญหาและความต้องการด้านสุขภาพของผู้สูงอายุในเขตพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลบ้านเหมืองแบ่ง ตำบลหนองหญ้าปล้อง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ที่พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายและส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา โดยมีอายุเฉลี่ย 73.05 ปี อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 60 – 69 ปี มากที่สุด และปัจจุบันไม่มีอาชีพโดยเป็นพ่อบ้านหรือแม่บ้านเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับรายงานการทำงานของผู้สูงอายุไทย 2560 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2562) ที่รายงานว่ามีผู้สูงอายุส่วนใหญ่ประมาณ 7.29 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 64.2 ที่ไม่ได้ประกอบอาชีพ

จากการจำแนกกลุ่มผู้สูงอายุจากการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามกลุ่มศักยภาพ จากดัชนีบาร์เธลเอดีแอล (Barthel ADL Index) พบว่าส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุกลุ่มที่พึ่งตนเองได้หรือกลุ่มติดสังคม ร้อยละ 97.8 และเป็นกลุ่มที่ดูแลตนเองได้บ้างหรือกลุ่มติดบ้าน ร้อยละ 2.2 ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับรายงานของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (2561) ที่พบว่าร้อยละ 96.9 เป็นผู้สูงอายุที่สามารถดูแลตัวเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาผู้อื่น โดยส่วนมากจะอยู่ในช่วงอายุ 60-69 ปี ร้อยละ 2 เป็นผู้สูงอายุที่ต้องพึ่งพาผู้อื่นบ้างในบางกิจกรรมของกิจวัตรประจำวัน และร้อยละ 1.1 (ราว ๆ 124,300 คน) เป็นผู้สูงอายุที่ต้องพึ่งพาผู้อื่นในทุก ๆ กิจกรรมของกิจวัตรประจำวัน และยังสอดคล้องกับการศึกษาของหทัยรัตน์ และคณะ (2559) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งพบว่าผู้สูงอายุในจังหวัดนครศรีธรรมราชแบ่งได้เป็นกลุ่มติดสังคม ร้อยละ 96.0 กลุ่มติดบ้าน ร้อยละ 2.75 และกลุ่มติดเตียง ร้อยละ 1.25 ทั้งนี้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัญหาในการ

ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ คือการที่ผู้สูงอายุไม่สามารถกระทำหรือดูแลตนเองได้ หรือทำได้/ดูแลตนเองได้แต่ต้องมีผู้ช่วยเหลือ เรียงลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ได้แก่ การกลั้นปัสสาวะ การเคลื่อนที่ภายในบ้าน การขึ้นลงบันได การลุกนั่งจากที่นอน เมื่อแยกตามกลุ่มศักยภาพพบว่ากลุ่มติดสังคมมีปัญหามากที่สุด 3 ลำดับแรกคือการกลั้นปัสสาวะ การเคลื่อนที่ภายในบ้าน และการขึ้นลงบันได ขณะที่กลุ่มติดบ้านมีปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ภายในบ้าน การขึ้นลงบันได การใช้ห้องสุขา การลุกจากเตียงนอน การอาบน้ำและการกลั้นปัสสาวะ ทั้งนี้จิรวรรณ อินคุ้ม (2558) ได้รายงานว่าเมื่อสูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบทางเดินปัสสาวะส่วนล่างในวัยสูงอายุ ที่ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีโอกาสเกิดภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ เช่น ความจุของกระเพาะปัสสาวะลดลง กล้ามเนื้อ detrusor บีบตัวลดลง กล้ามเนื้อหูรูดบีบรัดตัวไม่ดี ปัสสาวะค้างในกระเพาะปัสสาวะเพิ่มขึ้น การไหลออกของปัสสาวะถูกกีดขวางเพิ่มขึ้น และยังมีความสัมพันธ์กับโรคประจำตัว เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง หัวใจล้มเหลวจากการมีน้ำคั่ง ข้ออักเสบ ซึมเศร้า และความบกพร่องทางสติปัญญา (cognitive impairment) ถ้าผู้สูงอายุมีจำนวนโรคที่เกิดขึ้นมากก่อนหลายโรคจะยิ่งทำให้ความเสี่ยงของการเกิดภาวะกลั้นปัสสาวะไม่อยู่สูงขึ้น โดยจะพบในผู้สูงอายุเพศหญิงประมาณ 1 ใน 3 มากกว่าเพศชายที่พบเพียง 1 ใน 4 (วันทิน ศรีเบญจลักษณ์ และปณิตา ลิมปะวัฒนะ, 2556) ขณะที่ ทิวาพร และคณะ (2553) พบว่าจากความเสื่อมของร่างกายในวัยสูงอายุ ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความบกพร่องในการควบคุมการทรงตัว มีการจำกัดความสามารถในการเคลื่อนไหว เพิ่มความเสี่ยงต่อการล้มและส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ซึ่งดูจากความสามารถในการทำกิจกรรมต่างๆ ที่ใช้กำลังกายลดลง

ข้อเสนอแนะ

ในการวางแผนดูแลผู้สูงอายุเบื้องต้นควรกระตุ้นให้ผู้สูงอายุได้มีการเคลื่อนไหวร่างกายเพิ่มขึ้นเพื่อทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรง ซึ่งจะทำให้ผู้สูงอายุสามารถช่วยเหลือตัวเองในการทำกิจวัตรประจำวันได้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชเป็นอย่างยิ่งที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2555). **แบบประเมินความสามารถในการดำเนินชีวิตประจำวัน ดัชนีบาร์เธล เอดีแอล (Barthel ADL index).** เอกสารประกอบการประชุมชี้แจงแผนการตรวจราชการและนิเทศงานระดับกระทรวงกระทรวงสาธารณสุข ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 วันที่ 26-27 มกราคม พ.ศ.2555 ณ โรงแรมรามาการ์เดน กรุงเทพมหานคร

จิณณ์ณิชา พงษ์ดีและปิยธิดา คูหิรัญญรัตน์. (2558). ปัญหาและความต้องการด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลบ้านเหมืองแบ่ง ตำบลหนองหญ้าปล้อง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย. **วารสารการพัฒนาสุขภาพชุมชน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 3(4): 561-567.

จิรวรรณ อินคุ้ม. (2558). การกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ในผู้สูงอายุ. **วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ.** 22(1): 58-68.

ทิวาพร ทวีวรรณกิจ สุกัลยา อมตฉายา พรรณี ปึงสุวรรณ และลักขณา มาทอ. (2553). การทรงตัว การล้มและคุณภาพชีวิตในผู้สูงอายุที่เคลื่อนไหวและไม่เคลื่อนไหวร่างกายเป็นประจำ. **วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด.** 22(3): 271-279.

วันทิน ศรีเบญจลักษณ์ และปณิตา ลิมปะวัฒนะ. (2556). ภาวะกลั้นปัสสาวะไม่ได้ในผู้สูงอายุ. **วารสารสมาคมประสาทวิทยาศาสตร์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** 8(2): 82-92.

วิไลพร ขำวงษ จตุพร หนูสวัสดิ์ วรารัตน ประทาน วรปัญญาและจิดาภา ศิริปิญญา. (2554). ปัจจัยที่มีความสัมพันธกับคุณภาพชีวิตของผูสูงอายุ. **วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ.** 5 (2): 32-40

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2561). **ปี 2564 คาดว่าไทยจะเป็นสังคมสูงอายุโดยสมบูรณ์.** ค้นเมื่อ มกราคม, 5, 2563 จาก https://www.facebook.com/thaihealth/photos/pcb.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2560). **การทำงานของผู้สูงอายุในประเทศไทย 2560.** ค้นเมื่อ มกราคม, 5, 2563 จาก http://www.dop.go.th/th/know/1/124

สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2557). **การสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ.2557: The 2014 survey of the older persons in Thailand.** กรุงเทพ. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.

หทัยรัตน์ ตัลยารักษ์ และณุภาวี ณะฤทธิ์. (2559). การพัฒนานวัตกรรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของ ผู้สูงอายุในจังหวัดนครศรีธรรมราช. **วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพ รัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมาร**. 5(1): 78-88.

Berman, R., and Iris, M. 1998. Approaches to self-care in late life. **Qualitative Health Research**. 8(2): 224-236.

Eliopoulos, C. 2005. **Gerontological Nursing.** 6th ed. Philadelphia: Lippincott. 41-42, 76–85.

Yamane, T. 1967. **Statistics, An Introductory Analysis**. 2nd ed., New York: Harper and Row. Page 258.

ศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกกระท้อน

Study the Fuel Propreties of Santol Peel Charcoal

นวรัตน์ สีตะพงษ์[1*], ศราวุฒิ ชูโลก[1], สุภานัน ตั้นสุย[2], สุวรรณา จันทร์นวล[2], อารยา นินทจิตร[2]

Nawarat Seetapong[1*], Sarawut Chulok[1], Supanan Tansui[2], Suwanna Jannual[2], Araya Nintajit[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านจากเปลือกกระท้อน โดยเปรียบเทียบกับเปลือกกระท้อนตากแห้ง ทำการศึกษาค่าพลังงานความร้อนของถ่านเปลือกกระท้อน ปริมาณขี้เถ้า และอัตราการเพิ่มอุณหภูมิน้ำ จากการศึกษาพบว่า ถ่านเปลือกกระท้อนมีค่าพลังงานความร้อนสูงกว่าเปลือกกระท้อนตากแห้ง มีค่าแตกต่างกัน 89 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณขี้เถ้ามากกว่าเปลือกกระท้อนตากแห้ง 2.29 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิน้ำจากการเผาไหม้โดยใช้ถ่านเปลือกกระท้อน และเปลือกกระท้อนตากแห้ง พบว่าถ่านจากเปลือกกระท้อนจะมีค่าเพิ่มของอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยสูงกว่าการใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกระท้อนตากแห้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อเปลี่ยนเปลือกกระท้อนเป็นถ่านจะทำให้สมบัติด้านเชื้อเพลิงค่าพลังงานความร้อนและความสามารถในการติดไฟดีขึ้น

คำสำคัญ : เชื้อเพลิง, พลังงาน, ขี้เถ้า, อุณหภูมิ, เปลือกกระท้อน

Abstract

A study of the fuel properties of charcoal from santol comparing with dried santol. Study the thermal energy value of santol charcoal, amount of ashes and the rate of increasing water temperature. Found that charcoal from santol peel has higher heat energy than dried santol peel of 89 °c, which contained ash more than dried santol 2.29 %. The rate of increase water temperature from combustion of charcoal santol peel and santol peel dried. It was found that the charcoal from santol peel increased the average water temperature higher than the fuel used from the dried santol peel. The charcoal santol peel Resulting in better fuel properties, heat energy and flammability.

Keywords: fuel heat, energy, ashes, temperature, santol bark

---

[1]อาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail : nawaratskru@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันทุกประเทศทั่วโลกต่างตื่นตัวในการพัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนกันมากขึ้น การอนุรักษ์พลังงานมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายครัวเรือน ลดต้นทุนการผลิตและบริการ ตลอดจนการลดการปล่อยมลพิษและก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

พลังงานทดแทนเป็นทางเลือกหนึ่งที่รัฐบาลให้ความสนใจ สนับสนุนทั้งด้านงานวิจัย และการนำร่องผลิตพลังงานทดแทน ได้แก่ พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานชีวมวลที่ได้จากเชื้อเพลิงชีวมวลซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากเกษตร เช่น แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย กากน้ำมันสำปะลัง เศษไม้ เศษยางพารา เปลือกทุเรียน กะลา และอื่น ๆ เชื้อเพลิงเหล่านี้สามารถทดแทนการนำเข้าเชื้อเพลิงประเภทถ่านหินและน้ำมันดิบส่วนหนึ่ง การนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลนอกจากเป็นพลังงานทางเลือกแล้วยังช่วยแก้ปัญหาการกำจัดของเสียและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอีกรูปแบบหนึ่ง

ผู้วิจัยจึงสนใจการใช้พลังงานชีวมวลโดยตรงจากเปลือกกระท้อน เนื่องจากทางภาคใต้ของประเทศไทยประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่มีการปลูกกระท้อนจำนวนมากเพราะเป็นไม้ที่เติบโตได้ในทุกสภาพดิน และสามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ดี จากงานวิจัยของ วรนุช แจ้งสว่าง (2544) ใช้เชื้อเพลิงสามชนิดใช้เวลาในการจุดเตาอยู่ระหว่าง 10- 20 นาที โดย กะลามะพร้าว ใช้ระยะเวลาในการจุดเตาสั้นที่สุด อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีค่าอยู่ระหว่าง 7.6-9.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยชิ้นไม้ยูคาลิปตัส มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุด และสำหรับค่าความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเตาแก๊สชีวมวลมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยค่าความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตจากกะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนสูงที่สุด ในการทำการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เปลือกกระท้อนที่เหลือจากการแปรรูปจำนวนมากที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพื่อเป็น ทางออกของการแก้ปัญหา คือ การนำเปลือกกระท้อนดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของถ่านจากเปลือกกระท้อน เพื่อศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านจากเปลือกกระท้อนและเปรียบเทียบสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านจากเปลือกกระท้อนกับเปลือกกระท้อนตากแห้ง พลังงานชีวมวลสามารถนำมาใช้ได้โดยตรงโดยการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนและนำไปผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ประโยชน์ อีกทั้งไม่มีปัญหาในเรื่องของมลพิษและสุขอนามัย และเป็นการนำวัสดุในท้องถิ่นที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านจากเปลือกกระท้อนและเปรียบเทียบสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านจากเปลือกกระท้อนกับเปลือกกระท้อนตากแห้ง โดยมีวิธีดำเนินการทดลองดังต่อไปนี้

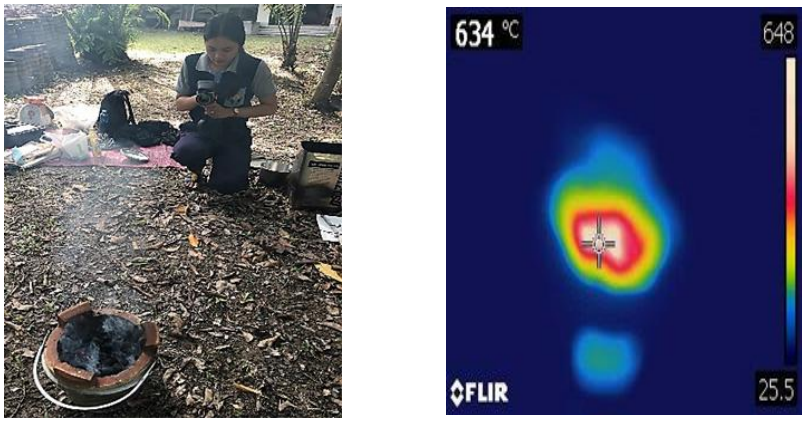
1. นำเปลือกกระท้อนพันธุ์พื้นเมืองที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นไปตากแดดให้แห้ง จากนั้นนำเปลือกกระท้อนที่ตากแดดจนแห้งไปชั่งน้ำหนักปริมาณ 2 กิโลกรัม แล้วนำไปเผาเป็นถ่านด้วยปี๊บ โดยใช้ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ให้ได้ถ่านเปลือกกระท้อนตากแห้ง เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านจากเปลือกกระท้อน

2. นำถ่านเปลือกกระท้อนที่ได้และเปลือกกระท้อนตากแห้งไปเผาในเตาอั้งโล่ โดยเผาเชื้อเพลิงเตาละ 1 ชนิด จนกระทั่งเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิดกลายเป็นขี้เถ้าทั้งหมด (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การนำถ่านเปลือกกระท้อน และเปลือกกระท้อนนตากแห้งไปเผาจนเป็นขี้เถ้า

3. ใช้กล้องถ่ายภาพความร้อน FLIR E60 ในการถ่ายภาพความร้อน พลังงานของรังสีอินฟราเรดจะแผ่จากวัตถุส่งผ่านเลนส์ ของกล้องถ่ายภาพความร้อน และจะถูกโฟกัสโดยเลนส์ไปยังตัวตรวจจับ โดยเซนเซอร์จะทำการแปลงรังสีอินฟราเรด ให้อยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้า และหลังจากนั้นอิเลคทรอนิกส์เซนเซอร์ จะทำการแปลงข้อมูล ที่รับมาจากตัวตรวจจับ แสดงผลบนจอภาพได้ ซึ่งวัตถุที่ร้อนกว่าจะแสดงสีสว่าง และวัตถุที่เย็นกว่าจะแสดงสีมืดกว่า เนื่องจากพลังงานความร้อนจะสะท้อน พื้นผิวที่แวววาว จึงทำให้กล้องถ่ายภาพความร้อนเกิดข้อจำกัดไม่สามารถมองผ่านแก้วได้เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดความร้อนของถ่านเปลือกกระท้อน และเปลือกกระท้อนตากแห้ง (ภาพที่ 2) ในระยะเวลาทุก 5 นาที จนกระทั่งเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด กลายเป็นขี้เถ้าทั้งหมด



(ก) (ข)

ภาพที่ 2 วัดค่าอุณหภูมิด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน

(ก) เครื่อง FLIR ตรวจวัดความร้อนจากถ่านเปลือกกระท้อนขณะเผาไหม้

(ข) ภาพจากกล้องถ่ายภาพความร้อนเมื่อมีการเผาไหม้เชื่อเพลิงจากถ่านเปลือกกระท้อนขณะเวลาที่ 10 นาที

4. นำขี้เถ้าของถ่านเปลือกกระท้อนและขี้เถ้าของเปลือกกระท้อนตากแห้ง (ภาพที่ 3) มาคำนวณหาอัตราการเกิดปริมาณขี้เถ้าจากสมการ $A = (\frac{a}{w}) \times 100$ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณขี้เถ้าของถ่านเปลือกกระท้อนและเปลือกกระท้อนตากแห้ง โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง จากนั้นนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย



(ก) (ข)

ภาพที่ 3 ขี้เถ้าหลังจากการเผาเพื่อหาค่าปริมาณขี้เถ้า
(ก) ปริมาณขี้เถ้าของถ่านเปลือกกระท้อน
(ข) ปริมาณขี้เถ้าของเปลือกกระท้อนตากแห้ง

5. นำน้ำประปาปริมาตร 1,200 มิลลิลิตร ใส่ในหม้อต้มน้ำตามมาตรฐาน (water boiling test) จากนั้นนำไปตั้งไฟบนเตาที่ใช้ถ่านจากเปลือกกระท้อน และเปลือกกระท้อนตากแห้งเป็นเชื้อเพลิง (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ต้มน้ำโดยใช้ถ่านจากเปลือกกระท้อนและเปลือกกระท้อนตากแห้งเป็นเชื้อเพลิง

6. ทำการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำทุก 1 นาที หลังจากเริ่มจุดไฟจนน้ำเดือดโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล type k thermometer เป็นเวลา 8 นาที (ภาพที่ 5) จากนั้นนำอุณหภูมิและเวลาที่ได้จากการวัดมาทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ หาอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำ โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง จากนั้นนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 5 วัดอุณหภูมิน้ำด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล type k thermometer รุ่น APPA55 วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -200 c° - 1370 c°

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกกระท้อนที่ได้จากการศึกษานี้ ได้ทำการศึกษาโดยใช้เปลือกกระท้อนทำเป็นถ่านเปลือกกระท้อน ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น และเป็นการนำเปลือกกระท้อนไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของถ่านจากเปลือกกระท้อน ในการศึกษานี้ ได้ศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกกระท้อน คือ ศึกษาค่าพลังงานของถ่านเปลือกกระท้อน ศึกษาปริมาณขี้เถ้า และศึกษาอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำ

1. ค่าพลังงานความร้อนของเปลือกกระท้อนและถ่านเปลือกกระท้อนที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ถ่านเปลือกกระท้อนมีค่าพลังงานความร้อนสูงกว่าเปลือกกระท้อน โดยมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอยู่ที่ 89 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าถ่านเปลือกกระท้อนเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสามารถในการให้พลังงานความร้อนสูงกว่าเปลือกกระท้อนตากแห้ง

ตารางที่ 1 ค่าพลังงานความร้อนของเปลือกกระท้อนตากแห้งและถ่านเปลือกกระท้อนตากแห้ง

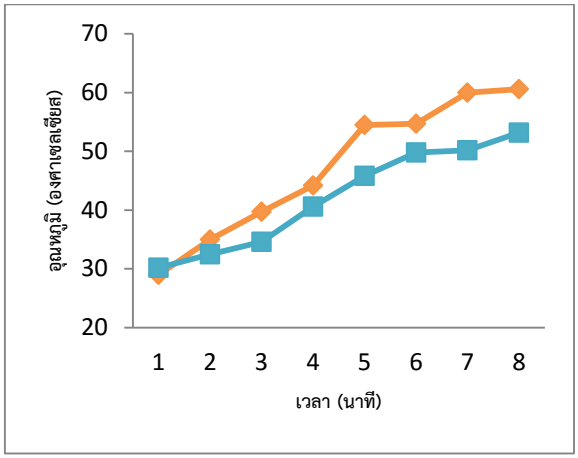
เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	เปลือกกระท้อนตากแห้ง	ถ่านเปลือกกระท้อน
0	34	34
5	291	356
10	504	634
15	323	487
ค่าเฉลี่ย	288	377

2. ปริมาณขี้เถ้าจากการเผาไหม้ของเปลือกกระท้อนตากแห้งและถ่านเปลือกกระท้อนที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณขี้เถ้าของถ่านเปลือกกระท้อนมีปริมาณมากกว่าเปลือกกระท้อน โดยมีอัตราการเกิดปริมาณขี้เถ้าแตกต่างกันอยู่ที่ 2.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ่านเปลือกกระท้อนเกิดการเผาไหม้ได้ดีกว่าเปลือกกระท้อนตากแห้ง (ตารางที่ 2)

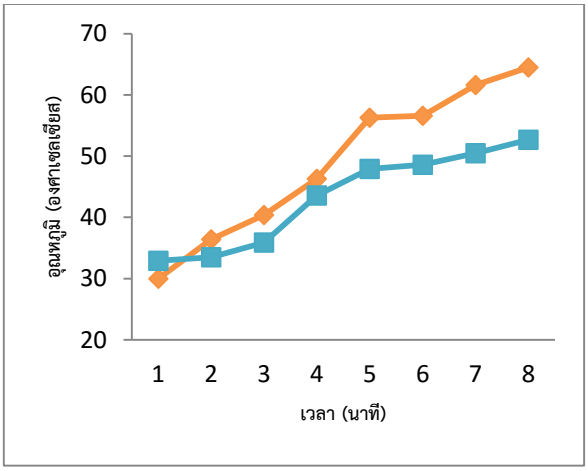
ตารางที่ 2 ปริมาณขี้เถ้าจากการเผาไหม้ของถ่านเปลือกกระท้อนและเปลือกกระท้อนตากแห้ง

การทดสอบ	เปลือกกระท้อนตากแห้ง		ถ่านเปลือกกระท้อน	
	ปริมาณขี้เถ้า (กรัม)	อัตราการเกิดขี้เถ้า (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณขี้เถ้า (กรัม)	อัตราการเกิดขี้เถ้า (เปอร์เซ็นต์)
ครั้งที่ 1	7.05	4.70	11.63	7.75
ครั้งที่ 2	9.44	6.29	10.08	6.72
ครั้งที่ 3	8.77	5.84	13.88	9.25
ค่าเฉลี่ย	8.42	5.61	11.86	7.90

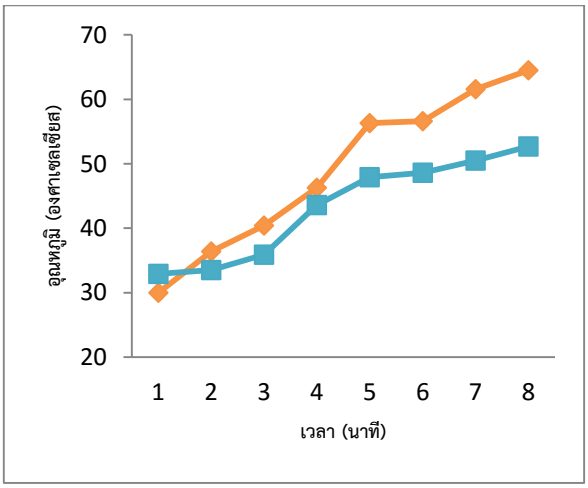
3. อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำจากการเผาไหม้โดยใช้เปลือกกระท้อนตากแห้งและถ่านเปลือกกระท้อนที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า เมื่อใช้เชื้อเพลิงจากถ่านเปลือกกระท้อนในการเผาไหม้เพื่อหาอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกระท้อน แสดงให้เห็นว่าถ่านเปลือกกระท้อนสามารถติดไฟได้นานกว่าเปลือกกระท้อน ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าพลังงานความร้อนที่ว่า ถ่านเปลือกกระท้อนมีค่าพลังงานความร้อนสูงกว่าเปลือกกระท้อน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 6 อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำจากการเผาไหม้โดยใช้ถ่านเปลือกกระท้อน (◆) และเปลือกกระท้อนตากแห้ง (■) ทำการทดลอง 3 ครั้ง (ก) ผลการทดลองครั้งที่ 1 (ข) ผลการทดลองครั้งที่ 2 และ (ค) ผลการทดลองครั้งที่ 3

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกกระท้อนที่ได้จากการศึกษานี้ ได้ทำการศึกษาโดยใช้เปลือกกระท้อนตากแห้งทำเป็นถ่านเปลือกกระท้อน ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น และเป็นการนำเปลือกกระท้อนไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของถ่านจากเปลือกกระท้อน ในการศึกษานี้ได้ศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกกระท้อน คือ ศึกษาค่าพลังงานของถ่านเปลือกกระท้อน ศึกษาปริมาณขี้เถ้า และศึกษาอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำ จากการศึกษาพบว่า ถ่านเปลือกกระท้อนมีค่าพลังงานความร้อนสูงกว่าเปลือกกระท้อนตากแห้ง มีค่าแตกต่างกัน 89 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณขี้เถ้ามากกว่าเปลือกกระท้อนตากแห้ง 2.29 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำจากการเผาไหม้โดยใช้ถ่านเปลือกกระท้อน และเปลือกกระท้อนตากแห้ง พบว่าถ่านจากเปลือกกระท้อนจะมีค่าเพิ่มของอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยสูงกว่าการใช้เชื้อเพลิงจากเปลือกกระท้อนตากแห้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อเปลี่ยนเปลือกกระท้อนเป็นถ่านเปลือกกระท้อนทำให้มีความสามารถในการติดไฟดีขึ้น และมีสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านจากเปลือกกระท้อนสูงขึ้น ดังนั้นถ่านจากเปลือกกระท้อนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงมีสมบัติของความเป็นเชื้อเพลิงมากกว่าเปลือกกระท้อนตากแห้ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย และขอขอบคุณคณะครุศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับสถานที่และปฏิบัติการทางฟิสิกส์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กฤติยา ไชยนอก. (2562). **กระท้อน.** (Online). https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article, 14 กันยายน 2562.

กุหลาบ หมายสุขกลาง. (2559). **สถานการณ์การปลูกกระท้อน ปี 2559**. (Online). http://www.agriinfo.doae.go.th/, 14 กันยายน 2562.

ปราณี หนูทองแก้ว และคณะ. (2556). **สมบัติทางกายภาพและต้นทุนต่อหน่วยของแท่งเชื้อเพลิงแกลบผสมกลีเซอรีน**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 32(4). 399-403.

ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ ฐานิตย์เมธิยานนท และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. (2547). "**การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้โมลาสเป็นตัว ประสาน**", ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรม เครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18, วันที่ 18-20 ตุลาคม 2547 ณ โรงแรมโซฟิเทล ราชาออร์คิด ขอนแก่น. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พุทธิธร แสงรุ่งเรือง และคณะ. (2549). **การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ พื้นที่จังหวัดนนทบุรี.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล. (2553). **การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรนุช แจ้งสว่าง. (2544). **การออกแบบและพัฒนาเตาแก๊สชีวมวลประสิทธิภาพสูง**. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา : สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. **วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร**, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา : http://www.acfs.go.th/warning/view_Knowledge.php?id= 14 กันยายน 2562.

อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย. (2555). **ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง.** สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2556.

อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ ทีปกร คุณาพรวิวัฒน์ พิสุทธ์ รัตนแสนวงษ์ จักรพันธ์ กัณหา และวรพจน์ พันธุ์คง. (2551). **การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขี้เถ้าแกลบผสมซังข้าวโพดและกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชั่นโดยใช้ แป้งเปียกเป็นตัวประสาน**. ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายการวิจัยของสถาบันอุดมศึกษา. วันที่ 17-19 มกราคม 2551. ณ โรงแรมโซฟิเทล ราชาออคิด จ.ขอนแก่น. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินด้วยน้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวง

Synthesis of Silver Nanoparticles from *Guava* Leaves and *Garcinia Cowa* Leaves Extracts

ระเบียบ สุวรรณเพ็ชร์[1*], ปนัดดา สุริยะไชย[2], เขมิกา นวลจันทร์[2], ชนรรค์ พงศ์อาทิตย์[1]

Rabiab Suwanpetch[1*], Panadda Suriyachai[2], Khemmika Nuanjan[2], Chanun Phongarthit[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงิน (AgNPs) ด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (green method) โดยจะใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวงเป็นตัวรีดิวซ์และตัวรักษาเสถียรภาพ ทำการศึกษาผลของปริมาตรของน้ำสกัด ความเป็นกรด-ด่างของน้ำสกัด ชนิดของใบสดและอบแห้งและระยะเวลาที่ใช้เก็บอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้ ความผลของอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์โดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวง มีการเปลี่ยนสีของสารละลายจากสีเหลืองใสเป็นสีน้ำตาล ทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ของอนุภาคนาโนของเงินโดยเทคนิคอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมตรี (UV-visible spectrophotometry) พบว่าการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินด้วยการใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งจะแสดงค่าความยาวคลื่นที่ให้การค่าดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) ในช่วง 410 – 413 นาโนเมตร และการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินด้วยน้ำสกัดใบชะมวงค่าความยาวคลื่นที่ให้ค่า λ_{max} ในช่วง 411 – 429 นาโนเมตร ปริมาตรของน้ำสกัดและความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของสารสกัดพบว่า น้ำสกัดจากใบฝรั่ง คือ ปริมาตร 10 มิลลิลิตรและความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 และ 9 สำหรับน้ำสกัดจากใบชะมวงสด คือ ปริมาตร 10 มิลลิลิตรและความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 การใช้ใบฝรั่งและใบชะมวงทั้งสดและอบแห้งให้ค่า λ_{max} ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ เมื่อทำการเก็บอนุภาคคอลลอยด์ของอนุภาคนาโนของเงินที่ 17 และ 28 วัน พบว่าตำแหน่งของ λ_{max} จะเกิดการเลื่อนไปทางความยาวคลื่นที่สูงกว่า

คำสำคัญ: อนุภาคนาโนของเงิน, ใบฝรั่ง, ใบชะมวง

---

[1]อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** Rabeab.su@skru.ac.th

Abstract

The aim of this study was to green synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) using *Guava* leaves and *Garcinia cowa* leaves extract as reducing and stabilizing agent. Volume of extracts, pH of extracts, types of leaves between fresh and dry, and storage times of colloid solution were studied. The synthesized silver nanoparticles by *Guava* leaves and *Garcinia cowa* leaves extracts resulted in change of color from yellow to brown. The silver nanoparticles were characterized by ultraviolet-visible spectrometry (UV-visible spectrophotometry). It was found that the synthesis of silver nanoparticles using *guava* leaves extracts showed wavelengths that gave the highest absorption (λ_{max}) in the range 410 - 413 nm and the synthesis of silver nanoparticles with *Garcinia cowa* leaves extract that gave λ_{max} in the range 411 - 429 nm. The optimum volume of the extract and pH of the extract showed that *Guava* leaves extract was 10 mL and pH was 8 and 9. For *Garcinia Cowa* leaves was 10 mL at pH 8. The use of fresh and dried of *Guava* leaves and *Garcinia Cowa* leaves gave no difference in λ_{max} value. In addition, when collecting colloidal particles of silver nanoparticles at 17 and 28 days after synthesis. It was found that the position of λ_{max} are shifted to a higher wavelength.

Keywords:Silver nanoparticles, *Guava* leaves, *Garcinia Cowa* leaves

บทนำ

อนุภาคนาโนของเงิน (Silver nanoparticles: AgNPs) เป็นอนุภาคที่มีขนาดอยู่ในช่วง 1-100 นาโนเมตร ซึ่งในปัจจุบันมีการนำอนุภาคนาโนของเงินเข้ามาใช้ในงานต่างๆมากมาย ด้วยสมบัติทางเคมีและทางกายภาพที่พิเศษเฉพาะตัว ผลจากลักษณะทางปรากฏการณ์ทางควอนตัมและผลจากพื้นที่ผิวจำนวนมากทำให้มีคุณสมบัติสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีและมีสมบัติทางแสง เป็นตัวนำไฟฟ้าและสามารถเป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาต่างๆได้ (Zielinska et al., 2009; กานต์พิมล กรไกรและรินา ภัทรมานนท์, 2017; Tarannum et al., 2019) ซึ่งวิธีที่ใช้สังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินจะมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 3 วิธี คือ วิธีแรกการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยวิธีทางกายภาพ (physical approach) เช่น เทคนิคการระเหย และ เทคนิคการยิงด้วยเลเซอร์ เป็นต้น วิธีที่สองการสังเคราะห์อนุภาคเงินนาโนของเงินด้วยวิธีการรีดักชันโดยวิธีการทางเคมี (chemical approach) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเนื่องจากสามารถสังเคราะห์อนุภาคได้ในปริมาณมาก และสามารถควบคุมขนาดและรูปร่างได้ง่าย ซึ่งขั้นตอนในการสังเคราะห์จะประกอบไปด้วย เกลือของซิลเวอร์ (silver salt) คือ ซิลเวอร์ไนเตรต ตัวรีดิวซ์ (reducing agent) เช่น sodium borohydride, sodium citrate, aminoboranes, citric acid และ oxalic acid, sugars เป็นต้น และสารให้ความคงตัว (stabilizer หรือ capping agent) เช่น polyvinyl alcohol, tannic acid, ascorbic acid, poly(vinylpyrrolidine) เป็นต้น (Temgire et al., 2004; Ratyakski et al., 2009; Rashid et al., 2013; Watcharaporn et al., 2016; กานต์พิมล กรไกรและรินา ภัทรมานนท์,

2017; Ranoszek-Soliwoda et al., 2017) ซึ่งการสังเคราะห์ด้วยวิธีนี้ต้องใช้สารเคมีจำนวนมากและอาจตกค้างบนอนุภาคนาโนได้ วิธีสุดท้ายของการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินคือ วิธีการทางชีวภาพ (biological approach) โดยใช้สารสกัดจากแบคทีเรีย เชื้อรา สาหร่าย ยีสต์และพืช ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวรีดิวซ์และสารให้ความคงตัว เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมเพราะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในขั้นตอนการสกัดจะนิยมใช้น้ำเป็นตัวทำละลายการสกัดพืชตัวอย่าง ทำให้มีการใช้สารเคมีที่น้อยลง ในปัจจุบันจึงมีงานวิจัยจำนวนมากสนใจการสังเคราะห์ด้วยวิธีนี้ (กานต์พิมล กรไกรและรินา ภัทรมานนท์, 2017; Landage et al., 2014; Roy et al., 2019) ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Ahmad และ Sharma (2012) ได้ศึกษาการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินจากน้ำสกัดจากสับปะรดทำให้ได้อนุภาคนาโนของเงินขนาดประมาณ 12 นาโนเมตร โดยสารแอนติออกซิแดนซ์ในน้ำสกัดทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์และสารให้ความคงตัว นอกจากนี้ได้มีงานวิจัยที่มีการนำสารสกัดจากใบชา ผลมังคุด ใบกระเพรา ใบมะแว้ง ใบลูกหว้า ใบบัวบก เป็นต้น ใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงิน (Sun et al., 2014; Rajakannu et al., 2015; Logeswari et al., 2015)

งานวิจัยนี้สนใจสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยเลือกใช้ประโยชน์จากสารสกัดจากพืชที่เป็นพืชท้องถิ่นที่สามารถหาได้ง่ายทางภาคใต้ของประเทศไทย 2 ชนิดคือ ใบฝรั่ง (*Psidium guajava*) และใบชะมวง (*Garcinia cowa Roxb.*) ทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์และสารให้ความคงตัว ผลของปริมาตรของน้ำสกัดที่ใช้ชนิดของใบสดและอบแห้ง ความเป็นกรด-ด่างของน้ำสกัดและระยะเวลาที่ใช้เก็บอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้และทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ของอนุภาคนาโนของเงินโดยเทคนิคอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมตรี (UV-visible spectrophotometry) นอกจากนี้ยังวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารละลายจากน้ำสกัดใบฝรั่งและใบชะมวงและอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ใบชะมวงยังมีงานวิจัยในงานด้านนี้ค่อนข้างน้อย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยก็จะสนับสนุนการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่นในการนำมาใช้ประโยชน์ในหลายๆด้าน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่าง

ได้ทำการเก็บตัวอย่างใบฝรั่งและใบชะมวงที่ไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไปในพื้นที่จังหวัดสงขลานำไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น แล้วนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะใช้ใบสดนำไปสกัดและอีกส่วนหนึ่งนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

2. การเตรียมน้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวง

นำใบฝรั่งและใบชะมวงทั้งส่วนที่สดและอบแห้งแล้ว 7.5 กรัม แล้วนำไปต้มให้เดือดเป็นเวลา 5 นาทีในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร จากนั้นวางทิ้งไว้ให้เย็นแล้วกรองเอาส่วนใบออก ทำการเก็บน้ำสกัดส่วนใสเพื่อนำไปสังเคราะห์หาอนุภาคนาโนของเงิน (Rajakannu et al., 2014)

3. การศึกษาผลของปริมาตรและความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่มีต่อการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยโดยใช้น้ำสกัดใบฝรั่งและใบชะมวง

ทำการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยจะใช้เกลือของซิลเวอร์จากสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) และใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวงทั้งสดและแห้ง เป็นตัวรีดิวซ์และสารให้ความคงตัว โดยเปรียบเทียบปริมาตรของน้ำสกัดที่ 10 และ 25 มิลลิลิตรแล้วทำการปรับให้มีค่า pH เท่ากับ 8 และ 9 โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ (M) จากนั้นนำไปผสมกับสารละลาย $AgNO_3$ ความเข้มข้น 3.0 mM ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ทำการคนจนสารละลายเป็นสีเหลืองน้ำตาล โดยในแต่ละปริมาตรของน้ำสกัดจะทำการศึกษา 3 ซ้ำ แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องยูวี –วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ในช่วงความยาวคลื่น 200 – 800 นาโนเมตร (Rajakannu et al., 2014)

4. การศึกษาผลของระยะเวลาหลังการสังเคราะห์ที่มีต่อการเลื่อนของค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max})

ศึกษาโดยทำการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดใบฝรั่งและใบชะมวงโดยทำการปรับให้มีค่า pH เท่ากับ 8 และ 9 โดยใช้ปริมาตรของน้ำสกัดที่ 10 และ 25 มิลลิลิตร โดยในแต่ละปริมาตรของน้ำสกัดจะทำการศึกษา 3 ซ้ำ แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องยูวี -วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ในช่วงความยาวคลื่น 200 - 800 nm ซึ่งจะทำการติดตาม λ_{max} จากระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างที่ 6, 17 และ 28 วัน

5. การศึกษาอินฟราเรดสเปกตรัมของน้ำสกัดใบฝรั่งและใบชะมวงและอนุภาคนาโนของเงินที่

การศึกษาอินฟราเรดสเปกตรัม ทำโดยนำตัวอย่างทั้งหมด 4 ตัวอย่าง คือน้ำสกัดใบฝรั่งและใบชะมวง อนุภาคนาโนของเงินที่เตรียมจากใบฝรั่งปริมาตร 10 มิลลิลิตร pH 8 และใบชะมวงปริมาตร 25 มิลลิลิตร pH 8 ไปวัดอินฟราเดรสเปกตรัม ด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปคโตรมิเตอร์ (FT-IR)

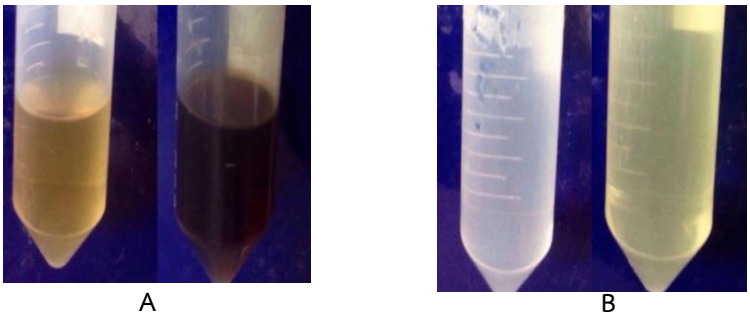
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลของการใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวงเป็นตัวกลางในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงิน

ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวงเป็นตัวรีดิวซ์ Ag^+ ในสารละลาย $AgNO_3$ ซึ่งเป็นสารละลายใสให้กลายเป็นอนุภาคนาโนของเงิน (Ag^0) สังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของสารสกัดจากสีเหลืองใสเมื่อนำมาผสมกับสารละลาย $AgNO_3$ จะกลายเป็นสีเหลืองน้ำตาล แสดงดังภาพ 1 โดยภาพ A แสดงการเปลี่ยนสีของน้ำสกัดจากใบฝรั่ง (ซ้าย) และอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้ (ขวา) สีของสารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลอ่อนเป็นน้ำตาลเข้มและน้ำสกัดจากใบชะมวง (ซ้าย) และอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้ (ขวา) สีของสารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินจะเปลี่ยนจากสีใสเป็นน้ำตาลอ่อน โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงิน แสดงดังสมการ

$$2AgNO_3(s) + \text{Plant extract (aq)} \longrightarrow 2Ag(s) + O_2 + 2NO_2(g) + \text{Plant extract (aq)}$$

และสารสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวงยังทำหน้าที่สารให้ความคงตัว โดยป้องกันการรวมตัวกันของอนุภาคนาโนและยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (กานต์พิมล กรไกรและรินา ภัทรมานนท์, 2017) ซึ่งสารประกอบที่มีอยู่ในสารสกัดจากฝรั่งที่ทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์และสารให้ความคงตัว คือ phenolic compounds, isoflavonoids, gallic acid และ tannin เป็นต้น (Barbalho et al, 2012; ปุณณาณี สัมภวะผล, 2554; Naseer et al., 2018) สำหรับในใบชะมวงสารประกอบที่มีอยู่สารสกัดเป็นสารในกลุ่ม miscellaneous เช่น oxalic acid, citric acid และ -(-)hydroxycitric acid lactoneเป็นต้น ซึ่งพบในใบชะมวง (Jena et al., 2002; Ritthiwigrom et al., 2013)



A B

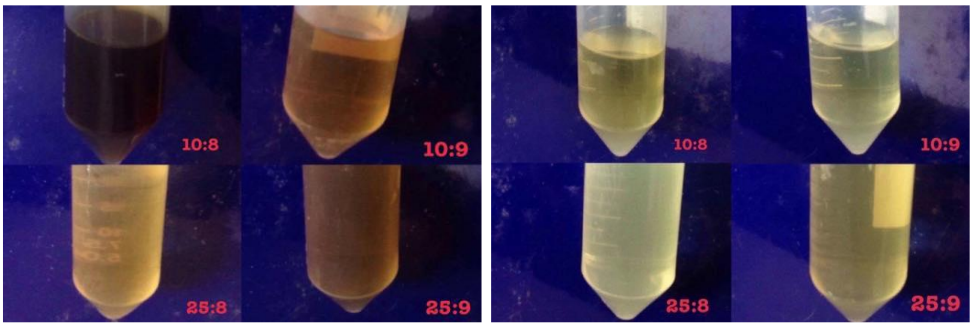
ภาพ 1 แสดงการเปลี่ยนสีของน้ำสกัดจากใบฝรั่งและอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้จาก $AgNO_3$ เข้มข้น 3.0 mM (A) และน้ำสกัดจากใบชะมวงและอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้ (B)

2. ผลของปริมาตรและ pH ของสารละลายที่มีต่อการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวง

ทำการสังเคราะห์อนุภาคเงินนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวงที่ปริมาตร 10 และ 25 มิลลิลิตร และมีการปรับ pH ของน้ำสกัดให้มีค่าเท่ากับ 8 และ 9 สามารถสังเกตอนุภาคนาโนของเงินสังเคราะห์ได้จากการเปลี่ยนสีของสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม แสดงดังภาพ 2 จากผลการศึกษาพบว่า สเปกตรัมการดูดกลืนแสงโดยใช้เทคนิคอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมตรี ผลแสดงดังภาพ 3-6 เมื่อทำการเปรียบเทียบ ณ ความยาวคลื่นที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) จากสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินที่ใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งจะแสดงผล λ_{max} ในช่วง 410-413 nm ในขณะที่สารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินที่ใช้น้ำสกัดใบชะมวงจะแสดงผล λ_{max} ที่สูงกว่าคือ ในช่วง 411-429 nm ซึ่งสเปกตรัมของอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้จะสอดคล้องกับงานวิจัยของ Temgire et al. (2004) ซึ่งกล่าวว่า สเปคตรัมของอนุภาคเงินนาโนของเงินจะมีค่า λ_{max} ในชวงความยาวคลื่น 380 – 440 nm โดยแถบการดูดกลืนดังกล่าวเกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ surface plasmon resonance เป็นอันตรกิริยาของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอิเล็กตรอนที่พื้นผิวของอนุภาคนาโนที่มีขนาดน้อยกว่าความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (อภิวัฒน์ เพ็ชรสหายและคณะ, 2559)

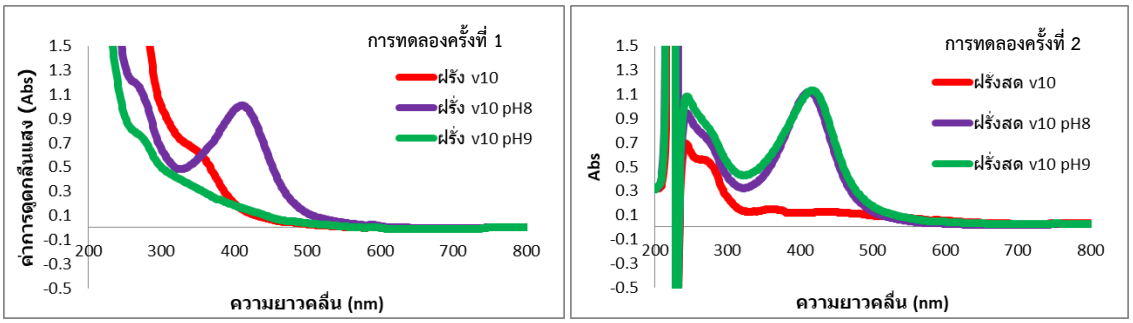
เมื่อพิจารณาค่าสัญญาณที่ได้จากน้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวงที่ไม่มีการปรับค่าpH (กราฟเส้นสีแดง) แล้วนำมาสังเคราะห์อนุภาคนาโนพบว่าจะแสดงค่า λ_{max} ในชวงความยาวคลื่นที่ต่างกัน เนื่องจาก pH ของสารสกัดมีผลในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดย pH ในช่วงที่เป็นเบสจะมีประจุของ OH^- จำนวนมากซึ่งจะเกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้ามากขึ้น ลดการรวมตัวกันของอนุภาคนาโนส่งผลให้ขนาดของอนุภาคมีขนาดเล็ก (กานต์พิมล กรไกรและรินา ภัทรมานนท์, 2017) ดังนั้น ที่ pH 8 และ 9 จึงเหมาะสมที่ใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคเงินนาโนของเงินจากสารสกัดจากใบฝรั่ง และ pH 8 เหมาะสมที่ใช้การสังเคราะห์อนุภาคเงินนาโนของเงินจากสารสกัดจากใบชะมวงเพราะให้ค่าการดูดกลืนแสงที่จุดสูงสุดของสเปกตรัมสูงกว่าที่ pH 9

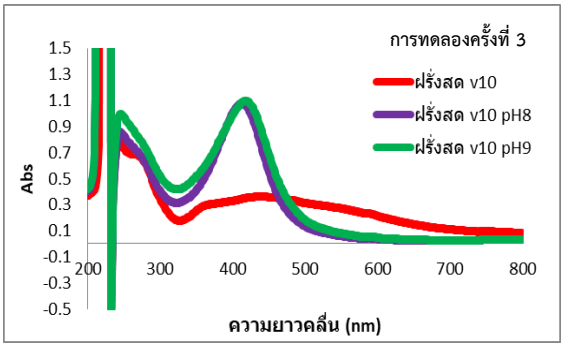
นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาตรของน้ำสกัดโดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวงที่ปริมาตร 10 และ 25 มิลลิลิตร พบว่าสำหรับสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินที่ใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวง 10 มิลลิลิตรจะให้ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ณ ค่า λ_{max} ที่สูงกว่าการใช้ปริมาตรน้ำสกัด 25 มิลลิลิตร



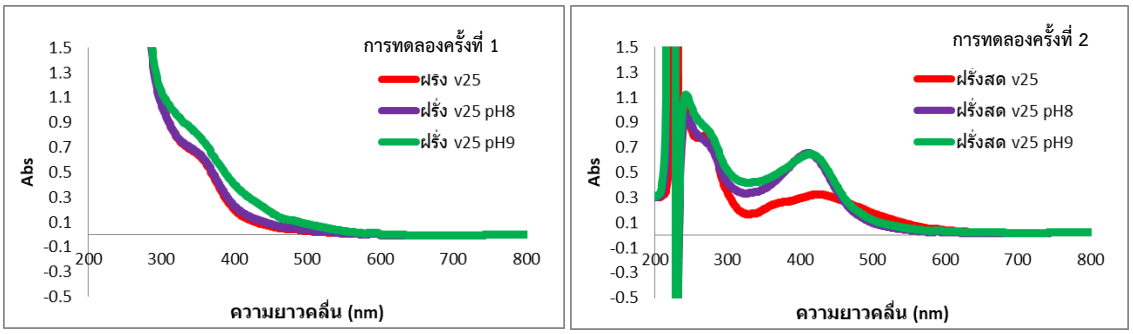
A B

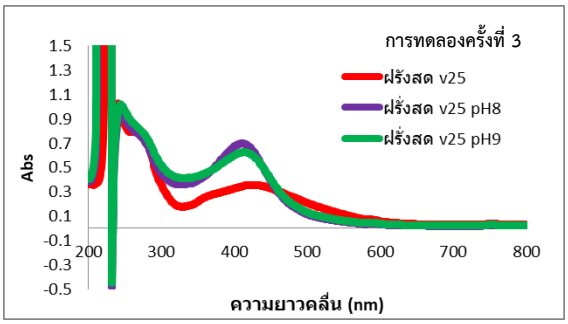
ภาพ 2 แสดงการเปลี่ยนสีของอนุภาคเงินนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้โดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่ง (A) ที่ใช้ปริมาตรของสารสกัดและpH ของสารสกัดที่ใช้เท่ากับ 10 มิลลิลิตร pH=8 (10:8), 10 มิลลิลิตร pH=9 (10:9), 25 มิลลิลิตร pH= 8 (25:8) และ 25 มิลลิลิตร pH= 9 (25:9) เมื่อ $AgNO_3$ เข้มข้น 3.0 mM และการเปลี่ยนสีของอนุภาคเงินนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้โดยใช้น้ำสกัดจากใบชะมวง (B) ที่ใช้ปริมาตรของสารสกัดและpH ของสารสกัดที่ใช้เท่ากับ 10 มิลลิลิตร pH=8 (10:8), 10 มิลลิลิตร pH=9 (10:9), 25 มิลลิลิตร pH= 8 (25:8) และ 25 มิลลิลิตร pH= 9 (25:9) เมื่อ $AgNO_3$ เข้มข้น 3.0 mM



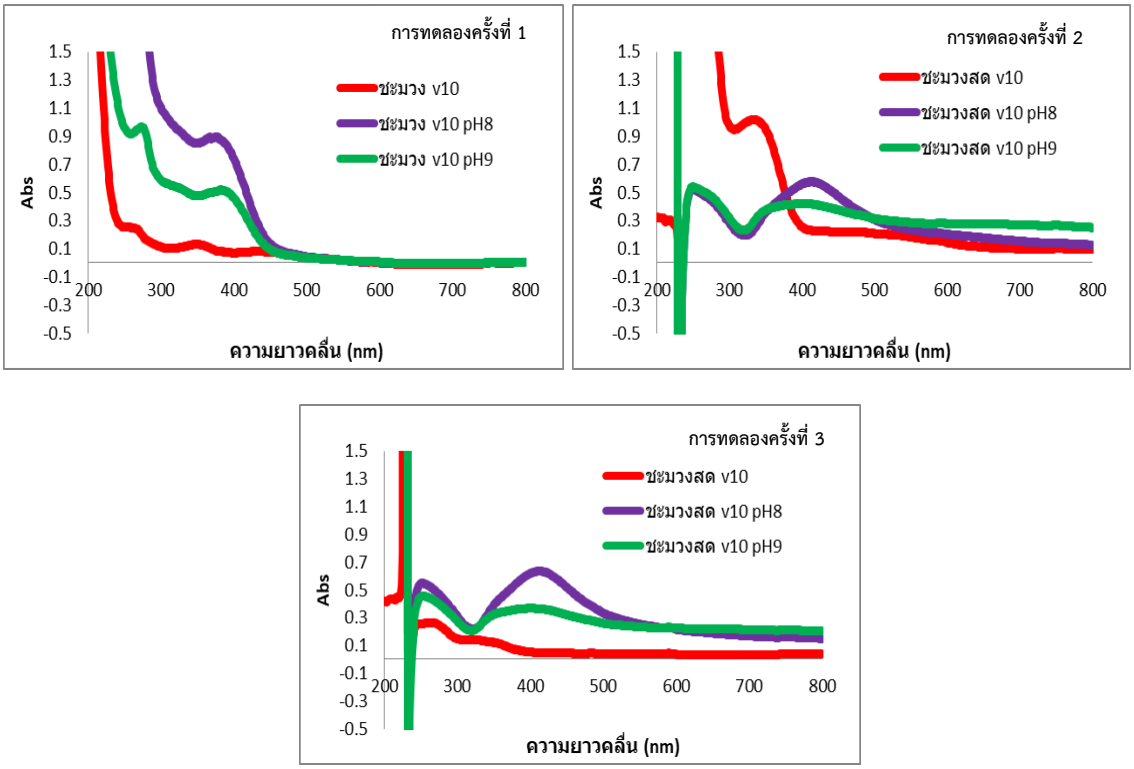


ภาพ 3 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งสด ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่ไม่มีการปรับค่าpH (กราฟเส้นสีแดง) และ ปรับ pH เท่ากับ 8 (กราฟเส้นสีม่วง) และ ปรับ pH เท่ากับ 9 (กราฟเส้นสีเขียว) เมื่อทำการทดลอง 3 ซ้ำเมื่อ $AgNO_3$ เข้มข้น 3.0 mM

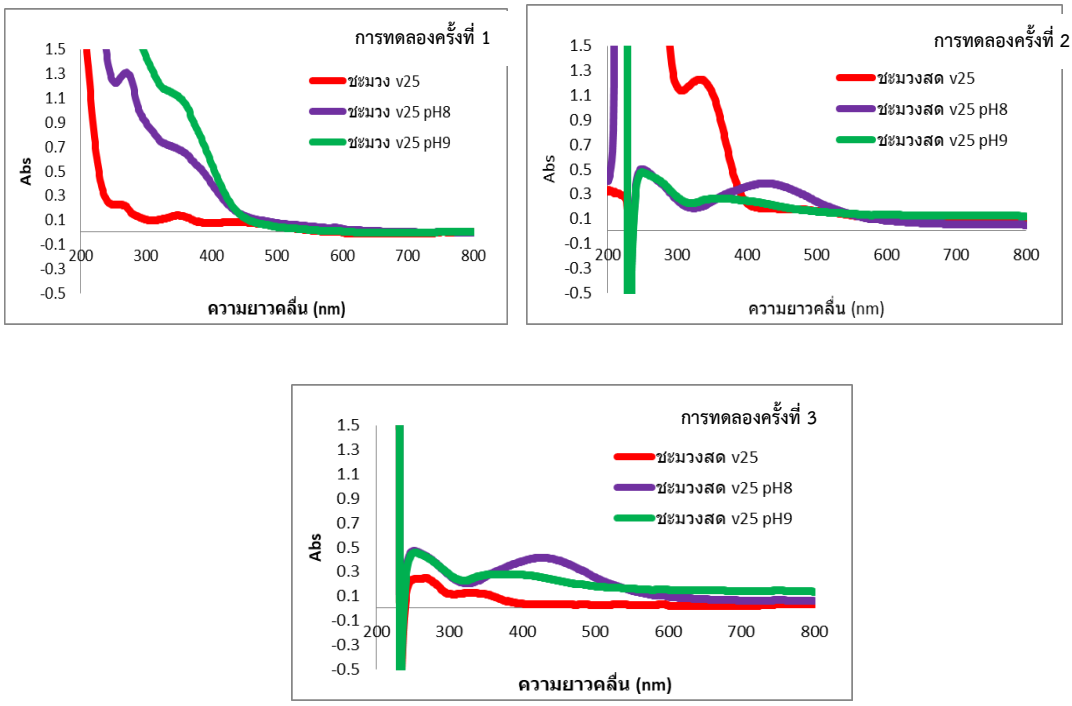




ภาพ 4 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งสด ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ที่ไม่มีการปรับค่าpH (กราฟเส้นสีแดง) และ ปรับ pH เท่ากับ 8 (กราฟเส้นสีม่วง) และ ปรับ pH เท่ากับ 9 (กราฟเส้นสีเขียว) เมื่อทำการทดลอง 3 ซ้ำเมื่อ $AgNO_3$ เข้มข้น 3.0 mM



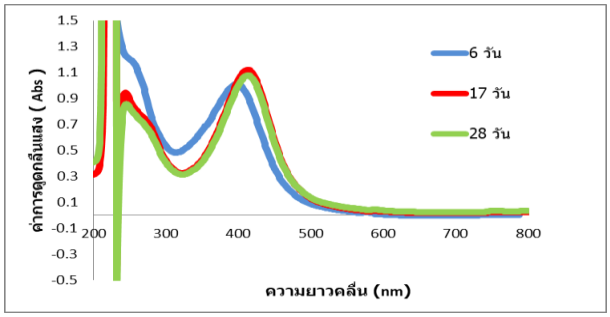
ภาพ 5 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบชะมวงสด ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่ไม่มีการปรับค่าและ ปรับ pH เท่ากับ 8 และ 9 เมื่อทำการทดลอง 3 ซ้ำ



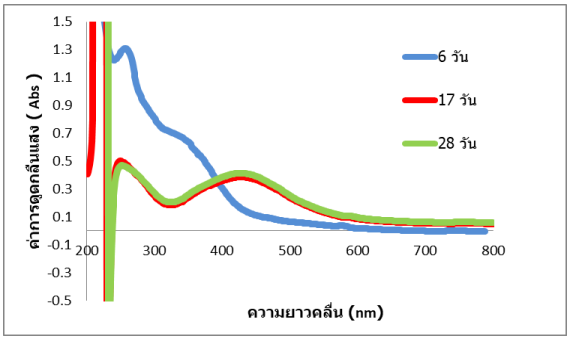
ภาพ 6 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบชะมวงสด ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ที่ไม่มีการปรับค่าและ ปรับ pH เท่ากับ 8 และ 9 เมื่อทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3. ผลของระยะเวลาที่ใช้เก็บสารสกัดอนุภาคเงินนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้

ผลของระยะเวลาที่ใช้เก็บสารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้ โดยเลือกติดตาม 2 ตัวอย่าง คือ สารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์โดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งใช้ปริมาตรน้ำสกัดที่ปริมาตร 10 มิลลิลตร ปรับ pH ของสารละลายให้มีค่าเท่ากับ pH 8 และสารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์โดยใช้น้ำสกัดจากใบชะมวง ที่ใช้ปริมาตรน้ำสกัดที่ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ปรับ pH ของสารละลายให้มีค่าเท่ากับ pH 8 ทำการเก็บสารคอลลอยด์ที่สังเคราะห์ได้ในระยะเวลา 6, 17 และ 28 วัน หรือคิดประมาณเป็น 1, 2 และ 4 สัปดาห์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ หลังจากนั้นจะนำสารคอลลอยด์ที่ได้ไปวัดสเปกตรัมการดูดกลืนแสง สเปกตรัมที่ได้แสดงดังภาพที่ 7-8 จากรูปพบว่า สเปกตรัมของสารละลายอนุภาคนาโนของเงินที่ใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่ง ที่ 6, 17 และ 28 วันจะให้ค่า λ_{max} เท่ากับ 402-404, 412-413, และ 411-412 nm, ตามลำดับ และ สเปกตรัมของสารละลายอนุภาคนาโนของเงินที่ใช้น้ำสกัดจากใบชะมวง ที่ 6, 17 และ 28 วันจะให้ค่า λ_{max} เท่ากับ 412-414, 426-429 และ 411-425 nm, ตามลำดับ จะเห็นว่าการเก็บสารที่สังเคราะห์ได้ไว้ที่ระยะเวลา 17 และ 28 วัน จะมีการเปลี่ยนแปลง ค่า λ_{max} โดยเกิดการเลื่อนไปในความยาวคลื่นที่สูงขึ้นและเป็นช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Poovathinthodiyil et al. (2003) ที่ว่า ถ้าสเปคตรัมมีลักษณะแคบ (narrow peak) จะบ่งชี้ถึงการกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่แคบ (narrow particle size distribution) ถ้าตำแหน่ง λ_{max} ของสเปกตรัมเบี่ยงไปทางความยาวคลื่นที่สูงขึ้น (longer wavelength) จะเป็นลักษณะ ของการเกิด red shift ซึ่งสะท้อนถึงขนาดของอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งจากการติดตามที่ระยะเวลาต่างๆ จะเป็นข้อมูลในการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการนำอนุภาคนาโนของเงินไปใช้ประโยชน์เพื่อยังให้ได้ขนาดของอนุภาคตามที่ต้องการ



ภาพ 7 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งปริมาตร 10 มิลลิลิตร pH 8

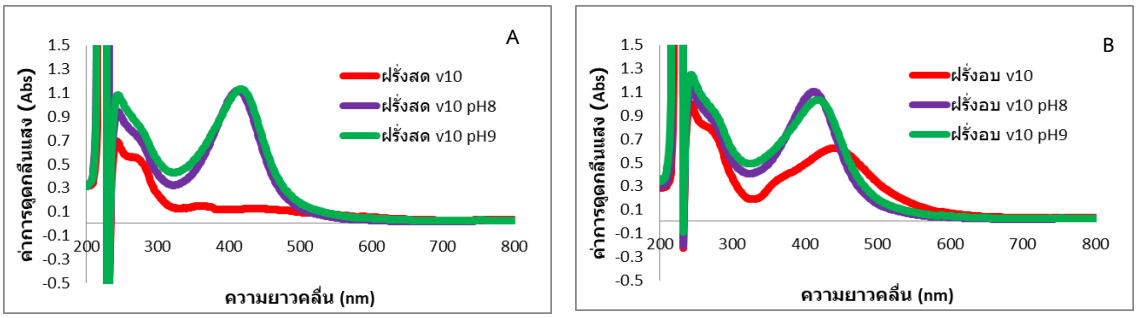


ภาพ 8 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบชะมวงปริมาตร 25 มิลลิลตร pH 8

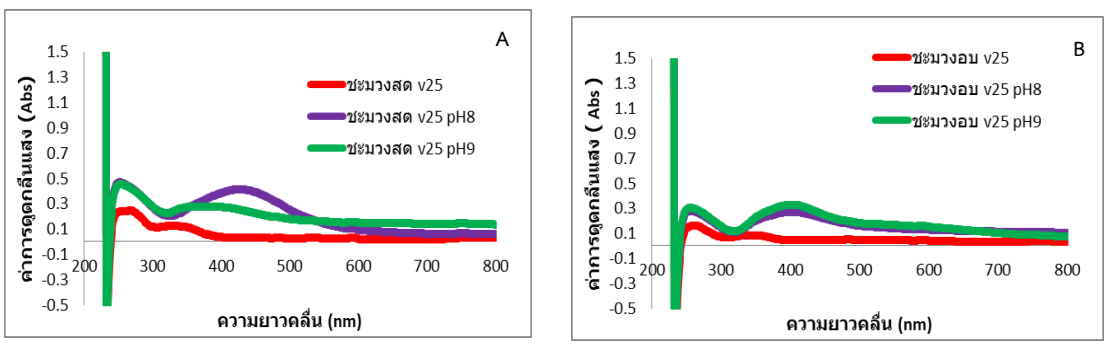
4. ผลของการใช้ใบฝรั่งและใบชะมวงที่เป็นใบสดและอบแห้งเพื่อใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงิน

ผลของการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินที่ทำการสังเคราะห์โดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งแบบสดและแบบอบแห้ง ปริมาตร 10 มิลลิลิตร pH 8 และ 9 แล้วนำสารคอลลอยด์ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง สเปกตรัมที่ได้จะแสดงดังภาพ 9-10 จากรูปพบว่า ค่า λ_{max} ที่ได้ใกล้เคียงกัน คือ ใบฝรั่งสด ให้ค่า λ_{max} อยู่ในช่วง 412 – 413 nm ใบฝรั่งอบให้ค่า λ_{max} อยู่ในช่วง 410 – 411 nm

นอกจากนี้ ผลของการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินที่ทำการสังเคราะห์โดยใช้น้ำสกัดจากใบชะมวงแบบสดและแบบอบแห้ง เมื่อทำการเปรียบเทียบสเปกตรัมอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้ โดยการนำสารคอลลอยด์ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงสเปกตรัมที่ได้จะแสดงดังภาพ 10 จากรูปพบว่าสารคอลลอยด์จากใบชะมวงสด ที่ใช้น้ำสกัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร pH 8 จะแสดงค่า λ_{max} ในช่วง 426 – 429 nm ซึ่งจะน้อยกว่าจากใบชะมวงอบที่แสดงค่า λ_{max} ในช่วง 408-412 nm



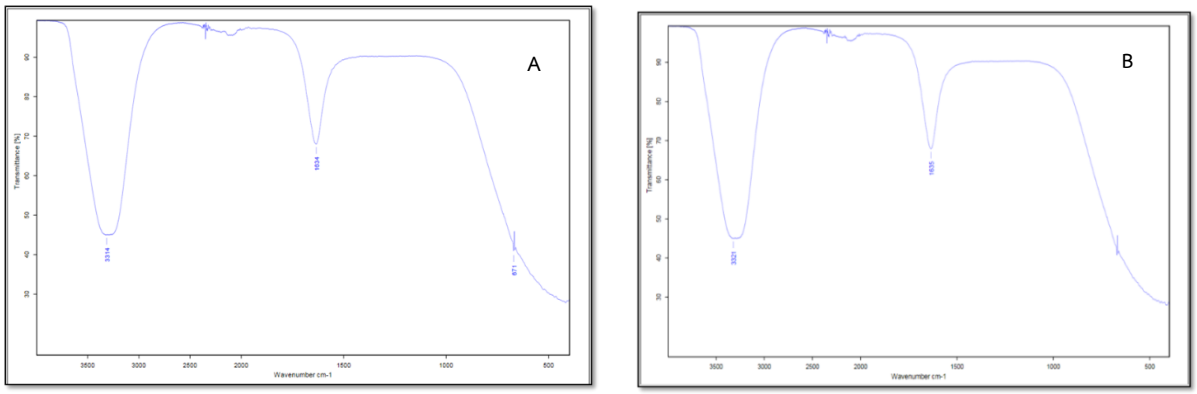
ภาพ 9 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งสด (A) และใบฝรั่งอบ (B)



ภาพ 10 แสดสเปกตรัมการดูดกลืนแสงการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินโดยใช้น้ำสกัดจากใบชะมวงสด (A) และใบชะมวงอบแห้ง (B)

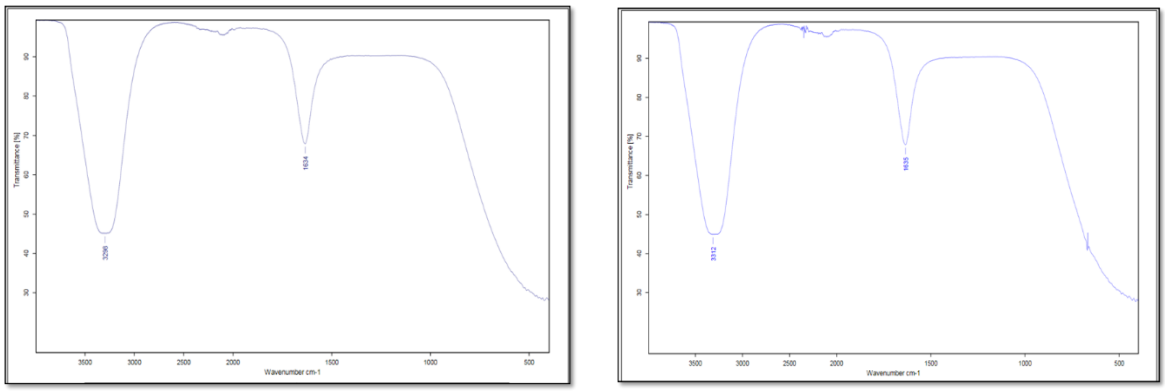
5. ผลการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของน้ำสกัดใบฝรั่งและใบชะมวง

FT-IR เป็นเทคนิคที่ใช้ในการระบุหมู่ฟังก์ชันที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารละลายจากน้ำสกัดใบฝรั่งและอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์จากน้ำสกัดใบฝรั่งที่ปริมาตร 10 มิลลิลิตร pH 8 ดังภาพ 11 และ 12



ภาพ 11 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของน้ำสกัดใบฝรั่ง (A) และอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์จากสารสกัดจากใบฝรั่งที่ pH 8

จากรูปแสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของน้ำสกัดใบฝรั่ง จะพบในย่านความถี่ 3314 cm^{-1} แสดงถึงการยืดของพันธะ O-stretching และพบในย่านความถี่ 1634 cm^{-1} แสดงถึงการยืดของพันธะ C=O stretching พบในสารกลุ่ม phenolic, isoflavonoids, gallic acid, และ tannin เป็นต้น (Barbalho et al., 2012; ปุณณาณี สัมภวะผล, 2554) จะเห็นว่าสเปคตรัมของอนุภาคนาโนของเงินมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อย โดยเกิดการสั่นแล้ว shift จาก 3314 cm^{-1} ไป 3321 cm^{-1} และจาก 1634 cm^{-1} ไป 1635 cm^{-1} จากสเปคตรัมจะแสดงให้เห็นว่าหมู่ฟังก์ชันของไฮดรอกซิล (hydroxyl) และ คาร์บอกซิล (carboxyl) อาจจะตอบสนองต่อปฏิกิริยารีดักชันและเป็นตัวช่วยในการรักษาเสถียรภาพของอนุภาคนาโนของเงินที่ได้จากการสังเคราะห์ (ศรินยา โพธิ์แดง, 2557)



A B

ภาพ 12 แสดงอินฟาเรดสเปกตรัมของน้ำสกัดใบชะมวง (A) และอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์จากน้ำสกัดใบชะมวงที่ pH 8 (B)

จากรูปแสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของน้ำสกัดใบชะมวงและอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์จากน้ำสกัดใบชะมวงที่ pH 8 พบว่าในย่านความถี่ 3298 cm^{-1} แสดงถึงการยืดของพันธะ O-stretching และพบในย่านความถี่ 1634 cm^{-1} แสดงถึงการยืดของพันธะ C=O stretching พบในสารในกลุ่ม miscellaneous เช่น oxalic acid, citric acid และ -(-)hydroxycitric acid lactone เป็นต้น ซึ่งพบในใบชะมวง (Jena et al., 2002; Ritthiwigrom et al., 2013) นอกจากนี้สเปคตรัมของอนุภาคนาโนของเงินมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อย โดยเกิดการสั่นแล้ว shift จาก 3298 cm^{-1} ไป 3312 cm^{-1} และจาก 1634 cm^{-1} ไป 1635 cm^{-1} แสดงให้เห็นว่าหมู่ฟังก์ชันของไฮดรอกซิล (hydroxyl) และ คาร์บอกซิล (carboxyl) อาจจะตอบสนองต่อปฏิกิริยารีดักชันและเป็นตัวช่วยในการรักษาเสถียรภาพของอนุภาคนาโนของเงินที่ได้จากการสังเคราะห์ทำให้เกิดการ shift เพียงเล็กน้อย (ศรินยา โพธิ์แดง, 2557)

สรุปผลการวิจัย

1.การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินวิธีนี้จะใช้สารสกัดจากใบชะมวงและใบฝรั่งเป็นตัวกลางในการสังเคราะห์ โดยในใบชะมวงมีสารกลุ่ม miscellaneous เช่น oxalic acid, citric acid และ -(-)hydroxycitric acid lactone เป็นต้น ในใบฝรั่งมีพบในสารกลุ่ม phenolic, isoflavonoids, gallic acid, และ tannin เป็นต้น ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์และตัวรักษาเสถียรภาพ

2.ผลของ pH ที่ใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงิน พบว่าสารคอลลอยด์ที่มีค่า pH 8 และ 9 จะให้ค่า λ_{max} ได้ดีสำหรับสารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินที่ใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและสารคอลลอยด์ที่มีค่า pH 8 จะให้ค่า λ_{max} ได้ดีกว่า pH 9 สำหรับอนุภาคนาโนของเงินที่ใช้น้ำสกัดจากใบชะมวง

3.ผลของปริมาตรของน้ำสกัดโดยใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวงที่ปริมาตร 10 และ 25 มิลลิลิตร พบว่าสำหรับสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินที่ใช้น้ำสกัดจากใบฝรั่งและใบชะมวง 10 มิลลิลิตร จะให้ค่าการดูดกลืนแสง ณ ค่า λ_{max} สูงกว่าการใช้ปริมาตรสารสกัด 25 มิลลิลิตร

4.ผลของระยะเวลาที่ใช้เก็บสารคอลลอยด์อนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้พบว่า การเก็บสารที่สังเคราะห์ได้ไว้ที่ระยะเวลา 17 และ 26 วัน จะมีการเปลี่ยนแปลง λ_{max} โดยจะเกิดการ shift ไปทางความยาวคลื่นที่สูงกว่าโดยเกิดจากการรวมตัวกันของอนุภาคนาโนทำให้ขนาดที่ใหญ่ขึ้น

จากผลการศึกษาวิจัยทำให้ทราบถึงความเป็นไปได้ที่นำพืชท้องถิ่นคือ ฝรั่งและชะมวง มาใช้ประโยชน์เป็นน้ำสกัดในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงิน ด้วยการพิสูจน์เอกลักษณ์เบื้องต้น คือ เทคนิคอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมตรี ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์การเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่นต่อไปได้

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อปริมาณอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ได้ เช่น ความเข้มข้นของสารละลาย $AgNO_3$ ปริมาตรของน้ำสกัด ความเข้มข้นของน้ำสกัด รวมถึงสายพันธุ์ของใบฝรั่งและใบชะมวงที่นำมาสกัด และทำการยืนยันขนาดของอนุภาคนาโนของเงินที่สังเคราะห์ขึ้นด้วยเทคนิคอื่นๆ เช่น TEM, Zetasier เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยและคณะขอขอบคุณสาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือ สารเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการในการอำนวยความสะดวกและขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์

เอกสารอ้างอิง

กานต์พิมล กรไกร และ รินา ภัทรมานนท์. (2017). "อนุภาคเงินนาโนสังเคราะห์ด้วยสารสกัดจากพืชและความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์".**วารสารวิทยาศาสตร์ มข.** 45(1), 34-52.

ปุณณาณี สัมภวะผล. (2554). **การสกัด คุณสมบัติ องค์ประกอบบางประการ การประยุกต์ใช้สารสกัดแทนนิน**. รายงานวิจัย ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มารุต ตั้งวัฒนาชุลีพร, รมิตา เพียมขุนทด, และ ภูริชญา สมภาร. (2551). "ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสาร สกัดใบชะมวง". **วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา**.เล่ม 2.

ศรินยา โพธิ์แดง. (2557). การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของเงินจากเปลือกผลไม้. **บทคัดย่อวิทยานิพนธ์** ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

อภิวัฒน์ เพ็ชรสหาย, เขมฤทัย ถามะพัฒน์, และ นพดล นันทวงศ์. (2559). "การสังเคราะห์คอลลอยด์อนุภาคนาโนเงินด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสำหรับการตรวจวัดโดยใช้พื้นผิวขยายสัญญาณรามาน". **วารสารวิจัยราชภัฏพระนครสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 11(1), 116-127.

Ahmad, N., & Sharma, S. (2012). "Green Synthesis of Silver Nanoparticles using Extracts of *Ananas comosus*". **Green and Sustainable Chemistry**. 2, 41-147.

Barbalho, S., Farinazzi-Machado, F.M.V., Gaulart, R. A., Brunnati, A. C. S., Ottoboni, A. M. M. B. & Nicolau, C.C.T. (2012). "*Psidium Guajava (Guava)*: A Plant of Multipurpose medical applictions". **Medical & Aromatics Plants.** 1(4), 1-6.

Jena, B.S., Jayaprakasha, G. K., & Sakariah, K. K. (2002). "Organic acid from Leaves, Fruits, Rinds of *Garcinia cowa*". **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 50, 3431-3434.

Landage, S.M., Wasif, A. I. & Dhuppe, P. (2014). "Synthesis of nanosilver using chemical reduction methods".**International Journal of Advanced Research in Engineer and Applied Science.** 3(5), 14-22.

Logeswari, P., Silambarasan, S. & Abraham, J. (2015). "Synthesis of silver nanoparticles using plants extract and analysis of their antimicrobial property". **Journal of Saudi Chemical Society**. 19, 311-317.

Naseer, S., Hussan, S., Naeem, N., Pervaiz, M., & Rahman. (2018)."The phytochemistry and medicinal value of *Psidium guajava (guava)*". **Clinical Phytoscience**. 4(32), 1-8.

Poovathinthodiyil, R., Jie, F. and Scott, L. W. (2003). "Completely "Green" synthesis and stabilization of metal nanoparticles". **Journal of the American Chemical Society**. 125, 13940-13941.

Rajakannu, S., Shankar, S., Perumal, S., Subramanian, S., & Dhakshinamoorthy, G.P. (2014). "Biosynthesis of Silver Nanoparticles using *Garcinia mangostana* Fruit Extract and their Antibacterial, Antioxidant Activity". **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. 4(1), 944-952.

Ranoszek-Soliwoda, K., Tomaszewska, E., Socha, E., Krzyczmonik, P., Ignaczak, A., Orlowsli, P., Krzyzowska, M., Celichowski, G. & Grobelny, J. (2017). "The role of tannic acid and sodium citrate in the synthesis of silver nanoparticles". **Journal of Nanoparticle Research**. 19, 3-15.

Rashid, M.U., Bhuiyan, Md. K., & Quayum, M.E. (2013). "Synthesis of silver nano particles (Ag-NPs) and their uses for quantitative analysis of Vitamin C tablets". **Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences**. 12(1), 29-33.

Rastogi, L., & Arunachalam, J.S. (2011). "Sunlight based irradiation strategy for rapid green synthesis of highly stable silver nanoparticles using aqueous garlic (Allium sativum) extract and their antibacterial potential". **Materials Chemistry and Physics**. 558-563.

Ratyaski and Chauhan, R.P. (2009). "Colloidal synthesis of silver nano particles". **Asian Journal of Chemistry**. 21, S113-116.

Ritthiwigrom, T., Laphookhieo., S., & Pyne, S. (2013). "Chemical constituents and biological activites of *Garcinia cowa* Roxb.". **Maejo International Journal of Science and Technology**. 7(02), 212-231.

Roopan, S.M., Rohit, Madhumitha, G., Rahuman, A.A., Kamaraj, C. and Bharathi, A. (2013). "Low-cost and ecofriendly phyto-synthesis of silver nanoparticles using Cocos nucifera coir extract and its larvicidal activity". **Industrial Crops and Products**. 73, 332-338.

Roy, A., Bulut, O., Some, S., Mandal, A.K. & Yilmaz, M. D. (2019). "Green synthesis of silver nanoparticles:biomolecule-nanoparticle organizations targeting antimicrobial activity". **RSC Advances**, 9, 2673-2702.

Singhal, G., Bhavesh, R., Kasariya, K., Sharma, A.R., & Singh, R.P. (2011). "Biosynthesis of silver nanoparticles using *Ocimum sanctum (Tulsi)* leaf extract and screening its antimicrobial activity". **J Nanoparticle Research**.13, 2981-2988.

Sun, Q., Cai, X., Li, J., Zheng, M., Chen, Z. & Yu, C-P. (2014). "Green synthsis of silver nanoparticles using leaf extract and evaluation of their stability and antibacterial activity". **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**. 444, 226-231.

Tarannum, N., Divya & Gautam, Y.K. (2019). "Facile green synthesis and applications of silver nanoparticles:a state-of-the-art review". **RSC Advances**. 9, 34926-34948.

Temgire, M.K. & Joshi, S.S. (2004). "Optical and structural studies of silver nanoparticles". **Radiation Physics and Chemistry**.71,1039-1044.

Watchraporn, K., Opaprakasit, M., & Pimpan, V. (2016). “Tannic acid stabilized silver nanoparticles and its sensing application to pyrazosulfuron ethyl herbicide. **Journal of Engineering and Applied Sciences.** 11(10), 2113-2117.

Zielinska, A., Skwarek, E., Zaleska, A., Gazdac, M., & Hupkaa, J. (2009). “Preparation of silver nanoparticles with controlled particle size”. **Procedia Chemistry**. 1560– 1566.

การเปรียบเทียบคุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฝ้าเพดานจากวัสดุธรรมชาติ

Comparison the Thermal Insulation Properties of the Ceiling Board by Natural Materials

นวรัตน์ สีตะพงษ์[1*], ศราวุฒิ ชูโลก[1], กนกวรรณ ฉวาง[2], ปภัสสร พุทธสุภะ[2], สุวิมล นุ่นสง[2]

Nawarat Seetapong[1*], Sarawut Chulok[1], Kanokwan Chawang[2], Papatsorn Puttasupa[2], Suwimon Nunsong[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของฝ้าเพดานที่ทำมาจากขุยมะพร้าวและชานอ้อยกับฝ้าเพดานสำเร็จรูป นำแผ่นฝ้าเพดานมาประกอบเป็นกล่อง (30 x 30 x 0.9 cm^3) จากการศึกษาพบว่า และตัวแปรสำคัญที่บ่งชี้ประสิทธิภาพของฝ้าเพดานได้แก่ อัตราส่วนผสมในฝ้าเพดานประกอบด้วยวัสดุจากธรรมชาติ ปูนยิปซัม น้ำ ยาแนว และวัดอุณหภูมิของฝ้าเพดาน โดยใช้กล้องถ่ายภาพความร้อน (FLIR) ผลการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิของฝ้าเพดาน พบว่าคุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฝ้าเพดานที่ทำมาจากชานอ้อยดีที่สุด รองลงมาเป็นฝ้าเพดานที่ทำมาจากขุยมะพร้าว และฝ้าเพดานสำเร็จรูป ตามลำดับ

คำสำคัญ : ฉนวนป้องกันความร้อน, ฝ้าเพดาน, ขุยมะพร้าว, ชานอ้อย

Abstract

The objective of this research are to study the effect of using coconut and bagasse fluff as fillers on thermal insulation. The cubic boxes of the ceiling (30 x 30 x 0.9 cm^3) were made and were exposed to the direct sun so that the difference of the temperature of ceiling and inside the box were measured by using infraraed thermal imaging camera (FLIR). It was found that the ceiling using bagasse fluff as a filler resulted in the highest thermal insulation coefficient, followed by coconut fluff and commercial one, respectively.

Keywords : thermal insulation, ceiling board, coconut fluff, bagasse

[1]อาจารย์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail : nawaratskru@gmail.com

บทนำ

จากสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันนั้นมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงตลอดปีและมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จึงส่งผลกระทบต่ออาคารและบ้านพักอาศัยทาให้มีการสะสมของปริมาณความร้อนในหลังคามากขึ้นและเกิดการส่งผ่านความร้อนจากหลังคาเข้าสู้ตัวอาคารบ้านพักอากาศ ทาให้ภายในอาคารบ้านพักอาศัยมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากอาคารบ้านพักอาศัยในปัจจุบันมีการเปิดระบบปรับอากาศตลอดวันอยู่แล้ว เมื่ออุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้นจึงส่งผลกระทบต่ออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการหาแนวทางการลดความร้อนจึงมีความสาคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากพิจารณาในส่วนของบ้านพักอาศัยทั่วไปจะพบว่าหลังคาเป็นส่วนที่รับสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านมากที่สุด เพราะเป็นส่วนที่รับความร้อนจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ยาวนานที่สุดและมีพื้นที่รับรังสีมากที่สุด เนื่องจากประเทศไทยได้รับปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์สูงตลอดปี และจัดอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับหลาย ๆ ประเทศ

แผ่นฝ้าเพดานเป็นวัสดุตกแต่งอาคารเพื่อปกปิดส่วนที่ไม่ต้องการให้เห็น เช่น โครงหลังคา คาน โครงสร้าง หรือท่อน้ำ อันประกอบด้วยปูนยิปซัมเป็นตัวกลางระหว่างกระดาษเหนียวผิวเรียบ หรือวัสดุผิวเรียบทั้งสองด้าน เพื่อให้แผ่นฝ้าเพดานเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย ทั้งนี้การทำฝ้าเพดานควรคำนึงถึงคุณภาพและความหลากหลายของวัสดุที่นำมาใช้เป็นส่วนผสม เพื่อให้ได้คุณสมบัติบางประการที่ก่อให้เกิดคุณภาพที่ดี และรองรับกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ดังนั้นการทำฝ้าเพดานอาจจะสามารถนำวัสดุจากธรรมชาติที่เหลือใช้มาใช้ให้เกินประโยชน์ได้ เส้นใยจากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุจากธรรมชาติอีกชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติเบา ทนแดด และทนฝน ซึ่งน่าจะนำมาเป็นส่วนผสมการทำฝ้าเพดานเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์นอกเหนือจากการปล่อยให้เป็นขยะที่ถูกทิ้ง หรือถูกเผา เช่นเดียวกันกับชานอ้อยที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นๆ แล้ว เช่น จากโรงงานน้ำตาล หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ก่อให้เกิดเถ้าชานอ้อยจำนวนมากกลายเป็นภาระที่โรงไฟฟ้าต้องกำจัดเถ้าชานอ้อยเพื่อไม่ให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ศูนย์วิจัยกสิกรไทยได้ประเมินไว้ว่า กลุ่มผู้บริโภคและผู้รับเหมามีความต้องการวัสดุก่อสร้างที่มากขึ้นทุกปี ในปัจจุบันมีมูลค่าอยู่ที่ประมาณ 997,500 – 1,015,900 ล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ต่อปี

โดยจากงานวิจัยของ โรสลีนา จาราแว (2559) ได้ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลความร้อนของฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากเสนใยหญ้าคา ใยมะพร้าวกาบกล้วย ฟางข้าว และกาบหมาก และใชน้ำยางพาราเป็นตัวประสานใหวัสดุสามารถยึดติด พบว่าฉนวนกันความร้อนจากกาบหมากเป็นฉนวนที่ดีที่สุดในงานวิจัยนี้ และปราโมทย์ วีรานุ (2560) ได้พัฒนาแผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าว และสามารถลดปริมาณขุยกะลามะพร้าวเหลือทิ้ง และได้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติเหล่านี้มาผสมลงในแผ่นฝ้าเพดาน เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฝ้าเพดาน การผสมขุยมะพร้าวและชานอ้อยลงในแผ่นฝ้าเพดานนั้น นอกจากจะพัฒนาคุณสมบัติบางประการแล้ว ยังสามารถลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมได้อีกวิธีหนึ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฝ้าเพดานจากวัสดุจากธรรมชาติ โดยใช้ขุยมะพร้าว และชานอ้อย เป็นส่วนผสม โดยมีวิธีดำเนินการทดลองดังต่อไปนี้

1. ทดลองหาอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของฝ้าเพดานที่เหมาะสมที่ผสมระหว่างปูนยิปซัม ผงยาแนว น้ำ และวัสดุจากธรรมชาติ คือ ขุยมะพร้าวและชานอ้อย (ตารางที่ 1 และ 2)

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของฝ้าเพดานที่เหมาะสมที่ของขุยมะพร้าว

ปูนยิปซัม (กรัม)	ขุยมะพร้าว (กรัม)	น้ำ (ลิตร)	ผงยาแนว (กรัม)
350	150	0.5	200

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของฝ้าเพดานที่เหมาะสมที่ผสมของชานอ้อย

ปูนยิปซัม (กรัม)	ชานอ้อย (กรัม)	น้ำ (ลิตร)	ผงยาแนว (กรัม)
350	50	0.5	200

2. การผลิตฝ้าเพดานแผ่นเรียบ โดยการนำส่วนผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน เทลงในบล็อกขนาด 30 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร x 0.9 เซนติเมตร ที่เตรียมไว้ (รองตะแกรงลวดเพื่อความคงทน) ทำการฉาบให้เรียบ ดังภาพที่ 1 นำฝ้าเพดานตากแดดให้แห้งอีกประมาณ 6 ชั่วโมง และแกะออกจากบล็อก และนำไปตากแดดอีกครั้งประมาณ 7 วัน (ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ)



(ก) (ข)

ภาพที่ 1 แผ่นฝ้าเพดานจากวัสดุธรรมชาติ (ก) ฝ้าเพดานที่มีส่วนผสมจากขุยมะพร้าว

(ข) ฝ้าเพดานที่มีส่วนผสมจากชานอ้อย

3. การใช้กาวยาแนวในการเชื่อมประสานฝ้าเพดานแต่ละแผ่นที่ได้มาประกอบให้เป็นกล่องสี่เหลี่ยม และนำไปวางไว้กลางแจ้ง เพื่อทดสอบหาคุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 นำกล่องฝ้าเพดานที่มีส่วนผสมของชานอ้อย ขุยมะพร้าว และฝ้าเพดานสำเร็จรูป วางไว้กลางแจ้งเพื่อการทดสอบหาคุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน

4. ใช้เครื่อง FLIR ตรวจวัดความอุณหภูมิ โดยใช้ระยะห่างในการวัดระยะ 1.5 เมตร (ภาพที่ 3) พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิภายใน และภายนอก ของกล่องฝ้าเพดานทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.00 -16.00 น. เป็นระยะเวลา 7 ชั่วโมง ทำการทดลองเป็นเวลา 3 วัน เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฝ้าเพดานที่ทำมาจากขุยมะพร้าว ชานอ้อย และฝ้าเพดานสำเร็จรูป



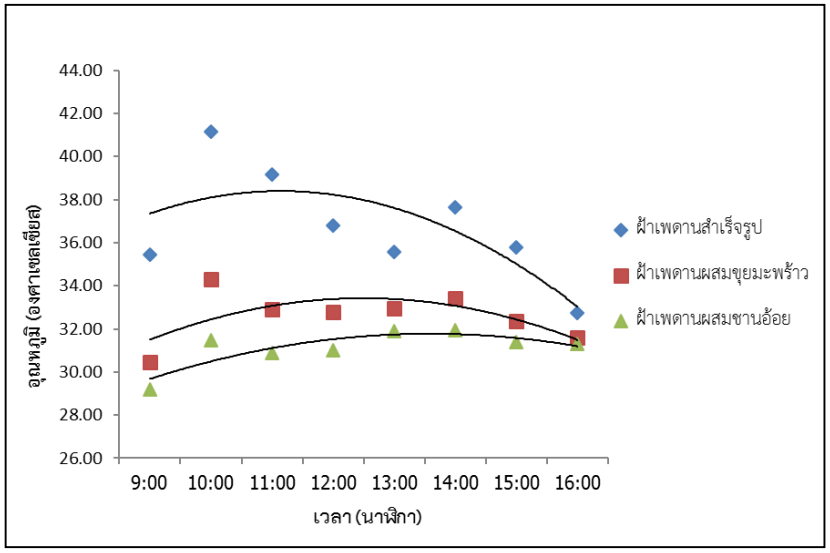
ภาพที่ 3 การวัดค่าอุณหภูมิด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนด้วยเครื่อง FLIR

โดยกล้องถ่ายภาพความร้อน FLIR E60 นำมาถ่ายภาพความร้อน พลังงานของรังสีอินฟราเรดจะแผ่จากวัตถุส่งผ่านเลนส์ ของกล้องถ่ายภาพความร้อน และจะถูกโฟกัสโดยเลนส์ไปยังตัวตรวจจับ โดยเซนเซอร์จะทำการแปลงรังสีอินฟราเรด ให้อยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้า และหลังจากนั้นอิเลคทรอนิกส์เซนเซอร์ จะทำการแปลงข้อมูล ที่รับมาจากตัว

ตรวจจับ แสดงผลบนจอภาพได้ ซึ่งวัตถุที่ร้อนกว่าจะแสดงสีสว่าง และวัตถุที่เย็นกว่าจะแสดงสีมืดกว่า เนื่องจากพลังงานความร้อนจะสะท้อน พื้นผิวที่แวววาว จึงทำให้กล้องถ่ายภาพความร้อนเกิดข้อจำกัดไม่สามารถมองผ่านแก้วได้เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปได้

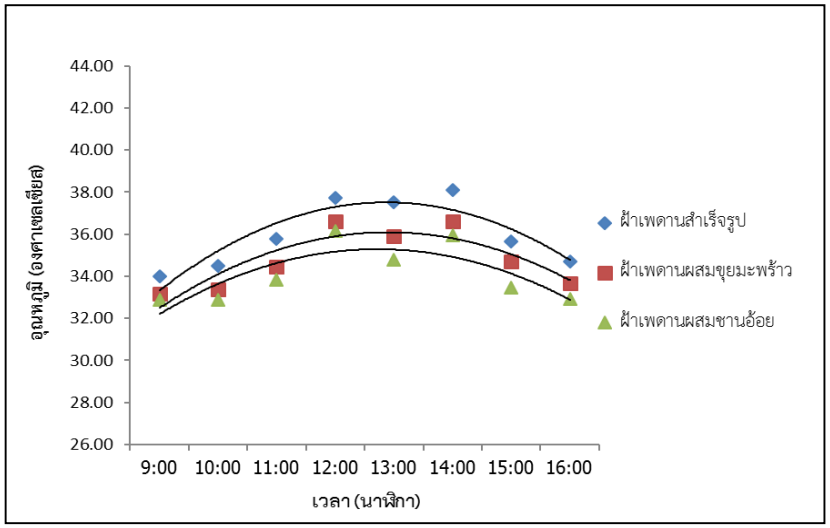
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิของฝ้าเพดานที่ทำมาจากจากขุยมะพร้าว ชานอ้อย และฝ้าเพดานสำเร็จรูป ทำการทดลองที่ชั้นดาดฟ้าศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยมีความเข้มแสงเฉลี่ย 18,886.25 ลักซ์ ฝ้าเพดานมีขนาด 30 เซนติเมตร x 30 เซนติเมตร x 0.9 เซนติเมตร นำมาประกอบเป็นกล่อง ใช้เครื่อง FLIR ตรวจวัดความอุณหภูมิโดยใช้ระยะห่างในการวัดระยะ 1.5 เมตร (ภาพที่ 4) อุณหภูมิที่วัดจากภายนอกของกล่องที่นำวางไว้ที่แจ้ง แสดงให้เห็นว่าฝ้าเพดานที่ทำมาจากชานอ้อยมีการสะสมพลังงานความร้อนได้น้อย ส่วนฝ้าเพดานที่ทำมาจากขุยมะพร้าวมีการสะสมพลังงานความร้อนมากกว่า และฝ้าเพดานสำเร็จรูปการสะสมพลังงานความร้อนมากที่สุด



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดจากภายนอกของกล่องฝ้าเพดาน

อุณหภูมิที่วัดจากภายในของกล่องจากการนำวางไว้ในที่แจ้งเป็นระยะเวลา 7 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล Type K Thermometer แสดงให้เห็นว่าฝ้าเพดานที่ทำมาจากชานอ้อยมีอุณหภูมิต่ำที่สุด รองลงมาฝ้าเพดานมีส่วนผสมของขุยมะพร้าว ส่วนฝ้าเพดานสำเร็จรูปอุณหภูมิภายในกล่องมากที่สุด (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดภายในของกล่องฝ้าเพดาน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาโดยทำการตรวจวัดอุณหภูมิทั้งภายนอกและภายใน ของฝ้าเพดานที่มีส่วนผสมจากขุยมะพร้าว ชานอ้อย และฝ้าเพดานสำเร็จรูป โดยทำการวัดข้อมูลในช่วงเวลา 09.00 – 16.00 น. ผลการศึกษา คุณสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของฝ้าเพดานที่ทำมาจากชานอ้อยดีที่สุด รองลงมาเป็นฝ้าเพดานที่ทำมาจากขุยมะพร้าว และฝ้าเพดานสำเร็จรูป ตามลำดับ เพราะชานอ้อยมีช่องว่างบริเวณเส้นใยมาก จึงทำให้เป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดีที่สุด ถ้าเทียบกับขุยมะพร้าวและแบบสำเร็จรูปที่ไม่มีเส้นใย ดังนั้นฝ้าเพดานที่ทำมาจากชานอ้อยและขุยมะพร้าวสามารถเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งให้แก่คนทั่วไป สามารถนำไปผลิตหรือแปรรูปนำไปใช้งานทั้งยังผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสร้างรายได้ได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สำหรับเครื่องมือที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณคณะครุศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับสถานที่และปฏิบัติการทางฟิสิกส์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ สุวีโร ปราโมทย์ วีรานุกูล และกิตติพันธ์ บุญโตสิตระกูล. (2562) **การพัฒนาเปลือกอาคารผสมเส้นใยมะพร้าว**. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี: Vol 2 (2562): วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 พ.ศ 2562

ธัญลักษณ์ จงมี. (2553). **การนำเศษเส้นใยธรรมชาติกลับมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อน.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ปราโมทย์ วีรานุกูล กิตติพงษ์ สุวีโร และอิทธิ วีรานุกูล. (2560). **ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน.** วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี**.** 20 มีนาคม , 129-138

โรสลีนา จาราแว (2559). **การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตท้องถิ่น.** เอกสารวิจัยส่วนบุคคล. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

สืบศิริ แซ่ลี้. (2555). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าและผนังฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตพื้นที่ประเทศไทย.** ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 1 เมษายน , 15-24.

ประสิทธิภาพการดูดซับสารระเหยเบนซีนของตัวดูดซับที่เตรียมจากเปลือกลูกหยี

Benzene adsorption efficiency of adsorbents prepared from velvet tamarind shell

อาอีเซาะส์ เบ็ญหาวัน[1*], รุสนี ปูแล[2], สุนีย์ แวมะ[3]

Aeesoh Benhawan[1*], Rusnee Pulae[2], Sunee Waema[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารระเหยเบนซีนของตัวดูดซับที่เตรียมจากเปลือกลูกหยี โดยขั้นตอนแรก ทำการศึกษาคุณสมบัติของถ่านชาร์ที่เตรียมจากเปลือกลูกหยี พบว่า มีปริมาณคาร์บอนคงตัว ร้อยละ 22.67 มีพื้นที่ผิวจำเพาะ 235.50 m^2 g^{-1} มีขนาดรูพรุนเฉลี่ย 2.00 nm มีความเข้มของแถบหมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบไม่มาก และมีรูพรุนปริมาณมากครอบคลุมทั่วทั้งอนุภาค ซึ่งบ่งชี้ว่าสามารถนำมาเป็นตัวดูดซับสารระเหยเบนซีนที่ไม่มีขั้วได้ ขั้นตอนที่สอง ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสารระเหยเบนซีนที่ดีที่สุดโดยเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่ความความยาวคลื่น 340 nm พบว่า อัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างถ่านชาร์และเซลลูโลสที่ 2:2 (กรัม) ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดเท่ากับ 0.054 ± 0.0006 ปริมาตรของตัวทำละลายอะซิโตนในการสกัดเบนซีน 25 มิลลิลิตร ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดเท่ากับ 0.145 ± 0.0075 ระยะเวลาในการสกัดเบนซีนจากตัวดูดซับ ใช้เวลาในการสกัด 15 นาที ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดเท่ากับ 0.130 ± 0.0012 และระยะเวลาในการดูดซับสารระเหยเบนซีน ใช้เวลาในการดูดซับสารระเหยเบนซีน 4 วัน จะให้ค่าการดูดกลืนแสงที่สูงที่สุด คือ 0.194 ± 0.1297 ขั้นตอนที่สาม ทำติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างสารระเหยอินทรีย์ที่ปั๊มน้ำมัน 3 จุด ด้วยสารดูดซับ 3 ชนิด พบว่า ถ่านชาร์ที่ติดตั้งหน้าตู้จ่ายน้ำมัน ให้ค่าการดูดซับสารระเหยดีที่สุด รองลงมาคือ ถ่านชาร์ที่ติดตั้งในอาคาร และถ่านชาร์ที่ติดตั้งในกล่องที่อยู่ของผู้เก็บเงิน ให้ค่าการดูดกลืนแสง 0.742 0.465 และ 0.342 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ถ่านชาร์ เปลือกลูกหยี การดูดซับสารระเหย เบนซีน

---

[1]อาจารย์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษา สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]นักวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** aeesoh.b@yru.ac.th

Abstract

This research is aimed to study the adsorption efficiency of benzene absorption by using velvet tamarind shell. The first step: to study the characteristic of charcoal which is from velvet tamarind shell. The study was showed the fixed carbon at 22.67%, with a specific surface area 235.50 m^2 g^{-1}, with an average pore size of 2.00 nm. There is an intensity of the function bar that does not contain much oxygen and a large amount of porous covering the entire particle. Which indicates that can be used to absorb non-polar benzene volatile matter. The second step: to study the optimum absorption of benzene volatile by comparing the absorbance value at wavelength 340 nm. was found that the ratio by weight between charcoal and cellulose 2:2 (g). It gave the maximum absorbance at 0.054 ± 0.0006. The volume of acetone solvent in the extraction of benzene in a 25 - milliliter gave the highest absorbance value at 0.145 ± 0.0075. The best duration of benzene extraction from the adsorbent is 15 minutes with the maximum absorbance is 0.130 ± 0.0012. The adsorption time of benzene is volatile. The duration of benzene absorption was taken 4 days with the highest absorbance's result is 0.194 ± 0.1297. The third step: installing a sampling test for volatile organic compounds of 3 different places in the gas station with 3 types of adsorbents. It is found that the charcoal in front of the fuel dispenser which provides the best absorption of volatile matter. The next is charcoal in the office building and the last one is the charcoal in the cashier's box. Which are given the absorbance values at 0.742, 0.465 and 0.342 respectively.

Keywords: Charcoal, velvet tamarind shell, adsorption of volatile matter, benzene

บทนำ

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds) หรือสาร VOCs หมายถึงกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอได้ง่าย กระจายตัวไปในอากาศได้ในอุณหภูมิและความดันปกติ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักของสาร ได้แก่ อะตอมของธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และมีองค์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ ออกซิเจน ฟลูออไรด์ คลอไรด์ โบรไมด์ ซัลเฟอร์ และไนโตรเจน เป็นสารเคมีที่สำคัญในผลิตภัณฑ์ที่ทุกคนต้องใช้ในครัวเรือนหลายประเภท เช่น สีทาบ้าน ควันบุหรี่ น้ำยาฟอกสี เบนซีน เป็นต้น ซึ่งสาร VOCs เหล่านี้จัดเป็นสารที่ก่อมลพิษทางอากาศ มีผลเสียต่อสุขภาพ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน)

เบนซีน (Benzene) ถูกจัดเป็นสารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds, VOCs) สามารถระเหยเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิและความดันปกติ และคงตัวอยู่ในอากาศได้เป็นระยะเวลานาน เบนซีนมีสูตรโมเลกุลเป็น C_6H_6 มีลักษณะเป็นของเหลวใสที่อุณหภูมิปกติ มีจุดวาบไฟต่ำกว่า -20 °C มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ละลายน้ำได้เล็กน้อย สามารถระเหยและติดไฟง่าย (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2555) เบนซีนมีโครงสร้างเป็นวงของคาร์บอน มีพันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนเป็นพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยว แหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่านหินและน้ำมันในกระบวนการทางอุตสาหกรรม รวมถึงการระเหยจากสถานีบริการน้ำมัน จากไอเสียของยานพาหนะ และจากควันบุหรี่ (กรมควบคุมมลพิษ) เมื่อร่างกายได้รับเบนซีนเข้าไปในร่างกายจะเกิดการสะสมที่กระดูกและเนื้อเยื่อไขมัน โดยสารเบนซีน

สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางการหายใจ ทางผิวหนัง และทางการกิน ซึ่ง ด้านที่สำคัญที่สุด คือ ทางการหายใจ โดยเมื่อเบนซีนเข้าสู่ร่างกายแล้วจะกระจายตัวในเลือดอย่างรวดเร็วและถูกเมตาโบไลต์ที่ตับและอาจกลายสภาพไปเป็นสารก่อมะเร็งที่มีความไวต่อความผิดปกติทางพันธุกรรม (Mutation) การได้รับเบนซีนเข้าสู่ร่างกายเป็นระยะเวลานานจะก่อพิษต่อระบบเลือด ทำลายไขกระดูกทำให้จำนวนเม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดต่ำ ก่อให้เกิดภาวะโลหิตจาง (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา, 2550)

ปัจจุบันผู้อาศัยในชุมชนเมืองประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศจากยานพาหนะโดยการเผาใหม้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ของยานพาหนะ จะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละออง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รวมทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็ก เบนซีน จัดเป็นมลพิษทางอากาศประเภทไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 5 อะตอมขึ้นไป จะอยู่ในสภาวะของเหลวที่อุณหภูมิปกติ เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดหมอกควัน (smog) การป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะสามารถแยกดำเนินการใน 2 ขั้นตอน คือ การควบคุมการปล่อยสารมลพิษหรือลดการผลิตสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด (Source Control) ให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ กับการควบคุมหรือกำจัดสารมลพิษที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดสู่บรรยากาศ (Emission Control) ซึ่งขั้นตอนหลังจะเป็นการควบคุมที่เป็นไปได้สำหรับบุคคลทั่วไป หรืองานวิจัยที่ไม่ซับซ้อน งบประมาณไม่มาก สามารถดำเนินการได้โดยไม่เกิดผลกระทบอื่นๆ โดยการควบคุมสารมลพิษไม่ให้มีในบรรยากาศในปริมาณที่มากจนก่อให้เกิดอันตราย การกำหนดมาตรการที่จะเลือกใช้อุปกรณ์หรือวิธีการควบคุมป้องกันไม่ให้มีการปล่อยสารมลพิษสู่บรรยากาศด้วยวิธีการใช้ตัวกลางดูดซับก๊าซ (Adsorption) ซึ่งตัวดูดซับที่นำมาใช้ในการกำจัดสารปนเปื้อนที่เป็นก๊าซ มีหลายอย่างด้วยกัน ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ซิลิกาเจล ลิเธียมคลอไรด์ อลูมินากัมมันต์ บอกไซด์กัมมันต์ เป็นต้น (สำชนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2558) ประเภทตัวกลางที่นิยมนำมาใช้ในปัจจุบันเป็นผงถ่านชาร์ (charcoal) หรือถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เนื่องจากเป็นวัสดุที่เตรียมได้จากวัตถุดิบที่หลากหลาย ซึ่งวัสดุที่ได้รับความนิยมในการนำมาเตรียมในระยะหลังนี้ คือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งในประเทศไทยสามารถหาได้ง่าย และมีปริมาณมากเนื่องจากเป็นประเทศที่มีผลผลิตทางเกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก ทำให้วัสดุชนิดนี้มีต้นทุนต่ำและไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (ธีรดิตถ์ โพธิตันติมงคล, 2560) สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำเอาเปลือกลูกหยีที่เหลือทิ้งจำนวนมากในชุมชนอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นตัวดูดซับโดยนำเปลือกลูกหยีมาผ่านกระบวนการคาร์บอไนซ์เป็นถ่านชาร์โดยไม่กระตุ้น (activation) ด้วยวิธีการทางเคมีและทางกายภาพ ทั้งนี้เนื่องจากการกระตุ้นเป็นการเพิ่มหมู่ฟังก์ชันที่มีองค์ประกอบของออกซิเจนทำให้พื้นผิวตัวดูดซับมีความเป็นขั้วและชอบน้ำมากขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซหรือสารไม่มีขั้ว เช่น เบนซีน ได้ลดลง อีกทั้งเป็นการเตรียมตัวดูดซับที่มีขั้นตอนง่ายกว่าและใช้ต้นทุนต่ำกว่า โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวประสานคือไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (hydroxyethyl cellulose, HEC) สำหรับเพิ่มการยึดเกาะของถ่านชาร์ให้มีอนุภาคที่ใหญ่ขึ้นสามารถบรรจุในซองเยื่อกระดาษเพื่อการใช้งานที่ง่ายและสะดวก สำหรับการตรวจวัดปริมาณเบนซีนในตัวดูดซับ อาศัยเทคนิคทางยูวี-วิซิเบิลสเปกโตรสโคปี เนื่องจากเบนซีนเป็นสารเคมีที่มีหมู่โครโมฟอร์ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถดูดกลืนแสงได้ แม้ว่าเป็นเทคนิคที่ให้ข้อมูลเชิงปริมาณความถูกต้องและแม่นยำที่น้อยก็ตาม แต่การดูดกลืนแสงจะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนความเข้มข้นหรือปริมาณสารที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นสามารถนำข้อมูลจากการตรวจวัดด้วยเทคนิคดังกล่าวนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเปรียบเทียบปริมาณเบนซีนในตัวดูดซับในสภาวะที่แตกต่าง อีกทั้งยังเป็นเทคนิคที่ง่าย ไม่ซับซ้อน รวดเร็วและประหยัดกว่า

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เตรียมถ่านชาร์จากเปลือกลูกหยี

นำเปลือกลูกหยีมาล้างให้สะอาดแล้วนำไปอบที่ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปั่นให้มีขนาดเล็ก นำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำถ่านที่ได้จากการเผา บดให้ละเอียดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 180 ไมครอน นำไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เก็บในโถดูดความชื้น

2. ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับเบนซีน

นำถ่านชาร์ที่ได้จากเปลือกลูกหยี ศึกษาสภาวะของปัจจัยที่เหมาะสมในในการดูดซับเบนซีน ดังนี้

2.1 ปริมาณถ่านชาร์

นำถุงกระดาษเยื่อบาง จำนวน 6 ถุง บรรจุบรรจุถ่านชาร์ต่อเซลลูโลสซึ่งใช้เป็นตัวดูดซับ ปริมาณ 4 กรัม ในอัตราส่วน 4:0 3.5:0.5 2:2 1.5:2.5 1:3 และ 0:4 กรัม จากนั้นแขวนในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งภายในบรรจุสารละลายมาตรฐานเบนซีน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์และพาราฟิล์มให้สนิท ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำถ่านชาร์มาสกัดสารละลายเบนซีนออกด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูงที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 10 นาที แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารสกัดที่ได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่าง ปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสง

2.2 ปริมาตรของตัวทำละลาย

นำถุงกระดาษเยื่อบาง จำนวน 5 ถุง มาบรรจุถ่านชาร์ผสมเซลลูโลส ปริมาณ 4 กรัม อัตราส่วน 2:2 จากนั้นแขวนในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งภายในบรรจุสารละลายมาตรฐานเบนซีน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปิดด้วย อะลูมิเนียมฟอยด์และพาราฟิล์มให้สนิท ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำถ่านชาร์มาสกัดสารละลายเบนซีนออกด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 10, 15, 20, 25 และ 30 มิลลิลิตร (3 ซ้ำ) โดยนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูงที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 10 นาที แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารสกัดที่ได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่างปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสง

2.3 ระยะเวลาในการสกัด

นำถุงกระดาษเยื่อบางจำนวน 5 ถุง มาบรรจุถ่านชาร์ผสมเซลลูโลสซึ่งใช้เป็นตัวดูดซับ ปริมาณ 4 กรัม อัตราส่วน 2:2 จากนั้นแขวนในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งภายในบรรจุสารละลายมาตรฐานเบนซีน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์ และพาราฟิล์มให้สนิทตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำถ่านกำมันต์มาสกัดสารละลายเบนซีนออกด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 25 มิลลิลิตร โดยนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูงที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารสกัดที่ได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่าง ปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสง

2.4 ระยะเวลาในการดูดซับ

นำถุงกระดาษเยื่อบาง จำนวน 7 ถุง มาบรรจุถ่านชาร์ผสมเซลลูโลสซึ่งใช้เป็นตัวดูดซับ ปริมาณ 4 กรัม อัตราส่วน 2:2 จากนั้นแขวนในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งภายในบรรจุสารละลายมาตรฐานเบนซีน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์และพาราฟิล์มให้สนิท ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน จากนั้นนำถ่านสารตัวอย่างมาสกัดสารละลายเบนซีนออกด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 25 มิลลิลิตร โดยนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูงที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 15 นาที แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารสกัดที่ได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่าง ปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสง

3. ติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างสารระเหยอินทรีย์จากพื้นที่สำรวจ

บรรจุถ่านชาร์ จำนวน 4 กรัม เซลลูโลส จำนวน 4 กรัม และถ่านชาร์ผสมเซลลูโลส จำนวน 4 กรัม ลงในถุงกระดาษเยื่อบางแต่ละถุง นำไปทดสอบตั้งทิ้งไว้ที่ปั๊มน้ำมัน ทั้งสามจุด คือ ในอาคาร หน้าตู้จ่ายน้ำมัน และตู้แคชเชียร์ เป็นระยะเวลา 7 วัน เก็บตัวอย่างมาสกัดสารระเหยอินทรีย์ออกด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูงที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 15 นาที กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารสกัดที่ได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่างปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. คุณสมบัติของเปลือกลูกหยีและถ่านชาร์

1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบประมาณ (Proximate Analysis) ของเปลือกลูกหยีและถ่านชาร์

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบประมาณของถ่านชาร์และเปลือกลูกหยี พบว่า เปลือกลูกหยีมีปริมาณคาร์บอนคงตัวเท่ากับร้อยละ 22.67 ซึ่งเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อการนำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตถ่านชาร์ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชีวมวลประเภทอื่นๆ ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนคงตัวดังนี้ เปลือกและเมล็ดลิ้นจี่ร้อยละ 18.0 เมล็ดลำไยร้อยละ 19.6 กะลาผลปาล์มร้อยละ 19.8 ต้นไอลิกานัมร้อยละ 23.0 (เกศศิริ เหล่าวชิระสุวรรณ, 2554) กากกาแฟร้อยละ 1.01 (ทองฉัตร จึงสมานและพรสวรรค์ อัศวแสงรัตน์, 2559) เปลือกมังคุดร้อยละ 1.76 (สุภาพร รัตนพันธ์ และคณะ, 2557) ลูกหูกวางร้อยละ 19.64 (ปัญญา มณีจักร์, 2555) และเปลือกขนุนร้อยละ 36 (Devarly Prahas et al, 2008)

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประมาณของถ่านชาร์จากเปลือกลูกหยี

วัตถุดิบ	การวิเคราะห์แบบประมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	ความชื้น	สารระเหย	เถ้า	คาร์บอนคงตัว
ถ่านชาร์จากเปลือกลูกหยี	8.76±0.42	75.73±0.18	1.60±0	22.67±0.18

1.2 การวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวและขนาดรูพรุนเฉลี่ยของถ่านชาร์

ตารางที่ 2 แสดงค่าพื้นที่ผิวและการกระจายตัวของรูพรุนสามารถหาได้จากไอโซเทอร์มของการดูดซับก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 77 K จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าถ่านชาร์มีพื้นที่ผิวจำเพาะ 235.50 m^2 g^{-1} มีขนาดรูพรุนเฉลี่ย 2.00 nm ซึ่งจัดว่าเป็นรูพรุนรูพรุนขนาดเล็ก (micropore) จึงเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับสารต่างๆ โดยเฉพาะไอและก๊าซของสารอินทรีย์ระเหย

ตารางที่ 2 แสดงพื้นที่ผิวจำเพาะปริมาณรูพรุน และขนาดรูพรุนเฉลี่ยของถ่านชาร์

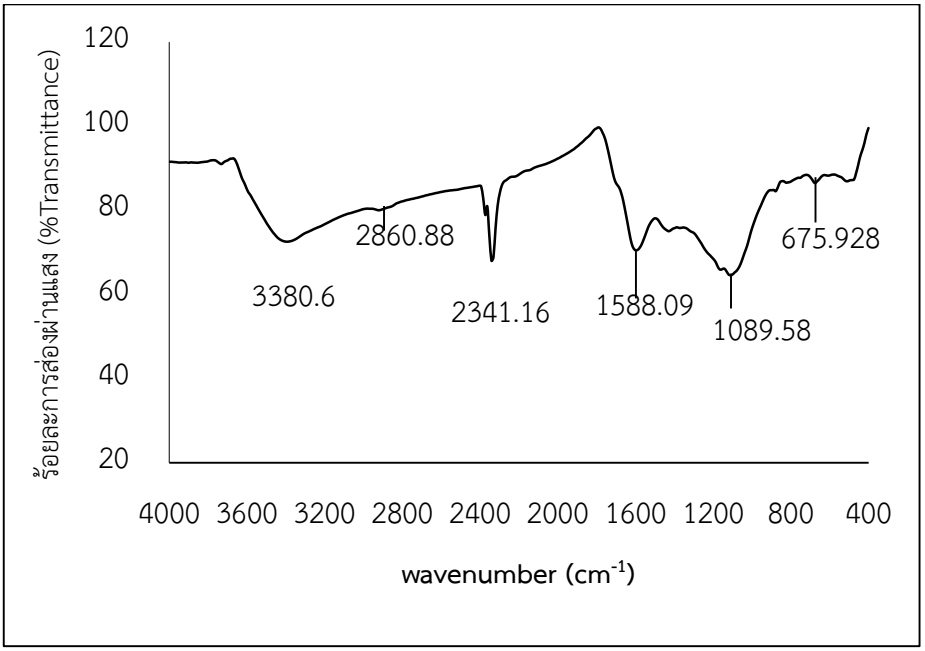
ชนิดของสารกระตุ้น	พื้นที่ผิวจำเพาะ (m^2/g)	ปริมาณรูพรุน (cm^3/g)	ขนาดรูพรุนเฉลี่ย (nm)
ถ่านชาร์	235.50	0.12	2.00

1.3 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของถ่านชาร์จากเปลือกลูกหยีด้วยเทคนิคฟลูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทมิเตอร์

ตัวดูดซับจะดูดซับสารได้ดีหรือไม่ นอกจากการมีพื้นที่ผิวมากและขนาดรูพรุนที่เหมาะสมกับสปีชีย์ (Species) ที่ถูกดูดซับแล้ว หมู่ฟังก์ชัน (Functional Group) บนพื้นผิวรูพรุนก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะกำหนดความจุในการดูดซับ โดยโครงสร้างทางเคมีที่ผิวตัวดูดซับจะมีผลต่อสารที่ถูกดูดซับในกรณีที่สารนั้นมีขั้วหรือไม่มีขั้ว (กษิต แหลมทองมงคล, 2551) ดังนั้นจึงมีการศึกษาหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวถ่านชาร์ที่เตรียมได้ โดยใช้เครื่องฟลูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ (FT-IR spectrometer) ดังตารางที่ 3 จากสเปกตรัม FT-IR ปรากฏแถบการยืด (stretching vibration) ที่เกิดจากพันธะ O–H ของหมู่ไฮดรอกซิล มีลักษณะกว้างและความเข้มข้นต่ำ ที่ตำแหน่งเลขคลื่นช่วง 3600-3300 cm^{-1} นอกจากนี้ยังพบแถบที่ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1588.9 cm^{-1} ซึ่งเป็นสัญญาณที่แสดงการสั่นของ C=C ของโครงสร้างโอเลฟิน (Olefin structure) และแถบแสดงการสั่นสะเทือนของ C-O ของกลุ่มอีเทอร์ (R-OR) ที่ตำแหน่งเลขคลื่นช่วง 1050-1200 cm^{-1} จากการศึกษาหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวพบว่าความเข้มของแถบหมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบไม่มาก ดังนั้นพื้นผิวของถ่านชาร์จากเปลือกลูกหยีมีความเหมาะสมในการดูดซับสารระเหยเบนซีน ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีขั้ว (พิทักษ์ อยู่มี, 2558)

ตารางที่ 3 แสดงเลขคลื่นของแถบต่างๆ เกิดขึ้นในอินฟราเรดสเปกตรัม พร้อมการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน

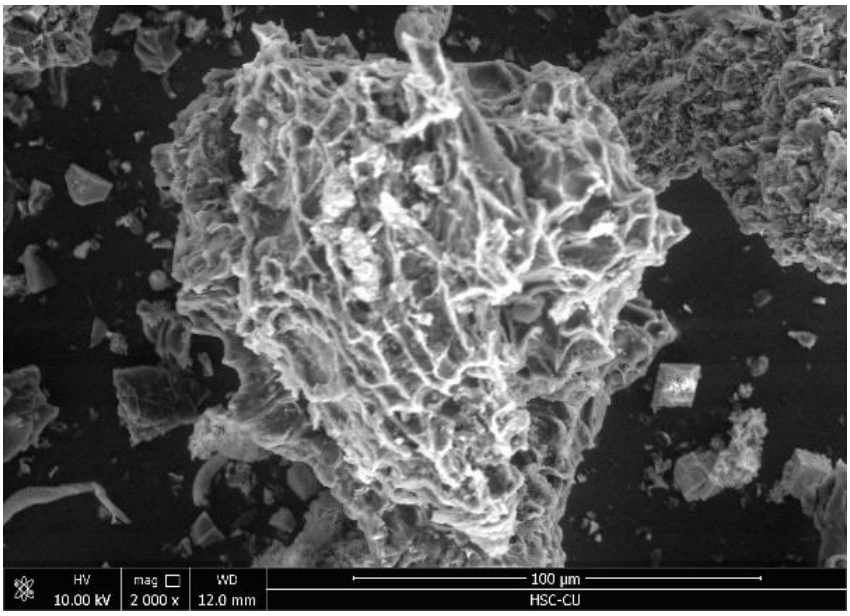
หมู่ฟังก์ชัน	เลขคลื่น (cm^{-1})
Hydroxyl group (O-H Stretching, ROH)	3600-3300
Alkane (C-H Stretching)	2900-2800
Ester (ROOR')	1750-1550
Aromatic(C-C Stretching)	1580-1540
Alcohol (C-O Stretching) Ether (ROR)	1050-1200
Cyclic group	880-600



ภาพที่ 1 แสดงอินฟาเรดสเปกตรัมของถ่านชาร์

1.4 การวิเคราะห์สัณฐานวิทยาของถ่านชาร์

ภาพที่ 2 แสดงภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของถ่านชาร์ยืนยันว่ามีรูพรุนปริมาณมากทั่วทั้งอนุภาค ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพในการดูดซับ



ภาพที่ 2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ของสภาพพื้นผิวของถ่านชาร์ ที่กำลังขยาย 2,000 เท่า

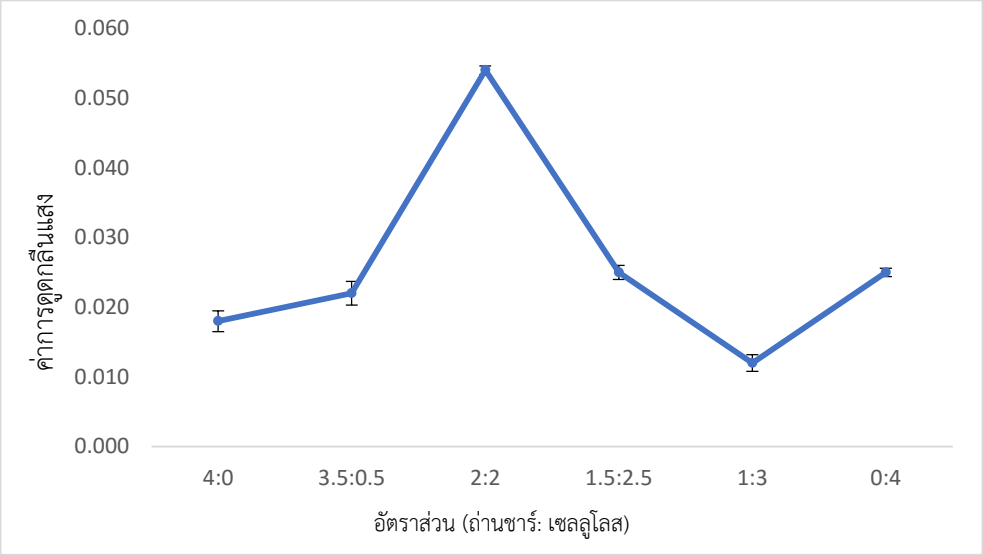
2. สภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับเบนซีน

2.1 อัตราส่วนผสมระหว่างถ่านชาร์และเซลลูโลส

จากการทดลองผลของอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านชาร์และเซลลูโลสต่อการดูดซับเบนซีนดังตารางที่ 4 โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ปริมาณตัวดูดซับ 4 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่สามารถดูดซับได้สูงสุดจากงานวิจัยของอรณิชาและคณะ (2558) พบว่า สภาวะที่ดูดซับสารได้มากที่สุดคืออัตราส่วนโดยน้ำหนักถ่านชาร์ต่อเซลลูโลส 1:1 (2 กรัมของถ่านชาร์ต่อ 2 กรัมของเซลลูโลส) ทั้งนี้เนื่องจากถ่านชาร์และเซลลูโลสต่างมีรูพรุนและพื้นผิวที่ไม่มีขั้วซึ่งเหมาะสมต่อการดูดซับสารระเหยเบนซีน

ตารางที่ 4 แสดงผลของอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านชาร์และเซลลูโลสที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

ลำดับ	อัตราส่วนโดยน้ำหนักของถ่านชาร์ต่อเซลลูโลส (กรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร				
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
1	4:0	0.018	0.020	0.017	0.018	0.0015
2	3.5:0.5	0.023	0.023	0.020	0.022	0.0017
3	2:2	0.054	0.053	0.054	0.054	0.0006
4	1.5:2.5	0.025	0.026	0.024	0.025	0.0010
5	1:3	0.011	0.011	0.013	0.012	0.0012
6	0:4	0.025	0.025	0.026	0.025	0.0006



ภาพที่ 3 แสดงผลของอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านชาร์และเซลลูโลสที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

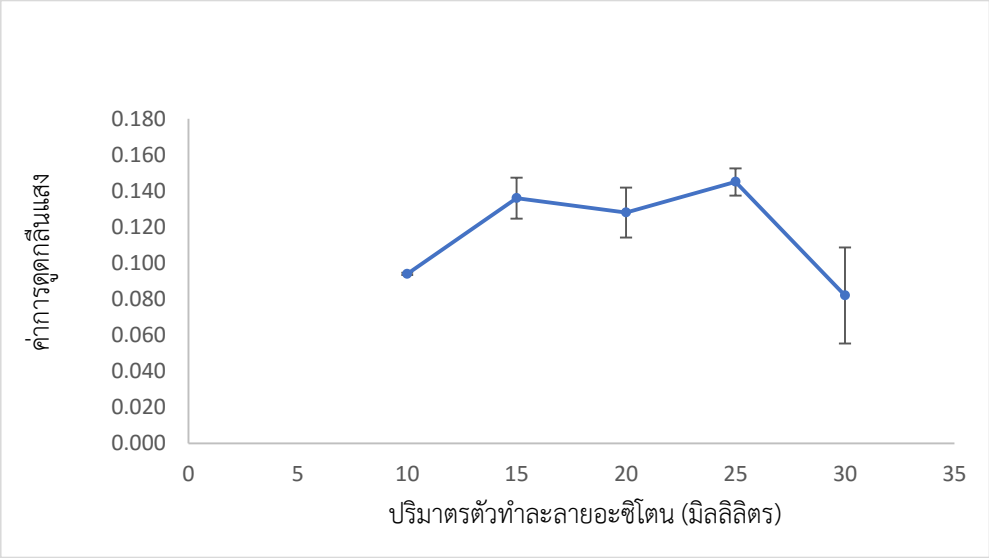
2.2 ปริมาตรตัวทำละลายในการสกัดเบนซีนจากตัวดูดซับ

จากการศึกษาผลของปริมาตรตัวทำละลายในการสกัดเบนซีนจากตัวดูดซับโดยใช้อะซิโตนในการสกัดปริมาตรที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 5 พบว่าปริมาตร 25 มิลลิลิตร จะให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดเท่ากับ 0.145

ตารางที่ 5 แสดงผลของปริมาตรตัวทำละลายอะซิโตนที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

ลำดับ	ปริมาตรอะซิโตน (มิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
		1	2	3		
1	10	0.094	0.093	0.094	0.094	0.0006
2	15	0.161	0.123	0.144	0.136	0.0114
3	20	0.135	0.112	0.137	0.128	0.0139
4	25	0.152	0.135	0.117	0.145	0.0075
5	30	0.107	0.091	0.058	0.082	0.0266

จากผลการศึกษาปริมาตรตัวทำละลายสำหรับสกัดเบนซีนจากตัวดูดซับ (ดังภาพที่ 4) พบว่าเมื่อใช้ปริมาณอะซิโตน มากขึ้นแนวโน้มของการสกัด สามารถสกัดเบนซีนได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณตัวทำละลายเพิ่มมากขึ้น โอกาสที่จะละลายตัวถูกละลายเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่เมื่อเพิ่มปริมาตรอะซิโตนเป็น 30 มิลลิลิตร พบว่าสามารถสกัดเบนซินจากตัวดูดซับได้น้อยที่สุด จากผลที่เกิดขึ้นผู้วิจัยคาดว่าอาจเกิดจากการที่ตัวทำละลายอะซิโตนซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วมีปริมาณมากอาจละลายเซลลูโลสหรือเป็นตัวเหนี่ยวนำให้เซลลูเลสเกิดเป็นเจลขึ้น ส่งผลให้ละลายเบนซีนได้น้อยลง เกิดความไม่สมดุลระหว่างปริมาณตัวดูดซับและปริมาณตัวสกัด



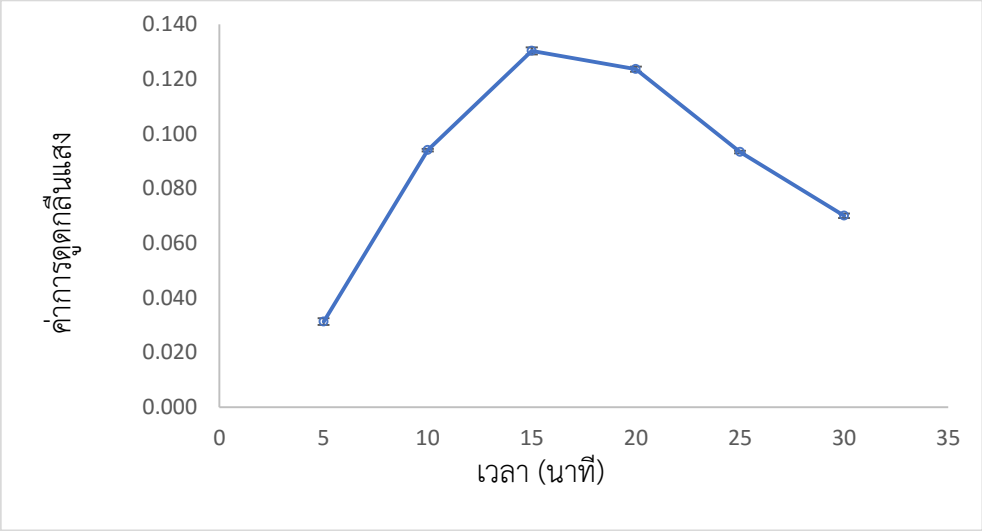
ภาพที่ 4 แสดงผลของปริมาตรตัวทำละลายอะซิโตนที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

2.3 ระยะเวลาในการสกัดเบนซีนจากตัวดูดซับ

จากการศึกษาผลของระยะเวลาในการสกัดเบนซีนจากตัวดูดซับโดยใช้อะซิโตนในการสกัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร ด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 6 พบว่าการใช้ระยะเวลาในการสกัด 15 นาที จะให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุด เท่ากับ 0.130

ตารางที่ 6 แสดงผลระยะเวลาในการสกัดที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

ลำดับ	เวลา (นาที)	ปริมาตรอะซิโตน (มิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
			1	2	3		
1	5	25	0.031	0.030	0.033	0.031	0.0012
2	10	25	0.094	0.093	0.094	0.094	0.0005
3	15	25	0.129	0.130	0.132	0.130	0.0012
4	20	25	0.125	0.123	0.123	0.124	0.0009
5	25	25	0.093	0.094	0.093	0.093	0.0005
6	30	25	0.070	0.071	0.069	0.070	0.0008



ภาพที่ 5 แสดงผลระยะเวลาในการสกัดที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

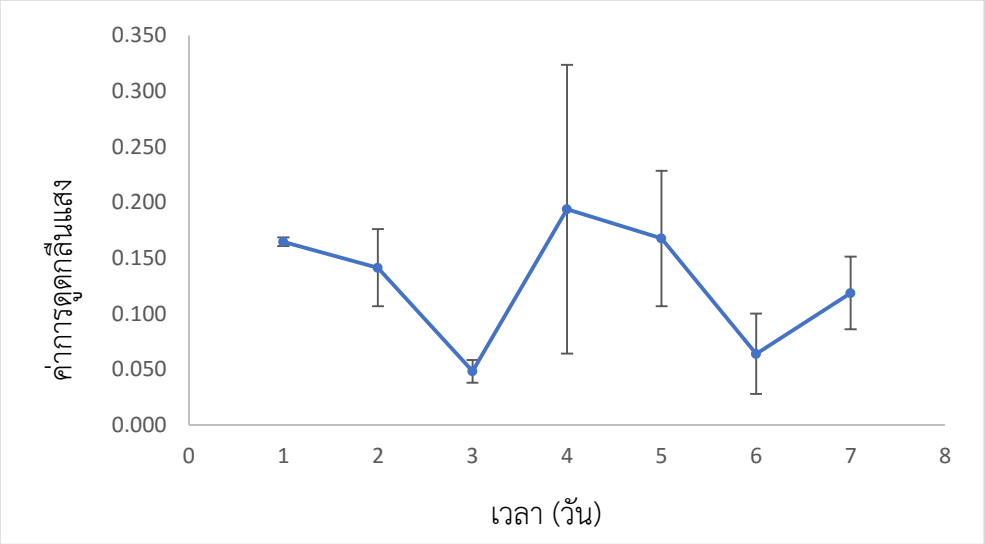
จากภาพที่ 5 พบว่า เมื่อ ระยะเวลาในการสกัดเบนซีนเพิ่มขึ้นจาก 5 10 และ 15 นาที จะมีค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มเวลาในการสกัดเป็น 20 นาที จะมีค่าการดูดกลืนแสงจะลดลง เนื่องจากจุดเดือดมีผลกับเวลาในการสกัดหากใช้เวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นความร้อนจากเครื่องเขย่าความถี่สูงจะทำให้สารตัวอย่างเกิดการสลายตัว ดังนั้นระยะเวลาในการสกัดที่ 15 นาที จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสม เราจึงเลือกใช้ระยะเวลาในการสกัดที่ 15 นาที เพราะ สามารถสกัดสารระเหยเบนซีนออกจากตัวดูดซับได้ดีที่สุดจากการทดลองนี้

2.4 ระยะเวลาในการดูดซับสารระเหยเบนซีน

จากผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซับโดยใช้ระยะเวลาในการดูดซับสารระเหยเบนซีน ที่แตกต่างกันดังตารางที่ 7 พบว่าระยะเวลาในการดูดซับสารระเหยเบนซีน 4 วัน จะให้ค่าการดูดกลืนแสงที่สูงที่สุด คือ 0.194 รองลงมาคือระยะเวลาที่ 5 วัน จะให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ 0.168 สำหรับระยะเวลาที่ให้ค่าดูดกลืนที่น้อยที่สุดคือ 3 วัน ให้ค่าการดูดกลืนเพียง 0.048

ตารางที่ 7 แสดงผลของระยะเวลาในการดูดซับที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

ระยะเวลา (วัน)	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
	1	2	3		
1	0.169	0.163	0.162	0.165	0.0038
2	0.105	0.145	0.174	0.141	0.0346
3	0.044	0.041	0.060	0.048	0.0102
4	0.310	0.218	0.054	0.194	0.1297
5	0.143	0.237	0.123	0.168	0.0609
6	0.024	0.094	0.074	0.064	0.0361
7	0.156	0.104	0.096	0.119	0.0326



ภาพที่ 6 แสดงผลของระยะเวลาในการดูดซับที่มีต่อค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

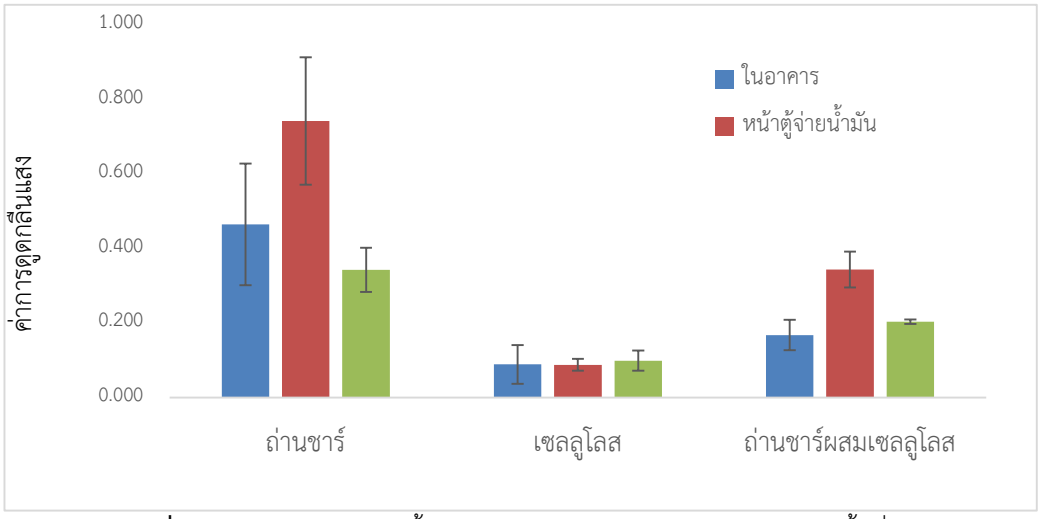
3. การติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างสารระเหยอินทรีย์จากพื้นที่สำรวจ

จากผลศึกษาการดูดซับสารระเหยอินทรีย์ของถ่านชาร์และเซลลูโลสที่นำไปทดสอบจริง ที่ปั๊มน้ำมัน หน้าวงเวียนเทศบาลนครยะลา โดยใช้ระยะเวลาในการดูดซับเป็นระยะเวลา 7 วัน และทำการทดสอบสารตัวอย่าง 3 ที่ด้วยกัน ดังตารางที่ 8 พบว่าถ่านชาร์ที่ติดตั้งหน้าตู้จ่ายน้ำมัน จะให้ค่าการดูดกลืนแสงที่สูงที่สุดคือ 0.742 รองลงมาคือถ่านชาร์ที่ติดตั้งในอาคาร จะให้ค่าการดูดกลืนแสงคือ 0.465 สำหรับระยะเวลาที่ให้ค่าดูดกลืนที่น้อยที่สุดคือ ถ่านชาร์ผสมเซลลูโลสหน้าตู้จ่ายน้ำมัน จะให้ค่าการดูดกลืนแสงเพียง 0.011 จากผลการทดสอบติดตั้งอุปกรณ์พบว่าถ่านชาร์ให้ค่าการดูดกลืนดีกว่าถ่าน

ชาร์ผสมเซลลูโลส ทั้งนี้สถานที่ติดตั้งเป็นสถานที่เปิด ในอากาศมีความชื้นมากและสารระเหยอื่นๆ ที่อาจมีขั้วใกล้เคียงกับเซลลูโลส เซลลูโลสดูดซับสารระเหยอื่นส่งผลให้ดูดซับเบนซีนน้อยลง

ตารางที่ 8 แสดงผลของการติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างสารระเหยอินทรีย์จากพื้นที่สำรวจ

ลำดับที่	ชนิดสาร	สถานที่	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
			1	2	3		
1	ถ่านชาร์	ในอาคาร	0.465	0.628	0.302	0.465	0.163
		หน้าตู้จ่ายน้ำมัน	0.940	0.644	0.644	0.742	0.171
		ในกล่องที่อยู่ของผู้เก็บเงิน	0.403	0.286	0.339	0.342	0.059
2	เซลลูโลส	ในอาคาร	0.040	0.143	0.085	0.089	0.052
		หน้าตู้จ่ายน้ำมัน	0.079	0.078	0.106	0.087	0.016
		ในกล่องที่อยู่ของผู้เก็บเงิน	0.100	0.072	0.125	0.099	0.027
3	ถ่านชาร์ผสมเซลลูโลส	ในอาคาร	0.122	0.199	0.183	0.168	0.041
		หน้าตู้จ่ายน้ำมัน	0.321	0.399	0.311	0.344	0.048
		ในกล่องที่อยู่ของผู้เก็บเงิน	0.211	0.199	0.201	0.204	0.006



ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าการติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างสารระเหยอินทรีย์จากพื้นที่สำรวจ

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารระเหยเบนซีนของตัวดูดซับจากของผสมระหว่างถ่านชาร์จากเปลือกลูกหยีและเซลลูโลส โดยการตรวจวัดปริมาณเบนซีนด้วยเทคนิคยูวี-วิซิเบิลสเปกโตรสโกปี ทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดูดซับเพื่อหาสภาวะที่ดีที่สุด ดังนี้

1) อัตราส่วนผสมระหว่างถ่านชาร์และเซลลูโลส พบอัตราส่วนโดยมวลของถ่านชาร์ต่อเซลลูโลส ดูดซับสารระเหยเบนซีนได้มากที่สุด คือ 2:2

2) ปริมาตรตัวทำละลายในการสกัดเบนซีนจากตัวดูดซับ พบปริมาตรที่ดีที่สุด คือ 25 มิลลิลิตร

3) ระยะเวลาในการสกัดเบนซีนจากตัวดูดซับ พบ ระยะเวลาที่สามารถสกัดเบนซีนออกจากตัวดูดซับมากที่สุด คือ 15 นาที

4) ระยะเวลาที่ดีที่สุดที่ตัวดูดซับสามารถดูดซับสารระเหยเบนซีนได้มากที่สุด คือ ระยะเวลา 4 วัน และจากการศึกษาการติดตั้งถุงดูดซับในบริเวณที่มีสารระเหยอินทรีย์ประเภทเดียวกับเบนซีนในปั๊มน้ำมัน โดยทำการติดตั้ง 3 จุดที่แตกต่างกัน คือ ในอาคารสำนักงาน หน้าตู้จ่ายน้ำมัน และตู้พนักงานเก็บเงิน พบถ่านชาร์มีการดูดซับสารระเหยเบนซีนบริเวณหน้าตู้จ่ายน้ำมัน ในปริมาณมากที่สุด

โดยจากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเปลือกลูกหยี สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในการดูดซับสารระเหยเบนซีนได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาที่อุดหนุนทุนวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา 2562 ทำให้การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำวิจัย ทำให้ผู้วิจัยทำงานวิจัยสะดวก ลุล่วงและสำเร็จไปด้วยดี และขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนสนับสนุนการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2561). **สารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ (VOCs)** (Online). http://www.pcd.go.th/Info_serv/pol_maptapoot_airVOCs_detail.cfm, 16 ตุลาคม 2562.

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. กองความปลอดภัยแรงงาน. (ม.ป.ป.). **สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds)** (Online). http://osh.labour.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=532:-volatile-organic-compounds&catid=11:chemical&Itemid=202, 16 ตุลาคม 2562.

กษิต แหลมทองมงคล. (2551). **การผลิตถ่านกัมมันต์อัดแท่งจากผงแอนทราไซต์ด้วยตัวประสานกากน้ำตาล**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเชื้อเพลิง คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกศศิริ เหล่าวชิระสุวรรณ. (2554). "การเตรียมและศึกษาถ่านกัมมันต์จากเปลือกและเมล็ดลิ้นจี่โดยวิธีการกระตุ้นทางเคมี". **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย**, 31 (3), 83-102.

ทองฉัตร จึงสมานและพรสวรรค์ อัศวแสงรัตน์. (2559). "การสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์จากกากกาแฟโดยใช้พลังงานไมโครเวฟ". **วารสารวิศวสารลาดกระบัง**. 33 (1), 36-41.

ธีรดิตถ์ โพธิตันติมงคล. (2560). "ถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยการกระตุ้นทางเคมีเพื่อการประยุกต์ใช้กำจัดสารมลพิษในน้ำ". **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**, 8 (1), 196-214.

ปัญญา มณีจักร์. (2555). "การเตรียมถ่านกัมมันต์จากลูกหูกวาง". **วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.)**. 18 (1), 119-128.

พิทักษ์ อยู่มี. (2558). “การเตรียมถ่านกัมมันต์ที่มีพื้นที่ผิวสูงจากผงถ่านไม้ โดยการก่อกัมมันต์ทางเคมีแบบแห้ง”. **วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 43(4), 788-798.

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2555). **แนวทางการจัดการสารอินทรีย์ระเหย VOCs**. ระยอง: มาบตาพุดการพิมพ์.

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา. (2550). **สารเบนซีน ภัยอันตรายใกล้ตัว**. ข่าวศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2558). **มลพิษทางอากาศ : การบริหารจัดการ สิ่งแวดล้อมของไทย** (Online). https://library2.parliament.go.th/ejournal/content_af/2558/may2558-2.pdf, 16 ตุลาคม 2562.

สุภาพร รัตนพันธ์, เพ็ญนภา เพ็งแจ่ม, และพนิตา ก้งซุ่น. (2557). “การเตรียมและลักษณะจำเพาะของ ถ่านกัมมันต์จากเปลือกมังคุด”. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**. 17 (3), 13-21.

อรณิชา แก้วเทศ กนกวรรณ สังข์ทอง และ ชลดา ธีรการุณวงศ์. (2558). “การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารระเหยซีนโดยเทคนิคการเก็บตัวอย่าง แบบพาสซีฟ”. **วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์**, 7 (7), 111-124.

Prahas, D., Kartika,Y., Indraswati, N. and Ismadji, S. (2008). “Activated carbon from jackfruit peel waste by H_3PO_4 chemical activation: Pore structure and surface chemistry characterization”. **Chemical Engineering Journal**, 140 (1-3), 32–42.

ผลของสารก่อเกิดฟอง ต่อสมบัติของโฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็งที่เตรียมจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปร

Effect of blowing agents on properties of rigid polyurethane foams based on modified waste palm oil

ดวงพร ริยาพันธ์[1*], นิธินาถ แซ่ตั้ง[2], ฉัตรธิดา ฉัตรประเทืองกุล[3]

Duangporn Riyapan[1*], Nitinart Saetung[2], Chathida Chatpartueangku[3]

บทคัดย่อ

โฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็งถูกเตรียมได้สำเร็จจากพอลิออลผสมระหว่างน้ำมันใช้แล้วดัดแปร (MWPO) และพอลิออลทางการค้า (PEO) ที่สัดส่วน 75/25 ที่มีน้ำทำหน้าที่เป็นสารก่อเกิดฟองที่ปริมาณต่างๆ ในการเตรียมโฟมพอลิยูริเทน ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า แนวโน้มของเวลาการเกิดครีม เวลาฟูตัวและเวลาเหนียวติดของตัวอย่างของโฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็งลดลง เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของเกิดปฏิกิริยาระหว่างไอโซไซยาเนตกับน้ำ ส่งผลให้อุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้น และการแพร่ขยายอย่างรวดเร็วของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในโครงสร้างของโฟมพอลิยูริเทน ดังนั้นความสูงของโฟมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน นอกจากนี้โฟมพอลิยูริเทนโฟมชนิดแข็งมีลักษณะเป็นเซลล์ปิด และมีขนาดเซลล์ใหญ่ขึ้น เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณเซลล์โฟมลดลง ดังนั้นความหนาแน่นของโฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็งลดลง นอกจากนี้ความต้านทานต่อแรงกดของโฟมพอลิยูริเทนลดลงอีกด้วย เนื่องจากการลดลงของความหนาแน่นของโฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็ง อย่างไรก็ตามสมบัติเชิงกลของโฟมขึ้นอยู่กับการเกิดขึ้นพอลิยูเรียในการเตรียมโฟม

คำสำคัญ: โฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็ง, ความหนาแน่น, น้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปร, ความต้านทาน ต่อการกด

---

[1]อ., สาขาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ 93210

[2]ผศ.ดร., สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 90110

[3]นิสิตปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ 93210

[*]**Corresponding author, E-mail:** Duangporn.riya@gmail.com

Abstract

Rigid polyurethane foams were successfully prepared from polyol blending between modified waste palm oil (MWPO) and commercial polyol (PEO) at 75/25 ratio with water as blowing agent at different content (0.4-1.5 g) in polyurethane foam preparation. The obtained results have clearly shown that the trends of cream time, rise time and tack free time of rigid polyurethane foam samples decreased with more water content. This was because increasing of reaction between isocyanate (P-MDI) and water led to raising of temperature system and more rapid expansion of CO_2 gas into polyurethane foam structure. Therefore, the height of rigid polyurethane foams obviously increased. In addition, rigid polyurethane foams had closed cells and they presented more larger cell size with increasing water content whereas cell count decreased. Thus, densities of rigid polyurethane foams decreased. Moreover, compressive strength of them also declined due to reduction of density of rigid polyurethane foams. However, the mechanical property of foams depened on appearance of polyurea in foam preparation.
Keywords: rigid polyurethane foam, density, modified waste palm oil, compressive strength

บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปาล์มมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทั้งทางด้านเครื่องสำอางค์ เช่น การผลิตครีมบำรุงผิว สบู่ หรือการผลิตเป็นอาหารสัตว์ [1, 2] โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้ประโยชน์ทางด้านการประกอบอาหารทั้งในอุตสาหกรรมทางด้านอาหาร บ้านเรือน หรือร้านอาหารต่างๆ เนื่องจากน้ำมันปาล์มประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวสูง ส่งผลให้ทนต่อความร้อนได้สูง [3] อย่างไรก็ตามน้ำมันใช้แล้วในสถานประกอบการทั้งหลายมีปริมาณเพิ่มขึ้น หากมีการบริหารจัดการที่ไม่เหมาะสม อาจส่งผลกระทบทั้งทางด้านสุขภาพ เช่น การรับประทานอาหารที่เตรียมจากน้ำมันทอดซ้ำเป็นประจำอาจเป็นสาเหตุของโรคภัยต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคทางเดินอาหาร เป็นต้น หรืออาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กรณีที่น้ำมันใช้แล้วถูกปล่อยสู่แหล่งน้ำ [1] ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการนำน้ำมันใช้แล้วมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เช่น การเตรียมเป็นอาหารสัตว์ การเตรียมเป็นสบู่ โดยการนำน้ำมันใช้แล้วผ่านกระบวนการทรานเอสแทอริฟิเคชัน (transesterification reaction) [1] การใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงาน เช่น การผลิตเป็นไบโอดีเซล [4] หรือการนำมาสังเคราะห์เป็นพอลิออลโดยผ่านปฏิกิริยาอิพอกซิเดชชัน และการเปิดวงแหวน (epoxidation and ring open reactions) สำหรับการเตรียมเป็นโฟมพอลิยูริเทน [5] เพื่อลดปัญหาดังกล่าว และเพิ่มมูลค่าของน้ำมันใช้แล้ว นอกจากนี้ยังเป็นการลดปริมาณการใช้พอลิออล จากปิโตรเลียม และน้ำมันพืช ซึ่งมีราคาแพง

พอลิยูริเทนเป็นหนึ่งในวัสดุพอลิเมอร์ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น สารเคลือบ สารยึดติด และการใช้งานในรูปแบบของโฟม โดยโฟมพอลิยูริเทน (polyurethane foam) มีหลายชนิด เช่น โฟมชนิดยืดหยุ่น โฟมชนิดกึ่งแข็ง และโฟมชนิดแข็ง ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น โฟมยืดหยุ่นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านเฟอร์นิเจอร์ เบาะรถ [6] หรือวัสดุดูดซับเสียง [7]เป็นต้น ขณะที่โฟมชนิดแข็งสามารถใช้ประโยชน์ทางด้านฉนวนความร้อน และวัสดุโครงสร้าง [8] เป็นต้น เนื่องจากโฟมชนิดแข็งมีสมบัติเป็นฉนวนทางความร้อน น้ำหนักเบา ความหนาแน่นต่ำ โดยโฟมพอลิยูริเทนเตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างไอโซไซยาเนตและพอลิออล และปฏิกิริยาระหว่างไอโซไซยาเนตและน้ำ [6] โดยน้ำทำหน้าที่เป็นสารทำให้เกิดฟอง (blowing agent) ผ่านปฏิกิริยาดังกล่าว ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และพอลิยูเรีย โดยปฏิกิริยาเหล่านี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction)

ซึ่งปัจจุบันมีการใช้น้ำเป็นสารก่อเกิดฟองเพิ่มมากขึ้น เพื่อทดแทนสารก่อเกิดฟองที่ได้จากปิโตรเคมี เช่น คลอโรฟลูโอคาร์บอน (chlorofluorocarbons (CFCs)) และไฮโดรคลอโรฟลูโอคาร์บอน (hydrochlorofluorocarbons (HCFCs)) ซึ่งจัดเป็นว่าสารอันตรายที่ทำลายชั้นโอโซนและก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก นอกจากนี้น้ำยังสารก่อเกิดฟองที่มีราคาถูก และมีความปลอดภัยกว่าสารจากปิโตรเคมี [9] อย่างไรก็ตามการเกิดปฏิกิริยาระหว่างไอโซไซยาเนตและน้ำค่อนข้างซับซ้อน ดังนั้นการควบคุมสมบัติของโฟมจึงเป็นไปได้ยาก การศึกษาปริมาณของน้ำจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการเตรียมโฟมพอลิยูริเทน และปรับปรุงสมบัติต่างๆ ของโฟม เช่น ความหนาแน่น และลักษณะเซลล์ เป็นต้น ซึ่งสมบัติเหล่านี้ยังส่งผลกระทบต่อสมบัติอื่นๆของโฟม เช่น สมบัติเชิงกล หรือสมบัติการนำความร้อน เพื่อที่จะสามารถนำโฟมพอลิยูริเทนไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของปริมาณสารทำให้เกิดฟอง (น้ำ) ต่อสมบัติของโฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็งที่เตรียมจากพอลิออลผสมระหว่างน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปร (MWPO) และพอลิออลทางการค้า (PEO) ที่สัดส่วน 75/25 เพื่อเป็นการลดการใช้พอลิออล และสารก่อเกิดฟองจากปิโตรเคมี ซึ่งพบว่ายังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาการเตรียมโฟมพอลิยูริเทนจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปร (MWPO) โดยศึกษาปริมาณของน้ำ หลังจากนั้นทำการศึกษาสมบัติของโฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็ง เช่น พฤติกรรมการเกิดโฟม ความหนาแน่น สมบัติเชิงกล และลักษณะเซลล์ เป็นต้น เพื่อการประยุกต์ใช้งานทางด้านฉนวนความร้อนในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

สารเคมี

พอลิออลที่เตรียมจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วดัดแปร (MWPO) ที่มีปริมาณไฮดรอกซิลเท่ากับ 200 mg KOH/g ผสมพอลิออลทางการค้า (Sannix FA-703: poly (propylene oxide-ethylene oxide) polyether polyol or PEO) มีปริมาณไฮดรอกซิลเท่ากับ 35 mg KOH/g เตรียมจากแลปของผู้วิจัย, Dibutyltin dilaurate (95%, DBTL) น้ำหนักโมเลกุล 631.56 g/mol และมีความหนาแน่น 1.05 g/cm^3 ผลิตจากบริษัท Fluka Chemie AG CH-9471 Buchs ประเทศสวิตซ์เซอร์แลนด์ ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา, Dabco 33-LV ($C_6H_{12}N_2$) มีความหนาแน่น 1.020 g/cm^3 จุดเดือด 92°C ผลิตจากบริษัท Evonilk Goldschmidt GmbH ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา, สารลดแรงตึงผิวประเภทซิลิโคน (99%, B 8110) ผลิตจากบริษัท Goldschmidt ประเทศเยอรมัน น้ำกลั่นทำหน้าที่เป็นสารทำให้เกิดฟอง สำหรับการเตรียมโฟม พอลิเมททิลีน พอลิฟีนิล พอลิไอโซไซยาเนต (Polymethylene polyphenyl polyisocyanate, P-MDI) มีหมู่ฟังก์ชันเท่ากับ 2.7 มีค่า NCO Content เท่ากับ 31.5 % ความหนาแน่นที่ 25 °C เท่ากับ 1.23 g/ml ความหนืดเท่ากับ 200 cps. ผลิตโดยบริษัท BASF South Asia Pte,Ltd. ประเทศสิงคโปร์

วิธีการทดลอง

โฟมพอลิยูริเทนสามารถเตรียมได้จากสูตรเคมีดังแสดงใน**ตารางที่ 1** โดยกระบวนการเตรียมโฟเป็นการเตรียมแบบ One-shot process คือ จะมีการใส่สารเคมีจากสูตรทุกตัวรวมกัน แล้วกวนให้เข้ากัน ยกเว้น Polymeric MDI ทำการกวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเติม P-MDI ลงไปแล้วกวนต่อจนกระทั่งปฏิกิริยาเริ่มเกิดครีม ซึ่งจะเห็นเป็นฟองเล็กๆ แล้วจึงรีบเทลงใส่ในเบ้าที่เตรียมไว้ โดยมีขั้นตอนดังนี้ ใส่สารเคมีที่ชั่งอย่างละเอียด (พอลิออลผสมระหว่าง MWPO/PEO ที่ใช้มีสัดส่วนเท่ากับ 75/25, silicone surfactant, Dabco 33-LV, Dibutyltin dilaurate และน้ำ) ปริมาณตามสูตรที่ใช้ลงในบีกเกอร์ กวนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นใส่ไอโซไซยาเนต (P-MDI) ตามปริมาณที่ใช้ลงไป แล้วกวนผสมต่อ

จนกระทั่งปฏิกิริยาเริ่มเห็นเป็นฟองและเกิดครีม แล้วจึงรีบเทลงเบ้า ขนาด 10x10x5 cm^3 ปล่อยให้โฟมฟูตัวขึ้น จับเวลาเพื่อบันทึกพฤติกรรมการเกิดโฟม คือ cream time, rise time, และ tack free time จากนั้นนำโฟมไปอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อทำให้โฟมเกิดการคงรูป และทำการศึกษาสมบัติของโฟม เช่น ความหนาแน่น สมบัติเชิงกล ลักษณะเซลล์ เป็นต้น โดยโฟมที่เตรียมจากการใช้ปริมาณน้ำเท่ากับ 0.4, 0.6, 0.8, 1.2 และ 1.5 กรัม แทนด้วยสัญลักษณ์ PUW_0.4, PUW_0.6, PUW_0.8, PUW_1.2 และ PUW_1.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 สูตรสำหรับเตรียมโฟมพอลิยูริเทนที่ปริมาณน้ำต่างๆ

	Weight (g)				
	PUW_0.4	PUW_0.6	PUW_0.8	PUW_1.2	PUW_1.5
MWPO/PEO(75/25)	20	20	20	20	20
B8110	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Water	0.4	0.6	0.8	1.2	1.5
Dabco 33LV	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Dabco T-12	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
P-MDI (NCO index 100)	15	18	20	27	31

การทดสอบสมบัติของโฟมพอลิยูริเทน

พฤติกรรมการเกิดโฟม

1. Cream time เป็นเวลาที่เริ่มใส่ P-MDI แล้วทำการกวนผสมต่อจนกระทั่ง สังเกตเห็นเป็นครีม (มีฟองอากาศ) เกิดขึ้น มีหน่วยเป็นวินาที
2. Rise time เป็นเวลาที่โฟมใช้ในการเริ่มฟูตัว จนกระทั่งฟูตัวเต็มที่ ทดสอบได้โดยการใช้แท่งแก้วคนกดลงไปแล้วไม่มีการฟูตัวเพิ่มขึ้นอีก มีหน่วยเป็นวินาที
3. Tack free time เป็นเวลาที่ผิวของโฟมแห้งไม่มีการเหนียวติด ทดสอบได้โดยการใช้แท่งแก้วคนแตะบริเวณผิวหน้าของโฟม แล้วไม่มีการเหนียวติดของเนื้อโฟมมากับแท่งแก้วคน มีหน่วยเป็นวินาที

ความหนาแน่น

โดยยึดมาตรฐาน ASTM D 3574 Test โดยทำการตัดชิ้นโฟมขนาด 50 × 50 × 30 mm^3 หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง คำนวณความหนาแน่นจากสูตรดังนี้

$$D = \frac{M}{V}$$

โดย D = ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบ มีหน่วยเป็น kg/m^3, M = น้ำหนักของชิ้นทดสอบ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg), V = ปริมาตรของชิ้นทดสอบ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)

สมบัติเชิงกล

การทดสอบ Compressive strength ตามมาตรฐาน ISO844-2007 standard โดยตัดชิ้นโฟมที่ใช้ทดสอบให้มีขนาด 50 × 50 × 30 mm^3 ทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile testing machine) โดยการ ให้โฟมผิดรูปที่ 10% คำนวณค่า Compressive strength จากสูตรดังนี้

$$\text{Compressive strength} = \frac{F}{A}$$

โดย F คือ แรงที่ใช้ในการกด มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ มีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร (cm^2)

ลักษณะเซลล์โฟม

ลักษณะเซลล์ของโฟมพอลิยูริเทนสามารถศึกษาโดยใช้เครื่อง scanning electron microscope, SEM (JEOL JSM-5800LV) นอกจากนี้ใช้โปรแกรม Image J สำหรับการศึกษาจำนวนและขนาดเซลล์ของโฟมพอลิยูริเทน

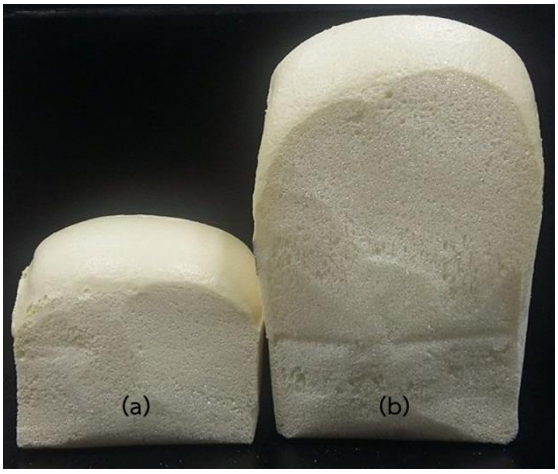
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

พฤติกรรมการเกิดโฟม

ตารางที่ 2 ผลของปริมาณน้ำ ต่อพฤติกรรมการเกิดโฟม

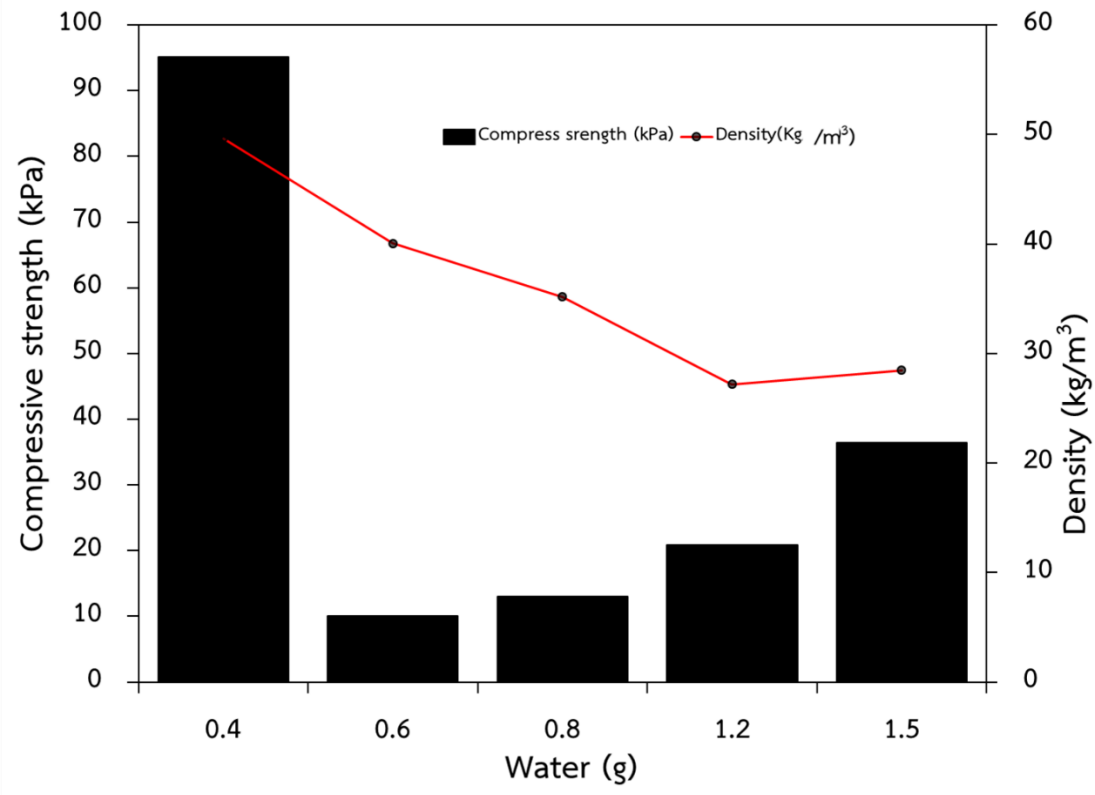
สมบัติโฟม	สูตรโฟม				
	PUW_0.4	PUW_0.6	PUW_0.8	PUW_1.2	PUW_1.5
Cream time (s)	34	33	31	30	29
Rise time (s)	222	218	215	210	204
Tack free time (s)	1650	1648	1640	1632	1626

ผลของปริมาณน้ำ (0.4-1.5 กรัม) ต่อพฤติกรรมการเกิดโฟม ดังแสดงใน**ตารางที่ 2** พบว่า cream time, rise time, และ tack free time ของโฟมมีค่าลดลงเล็กน้อย เมื่อปริมาณน้ำ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารก่อให้เกิดฟอง (blowing agent) เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้ปฏิริยายาระหว่างไอโซไซยาเนตและน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ทำให้ปฏิริยายาการเกิดโฟมเร็วขึ้น นอกจากนี้ พบว่า เมื่อปริมาณน้ำมากขึ้น ส่งผลให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มากขึ้น เนื่องจากปฏิริยายาระหว่างไอโซไซยาเนตและน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เซลล์โฟมมีขนาดใหญ่มากขึ้น และอาจทำให้โฟมมีความสูงเพิ่มขึ้น ดังแสดงใน**รูปที่ 1** ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Choe และหมู่คณะ [8] ซึ่งศึกษาผลของปริมาณสารก่อเกิดฟองผสมระหว่างน้ำ ไซโคลเพนเทนและไฮโดรฟลูโอคาร์บอนต่อพฤติกรรมการเกิดโฟมชนิดแข็ง พบว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาการเกิดโฟมเร็วขึ้น เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น



รูปที่ 1 โฟมที่เตรียมจากปริมาณน้ำต่างกัน (a) 0.4 กรัม และ (b) 1.5 กรัม

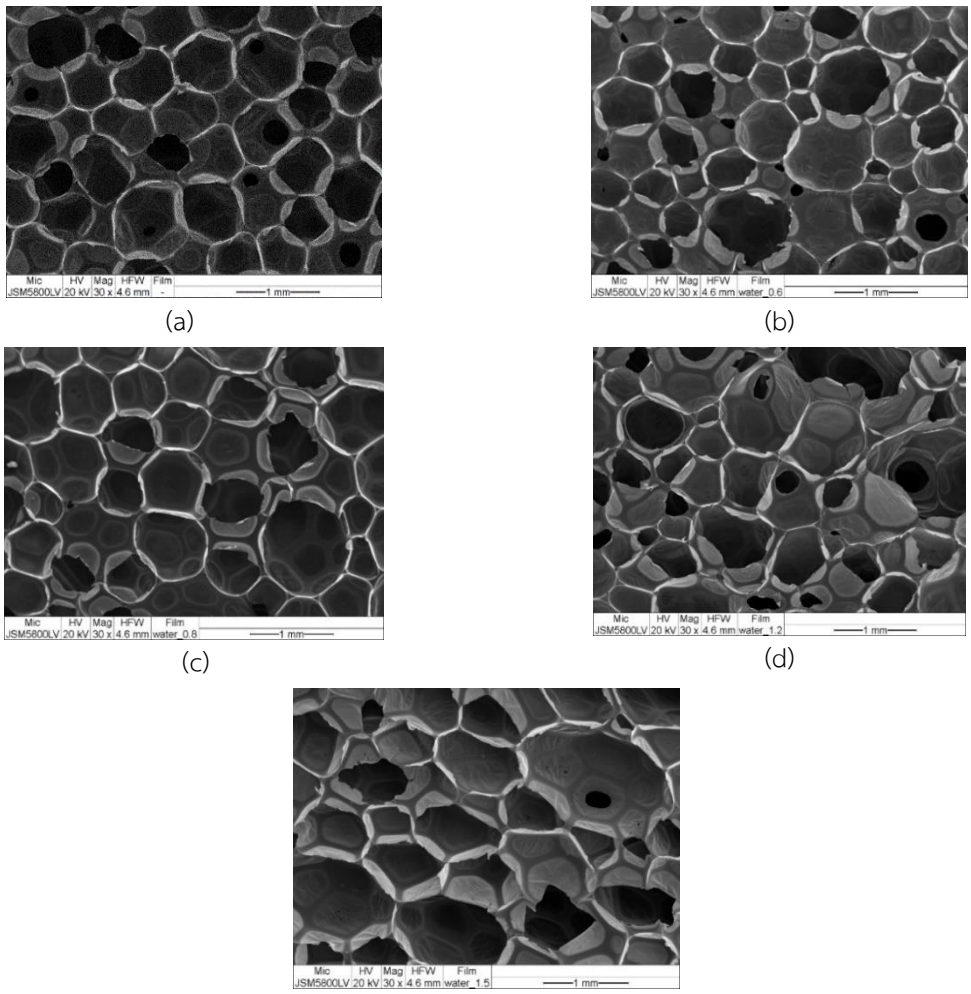
ความหนาแน่น (Density) และความต้านทาน ต่อการกดอัด (Compressive strength)



รูปที่ 2 ผลของปริมาณน้ำ ต่อความหนาแน่น และความต้านทานต่อการกดอัด

ผลของปริมาณน้ำ ต่อความหนาแน่น และความต้านทานต่อการกดอัดของโฟมพอลิยูริเทน ดังแสดงใน**รูปที่ 2** พบว่า ความหนาแน่นของโฟมมีค่าลดลง เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้ปฏิริยายาระหว่างไอโซไซยาเนตและน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้พอลิยูเรีย (polyurea) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น (CO_2) ซึ่งการเกิดก๊าซ CO_2 มากขึ้น และก๊าซ CO_2 สามารถแพร่เข้าสู่เนื้อโฟมได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้โฟมมีขนาดใหญ่มากขึ้น ขณะที่ปริมาณเซลล์ที่เกิดขึ้นน้อยลง ดังนั้นโฟมจึงมีความหนาแน่นน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับผล SEM นอกจากนี้พบว่า โฟมทนต่อการกดอัดได้น้อยลง เมื่อใช้น้ำมากกว่า 0.4 กรัม เนื่องมากจากอิทธิพลของความหนาแน่นที่ลดลงของโฟม ซึ่งเกิดจากเซลล์โฟมมีขนาดใหญ่ และปริมาณเซลล์ลดลง ส่งผลให้โฟมทนต่อแรงที่มากระทำได้น้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang และหมู่คณะ [10] ซึ่งศึกษาผลของปริมาณน้ำ ต่อพฤติกรรมการเกิดโฟมชนิดแข็ง พบว่า ความหนาแน่นของโฟมลดลง เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามกลับพบว่า เมื่อใช้น้ำปริมาณ 0.8-1.5 กรัม โฟมทนต่อแรงกดมากขึ้นเล็กน้อย อาจเกิดจากผลของพอลิยูเรียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างไอโซไซยาเนต และน้ำ

ลักษณะเซลล์โฟม

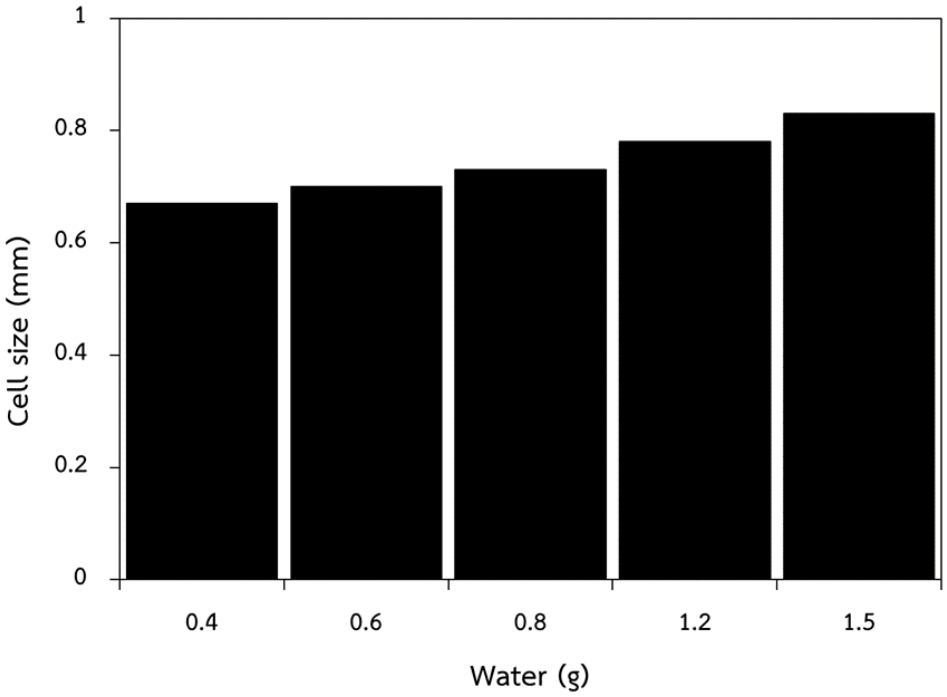


(a) (b)

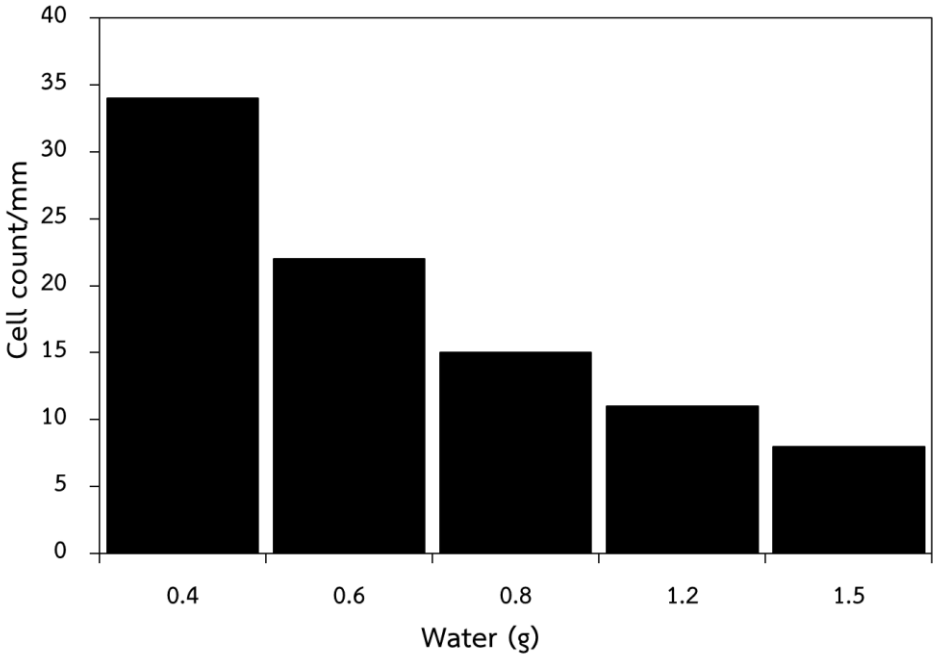
(c) (d)

(e)

รูปที่ 3 ผลของปริมาณน้ำ ต่อลักษณะเซลล์โฟม (a) PUW_0.4, (b) PUW_0.6, (c) PUW_0.8, (d) PUW_1.2 และ (e) PUW_1.5



รูปที่ 4 ผลของปริมาณน้ำ ต่อขนาดเซลล์โฟม



รูปที่ 5 ผลของปริมาณน้ำ ต่อปริมาณเซลล์โฟม

ผลของปริมาณน้ำ ต่อลักษณะเซลล์ของโฟมพอลิยูริเทน พบว่า โฟมพอลิยูริเทนมีลักษณะเป็นเซลล์ปิด (closed cell) ดังแสดงใน**รูปที่ 3** และเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น เซลล์โฟมมีขนาดใหญ่ขึ้น ขณะที่จำนวนเซลล์โฟมมีปริมาณลดลง ดังแสดงใน**รูปที่ 4** และ**รูปที่ 5** ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้ปฏิริยายาระหว่างไอโซไซยาเนตและน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณก๊าซ CO_2 มากขึ้น และก๊าซ CO_2 เหล่านี้สามารถแพร่เข้าสู่เนื้อโฟมได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เซลล์โฟมมีขนาดใหญ่ขึ้น ขณะที่ปริมาณเซลล์ที่เกิดขึ้นน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thirumal และหมู่คณะ [9] โดยศึกษาผลของความหนาแน่น ต่อสมบัติของโฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็ง พบว่า เมื่อปริมาณน้ำมากขึ้น ทำให้เกิดก๊าซ CO_2 จากปฏิริยายาระหว่างไอโซไซยาเนตและน้ำมากขึ้น อาจทำให้เกิดการรวมตัวของก๊าซ CO_2 ดังนั้นเซลล์โฟมจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น

สรุปผลการทดลอง

โฟมพอลิยูริเทนชนิดแข็งที่เตรียมจากพอลิออลผสมระหว่างน้ำมันใช้แล้วดัดแปร และพอลิออลทางการค้าที่มีปริมาณน้ำแตกต่างกัน พบว่า อัตราการเกิดโฟมเร็วขึ้น เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในระบบซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างไอโซไซยาเนตและน้ำ ส่งผลให้ก๊าซ CO_2 เกิดการขยายตัวในเนื้อโฟมอย่างรวดเร็ว ทำให้โฟมมีขนาดเซลล์ใหญ่ขึ้น ปริมาณเซลล์ลดลง ซึ่งส่งผลให้โฟมพอลิยูริเทนมีความหนาแน่นที่ลดลง เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การลดลงของความหนาแน่น ทำให้โฟมมีความต้านทานต่อแรงกดลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับสถานที่ทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Panadare, D. C. and Rathod*, V. K. (2015). Applications of Waste Cooking Oil Other Than Biodiesel: A Review. **Iranian Journal of Chemical Engineering(IJChE)**. 12(3), 55-76.
2. Me, Norhaizan, Hosseini, Soraya, Surendiran, Gangadaran, Lee, Sin Tien, ramezani kapourchali, Fatemeh, and Moghadasian, Mohammed. (2013). Palm oil: Features and applications. **Lipid Technology**. 25, 39-42.
3. Choe E. and Min, D.B. (2007). Chemistry of deep-fat frying oils. **Journal of Food Science**. 72(5), 77-86.
4. Chen, Yingming, Xiao, Bo, Chang, Jie, Fu, Yan, lv, Pengmei, and Wang, Xuewei. (2009). Synthesis of biodiesel from waste cooking oil using immobilized lipase in fixed bed reactor. **Energy Conversion and Management**. 50, 668-673.

5. Riyapan, Duangporn, Saetung, Anuwat, and Saetung, Nitinart. (2019). A Novel Rigid PU Foam Based on Modified Used Palm Oil as Sound Absorbing Material. **Journal of Polymers and the Environment**. 27(8), 1693-1708.
6. Dworakowska, Sylwia, Bogdal, Darek, and Prociak, Aleksander. (2012). Microwave-Assisted Synthesis of Polyols from Rapeseed Oil and Properties of Flexible Polyurethane Foams. **Polymers**. 4, 1462-1477.
7. Verdejo, Raquel, Stämpfli, Rolf, Alvarez-Láinez, Monica, Mourad, Safer, Rodríguez-Pérez, Miguel, Brühwiler, P. A., and Shaffer, M. (2009). Enhanced acoustic damping in flexible polyurethane foams filled with carbon nanotubes. **Composites Science and Technology**. 69, 1564-1569.
8. Choe, Kun H., Lee, Dong S., Seo, Won J., and Kim, Nyon W. (2004). Properties of Rigid Polyurethane Foams with Blowing Agents and Catalysts. **Polymer Journal**. 36, 368-373.
9. Thirumal. M., Khastgir, Dipak., Singha, Nikhil K., Manjunath, B. S., and Naik, Y. P. (2008). Effect of foam density on the properties of water blown rigid polyurethane foam. **Journal of Applied Polymer Science**. 108, 1810–1817.
10. Zhang, Guangyu., Zhang, Qinqin., Wu, Yumin., Zhang, Huan., Cao, Jingqiang., and Han, Dezhi. (2017). Effect of auxiliary blowing agents on properties of rigid polyurethane foams based on liquefied products from peanut shell. **Journal of Applied Polymer Science**. 134, 1-8.

ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรณีศึกษา: ตำบลทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่

RELATIONSHIP BETWEEN KNOWLEDGE, ATTITUDE TOWARDS CIGARETTE SMORKING BEHAVIOR OF MIDDLE SCHOOL STUDENT CASE STUDY: SAI KHAO SUB-DISTRICT, KHLONG THOM DISTRICT, KRABI

สิริยากร หนูเล็ก[1*], อัรวา รูมาเนีย[2], พรรณทิพย์ จันทวิเศษ[3], ศุภชัย ไกรเทพ[4], อุไรวรรณ ไกรนรา มูรานิชิ[5], ศุภิกา วงศ์อุทัย[6]

Siriyakorn Nulek[1*], Arwa Rumania[2], Pantip Chantawiset[3], Suphachai Kraithep[4], Uraiwan Krainara Muranishi[5], Suphiga Wong-Uthai[6]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาระดับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตำบลทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับปานกลาง ความรู้ที่ตอบถูกต้องมากที่สุดเกี่ยวกับสารพิษในควันบุหรี่สามารถสะสมในร่างกายเด็กได้และมีผลอย่างมากต่อการเพิ่มความเสี่ยงที่จะเป็นโรคมะเร็งปอดในอนาคต ร้อยละ 100 และข้อที่ตอบถูกต้องน้อยที่สุดคือ กฎหมายกำหนดห้ามขายผลิตภัณฑ์ยาสูบแก่บุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี ร้อยละ 59 ระดับทัศนคติของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก ด้านพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียน พบว่า มีนักเรียนที่สูบบุหรี่ ร้อยละ 22.9 ส่วนการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติ กับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ พบว่าความรู้เกี่ยวกับบุหรี่ของนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนและพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสูบบุหรี่และทัศนคติการสูบบุหรี่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) เท่ากับ 0.256 ด้านระดับการติดสารนิโคตินพบว่า นักเรียนที่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ส่วนใหญ่ร้อยละ 43.75 ไม่นับว่าติดสารนิโคติน ซึ่งนักเรียนสามารถเลิกได้ด้วยตนเอง โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมลดการสูบบุหรี่ให้น้อยลง

คำสำคัญ: บุหรี่, ความรู้, ทัศนคติ, พฤติกรรมการสูบบุหรี่, การติดสารนิโคติน

[1,2] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[3] นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ รพสต.บ้านทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่

[4] นักแพทย์แผนไทย รพสต.บ้านทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่

[5,6] อาจารย์สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

*Corresponding author, E-mail: s5911166235@pkru.ac.th

Abstract

The objective of this study were to study the level of knowledge attitude and cigarette smoking behavior among student and correlation study between knowledge/attitudes toward cigarette smoking behavior among middle school student, Sai khao Sub District, Khlong Thom District, Krabi. The study showed that most student correctly answer the question about the toxin cigarette smoke can accumulate in the children's body and the high risk of lung cancer in the future (100 %) Most student wrongly answer the question about the law on cigarette sale that prohibits people below 15 years of age (58 %). Regarding the relationship between knowledge/attitudes toward smoking behavior, It is found that there no correlation between knowledge and smoking behavior in the studied student. The relationship between attitudes and smoking behavior in middle school student had a statistical significance of 0.05 with the correlation coefficient (r) = 0.256, indicating that both variables have positive correlation. For nicotine addiction, it was found that most student who smoke are not addicted (43.75%) which means that the student can relinquish the habit on their own by gradually decresing the dose.

Keywords: cigarette, knowledge, attitude, smoking behavior, nicotine addiction

บทนำ

ปัญหาการสูบบุหรี่ในประเทศไทยมีแนวโน้มทวีความรุนแรงเพิ่มสูงขึ้นในกลุ่มเยาวชนนักสูบหน้าใหม่ในช่วงอายุ 12-15 ปี โดยมีอัตราสูบบุหรี่ร้อยละ 38.76 และส่วนใหญ่สูบบุหรี่ในระยะเริ่มต้น อายุที่เริ่มสูบบุหรี่ระหว่าง 9-12 ปีร้อยละ 62.60 และ เริ่มสูบบุหรี่ที่อายุน้อยกว่า 9 ปีร้อยละ 3.05 นอกจากนี้เพื่อนยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการสูบบุหรี่นักเรียนชายที่เคยถูกเพื่อนชักชวนมีแนวโน้มที่จะมีการสูบบุหรี่มากกว่าผู้ที่ไม่เคยถูกเพื่อนชักชวน ทั้งนี้เป็นเพราะต้องการแสดงความกล้าหาญและการยอมรับของกลุ่มเพื่อน กลัวการดูถูกเหยียดหยามจากเพื่อน (กมลภู ถนอมสัตย์ และ รัชนี สรรเสริญ, 2554) ส่วนจังหวัดกระบี่นั้นเป็นจังหวัดที่มีอัตราการสูบบุหรี่ของประชาชนอายุ 15 ปีขึ้นไปสูงที่สุดในประเทศไทยคิดเป็นร้อยละ 25.97 รวมทั้งพบว่ามะเร็งปอดเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับหนึ่งของจังหวัด จังหวัดกระบี่จึงมีนโยบายด้านโรงเรียนปลอดบุหรี่ในระดับมัธยมศึกษาเป็นวาระของจังหวัดตามแผนยุทธศาสตร์การป้องกันนักสูบหน้าใหม่ (สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์, 2562)

สำหรับพื้นที่ตำบลทรายขาวในความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่นั้นมีการดำเนินงานคลินิกเลิกบุหรี่ในหน่วยงานซึ่งเป็นงานประจำ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจในการศึกษาระดับความรู้ ทัศนคติ และ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาของพื้นที่ และความสัมพันธ์ของความรู้ทัศนคติต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนเพื่อนำผลการศึกษาเฉพาะในพื้นที่มาใช้ประโยชน์ในการวางแผนสำหรับพัฒนาโปรแกรมการเฝ้าระวัง ปรับเปลี่ยน ทัศนคติและพฤติกรรมที่เหมาะสมของนักเรียนตามนโยบายของจังหวัดในการมุ่งลดนักสูบหน้าใหม่ในกลุ่มเยาวชนเพราะหากลดนักสูบรายใหม่ในกลุ่มเยาวชนได้แนวโน้มของผู้สูบบุหรี่และผู้เสียชีวิตด้วยมะเร็งปอดในอนาคตจะลดน้อยลงด้ว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตำบลทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตำบลทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research)

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนโรงเรียนบ้านทรายขาวที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมตอนต้น ในปีการศึกษา 2562 ตำบลทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ จำนวน 70 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง (Puposive Sampling) ซึ่งมีโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาเพียง 1 โรงเรียนเท่านั้นโดยอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้แก่

1. แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ, อายุ, ระดับการศึกษา, สถานภาพสมรสของบิดา มารดา, จำนวนเงินที่ได้รับจากผู้ปกครอง, อาศัยอยู่กับ, สมาชิกในครอบครัวสูบบุหรี่หรือไม่, เพื่อนสนิทสูบบุหรี่หรือไม่ ใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับบุหรี่ จำนวน 15 ข้อ ได้แก่ โทษต่อผู้สูบบุหรี่ โทษต่อผู้ที่อยู่รอบข้าง พิษของบุหรี่และพ.ร.บ. การสูบบุหรี่ในที่สาธารณะ (เครื่องมือในการช่วยนักเรียนให้เลิกบุหรี่ โดยเครือข่ายครูเพื่อโรงเรียนปลอดบุหรี่, 2557, หน้า 49 - 51) ลักษณะคำถามให้เลือกตอบถูกและผิด หากตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิด ให้ 0 คะแนน กำหนดเกณฑ์การแปลผลคะแนน โดยแบ่งระดับคะแนนเป็น 3 ระดับ คือระดับมาก ระดับปานกลางและระดับน้อย การแปลผลคะแนนจะพิจารณาตามเกณฑ์ของบลูม (Bloom, 1968) ดังนี้

ระดับคะแนนมาก ได้คะแนนตั้งแต่ (11-15 คะแนน)

ระดับคะแนนปานกลาง ได้คะแนนตั้งแต่ (6-10 คะแนน)

ระดับคะแนนน้อย ได้คะแนนตั้งแต่ (0-5 คะแนน)

3. แบบสอบถามทัศนคติเกี่ยวกับบุหรี่ จำนวน 10 ข้อ โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องตามความคิดเห็นของนักเรียน มีทั้งข้อความเชิงบวกจำนวน 6 ข้อและข้อความเชิงลบ จำนวน 4 ข้อ เป็นแบบประเมินของลิเคอร์ท 5 ระดับ โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2551, หน้า 324)

ข้อความทางบวก เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 5 เห็นด้วย = 4 ไม่แน่ใจ = 3 ไม่เห็นด้วย = 2 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง= 1

ข้อความเชิงลบ เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 1 เห็นด้วย = 2 ไม่แน่ใจ = 3 ไม่เห็นด้วย = 4 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง= 5

เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยของทัศนคติพิจารณาตามเกณฑ์ของบลูม (Bloom, 1968) ดังนี้

3.68 - 5.00 คือ ระดับทัศนคติมาก

2.34 - 3.67 คือ ระดับทัศนคติปานกลาง

1.00 - 2.33 คือ ระดับทัศนคติน้อย

4. แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ จำนวน 10 ข้อ ลักษณะข้อความเป็นแบบเลือกตอบที่ตรงกับนักเรียนมากที่สุด สำหรับนักเรียนที่สูบบุหรี่ข้อความบางข้ออาจเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ เช่น เหตุผลที่ยังคงสูบอยู่ การสูบบุหรี่ครั้งแรกเนื่องจาก เป็นต้น

5. แบบสอบถามการวัดระดับการติดสารนิโคติน (สำหรับเด็กนักเรียนที่สูบบุหรี่) จำนวน 6 ข้อ (มูลนิธิรณรงค์เพื่อการไม่สูบบุหรี่ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.), 2548, หน้า 15) โดยมีเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

คะแนน 0-3 คะแนน ไม่นับว่าติดสารนิโคติน สามารถเลิกได้ด้วยตนเอง

คะแนน 4-5 คะแนน ติดสารนิโคตินในระดับปานกลาง

คะแนน 6-7 คะแนน ติดสารนิโคตินในระดับปานกลางและมีแนวโน้มอย่างมากในการพัฒนาไปเป็นการติดนิโคตินในระดับสูง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

โปรแกรมคำนวณทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับบุหรี่ ทัศนคติ และ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ รวมทั้งการวัดระดับการติดสารนิโคติน (สำหรับเด็กนักเรียนที่สูบบุหรี่) โดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistic) แสดงค่าความถี่ ร้อยละและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียน สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไป นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นนักเรียนหญิงร้อยละ 62.9 และเป็นนักเรียนชายร้อยละ 37.1 โดยอายุ 12-13 ปี และ อายุ 14 ปี ร้อยละ 37.1 อายุ 15-16 ปี ร้อยละ 25.7 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร้อยละ 40 รองลงมาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ร้อยละ 38.6 และ 21.4 ตามลำดับ ด้านสถานภาพสมรสของบิดามารดา ร้อยละ 71.4 อยู่ด้วยกัน รองลงมาร้อยละ 14.3 หย่าร้าง ร้อยละ 11.4 แยกกันอยู่ และร้อยละ2.9 เป็นหม้าย ด้านจำนวนเงินที่ได้รับจากผู้ปกครองร้อยละ 54.3 ต่ำกว่า 50 บาท รองลงมาร้อยละ 42.9 อยู่ที่ 50-100 บาท ร้อยละ2.8 มากกว่า100 บาท อาศัยอยู่กับบิดา มารดาร้อยละ 64.3 รองลงมาอาศัยอยู่กับมารดาร้อยละ 22.9 อาศัยอยู่กับบิดาร้อยละ 2.9 อาศัยอยู่กับญาติร้อยละ 7.1และอื่นๆอยู่ที่ร้อยละ 2.9 การสูบบุหรี่ของสมาชิกในครอบครัว พบว่า มีสมาชิกที่สูบบุหรี่อยู่ที่ร้อยละ 82.9 และไม่มีสมาชิกในครอบครัวสูบบุหรี่อยู่ที่ร้อยละ 17.1 ด้านพฤติกรรมของเพื่อนสนิทสูบบุหรี่พบว่ามีเพื่อนสนิทที่สูบบุหรี่ ร้อยละ 40 และที่ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 60

ด้านความรู้เกี่ยวกับบุหรี่พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับปานกลาง ซึ่งนักเรียนที่มีความรู้ระดับปานกลาง 40 คน คิดเป็นร้อยละ 57.14 และนักเรียนที่มีความรู้ระดับมาก 30 คน คิดเป็นร้อยละ 42.85 นักเรียนส่วนใหญ่ตอบถูกต้องมากที่สุดเกี่ยวกับสารพิษในควันบุหรี่สามารถสะสมในร่างกายเด็กได้และมีผลอย่างมากต่อการเพิ่มความเสี่ยงที่จะเป็นโรคมะเร็งปอดในอนาคต พบร้อยละ 100 รองลงมาเกี่ยวกับสารพิษในควันบุหรี่เป็นอันตรายกับเด็กมากกว่าผู้ใหญ่เนื่องจากเด็กมีอัตราการหายใจที่เร็วกว่าอยู่ที่ร้อยละ 95.7 ส่วนข้อที่ตอบถูกต้องน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับข้ออื่นๆคือ กฎหมายกำหนดห้ามขายผลิตภัณฑ์ยาสูบแก่บุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี ร้อยละ 58 รองลงมานิโคตินเป็นสารพิษในบุหรี่ที่มีฤทธิ์กัดเนื้อเยื่อบุผิวหลอดลมและถุงลมปอด จนทำให้เป็นโรคถุงลมปอดโป่งพอง ร้อยละ 57

ด้านทัศนคติเกี่ยวกับบุหรี่ พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนใหญ่มีทัศนคติในระดับทัศนคติมาก นักเรียนที่มีทัศนคติระดับปานกลาง สูบบุหรี่มี 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5.3 และไม่สูบมี 18 คนคิดเป็นร้อยละ 94.7 นักเรียนที่มีทัศนคติระดับมากสูบบุหรี่มี 15 คน คิดเป็นร้อยละ 29.4 และไม่สูบมี 36 คนคิดเป็นร้อยละ 70.6 โดยมีทัศนคติที่ดีต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ คือ ท่านรู้สึกรำคาญเมื่อต้องอยู่ใกล้คนที่สูบบุหรี่ เห็นด้วยอย่างยิ่งที่ร้อยละ 55.7 และทัศนคติที่ดีที่ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งคือ การสูบบุหรี่ทำให้มีกลิ่นตัวแรงขึ้นกว่าปกติ อยู่ที่ร้อยละ 14.3 ทัศนคติที่ไม่ดีต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ที่เห็นด้วยอย่างยิ่ง คือ ท่านคิดว่าการสูบบุหรี่จะช่วยให้คลายเครียดและลดวิตกกังวลลงได้ ที่ร้อยละ 14.4 และทัศนคติที่ไม่ดีที่ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งคือ ท่านคิดว่าการสูบบุหรี่จะช่วยให้สร้างความมั่นใจในตัวเองได้ ร้อยละ 61.4

ด้านพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียน พบว่า มีนักเรียนที่สูบบุหรี่ ร้อยละ 22.9 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 77.1 อายุที่เริ่มสูบพบว่า 10-13 ปี ร้อยละ 43.75 รองลงมาต่ำกว่า 10 ปี ร้อยละ 37.5 และอายุ14-16 ปี ร้อยละ 18.75 ตามลำดับ ด้านสถานที่ในการซื้อบุหรี่ของนักเรียนพบว่า ซื้อจากร้านค้าทั่วไป ร้อยละ 20 รองลงมาร้านสะดวกซื้อ ร้อยละ 2.9 เคยคิดเลิกสูบบุหรี่ ร้อยละ 18.6 และไม่เคยคิดเลิกสูบบุหรี่ ร้อยละ 4.3 สถานที่ในการสูบบุหรี่พบว่า สูบที่บ้านตนเอง ร้อยละ 17.1 รองลงมาไม่เลือกสถานที่สูบแล้วแต่โอกาส ร้อยละ 11.4 และสูบในห้องน้ำโรงเรียนและบ้านเพื่อน ร้อยละ 10 ตามลำดับ ประเภทของบุหรี่ที่นักเรียนสูบพบว่า บุหรี่สำเร็จรูป ร้อยละ 4.3 รองลงมาคือใบจาก ร้อยละ 15.7 และสูบทั้ง 2 อย่าง ร้อยละ2.9 เหตุผลที่ทำให้ยังคงสูบบุหรี่อยู่พบว่า เห็นเพื่อนสูบแล้วอยากสูบบ้าง ร้อยละ 14.3 รองลงมาคือ ความเคยชิน ร้อยละ 12.9 ไม่สูบแล้วหงุดหงิด ร้อยละ 11.4 ติดใจในรสชาติของบุหรี่และมีเรื่องเครียด ร้อยละ 4.3 สูบเพื่อกระตุ้นความคิด ร้อยละ 2.9 และเลิกสูบแล้วกลัวอ้วน ร้อยละ1.4 ตามลำดับ การสูบบุหรี่ครั้งแรกเนื่องจากสาเหตุคือ เพื่อนชักชวน ร้อยละ 15.7 อยากลองด้วยตนเอง ร้อยละ 14.3 สูบตามคนที่บ้าน ร้อยละ 7.1 เพื่อคลายความเครียด ร้อยละ 2.9 ต้องการเข้าสังคมและอื่นๆ ร้อยละ 1.4 อาการภายหลังหยุดสูบบุหรี่คือ อยากสูบบุหรี่ ร้อยละ 12.9 รู้สึกเศร้า ร้อยละ 8.6 ใจไม่นิ่งขาดสมาธิ ร้อยละ5.7 ง่วงนอน ร้อยละ 2.9 เครียดและปวดศีรษะ ร้อยละ 1.4 ตามลำดับ

ด้านการวัดระดับการติดสารนิโคตินพบว่า จำนวนบุหรี่ที่สูบต่อวัน ได้แก่ 10 มวนหรือน้อยกว่า 10 ร้อยละ 14.3 31มวนขึ้นไป, 21-30 มวน และ 11-20 มวน ร้อยละ 2.9 หลังตื่นนอนตอนเช้าสูบบุหรี่มวนแรก ได้แก่ 6-30 นาทีหลังตื่นนอนและมากกว่า 60 นาทีหลังตื่นนอน ร้อยละ 8.6 ภายใน 5 นาทีหลังตื่นนอน ร้อยละ 4.3 และ 31-60 นาทีหลังตื่นนอน ร้อยละ 1.4 รู้สึกลำบากยุ่งยากเมื่อต้องอยู่ในเขตปลอดบุหรี่ รู้สึกลำบาก ร้อยละ 15.7 และไม่ลำบาก ร้อยละ 7.1 สูบบุหรี่จัดในชั่วโมงแรกหลังตื่นนอนร้อยละ14.3 และไม่สูบบุหรี่จัดในชั่วโมงแรกหลังตื่นนอน ร้อยละ8.6 และไม่สูบบุหรี่แม้เจ็บป่วยนอนพักรักษาตัวในโรงพยาบาล พบว่าไม่สูบร้อยละ 100

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (n= 70)

ปัจจัย	พฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียน		Pearson correlation	Sig. (2-tailed)
	สูบ	ไม่สูบ		
ความรู้เกี่ยวกับบุหรี่	9	31	0.010	0.936
ทัศนคติเกี่ยวกับบุหรี่	15	36	0.25	0.033

*ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่ามีค่า p-value เท่ากับ 0.936 หมายความว่าความรู้เกี่ยวกับบุหรี่ของนักเรียนได้แก่ โทษต่อผู้สูบบุหรี่ โทษต่อผู้ที่อยู่รอบข้าง พิษของบุหรี่ และพ.ร.บ.การสูบบุหรี่ในที่สาธารณะไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง แม้ว่าระดับความรู้ของนักเรียนบางคนจะอยู่ในระดับคะแนนสูงแต่พฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนยังคงมีอยู่คือ รับรู้ถึงโทษและพิษภัยของบุหรี่ที่มีผลต่อร่างกายแต่เนื่องด้วยสภาพแวดล้อมที่เห็นเพื่อนสูบแล้วอยากสูบด้วย เสพติดนิโคตินในระดับที่ขาดไม่ได้จึงทำให้นักเรียนยังคงสูบบุหรี่อยู่ จากการศึกษาได้สะท้อนให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสูบบุหรี่ที่มีความสัมพันธ์กับการทดลองการสูบบุหรี่ของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษา คือ การเคยถูกเพื่อนชักชวนให้สูบบุหรี่มีโอกาสเสี่ยงต่อการทดลองสูบบุหรี่มากเป็น 8.46 เท่าของการไม่เคยถูกเพื่อนชักชวนให้สูบบุหรี่ตอนต้น (จิราภรณ์ จันทร์แก้ว, 2558) เมื่อพิจารณาด้านความรู้เกี่ยวกับบุหรี่ พบว่านักเรียนมีความรู้อยู่ในระดับคะแนนปานกลาง แต่ส่วนใหญ่ข้อที่ตอบผิดมากที่สุดคือ กฎหมายกำหนดห้ามขายผลิตภัณฑ์ยาสูบแก่บุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี ร้อยละ 58 แสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดความรู้เกี่ยวกับกฎหมายข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับบุหรี่ พรบ.การสูบบุหรี่ในที่สาธารณะ จึงเข้าใจว่าการขายผลิตภัณฑ์ยาสูบให้กับบุคคลได้ทั่วไปทุกกลุ่มวัยเป็นไปได้ ดังนั้นโรงเรียนควรเน้นให้รู้ในประเด็นของกฎหมาย ข้อบังคับที่เกี่ยวข้องให้มาก

แต่เมื่อพิจารณาด้านทัศนคติเกี่ยวกับบุหรี่ของนักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติระดับมาก โดยมีค่า p-value เท่ากับ 0.033 จึงสรุปได้ว่าทัศนคติเกี่ยวกับบุหรี่ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งการศึกษาด้านทัศนคติเกี่ยวกับบุหรี่ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติที่ดีต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ คือ ท่านรู้สึกรำคาญเมื่อต้องอยู่ใกล้คนที่สูบบุหรี่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 55.7 ซึ่งจากการศึกษาของพรนภา หอมสินธุ์ (2558: 107) เรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการทดลองการสูบบุหรี่ของนักเรียนชาย ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดปทุมธานี พบว่าทัศนคติต่อการสูบบุหรี่ของนักเรียนชายที่มีทัศนคติที่เห็นด้วยต่อการสูบบุหรี่ มีโอกาสเสี่ยงต่อการทดลองสูบบุหรี่เป็น 2.62 เท่าของนักเรียนชายที่มีทัศนคติไม่เห็นด้วยต่อการสูบบุหรี่ มีโอกาสเสี่ยงต่อการทดลองการสูบบุหรี่น้อยกว่า

ตารางที่ 2 แสดงการวัดระดับการติดสารนิโคตินในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (n=16)

ช่วงระดับการติดสารนิโคติน	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
ไม่นับว่าติดสารนิโคติน สามารถเลิกได้ด้วยตนเอง	7	43.75
ติดสารนิโคตินในระดับปานกลาง สามารถเลิกได้ด้วยตนเอง	6	37.50
ติดสารนิโคตินในระดับปานกลางและมีแนวโน้มอย่างมากในการพัฒนาไปเป็นการติดนิโคตินในระดับสูง	3	18.75
รวม	16	100.00

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนที่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ส่วนใหญ่ไม่นับว่าติดสารนิโคติน อยู่ที่ร้อยละ 43.75 ซึ่งนักเรียนสามารถเลิกได้ด้วยตนเอง โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมลดการสูบบุหรี่ให้น้อยลง รองลงมามีการติดสารนิโคตินระดับปานกลางอยู่ที่ร้อยละ 37.50 นักเรียนสามารถเลิกได้ด้วยตนเองเช่นเดียวกันแต่อาจจะมีการลองใช้โปรแกรม

ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเข้าช่วยเพื่อให้ระดับการติดสารนิโคตินมีค่าที่น้อยลง และการติดสารนิโคตินในระดับปานกลางอาจมีแนวโน้มอย่างมากในการพัฒนาไปเป็นการติดนิโคตินในระดับสูงอยู่ที่ร้อยละ 18.75 นักเรียนสามารถเลิกสูบบุหรี่ได้โดยการวางแผนการเลิกสูบบุหรี่ควบคู่กับพฤติกรรมการบำบัดหรืออาจไปพบแพทย์เพื่อหาคำปรึกษา เพื่อใช้ยาในการเลิกบุหรี่

ด้านพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า ช่วงอายุที่เริ่มสูบบุหรี่มากที่สุดคือ ตั้งแต่อายุ 10-13 ปี ร้อยละ 43.75 สถานที่ในการซื้อบุหรี่ของนักเรียนพบว่ามากที่สุดคือ ร้านค้าทั่วไป ร้อยละ 20 รองลงมาร้านสะดวกซื้อร้อยละ 2.9 การสามารถซื้อบุหรี่ได้จากร้านชำ ร้านสะดวกซื้อซึ่งผู้ขายปฏิเสธการขายบุหรี่ให้เด็กนักเรียนเป็นครั้งคราวเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงบุหรี่ได้ง่าย ซึ่งการปฏิบัติตามกฎหมายของร้านค้าในการจำหน่ายบุหรี่ให้แก่เด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี ไม่เคร่งครัดและเด็กสามารถซื้อบุหรี่ได้เองโดยการซื้อแต่ละครั้งส่วนมากเป็นมวนบุหรี่ (ศิวัช ฐิตมงคลและสุทธิพร บู่ทอง, 2559) เหตุผลที่ทำให้ยังคงสูบบุหรี่อยู่พบว่าส่วนใหญ่ เห็นเพื่อนสูบแล้วอยากสูบบ้างอยู่ที่ร้อยละ 14.3 สูบบุหรี่ครั้งแรกเนื่องจากสาเหตุคือ เพื่อนชักชวนร้อยละ 15.7 อยากลองด้วยตนเองร้อยละ 14.3 สูบตามคนที่บ้านร้อยละ 7.1 เช่นเดียวกันกับผลการวิจัยพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชาย มหาวิทยาลัยศิลปกร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ที่พบว่าสาเหตุเริ่มต้นสูบบุหรี่เพราะเพื่อนชักชวนร้อยละ 41.00 รองลงมาอยากลองร้อยละ 12.30 สูบตามบุคคลในครอบครัวร้อยละ 9.50 (ณัฐพัฒน์ ชยาวิวัฒนาวงศ์, 2553) นอกจากนี้การวัดระดับการติดสารนิโคตินพบว่าส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ไม่นับว่าติดสารนิโคตินร้อยละ 10.0 ซึ่งหากมองในภาพรวมแล้วกลุ่มตัวอย่างสามารถเลิกได้ด้วยตนเอง โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมลดการสูบบุหรี่ให้น้อยลง ใช้พฤติกรรมการบำบัดเสริมหรือวิธีอื่นๆเข้าช่วย รวมทั้งการปรึกษาหาทางออกในการแก้ไขปัญหาและการให้กำลังใจตัวเองเป็นสิ่งสำคัญที่สุดต่อการลดระดับการติดสารนิโคตินในกลุ่มตัวอย่างได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียน และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตำบลทรายขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับปานกลาง โดยข้อที่ตอบถูกต้องมากที่สุดคือ ข้อที่เกี่ยวกับสารพิษในควันบุหรี่สามารถสะสมในร่างกายเด็กได้และมีผลอย่างมากต่อการเพิ่มความเสี่ยงที่จะเป็นโรคมะเร็งปอดในอนาคต ร้อยละ 100 และข้อที่ตอบถูกต้องน้อยที่สุดคือ กฎหมายกำหนดห้ามขายผลิตภัณฑ์ยาสูบแก่บุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี ร้อยละ 59 ด้านทัศนคติเกี่ยวกับบุหรี่ พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีทัศนคติในระดับมาก โดยทัศนคติที่ดีต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ คือ ท่านรู้สึกรำคาญเมื่อต้องอยู่ใกล้คนที่สูบบุหรี่ เห็นด้วยอย่างยิ่งที่ร้อยละ 55.7 ทัศนคติที่ไม่ดีต่อพฤติกรรมการสูบบุหรี่ที่เห็นด้วยอย่างยิ่ง คือ ท่านคิดว่าการสูบบุหรี่จะช่วยให้คลายเครียด ด้านพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียน พบว่า มีนักเรียนที่สูบบุหรี่ ร้อยละ 22.9 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 77

ส่วนการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติ กับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ พบว่าความรู้เกี่ยวกับบุหรี่ของนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนและพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสูบบุหรี่และทัศนคติการสูบบุหรี่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) เท่ากับ 0.256 ด้านระดับการติดสารนิโคตินพบว่า นักเรียนที่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ส่วนใหญ่ไม่นับว่าติดสารนิโคตินร้อยละ 43.75 ซึ่งนักเรียนสามารถเลิกได้ด้วยตนเอง โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมลดการสูบบุหรี่ให้

น้อยลง ดังนั้นทางโรงเรียนสามารถช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มนี้ได้อย่างรวดเร็วโดยต้องเพิ่มพูนทัศนคติเป็นรายบุคคล นอกจากนี้ทางโรงเรียนควรเร่งให้ความรู้เกี่ยวกับบุหรี่ให้แก่นักเรียนและนำผลวิจัยปัจจัยต่างๆไปใช้ประโยชน์ในการออกมาตรการป้องกันและเฝ้าระวังต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่านที่ให้ข้อมูลอันมีค่าต่อการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กมลภู ถนอมสัตย์ และ รัชนี สรรเสริญ. (2554). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการสูบบุหรี่ในระยะเริ่มต้นของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด**. วารสารการพยาบาลและการศึกษา. 4: 3 (38-47)

สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์. (2562). **จ.กระบี่ เปิดเวทีประชุมชี้แจงผู้บริหารพื้นที่ Kick Off พัฒนาขับเคลื่อนการดำเนินงานโรงเรียนปลอดบุหรี่และความปลอดภัยทางถนนในชุมชน โดยชุมชน เพื่อชุมชน** (Online)**.**

เครื่องมือในการช่วยนักเรียนให้เลิกบุหรี่. (2557). **แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับพิษภัยบุหรี่.** เครือข่ายครูเพื่อโรงเรียนปลอดบุหรี่. 57 (49-51).

จิราภรณ์ จันทร์แก้ว, พรนภา หอมสินธุ์และรุ่งรัตน์ ศรีสุริยเวศน์. (2558). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการทดลองการสูบบุหรี่ของนักเรียนชาย ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดปทุมธานี.** วารสารพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 27 (104-107).

ณัฐพัฒน์ ชยาวิวัฒนาวงศ์. (2553). **พฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักเรียนชาย มหาวิทยาลัยศิลปกร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการธุรกิจทั่วไป, มหาวิทยาลัยศิลปกร.

พลากร สืบสำราญ, อนันต์ ไชยกุลวัฒนา, เมรีรัตน์ มั่นวงศ์และ วันวิสา จันทาทร. (2560). **ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทัศนคติต่ออันตรายต่อการสูบบุหรี่กับการสูบบุหรี่ของนักเรียนชั้นมัธยมปลาย: กรณีศึกษาอำเภอค้อวัง จังหวัดยโสธร.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 19 (17-18).

มูลนิธิรณรงค์เพื่อการไม่สูบบุหรี่ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.). (2548**). แบบทดสอบฟาเกอร์สตรอมเพื่อวัดระดับการติดสารนิโคติน.** การประชุมวิชาการ“บุหรี่และสุขภาพ”. 4 (15).

ศิวัช ฐิตมงคล, สุทธิพร บู่ทอง. (2559). **ความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของเด็กมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตสุขภาพที่ 6**. กลุ่มพัฒนาวิชาการ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่6 จังหวัดชลบุรี. http://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG190121120931683, 15 ธันวาคม 2562.

ความแตกต่างของสายพันธุ์ผึ้งชันโรงต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้ง

Difference of stingless bee species on the physicochemical properties of honey

รุสนี ยูโซ๊ะ[1], อัสมะ ฮามะ[1], อิมรอน มีชัย[1*], อิสมะแอ เจ๊ะหลง[2], สุนีย์ แวมะ[1]

Rusnee Yusoh[1], Hasma Hama[1], Imron Meechai[1*], Isma-ae Chelong[2], Sunee Waema[1]

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้งชันโรงจากสามสายพันธุ์ ได้แก่ *Geniotrigona thoracica* (GT), *Tetradonular laeviceps* (TL) และ *Heterotrigona itama* (HI) โดยตัวอย่างถูกเก็บในช่วงเดือนเมษายน และทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพซึ่งประกอบด้วยค่าความชื้น ค่าการนำไฟฟ้า ค่าพีเอช และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าความชื้นของน้ำผึ้งชันโรงสายพันธุ์ GT ต่ำสุดอยู่ที่ 17.58±0.07 เปอร์เซนต์ ค่าพีเอชของน้ำผึ้งชันโรงสายพันธุ์ TL ให้ค่าสูงสุดอยู่ที่ 3.72 และให้ค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุดอยู่ที่ 345±13.2 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำผึ้งสายพันธุ์ GT มีปริมาณน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 29.50±1.61 ความแตกต่างของคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้งแต่ละสายพันธุ์อาจเกี่ยวข้องกับชนิดของพืชอาหารและคุณลักษณะของพรอพอลิสและรังบรรจุน้ำผึ้งที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ผึ้งชันโรง, น้ำผึ้ง, คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ

Abstract

The aim of this research was study to the different of physicochemical properties of stingless bee honey from three spceise as *Geniotrigona thoracica* (GT), *Tetradonular laeviceps* (TL) and *Heterotrigona itama* (HI). All samples were collected in April and determined on the physicochemical properties including moisture content, pH, conductivity and total reducing sugar. The result in this study showed that the honey of GT have the lowest moisture content at 17.58±0.07 %, the pH value of TL honey showed the highest value at 3.72 but the lowest of conductivity at 345±13.2 µS/cm and the lowest of total reducing sugar at 29.50±1.61% was GT. The different of physicochemical properties of each honey spicese might be involved to the variety of plant and morphology of propolis and honey pot.

Keywords: Stingless bee, honey, physicochemical properties

[1]สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** imron.me@yru.ac.th

บทนำ

ชันโรง (Stingless bee) เป็นผึ้งขนาดเล็กที่ไม่มีเหล็กใน มีขนาดเล็กกว่าผึ้งพันธุ์ประมาณ 2-3 เท่า และถูกจัดอยู่ในวงศ์ Apidae ซึ่งในพื้นที่ประเทศไทยสามารถพบได้ทุกภูมิภาคโดยชื่อเรียกจะแตกต่างกันไป (อัญชลี, 2556; Rao, 2016) ชันโรงเป็นแมลงที่ช่วยรักษาสมดุลสภาพแวดล้อม และยังมีประโยชน์ทางด้านการเกษตร เช่น การช่วยผสมเกสรพืชผลทางการเกษตรหลายชนิด และช่วยลดการใช้สารเคมีในการเพาะปลูกทางการเกษตร (ณัฏฐ์พัชร และคณะ, 2560) นอกจากนี้ผลผลิตที่ได้จากชันโรง อาทิ เช่น น้ำผึ้ง เกสรผึ้ง และพรอพอลิส สารมารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และน้ำสมุนไพรผสมน้ำผึ้ง เนื่องจากน้ำผึ้งชันโรงมีสรรพคุณทางยาที่หลากหลาย เช่น มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดและป้องกันการเกิดริ้วรอย และช่วยบำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่ง (อัญชลี, 2556) ในน้ำผึ้งชันโรงจะประกอบด้วยน้ำตาลปริมาณร้อยละ 70-80 เช่น กลูโคส ฟรักโทส ทอลโทส และซูโครส เป็นต้น และที่เหลือจะเป็นวิตามิน แร่ธาตุ สารพฤกษเคมีและความชื้น องค์ประกอบเหล่านี้มีผลต่อสี กลิ่น และรส ของน้ำผึ้ง (ณัฏฐ์พัชร และคณะ, 2560) ชันโรงเป็นแมลงที่เก็บเกี่ยวน้ำผึ้งจากพันธุ์ไม้หลายชนิด ในพื้นที่ พืชอาหารและสภาพแวดล้อมแตกต่างกันคุณสมบัติทางเคมีกายภาพบางประการของน้ำผึ้งชันโรงอาจแตกต่างไป (อิมรอน มีชัย, 2561; Paini, 2004; Rao, 2016)

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงเลือกศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้งชันโรงสามสายพันธุ์ที่เพาะเลี้ยงในพื้นที่เดียวกัน เพื่อประเมินถึงผลของความแตกต่างของสายพันธุ์ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้ง และเพื่อเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรต่อการเพาะเลี้ยงผึ้งชันโรงต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง น้ำผึ้งชันโรงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เก็บจากฟาร์มเลี้ยงผึ้งชันโรง อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี ในเดือนเมษายน 2561 โดยเก็บตัวอย่างน้ำผึ้งชันโรงจากสามสายพันธุ์ได้แก่ *Geniotrigona thoracica* (GT), *Tetragonula laeviceps* (TL) และ *Heterotrigona itama* (HI) ตัวอย่างละ 5 รัง โดยตัวอย่างน้ำผึ้งชันโรงจะถูกบีบออกจากรังบรรจุน้ำผึ้งแล้วทำการกรองด้วยผ้าขาวบาง และนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพเพื่อทำการเปรียบเทียบต่อไป

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี Modified Dinitrosalicylic acid (Başkan, 2016) โดยผสมน้ำผึ้งชันโรงความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร กับสารละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid (DNS) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และต้มที่อุณหภูมิ 80-90 ^{o}C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer JASCO V-730 แล้วทำการเตรียมกับสารมาตรฐานกลูโคส ส่วนการวิเคราะห์ค่าร้อยละความชื้น ค่าพีเอช และค่าการนำไฟฟ้า ตามวิธีมาตรฐานของ The Association of Official Analytical Chemists: AOAC (2000) การวิเคราะห์ทางสถิติโดยการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของแต่ละการวิเคราะห์และการคำนวณความแตกต่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่างทางสถิติด้วย T-test ที่ความเชื่อมั่น 95% ($p<0.05$)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้งชันโรงทั้งสามสายพันธุ์ ในเขตพื้นที่เพาะเลี้ยงเดียวกัน พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำผึ้งชันโรงสายพันธุ์ GT ต่ำสุด ส่วนสายพันธุ์ TL และ HI มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งปริมาณที่เหมือนหรือแตกต่างกันอาจสัมพันธ์กับชนิดของพืชอาหารและช่วงเวลาการออกดอก (อิมรอน มีชัย, 2561; อิมรอน, 2562; Paini, 2004) ซึ่งในพื้นที่ตัวอย่างพบพืชอาหารของผึ้งชันโรงหลายชนิด ได้แก่ มะพร้าว มะนาว โหรพา และโคลงเคลง เป็นต้น ส่วนค่าความชื้นของน้ำผึ้งชันโรงสายพันธุ์ TL มีปริมาณความชื้นสูงสุด รองลงมาคือ GT และ HI ซึ่งอาจสัมพันธ์เกี่ยวกับคุณสมบัติของพรอพอลิสและพฤติกรรมการเก็บเกี่ยวน้ำหวานของผึ้งชันโรง (Cheurthong et al., 2016) สำหรับค่าพีเอชของทั้งสามสายพันธุ์มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 3.34-3.72 ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของน้ำผึ้งทั้งสามสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอาจเกี่ยวข้องกับปริมาณองค์ประกอบทางเคมีอื่น เช่น สารพฤกษเคมี เป็นต้น (อิมรอน มีชัย, 2561; Rao, 2016) โดยสมบัติการนำไฟฟ้าของน้ำผึ้งเป็นตัวแปรหนึ่งที่อาจบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำผึ้ง ซึ่งน้ำผึ้งที่มีปริมาณกรดอินทรีย์และแร่ธาตุมากหรือน้อยจะทำให้มีค่าการนำไฟฟ้ามากน้อยแตกต่างกัน นอกจากนี้สีของน้ำผึ้งที่มีลักษณะอ่อนจะค่าการนำไฟฟ้าทีน้อยกว่าน้ำผึ้งที่มีลักษณะสีเข้ม (Baloš et al., 2018) ซึ่งจากการทดสอบครั้งนี้น้ำผึ้งชันโรงสายพันธุ์ HI มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด อาจบ่งชี้ถึงปริมาณแร่ธาตุและกรดอินทรีย์ที่มากว่าน้ำผึ้งสายพันธุ์อื่น

จากข้อมูลเบื้องต้นนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าคุณสมบัติทางเคมีกายภาพค่อนข้างมีความแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของสายพันธุ์ อย่างไรก็ดีอาจต้องทำการประเมินคุณสมบัติของน้ำผึ้งตลอดทั้งปี เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืชอาหารและสภาพอากาศ (อิมรอน, 2561; อิมรอน, 2562; Paini, 2004) นอกจากนี้คุณภาพของน้ำผึ้งทั้ง 3 สายพันธุ์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 8003-2556 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2557) อย่างไรก็ตามอาจจะต้องศึกษาข้อมูลทางด้านโภชนศาสตร์เพิ่มเติมของน้ำผึ้งทั้งสามสายพันธุ์ในการเปรียบเทียบคุณภาพของแต่ละสายพันธุ์ต่อไป

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีกายของน้ำผึ้งชันโรงทั้งสามสายพันธุ์

ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำผึ้ง ± SD)	ความชื้น (ร้อยละ) ± SD	ค่าพีเอช ± SD	ค่าการนำไฟฟ้า (µS/cm ± SD)
GT	29.50±1.61^{a}	17.58±0.70^{a}	3.34±0.00^{a}	425.00±13.45^{a}
TL	48.77±1.53^{b}	20.13±0.72^{b}	3.72±0.00^{b}	345.30±13.20^{b}
HI	47.69±2.31^{b}	19.13±0.05^{c}	3.35±0.00^{c}	467.00±7.21^{c}

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันบ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้พบว่าผึ้งชันโรงที่มีความแตกต่างทางสายพันธุ์แม้จะถูกเพาะเลี้ยงในพื้นที่เดียวกัน คุณสมบัติทางเคมีกายภาพที่ได้ยังคงให้ค่าที่แตกต่างกันและอาจเกี่ยวเนื่องกับคุณภาพหรือคุณค่าทางโภชนศาตร์ของน้ำผึ้งชันโรงแต่ละสายพันธุ์ที่อาจให้ผลแตกต่างกันออกไป ถึงแม้ว่าผลที่ได้ทางเคมีกายภาพมีความแตกต่างกันแต่น้ำผึ้งดังกล่าวยังคงอยู่ในเกณฑ์คุณภาพตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 8003-2556

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ณัฏฐ์พัชร เถียรวรกานต์, กังสดาล กนกหงษ์, สมใจ ปงหาญ, อารีรักษ์ วิชัยศร และกิตติชัย เกตุจิ๋ว. (2560). **รายงานผลโครงบริการวิชาการ เรื่องฐานเรียนรู้ ผึ้งชันโรง มหาวิทยาลัยแม่โจ้**.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2557). **มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 8003-2556 น้ำผึ้ง** (Online) https://www.acfs.go.th/standard/download/HONEY.pdf, 24 กันยายน 2562.

อัญชลี สวาสดิ์ธรรม. (2556). **มหัศจรรย์ชันโรง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ทริปเพิ้ล กรุ๊ป.

อิมรอน มีชัย และอิสมะแอ เจ๊ะหลง. (2561). ปริมาณฟินอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำผึ้งชันโรงในช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน. **Science and Technology RUMTT Journal**. 8(2): 65-72.

อิมรอน มีชัย, อิสมะแอ เจ๊ะหลง, สูไวบะห์ มีนา, นูรมาสะเตงกูแว, อัสมาทร์ ดอเลาะ, อาตีกะห์ แวกือจิ และพาดีละห์ เจ๊ะน๊ะ. (2562). ผลของช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันต่อปริมาณฟินอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพรอพอลิสจากผึ้งชันโรง. ใน **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 4**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. พิมพ์ครั้งที่ 1, 161-165.

AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis**. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Başkan, K.S., Tütem, E., Akyüz, E., Özen, S. and Apak, R. (2016). Spectrophotometric total reducing sugars assay based on cupric reduction. **Talanta**. 147: 162-168.

Baloš, M.Ž., Popov, N., Vidaković, S., Pelić, D.L., Pelić, M., Mihaljev, Ž. and Jakšić, S. (2018) .Electrical Conductiity and Acidity of Honey. **Arhiv veterinarske medicine**. 11(1): 91–101.

Cheurthong, P., Naksing, R., and T., Jongjitvimol. (2016). Niche of Stingless Bee, Tetragonilla collina in Wat Jadee Yod Duan, Phitsanulok Province. **PSRU Journal of Science and Technology**. 1(2): 34-44.

Paini, D.R. (2004). Impact of the introduced honey bee (Apis mellifera) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: A review. **Austral Ecology**. 29: 399–407

Rao, P.V., Krishnana, K.T., Sallehb, N. and Gan S.H. (2016). Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 26: 657-664.

ภาวะสุขภาพและความเสี่ยงด้านสุขภาพในแรงงานนอกระบบสูงอายุเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

Health Condition and Health risk of Informal Labors in Aging Period, Muang District, Nakhon Si Thammarat

นอรีนี ตะหวา*[1] หยดฟ้า ราชมณี[2] และปวิตร ชัยวิสิทธิ์[3]

Norreenee Tawa [1] Yhodpha Ratmanee[2] and Pawit Chaivisit[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะสุขภาพและความเสี่ยงด้านสุขภาพในแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์ภาวะสุขภาพและความเสี่ยงด้านสุขภาพในแรงงานนอกระบบสูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมสูงอายุที่มีอายุอยู่ในช่วงอายุ 60 – 69 ปี และอายุ 70 – 79 ปี มีภูมิลำเนาในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 400 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา

ผลการศึกษาพบว่า แรงงานนอกระบบสูงอายุเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีโรคประจำตัวที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ ส่วนใหญ่เป็นโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 43.75 ส่วนใหญ่ระบุว่า "การไม่มีสวัสดิการ" เป็นปัญหามากที่สุด ร้อยละ 74.25 อาชีพหลักที่ทำอยู่มีสิ่งที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วย ร้อยละ 78.25 เกิดจากการปวดเมื่อยจากการทำงาน ร้อยละ 76.36 รองลงมาคือเกิดจากฝุ่น ร้อยละ 55.91 ต้องการการตรวจสุขภาพประจำปีร้อยละ 68.15 รองลงมาคือการตรวจสุขภาพตามความเสี่ยง ร้อยละ 33.22 การรับรู้ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการจัดให้มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ ร้อยละ 84.00 การปรับปรุงสภาพแสงสว่างให้เหมาะสมกับงานที่ทำ ร้อยละ 83.25 การทำความสะอาดมือ ร่างกายและเสื้อผ้าทันทีหลังจากใช้สารเคมีร้อยละ 73.25 บริเวณรอบๆที่ทำงานสะอาดไม่มีน้ำขังไม่มีหญ้ารกและสัตว์เลื้อยคลานร้อยละ 90.00 สามารถเปลี่ยนท่าทาง ยืนและนั่งสลับกันขณะทำงาน ร้อยละ 89.50 การทำงานไม่ใช้อิริยาบถซ้ำซากและทำติดต่อกันเป็นเวลานานมากกว่า 30 นาที ร้อยละ 83.50

คำสำคัญ: ภาวะสุขภาพ ความเสี่ยงทางสุขภาพ แรงงานนอกระบบสูงอายุ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช[1]

A lecturer in Public Health, Faculty of Science and Technology Nakhon Si Thammara tRajabhat University. [1]

อาจารย์ประจำสาขาวิชาสถิติสารสนเทศศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช[2]

A lecturer in Information Statistics, Faculty of Science and Technology Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. [2]

นักวิชาการสาธารณสุข ระดับชำนาญการ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11 นครศรีธรรมราช[3]

Public Health Technical Officer, Professional Level, Office of Disease Prevention and Control, Region 11 Nakhon Si Thammarat[3]

*Corresponding author, e-mail: ar_nee3@hotmail.com

Abstract

This research is a descriptive research aims to study health condition and health risk in informal labors in aging period in Muang District, Nakon Si Thammarat. The tool is an interview. The sample group consists of 400 informal labors in aging period (ages between 60-69 and 70-79 years old) who reside in Muang District, Nakon Si Thammarat. The analysis is in the form of descriptive statistics.

The result shows that 43.75% of the studied informal labors in aging period in Muang District, Nakon Si Thammarat have high blood pressure. From the interviews, the participants stated that the lack of public health care is the prominent problem (74.25%). 78.25% of the participants have risk of injuries or illnesses from their work. 76.36% have muscle fatigue from work. 55.91% have illnesses caused by dust. 33.22% express the need for an annual health check-up. Regarding the awareness of occupational health and safety, 84% agree that there should be natural air ventilation. 83.25% agree that there should be improvement on brightness level at their workstation. 73.25% agree that they should clean their hands, body, and clothes immediately after chemical exposition. 90% state that there is no puddle, weed, and reptiles around their workplace. 89.50% state that they can change their posture during work. Moreover, 83.50% state that they change their posture during work every 30 minutes.

Keyword: Health condition, Health risk, Informal labors in aging period

บทนำ

ประเทศไทยอยู่ในสถานการณ์สังคมสูงวัยและเริ่มเข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ (สำนักงานปลัดกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, 2557) มีผู้สูงอายุจำนวนมากที่ยังต้องประกอบอาชีพ ซึ่งสถานการณ์การทำงานของผู้สูงอายุในประเทศไทยมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 39.4 นอกจากนี้ และพบว่าบางจังหวัดยังคงมีสัดส่วนการทำงานมากกว่าร้อยละ 50 เช่น จังหวัดนครศรีธรรมราช ลำพูน แต่อย่างไรก็ตามการทำงานของผู้สูงอายุยังส่งผลต่อความมีคุณค่าของตัวเอง ความภูมิใจ (รัชพล อ่ำสุข และปัทพร สุคนธมาน, 2559) จากการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าในปี 2560 มีผู้สูงอายุที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุจากการทำงาน 6.54 แสนคน หรือร้อยละ 16.1 ของผู้สูงอายุที่ทำงานทั้งหมด ร้อยละ 61.3 ได้รับบาดเจ็บจากของมีคมบาด/ทิ่ม/แทง รองลงมา ร้อยละ 23.2 เป็นการพลัดตกหกล้ม ร้อยละ 4.4 การชน/กระแทกโดยวัสดุ และร้อยละ 4.2 ถูกไฟ/น้ำร้อนลวก เมื่อพิจารณาถึงปัญหาความไม่ปลอดภัยในการทำงาน ร้อยละ 69.6 มีปัญหาจากการได้รับสารเคมีเป็นพิษ ร้อยละ 14.0 เครื่องจักร/เครื่องมือเป็นอันตราย ร้อยละ 5.4 การได้รับอันตรายต่อระบบหู/ตา ปัญหาจากสภาพแวดล้อมในการทำงาน พบว่า

ผู้สูงอายุที่ประสบจำนวน 6.06 แสนคน ร้อยละ 53.4 มีปัญหาในเรื่องอิริยาบถในการทำงาน (ไม่ค่อยได้เปลี่ยนลักษณะท่า/อิริยาบถในการทำงาน) ร้อยละ 20.8 สถานที่ทำงานมีฝุ่น ควัน กลิ่น ร้อยละ 13.0 แสงสว่างไม่เพียงพอที่เหลือเป็นสถานที่ทำงานสกปรก คับแคบ อากาศไม่ถ่ายเท และเสียงดัง (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560) ซึ่งแรงงานนอกระบบที่เป็นผู้สูงอายุยังขาดการดูแลทางด้านสุขภาพและความปลอดภัยจากการทำงานเพื่อลดอันตรายต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีผู้สูงอายุจำนวนหนึ่งที่เป็นแรงงานนอกระบบที่ยังขาดสวัสดิการคุ้มครองดูแลสุขภาพที่เหมาะสมและเพียงพอ (พรทิพย์ เนติภารัตนกุล, 2557) เพื่อให้ปัญหานี้ลดลงต้องให้ความรู้ความเข้าใจอันตรายจากการทำงาน และสร้างความตระหนักแก่แรงงานนอกระบบในการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ มีการควบคุมป้องกันที่แหล่งกำเนิด ทางผ่านและตัวบุคคล เป็นต้น

จังหวัดนครศรีธรรมราชมีจำนวนประชากรผู้สูงอายุ 221,993 คน ดัชนีการสูงวัยร้อยละ 69.24 โดยมีประชากรผู้สูงอายุมากสุดในเขตอำเภอเมืองจำนวน 33,854 คน (ที่ทำการปกครองจังหวัดนครศรีธรรมราช, 2559) โครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะด้านกำลังแรงงานจะมีผู้สูงอายุเข้ามามีส่วนร่วมในกำลังแรงงานเพิ่มขึ้นนับวันแรงงานสูงอายุเหล่านี้จะมีความสำคัญในการขับเคลื่อนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ตามยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดนครศรีธรรมราช ประเด็นที่ 5 การสร้างสังคมอยู่ดีมีสุข มีเป้าประสงค์เน้นประชาชนมีศักยภาพในการแข่งขันและพัฒนาตนเองตลอดชีวิต มีภูมิคุ้มกันและก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลง มีคุณภาพที่ดี ชุมชนเข้มแข็ง เป็นเมืองสวัสดิการที่มั่นคง ประชาชนมีความพึงพอใจ เชื่อมั่น และเข้าถึงบริการที่มีคุณภาพของรัฐ (สำนักงานส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดนครศรีธรรมราช, 2561) การที่แรงงานสูงอายุเป็นกลุ่มแรงงานนอกระบบมีลักษณะการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีปัญหาสุขภาพและปัจจัยเสี่ยงที่หลากหลายตามลักษณะของการทำงาน เป็นประเด็นน่าสนใจซึ่งแรงงานนอกระบบที่เป็นผู้สูงอายุยังขาดการดูแลทางด้านสุขภาพและความปลอดภัยจากการทำงานเพื่อลดอันตรายต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้น

จากประเด็นสำคัญและปัญหาที่เกี่ยวข้อง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราชยังไม่มีข้อมูลการสำรวจอย่างเป็นทางการหรือครอบคลุมประเด็นดังกล่าว ปัญหาผู้สูงอายุไม่ใช่ปัญหาส่วนตัว หรือครอบครัวที่จะแก้ได้จากฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งหากแต่ต้องอาศัยคนในครอบครัวและหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชนคอยให้การสนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดีทำอย่างไรให้ผู้สูงอายุมีสุขภาวะที่ดี ผู้สูงอายุกลุ่มที่ยังทำงานได้ มีงานทำตามศักยภาพด้านต่างๆ ของเขาโดยดูเรื่องข้อจำกัดด้านต่าง ๆ ประกอบด้วยเมื่อทำงานสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงเป็นประเด็นสำคัญสำหรับกลุ่มแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ มีภาวะสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงอย่างไร และการรับรู้การตระหนักถึงภัยอันตรายการเตรียมความพร้อมของสุขภาพร่างกายและการจัดสภาพแวดล้อมการทำงานให้มีความปลอดภัยในการทำงาน และสามารถจัดกลุ่มแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุตามความเสี่ยงทางสุขภาพนำไปใช้วางแผนและแก้ปัญหาร่วมกันกับชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาภาวะสุขภาพและความเสี่ยงด้านสุขภาพในแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา กลุ่มประชากรที่ศึกษาวิจัยเชิงปริมาณจะศึกษากลุ่มแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมสูงอายุที่มีภูมิลำเนาในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราชจำนวนผู้สูงอายุ 33,854 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวน 400 คน ผู้วิจัยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยคำนวณจากสูตรของ ทาโรยามาเน่ (Taro Yamane, 1973: 727-728) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ความคลาดเคลื่อนในการสุ่ม 5% มีวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง มีการคัดเลือกแรงงานนอกระบบแบบเฉพาะเจาะจงที่มีอายุอยู่ในช่วงอายุ 60 – 79 ปี มีภูมิลำเนาในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช อ่านออกเขียนได้ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ **การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง** ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช เลขที่ NSTPH 058/2561 และการขอความยินยอมและลงนามยินดีเข้าร่วมการวิจัยจากผู้ให้ข้อมูล ขออนุญาตบันทึกเสียงเพื่อความถูกต้องในการเก็บข้อมูล และอธิบายสิทธิของผู้ให้ข้อมูลในการถอนตัว หยุดการให้สัมภาษณ์ หรือไม่ตอบในบางคำถามและการนำเสนอข้อมูลผลการวิจัยจะเป็นไปในภาพรวม ไม่มีผลใดๆ ต่อผู้ให้ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์ภาวะสุขภาพและความเสี่ยงด้านสุขภาพในแรงงานนอกระบบ ความคิดเห็นการรับรู้ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ซึ่งผ่านการทดสอบความตรงของเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษา มีค่าดันชีความตรงของเนื้อหาเท่ากับ 1 ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป และศักยภาพในการทำงานเชิงเศรษฐกิจ สังคม ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ภาวะสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงด้านสุขภาพในการทำงานของกลุ่มแรงงานนอกระบบ ความคิดเห็นการรับรู้ด้าน อาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยแบบสัมภาษณ์ดังกล่าวผ่านการทดสอบความเชื่อมั่นได้ค่าในระดับที่ยอมรับได้ (0.82-0.93)

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการโดยการมีส่วนร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช (อปท. และรพ.สต) การสัมภาษณ์ดำเนินการภายหลังการรับรองของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยฯ สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการดำเนินงาน 2 ปีต่อเนื่อง ข้อมูลที่นำเสนอครั้งเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการดำเนินงานวิจัยในปีที่ 1 ซึ่งใช้เพื่อจัดเวทีชุมชน เป็นการประชุมร่วมเพื่อทราบถึงปัญหา นำเสนอข้อมูลแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้วางแผนและแก้ปัญหาร่วมกันกับชุมชนสรุปผลการวิจัย นำเสนอ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป ศักยภาพในการทำงานเชิงเศรษฐกิจและสังคมของแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง ร้อยละ 62.76 และเป็นเพศชาย ร้อยละ 37.24 มีอายุระหว่าง 60-64 ปี ร้อยละ 37.50 รองลงมามีอายุระหว่าง 65 – 69 ปี ร้อยละ 35.25 มีอายุระหว่าง 70– 74 ปี ร้อยละ 21.25 และมีอายุระหว่าง 75 – 79 ปี ร้อยละ 6.00 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 70.50) ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มผู้ประกอบอาชีพอิสระร้อยละ 96.00 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 81.00 มีรายได้ต่ำสุด 150 บาท และรายได้มากสุด 50,000 บาท สำหรับรายได้พิเศษต่อวัน มีรายได้ต่ำสุด 300 บาท และรายได้มากสุด 2,000 บาท ส่วนใหญ่ระบุว่า “การไม่มีสวัสดิการ”เป็นปัญหามากที่สุด ร้อยละ 74.25 รองลงมาคือค่าตอบแทน ร้อยละ 41.50

2. ข้อมูลด้านอาชีวอนามัยของแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างคิดว่าอาชีพปัจจุบันมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุร้อยละ 49.25 มีผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย ร้อยละ 43.25 และไม่มีผลกระทบต่อสภาพจิตใจ ร้อยละ 84.50 สำหรับการเฝ้าระวังเกี่ยวกับอุบัติเหตุและอันตรายจากการทำงาน กลุ่มตัวอย่างคิดว่าจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการป้องกันอุบัติเหตุ ร้อยละ 40.50 กลุ่มตัวอย่างคิดว่าสถานที่ทำงานไม่มีวิธีแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน ร้อยละ 73.25 ไม่มีหน่วยงานช่วยป้องกันแก้ไขอันตรายหรืออุบัติเหตุจากการทำงาน ร้อยละ 85.50

3. ภาวะสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงด้านสุขภาพในการทำงานของกลุ่มแรงงานนอกระบบ จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างคิดว่าอาชีพหลักที่ทำอยู่มีสิ่งที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยต่อตัวเองหรือผู้ร่วมงาน ร้อยละ 78.25 คิดว่าเกิดจากการปวดเมื่อยจากการทำงาน ร้อยละ 76.36 รองลงมาคือเกิดจากฝุ่น ร้อยละ 55.91และเกิดจากความร้อนร้อยละ 43.13 ตามลำดับ

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่คิดทุกครั้งว่าขณะทำงานอาจเกิดการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยต่อตัวเองหรือผู้ร่วมงาน ร้อยละ 55.50 ส่วนใหญ่มีการเตรียมตัวหรือจัดสภาพการทำงานให้เหมาะสมเพื่อการป้องกันอันตราย (ร้อยละ 59.00) ส่วนใหญ่ไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 90.50) ส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่/ยาเส้น (ร้อยละ 82.00) สำหรับโรคประจำตัวที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ ส่วนใหญ่เป็นโรคความดันโลหิตสูง (ร้อยละ 43.75) รองลงมาคือเป็นโรคเบาหวาน จำนวน (ร้อยละ 14.75) เป็นโรคภูมิแพ้/โรคหอบหืด (ร้อยละ 11.00) และเป็นโรคหัวใจ (ร้อยละ 6.00) ส่วนใหญ่ต้องการการตรวจสุขภาพประจำปี (ร้อยละ 68.15) รองลงมาคือการตรวจสุขภาพตามความเสี่ยง (ร้อยละ 33.22) และการตรวจสุขภาพอื่นๆ (ร้อยละ 5.14) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของภาวะสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงด้านสุขภาพในการทำงานของกลุ่มแรงงานนอกระบบ

ภาวะสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงด้านสุขภาพในการทำงานของกลุ่มแรงงานนอกระบบ	จำนวน	ร้อยละ
ที่ทำงานหรืออาชีพหลักที่ทำอยู่มีสิ่งที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยต่อตัวเองหรือผู้ร่วมงาน		
- มี	313	78.25
ฝุ่น	175	55.91
สารเคมี	55	17.57
เสียงดัง	33	10.54
ความร้อน	135	43.13
แสงสว่าง มาก/น้อยเกินไป	11	3.51
ปวดเมื่อยจากการทำงาน	239	76.36
เชื้อโรค	21	6.71
อื่นๆ	5	1.60
- ไม่แน่ใจ	30	7.50
- ไม่ทราบ/ไม่มี	57	14.25
รวม	**400**	**100.00**
ขณะทำงานท่านคิดหรือไม่ว่าอาจเกิดการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยต่อตัวท่านเองหรือผู้ร่วมงาน		
คิดทุกครั้ง	222	55.50
ส่วนใหญ่คิด	90	22.50
คิดเป็นบางครั้ง/ไม่ได้คิด	88	22.00
รวม	**400**	**100.00**
ขณะทำงาน ท่านมีการเตรียมตัวหรือจัดสภาพการทำงานให้เหมาะสมเพื่อการป้องกันอันตรายหรือไม่		
ได้เตรียมการทุกครั้ง	236	59.00
ส่วนใหญ่เตรียมการ	111	27.75
เตรียมนานๆครั้ง/ไม่ได้เตรียมการ	53	13.25
รวม	**400**	**100.00**
ปัจจุบันนี้ท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่		
ไม่ดื่ม	362	90.50
ดื่มเป็นบางครั้ง/ดื่มนานๆครั้ง	27	6.75
ดื่มเป็นประจำ/ดื่มจนติดเป็นนิสัย	11	2.75

ภาวะสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงด้านสุขภาพในการทำงานของกลุ่มแรงงานนอกระบบ	จำนวน	ร้อยละ
รวม	**400**	**100.00**
ปัจจุบันนี้ท่านสูบบุหรี่/ยาเส้นหรือไม่		
ไม่สูบ	328	82.00
สูบเป็นบางครั้ง/สูบนานๆครั้ง	32	8.00
สูบเป็นประจำ	40	10.00
รวม	**400**	**100.00**
การมีโรคประจำตัวที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์		
โรคความดันโลหิตสูง		
มี	175	43.75
ไม่มี	198	49.50
ไม่ทราบ	27	6.75
รวม	**400**	**100.00**
โรคหัวใจ		
มี	24	6.00
ไม่มี	334	83.50
ไม่ทราบ	42	10.50
รวม	**400**	**100.00**
โรคเบาหวาน		
มี	59	14.75
ไม่มี	307	76.75
ไม่ทราบ	34	8.50
รวม	**400**	**100.00**
ภูมิแพ้/โรคหอบหืด		
มี	44	11.00
ไม่มี	318	79.50
ไม่ทราบ	38	9.50
รวม	**400**	**100.00**

4. การรับรู้ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

การระบายอากาศ กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยกับการจัดให้มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ (เช่น ช่องระบายอากาศที่หลังคา หรือฝาบ้าน) ร้อยละ 84.00 มีเครื่องระบายอากาศ หรือพัดลมช่วยให้มีการถ่ายเทอากาศเพียงพอ ร้อยละ 81.25

แสง กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยกับการเปลี่ยนดวงไฟที่หมดอายุใช้งาน ร้อยละ 84.25 การปรับปรุงสภาพแสงสว่างทั่ว ๆ ไปให้เหมาะสมกับงานที่ทำ ร้อยละ 83.25 การทำความสะอาดช่องกระจกรับแสง หน้าต่าง ร้อยละ 82.25 และการปรับความเข้มของแสงในบริเวณทำงานให้เหมาะกับงานที่ต้องใช้สายตาร้อยละ 80.50

เสียง กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยกับการลดเสียงดังจากต้นกำเนิด เช่น การซ่อมเครื่องมือที่ทำให้เกิดเสียง ร้อยละ 65.75 ลดช่วงเวลาที่ต้องทำงานกับเสียงดังมาก ๆ ร้อยละ 64.50 ใช้เครื่องป้องกันอันตรายที่หู ร้อยละ 53.75 ตามลำดับ

ฝุ่นละอองก๊าซ หมอกควัน กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยกับการจัดหาเครื่องป้องกันอันตรายจากฝุ่น เช่น หน้ากากแว่นตา ร้อยละ 70.50 มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการทำงานเพื่อลดปริมาณฝุ่นก๊าซ หมอกควัน ร้อยละ 66.50 แยกหรือทำการปิดครอบเครื่องจักรที่ทำให้เกิดฝุ่นและกองฝุ่นเศษวัสดุที่อยู่บริเวณนั้น ร้อยละ 64.50 ตามลำดับ

สารเคมี กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยกับการทำความสะอาดมือ ร่างกายและเสื้อผ้าทันทีหลังจากใช้สารเคมีแต่ละครั้ง มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายแต่ละคน ร้อยละ 73.25 การล้างมือ ล้างตา สำหรับล้างสารเคมีที่เข้าตาได้ทันทีในบริเวณที่มี การใช้สารที่เป็นอันตราย ร้อยละ 73.00 มีที่จัดเก็บสารเคมีอันตราย ยาฆ่าแมลง ไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิด เก็บในที่ปลอดภัยและพ้นมือเด็ก ร้อยละ 69.25 ภาชนะบรรจุสารเคมี มีฉลากปิดบอกรายละเอียดเกี่ยวกับอันตรายชื่อทางการค้าหรือชื่อสารเคมีคำอธิบายสั้น ๆ เกี่ยวกับอันตรายที่เกี่ยวข้อง และวิธีปฐมพยาบาลหรือวิธีที่ควรปฏิบัติ ร้อยละ 68.00 จัดให้มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่ในที่ซ่องมีการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย ร้อยละ 67.50 แยกห้องเก็บสารเป็นพิษออกจากห้องที่นำสารเป็นพิษมาใช้ ร้อยละ 66.00 และห้องเก็บสารพิษมีการระบายอากาศเหมาะสม ร้อยละ 65.75 ตามลำดับ

ชีวภาพ กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยว่าบริเวณรอบๆที่ทำงานสะอาดไม่มีน้ำขังไม่มีหญ้ารกและสัตว์เลื้อยคลาน ร้อยละ 90.00 บริเวณที่ทำงานสะอาดและแห้งเสมอ ร้อยละ 89.00 จัดให้มีการกำจัดขยะอย่างเหมาะสมถูกต้อง ร้อยละ 87.75 จัดเตรียมถังขยะไว้ใกล้จุดที่ทำงาน ร้อยละ 82.75 และมีการทิ้งขยะทุกวัน ร้อยละ 78.25 ตามลำดับ

ท่าทางการทำงาน กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยกับจัดให้มีเก้าอี้ ม้านั่งที่มีความสูงพอเหมาะมีพนักพิงที่แข็งแรง ร้อยละ 90.00 สามารถเปลี่ยนท่าทาง ยืนและนั่งสลับกันขณะทำงาน ร้อยละ 89.50 การทำงานไม่ใช้อิริยาบถซ้ำซากและทำติดต่อกันเป็นเวลานานมากกว่า 30 นาที ร้อยละ 83.50 ความสูงของเครื่องจักร อุปกรณ์และจุดปฏิบัติงานอยู่ในระดับเหมาะสม ไม่ต้องงอตัว โก้งโค้ง ยกแขนสูง หรือคุกเข่า ร้อยละ 80.00 และใช้รถเข็นขนวัสดุสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกว่า 23 กิโลกรัม ร้อยละ 57.25 ตามลำดับ

เวลาทำงาน กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยกับการมีเวลาพักสำหรับอาหารกลางวัน ร้อยละ 91.50 การทำงานแต่ละวันแต่ละสัปดาห์ไม่ยาวเกินไป ร้อยละ 88.50 มีเวลาพักช่วงสั้น ๆ นอกจากเวลาอาหารกลางวัน ร้อยละ 88.00 ไม่มีช่วงเวลาทำงานกลางคืน ร้อยละ 84.50 และจัดให้มีวันหยุดประจำสัปดาห์ ร้อยละ 84.25 ตามลำดับ

บริการสุขภาพ กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยกับการมียาสามัญประจำบ้าน/อุปกรณ์ปฐมพยาบาล ร้อยละ 93.75 จัดเตรียมน้ำดื่มที่สะอาดไว้ในจุดที่ทำงาน ร้อยละ 90.00 มีที่รับประทานอาหารที่สะอาด สะดวกแยกเป็นสัดส่วนจากจุดปฏิบัติงานร้อยละ 89.75 และจัดให้มีห้องน้ำ ห้องสุขาพอเพียง ร้อยละ 90.50

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัย ภาวะสุขภาพและความเสี่ยงด้านสุขภาพในแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ข้อมูลทั่วไป ศักยภาพในการทำงานเชิงเศรษฐกิจและสังคม

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 60-64 ปี ร้อยละ 37.50 รองลงมามีอายุระหว่าง 65 – 69 ปี ร้อยละ 35.25 ตามลำดับ และส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 70.50) ผู้สูงอายุยิ่งอายุมากขึ้นจะเกิดภาวะเสี่ยง ต่อปัญหาสุขภาพกายและสุขภาพจิตตามการเปลี่ยนแปลง ของอายุที่มากขึ้น (วิชาญ ชูรัตน์และคณะ, 2555: 96; นวลจันทร์ เครือวานิชกิจและคณะ, 2555: 123) ส่วนสถานภาพการสมรส เป็นการแสดงออกถึงลักษณะความสัมพันธ์ทั้งในด้านสังคมและในด้านจิตใจระหว่างบุคคล และการมีชีวิตคู่ เมื่อคู่สมรสเจ็บป่วยจะมีคนดูแลเอาใจใส่ ซึ่งแตกต่างจากสถานภาพสมรสอื่นที่อยู่อย่างโดดเดี่ยว ที่ต้องช่วยเหลือตนเองทั้งในยามปกติและยามเจ็บป่วย (ขวัญดาว กล่ำรัตน์และคณะ, 2556: 97)

กลุ่มตัวอย่างสำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 81.00 ระดับการศึกษาของผู้สูงอายุไทยส่วนมากจบระดับชั้นประถมศึกษา นโยบาย ที่รัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะออกมาช่วยเหลือหรือ อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสุขภาพควรทำให้เข้าใจง่าย เข้าถึงง่ายเพื่อสอดคล้องกับระดับการศึกษาของผู้สูงอายุส่วนใหญ่ กลุ่มตัวอย่างมีรายได้ต่ำสุด 150 บาท และรายได้มากสุด 50,000 บาท สำหรับรายได้พิเศษต่อวัน มีรายได้ต่ำสุด 300 บาท และรายได้มากสุด 2,000 บาท งานวิจัยของ Central Texas Sustainability Indicators Project (CTSIP, 2012: 98) ได้กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า รายได้ของบุคคลเป็นตัวกำหนดการที่บุคคลจะมีสุขภาพที่ดีหรือไม่ดี นั่นคือยิ่งมีรายได้มากย่อมส่งผลให้มีสุขภาพที่ดียิ่งขึ้น ในทางกลับกันหากบุคคลมีรายได้ต่ำก็ย่อมส่งผลให้มีสุขภาพไม่ดีและยิ่งเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบสุขภาพระหว่างคนรวยกับคนจน ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าปัญหาสุขภาพและรายได้มีความสัมพันธ์กัน เมื่อสุขภาพไม่ดี การประกอบอาชีพย่อมทำไม่ได้ รายได้จึงตกต่ำลง ในทางกลับกันเมื่อรายได้ไม่ดี โอกาสที่จะมีเครื่องอุปโภคบริโภคสมบูรณ์เพียงพอย่อมเป็นไปไม่ได้ สุขภาพไม่ดีจึงเป็นผลที่ติดตามมา (บรรลุ ศิริพานิช ,2543: 104) อย่างไรก็ตาม การทำงานของผู้สูงอายุยังส่งผลต่อความมีคุณค่าของตัวเอง ความภูมิใจ (รัชพล อ่ำสุข และปัทพร สุคนธมาน, 2559)

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ระบุว่า "การไม่มีสวัสดิการ"เป็นปัญหามากที่สุด ร้อยละ 74.25 ซึ่งแรงงานนอกระบบที่เป็นผู้สูงอายุยังขาดการดูแลทางด้านสุขภาพและความปลอดภัยจาการทำงานเพื่อลดอันตรายต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีผู้สูงอายุจำนวนหนึ่งที่เป็นแรงงานนอกระบบที่ยังขาดสวัสดิการคุ้มครองดูแลสุขภาพที่เหมาะสมและเพียงพอ (พรทิพย์ เนติภารัตนกุล, 2557) และศศิพัฒน์ ยอดเพชร (2550) อธิบายว่าผู้สูงอายุที่ไม่สามารถเข้าถึงสิทธิ/ได้รับบริการ ส่วนหนึ่งเนื่องมากจากไม่มีความรู้เกี่ยวกับสิทธิ ซึ่งเป็นปัญหาในการเข้าถึงสิทธิตามพรบ.ผู้สูงอายุ

ภาวะสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงด้านสุขภาพในการทำงาน

กลุ่มตัวอย่างคิดว่าอาชีพหลักที่ทำอยู่มีสิ่งที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยต่อตัวเองหรือผู้ร่วมงาน ร้อยละ 78.25 คิดว่าเกิดจากการปวดเมื่อยจากการทำงาน ร้อยละ 76.36 รองลงมาคือเกิดจากฝุ่น ร้อยละ 55.91และเกิดจากความร้อน ร้อยละ 43.13 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 แต่จากการสำรวจพบว่าส่วนใหญ่แรงงานนอกระบบประสบปัญหาสูงสุดเกี่ยวกับได้รับสารเคมีเป็นพิษ รองลงมาเป็น ปัญหาอิริยาบถและลักษณะท่าทางในการทำงานปัญหาการสัมผัสปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านกายภาพ ตามลำดับ (National Statistical Office, 2016) สำหรับกลุ่มแรงงานสูงอายุซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเบี่ยงเบนทางสุขภาพจากการสัมผัสปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงานดังกล่าว (Frazer & Sargeant, 2010) ประกอบกับโดยธรรมชาติแรงงานสูงอายุเป็นวัยที่มีการเสื่อมถอยของสภาพร่างกาย เช่น การลดลงของกำลังกล้ามเนื้อสูงสุด การควบคุมท่าทาง และความสมดุลร่างกาย การนอนหลับ การควบคุมอุณหภูมิร่างกายสายตาและการได้ยิน (วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์, 2553) สำหรับโรคประจำตัวที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ ส่วนใหญ่เป็นโรคความดันโลหิตสูง (ร้อยละ 43.75) รองลงมาคือเป็นโรคเบาหวาน จำนวน (ร้อยละ 14.75) เป็นโรคภูมิแพ้/โรคหอบหืด (ร้อยละ 11.00) และเป็นโรคหัวใจ (ร้อยละ 6.00) สอดคล้องกับงานวิจัยปัจฉิม บัวยอม และคณะ (2553) พบว่ามีโรคประจำตัวเป็นโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 43.2 ซึ่งความเสี่ยงจากโรคเรื้อรังทำให้แรงงานสูงอายุที่ทำงานเป็นกลุ่มที่เสี่ยงสูงต่อการเกิดการเจ็บป่วยหรือการบาดเจ็บที่เกี่ยวเนื่องจากการทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานกลุ่มอื่น (Vahidi, Nekoui,& Sadeghi, 2008)การทำงานของผู้สูงอายุส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บและอุบัติเหตุจากการทำงาน สูงถึงร้อยละ 14.7-18.6 ซึ่งแนวโน้มเพิ่มขึ้น และพี่พบมาที่สุด คือ การโดนของมีคม รองลงมามาคือ หกล้มและการชน สภาพปัญหาของผู้สูงอายุในการทำงานมีสาเหตุจากปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการทำงาน ได้แก่ ฝุ่นละออง ควัน กลิ่น และแสงสว่าง ปัญหาการทำงานของผู้สูงอายุ ได้แก่ ปัญหาเรื่องค่าตอบแทน และ ปัญหาความไม่ปลอดภัยในการทำงาน ได้แก่ ปัญหาเรื่องการทำงานของเครื่องจักรเครื่องมือที่เป็นอันตราย และ การได้รับพิษจากการเคมี (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน 2557)

การรับรู้ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่รับรู้ข้อมูลด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ประเด็น การระบายอากาศ แสงสว่าง เสียง ฝุ่นละอองก๊าซ หมอกควัน สารเคมี ชีวภาพ ท่าทางการทำงาน เวลาทำงาน บริการสุขภาพ เช่น กลุ่มตัวอย่างรับรู้ถึงบริเวณรอบๆที่ทำงานสะอาดไม่มีน้ำขังไม่มีหญ้ารกและสัตว์เลื้อยคลานร้อยละ 90.00 สามารถเปลี่ยนท่าทาง ยืนและนั่งสลับกันขณะทำงาน ร้อยละ 89.50 เห็นด้วยกับการจัดให้มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ ร้อยละ 84.00 การปรับปรุงสภาพแสงสว่างให้เหมาะสมกับงานที่ทำ ร้อยละ 83.25 การทำงานไม่ใช้อิริยาบถซ้ำซากและทำติดต่อกันเป็นเวลานานมากกว่า 30 นาที ร้อยละ 83.50 การทำความสะอาดมือ ร่างกายและเสื้อผ้าทันทีหลังจากใช้สารเคมีร้อยละ 73.25 เป็นต้น ปัญหาด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยจะลดลงเมื่อแรงงานนอกระบบโดยเฉพาะแรงงานสูงอายุรับรู้ถึงอันตรายจากการทำงานโอกาสสัมผัสกับปัจจัยคุกคามสุขภาพจากสภาพแวดล้อมการทำงานและสภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัยซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วยและการบาดเจ็บที่เกี่ยวเนื่องจากการทำงาน (วิทยา อยู่สุข, 2549; Driscoll & Fingerhut, 2008) ก็จะสร้างความตระหนักในการควบคุมป้องกันที่แหล่งกำเนิดทางผ่านและตัวบุคคลอย่างยั่งยืนได้

สรุปผลการวิจัย

แรงงานนอกระบบที่เป็นผู้สูงอายุยังมีปัญหาสุขภาพ ความเสี่ยงด้านสุขภาพ และความปลอดภัยจากการทำงาน นอกจากนี้ยังมีผู้สูงอายุจำนวนหนึ่งที่เป็นแรงงานนอกระบบที่ยังขาดสวัสดิการคุ้มครองดูแลสุขภาพที่เหมาะสมและเพียงพอ กลุ่มแรงงานสูงอายุซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงต่อการสัมผัสปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงาน โดยธรรมชาติมีการเสื่อมถอยของสภาพร่างกาย ปัญหาสุขภาพจะลดลงเมื่อแรงงานนอกระบบโดยเฉพาะแรงงานสูงอายุเข้าใจตนเอง รับรู้ถึงอันตรายจากการทำงานโอกาสสัมผัสกับปัจจัยคุกคามสุขภาพจากสภาพแวดล้อมการทำงานและสภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัยซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วยและการบาดเจ็บที่เกี่ยวเนื่องจากการทำงาน ก็จะเป็นการสร้างความตระหนักในการป้องกันที่แหล่งกำเนิด ทางผ่านและตัวบุคคลอย่างยั่งยืนได้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมโดยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ร่วมกันดูแลภาวะสุขภาพ อาชีวอนามัยและความปลอดภัยของแรงงานสูงอายุ และมีการจัดตั้งเครือข่ายในการทำงานดูแลแรงงานสูงอายุแบบเชิงรุกหารูปแบบในการจัดการสุขภาพที่เหมาะสมของแรงงานนอกระบบที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน กระตุ้นให้กลุ่มแรงงานสูงอายุนอกระบบในชุมชน บุคลากรสุขภาพ และบุคลากรสุขภาพภาคประชาชนดำเนินกิจกรรมสร้างเสริมสุขภาพการทำงานด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

ควรมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือที่มีส่วนรับผิดชอบมีการตรวจคัดกรองภาวะสุขภาพอย่างละเอียดตามปัจจัยเสี่ยงที่ได้รับสัมผัสหรือตามอาชีพเสี่ยงเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้วางแผนดูแลสุขภาพและเพื่อคุณภาพชีวิตของแรงงานนอกระบบสูงอายุ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2561 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคลากร หน่วยงานต่าง ๆ อาทิ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช รวมทั้งแกนนำชุมชน ประชาชนทุกครัวเรือนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่ที่ยินดีเข้าร่วมโครงการฯ ให้การสนับสนุน ให้ข้อมูล และมีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัยอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. (2553). **แผนสูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2545-2564)** (Online). http://www.dop.go.th/download/laws/law_th_20152309144546_1.pdf, 22 เมษายน 2562.

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2559). **รายงานการศึกษาวิเคราะห์ สถานการณ์แรงงานผู้สูงอายุของประเทศไทย 2557** (Online). http://www.labour.go.th/th/index.php?option=com_content&view=article&id=27262:-2557&catid=71:2554-07-26-17-07-41&Itemid=206, 25 กันยายน 2559.

กระทรวงแรงงาน. (2561). **แผนปฏิบัติการด้านการบริหารจัดการแรงงานนอกระบบ พ.ศ. 2560 – 2564** (Online). http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER3/DRAWER003/GENERAL/DATA0000/00000641.PDF, 22 เมษายน 2561

ขวัญดาว กล่ำรัตน์ และคณะ. (2556). "ปัจจัยเชิงสาเหตุของพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุในเขตภาค ตะวันตกของประเทศไทย." **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาลัยราชภัฏสารคาม**. 7, 93-104.

ทำการปกครองจังหวัดนครศรีธรรมราช. (2559). **สถิติจำนวนประชากรจังหวัดนครศรีธรรมราช** (Online). www.pokkrongnakhon.com, 25 กันยายน 2559

นวลจันทร์ เครือวาณิชกิจ และคณะ. (2555). **ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะ สุขภาพผู้สูงอายุ ตำบลโคกโคเฒ่า อำเภอเมืองจังหวัดสุพรรณบุรี**. กรุงเทพมหานคร: คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. (อัดสำเนา).

ปัจฉิมา บัวยอม หทัยทิพย์ จุทอง สุวิช ธรรมปาโล ลิเลียน วิวัฒน์ และวันเพ็ญ แก้วปาน. (2553). "การประเมินสุขภาพพฤติกรรมสุขภาพของแรงงานสูงอายุในภาคใต้." **วารสารควบคุมโรค**. *36*(2), 81- 89.

พรทิพย์ เนตภารัตนกุล. (2557). "ความพร้อมของแรงงานนอกระบบในประเทศไทยกับการเข้าสู่สังคมสูงอายุ." **วารสารธรรมศาสตร์**. 33(3).

รัชพล อ่ำสุข. (2559). "แรงงานผู้สูงอายุ: สถานการณ์ และนโยบายของประเทศไทย." **วารสารการเมืองการปกครอง**. 6(1).

วิชาญ ชูรัตน์และคณะ. (2555). "ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะเสี่ยงการมีปัญหาสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ." **วารสารประชากร**. 3, 87-109.

วิวิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์. (2553). **แรงงานสูงอายุ (Elderly Worker)**. กรุงเทพฯ: ศูนย์อาชีวเวชศาสตร์และเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม โรงพยาบาลนพรัตน์ราชธานี. (อัดสำเนา).

วิทยา อยู่สุข. (2549). **อาชีวอนามัยความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์การพิมพ์.

สำนักงานปลัดกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. (2557).**ประชากรสูงอายุไทย: ปัจจุบันและอนาคต** (Online). https://www.m-society.go.th/article_attach/13225/17347.pdf, 10 กันยายน 2559

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2561). **การสำรวจแรงงานนอกระบบ พ.ศ. 2560** (Online). http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/files/workerOutReport60.pdf, 12 กันยายน 2561

สำนักงานส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดนครศรีธรรมราช. (2561). **แผนยุทธศาสตร์ 5 ปี (พ.ศ. 2557 – 2561)** (Online).https://www.nakhonlocal.go.th/datacenter/doc_download/a_011014_101118.pdf, 10 มกราคม 2561

Driscoll, T. & Fingerhut, M. (2008). Occupational death/injury rates. In K. Heggenhougen & Quah, S. (Eds.). **International Encyclopedia of Public Health**. 4, 627-638.

Frazer, A. & Sargeant, M. (2010). **Older workers as vulnerable workers in the new world of work**. Retrieved June 29, 2010, from www. adapt.it.

National Statistical Office. (2016). **The informal employment survey 2016**. Bangkok: Author. (in Thai)

Vahidi, R., Nekoui, M., & Sadeghi, V. (2008). Awareness of aging workers about health effects of lifestyle. **Research Journal of Biological Sciences**. 2(1), 35-38.

Yamane, Taro. (1973). **Statistics: An Introductory Analysis**. 3rded. New York: Harper and Row Publications.

การเตรียมและสมบัติของฟิล์มบางพอลิเมอร์ผสม (PVC/PVA) กับพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์

Preparation and Properties of Polymer blends (PVC/PVA) with Poly(vinylidene fluoride) Thin Films

กฤษฎา พัชรสิทธิ์[1*], รวิภา ทองศรี[2]

Kritsada Phatcharasit[1*], Ravipha Thongsri[2]

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ศึกษาการปรับปรุงสมบัติเชิงกล ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติการนำไฟฟ้าของฟิล์มบางผสมระหว่างสารละลายพอลิไวนิลคลอไรด์กับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVC/PVA, CA) ที่ความเข้มข้น 5 %w/w (CA ที่อัตราส่วน 80/20 %w/w) โดยใช้ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ (DMF) เป็นตัวทำละลายกับสารละลายพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (PVDF) ที่ผสมในอัตราส่วนต่างๆ แล้วทำการขึ้นรูปฟิล์มบาง CA/PVDF ด้วยวิธี Solvent *casting* technique จากสารละลายพอลิเมอร์ผสม ผลของปริมาณสารละลาย PVDF ที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 10% w/w เติมลงในสารละลาย CA/PVDF ที่อัตราส่วน 100/0, 97/3, 95/5 และ 90/10 %w/w ตามลำดับ พบว่า ฟิล์มบาง CA/PVDF มีค่าทนต่อแรงดึงเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณ PVDF เพิ่มขึ้น และค่าทนต่อแรงดึงจะค่อยๆ ลดลง การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยา พบว่า จำนวนรูพรุนเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณ PVDF เพิ่มขึ้น สมบัติการดูดซึมน้ำของฟิล์มบาง CA/PVDF จะสามารถดูดซับน้ำได้มากกว่า CA และสมบัติทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ตามปริมาณความเข้มข้นของ PVDF ที่เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: พอลิเมอร์ผสม, พอลิไวนิลคลอไรด์, พอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์, ฟิล์มบาง

---

[1]ผศ.ดร., สาขาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง 93210

[2]นิสิตปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง 93210

[*]**Corresponding author, E-mail:** krit_off@hotmail.com

Abstract

In this study, improvement of mechanical properties morphology and dielectric properties of poly(vinyl chloride) with poly(vinyl alcohol) (PVC/PVA, CA) solutions (CA at a ratio of 80/20 %w/w) in N,N-dimethylformamide (DMF) by PVC and PVA concentration for 5 %w/w. can addition PVDF solutions. CA/PVDF thin films were prepared by using solvent casting technique from the mixture solution. The effect of the mixing ratios of the PVDF solutions concentrations of 3%, 5% and 10% by %w/w added in the CA solutions (ratios of CA/PVDF were 100/0, 97/3, 95/5 and 90/10 %w/w, respectively). It was found that the tensile properties of CA/PVDF thin films increased with the increase of PVDF content and tensile strength decreased gradually. The morphologies analysis showed the number of pores increased with the increase of PVDF content and the water absorbance of CA/PVDF thin films was higher than that of CA thin film and electrical properties increased with the increase of concentrations of PVDF content.

Keywords: polymer blends, poly(vinyl chloride), Poly(vinylidene fluoride), thin film

บทนำ

ในปัจจุบันพอลิเมอร์ได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์และกระบวนการอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างมาก เนื่องมาจากพอลิเมอร์มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรง และทนต่อสารเคมีต่างๆ รวมทั้งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ [1] ในปัจจุบันมีการวิจัยนำพอลิเมอร์มาดัดแปลงเพื่อมาปรับปรุงสมบัติด้านต่างๆ ซึ่งพอลิเมอร์แต่ละชนิดจะมีสมบัติที่แตกต่างกัน สามารถนำพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ มาผสมกันได้ เรียกว่า พอลิเมอร์ผสม เป็นการนำพอลิเมอร์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมาผสมเกิดพอลิเมอร์ชนิดใหม่ที่อาจจะมีเนื้อเดียวหรือเนื้อผสม ทำให้มีสมบัติเหมาะกับการใช้งานลักษณะต่างๆ [2, 3]

การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ผสมที่นิยมใช้กันมาก โดยทำให้พอลิเมอร์อยู่ในสถานะที่เป็นของไหล ได้แก่ สารละลาย (solution) ด้วยวิธี solvent casting technique เป็นการเตรียมฟิล์มบางใช้การละลายพอลิเมอร์ในตัวทำละลายที่เหมาะสม นำมาเทลงบนภาชนะเฉพาะที่เตรียมฟิล์ม แล้วเปลี่ยนเฟสด้วยการจุ่ม (Immersion precipitation) [4, 5] ในอ่างจับตัวซึ่งเป็นสารที่ไม่ใช่ตัวทำละลาย พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) เป็นพลาสติกที่สามารถแปรเปลี่ยนสมบัติโดยการเติมสารเคมีปรุงแต่ง (additives) ต่างๆ มีความแข็งแรงแต่เปราะ ทนต่อน้ำมันและกันกลิ่นได้ดี ทนทานต่อการเสียดสี ในขณะที่ความต้านทานต่อการซึมผ่านของความชื้นอยู่ในขั้นปานกลาง [6] พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol, PVA) เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีความเป็นขั้วสูง สามารถละลายน้ำได้ดี ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ทนต่อตัวทำละลายอินทรีย์ได้ดี มีสมบัติการเกิดฟิล์มและการยึดติด (Adhesion) ได้ดี มีความยืดหยุ่น มีความสามารถในการดูดซึมน้ำและมีความต้านทานต่อแรงดึงได้ดี [7] พอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (Polyvinylidene fluoride, PVDF) มีความยืดหยุ่นสูงสามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิมพ์ที่บาง รวมทั้งมีหมู่ functional group สามารถทำปฏิกริยากับหมู่ hydroxyl groups ของ PVA ทำให้การกระจายตัวในพอลิเมอร์เมทริกซ์ดีขึ้น [8]

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมและปรับปรุงสมบัติเชิงกล ลักษณะสัณฐานวิทยาและสมบัติทางไฟฟ้าของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิไวนิลคลอไรด์กับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVC/PVA, CA) ผสมกับพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (PVDF) และทำการเตรียมฟิล์มบางโดยละลายพอลิเมอร์ในตัวทำละลายที่เหมาะสม แล้วทำการขึ้นรูปฟิล์มบางด้วยวิธี Solvent *casting* technique

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

พอลิไวนิลคลอไรด์ มีน้ำหนักโมเลกุล 48,000 กรัมต่อโมล (Polyvinyl chloride (PVC), ผลิตโดยบริษัท Thai Plastic และ Chemicals จำกัด) พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ มีน้ำหนักโมเลกุล 8000 กรัมต่อโมล (Polyvinyl alcohol (PVA), ผลิตโดยบริษัท Nagoya จำกัด) พอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (Polyvinylidene fluoride (PVDF), ผลิตโดยบริษัท Alfa Aesar จำกัด) ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ (N,N-*Dimethylformamide (DMF)*, ผลิตโดยบริษัท Ajax Finechem จำกัด)

2. การเตรียมฟิล์มบาง (CA/PVDF)

2.1 การเตรียมสารละลาย

เตรียมสารละลายพอลิเมอร์แต่ละชนิดในตัวทำละลายไดเมทิลฟอร์มาไมด์ โดยทำการเตรียมสารละลาย PVC และ PVA ที่ความเข้มข้น 5% w/w ให้ความร้อนกับสารละลายพอลิเมอร์ที่อุณหภูมิ 60 ºC เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารละลายและกวนต่อเนื่องจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน และเตรียมสารละลาย PVDF ที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 10 %w/w ด้วยตัวทำละลายไดเมทิลฟอร์มาไมด์ กวนต่อเนื่องจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

2.2 การเตรียมฟิล์มบาง

สารละลายพอลิเมอร์ PVC และ PVA มาผสมที่อัตราส่วน PVA/PVA (CA) ที่ 80/20 %w/w กวนผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน และนำสารละลายผสมระหว่าง CA ผสมกับสารละลาย PVDF ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในอัตราส่วนของ CA/PVDF ที่ 100/0, 97/3, 95/5 และ 90/10 %w/w กวนสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเตรียมฟิล์มบาง (CA/PVDF)

สารละลาย	อัตราส่วน (%w/w)									
PVC/PVA (CA) (80/20 %w/w)	100	97			95			90		
3% PVDF	-	3	-	-	5	-	-	10	-	-
5% PVDF	-	-	3	-	-	5	-	-	10	
10% PVDF	-	-	-	3	-	-	5	-	-	10

การเตรียมฟิล์มบาง โดยนำสารละลายผสม CA/PVDF ที่ได้เทลงบนแผ่นกระจกในตู้ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50 ± 2% ณ อุณหภูมิห้อง ทำให้เป็นแผ่นเรียบสม่ำเสมอด้วยมีดปาด (casting knife) หลังจากนั้นนำสารละลายที่ขึ้นรูปเป็นแผ่นจุ่มลงในอ่างน้ำกลั่นทันที แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที จะได้แผ่นฟิล์มบาง CA/PVDF หลุดออกมาจากแผ่นกระจก ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนแผ่นฟิล์มบางแห้ง และทำการอบเพื่อไล่ความชื้นและตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิ 60 ºC เป็นเวลา 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำฟิล์มบางไปทำการทดสอบสมบัติเชิงกล ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางนำไฟฟ้า

3. การทดสอบสมบัติของฟิล์มบาง

3.1 สมบัติทนต่อแรงดึง

ตรวจสอบสมบัติเชิงกลของฟิล์มบางด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง (LLOYD instrument LR10K) โดยตัดชิ้นงานทดสอบเป็นรูปดัมเบล (Dumbbell) โดยใช้เครื่องตัดชิ้นทดสอบแบบ Die C ตามมาตรฐาน ASTM D412 แล้ววัดความหนาด้วยเครื่องวัดความหนา (Thickness meter) โดยใช้ความเร็วในการดึง 50 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าความเค้น ณ จุดขาด (Stress at break) หรือค่าความทนต่อแรงดึง (Tensile strength) ดังสมการที่ 1 และค่าเปอร์เซ็นต์ระยะยืด ณ จุดขาด (Elongation at break) ดังสมการที่ 2

การคำนวณหาความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength)

$$\text{Tensile strength} = \frac{\text{maximum load}}{A} \quad \text{.....สมการที่ 1}$$

เมื่อ maximum load คือ แรงดึงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบขาด (นิวตัน)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบขณะยังไม่ยืด (ตารางมิลลิเมตร)

การคำนวณหาระยะยืด ณ จุดขาด (Elongation at break)

$$\text{Elongation at break} = 100 \times \frac{(L - L_0)}{L_0} \quad \text{.....สมการที่ 2}$$

เมื่อ L คือ ระยะที่ชิ้นทดสอบสามารถยืดตัวได้จนขาด (มิลลิเมตร)

L_0 คือ ระยะกำหนดก่อนทำการทดสอบ (มิลลิเมตร)

3.2 สัณฐานวิทยา

สมบัติลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology property) เพื่อตรวจสอบพื้นผิวและภาพตัดขวางด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope, SEM) รุ่น Quanta 450 FEG ประเทศเยอรมนี

3.3 สมบัติการดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำ (Water absorbance ratio, %) นำตัวอย่างฟิล์มบางขนาด 1x1 เซนติเมตร มาแช่ในน้ำปราศจากไอออน (Deionized water) ที่เวลาต่างๆ โดยใช้ระดาษทิชชูซับน้ำส่วนเกินออกไปก่อนชั่งน้ำหนัก ชั่งจนกระทั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างคงที่แล้วคำนวณการดูดซึมน้ำ ดังสมการที่ 3

$$\text{Water absorbance ratio (\%)} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100 \quad \text{.....สมการที่ 3}$$

เมื่อ W_s คือ weight of polymer in swelling state

W_d คือ weight of polymer in dry state

3.4 สมบัติทางไฟฟ้า

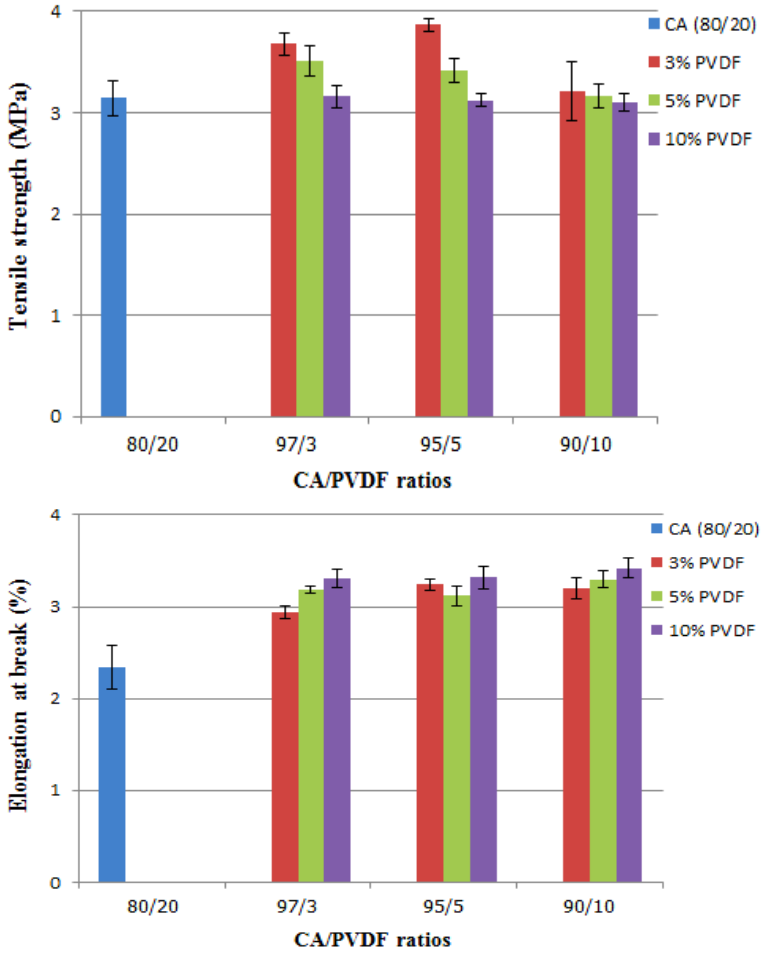
สมบัติทางไฟฟ้า (Electrical property) นำตัวอย่างแผ่นฟิล์มบางขนาด 1x1 เซนติเมตร มาทดสอบที่ช่วงความถี่ 75 kHz ถึง 30 MHz เพื่อทราบค่าไดอิเล็คตริก (Dielectric constant, ε_r) ที่อุณหภูมิห้อง

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ความต้านทานต่อแรงดึงและระยะยืด ณ จุดขาด

การแปรปริมาณอัตราส่วนของสารละลาย CA/PVDF ที่ 100/0, 97/3, 95/5 และ 90/10 %w/w (ภาพที่ 1) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณและความเข้มข้นของสารละลาย PVDF ทำให้ค่าความทนต่อแรงดึงมีค่าลดลง โดยค่าความทนต่อแรงดึงมีค่าสูงสุดที่ 5% PVDF ที่อัตราส่วน 95/5 %w/w แต่ตรงกันข้ามกับค่าระยะยืด ณ จุดขาด มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณและความเข้มข้นของ PVDF และเติม PVDF ทำให้ค่าความทนต่อแรงดึงและระยะยืด ณ จุดขาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ CA (80/20 %w/w)

จากการแปรปริมาณอัตราส่วนและความเข้มข้นของสารละลาย PVDF มีผลต่อค่าความทนต่อแรงดึงและระยะยืด ณ จุดขาด อาจเนื่องมาจากเมื่อเพิ่มปริมาณและความเข้มข้นของสารละลาย PVDF ทำให้เกิดการรวมตัว (agglomeration) ของสารละลายบางส่วน [5] และการขึ้นรูปด้วยเทคนิค solvent *casting* technique ทำให้เกิดการแพร่ของสารละลาย CAบางส่วนหลุดออกมาพร้อมกับตัวทำละลายไดเมทิลฟอร์มาไมด์ [2] ทำให้ฟิล์มบางเกิดรูพรุน ส่งผลให้ค่าความทนต่อแรงดึงลดลง โดยยืนยันได้จากภาพ SEM

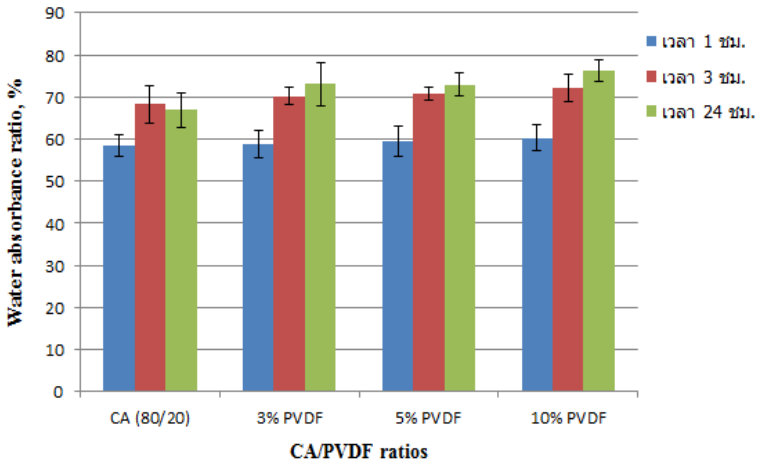


ภาพที่ 1 ผลสมบัติเชิงกล Tensile strength และ Elongation at break ของ CA/PVDF

2. การดูดซึมน้ำ

ผลของการดูดซึมน้ำระหว่าง CA กับสารละลาย PVDF ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 3, 5 และ 10 %w/w ที่อัตราส่วน 95/5 %w/w พบว่า การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ CA (80/20 %w/w) การดูดซึมน้ำที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากมีหมู่ไฮดรอกซิลของ PVA ที่เติมลงไปใน CA ก่อนการปรับปรุงโครงสร้าง [5] และเมื่อเทียบกับเวลาในการแช่ของสารละลายที่ความเข้มข้นเดียวกัน การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารละลายที่ผสมเข้าไปใน CA มีความเป็นขั้วและความเข้มข้นที่มากขึ้นทำให้ปริมาณการ

ดูดซึมน้ำเพิ่มสูงขึ้น และพบว่า การดูดซึมน้ำที่อัตราส่วน 95/5 กับสารละลาย PVDF ที่ความเข้มข้น 10 %w/w มีผลของร้อยละของการดูดซึมน้ำมากที่สุดที่ 76.28

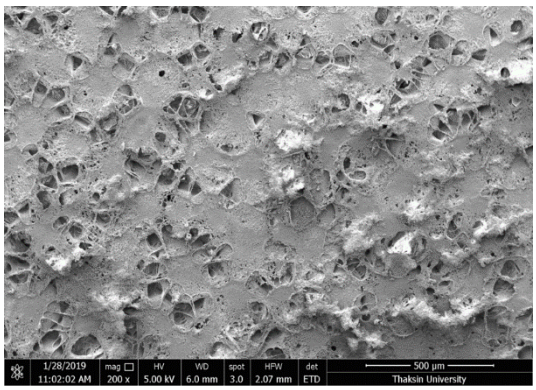


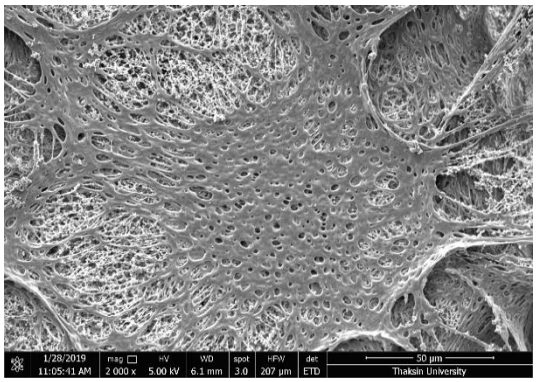
ภาพที่ 2 การดูดซึมน้ำของฟิล์มที่อัตรส่วน CA/PVDF (95/5 %w/w)

3. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ CA/PVDF

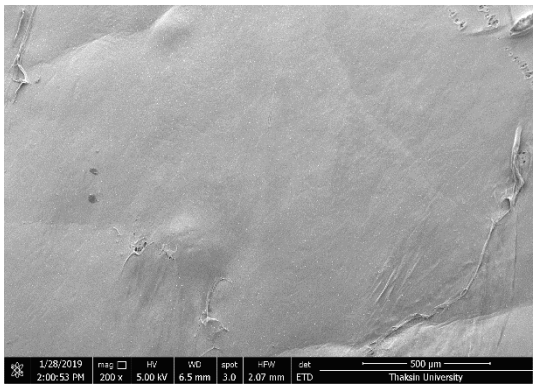
จากภาพ SEM พบว่า พื้นผิวของฟิล์มบาง CA/PVDF ที่อัตราส่วน 95/5 %w/w มีลักษณะเรียบสม่ำเสมอ ไม่มีการแยกเฟสระหว่าง CA เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย PVDF (สารละลาย PVDF ที่ความเข้มข้น 3 และ 5 %w/w) จำนวนรูพรุนที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวมีการกระจายตัวสม่ำเสมอและมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกับสารละลาย PVDF ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 10 %w/w รูพรุนที่เกิดขึ้นมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ CA (80/20 %w/w) จะเห็นว่าลักษณะรูพรุนของ CA มีการกระจายตัวเกาะเป็นกลุ่มก้อน ไม่สม่ำเสมอ [4] โดยลักษณะรูพรุนที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อสมบัติเชิงกลและการดูดซึมน้ำของฟิล์มบาง

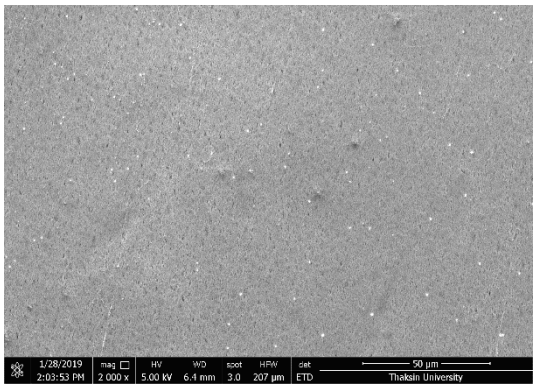
a) CA (80/20)



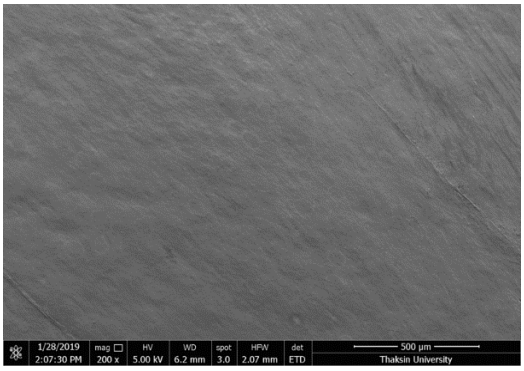


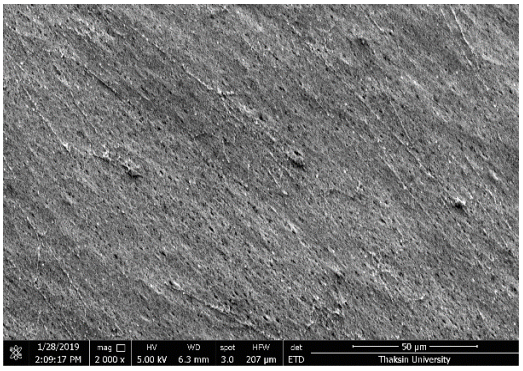
b) CA/3%PVDF



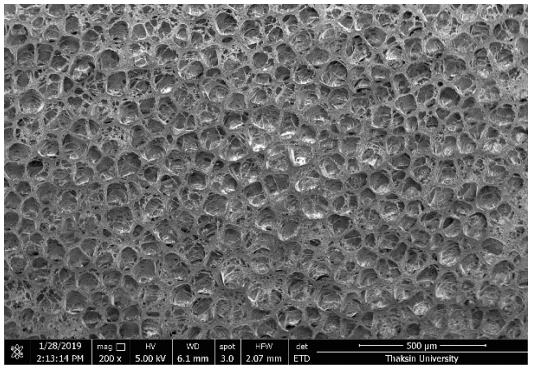


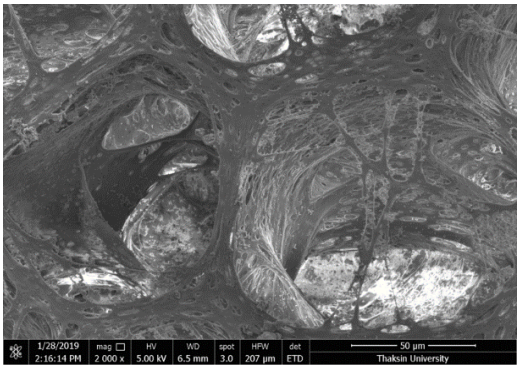
c) CA/5%PVDF





d) CA/10%PVDF

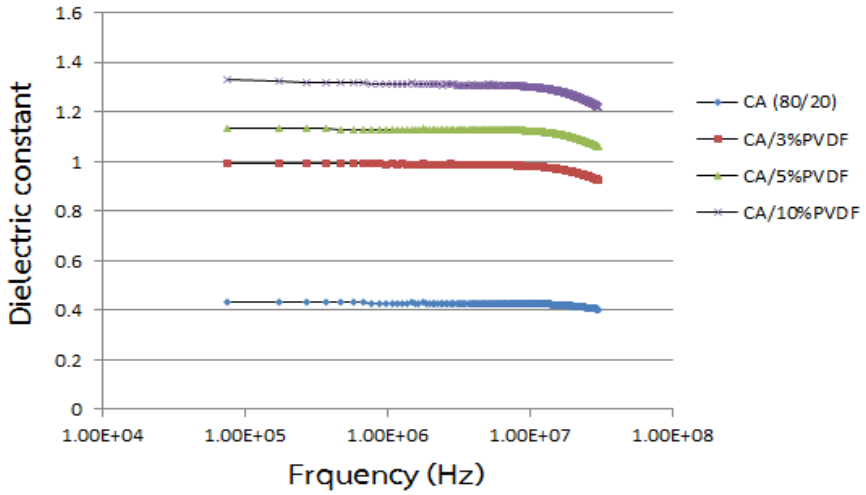




ภาพที่ 3 ภาพลักษณะสัณฐานวิทยาที่กำลังขยาย 200X และ 2000X ของ CA ที่อัตราส่วน 80/20 %w/w และ CA/PVDF ที่อัตราส่วน 95/5 %w/w ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 3, 5 และ 10 %w/w

4. สมบัติทางไฟฟ้า

สมบัติการนำไฟฟ้า พบว่า ค่า Dielectric constant ของฟิล์มบาง CA/PVDF อัตราส่วน 95/5 %w/w ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 10 %w/w ให้ค่า Dielectric constant มากที่สุด รองลงมาที่ความเข้มข้นของสารละลาย 5 และ 3 %w/w ตามลำดับ เนื่องมาจากสารละลาย PVDF มีความเป็นขั้วและมีสามารถในการนำไฟฟ้า ค่า Dielectric constant เพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของสารละลาย โดยสารละลายเมื่ออยู่ในน้ำจะแตกตัวให้ไอออน ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการแตกตัวของ electrolyte ในน้ำได้ง่าย [9]



ภาพที่ 4 ผลของค่า Dielectric constant ของ CA/PVDF ที่อัตราส่วน 95/5 %w/w ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 3, 5 และ 10 %w/w

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถปรับปรุงสมบัติเชิงกล ลักษณะสัณฐานวิทยาและสมบัติทางไฟฟ้าของแผ่นฟิล์มบางจากสารละลายพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PVC และ PVA (CA) ผสมที่อัตราส่วน 80/20 %w/w กับสารละลาย PVDF (ที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 10 %w/w) และที่อัตราส่วน 100/0, 97/3, 95/5 และ 90/10 %w/w) ด้วยวิธี Solvent *casting* technique พบว่า ความเข้มข้นของสารละลาย PVDF มีผลต่อค่าความทนต่อแรงดึงและระยะยืด ณ จุดขาด เมื่อเพิ่มสัดส่วนและความเข้มข้นของสารละลาย PVDF ทำให้ค่าความทนต่อแรงดึงมีค่าลดลง แต่การดูดซึมน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเมื่อเติมสารละลาย PVDF ในปริมาณและความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มจำนวนรูพรุนที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวและมีขนาดรูพรุนที่ใหญ่ขึ้น และผลของสมบัติทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลาย PVDF ที่ความเข้มข้น 10 %w/w ให้ค่า Dielectric constant สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ให้การสนับสนุนครุภัณฑ์ สถานที่ และทุนอุดหนุนการวิจัยโครงการวิจัยเงินรายได้มหาวิทยาลัยทักษิณ กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ประเภททุนพัฒนานักวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

เอกสารอ้างอิง

[1] ลลิตา จอมแปง, สุภาภรณ์ ทุมสอน, เจษฎา วงษ์อ่อน, นรินทร์ กาบบัวทอง, นที ศรีสวาสดิ์ และณรงค์ชัย โอเจริญ. (2556). Preparation of polymer blends fiber between poly (lactic acid) and poly (butylene succinate) for textile. **RMUTP Research Journal Special Issue.** 49-55.

[2] สายตะวัน เลียวสุต, ดุษฎี อุตภาพ และจุรีรัตน์ พุดตาลเล็ก. (2551). "ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเตรียมเจลต่อสมบัติฟิล์มแป้งพุทธรักษากินได้โดยวิธี solvent casting." **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.** 31(4), 773-749.

[3] เจกิตาน์ แก้วพารา, วันชัย เลิศวิจิตรจรัส และอำนาจ สิทธัตตระกูล. (2554). "การเตรียมและสมบัติของพอลิเมอร์ผสมระหว่างเทอร์โมพลาสติก จากแป้งและยางธรรมชาติดัดแปร." **KKU Research Journal.** 11(3), 11-22.

[4] Chun, K. Y., Jang, S. H., Kim, H. S., Kim, Y. W., Han, H. S. and Joe, Y. I. (2000). Effects of solvent on the pore formation in asymmetric 6FDA–4,4′ODA polyimide membrane: terms of thermodynamics, precipitation kinetics, and physical factors. **Journal of Membrane Science.** 169(2), 197-214.

[5] วราลี พยุงนิกร, อรรถยา คงแท่น และวัชนิดา ชินผา. (2015). "การเตรียม และสมบัติของเยื่อแผ่นผสมจากพอลิไวนิลคลอไรด์ และพอลิไวนิลแอลกอฮอล์." **The Journal of Applied Science.** 14(1), 26-34.

[6] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2553). **Polyvinylchloride (PVC)/พอลิไวนิลคลอไรด์ (Online).** http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1897/pvc-polyvinylchloride, 3 มกราคม 2563.

[7] กฤษฎา พัชรสิทธิ์, อนิดา เพ็ชรแก้ว, เสาวณี สิงห์สโรทัย และก้องกิดากร บุญช่วย. (2560). **การเตรียมเมมเบรนเพื่อใช้งานทางด้านเซลล์เชื้อเพลิงพอลิเมอร์อิเล็กโทรไลต์เมมเบรน.** รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.

[8] อทิตย์สา เพ็ชรสุข และพิทักษ์ เหล่ารัตนกุล. (2554). **การศึกษาการเตรียมสารวัสดุเชิงประกอบของเฟอรโรอิเล็กทริกโพลิเมอร์และเซรามิก.** รายงานการวิจัย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแห่งชาติ.

[9] Elashmawi, I. S., Alatawia, N. S. and Elsayed, N. H. (2017). Preparation and characterization of polymer nanocomposites based on PVDF/PVC doped with graphene nanoparticles. **Results in Physics.** 7, 636-640.

การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและผักตบชวา

The Study Production of Fuel Briquette from Mangosteen Peels and Water Hyacinths.

นาซีเราะ เจะมะ[1*] , ลลิดา โต๊ะหมาน[1] , โซฟีลาน มะดาแฮ[2]
Nasiroh Jahmah[1*], Lalida Thoman[1] , Sofilan Madahae[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดต่อกะลา และผักตบชวาต่อกะลา เพื่อเปรียบเทียบปริมาณตัวประสาน(แป้งมันสำปะหลัง) เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยทำการทดสอบสมรรถนะทางความร้อนตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) โดยการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ เปลือกมังคุด ผักตบชวา และกะลา มาเผาด้วยกระบวนการคาร์บอนไนเซชั่นให้เป็นผงถ่าน มาบดให้ละเอียด แล้วผสมกับตัวประสานในอัตราส่วนที่กำหนด แล้วนำไปอัดแท่ง ผลการทดลองพบว่า C4 ส่วนผสมของเปลือกมังคุด : กะลา อัตราส่วน 30 : 70 มีค่าความร้อน 6,181 แคลอรี่/กรัม, ค่าความหนาแน่น 172 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร, ค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 6.28 และอุณหภูมิในการเผาไหม้เป็นขี้เถ้าโดยใช้เวลา 1.27 ชั่วโมง อุณหภูมิ 345 องศาเซลเซียส ว่าเป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด เนื่องจากเปลือกมังคุดมีลักษณะภายนอกที่แข็งแรงนำไปตากแดดจนแห้ง จะทำให้เปลือกมังคุดมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ส่งผลอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าความร้อนสูง และมีค่าความชื้นต่ำ

คำสำคัญ : เชื้อเพลิงอัดแท่งเปลือกมังคุด, เชื้อเพลิงอัดแท่งผักตบชวา

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
Email: sofilan.m@yru.ac.th

Abstract

This research aims to optimal ratio of briquette fuel composed from mangosteen peels : coconut shell and water hyacinths : cocunut shells, to compare the amount of binders (potato flour), and to test physical and chemical properties. The experiments were conducted to analyze high heating performance by using agricultural waste such as mangosteen peels, water hyacinths and coconut shell, and then to burned with carbonization process to make charcoal powder thoroughly mixed with binders in the specified ratio, then take to compress the sticks. It was found that the (C4) ratio of mangosteen peels : coconut shells (30 : 70) the highest heating value of 6,181 cal/g, the density value of 172 kg/ m3, a moisture content of 6.28 percent, and combustion temperature of ashes for 1.27 hr. at 345 Co that is the best ratio because mangosteen peels has a strong external until dry mangosteen peel increase strength, high heating value, and moisture is lower.

Keywords : Fuel Briquette from mangosteens, Fuel Briquette from water hyacinths

บทนำ

จากสภาวะด้านการใช้พลังงานในปัจจุบัน เป็นปัญหาวิกฤตต่อสภาวะเศรษฐกิจ และความมั่นคงของประเทศที่มีการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก ส่งผลต่อการใช้พลังงานภาคครัวเรือน ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น เพื่อให้เกิดการลดใช้พลังงานในภาคครัวเรือน จึงพยายามหามาตรการการลดใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมัน ทำให้มีการสรรหาแหล่งพลังงานทดแทนอื่นๆ เช่น พลังงานชีวมวล และพลังงานหมุนเวียนในรูปอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลดีในต่อประเทศเป็นอย่างมาก ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนใหม่ ๆ ที่มีความเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในภาคครัวเรือน อาทิเช่น เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง เตาแก๊สชีวมวล เตาเผาถ่าน เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้จะเป็นประโยชน์มากสำหรับการลดการใช้พลังงานในภาคครัวเรือนโดยนำเอาวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประเทศไทยพื้นที่ส่วนใหญ่จะทำการเกษตร เช่น มังคุด มะพร้าว เป็นต้น (กิตติกร สาสุจิตต์ และคณะ, 2558) หากรู้จักนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยลดปัญหาขยะเหลือทิ้งทางการเกษตร ลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานได้

ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคมของทุกปีจะเป็นช่วงที่มังคุดออกผล โดยปลูกกันมากในภาคตะวันออกและภาคใต้ มีการนำมังคุดมาประกอบอาหารทั้งอาหารคาว และอาหารหวาน เช่น แกง มังคุดลอยแก้ว มังคุดกวน เป็นต้น ทำให้เกิดขยะจากเปลือกมังคุดที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์และส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมังคุดเป็นผลไม้ที่มีเปลือกนอกค่อนข้างแข็ง มีผลโดยตรงต่อค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง หากนำเปลือกมังคุดมาตากแดดจนแห้งสนิท เปลือกก็จะมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น เมื่อนำมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิง จะได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีศักยภาพด้านพลังงานสูง (สังเวย เสวกวิหารี, 2555) ผักตบชวาเป็นวัชพืชที่ส่งผลกระทบลดการไหลของน้ำ ผักตบชวาที่จมลงใต้น้ำก่อให้เกิดอุปสรรคทางเดินของน้ำเกิดการตื้นเขินเร็วกว่าปกติ และทำให้เกิดน้ำท่วมในหน้าน้ำ แย่งเนื้อที่การเก็บ

กักน้ำของอ่างเก็บน้ำ แย่งน้ำและอาหารจากพืชปลูก ผักตบชวาที่ขึ้นหนาแน่นเป็นอุปสรรคแก่การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ผักตบชวาไม่เพียงแต่ลดผลผลิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำเท่านั้น เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องดังกล่าวอย่างยั่งยืนจึงมีการคิดค้น และศึกษาวิจัยหลายด้าน อาทิ การนำผักตบชวามาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกในการใช้เชื้อเพลิง โดยเฉพาะการใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน และร้านอาหารเพื่อการหุงต้มปิ้ง ย่าง เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเผาไหม้ได้นาน และราคาไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอื่น ๆ ในท้องตลาด สามารถลดปัญหาวัชพืชแหล่งน้ำ และสามารถสร้างมูลค่าให้ผักตบชวาอีกด้วย (ณิชชา บูรณสิงห์, 2559)

อามานี สามะ และคณะ (2560) ได้ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากผักตบชวาต่อกะลามะพร้าวโดยทดสอบหาค่าสมบัติทางกายภาพของถ่านอัดแท่งจากผักตบชวาเพื่อเปรียบเทียบอัตราการเผาไหม้และค่าความร้อนระหว่างถ่านอัดแท่งจากผักตบชวากับถ่านไม้ในท้องตลาดและนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์โดยการผลิตถ่านอัดแท่งใช้ในครัวเรือนจากการทดลองพบว่าที่อัตราส่วน 50:50 โดยน้ำหนักเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมโดยมีค่าความร้อน 5,659.45 แคลอรี่/กรัม ค่าความหนาแน่น 0.701 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าดัชนีการแตกร่วนร้อยละเท่ากับ 0.92 ค่าความชื้นร้อยละ 47 และค่าอัตราการเผาไหม้เท่ากับ 1.21 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนและอัตราการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่งจากผักตบชวากับถ่านไม้จะมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งสามารถนำถ่านอัดแท่งนี้ไปประยุกต์ใช้ในการประกอบการต่าง ๆ ที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงได้

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว และมีความสนใจที่จะนำเปลือกมังคุดและผักตบชวามาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นพลังงานทดแทน เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานจากถ่านไม้ธรรมชาติ ลดปัญหาการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ โดยนำเปลือกมังคุดและผักตบชวามาผลิตถ่านอัดแท่งและพัฒนาหาสมรรถนะพลังงานความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และผักตบชวาเพื่อให้ได้ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนที่ต้นทุนต่ำสามารถหาวัตถุดิบได้ง่ายและมีอยู่มาก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนของเปลือกมังคุดต่อกะลา และผักตบชวาต่อกะลา ที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณตัวประสานที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและผักตบชวา
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิงอัดจากเปลือกมังคุดและผักตบชวา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เตรียมวัตถุดิบ ได้แก่ เปลือกมังคุด ผักตบชวา และกะลา โดยนำผักตบชวา มาทำเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 2-3 เซนติเมตร จากนั้นนำวัตถุดิบทั้งหมดนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



(ก) (ข) (ค)

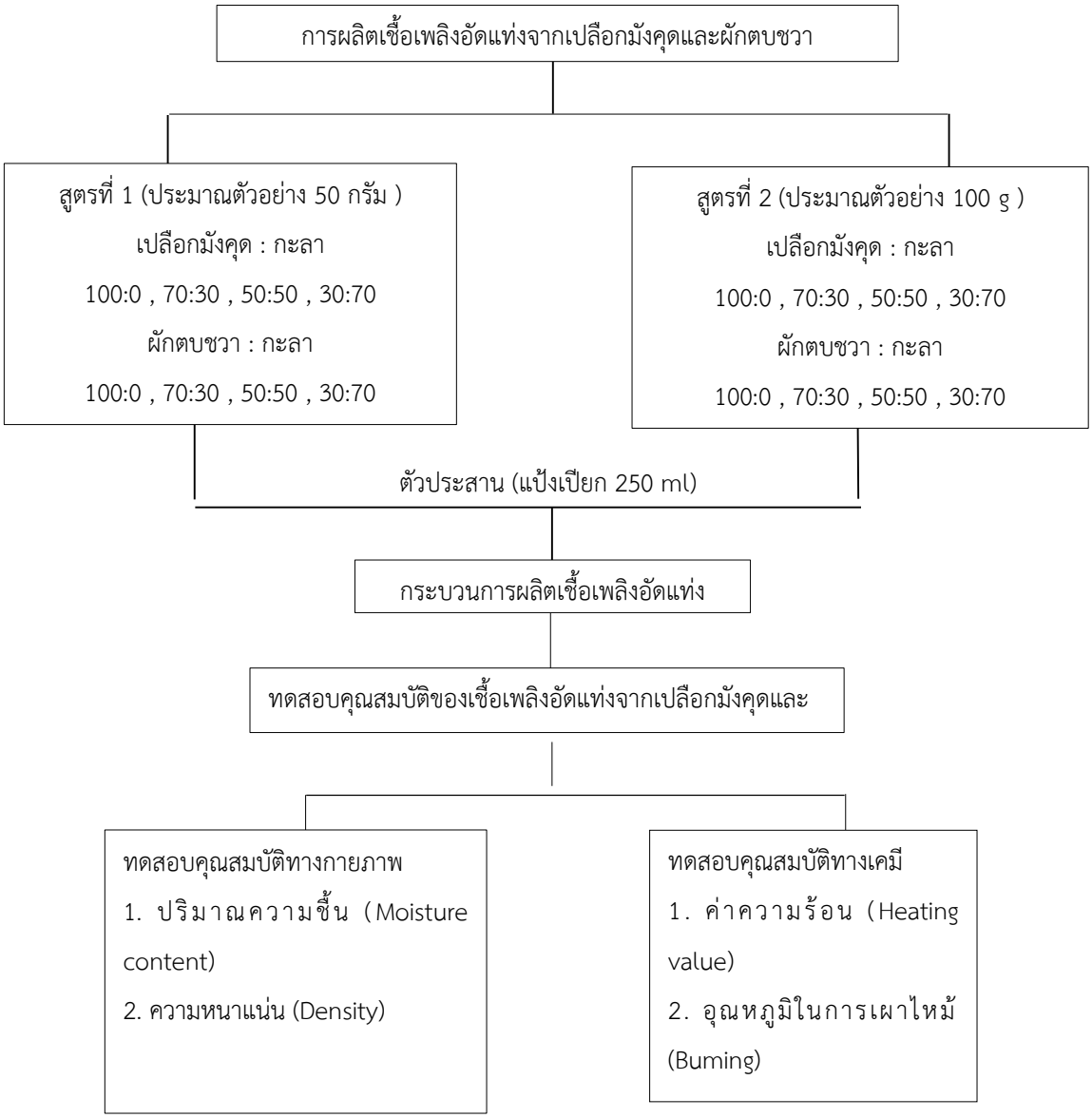
ภาพที่1 เปลือกมังคุด (ก) ผักตบชวา (ข) และกะลา (ค)

3) เตรียมตัวประสาน 250 มิลลิลิตร โดยนำแป้งมันสำปะหลังและน้ำมาละลาย และให้ความร้อนจนเหนียว แล้วนำมาผสมกับผงถ่านเปลือกมังคุดต่อกะลา และผักตบชวาต่อกะลา ตามอัตราส่วนที่กำหนด ดังตาราง

4) ถ่านที่ผสมเรียบร้อยแล้ว พักเก็บไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

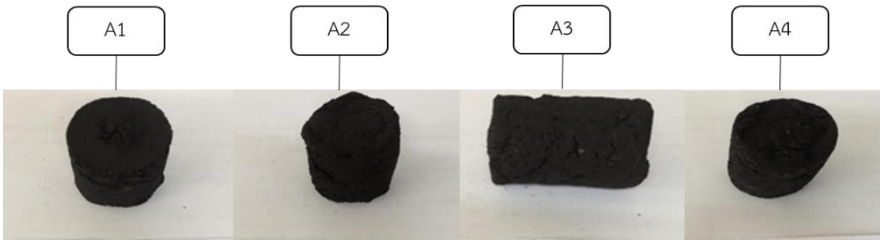
5) นำถ่านที่พักไว้ไปอัดด้วยเครื่องอัดถ่าน ให้ได้ลักษณะถ่านอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงที่มีรูปทรงกระบอก จากนั้นนำอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ขอบเขตงานวิจัย

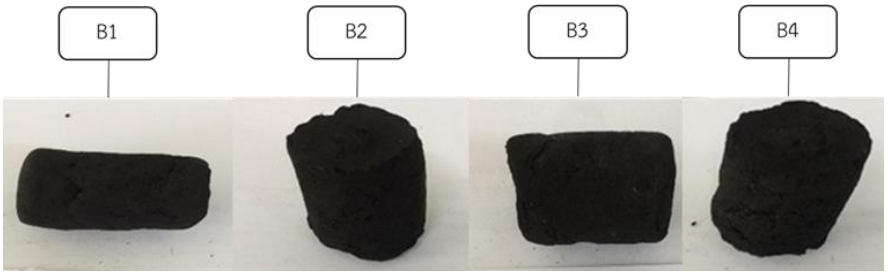


ภาพที่ 1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

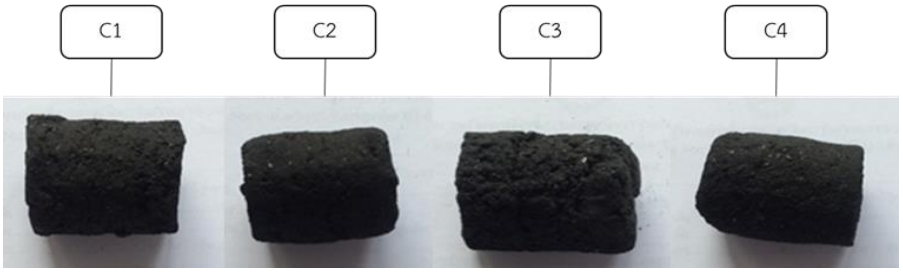
ผลและอภิปรายผลการวิจัย



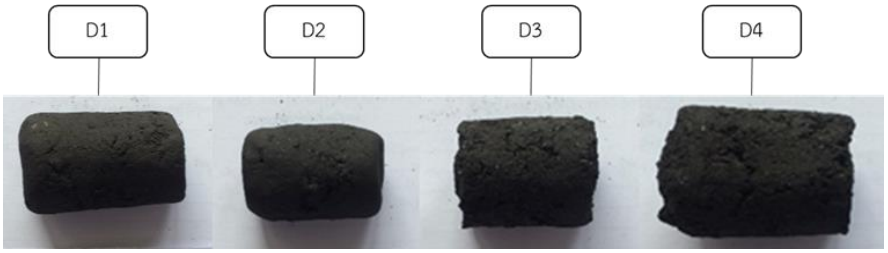
ภาพที่ 2 เปลือกมังคุด : กะลา 100 : 0 (A1) เปลือกมังคุด : กะลา 70 : 30 (A2) เปลือกมังคุด : กะลา 50 : 50 (A3) เปลือกมังคุด : กะลา 30 : 70 (A4)



ภาพที่ 3 ผักตบชวา : กะลา 100 : 0 (B1) ผักตบชวา : กะลา 70 : 30 (B2) ผักตบชวา : กะลา 50 : 50 (B3) ผักตบชวา : กะลา 30 : 70 (B4)



ภาพที่ 4 เปลือกมังคุด : กะลา 100 : 0 (C1) เปลือกมังคุด : กะลา 70 : 30 (C2) เปลือกมังคุด : กะลา 50 : 50 (C3) เปลือกมังคุด : กะลา 30 : 70 (C4)



ภาพที่ 5 เปลือกมังคุด : กะลา 100 : 0 (D1) เปลือกมังคุด : กะลา 70 : 30 (D2) เปลือกมังคุด : กะลา 50 : 50 (D3) เปลือกมังคุด : กะลา 30 : 70 (D4)

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางกาย และทางเคมีของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และผักตบชวา

สูตรที่1 แป้ง 0.5 กรัม		ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ		ทดสอบคุณสมบัติทางเคมี	
ตัวอย่าง	อัตราส่วน	ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (แคลอรี่/กรัม)	การเผาไหม้ (องศาเซลเซียส)
เปลือกมังคุด : กะลา	A1; 100 : 0	123	6.87	5,402	370
	A2; 70 : 30	136	6.41	6,085	333
	A3; 50 : 50	154	6.56	5,971	347
	A4; 30 : 70	147	6.60	5,907	437
ผักตบชวา : กะลา	B1; 100 : 0	126	6.34	3,252	251
	B2; 70 : 30	129	6.21	4,768	249
	B3; 50 : 50	146	6.22	5,177	269
	B4; 30 : 70	164	6.08	6,005	316
สูตรที่2 แป้ง 100 กรัม					
เปลือกมังคุด : กะลา	C1; 100 : 0	128	6.67	5,527	366
	C2; 70 : 30	133	6.56	5,738	301
	C3; 50 : 50	144	5.78	5,879	336
	C4; 30 : 70	172	6.28	6,181	345
ผักตบชวา : กะลา	D1; 100 : 0	100	6.54	3,628	263
	D2; 70 : 30	156	6.29	4,817	280
	D3; 50 : 50	112	6.31	5,089	288
	D4; 30 : 70	130	6.13	5,481	287

การทดสอบความหนาแน่น (Density)

ผลการหาความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและผักตบชวา พบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและผักตบชวา ที่มีค่าความหนาแน่นสูงที่สุด คือ อัตราส่วนผสมของ A3, B4, C4 และD2 มีค่าความหนาแน่น 154, 164, 172 และ156 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับซึ่งเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีความหนาแน่นสูงจะส่งผลให้ใช้เวลาในการเผาไหม้นาน และมีความแข็งแรงไม่แตกหักง่าย จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนที่มีปริมาณกะลาเพิ่มขึ้นทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งจับตัวได้ดีส่งผลให้มีค่าความหนาแน่นสูง

การทดสอบค่าความชื้น (Moisture content)

ผลการทดสอบค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และผักตบชวา จะเห็นได้ว่าทั้งสูตรที่ 1 (ปริมาณของตัวประสาน 50 กรัม) และในสูตรที่ 2 (ปริมาณของตัวประสาน 100 กรัม) มีค่าความชื้นที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) กำหนดไว้ว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจะต้องมีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 โดยอัตราส่วน C3 มีค่าความชื้นต่ำที่สุดร้อยละ 5.78

การทดสอบค่าความร้อน (heating value)

ผลการทดสอบค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและผักตบชวา พบว่าอัตราส่วนของ B1, B2, D1 และD2 มีค่าความร้อนเท่ากับ 3,252, 4,768, 3,628, และ4,817ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) กำหนดไว้ ค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 แคลอรี่/กรัม จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนที่มีปริมาณส่วนผสมของกะลาเพิ่มขึ้น จะมีค่าความร้อนเพิ่มขึ้น

การทดสอบอุณหภูมิในการเผาไหม้ (Burning temperature)

วิธีการทดสอบ นำเชื้อเพลิงอัดแท่งจุดไฟเป็นเวลา 10 นาทีเมื่อเชื้อเพลิงอัดแท่งติดไฟแล้วนำไปทดสอบกับเครื่องมือ Data Logger จนกว่าถ่านจะมอดไหม้เป็นขี้เถ้า หลังจากนั้นดูผลที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบอุณหภูมิและระยะเวลาในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ตัวอย่าง		เวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
วัตถุดิบ	อัตราส่วน		
สูตรที่1 แป้ง 50 กรัม			
เปลือกมังคุด : กะลา	A1; 100 : 0	1.01	370
	A2; 70 : 30	1.39	333
	A3; 50 : 50	1.49	347
	A4; 30 : 70	1.24	437
ผักตบชวา : กะลา	B1; 100 : 0	1.03	251
	B2; 70 : 30	1.13	249
	B3; 50 : 50	1.09	269
	B4; 30 : 70	1.58	316
สูตรที่2 แป้ง 100 กรัม			
เปลือกมังคุด : กะลา	C1; 100 : 0	1.14	366
	C2; 70 : 30	1.07	301
	C3; 50 : 50	1.16	336
	C4; 30 : 70	1.27	345
ผักตบชวา : กะลา	D1; 100 : 0	0.46	263
	D2; 70 : 30	1.13	280
	D3; 50 : 50	1.07	288
	D4; 30 : 70	1.27	287

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบอุณหภูมิและระยะเวลาในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและผักตบชวาพบว่าสูตรที่ 1 (ปริมาณของตัวประสาน 50 กรัม) และสูตรที่ 2 (ปริมาณตัวประสาน 100 กรัม) มีเวลาในการเผาไหม้ใกล้เคียงกัน โดยอัตราส่วนของ B4 ใช้เวลาในการเผาไหม้มากที่สุดเท่ากับ 1.58 ชั่วโมง และอัตราส่วน

D1 ใช้เวลาในการเผาไหม้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.46 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาอุณหภูมิในการเผาไหม้พบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผักตบชวาต่ำกว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีส่วนผสมเปลือกมังคุด เนื่องจากผักตบชวาเป็นพืชที่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำมี รูพรุน และอุ้มน้ำได้ดี เมื่อเป็นผงถ่านจะ เป็นผงที่นุ่มละเอียด ซึ่งต่างจากผงเปลือกมังคุดที่มีลักษณะเป็นผงหยาบจึงดูดซับน้ำไม่ดีเท่าผักตบชวา ดังนั้นเมื่อปริมาณของผักตบชวาเพิ่มขึ้นอุณหภูมิการเผาไหม้ก็ต่ำ (อามานี สามะ และคณะ, 2560)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า อัตราส่วนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดต่อ และผักตบชวาต่อกะลาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณตัวประสาน และทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547) กำหนด พบว่าสูตรที่ 2 (ปริมาณตัวประสาน 100 กรัม) อัตราส่วนผสมของเปลือกมังคุดต่อกะลา (C4) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด มีค่าความหนาแน่น 172 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร, ค่าความชื้นร้อยละ 6.28 ค่าความร้อน 6,181 แคลอรี่/กรัม ทำให้เชื้อเพลิงมีคุณสมบัติที่ดีในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง แต่เชื้อเพลิงจะมีปริมาณของควันมากกว่าในสูตรที่ 1 เนื่องจากมีตัวประสานที่มากกว่า

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป นักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดี และครูโรงเรียนเทศบาล 6 วัดเมืองยะลา ที่อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือและสถานที่ทำการทดลองด้วยในงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

บรรณานุกรม

กิตติกร สาสุจิตต์ และคณะ, (2558) **การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งซังและเปลือกข้าวโพดด้วยเทคนิคการอัดรีดขึ้นรูปโดยใช้ตัวประสานแป้งมันผสมปูนขาว.** วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 18(1), 9-10.

สังเวย เสวกวิหารี. (2555). **ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร.

อามานี สามะ, นูรซีลา เละนุ๊ และโรสลีนา จาราแว. (2560). **การพัฒนาถ่านอัดแท่งจากผักตบชวา.** มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, ยะลา.

ณิชชา บูรณสิงห์. (2559). **เชื้อเพลิงอัดแท่งผลผลิตผลผักตบชวาขยะวัชพืช.** สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2562 จาก file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/Documents/nov2559-1.pdf

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น

A study of consumre acceptance of roti crispy products from soybean meal flour, massaman curry paste.

ซาบีเนาะ มะเระ[2] , วนิดา คำหอม[2], สุรารักษ์ แซ่จอง[2], ฐิติมาพร หนูเนียม[1*]

Sabinoh Mareh[2],Wanida Kamhom[2],Surarak Saejong [2] and Thitimaporn Nooniam[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับของงผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น เป็นวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลประชากรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริโภคในจังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน ผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 18-25 ปี ระดับการศึกษาปริญญาตรี มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท ผู้บริโภคเคยรับประทานผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ ร้อยละ 99 โดยความถี่รับประทานแล้วแต่โอกาสร้อยละ 75 มีเหตุผลในการรับประทานคือ มีรสชาติอร่อย ราคาที่ไม่แพง และหาซื้อได้ง่าย โดยที่ผู้บริโภคสามารถหาซื้อได้ตามร้านสะดวกซื้อ และตลาดสด ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่นร้อยละ 91 โดยให้เหตุผลว่ามีรสชาติแปลกใหม่ อร่อย สะดวกในการบริโภค และมีคุณค่าทางโภชนาการ การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนแบบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับความชอบมากถึงมากที่สุดในทุกๆ ด้านได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบรวม หากมีผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่นวางจำหน่ายในท้องตลาด โดยขายถุงละ 10 บาท ในถุงมีจำนวน 7 ชิ้น ผู้บริโภคมีความยินดีที่จะซื้อสินค้า ร้อยละ 91 หากมีจำหน่าย

คำสำคัญ : โรตีกรอบ, แป้งกากถั่วเหลือง, ผงเครื่องแกงมัสมั่น, การยอมรับของผู้บริโภค

---

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาประจำหลักสูตร สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: Kuni_mod@hotmail.com

Abstract

The objective of this research is to study the consumer acceptance of roti crispy products from soybean meal flour, massaman curry paste. Is a survey research By using questionnaires as a tool for collecting population data, the sample group is the consumers in Songkhla Province, consisting of 150 people. The study found that The majority of consumers are female. Between the ages 18-25 years, bachelor degree With incomes below 5,000 baht, consumers have previously consumed 99% roti crispy products, with 75% of the frequency being eaten depending on the occasion. There are reasons to eat: Delicious Affordable price And easy to find Consumers can find it at convenience stores and fresh markets. Consumers accept 91% crispy roti from soybean flour, curry paste, and massaman curry, giving reasons that it has a new flavor, tasty, convenient to consume. And nutritious Sensory tests using a 5-point hedonic scale found that consumers liked the highest scores in all aspects, including appearance, smell, color, taste, texture (crispness) and Total liking If there is a roti crispy product from soybean meal flour, massaman curry flavor, available in the market by selling 10 baht per bag in the amount of 7 pieces, consumers are happy to buy 91% if available.

baht Keyword : Crispy Roti, Soybean meal flour, Massaman curry powder, Consumer acceptance

บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่นิยมบริโภคกันมาก เนื่องจากถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการสูงในถั่วเหลืองมีสารอาหารต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามิน ถั่วเหลืองที่มีการแยกน้ำนมถั่วเหลืองออก เรียกว่า กากถั่วเหลือง ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (ยุพร พืชกมุทร, 2550) การนำถั่วเหลืองมาใช้นั้นส่วนใหญ่มักแปรรูปถั่วเหลืองเป็นนมถั่วเหลือง เต้าหู้ และขนมหวานต่างๆ (หทัยชนก นวลใย, 2560) จึงทำให้มีปริมาณกากถั่วเหลืองจากการแปรรูปถั่วเหลืองเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งกากถั่วเหลืองยังมีคุณค่าทางโภชนาการอยู่ เมื่ออบแห้งจะประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ และเกลือแร่ต่างๆ (O’Tool, 1999)

จากคุณค่าทางโภชนาการของกากถั่วเหลือง จึงมีความสนใจที่จะนำส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมาผลิตเป็นแป้งกากถั่วเหลืองโดยเป็นการเพิ่มประโยชน์และมูลค่าให้กับวัตถุดิบที่เหลือใช้ โดยนำไปศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ โรตีกรอบที่มีในท้องตลาดจะเป็นโรตีกรอบที่มีเพียงแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบหลัก (หทัยชนก นวลใย และคณะ, 2560) จึงนำแป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี

บางส่วนเพื่อลดปริมาณการใช้แป้งสาลีและเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ อีกทั้งรสชาติของโรตีกรอบ ไม่ค่อยมีความหลากหลาย จึงมีแนวคิดที่จะนำผงเครื่องแกงมัสมั่นมาเสริมในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ ดังนั้น การศึกษาการใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบรสเครื่องแกงมัสมั่น เป็นการเพิ่มประโยชน์จากการใช้แป้งกากถั่วเหลือง ลดการนำเข้าแป้งสาลีเป็นแนวทางให้กับผู้บริโภคได้บริโภคผลิตภัณฑ์ขนมที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายมากขึ้น

ศึกษาการยอมรับของงผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลประชากรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริโภคในจังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนแบบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณการใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ

นำกากถั่วเหลืองมาทำแป้งโดยการนำกากถั่วเหลืองมาทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 8-12 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบลมร้อน แล้วนำกากถั่วเหลืองมาลดขนาดด้วยการบด จากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อน (ดัดแปลงจาก สุภาวินี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ, 2557)

ใช้แป้งกากถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมในการผลิตโรตีกรอบ โดยนำแป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี ที่ปริมาณร้อยละ 0 (ควบคุม) 5 10 และ 15 ของปริมาณแป้งสาลีทั้งหมดโดยใช้สูตรโรตีกรอบที่ผ่านการคัดเลือกจากงานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์โรตีกรอบเสริมแป้งถั่วเหลือง (หทัยชนก นวลใย และคณะ, 2560)

ซึ่งมีส่วนผสมและวิธีการทดลองดังนี้ ส่วนผสม ได้แก่ แป้งสาลีอเนกประสงค์ เกลือป่น น้ำมันพืช กะทิสด น้ำตาล น้ำ นมข้นหวาน นมข้นจืด แป้งมันสำปะหลัง และเนยสด (หทัยชนก นวลใย และคณะ, 2560)

วิธีการทำโรตีกรอบ

1. นำ เกลือ นมข้นหวาน นมข้นจืด น้ำ กะทิ ผสมเข้าด้วยกัน ผสมกันกับเกลือ จนละลาย
2. ใส่แป้งลงไปผสมกับของเหลวที่ผสมเอาไว้ นวดให้เข้ากันจนเนื้อแป้งเนียน
3. แล้วนำแป้งที่ได้มาพักไว้ประมาณ 20 นาที
4. นำแป้งที่ได้แล้วมาแบ่งเป็นก้อนกลมๆ
5. นำน้ำมัน กับ เนย มาผสมเข้าด้วยกัน แล้วนำมาทาที่แป้ง
6. เมื่อได้ก้อนแป้งแล้วพักไว้ 15 นาที
7. ทำแป้งชั้นใน โดยการนำน้ำมันกับแป้งมันสำปะหลังมาผสมเข้าด้วยกัน ในส่วนที่เท่ากัน
8. แล้วนำแป้งชั้นนอกมาห่อแป้งชั้นใน แล้วม้วนเป็นแท่งกลมๆ
9. เมื่อได้แป้งเป็นแท่งกลมๆ แล้วนำมาตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วรีดให้ได้แผ่นแป้งที่บาง แล้วนำไปทอดด้วยไฟปานกลางจนกรอบเหลือง แล้วนำโรตีกรอบไปเคลือบน้ำตาล

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยผู้ประเมินที่เป็นนักศึกษาคหกรรมศาสตร์ จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์โรตีกรอบที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดเพื่อทำการทดลองใน วัตถุประสงค์ถัดไป

2. ศึกษาปริมาณการเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลือง

นำผงเครื่องแกงมัสมั่นมาเสริมในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ ที่ได้รับการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 1 โดยเสริมในปริมาณร้อยละ 2 4 และ 6 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม โดยผู้ประเมินที่เป็นนักศึกษาคหกรรมศาสตร์ จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการให้ คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์โรตีกรอบที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดเพื่อทำการทดลองใน วัตถุประสงค์ถัดไป

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น

นำผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองที่ได้รับการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 2 มาทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม ผู้ประเมินเป็นผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน โดยใช้แบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองที่ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน ข้อมูลการบริโภคโรตีกรอบกากถั่วเหลือง และเครื่องแกงมัสมั่น และการยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) โดยให้คะแนนความชอบตั้งแต่ 1 ถึง 5

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบที่ผลิตจากการใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีได้ที่ระดับร้อยละ 5 และเสริมเครื่องแกงมัสมั่นร้อยละ 2 โดยทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น จำนวน 150 คน โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้วิธี 5-point hedonic scale

1. ข้อมูลทางประชากร

ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคเพศชาย 39 คน ร้อยละ 30 เพศหญิง 111 คน ร้อยละ 70 ซึ่งส่วนใหญ่แล้วร้อยละ 87 มีอายุระหว่าง 18-25 ปี รองลงมาร้อยละ 6 มีอายุระหว่าง 26-35 ปี โดยอาชีพนักศึกษาร้อยละ 80 มีธุรกิจส่วนตัวหรือค้าขายร้อยละ 11 ผู้บริโภคส่วนใหญ่แล้วร้อยละ 85 อยู่ในระดับปริญญาตรี รองลงมาร้อยละ 8 มัธยมศึกษา และส่วนใหญ่ร้อยละ 68 ต่ำกว่า 5,000 บาท รองลงมาร้อยละ 16 5,000-10,000 บาท ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	30
หญิง	70
อายุ	
ต่ำกว่า 18	1
18-25 ปี	87
26-35 ปี	7
36-45 ปี	1
46-55 ปี	2
55 ปีขึ้นไป	1
อาชีพ	
นักเรียน	1
นักศึกษา	80
พนักงานบริษัท	-
ธุรกิจส่วนตัว/ ค้าขาย	11
ข้าราชการ/ พนักงานราชการ	3
เกษตรกร	1
พ่อบ้าน/ แม่บ้าน	-
พนักงานประจำ/ พนักงานชั่วคราว (ลูกจ้าง)	3
อื่นๆ	-
ระดับการศึกษา	
ประถมศึกษา	1
มัธยมศึกษา/ ปวช.	9
อนุปริญญา/ ปวส.	3
กำลังศึกษาปริญญาตรี/ ปริญญาตรี	85
สูงกว่าปริญญาตรี	2
อื่นๆ	-
รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 5,000 บาท	69
5,000-10,000 บาท	16
10,001-15,000 บาท	7
มากกว่า 15,000 ขึ้นไป	9

2. ข้อมูลการบริโภค

ข้อมูลการบริโภคการใช้แป้งกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 99 ที่เคยรับประทานโรตีกรอบ โดยส่วนใหญ่ชอบรับประทานโรตีกรอบเคลือบน้ำตาลร้อยละ 80 รองลงมาโรตีกรอบจากแป้งสาลีร้อยละ 29 และชอบรับประทานโรตีกรอบแล้วแต่โอกาสร้อยละ 75 รองลงมา 1 ครั้ง/สัปดาห์ร้อยละ 15 โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภครับประทานโรตีกรอบความชอบจากรสชาติอร่อยร้อยละ 77 รองลงมาราคาไม่แพงร้อยละ 55 ซึ่งผู้บริโภคโดยทั่วไปเลือกซื้อโรตีกรอบจากร้านสะดวกซื้อร้อยละ 66 รองลงมาจากตลาดสดร้อยละ 45 มีผู้ที่เคยรับประทานแป้งกากถั่วเหลืองร้อยละ 26 และไม่เคยรับประทานร้อยละ 74 ในรูปแบบการรับประทานแป้งกากถั่วเหลืองในขนมหวานร้อยละ 26 เหตุผลในการรับประทานแป้งกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์คือ ความแปลกใหม่ร้อยละ 15 รองลงมาการใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้ร้อยละ 8 และผู้ที่เคยรับประทานแกงมัสมั่นร้อยละ 91 มีรูปแบบที่เคยรับประทาน แกงมัสมั่นร้อยละ 87 มีเหตุผลในการรับประทานเครื่องแกงมัสมั่นหรือผลิตภัณฑ์จากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมเครื่องแกงมัสมั่น เพราะอร่อยร้อยละ 56 รองลงมาคุณค่าทางโภชนาการร้อยละ 24 จากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองของผู้บริโภคทั่วไป ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 91 โดยให้การยอมรับด้วย 4 เหตุผล คือ รสชาติแปลกใหม่ อร่อย สะดวกในการบริโภค และมีคุณค่าทางอาหาร เพิ่มขึ้น ในขณะบริโภคยินดีซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่ายในราคาถุงละ 10 บาท คิดเป็นร้อยละ 91 และ ไม่แน่ใจจะซื้อร้อยละ 7 โดยให้เหตุผลต้องการซื้อในราคา 10 บาท

ตารางที่ 2 ข้อมูลการบริโภคโรตีกรอบ

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
ท่านเคยรับประทานโรตีกรอบหรือไม่	
เคย	99
ไม่เคย	1
ท่านเคยรับประทานโรตีกรอบชนิดใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
โรตีกรอบจากแป้งสาลี	29
โรตีกรอบเคลือบน้ำตาล	80
โรตีกรอบเนยสด	19
อื่นๆ	-
ความถี่ในการรับประทานโรตีกรอบต่อสัปดาห์	
1 ครั้ง / สัปดาห์	15
2-3 ครั้ง / สัปดาห์	9
มากกว่า 2-3 ครั้ง / สัปดาห์	1
แล้วแต่โอกาส	75
เหตุผลในการรับประทานโรตีกรอบ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
ราคาไม่แพง	55
รสชาติอร่อย	77
หาซื้อได้ง่าย	39
สะดวกในการบริโภค	13
อื่นๆ	2
โดยทั่วไปท่านรับประทานโรตีกรอบจากแหล่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
ทำบริโภคเอง	4
ร้านสะดวกซื้อ	66
ห้างสรรพสินค้า	3
ตลาดสด	45
ศูนย์จำหน่ายสินค้า OTOP	21
อื่นๆ	1

ตารางที่ 3 ข้อมูลการบริโภคแป้งกากถั่วเหลืองและเครื่องแกงมัสมั่น

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
ท่านเคยรับประทานแป้งกากถั่วเหลืองหรือไม่	
เคย	26
ไม่เคย	74
รูปแบบของแป้งกากถั่วเหลืองที่เคยรับประทาน	
ขนมหวาน	26
อาหารคาว	-
อื่นๆ	-
เหตุผลในการรับประทานแป้งกากถั่วเหลืองหรือผลิตภัณฑ์จากแป้งกากถั่วเหลือง	
การใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้	8
ความแปลกใหม่	15
ความเคยชิน (รับประทานเป็นประจำ)	3
อื่นๆ	-
ท่านเคยรับประทานแกงมัสมั่นหรือไม่	
เคย	91
ไม่เคย	3
รูปแบบแกงมัสมั่นที่เคยรับประทาน	
แกงมัสมั่น	87
ใช้เป็นส่วนผสมในของหวาน	1
ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารคาว	11
อื่นๆ	-
เหตุผลที่รับประทานเครื่องแกงมัสมั่นหรือผลิตภัณฑ์จากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมเครื่องแกงมัสมั่น	
คุณค่าทางโภชนาการ	24
อร่อย	56
ความเคยชิน (รับประทานเป็นประจำ)	19
อื่นๆ	1

3. ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลือง

การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรองจากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก **ดังตารางที่ 4** โดยผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบร้อยละ 91 ด้วยเหตุผล 3 อันดับแรก คือ รสชาติแปลกใหม่ อร่อย และมีคุณค่าทางอาหาร ในขณะที่ผู้บริโภคยินดีซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่ายร้อยละ 91 **ดังตารางที่ 5**

ตารางที่ 4 ตารางการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปที่มีต่อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลือง

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**ระดับความชอบ**					**ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
	ชอบมาก	ชอบ	เฉยๆ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบมาก	
ลักษณะปรากฏ	33	94	13	-	-	4.11 ± 0.59
สี	51	85	4	-	-	4.31 ± 0.52
กลิ่น	46	81	13	-	-	4.23 ± 0.61
กลิ่นรส	42	81	17	-	-	4.17 ± 0.63
รสชาติ	22	95	22	1	-	4 ± 0.58
เนื้อสัมผัส	23	92	24	1	-	4.01 ± 0.58
ความชอบรวม	24	106	9	1	-	4.11 ± 0.58

หมายเหตุ: ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 5-point hedonic scale (n=150)

ตารางที่ 5 การยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่น

ข้อมูลการบริโภค	จำนวน (ร้อยละ)
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบโรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นหรือไม่	
ยอมรับ	91
ไม่ยอมรับ	3
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ เพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
อร่อย	62
รสชาติแปลกใหม่	81
สะดวกในการบริโภค	16
คุณค่าทางอาหาร	27
อื่นๆ	-
ท่านไม่ยอมรับเพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
ไม่คุ้นเคย	1
รสชาติไม่เป็นที่ชื่นชอบ	2
ลักษณะเนื้อสัมผัสแปลกไป	1
กลิ่นรสไม่พึงประสงค์	-
อื่นๆ	-
หากผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองเสริมผงเครื่องแกงมัสมั่นมีวางจำหน่าย (ดังตัวอย่าง) ในราคาถุงละ 10 บาท (7 ชิ้น) ท่านยินดีจะซื้อหรือไม่	
ซื้อ	91
ไม่ซื้อ	1
ไม่แน่ใจ	7

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น ผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 30 และเพศหญิงร้อยละ 70 มีอายุระหว่าง 18-25 ปี ส่วนใหญ่มีอาชีพนักศึกษา ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ระดับการศึกษาอยู่ในช่วงกำลังศึกษาปริญญาตรี/ปริญญาตรี ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่มีรายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วง ต่ำกว่า 5,000 บาท พบว่าผู้บริโภครับประทานโรตีกรอบร้อยละ 99 โดยความถี่รับประทานแล้วแต่โอกาสร้อยละ 75 มีเหตุผลในการรับประทานคือ มีรสชาติอร่อย ราคาที่ไม่แพง และหาซื้อได้ง่าย โดยที่ผู้บริโภคสามารถหาซื้อได้ตามร้านสะดวกซื้อ และตลาดสด ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่นร้อยละ 91 โดยผู้บริโภคให้เหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่นเพราะมีรสชาติแปลกใหม่ และอร่อย ผู้บริโภคร้อยละ 91 ยินดีที่จะซื้อผลิตภัณฑ์โรตีกรอบจากแป้งกากถั่วเหลืองรสเครื่องแกงมัสมั่น หากมีวางจำหน่ายในท้องตลาด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

เอกสารอ้างอิง

ยุพร พืชกมุทร. (2550). **การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลือง.** วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 15 เอกสาร วิจัย เสนอต่อคณะอุตสาหกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุภาวินี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ. (2557). **ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก**. วารสารวิทย์. กษ. 45(2)(พิเศษ): 453-456.

หทัยชนก นวลใย และคณะ. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์โรตีกรอบเสริมแป้งถั่วเหลือง**. รายงานวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

O'Toole, D. K. (1999). Characteristics and Use of Okara, the Soybean Residue from Soy Milk Production-A Review. **Journalof Agricultural and Food Chemistry**. 47. 363-371.

ผลของการเสริมแป้งกากมะพร้าวในไส้พัฟฟ์สังขยา

Effect of Coconut Meal Flour Supplement in Custard Puff Filling

พรชัย พุทธรักษ์[1] วาลิด อะหลี[2] กูราณี กุสุหลง[2] และศศิธร สุเหร็น[2]

Pornchai Puttarak[1] Walid Alee[2] Kuranee Kusulong[2] andSasithon Suren[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของไส้พัฟฟ์สังขยา ศึกษาปริมาณแป้งกากมะพร้าวที่เหมาะสมในไส้พัฟฟ์สังขยา โดยการเสริมแป้งกากมะพร้าวในปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 5-point hedonic scale จากการศึกษา พบว่า ไส้พัฟฟ์สังขยาสูตรพื้นฐานที่มีส่วนผสมของ ไข่เป็ด 500 กรัม น้ำตาลทราย 500 กรัม เกลือ 1.65 กรัม และกะทิ 500 กรัม ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก และปริมาณแป้งกากมะพร้าวที่ร้อยละ 10 ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก

คำสำคัญ: พัฟฟ์, สังขยา, แป้งกากมะพร้าว

Abstract

The objective of this research is to study the basic recipe of custard puff filling, to study the adequate quantity of coconut meal flour supplementation in the custard puff filling by implementing coconut meal flour in the amount of 10, 20, 30, 40 and 50 percent, to study sensory quality with 9-point hedonic scale and to study consumer's acceptance of the general consumers in Muang Songkhla District, Songkhla Province, a sample group of 150 people by using the 5-point hedonic scale. The study showed that the custard puff filling contained 500 grams of duck egg, 500 grams of sugar, 1.5 grams of salt and 500 grams of coconut milk has gained the highest acceptance in the range of medium to high levels and the tested comsumers gave the highest sensory acceptability of the amount of coconut meal flour at 10 percent with scores in the medium to high levels. The products were tested for acceptance of the general consumers in Muang Songkhla District, Songkhla Province. It was found that the tested consumers gave the highest sensory acceptability in the range of medium to high levels.

Key words: Puff, Custard, Coconut Meal Flour

[1]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

***Corresponding author, E-mail:** chaitarak414@gmail.com

บทนำ

สังขยา เป็นขนมชนิดหนึ่งของไทยทำจาก ไข่ น้ำตาล และกะทิ นำมากวนให้เข้ากัน ใช้ทาขนมปังหรือใช้เป็นไส้ของขนม ในประเทศมาเลเซียและประเทศอินโดนีเซีย มีขนมลักษณะเดียวกันนี้ เรียกว่า “กายาหรือศรีกายา” เป็นขนมที่มีลักษณะข้นเหมือนสังขยา รับประทานควบคู่กับขนมปังและใช้เป็นไส้ขนมได้ด้วย ซึ่งมีส่วนผสมหลักเป็นไข่ กะทิ และน้ำตาลเคี่ยวให้เข้ากัน นิยมใส่ใบเตยให้เป็นสีเขียวอ่อนหรือใช้สีธรรมชาติจากไข่แดง (พจน์ สัจจะ, 2555)

กากมะพร้าวเป็นวัตถุดิบที่ได้จากการสกัดน้ำมันมะพร้าวหรือจากการคั้นกะทิ กากมะพร้าวที่เหลือจะถูกนำไปทำอาหารสัตว์หรือไม่ก็ทิ้งไปโดยไม่ค่อยมีการนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ซึ่งจากการศึกษาพบว่ากากมะพร้าวยังมีคุณค่าทางโภชนาการหลงเหลืออยู่ มีโปรตีน 21.50 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยอาหาร 10.86 เปอร์เซ็นต์ไขมัน 8.54 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 7.11 เปอร์เซ็นต์ และยังมีกรดอะมิโนที่สำคัญ เช่น อาร์จินีน ลูซีน ฯลฯ จากการส่งออกกะทิสำเร็จรูปจะเห็นได้ว่า โรงงานอุตสาหกรรมมะพร้าวของประเทศไทยมีการผลิตเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีส่วนเหลือใช้ที่ได้จากการคั้นมะพร้าว คือ กากมะพร้าว ซึ่งส่วนใหญ่จะไว้ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์ (ประพจน์ มลิวัลย์, 2551) หากมีการพัฒนานำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สามารถนำมาเพิ่มมูลค่า เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากากมะพร้าวที่เหลือทิ้ง โดยการแปรรูปเป็นแป้งกากมะพร้าว เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับกากมะพร้าว ด้วยวิธีการเสริมแป้งกากมะพร้าวในไส้พัฟฟ์สังขยา เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับกากมะพร้าว และเป็นทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภคต่อไป

ดั้งนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำแป้งกากมะพร้าว มาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยา เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของไส้พัฟฟ์สังขยา จากนั้นศึกษาปริมาณแป้งกากมะพร้าวที่เหมาะสมในไส้พัฟฟ์สังขยา เพื่อเพิ่มมูลค่าและขยายการใช้ประโยชน์ของแป้งกากมะพร้าวจากกากมะพร้าวที่เหลือทิ้ง และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยาเสริมแป้งกากมะพร้าว

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสูตรพื้นฐานของไส้พัฟฟ์สังขยา

นำสูตรพื้นฐานของไส้พัฟฟ์สังขยาทั้ 3 สูตรมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบที่เป็นนักศึกษาหลักสูตรวิทยาสาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 50 คน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ความเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ทำการคัดเลือกไส้พัฟฟ์สังขยาที่ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด เพื่อทำการทดสอบในวัตถุประสงค์ถัดไป ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานไส้พัฟฟ์สังขยาทั้ง 3 สูตร

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
1. ไข่เป็ด	500 กรัม	750 กรัม	500 กรัม
2. น้ำตาลทราย	500 กรัม	500 กรัม	250 กรัม
3. เกลือ	1.65 กรัม	1.65 กรัม	1.65 กรัม
4. กะทิ	500 กรัม	1,000 กรัม	500 กรัม

ที่มา : สูตรที่ 1 จาก สิรินีร์ แซ่ตัน (2556)

สูตรที่ 2 จาก สุนิษา หลงละเลิง (2561)

สูตรที่ 3 จาก เกศยา ยงภูมิพุทธา และคณะ (2552)

ขั้นตอนและวิธีการทำไส้พัฟฟ์สังขยา

นำไข่เป็ด เกลือ และน้ำตาล มาขยำรวมกันจนน้ำตาลละลายหมด นำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง

↓

นำส่วนผสมทั้งหมดและน้ำกะทิใส่หม้อตุ๋นกวนด้วยไฟอ่อน 40 นาที จนส่วนผสมของไส้สังขยาข้นเหนียว

↓

ยกลงจากเตา พักไว้ให้เย็น

2. ศึกษาปริมาณแป้งกากมะพร้าวที่เหมาะสมในไส้พัฟฟ์สังขยา

นำแป้งกากมะพร้าวมาเสริมในไส้สังขยาในปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของปริมาณน้ำหนักส่วนผสมไส้สังขยาทั้งหมด ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากนั้นนำผลการทดสอบการยอมรับมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้านค่าเฉลี่ย และส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ทำการคัดเลือกไส้สังขยาเสริมแป้งกากมะพร้าวที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนและวิธีการเตรียมแป้งกากมะพร้าว

นำกากมะพร้าว ที่เหลือจากการคั้นน้ำกะทิออก คัดเฉพาะที่มีสีขาวเท่านั้น

↓

นำไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อน 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง พักไว้ให้เย็น

↓

จากนั้นนำกากมะพร้าวไปบดด้วยเครื่องปั่นของแห้ง ครั้งละ 8 วินาที จำนวน 5 รอบ

↓

นำไปร่อนด้วยตะแกรงร่อนแป้งขนาด 60 เมท จะได้ส่วนที่เป็นแป้งกากมะพร้าว

ที่มา: ชญาภัทร กี่อาริโย และคณะ (2556)

องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกากมะพร้าวและแป้งสาลี

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกากมะพร้าวและแป้งสาลี

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	**แป้งมะพร้าว**	**แป้งสาลี**
ความชื้น	6.23	11.16
โปรตีน	5.20	8.17
คาร์โบไฮเดรต	57.70	79.15
ไขมัน	29.4	1.08
เถ้า	1.48	0.43

ที่มา: ชญาภัทร กี่อาริโย และคณะ (2556)

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยาเสริมแป้งกากมะพร้าว

นำผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยาเสริมแป้งกากมะพร้าวที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 150 คน โดยใช้แบบทดสอบการยอมรับประสาทสัมผัสด้วยวิธี 5-point hedonic scale และจากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้านค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานไส้พัฟฟ์สังขยา 3 สูตร

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ความเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า ไส้พัฟฟ์สังขยา สูตรที่ 1 ของสิรินีร์ แซ่ตัน (2556) ที่มีส่วนผสมของ ไข่เป็ด 500 กรัม น้ำตาลทราย 500 กรัม เกลือ 1.65 กรัม และกะทิ 500 กรัม ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด โดยมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม สูงกว่าไส้พัฟฟ์สังขยา สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก จึงคัดเลือกไส้พัฟฟ์สังขยา สูตรที่ 1 เพื่อทำการทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป ดังตารางที่ 3

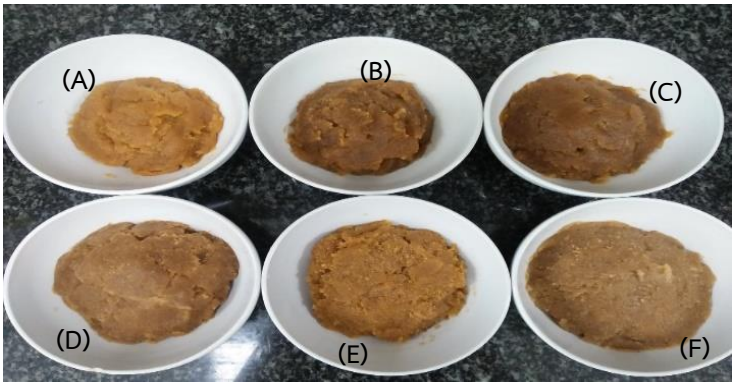
ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไส้พัฟฟ์สังขยาสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ	78.7±03.1[a]	7.24±1.13[b]	98.6±97.0 [b]
สี	86.7±0.92 [a]	7.28±1.06[b]	02.7± 05.1[b]
กลิ่น	7.40±0.92 [a]	7.22±0.61[ab]	98.6±65.0[b]
กลิ่นรส	7.76±0.98 [a]	7.08±0.92 [b]	94.6±95.0[b]
รสชาติ	8.02±0.76 [a]	7.32±0.91 [b]	06.7±99.0 [b]
เนื้อสัมผัส	7.88±0.84 [a]	7.42±0.85 [b]	16.7 ±93.0 [b]
ความชอบโดยรวม	8.08±0.75[a]	7.46±0.83[b]	7.06±1.01[c]

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณแป้งกากมะพร้าวที่เหมาะสมในไส้พัฟฟ์สังขยา



ภาพที่ 1 ไส้สังขยาเสริมแป้งกากมะพร้าว (A สูตรควบคุม) 0, (B) ร้อยละ 10, (C) ร้อยละ 20, (D) ร้อยละ 30, (E) ร้อยละ 40, (F) ร้อยละ 50

จากการศึกษาปริมาณแป้งกากมะพร้าวที่เหมาะสมในไส้พัฟฟ์สังขยา ที่ปริมาณ ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ ร้อยละ 50 ของน้ำหนักส่วนผสมไส้สังขยาสูตรพื้นฐานทั้งหมด ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับการเสริมแป้งกากมะพร้าวที่ปริมาณ ร้อยละ 10 สูงสุด มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม สูงกว่า การเสริมแป้งกากมะพร้าวที่ร้อยละ 20, 30, 40 และร้อยละ 50 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งมีคะแนนการยอมรับ อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อทำการเสริมแป้งกากมะพร้าวในระดับที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เนื้อสัมผัสของไส้สังขยาแห้งจนเกินไป ด้านกลิ่น กลิ่นรส เมื่อทำการเสริมแป้งกากมะพร้าวในระดับที่เพิ่มขึ้น ทำให้กลิ่นของมะพร้าวกลบกลิ่นของไส้สังขยา สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชญาภัทร์ กี่อารีโย และคณะ (2556) ที่ได้ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากมะพร้าวในผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮลวีท ที่ 3 ระดับคือ ร้อยละ 15 20 และ 25 ของน้ำหนักแป้ง ใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ทดสอบ ชิมจำนวน 12 คน 2 ซ้ำ ด้านกลิ่น พบว่าเมื่อทดแทนในระดับมากขึ้นทำให้กลิ่นของเนยสดลดลง ด้านรสชาติ พบว่า การเพิ่มปริมาณทดแทนที่มากขึ้น ทำให้คะแนนความชอบด้านรสชาติลดลง ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า การเพิ่มปริมาณการทดแทนผลิตภัณฑ์ส่งผลทำให้เนื้อสัมผัสของขนมปังนั้นมีความเหนียวลดลง

ด้วยเหตุนี้จึงคัดเลือกผลการเสริมแป้งกากมะพร้าวในผลิตภัณฑ์ไส้สังขยาที่ร้อยละ 10 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปริมาณแป้งกากมะพร้าวที่เหมาะสมในไส้สังขยา

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบปริมาณแป้งกากมะพร้าว				
	10	20	30	40	50
ลักษณะปรากฏ	8.24±0.87^{a}	7.80±0.85^{b}	7.38±0.83^{c}	6.94±0.71^{d}	6.74±0.77^{d}
สี	7.98±0.86^{a}	7.56±0.81^{b}	7.10±0.73^{c}	6.76±0.77^{d}	6.54±0.76^{d}
กลิ่น	8.16±0.76^{a}	7.50±0.83^{b}	6.94±0.76^{c}	6.96±0.80^{c}	6.84±0.88^{c}
กลิ่นรส	8.20±0.75^{a}	7.44±0.90^{b}	6.88±0.79^{c}	6.86±0.83^{c}	6.62±0.83^{c}
รสชาติ	8.38±0.83^{a}	7.44±0.86^{b}	6.88±0.87^{c}	6.66±0.79^{cd}	6.36±0.74^{d}
เนื้อสัมผัส	8.38±0.72^{a}	7.54±0.90^{b}	6.78±0.84^{c}	6.46±0.64^{c}	6.52±0.86^{c}
ความชอบโดยรวม	8.42±0.73^{a}	7.60±0.78^{b}	7.00±0.69^{c}	6.66±0.77^{d}	6.56±0.86^{d}

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยาเสริมแป้งกากมะพร้าว

นำผลิตภัณฑ์ มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในอำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน โดยใช้แบบสอบถามด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภค และข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ โดยใช้แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส 5-point hedonic scale พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นมากที่สุด เนื่องจากแป้งกากมะพร้าวเมื่อนำไปอบจะมีกลิ่นหอมจากน้ำมันของมะพร้าว ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์พัฟฟ์สังขยาเสริมแป้งกากมะพร้าว

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับความชอบ (จำนวนคน)					ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ชอบมาก	ชอบ	เฉย ๆ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบมาก	
ลักษณะปรากฏ	60	76	14	-	-	4.26±0.66
สี	60	80	10	-	-	4.29±0.62
กลิ่น	78	60	12	-	-	4.44±0.63
กลิ่นรส	68	72	10	-	-	4.38±0.61
รสชาติ	72	62	16	-	-	4.37±0.67
เนื้อสัมผัส	46	92	10	2	-	4.21±0.61
ความโดยชอบรวม	78	64	8	-	-	4.48±0.59

หมายเหตุ: ทดสอบประสาทสัมผัสด้วย (5-point hedonic scale) (N=150)

สรุปผลการวิจัย

ไส้พัฟฟ์สังขยา สูตรที่ 1 ของสิรินีร์ แซ่ตัน (2556) ที่มีส่วนผสมของ ไข่เป็ด 500 กรัม น้ำตาลทราย 500 กรัม เกลือ 1.65 กรัม และกะทิ 500 กรัม ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับการเสริมแป้งกากมะพร้าวที่ปริมาณ ร้อยละ 10 สูงสุด ซึ่งมีคะแนนการยอมรับ อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก และผู้บริโภคทั่วไปในจังหวัดสงขลา ให้คะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก

บรรณานุกรม

เกศยา ยงภูมิพุทธา และสุดารัตน์ กระแสสินธุ์. (2552). **ครัวการอาชีพวังไกลกังวล.** โครงการ e-Leaming เพื่อพัฒนาอาชีพตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. ประจวบคีรีขันธ์.

ชญาภัทร กี่อาริโย ถนนท์ แดงสังวาลย์ และศศิธร ป้อมเชียงพิณ. (2556). **การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ด้วยแป้งมะพร้าวจากส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการสกัดน้ำมันออก.** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพมหานคร.

ทรงวุฒิ ทานันท์ พัชรีพร อุทา และฐานุตรา โวยเหยื่อ. (2555). **คุกกี้ทูเลย์จากแป้งกากมะพร้าว.** วิทยาลัยอาชีวศึกษาจังหวัดเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. เชียงราย.

นัดดา หงส์วิวัฒน์. (2550). **เบเกอรี่เป็นอาชีพ.** ม.ป.ท. สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพมหานคร.

ประพจน์ มลิวัลย์ สมคิด ชัยเพชร และพิน นวลศรีทอง. (2551). **การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกากมะพร้าวในไก่พื้นเมือง.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

พจน์ สัจจะ. (2555). สังขยามาจากไหน. **ครัว.** ปีที่ 19 ฉบับที่ 217 กรกฎาคม 91-95.

สิรินีย์ แซ่ตัน. (2556). **ตำราประกอบการสอน วิชาอาหาร-ขนม.** วิทยาลัยสารพัดช่างตรัง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 กระทรวงศึกษาธิการ. จังหวัดตรัง.

สมการไดโอแฟนไทน์ $4^x + p(7^y) = z^2$ โดยที่ p เป็นจำนวนเฉพาะคี่

On The Diophantine Equations $4^x + p(7^y) = z^2$ where p is an odd prime number

ธนากร แก้วทับทิม[1] และสานิตย์ ฤทธิเดช[2*]

Thanakorn Kaewtubtim[1] and Sanit Rithidej[2*]

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x + p(7^y) = z^2$ โดยที่ p ที่เป็นจำนวนเฉพาะคี่ และ x, y และ z ที่เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ ซึ่งจะใช้เทคนิคพื้นฐานในการหาผลเฉลย

คำสำคัญ: สมการไดโอแฟนไทน์, สมภาค, มอดุโล, จำนวนเฉพาะ

Abstract

In this paper, we investigate solutions of Diophantine equation $4^x + p(7^y) = z^2$ where p is an odd prime number and x, y and z are non-negative integers using elementary techniques.

Keywords: Diophantine equations, Congruence, Modulo, Prime number

[1]นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 90000

[2]อาจารย์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 90000

[**]Corresponding author: Tel: 074-260260 ext. 5512. E-mail address: sanit.ri@skru.ac.th

บทนำ

สมการไดโอแฟนไทน์เป็นสมการที่ได้ศึกษากันอย่างมากมายในหลายรูปแบบ และรูปแบบที่ได้ศึกษากันอย่างกว้างขวาง คือ สมการที่อยู่ในรูป $a^x + b^y = z^2$ โดยพิจารณาค่า a และ b

Acu (2007, pp. 145-148) ได้ศึกษาผลเฉลยของสมการไดโอแฟนไทน์ $2^x + 5^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) คือ $(3, 0, 3)$ และ $(2, 1, 3)$

Suvarnamani (2011, pp. 1415-1419) ได้ศึกษาผลเฉลยของสมการไดโอแฟนไทน์ $2^x + p^y = z^2$ เมื่อ x, y, z เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบและ p เป็นจำนวนเฉพาะ

Chotchaisthit (2012, pp. 191-193) ได้ศึกษาผลเฉลยทั้งหมดที่เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบของสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x + p^y = z^2$ โดยที่ p เป็นจำนวนเฉพาะซึ่งปรากฏว่าเป็นสมการไดโอแฟนไทน์ที่ไม่มีผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ

Ninrata (2013) ได้ศึกษาผลเฉลยทั้งหมดของสมการไดโอแฟนไทน์ $3^x + 2(5^y) = z^2$ ซึ่งต่อมาได้มีการศึกษาจากกลุ่มนักคณิตศาสตร์หลายท่านเพื่อหาผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบของสมการไดโอแฟนไทน์ในรูปแบบแตกต่างกันออกไป

Laipaporn, Wananiyakul, and Khachorncharoenkul (2019) ได้สร้างสมการไดโอแฟนไทน์ $3^x + p(5^y) = z^2$ โดยที่ p เป็นจำนวนเฉพาะคี่ซึ่งมีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบมากมายนับไม่ถ้วน

และต่อมา Suvarnamani, Singta, and Chotchaisthit (2011, p. 25-28) ได้ศึกษาสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x + 7^y = z^2$ และ $4^x + 11^y = z^2$ ซึ่งปรากฏว่าเป็นสมการไดโอแฟนไทน์ที่ไม่มีผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ

ในงานวิจัยนี้ จึงได้ศึกษาสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x + 7^y = z^2$ โดยกำหนดให้ สมการไดโอแฟนไทน์ให้อยู่ในรูป $4^x + p(7^y) = z^2$ โดยที่ p เป็นจำนวนเฉพาะคี่ และ $p \neq 7$ และ x, y, z เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ และหาผลเฉลยของสมการดังกล่าว

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาและค้นคว้าปัญหาของงานวิจัย ความรู้พื้นฐานต่าง ๆ และมีบทตั้งที่เกี่ยวข้องดังนี้

บทตั้ง 1 (Dirichlet, 1837 as cited in Pete) ถ้า $a, N \in \mathbb{Z}^+$ โดยที่ $\gcd(a, N) = 1$ แล้ว จะมีจำนวนเฉพาะ p มากมายนับไม่ถ้วน เมื่อ $p \equiv a (\mathrm{mod}\, N)$

บทตั้ง 2 (Fergy and Rabago, 2013) สมการไดโอแฟนไทน์ $p^y + 1 = z^2$ ไม่มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ เมื่อ p เป็นจำนวนเฉพาะ และ $p > 3$

ซึ่งต่อมาได้ทำการหาผลเฉลยสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x + p(7^y) = z^2$

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

พิจารณาสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x + p(7^y) = z^2$ ในกรณีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้โดยใช้บทตั้งที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อใช้ในการพิสูจน์

เราจะพิจารณาสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x + p(7^y) = z^2$ ในกรณี $x = 0$

บทตั้ง 3 สำหรับ y และ z ที่เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ และ p ที่เป็นจำนวนเฉพาะคี่ สมการไดโอเฟนไทน์

$$1 + p(7^y) = z^2 \tag{1}$$

มีผลเฉลยทั้งหมดคือ $(y,z,p) \in \{(0,2,3),(1,6,5),(2,48,47)\} \cup A$

โดยที่ $A = \{(y, 7^y - 1, 7^y - 2) \mid p$ เป็นจำนวนเฉพาะที่ $7^y - 2 \equiv 2 (\mathrm{mod}\, 3)$ โดยที่ $y \geq 3\}$

พิสูจน์ พิจารณา $p = 7$ จากสมการ (1) จะได้

$$7^{y+1} + 1 = z^2$$

จากบทตั้ง 2 จะได้ว่า สมการไดโอเฟนไทน์ไม่มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ

ต่อไปเราจะพิจารณา $p \neq 7$ และพิจารณา z เป็น 2 กรณี โดยจากสมการ (1) จะได้

$$p(7^y) = z^2 - 1 = (z-1)(z+1) \tag{*}$$

กรณี 1 ถ้า $z-1=1$ จะได้ว่า $z+1=3$ และจากสมการ (*) จะได้

$$p(7^y) = 1 \cdot 3$$

ดังนั้น $p = 3, 7^y = 1$ และจะได้ $y = 0$

นั่นคือ ผลเฉลยของสมการ (1) คือ $(y,z,p) = (0,2,3)$

กรณี 2 ถ้า $z-1>1$ เราจะพิจารณาเป็น 2 กรณีย่อยดังต่อไปนี้

กรณี 2.1 ให้ $p \mid (z-1)$ จะได้ว่า $p \nmid z+1$

และสมมติให้ $7^y \mid (z-1)$ จะได้ $7^y \nmid (z+1)$

เนื่องจาก $p \mid (z-1)$ และ $(p, 7^y) = 1$ จะได้ว่า $p(7^y) \mid (z-1)$

จากสมการ (*) จะได้ว่า $(z-1) \mid p(7^y)$ ดังนั้น

$p(7^y) = (z-1)$ และจะได้ว่า $z+1=1$

ทำให้ $z=0$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้

ดังนั้น $7^y \nmid (z-1)$

จากสมการ (*) จะได้ $p = z-1$ และ $7^y = z+1$

นั่นคือ $z = 7^y - 1$ และ $p = (7^y - 1) - 1 = 7^y - 2$

พิจารณา ถ้า $y < 3$ จะได้ ผลเฉลยของสมการ (1) คือ $(y,z,p) = \{(1,6,5),(2,48,47)\}$ และพิจารณา $y \geq 3$ จะได้ว่า $7^y \equiv 1 (\mathrm{mod}\, 3)$ และ $p = 7^y - 2 \equiv (-1) \equiv 2 (\mathrm{mod}\, 3)$

ดังนั้น ในกรณี 2.1 มีผลเฉลยมากมายนับไม่ถ้วนที่อยู่ในรูปของ $(y,z,p) = (y, 7^y - 1, 7^y - 2)$ โดยที่ $7^y - 2$ เป็นจำนวนเฉพาะ สำหรับทุก $y \geq 3$

กรณี 2.2 ให้ $p \mid (z+1)$ ในทำนองเดียวกับกรณี 2.1 สมมติให้ $7^y \mid (z+1)$ จะได้ว่า

$p(7^y) = (z+1)$ และ $z-1=1$

ทำให้ $z=2$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้

ดังนั้น $7^y \nmid (z+1)$

จากสมการ (*) จะได้ $p = z+1$ และ $7^y = z-1$

นั่นคือ $z = 7^y + 1$ และ $p = (7^y + 1) + 1 = 7^y + 2$

พิจารณา ถ้า $y < 3$ จะได้ว่า ไม่มีผลเฉลยของจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ และ p เป็นจำนวนเฉพาะและ

พิจารณา ถ้า $y \geq 3$ จะได้ว่า $7^y \equiv 1 (\mathrm{mod}\, 3)$

นั่นคือ $p = 7^y + 2 \equiv 0 (\mathrm{mod}\, 3)$

ดังนั้น ในกรณี 2.2 สมการ (1) ไม่มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ เมื่อ $y \geq 1$

ดังนั้น สมการไดโอแฟนไทน์ $1 + p(7^y) = z^2$ มีผลเฉลยทั้งหมด คือ $(y,z,p) \in \{(0,2,3),(1,6,5),(2,48,47)\} \cup A$

โดยที่ $A=\{(y,7^y-1,7^y-2)\mid p$ เป็นจำนวนเฉพาะที่ $7^y-2\equiv 2(\mathrm{mod}\,3)$ โดยที่ $y\geq 3\}$

ต่อไปเราจะพิจารณาสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x+p(7^y)=z^2$ ในกรณี $y=0$

บทตั้ง 4 สำหรับ x และ z ที่เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ และ p ที่เป็นจำนวนเฉพาะคี่ สมการไดโอเฟนไทน์

$$4^x+p=z^2 \qquad (2)$$

มีผลเฉลยทั้งหมดคือ $(x,z,p)\in A$ โดยที่ $A=(x,z,p)=(x,2(4^{\frac{x-1}{2}})+1,4(4^{\frac{x-1}{2}})+1)$, x เป็นจำนวนคี่ และ p เป็นจำนวนเฉพาะ ซึ่ง $p=4(4^{\frac{x-1}{2}})+1\equiv 2(\mathrm{mod}\,15)$

พิสูจน์ พิจารณาจากสมการ (2) จะได้

$$p=z^2-4^x \qquad (**)$$

ต่อไปเราจะพิจารณา x เป็น 2 กรณี ดังต่อไปนี้

กรณี 1 ให้ x เป็นจำนวนคู่ จะได้ $x=2k$ สำหรับทุก $k\in\mathbb{N}$ จากสมการ (**) จะได้ว่า

$$p=(z-4^k)(z+4^k)$$

เนื่องจาก $z+4^k\geq 4$ สำหรับทุก $k\in\mathbb{N}$ จะได้ว่า

$$z+4^k=p \text{ และ } z-4^k=1$$

พิจารณา $z=4^k+1$ จะได้

$$p=2(4^k)+1\equiv 0(\mathrm{mod}\,3)$$

ดังนั้น ในกรณี 1 สมการ (2) ไม่มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ

กรณี 2 ให้ x เป็นจำนวนคี่ จะได้ $x=2k+1$ สำหรับทุก $k\in\mathbb{N}\cup\{0\}$ จากสมการ (**) จะได้ว่า

$$p=(z-2^{2k+1})(z+2^{2k+1})$$

เนื่องจาก $z+2^{2k+1}\geq 2$ สำหรับทุก $k\in\mathbb{N}\cup\{0\}$ จะได้ว่า

$$z+2^{2k+1}=p \text{ และ } z-2^{2k+1}=1$$

พิจารณา $z-2^{2k+1}=1$ จะได้

$$p=4(4^k)+1\equiv 2(\mathrm{mod}\,3) \tag{3}$$

และเนื่องจาก $4\equiv -1(\mathrm{mod}\,5)$ จะได้ $4^k\equiv(-1)^k(\mathrm{mod}\,5)$

$$p\equiv 4\cdot(-1)^k+1(\mathrm{mod}\,5) \tag{4}$$

จากสมการ (4) เราจะพิจารณา k เป็น 2 กรณีดังต่อไปนี้

กรณี 1.1 ถ้า k เป็นจำนวนคี่ แล้ว จะได้ว่า

$$p\equiv 2(\mathrm{mod}\,5) \tag{5}$$

กรณี 1.2 ถ้า k เป็นจำนวนคู่ แล้ว จะได้ว่า

$$p\equiv 0(\mathrm{mod}\,5)$$

ดังนั้น k เป็นจำนวนคู่ สมการ (4) ไม่มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ

ดังนั้น จากสมการ (3) และ (5) จะได้ระบบสมภาคเชิงเส้นดังนี้

$$p\equiv 2(\mathrm{mod}\,3)$$

$$p\equiv 2(\mathrm{mod}\,5)$$

โดยทฤษฎีบทเศษเหลือชาวจีน จะได้ว่า $p\equiv 2(\mathrm{mod}\,15)$

ดังนั้น ในกรณี 2 จะได้ผลเฉลยของสมการ (2) มากมายนับไม่ถ้วน ซึ่งอยู่ในรูปของ

$$(x,z,p)=(x,2(4^{\frac{x-1}{2}})+1,4(4^{\frac{x-1}{2}})+1)$$

และ โดยบทตั้ง 1 จะได้ว่า $4(4^{\frac{x-1}{2}})+1$ เป็นจำนวนเฉพาะที่มีมากมายนับไม่ถ้วน โดยที่ x เป็นจำนวนคี่

ทฤษฎีบท 5 สมการไดโอแฟนไทน์

$$4^x+p(7^y)=z^2 \tag{6}$$

โดยที่ x, y และ z ที่เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ และ p ที่เป็นจำนวนเฉพาะคี่ และ $p\neq 7$ จะมีผลเฉลย ดังนี้

1. ถ้า $x=0$ และ $y=0$ แล้ว ผลเฉลย คือ $(x,y,z,p)=(0,0,2,3)$

2. ถ้า $x=0$ และ $y>0$ แล้ว ผลเฉลย คือ $(x,y,z,p)\in\{(0,1,6,5),(0,2,48,47)\}\cup A$

โดยที่ $A=\{(0,y,7^y-1,7^y-2)\mid p$ เป็นจำนวนเฉพาะที่ $7^y-2\equiv 2(\mathrm{mod}\,3)$ โดยที่ $y\geq 3\}$

3. ถ้า $x>0$ และ $y=0$ แล้ว ผลเฉลย คือ $(x,y,z,p)\in A$

โดยที่ $A=\{(x,0,2(4^{\frac{x-1}{2}})+1,4(4^{\frac{x-1}{2}})+1)\mid x$ เป็นจำนวนคี่ และ p เป็นจำนวนเฉพาะที่

$4(4^{\frac{x-1}{2}})+1\equiv 2(\mathrm{mod}\,15)\}$

4. ถ้า $x>0$ และ $y>0$ แล้ว ผลเฉลย คือ $(x,y,z,p)\in A\cup B\cup C$ โดยที่ x เป็นจำนวนคี่ และ

$$A=(x,y,z,p)=\left(x,y,2(4^{\frac{x-1}{2}})+1,\frac{4(4^{\frac{x-1}{2}})+1}{7^y}\right)$$ โดยที่ y เป็นจำนวนคู่ และ p เป็นจำนวนเฉพาะ

ซึ่ง $p=\dfrac{4(4^{\frac{x-1}{2}})+1}{7^y}\equiv 1(\mathrm{mod}\,4)$,

$$B=(x,y,z,p)=\left(x,y,2(4^{\frac{x-1}{2}})+1,\frac{4(4^{\frac{x-1}{2}})+1}{7^y}\right)$$ โดยที่ y เป็นจำนวนคี่ และ p เป็นจำนวนเฉพาะ

ซึ่ง $p=\dfrac{4(4^{\frac{x-1}{2}})+1}{7^y}\equiv 3(\mathrm{mod}\,4)$ และ

$C=(x,y,z,p)=(x,y,7^y+2(4^{\frac{x-1}{2}}),7^y+4(4^{\frac{x-1}{2}}))$ โดยที่ p เป็นจำนวนเฉพาะ

ซึ่ง $7^y+4(4^{\frac{x-1}{2}})\equiv 2(\mathrm{mod}\,3)$

5. ถ้า $x>0$ และ $y>0$ แล้ว ผลเฉลย คือ $(x,y,z,p)\in A\cup B\cup C$ โดยที่ x เป็นจำนวนคู่ และ

$$A=(x,y,z,p)=\left(x,y,4^{\frac{x}{2}}+1,\frac{2(4^{\frac{x}{2}})+1}{7^y}\right)$$ โดยที่ y เป็นจำนวนคู่ และ p เป็นจำนวนเฉพาะ

ซึ่ง $p=\dfrac{2(4^{\frac{x}{2}})+1}{7^y}\equiv 1(\mathrm{mod}\,8)$,

$B = (x, y, z, p) = \left(x, y, 4^{\frac{x}{2}} + 1, \frac{2(4^{\frac{x}{2}}) + 1}{7^y} \right)$ โดยที่ y เป็นจำนวนคี่ และ p เป็นจำนวนเฉพาะ

ซึ่ง $p = \frac{2(4^{\frac{x}{2}}) + 1}{7^y} \equiv 7 (\mathrm{mod}\, 8)$ และ

$C = (x, y, z, p) = (x, y, 7^y - 4^{\frac{x}{2}}, 7^y - 2(4^{\frac{x}{2}}))$ โดยที่ p เป็นจำนวนเฉพาะ ซึ่ง $7^y - 2(4^{\frac{x}{2}}) \equiv 2 (\mathrm{mod}\, 3)$

พิสูจน์ สำหรับ กรณีอื่น ๆ ผลเฉลยของสมการ (6) จะสอดคล้องกับบทตั้ง 2 และ 3 ต่อไปนี้ จะพิจารณากรณี $x > 0$ และ $y > 0$ โดยจากสมการ (6) จะได้

$$p(7^y) = z^2 - 4^x \qquad (***)$$

กรณี 1 ให้ x เป็นจำนวนคู่ จะได้ $x = 2k$ สำหรับทุก $k \in \mathbb{N}$ จากสมการ (***) จะได้ว่า

$$p(7^y) = (z - 4^k)(z + 4^k) \qquad (7)$$

กรณี 1.1 ถ้า $z - 4^k = 1$ จะได้ว่า $(z + 4^k) = p(7^y)$

ดังนั้น จะได้

$$p(7^y) \equiv 1 (\mathrm{mod}\, 8) \qquad (8)$$

และเนื่องจาก $7 \equiv (-1) (\mathrm{mod}\, 8)$ จะได้ว่า

$$7^y \equiv (-1)^y (\mathrm{mod}\, 8) \qquad (9)$$

นั่นคือ ถ้า y เป็นจำนวนคู่ จะได้ $p \equiv 1 (\mathrm{mod}\, 8)$ และถ้า y เป็นจำนวนคี่ จะได้ $p \equiv 7 (\mathrm{mod}\, 8)$

ดังนั้น ผลเฉลยของสมการ (6) คือ $\left(x, y, 4^{\frac{x}{2}}+1, \frac{2(4^{\frac{x}{2}})+1}{7^y}\right)$ โดยที่ x เป็นจำนวนคู่ และ y เป็นจำนวนคู่, p เป็นจำนวนเฉพาะ ซึ่ง $p=\frac{2(4^{\frac{x}{2}})+1}{7^y} \equiv 1(\bmod 8)$ และ $\left(x, y, 4^{\frac{x}{2}}+1, \frac{2(4^{\frac{x}{2}})+1}{7^y}\right)$ โดยที่ x เป็นจำนวนคู่, y เป็นจำนวนคี่ และ p เป็นจำนวนเฉพาะที่ $p=\frac{2(4^{\frac{x}{2}})+1}{7^y} \equiv 7(\bmod 8)$

กรณี 1.2 ให้ $p \mid (z-4^k)$ จะได้ $p \nmid (z+4^k)$

สมมติให้ $7^y \mid (z-4^k)$ จะได้ $7^y \nmid (z+4^k)$และเนื่องจาก $p \mid (z-4^k)$ และ $(p,7^y)=1$ จะได้ว่า $p(7^y) \mid (z-4^k)$ และจากสมการ (7) จะได้ว่า $(z-4^k) \mid p(7^y)$

ดังนั้น $p(7^y)=z-4^k$ และจะได้ว่า $z+4^k=1$

ดังนั้น $z=1-4^k$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้

ดังนั้น $7^y \nmid (z-4^k)$

จากสมการ (7) จะได้ว่า $z=7^y-4^k$ และ $p=7^y-2(4^k)$

และเนื่องจาก $7 \equiv 1(\bmod 3)$ จะได้ $7^y \equiv 1(\bmod 3)$ และ $4 \equiv 1(\bmod 3)$ จะได้

$$2(4^k) \equiv 2(\bmod 3)$$

ดังนั้น $p \equiv 2(\bmod 3)$

นั่นคือ ในกรณี 1.2 สมการ (6) มีผลเฉลยมากมายนับไม่ถ้วนที่อยู่ในรูปของ

$(x,y,z,p)=(x,y,7^y-4^{\frac{x}{2}},7^y-2(4^{\frac{x}{2}}))$ และจะได้ $p=7^y-2(4^{\frac{x}{2}})$ เป็นจำนวนเฉพาะ โดยที่ x เป็นจำนวนคู่

กรณี 1.3 ถ้า $z-4^k>1$ ให้ $p \mid (z+4^k)$ จะได้ $p \nmid z-4^k$ และ

ให้ $7^y \mid (z-4^k)$ จะได้ $7^y \nmid (z+4^k)$ จากสมการ (7) จะได้

$$p=z+4^k \text{ และ } 7^y=z-4^k$$

นั่นคือ $z = 7^y + 4^k$ และ $p = z + 4^k = 7^y + 2(4^k)$

เนื่องจาก $7 \equiv 1(\mathrm{mod}\,3)$ จะได้ว่า $7^y \equiv 1(\mathrm{mod}\,3)$ และ $4 \equiv 1(\mathrm{mod}\,3)$ จะได้ $2(4^k) \equiv 2(\mathrm{mod}\,3)$

ดังนั้น $p \equiv 0(\mathrm{mod}\,3)$

นั่นคือ ในกรณี 1.3 สมการ (6) ไม่มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ

กรณี 2 ให้ x เป็นจำนวนคี่ จะได้ $x = 2k+1$ สำหรับทุก $k \in \mathbb{N} \cup \{0\}$ จากสมการ (***) จะได้ว่า

$$p(7^y) = (z - 2^{2k+1})(z + 2^{2k+1}) \qquad (10)$$

กรณี 2.1 ถ้า $z - 2^{2k+1} = 1$ จะได้ว่า $z + 2^{2k+1} = p(7^y)$

นั่นคือ $z = 1 + 2(4^k)$ และ $p(7^y) = 4(4^k) + 1$ ซึ่งจะได้ $p(7^y) \equiv 1(\mathrm{mod}\,4)$ และจะได้ว่า
$7^y \equiv (-1)^y(\mathrm{mod}\,4)$

ดังนั้น ถ้า y เป็นจำนวนคู่ จะได้ $p \equiv 1(\mathrm{mod}\,4)$ และถ้า y เป็นจำนวนคี่ จะได้ $p \equiv 3(\mathrm{mod}\,4)$

นั่นคือ ผลเฉลยของสมการ (6) คือ $\left(x, y, 2(4^{\frac{x-1}{2}}) + 1, \frac{4(4^{\frac{x-1}{2}}) + 1}{7^y}\right)$ โดยที่ x เป็นจำนวนคี่, y เป็น
จำนวนคู่ และ p เป็นจำนวนเฉพาะ ซึ่ง $p = \frac{4(4^{\frac{x-1}{2}}) + 1}{7^y} \equiv 1(\mathrm{mod}\,4)$ และ
$\left(x, y, 2(4^{\frac{x-1}{2}}) + 1, \frac{4(4^{\frac{x-1}{2}}) + 1}{7^y}\right)$ โดยที่ x เป็นจำนวนคี่, y เป็นจำนวนคี่ และ p เป็นจำนวนเฉพาะ
ซึ่ง $p = \frac{4(4^{\frac{x-1}{2}}) + 1}{7^y} \equiv 3(\mathrm{mod}\,4)$

กรณี 2.2 ให้ $p \mid (z - 2^{2k+1})$ จะได้ $p \nmid (z + 2^{2k+1})$

สมมติให้ $7^y \mid (z - 2^{2k+1})$ จะได้ $z + 2^{2k+1} \equiv 2(2^{2k+1})(\mathrm{mod}\,7^y)$

ดังนั้น $7^y \nmid (z + 2^{2k+1})$

เนื่องจาก $p \mid (z - 2^{2k+1})$ จะได้ว่า $p(7^y) \mid (z - 2^{2k+1})$ และจากสมการ (*) จะได้ว่า

$$p(7^y) = z - 2^{2k+1} \text{ และ } z + 2^{2k+1} = 1$$

นั่นคือ $z = 1 - 2^{2k+1}$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้

ดังนั้น $7^y \nmid (z - 2^{2k+1})$

จากสมการ (10) จะได้ว่า

$$p = z - 2^{2k+1} \text{ และ } 7^y = z + 2^{2k+1}$$

นั่นคือ $z = 7^y - 2^{2k+1}$ และ $p = 7^y - 4(4^k)$ และเนื่องจาก $7 \equiv 1(\mathrm{mod}\,3)$ จะได้ $7^y \equiv 1(\mathrm{mod}\,3)$ และจะได้ $4(4^k) \equiv 4 \equiv 1(\mathrm{mod}\,3)$

ดังนั้น $p \equiv 0(\mathrm{mod}\,3)$

นั่นคือ ในกรณี 2.2 สมการ (6) ไม่มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ

กรณี 2.3 ถ้า $z - 2^{2k+1} > 1$ ให้ $p \mid (z + 2^{2k+1})$ จะได้ $p \nmid z - 2^{2k+1}$ และ

ให้ $7^y \mid (z - 2^{2k+1})$ จะได้

$$z - 2^{2k+1} \equiv 0(\mathrm{mod}\,7^y)$$

และ $$z + 2^{2k+1} \equiv 2(2^{2k+1})(\mathrm{mod}\,7^y)$$

ดังนั้น $7^y \nmid (z + 2^{2k+1})$

จากสมการ (10) จะได้

$$p = z + 2^{2k+1} \text{ และ } 7^y = z - 2^{2k+1}$$

นั่นคือ $z = 7^y + 2^{2k+1}$ และ $p = z + 4^k = 7^y + 4(4^k)$

เนื่องจาก $7 \equiv 1(\mathrm{mod}\,3)$ จะได้ว่า $7^y \equiv 1(\mathrm{mod}\,3)$ และจะได้ $4(4^k) \equiv 1(\mathrm{mod}\,3)$

นั่นคือ $p \equiv 2(\mathrm{mod}\,3)$ ดังนั้น ในกรณี 2.3 มีผลเฉลยมากมายนับไม่ถ้วนที่อยู่ในรูปของ

$(x, y, z, p) = (x, y, 7^y + 2(4^{\frac{x-1}{2}}), 7^y + 4(4^{\frac{x-1}{2}}))$ และจะได้ $7^y + 4(4^{\frac{x-1}{2}})$ เป็นจำนวนเฉพาะ โดยที่ x เป็นจำนวนคี่

ในส่วนนี้ เราจะทำการแสดงผลเฉลยเบื้องต้นที่ได้จากทฤษฎีบท 5 ซึ่งมีผลเฉลยมากมายนับไม่ถ้วน แต่เราได้ทำการแสดงผลเฉลยเบื้องต้นไว้ดังนี้

สำหรับ $x = 0$ และ $y > 0$ ซึ่ง สมมติให้ $y = 4$ จะได้ผลเฉลย คือ $(x, y, z, p) = (0, 4, 2400, 2399)$

สำหรับ $x > 0$ โดยที่ x เป็นจำนวนคี่ และ $y = 0$ จะได้ผลเฉลย คือ $(x, y, z, p) = (7, 0, 129, 257)$

สำหรับ $x > 0$ และ $y > 0$

ถ้า x เป็นจำนวนคู่ จะได้ผลเฉลย คือ $(x, y, z, p) = (8, 4, 2145, 1889)$

ถ้า x เป็นจำนวนคี่ จะได้ผลเฉลยคือ $(x, y, z, p) = (9, 3, 855, 1367)$

สรุปผลการวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้เราได้ศึกษาผลเฉลย (x, y, z, p) เมื่อ x, y และ z ที่เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ และ p ที่เป็นจำนวนเฉพาะคี่ของสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x + p(7^y) = z^2$ ซึ่งเราได้พบว่า มีผลเฉลยมากมายนับไม่ถ้วนโดยที่ p เป็นจำนวนเฉพาะคี่

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่สนับสนุนอุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Acu, D. (2007). On a Diophantine Equation. *General Mathematics*, *15*(4), 145-148.

Chotchaisthit, S. (2012). On the Diophantine Equation $4^x + p^y = z^2$ where p is a Prime Number. *American Journalof Mathematics and Sciences*, *1*(1), 191-193.

Fergy, J., & Rabago, T. (2013). A Note on Two Diophantine Equations $17^x + 19^y = z^2$ and $71^x + 73^y = z^2$. *Mathematical Journal of Interdisciplinary Sciences*, *2*(1), 19-24.

Laipaporn, K., Wananiyakul, S., & Khachorncharoenkul, P. (2019). *On the Diophantine Equation* $3^x + p5^y = z^2$. Nakhon Si Thammarat 80160, TH: School of Science Walailak University.

Makate, N., Srimud, K., & Supjaroen, W. (2019). On The Diophantine Equations $8^x + 61^y = z^2$ and $8^x + 67^y = z^2$. *Mathematical Journal*, *64*(697).

Ninrata, T. (2013). *On the Diophantine equation* $3^x + 2(5^y) = z^2$. Thailand, TH: Thaksin University.

Pete, L.C. Dirichlet's Theorem on primes in arithmetic progressions. http://math.uga.edu/□pete.pdf

Suvarnamani, A. (2011). Solutions of the Diophantine Equation $2^x + p^y = z^2$. *International Journal of Mathematical Sciences and Applications*, *1*(3), 1415-1419.

Suvarnamani, A., Singta, A., & Chotchaisthit, S. (2011). On two diophantine equations $4^x + 7^y = z^2$ and $4^x + 11^y = z^2$. *Science and Technology RMUTT Journal*, *1*(1), 25-28.

ผลบวกและผลคูณของจำนวนเพลล์และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ โดยวิธีเมทริกซ์

The sum and product of Pell numbers and Modified Pell numbers representation by matrix method

รุ่งทิวา จันทโร[1], สานิตย์ ฤทธิเดช[2*]

Rungthiwa Chantharo[1], Sanit Rithidej[2*]

บทคัดย่อ

จำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์แทนด้วย $\{P_n\}$ และ $\{q_n\}$ ตามลำดับ ให้ $\mathcal{W}_n = P_n \times q_n$ และ $\mathcal{M}_n = P_n + q_n$ ในบทความนี้ได้หาดีเทอร์มิแนนท์ เพอร์มาแนนท์ และสร้างเอกลักษณ์บางเอกลักษณ์ของ $\mathcal{W}_n$ และ $\mathcal{M}_n$ โดยใช้สูตรของบิเนต์ นอกจากนี้ยังสร้างสูตรผลบวกสำหรับจำนวนเหล่านี้

คำสำคัญ: จำนวนเพลล์, จำนวนโมดิฟายด์เพลล์, เมทริกซ์, สูตรของบิเนต์

Abstract

Denote by $\{P_n\}$ and $\{q_n\}$ the Pell numbers and Modified Pell numbers, respectively. Let $\mathcal{W}_n = P_n \times q_n$ and $\mathcal{M}_n = P_n + q_n$. In this paper, we create binet's formula, determinant, permanent and some identities involving of $\mathcal{W}_n$ and $\mathcal{M}_n$ by Binet's formula. Also, formulas for those numbers are presented.

Keywords: Pell number, Modified Pell number, Matrix, Binet's formula

[1] นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 90000

[2] อาจารย์ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 90000

[*] **Corresponding author, Tel:** 074-260260 ext. 5512. **E-mail:** sanit.ri@skru.ac.th

บทนำ

จำนวนเพลล์ $\{P_n\}$ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ $\{q_n\}$ เป็นลำดับที่นิยามโดยความสัมพันธ์เวียนเกิด $P_n = 2P_{n-1} + P_{n-2}$ และ $q_n = 2q_{n-1} + q_{n-2}$ ตามลำดับ สำหรับ $n \geq 2$ โดยกำหนดค่าเริ่มต้น $P_0 = 0,\ P_1 = 1,$ $q_0 = 1$ และ $q_1 = 1$ ตามลำดับ จำนวนเพลล์และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ในสูตรบิเนต์ (Dasdemir, 2011, pp. 3173-3181) นิยามดังนี้

$$P_n = \frac{1+\sqrt{2}^{\,n} - 1-\sqrt{2}^{\,n}}{2\sqrt{2}} \quad \text{และ} \quad q_n = \frac{1+\sqrt{2}^{\,n} + 1-\sqrt{2}^{\,n}}{2} \text{ สำหรับจำนวนเต็ม } n \geq 0$$

ซึ่งจำนวนดังกล่าวได้รับความสนใจจากนักวิจัยเป็นจำนวนมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เช่น

Lu and Jiang (2013, pp. 449-458) ได้ศึกษาผลบวกและผลคูณของจำนวนฟีโบนักชีและจำนวนลูคัส จำนวนเพลล์ และจำนวน Pell-Lucas โดยวิธีเมทริกซ์ และทิพย์นภา และคณะ (2017) ได้ศึกษาเอกลักษณ์บางประการของจำนวน Gaussian Pell, Gaussian Pell-Lucas และจำนวนโมดิฟายด์ Gaussian Pell

ให้ $A = \left[a_{i,j}\right]$ เป็นเมทริกซ์ขนาด $n \times n$ ซึ่งเพอร์มาแนนท์ของเมทริกซ์ A กำหนดโดย

$$per\,A = \sum_{\sigma \in S_n} \prod_{i=1}^{n} a_{i\sigma(i)}$$

ซึ่งผลรวมบนการเรียงสับเปลี่ยน σ ของกรุ๊ปสมมาตร S_n (Minc, 1978)

ให้ $A = \left[a_{ij}\right]$ เป็นเมทริกซ์ขนาด $n \times n$ ซึ่งในแต่ละแถวให้เป็นเวกเตอร์แถว $r_1, r_2, \ldots, r_n$ สมมติคอลัมน์ k ประกอบด้วยสมาชิกสองตัวที่ไม่เป็นศูนย์ โดยที่ $a_{ik} \neq 0 \neq a_{jk}$ และ $i \neq j$ เมทริกซ์ $A_{ij:k}$ ขนาด $(n-1)\times(n-1)$ เป็นเมทริกซ์ที่เกิดจาก A โดยแถวที่ i แทนด้วย $a_{jk}r_i + a_{ik}r_j$ และตัดแถว j และคอลัมน์ k เราเรียก $A_{ij:k}$ ว่าการหดตัว (Contraction) ของ A บนคอลัมน์ k เมื่อเทียบกับแถวที่ i และ j และเรียก A ว่าการหดตัวบนคอลัมน์ k ในทำนองเดียวกันถ้าแถว k ประกอบด้วยสมาชิกสองตัวที่ไม่เป็นศูนย์ โดยที่ $a_{ki} \neq 0 \neq a_{kj}$ และ $i \neq j$ แล้วจะได้เมทริกซ์ $A_{k:ij} = \left[A^T_{ij:k}\right]^T$ จะเรียกว่าการหดตัว ของ A บนแถว k เมื่อเทียบกับคอลัมน์ i และ j จะได้ว่า ถ้า A เป็นเมทริกซ์ไม่เป็นลบและ B เป็นการหดตัวของ A แล้ว $perA = perB$ (Kilic & Tasci, 2008, pp. 31-40)

กราฟเทียม (pseudo graph) ระบุทิศทาง $G=(V,E)$ โดยที่ V คือเซตของจุดยอด ซึ่ง $V(G)=\{1,2,\ldots,n\}$ และ E คือเซตของเส้นเชื่อม ซึ่ง $E(G)=\{e_1,e_2,\cdots,e_m\}$ ซึ่งเป็นกราฟที่มีวงวน (loop) และเส้นเชื่อมขนาน (multiple edge) และกราฟแสดงทิศทางใช้ลูกศรชี้ไปยังจุดของส่วนโค้งที่สอดคล้องกัน ให้ $A(G)=\left[a_{i,j}\right]$ เป็นเมทริกซ์ประชิด (adjacency matrix) ขนาด $n\times n$ ซึ่งนิยามโดยแถวและคอลัมน์ของ $A(G)$ ถูกสร้างดัชนีโดย $V(G)$ ซึ่ง $a_{i,j}$ คือ จำนวนเส้นเชื่อมระหว่าง v_i และ v_j (Koken & Bozkurt, 2008, pp. 605-614)

ในงานวิจัยนี้สนใจที่จะศึกษาจำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ในรูปแบบผลบวกและผลคูณโดยใช้เมทริกซ์ ซึ่งสำหรับจำนวนเต็ม $n\geq 0$ $n\in\mathbb{N}_0$ ซึ่งนิยามให้ $\mathcal{W}_n=P_n\times q_n$ และ $\mathcal{M}_n=P_n+q_n$ ในรูปความสัมพันธ์เวียนเกิด ดังนี้

$$\mathcal{W}_{n+2}=6\mathcal{W}_{n+1}-\mathcal{W}_n \quad \text{โดยที่ } \mathcal{W}_0=0,\mathcal{W}_1=1 \text{ และ} \qquad (1)$$

$$\mathcal{M}_{n+2}=2\mathcal{M}_{n+1}+\mathcal{M}_n \quad \text{โดยที่ } \mathcal{M}_0=1,\mathcal{M}_1=2 \qquad (2)$$

และเอกลักษณ์และผลบวกของจำนวนดังกล่าวพิจารณาโดยใช้สูตรของบิเนต์

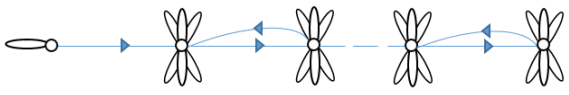
วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการสร้างเมทริกซ์ประชิดของกราฟ $\mathcal{W}_n$ และ $\mathcal{M}_n$ หาดีเทอร์มิแนนท์ เพอร์มาแนนท์ สร้างสูตรผลบวก และให้นิยามสูตรของบิเนต์ เพื่อสร้างเอกลักษณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผลบวกและผลคูณของจำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ดีเทอร์มิแนนท์และเพอร์มาแนนท์ของ $\mathcal{W}_n$ และ $\mathcal{M}_n$

พิจารณากราฟเทียม ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ตามลำดับ เพื่อใช้หาดีเทอร์มิแนนท์และ เพอร์มาแนนท์ $\mathcal{W}_n$ และ $\mathcal{M}_n$ โดยใช้เมทริกซ์ประชิดที่เกิดจากกราฟทั้งสอง ดังนี้



รูปที่ 1

ให้ $A_n = [a_{ij}]$ เป็นเมทริกซ์ประชิดขนาด $n \times n$ ของกราฟที่กำหนดโดยรูปที่ 1 โดยที่ $a_{1,1} = 1$, $a_{2,1} = 0$, $a_{t,t} = 6$ สำหรับ $t = 2,3,\cdots,n$ และ $a_{s,s+1} = 1$ สำหรับ $s = 1,2,3,\cdots,n-1$ และ $a_{l,l-1} = 1$ สำหรับ $l = 3,4,\cdots,n$ และตัวอื่น ๆ เป็น 0 นั่นคือ

$$A_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 6 & 1 & 0 & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & 1 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 6 \end{bmatrix} \tag{3}$$

Kilic และ Tasci (2010) พบว่าเมทริกซ์สามแนวเฉียง $(0,1,-1)$ ของดีเทอร์มิแนนท์ และเพอร์มาแนนท์เป็นจำนวนฟีโบนักชี และ Lucas ที่มีดัชนีล่างเป็นลบ ดังนั้น ให้เมทริกซ์ $S(1,-1)$ ขนาด $n \times n$ ที่ทำให้

$$perA = \det(A \circ S) \tag{4}$$

ซึ่ง $A \circ S$ แสดงผลคูณ Hadamard ของ A และ S

ให้ S_n เป็นเมทริกซ์ $(1,-1)$ ของขนาด n ซึ่งนิยามโดย

$$S_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 & 1 \\ -1 & 1 & \cdots & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 1 & \cdots & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \tag{5}$$

กำหนดให้เมทริกซ์ $H_n = A_n \circ S_n$ โดยที่ $A_n \circ S_n$ เป็นผลคูณ Hadamard ของ A_n และ S_n ดังนั้น

$$H_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & -1 & 6 & 1 & 0 & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & -1 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & -1 & 6 \end{bmatrix} \tag{6}$$

ทฤษฎีบท 1 ให้ H_n เป็นเมทริกซ์ในสมการ (6) แล้ว จะได้

$$perH_n = perH_n^{(n-2)} = \mathcal{W}_n$$

พิสูจน์ ให้ $H_n^{(r)}$ เป็นการหดตัวของ H_n โดยที่ r เป็นจำนวนครั้งในการหดตัว

ถ้า $r=1$ แล้วคอลัมน์ที่ 1 แทนด้วย $a_{12}r_1+a_{11}r_2$ จากนั้นตัดแถว 1 และคอลัมน์ 2 จะได้ว่า

$$H_n^{(1)}=\begin{bmatrix} 6 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ -1 & 6 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & -1 & 6 & 1 & 0 & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & -1 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & -1 & 6 \end{bmatrix}$$

ถ้า $r=2$ แล้วแถวที่ 1 แทนด้วย $a_{21}r_1+a_{11}r_2$ จากนั้นตัดแถว 2 และคอลัมน์ 1 จะได้ว่า

$$H_n^{(2)}=\begin{bmatrix} 35 & 6 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ -1 & 6 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & -1 & 6 & 1 & 0 & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & -1 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & -1 & 6 \end{bmatrix}$$

ทำกระบวนการนี้ไปเรื่อย ๆ เราจะได้

$$H_n^{(n-2)}=\begin{bmatrix} \mathcal{W}_{n-1} & \mathcal{W}_{n-2} \\ -1 & 6 \end{bmatrix}$$

ดังนั้น เราจะได้ว่า $perH_n=perH_n^{(n-2)}=\mathcal{W}_n$ □

ต่อไปจะพิจารณาดีเทอร์มิแนนท์ของเมทริกซ์ A_n โดยอาศัยทฤษฎีบท ดังนี้

ทฤษฎีบท 2 (Ray, 2012, pp. 49-56) ถ้าลำดับของเมทริกซ์สามแนวเฉียง

$$A_n=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & & & & \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & & & \\ & a_{32} & a_{33} & \ddots & & \\ & & \ddots & \ddots & a_{(n-1)n} & \\ & & & a_{n(n-1)} & a_{nn} & \end{pmatrix}$$

แล้ว จะได้ว่าดีเทอร์มิแนนท์ A_n ที่ต่อเนื่องกัน ของความสัมพันธ์เวียนเกิด ดังนี้

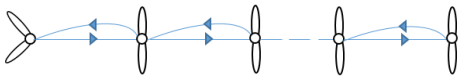
$$\begin{aligned} \det(A_1) &= a_{11} \\ \det(A_2) &= a_{11}a_{22}-a_{12}a_{21} \\ \det(A_n) &= a_{nn}\det(A_{n-1})-a_{(n-1)n}a_{n(n-1)}\det(A_{n-2}) \end{aligned}$$

ดังนั้น โดยทฤษฎีบท 2 จะได้ดีเทอร์มิแนนท์ของเมทริกซ์ A_n ดังนี้

ทฤษฎีบท 3 ให้ $\mathcal{W}_n$ เป็นสมาชิกลำดับผลคูณของจำนวนเพลล์และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ และ $n \geq 1$ จะได้

$$\mathcal{W}_n = \det A_n$$

พิจารณากราฟเทียมดังรูปที่ 2



รูปที่ 2

ให้ $K_n = \left[a_{ij}\right]$ เป็นเมทริกซ์ประชิดขนาด $n \times n$ ของกราฟที่กำหนดโดยรูปที่ 2 โดยที่ $a_{1,1} = 2$, $a_{t,t+1} = 1$ สำหรับ $t = 1,2,3,\cdots,n-1$ และ $a_{s,s-1} = 1$ สำหรับ $s = 2,3,4,\cdots,n$ และตัวอื่น ๆ เป็น 0 จะได้ว่า

$$K_n = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \tag{7}$$

ทฤษฎีบท 4 ให้ K_n เป็นเมทริกซ์ในสมการ (7) แล้ว จะได้

$$perK_n = perK_n^{(n-2)} = \mathcal{M}_n$$

พิสูจน์ ให้ $K_n^{(r)}$ เป็นการหดตัวของ K_n โดยที่ r เป็นจำนวนครั้งในการหดตัว

ถ้า $r = 1$ แล้วแถวที่ 1 แทนด้วย $a_{21}r_1 + a_{11}r_2$ จากนั้นตัดแถว 2 และคอลัมน์ 1 จะได้ว่า

$$K_n^{(1)} = \begin{bmatrix} 5 & 2 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

ถ้า $r=2$ แล้วแถวที่ 1 แทนด้วย $a_{21}r_1+a_{11}r_2$ และตัดแถว 2 และคอลัมน์ 1 จะได้ว่า

$$K_n^{(2)}=\begin{bmatrix}12 & 5 & 0 & \cdots & 0 & 0\\ 1 & 2 & 1 & 0 & \cdots & 0\\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & \cdots\\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0\\ 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 & 1\\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 2\end{bmatrix}$$

ทำกระบวนการนี้ไปเรื่อย ๆ เราจะได้

$$K_n^{(n-2)}=\begin{bmatrix}\mathcal{M}_{n-1} & \mathcal{M}_{n-2}\\ 1 & 2\end{bmatrix}$$

ดังนั้น เราจะได้ว่า $perK_n=perK_n^{(n-2)}=\mathcal{M}_n$ □

ให้ $B_n=K_n\circ S_n$ เป็นเมทริกซ์ที่แทนด้วยผลคูณ Hadamard ของ K_n และ S_n นั่นคือ

$$B_n=\begin{bmatrix}2 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0\\ -1 & 2 & 1 & 0 & \cdots & 0\\ 0 & -1 & 2 & 1 & 0 & \cdots\\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0\\ 0 & \cdots & 0 & -1 & 2 & 1\\ 0 & 0 & \cdots & 0 & -1 & 2\end{bmatrix} \tag{8}$$

ดังนั้น จากทฤษฎีบท 1 และทฤษฎีบท 3 เราสามารถสรุปได้ว่า $\det A_n=perH_n=\mathcal{W}_n$

และจากสมการ (8) และทฤษฎีบท 4 เมื่อเปรียบเทียบกับสมการ (4) $perA=\det(A\circ S)$ เราสามารถสรุปได้ว่า $\det B_n=perK_n=\mathcal{M}_n$

ให้ D_{n+1} เป็นเมทริกซ์ขนาด $(n+1)\times(n+1)$ ซึ่งกำหนดโดย

$$D_{n+1}=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0\\ 0 & 2 & 1 & 0 & \cdots & 0\\ 0 & -1 & 2 & 1 & 0 & \cdots\\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0\\ 0 & \cdots & 0 & -1 & 2 & 1\\ 0 & 0 & \cdots & 0 & -1 & 2\end{bmatrix}$$

ในทำนองเดียวกันจากทฤษฎีบท 4 เราสามารถพิสูจน์ได้เช่นเดียวกันว่า

$$per\ D_{n+1} \circ S_{n+1} = \det(D_{n+1}) = \mathcal{M}_n \qquad \square$$

2. สูตรบิเนต์ของลำดับผลคูณและผลบวกของจำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์

ทฤษฎีบท 5 ให้ $\{\mathcal{W}_n\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นลำดับของผลคูณของจำนวนเพลล์และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ แล้วจะได้สูตรบิเนต์ของ $\mathcal{W}_n$ ดังนี้

$$\mathcal{W}_n = \frac{\alpha_1^n - \beta_1^n}{\alpha_1 - \beta_1} \qquad (9)$$

สำหรับ $n \geq 0$ เมื่อ α_1, β_1 คือ รากลักษณะเฉพาะของ $x^2 - 6x + 1 = 0$ และ $\alpha_1 > \beta_1$ โดยที่ $\alpha_1 = 3 + 2\sqrt{2}$ และ $\beta_1 = 3 - 2\sqrt{2}$

พิสูจน์ จากสมการลักษณะเฉพาะ $x^2 - 6x + 1 = 0$ จะได้ $\alpha_1 = 3 + 2\sqrt{2}$ และ $\beta_1 = 3 - 2\sqrt{2}$ เป็นรากของสมการลักษณะเฉพาะ ดังนั้น จะได้ผลเฉลยของสมการ (9)

$$\mathcal{W}_n = A\alpha_1^n + B\beta_1^n$$

จาก $\mathcal{W}_0 = 0$ และ $\mathcal{W}_1 = 1$ ทำให้ได้ว่า $B = \frac{-1}{\alpha_1 - \beta_1}$ และ $A = \frac{1}{\alpha_1 - \beta_1}$

ดังนั้น $\mathcal{W}_n = \frac{\alpha_1^n}{\alpha_1 - \beta_1} - \frac{\beta_1^n}{\alpha_1 - \beta_1} = \frac{\alpha_1^n - \beta_1^n}{\alpha_1 - \beta_1}$ $\square$

ทฤษฎีบท 6 ให้ $\{\mathcal{M}_n\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นลำดับของผลบวกของจำนวนเพลล์และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ แล้วจะได้สูตรบิเนต์ของ $\mathcal{M}_n$ ดังนี้

$$\mathcal{M}_n = \frac{\alpha^{n+1} - \beta^{n+1}}{\alpha - \beta} \qquad (10)$$

สำหรับ $n \geq 0$ เมื่อ α, β คือ รากลักษณะเฉพาะของ $x^2 - 2x - 1 = 0$ และ $\alpha > \beta$ โดยที่ $\alpha = 1 + \sqrt{2}$ และ $\beta = 1 - \sqrt{2}$

3. เอกลักษณ์ของลำดับผลคูณและผลบวกของจำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์

ทฤษฎีบท 7 เอกลักษณ์ของ Catalan ให้ $n,r \in \mathbb{N}_0$ โดยที่ $n > r$ แล้ว

$$\mathcal{W}_{n+r}\mathcal{W}_{n-r} - \mathcal{W}_n^2 = -\mathcal{W}_r^2 \tag{11}$$

และ

$$\mathcal{M}_{n+r}\mathcal{M}_{n-r} - \mathcal{M}_n^2 = (-1)^{n-r+2}P_r^2 \tag{12}$$

พิสูจน์ จากสูตรบิเนต์สมการ (9) และ $\alpha_1\beta_1 = 1$ เราจะได้

$$\begin{aligned}\mathcal{W}_{n+r}\mathcal{W}_{n-r} - \mathcal{W}_n^2 &= \left(\frac{\alpha_1^{n+r} - \beta_1^{n+r}}{\alpha_1 - \beta_1}\right)\left(\frac{\alpha_1^{n-r} - \beta_1^{n-r}}{\alpha_1 - \beta_1}\right) - \left(\frac{\alpha_1^n - \beta_1^n}{\alpha_1 - \beta_1}\right)^2 \\ &= \frac{-\left(\alpha_1\beta_1\right)^{n-r}\left(\alpha_1^r - \beta_1^r\right)^2}{\left(\alpha_1 - \beta_1\right)^2} \\ &= -\mathcal{W}_r^2\end{aligned}$$

จากสูตรบิเนต์สมการ (10) และ $\alpha\beta = -1$ เราจะได้

$$\begin{aligned}\mathcal{M}_{n+r}\mathcal{M}_{n-r} - \mathcal{M}_n^2 &= \left(\frac{\alpha^{n+r+1} - \beta^{n+r+1}}{\alpha - \beta}\right)\left(\frac{\alpha^{n-r+1} - \beta^{n-r+1}}{\alpha - \beta}\right) - \left(\frac{\alpha^{n+1} - \beta^{n+1}}{\alpha - \beta}\right)^2 \\ &= \frac{-\left(\alpha\beta\right)^{n-r+1}\left(\alpha^r - \beta^r\right)^2}{\left(\alpha - \beta\right)^2} \\ &= (-1)^{n-r+2}P_r^2\end{aligned}$$

□

ข้อสังเกต สำหรับ $r = 1$ ในเอกลักษณ์ Catalan สมการ (11) และ (12) เราจะได้เอกลักษณ์ Cassini สำหรับลำดับผลคูณของจำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์

ทฤษฎีบท 8 เอกลักษณ์ของ Cassini ถ้า $n \in \mathbb{N}_0$ แล้ว

$$\mathcal{W}_{n+1}\mathcal{W}_{n-1} - \mathcal{W}_n^2 = -1 \tag{13}$$

และ

$$\mathcal{M}_{n+1}\mathcal{M}_{n-1} - \mathcal{M}_n^2 = (-1)^{n+1} \tag{14}$$

พิสูจน์ แสดงโดยการให้ $r = 1$ ในทฤษฎีบท 9 เราจะได้ผลลัพธ์

□

ทฤษฎีบท 9 เอกลักษณ์ของ d'Ocagne ถ้า $m,n \in \mathbb{N}_0$ โดยที่ $m > n$ แล้ว

$$\mathcal{W}_m\mathcal{W}_{n+1} - \mathcal{W}_{m+1}\mathcal{W}_n = \mathcal{W}_{m-n} \tag{15}$$

และ $$\mathcal{M}_m\mathcal{M}_{n+1} - \mathcal{M}_{m+1}\mathcal{M}_n = (-1)^{n+1}P_{m-n} \quad (16)$$

พิสูจน์ จากสูตรบิเนต์สมการ (9) และ $\alpha_1\beta_1 = 1$ เราจะได้

$$\mathcal{W}_m\mathcal{W}_{n+1} - \mathcal{W}_{m+1}\mathcal{W}_n = \left(\frac{\alpha_1^m - \beta_1^m}{\alpha_1 - \beta_1}\right)\left(\frac{\alpha_1^{n+1} - \beta_1^{n+1}}{\alpha_1 - \beta_1}\right) - \left(\frac{\alpha_1^{m+1} - \beta_1^{m+1}}{\alpha_1 - \beta_1}\right)\left(\frac{\alpha_1^n - \beta_1^n}{\alpha_1 - \beta_1}\right)$$

$$= \frac{\alpha_1\beta_1{}^n\ \alpha_1^{m-n} - \beta_1^{n-n}}{\alpha_1 - \beta_1}$$
$$= \mathcal{W}_{m-n}$$

จากสูตรบิเนต์สมการ (10) และ $\alpha\beta = -1$ เราจะได้

$$\mathcal{M}_m\mathcal{M}_{n+1} - \mathcal{M}_{m+1}\mathcal{M}_n = \left(\frac{\alpha^{m+1} - \beta^{m+1}}{\alpha - \beta}\right)\left(\frac{\alpha^{n+2} - \beta^{n+2}}{\alpha - \beta}\right) - \left(\frac{\alpha^{m+2} - \beta^{m+2}}{\alpha - \beta}\right)\left(\frac{\alpha^{n+1} - \beta^{n+1}}{\alpha - \beta}\right)$$
$$= \frac{\alpha\beta^{\ n+1}\ \alpha^{m-n} - \beta^{m-n}}{\alpha - \beta}$$
$$= (-1)^{n+1}P_{m-n} \qquad \square$$

ก่อนทำการพิสูจน์สูตรผลบวกลำดับจำนวนคี่และลำดับจำนวนคู่ของผลคูณจำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ จะต้องอาศัยบทตั้งดังต่อไปนี้

บทตั้ง 10 ถ้า $n \in \mathbb{N}_0$ แล้ว จะได้

$$\mathcal{W}_{n+1}\mathcal{W}_n - \mathcal{W}_n\mathcal{W}_{n-1} = \mathcal{W}_{2n}$$

พิสูจน์ จากสูตรบิเนต์สมการ (9) และ $\alpha_1^{-1} = \beta_1, \beta_1^{-1} = \alpha_1$ เราจะได้

$$\mathcal{W}_{n+1}\mathcal{W}_n - \mathcal{W}_n\mathcal{W}_{n-1} = \left(\frac{\alpha_1^{n+1} - \beta_1^{n+1}}{\alpha_1 - \beta_1}\right)\left(\frac{\alpha_1^n - \beta_1^n}{\alpha_1 - \beta_1}\right) - \left(\frac{\alpha_1^n - \beta_1^n}{\alpha_1 - \beta_1}\right)\left(\frac{\alpha_1^{n-1} - \beta_1^{n-1}}{\alpha_1 - \beta_1}\right)$$
$$= \frac{\alpha_1^{2n+1} + \beta_1^{2n+1} - \alpha_1^{2n}\beta_1 - \beta_1^{2n}\alpha_1}{\alpha_1 - \beta_1{}^2}$$
$$= \frac{\alpha_1^{2n} - \beta_1^{2n}}{\alpha_1 - \beta_1}$$
$$= \mathcal{W}_{2n} \qquad \square$$

บทตั้ง 11 ถ้า $n \in \mathbb{N}_0$ แล้ว จะได้

$$\mathcal{W}_{n+1}^2 - \mathcal{W}_n^2 = \mathcal{W}_{2n+1}$$

พิสูจน์ จากสูตรบิเนต์สมการ (9) และ $\alpha_1^{-1} = \beta_1, \beta_1^{-1} = \alpha_1$ เราจะได้

$$\begin{aligned}
\mathcal{W}_{n+1}^2 - \mathcal{W}_n^2 &= \left(\frac{\alpha_1^{n+1} - \beta_1^{n+1}}{\alpha_1 - \beta_1}\right)^2 - \left(\frac{\alpha_1^{n} - \beta_1^{n}}{\alpha_1 - \beta_1}\right)^2 \\
&= \frac{\alpha_1^{2n+2} + \beta_1^{2n+2} - \alpha_1^{2n} - \beta_1^{2n} - \alpha_1\beta_1{}^{n}\, 2\alpha_1\beta_1 - 2}{\alpha_1 - \beta_1{}^{2}} \\
&= \frac{\alpha_1^{2n+2} + \beta_1^{2n+2} - \alpha_1^{2n} - \beta_1^{2n}}{\alpha_1 - \beta_1{}^{2}} \\
&= \frac{\alpha_1^{2n+1} - \beta_1^{2n+1}}{\alpha_1 - \beta_1} \\
&= \mathcal{W}_{2n+1}
\end{aligned}$$ □

4. สูตรผลบวกผลคูณและผลบวกของจำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์

ทฤษฎีบท 12 ให้ $\{\mathcal{W}_n\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นลำดับผลคูณของจำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ แล้วข้อความนี้เป็นจริง

(1) $\sum_{k=1}^{n} \mathcal{W}_k = \frac{1}{4}\, P_{2n+1} - 1$

(2) $\sum_{k=1}^{n} \mathcal{W}_{2k} = \mathcal{W}_{n+1}\mathcal{W}_n$

(3) $\sum_{k=0}^{n} \mathcal{W}_{2k+1} = \mathcal{W}_{n+1}^2$

สำหรับสูตรผลบวกลำดับคู่ข้อ (2) และสูตรลำดับคี่ข้อ (3) สามารถพิสูจน์โดยใช้บทตั้ง 10 และ 11 ตามลำดับ

พิสูจน์

(1) จะพิสูจน์ว่า $\sum_{k=1}^{n} \mathcal{W}_k = \frac{1}{4}\, P_{2n+1} - 1$

$$\sum_{k=1}^{n} \mathcal{W}_k = \sum_{k=1}^{n}\left[\frac{1}{4}\, P_{2k+1} - P_{2k-1}\right] = \left(\frac{P_3}{4} - \frac{P_1}{4}\right) + \left(\frac{P_5}{4} - \frac{P_3}{4}\right) + \ldots + \left(\frac{P_{2n+1}}{4} - \frac{P_{2n-1}}{4}\right) = \frac{1}{4}\, P_{2n+1} - 1$$

(2) จะพิสูจน์ว่า $\sum_{k=1}^{n} \mathcal{W}_{2k} = \mathcal{W}_{n+1}\mathcal{W}_n$

$$\sum_{k=1}^{n} W_{2k} = \sum_{k=1}^{n} W_{k+1}W_k - W_kW_{k-1} = W_2W_1 - W_1W_0 + W_3W_2 - W_2W_1 + \ldots + W_{n+1}W_n - W_nW_{n-1} = W_{n+1}W_n$$

(3) จะพิสูจน์ว่า $\sum_{k=0}^{n} W_{2k+1} = W_{n+1}^2$

$$\sum_{k=0}^{n} W_{2k+1} = \sum_{k=0}^{n} W_{k+1}^2 - W_k^2 = W_1^2 - W_0^2 + W_2^2 - W_1^2 + \ldots + W_{n+1}^2 - W_n^2 = W_{n+1}^2$$

ทฤษฎีบท 13 ให้ $\{\mathcal{M}_n\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นลำดับผลบวกของจำนวนเพลล์ และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ แล้วข้อความนี้เป็นจริง

(1) $\sum_{k=0}^{n} \mathcal{M}_k = \frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{n+1} + \mathcal{M}_n - 1$

(2) $\sum_{k=0}^{n} \mathcal{M}_{2k} = \frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{2n+1}$

(3) $\sum_{k=1}^{n} \mathcal{M}_{2k-1} = \frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{2n} - 1$

พิสูจน์

(1) จะพิสูจน์ว่า $\sum_{k=0}^{n} \mathcal{M}_k = \frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{n+1} + \mathcal{M}_n - 1$

$$\sum_{k=0}^{n} \mathcal{M}_k = \mathcal{M}_0 + \sum_{k=1}^{n}\left[\frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{k+1} - \mathcal{M}_{k-1}\right] = \mathcal{M}_0 + \left(\frac{\mathcal{M}_2}{2} - \frac{\mathcal{M}_0}{2}\right) + \left(\frac{\mathcal{M}_3}{2} - \frac{\mathcal{M}_1}{2}\right) + \ldots + \left(\frac{\mathcal{M}_{n+1}}{2} - \frac{\mathcal{M}_{n-1}}{2}\right) = \frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{n+1} + \mathcal{M}_n - 1$$

(2) จะพิสูจน์ว่า $\sum_{k=0}^{n} \mathcal{M}_{2k} = \frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{2n+1}$

$$\sum_{k=0}^{n} \mathcal{M}_{2k} = \mathcal{M}_0 + \sum_{k=1}^{n}\left[\frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{2k+1} - \mathcal{M}_{2k-1}\right] = \mathcal{M}_0 + \left(\frac{\mathcal{M}_3}{2} - \frac{\mathcal{M}_1}{2}\right) + \left(\frac{\mathcal{M}_5}{2} - \frac{\mathcal{M}_3}{2}\right) + \ldots + \left(\frac{\mathcal{M}_{2n+1}}{2} - \frac{\mathcal{M}_{2n-1}}{2}\right) = \frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{2n+1}$$

(3) จะพิสูจน์ว่า $\sum_{k=1}^{n} \mathcal{M}_{2k-1} = \frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{2n} - 1$

$$\sum_{k=1}^{n} \mathcal{M}_{2k-1} = \sum_{k=1}^{n}\left[\frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{2k} - \mathcal{M}_{2k-2}\right] = \left(\frac{\mathcal{M}_2}{2} - \frac{\mathcal{M}_0}{2}\right) + \left(\frac{\mathcal{M}_4}{2} - \frac{\mathcal{M}_2}{2}\right) + \ldots + \left(\frac{\mathcal{M}_{2n}}{2} - \frac{\mathcal{M}_{2n-2}}{2}\right) = \frac{1}{2}\ \mathcal{M}_{2n} - 1$$

สรุปผลการวิจัย

จากการทำวิจัยเรื่อง ผลบวกและผลคูณของจำนวนเพลล์และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ แสดงโดยวิธีเมทริกซ์ เราจะได้ดีเทอร์แนนท์ เพอร์มาแนนท์ เอกลักษณ์บางเอกลักษณ์ของ $\mathcal{W}_n$ และ $\mathcal{M}_n$ และสูตรผลบวกสำหรับจำนวนผลบวกและผลคูณของจำนวนเพลล์และจำนวนโมดิฟายด์เพลล์ ส่วนสำหรับผู้ที่สนใจสามารถนำเมทริกซ์ประชิด หรือสูตรบิเนต์ไปสร้างเอกลักลักษณ์ต่าง ๆ ได้อีกมากมาย

เอกสารอ้างอิง

Dasdemir, A. (2011). On the Pell, Pell-Lucas and Modified Pell Numbers By Matrix Method. *Applied Mathematical Sciences*, *5*(64), 3173-3181.

Kilic, E., & Tasci, D. (2008). On families of bipartite graphs associated with sums of Fibonacci and Lucas numbers. *Ars Combinatoria*, *89*, 31-40.

Koken, F., & Bozkurt, D. (2008). On the Jacobsthal numbers by matrix method. *International Journal of Contemporary Mathematical Sciences*, *3*(13), 605–614.

Lu, F. L., & Jiang, Z. L. (2013). The sum and product of Fibonacci numbers and Lucas numbers, Pell numbers and Pell-Lucas numbers representation by matrix method. *WSEAS Transactions on Mathematics*, *12*(4), 449-458.

Minc, H. (1978). *Encyclopedia of mathematics and its applications* (6th ed.). London: AddisonWesley.

Ray, P. K. (2012). Application of Chybeshev Polynomials in Factorizations of Balancing and Lucas-Balancing Numbers. *Mathematics Subject Classification*, *30*(11B39,11B83), 49-56.

ทิพย์นภา สร้อยทอง, เกตุธิวาห์ ปากุล และพัชชา ปั้นเกตุ. (2017). *เอกลักษณ์บางประการของจำนวนเกาส์เซียนเพลล์ เกาส์เซียนเพลล์-ลูคัส และจำนวนโมดิฟายด์เกาส์เซียนเพลล์*. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A,B เป็นเซตนับได้หรือเซตนับไม่ได้

The Symmetric Difference between sets A and B which as countable or uncountable sets

กามาลุดดีน ภู่ทับทิม[1], อาแมร์รุดดีน มูหัมมัด[1], ชิงชัย วัฒนธรรมเมธี[2*], จิราภรณ์ กวดขัน[2]

Kamaluddin Phootabtim[1], Amaeruddeen Muhammad[1], Chingchai Wathanathammathee[2*], Jiraporn Guadkhan[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A และ B เป็นเซตนับได้หรือเซตนับไม่ได้ใน 3 กรณีได้แก่ (1) A และ B เป็นเซตนับได้ (2) A เป็นเซตนับได้และ B เป็นเซตนับไม่ได้ (3) A และ B เป็นเซตนับไม่ได้ซึ่งผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B นิยามโดย $A*B=(A-B)\cup(B-A)$ และจะแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 กรณีได้แก่ (1) $A\cap B=\varnothing$ (2) $A\subset B$ (3) $A\cap B=\varnothing, A\not\subset B$

คำสำคัญ: ผลต่างสมมาตร, เซตนับได้, เซตนับไม่ได้

Abstract

This research aims to study the symmetric difference between sets A and B which as a countable or an uncountable sets In 3 cases which are (1) A and B are countable sets (2) A is a countable set and B an uncountable set (3) A and B are uncountable sets. The difference of symmetric between sets A and B defined by $A*B=(A-B)\cup(B-A)$ and we shall study them in 3 cases as follows: (1) $A\cap B=\varnothing$ (2) $A\subset B$ (3) $A\cap B=\varnothing, A\not\subset B$

Keywords: Symmetric difference, countable set, uncountable set.

[1]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[1]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2*]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: chingchai.wa@skru.ac.th

บทนำ

ในรอบหลายปีที่ผ่านมา ผลต่างสมมาตร ได้รับความสนใจจากนักวิจัยจำนวนหนึ่ง (สุไลมาน มะเด็ง, 2555; Shen and Zhang, 2017; Dorfer, Dvurecenskij and Langer, 1996; Jungnickel and Tonchev, 1992;) ได้ศึกษาเรื่องผลต่างสมมาตรและส่วนเติมเต็มของผลต่างสมมาตรพบว่าผลต่างระหว่างเซตเป็นเรื่องที่น่าสนใจมากจึงนำมาศึกษาและประยุกต์ใช้กับเซตนับได้หรือเซตนับไม่ได้ซึ่งในงานวิจัยในครั้งนี้จะศึกษาทฤษฎีบทพื้นฐานเกี่ยวกับเซตจำกัด (finite set) เซตอนันต์ (infinite set) เซตอนันต์นับได้ (countably infinite set) เซตอนันต์นับไม่ได้ (uncountably infinite set) และจะนำความสัมพันธ์ของผลต่างสมมาตรมาประยุกต์ใช้ในเรื่องดังกล่าว

เราจะพบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A, B เป็นเซตนับได้หรือเซตนับไม่ได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับรายวิชา ทฤษฎีเซต ความรู้ที่น่าสนใจในเรื่องนี้จะมีการดำเนินการของเซต ผลต่างสมมาตรและการสมมูลกันของเซต ซึ่งเรื่องต่าง ๆ ดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A, B เป็นเซตนับได้หรือเซตนับไม่ได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการหาผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A และ B เป็นเซตนับได้หรือเซตนับไม่ได้เราจะแบ่งการพิสูจน์ตามความสัมพันธ์ของเซต A และ B เป็น 3 กรณีดังนี้

1. $A \cap B = \varnothing$
2. $A \subset B$
3. $A \cap B \neq \varnothing, A \not\subset B$

บทนิยามและทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้อง (ชิงชัย วัฒนธรรมเมธี, 2555)

บทนิยาม 1.1 กำหนด A และ B เป็นเซตใด ๆ ผลต่างสมมาตร (symmetric difference) ระหว่าง A และ B เขียนแทนด้วย $A * B$ นิยามโดย $A * B = (A - B) \cup (B - A)$

บทนิยาม 1.2 จะกล่าวว่าเซต A สมมูล (equivalent) กับเซต B ก็ต่อเมื่อ มีฟังก์ชัน $f : A \xrightarrow[onto]{1\text{–}1} B$ และเขียนแทน A สมมูลกับ B ด้วยสัญลักษณ์ $A \sim B$

บทนิยาม 1.3 เรียกเซต A ว่าเซตจำกัด ก็ต่อเมื่อ $A = \varnothing$ หรือ $A \sim \{1, 2, 3, \ldots, k\}$ สำหรับบาง $k \in \mathbb{N}$ และเรียกเซต A ว่าเซตอนันต์ ก็ต่อเมื่อ A ไม่เป็นเซตจำกัด

บทนิยาม 1.4 จะกล่าวว่า A เป็นเซตอนันต์นับได้ ก็ต่อเมื่อ $A \sim \mathbb{N}$

บทนิยาม 1.5 จะกล่าวว่าเซต A เป็นเซตนับได้ ก็ต่อเมื่อ A เป็นเซตจำกัดหรือ A เป็นเซตอนันต์นับได้และจะกล่าวว่า A เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ ถ้า A ไม่เป็นเซตนับได้

ทฤษฎีบท 1.6 ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้ แล้ว $A \cup B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

ทฤษฎีบท 1.7 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ แล้ว $A \cup B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

ต่อไปนี้จะเป็นบทตั้งเพื่อนำไปใช้ในการพิสูจน์ทฤษฎีบท

บทตั้ง 1.8 ถ้า A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตจำกัดใด ๆ แล้ว $A-B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

พิสูจน์ เนื่องจาก $A-B \subset A$ จะได้ $A-B$ เป็นเซตจำกัดหรือเป็นเซตอนันต์นับได้

สมมติ $A-B$ เป็นเซตจำกัด จะได้ $(A-B)\cup B$ เป็นเซตจำกัด

ดังนั้น $A \cup B = (A-B)\cup B$ เป็นเซตจำกัด

เนื่องจาก $A \subset A \cup B$ ดังนั้น A เป็นเซตจำกัดซึ่งเกิดข้อขัดแย้ง

บทตั้ง 1.9 ถ้า A เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้และ B เป็นเซตจำกัดใด ๆ แล้ว $A-B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้และ B เป็นเซตจำกัด

สมมติ $A-B$ ไม่เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

กรณี 1 $A-B$ เป็นเซตจำกัด

จะได้ $(A-B)\cup B$ เป็นเซตจำกัด

ดังนั้น $A \cup B = (A-B)\cup B$ เป็นเซตจำกัด

เนื่องจาก $A \subset A \cup B$ จะได้ A เป็นเซตจำกัด ซึ่งเกิดข้อขัดแย้ง

กรณี 2 $A-B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

จะได้ $B \cup (A-B)$ เป็นเซตอนันต์นับได้

ดังนั้น $A \cup B = B \cup (A-B)$ เป็นเซตอนันต์นับได้

เนื่องจาก $A \subset A \cup B$ จะได้ A เป็นเซตอนันต์นับได้ ซึ่งเกิดข้อขัดแย้ง

บทตั้ง 1.10 ถ้า A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ แล้ว $B-A$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

สมมติ $B-A$ เป็นเซตอนันต์นับได้

ดังนั้น $A \cup B = A \cup (B-A)$ เป็นเซตนับได้

เนื่องจาก $B \subset A \cup B$ จะได้ B เป็นเซตนับได้ ซึ่งเกิดข้อขัดแย้ง

1. ผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A และ B เป็นเซตนับได้

เนื่องจาก A เป็นเซตนับได้ ก็ต่อเมื่อ A เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์นับได้ ดังนั้น ในการศึกษา $A*B$ เมื่อ A,B เป็นเซตนับได้สามารถจำแนกออกเป็น 3 กรณีต่อไปนี้ (1) A,B เป็นเซตจำกัด (2) A เป็นเซตจำกัด B เป็นเซตอนันต์นับได้ (3) A,B เป็นเซตอนันต์นับได้

1.1 ผลต่างสมมาตรระหว่างเซตจำกัดและเซตจำกัด

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A และ B เป็นเซตจำกัดใด ๆ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.11 ถ้า A และ B เป็นเซตจำกัดใด ๆ แล้ว $A*B$ เป็นเซตจำกัด

พิสูจน์ ให้ A และ B เป็นเซตจำกัด

กรณีที่ 1 $A \cap B = \varnothing$

จะได้ $A \cup B$ เป็นเซตจำกัด

ดังนั้น $A*B = (A \cup B) - (A \cap B) = A \cup B$ เป็นเซตจำกัด

กรณีที่ 2 $A \subset B$

จะได้ $A*B = (A-B) \cup (B-A) = \varnothing \cup (B-A) = B-A$

เนื่องจาก $B-A \subset B$ และ B เป็นเซตจำกัดจะได้ $B-A$ เป็นเซตจำกัด

ดังนั้น $A*B$ เป็นเซตจำกัด

กรณีที่ 3 $A\cap B\neq\varnothing, A\not\subset B$

จะได้ $A*B=(A-B)\cup(B-A)$

เนื่องจาก $A-B\subset A$ และ A เป็นเซตจำกัดจะได้ $A-B$ เป็นเซตจำกัด

เนื่องจาก $B-A\subset B$ และ B เป็นเซตจำกัดจะได้ $B-A$ เป็นเซตจำกัด

ดังนั้น $A*B=(A-B)\cup(B-A)$ เป็นเซตจำกัด

1.2 ผลต่างสมมาตรระหว่างเซตจำกัดและเซตอนันต์นับได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.12 ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้โดยที่ $A\cap B=\varnothing$

โดยทฤษฎีบท 1.6 จะได้ $A\cup B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

ดังนั้น $A*B=(A\cup B)-(A\cap B)=A\cup B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.13 ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\subset B$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้โดยที่ $A\subset B$

โดยบทตั้ง 1.8 จะได้ $B-A$ เป็นเซตอนันต์นับได้

ดังนั้น $A*B=(A-B)\cup(B-A)=\varnothing\cup(B-A)=B-A$ เป็นเซตอนันต์นับได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.14 ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตเซตอนันต์นับได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$

โดยบทตั้ง 1.8 จะได้ $B-A$ เป็นเซตอนันต์นับได้

เนื่องจาก $A-B\subset A$ จะได้ $A-B$ เป็นเซตจำกัด

ดังนั้น โดยทฤษฎีบท 1.6 จะได้ $A*B=(A-B)\cup(B-A)$ เป็นเซตอนันต์นับได้

จากทฤษฎีบท 1.12 ทฤษฎีบท 1.13 และทฤษฎีบท 1.14 สามารถสรุปเป็นบทแทรกได้ดังนี้

บทแทรก 1.15 ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

1.3 ผลต่างสมมาตรระหว่างเซตอนันต์นับได้และเซตอนันต์นับได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.16 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

พิสูจน์ ให้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$

โดยทฤษฎีบท 1.7 จะได้ $A\cup B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

ดังนั้น $A*B=(A\cup B)-(A\cap B)=A\cup B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.17 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\subset B$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์นับได้

พิสูจน์ ให้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้โดยที่ $A\subset B$

เนื่องจาก $B-A\subset B$ จะได้ $B-A$ เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์นับได้

ดังนั้น $A*B=(A-B)\cup(B-A)=\varnothing\cup(B-A)=B-A$ เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์นับได้

ข้อตกลง $\mathbb{N}$ แทน เซตของจำนวนนับ

$\mathbb{N}_e$ แทน เซตของจำนวนคู่บวก

$\mathbb{N}_o$ แทน เซตของจำนวนคีบวก

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างสนับสนุนผลลัพธ์ของทฤษฎีบท 1.17

ตัวอย่าง 1.1 ให้ $A=\mathbb{N}_e$ และ $B=\mathbb{N}$

จะได้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้และ $A\subset B$

และ $A*B=B-A=\mathbb{N}-\mathbb{N}_e=\mathbb{N}_o$ ซึ่งเป็นเซตอนันต์นับได้

ตัวอย่าง 1.2 ให้ $A=\mathbb{N}_o-\{1\}$ และ $B=\mathbb{N}_0$

จะได้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้และ $A\subset B$

และ $A*B=B-A=\{1\}$ ซึ่งเป็นเซตจำกัด

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.18 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์นับได้

พิสูจน์ ให้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$

เนื่องจาก $A-B\subset A$ และ $B-A\subset B$ จะได้ $A-B$ และ $B-A$ เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์นับได้

ดังนั้น $A*B=(A-B)\cup(B-A)$ เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์นับได้

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างสนับสนุนผลลัพธ์ของทฤษฎีบท 1.18

ตัวอย่าง 1.3 ให้ $A=\mathbb{N}\cup\{0\}$ และ $B=\mathbb{N}\cup\{-1\}$

จะได้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้และ $A\cap B=\mathbb{N}\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$

และ $A*B=(A-B)\cup(B-A)=\{0,-1\}$ ซึ่งเป็นเซตจำกัด

ตัวอย่าง 1.4 ให้ $A=\mathbb{N}_o\cup\{0\}$ และ $B=\mathbb{N}_e\cup\{0\}$

จะได้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้และ $A\cap B=\{0\}\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$

และ $A*B=(A-B)\cup(B-A)=\mathbb{N}$ ซึ่งเป็นเซตอนันต์นับได้

จากทฤษฎีบท 1.16 ทฤษฎีบท 1.17 และทฤษฎีบท 1.18 สามารถสรุปเป็นบทแทรกได้ดังนี้

บทแทรก 1.19 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับได้

บทแทรก 1.20 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์นับได้

2. ผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A เป็นเซตนับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เนื่องจาก A เป็นเซตนับได้ ก็ต่อเมื่อ A เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์นับได้ ดังนั้น ในการศึกษา $A*B$ เมื่อ A เป็นเซตนับได้ และ B เซตนับไม่ได้ สามารถจำแนกออกเป็น 2 กรณี ต่อไปนี้ (1) A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ (2) A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

2.1. ผลต่างสมมาตรระหว่างเซตจำกัดและเซตอนันต์นับไม่ได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดย $A\cap B=\varnothing$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.21 ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$

เนื่องจาก $B\subset A\cup B$ และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ จะได้ $A\cup B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

\ ดังนั้น $A*B=(A\cup B)-(A\cap B)=A\cup B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.22 ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดย $A\subset B$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ โดยที่ $A\subset B$

โดยบทตั้ง 1.9 จะได้ $B-A$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

ดังนั้น $A*B=(A-B)\cup(B-A)=\varnothing\cup(B-A)=B-A$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.23 ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดย $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$

จะได้ $A*B=(A-B)\cup(B-A)$

โดยบทตั้ง 1.9 จะได้ $B-A$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เนื่องจาก $B-A\subset A*B$ จะได้ $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

จากทฤษฎีบท 1.21 ทฤษฎีบท 1.22 และทฤษฎีบท 1.23 สามารถสรุปเป็นบทแทรกได้ดังนี้

บทแทรก 1.24 ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

2.2. ผลต่างสมมาตรระหว่างเซตอนันต์นับได้และเซตอนันต์นับไม่ได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.25 ถ้า A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ โดยที่ $A \cap B = \varnothing$

เนื่องจาก $B \subset A \cup B$ จะได้ $A \cup B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

ดังนั้น $A * B = (A \cup B) - (A \cap B) = A \cup B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A * B$ ในกรณีที่ A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A \subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.26 ถ้า A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A \subset B$ แล้ว $A * B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ โดยที่ $A \subset B$

โดยบทตั้ง 1.10 จะได้ $B - A$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

ดังนั้น $A * B = (A - B) \cup (B - A) = \varnothing \cup (B - A) = B - A$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A * B$ ในกรณีที่ A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A \cap B \neq \varnothing$ และ $A \not\subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.27 ถ้า A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A \cap B \neq \varnothing$ และ $A \not\subset B$ แล้ว $A * B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ โดยที่ $A \cap B \neq \varnothing$ และ $A \not\subset B$

จะได้ $A * B = (A - B) \cup (B - A)$

โดยบทตั้ง 1.10 จะได้ $B - A$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เนื่องจาก $B - A \subset A * B$ จะได้ $A * B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

จากทฤษฎีบท 1.25 ทฤษฎีบท 1.26 และทฤษฎีบท 1.27 สามารถสรุปเป็นบทแทรกได้ดังนี้

บทแทรก 1.28 ถ้า A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ แล้ว $A * B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

โดยบทแทรก 1.24 และบทแทรก 1.28 สามารถสรุปเป็นบทแทรกได้ดังนี้

บทแทรก 1.29 ถ้า A เป็นเซตนับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ แล้ว $A * B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

3. ผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.30 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้โดยที่ $A\cap B=\varnothing$

เนื่องจาก $A\subset A\cup B$ จะได้ $A\cup B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

ดังนั้น $A*B=(A\cup B)-(A\cap B)=A\cup B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.31 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\subset B$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตนับได้หรือเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้โดยที่ $A\subset B$

เนื่องจาก $B-A\subset B$ จะได้ $B-A$ เป็นเซตนับได้หรือเซตอนันต์นับไม่ได้

ดังนั้น $A*B=(A-B)\cup(B-A)=\varnothing\cup(B-A)=B-A$ เป็นเซตนับได้หรือเซตอนันต์นับไม่ได้

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างสนับสนุนผลลัพธ์ของทฤษฎีบท 1.31

ตัวอย่างที่ 1.5 ให้ $A=\mathbb{R}-\{1\}$ และ $B=\mathbb{R}$

จะได้ว่า A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้และ $A\subset B$

และ $A*B=B-A=\{1\}$ ซึ่งเป็นเซตนับได้

ตัวอย่างที่ 1.6 ให้ $A=[0,1]$ และ $B=[0,2]$

จะได้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้และ $A\subset B$

และ $A*B=B-A=(1,2]$ ซึ่งเป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เราจะศึกษาผลต่างสมมาตร $A*B$ ในกรณีที่ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$ ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1.32 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตนับได้หรือเซตอนันต์นับไม่ได้

พิสูจน์ ให้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$

โดยบทตั้ง 1.10 จะได้ $B-A$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

เนื่องจาก $A-B\subset A$ และ A เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้จะได้ $A-B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

ดังนั้น $A*B=(A-B)\cup(B-A)$ เป็นเซตนับได้หรือเซตอนันต์นับไม่ได้

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างสนับสนุนผลลัพธ์ของทฤษฎีบท 1.32

ตัวอย่างที่ 1.7 ให้ $A=\mathbb{R}\cup\{i\}$ และ $B=\mathbb{R}\cup\{-i\}$ เมื่อ $i=\sqrt{-1}$

จะได้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้และ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$

และ $A*B=\{i\}\cup\{-i\}=\{i,-i\}$ ซึ่งเป็นเซตนับได้

ตัวอย่างที่ 1.8 ให้ $A=[0,2]$ และ $B=[1,3]$

จะได้ A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้และ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$

และ $A*B=[0,1)\cup(2,3]$ ซึ่งเป็นเซตอนันต์นับไม่ได้

จากทฤษฎีบท 1.30 ทฤษฎีบท 1.31 และทฤษฎีบท 1.32 สามารถสรุปเป็นบทแทรกได้ดังนี้

บทแทรก 1.33 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดย $A\cap B=\varnothing$ แล้ว $A*B$ เซตอนันต์นับไม่ได้

บทแทรก 1.34 ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ และ $A\not\subset B$ แล้วไม่สามารถสรุป $A*B$ ได้

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเกี่ยวกับผลต่างสมมาตรระหว่างเซต A และ B เมื่อ A และ B เป็นเซตนับได้หรือเซตนับไม่ได้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ถ้า A และ B เป็นเซตจำกัดใด ๆ แล้ว $A*B$ เป็นเซตจำกัด
2. ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับได้
3. ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับได้
4. ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ แล้ว $A*B$ จำกัดหรืออนันต์นับได้
5. ถ้า A และ B เป็นเซตนับได้ใด ๆ แล้ว $A*B$ เป็นเซตนับได้
6. ถ้า A เป็นเซตจำกัดและ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้
7. ถ้า A เป็นเซตอนันต์นับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้
8. ถ้า A เป็นเซตนับได้และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้
9. ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B=\varnothing$ แล้ว $A*B$ เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้
10. ถ้า A และ B เป็นเซตอนันต์นับไม่ได้ใด ๆ โดยที่ $A\cap B\neq\varnothing$ แล้ว ไม่สามารถสรุป $A*B$ ได้

เอกสารอ้างอิง

ชิงชัย วัฒนธรรมเมธี. (2555). **ทฤษฎีเซต**. สงขลา: ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

สุไลมาน มะเด็ง. (2555). **ผลต่างสมมาตรและส่วนเติมเต็มของผลต่างสมมาตร**. ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

Dorfer, G., Dvurecenskij, A. and Langer, H. (1996). Symmetric difference in orthomodular lattices. **Mathematica Slovaca.** 46, 435-444.

Jungnickel, D. and Tonchev V.D. (1992). On symmetric and quasi-symmetric designs with the symmetric difference property and their codes. **Journal of Combinatorial Theory, Series A.** 59, 40-50.

Shen, Z. and Zhang, D. (2017). Symmetric difference operators on fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**. 308, 1-26.

จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด $(\mathbb{Z}_n,+)$

THE NUMBER OF CYCLIC SUBGROUPS OF A FINITE CYCLIC GROUP $(\mathbb{Z}_n,+)$

สิรีธร ชูเมือง[1], สิรชัช ฉิมเกื้อ[1], ภัทราวรรณ เพชรแก้ว[2*]

Sireethorn Chumuang[1], Sirachat Chimkua[1], Pattarawan Petchkaew[2*]

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาเกี่ยวกับจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด $\mathbb{Z}_n$ ภายใต้การบวก สำหรับ $n=1,2,3,\ldots,100$ และได้ศึกษาสมบัติบางประการของกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด $\mathbb{Z}_n$ ทำให้ได้สูตรทั่วไปในการหาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด $\mathbb{Z}_n$

คำสำคัญ: กรุป กรุปย่อย กรุปวัฏจักร กรุปย่อยวัฏจักร กรุปจำกัด

Abstract

In this paper, the number of cyclic subgroups of a finite cyclic group z_n under additive operation for $n=1,2,3,\ldots,100$ are investigated. Moreover, we study some properties of cyclic subgroups of the finite cyclic group $\mathbb{Z}_n$ and obtain the general formular for finding the number of cyclic subgroups of the finite cyclic group $\mathbb{Z}_n$.

Keywords: group, subgroup, cyclic group, cyclic subgroup, finite group

บทนำ

การศึกษาทฤษฎีกรุปได้เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในปี ค.ศ.1897 โดย เบิร์นไซด์ (Burnside) ได้แต่งหนังสือเกี่ยวกับทฤษฎีกรุปในชื่อเรื่อง "Theory of Groups of Finite Order" หลังจากนั้น นักคณิตศาสตร์หลายท่านได้พัฒนาผลงานทางด้านทฤษฎีกรุปออกมาอย่างมากมายและหนึ่งในกรุปที่สำคัญคือ กรุปวัฏจักร โดยการศึกษางานวิจัยนี้ได้แนวคิดมาจาก S.Pankaew , A.Rattana & R.Chinram (2019) ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวได้ศึกษาเกี่ยวกับจำนวนของกึ่งกรุปย่อยวัฏจักรของกึ่งกรุป z_n ภายใต้การคูณ ในงานวิจัยของเราชิ้นนี้เราศึกษาและหาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักร z_n ภายใต้การบวก ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้น จะแนะนำเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ ในที่นี้เราจะใช้สัญลักษณ์ $|C(z_n)|$ แทน จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุปวัฏจักร z_n เมื่อ n เป็นจำนวนนับใด ๆ

[1]นักศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: pattarawan.pe@gmail.com

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด Z_n ภายใต้การบวก ได้ศึกษาและคำนวณหาจำนวนของกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุปวัฏจักร $(Z_n, +)$ เมื่อ $n=1,2,3,\ldots,100$ และได้นำผลการคำนวณจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรมาพิจารณาเพื่อนำไปสู่การหาสูตรทั่วไปของการคำนวณหาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักร $(Z_n, +)$ เมื่อ n เป็นจำนวนนับใด ๆ จะแนะนำเกี่ยวกับบทนิยามต่าง ๆ ในงานวิจัยชิ้นนี้

บทนิยามของกรุปวัฏจักร (cyclic group) และตัวก่อกำเนิด (generator) ต่อไปนี้ผู้วิจัยได้ศึกษามาจากหนังสือพีชคณิตนามธรรมเบื้องต้น ของ อารยา แจ่มจันทร์ (2558) และหนังสือทฤษฎีกึ่งกรุป ของ รณสรรพ์ ชินรัมย์ (2559)

กำหนดให้ G เป็นกรุปใด ๆ เรียก G ว่ากรุปวัฏจักร (cyclic group) ก็ต่อเมื่อมีสมาชิก $a \in G$ ที่ทำให้ $G=\{ a^n \mid n \in N \}$ และเขียนแทนเซต $\{a^n \mid n \in N\}$ ด้วยสัญลักษณ์ $< a >$ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า G เป็นกรุปวัฏจักร ก็ต่อเมื่อ มีสมาชิก $a \in G$ ที่ทำให้ $G=<a>$ และเรียก a ว่าตัวก่อกำเนิด (generator) ของกรุป G

ให้กรุป $G=<a>$, $a \in G$ และ H เป็นกรุปย่อยของกรุป G จะได้ว่า มี $a^m \in G$ สำหรับบาง $m \in N$ ซึ่ง $H=<a^m>$ นั่นคือ ทุกกรุปย่อยของกรุปวัฏจักรเป็นกรุปวัฏจักร

ให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ จะได้ว่า $(Z_n, +)$ เป็นกรุปวัฏจักรจำกัด นอกจากนี้มีทฤษฎีในกรุปที่เป็นที่รู้กันดี นั่นคือทฤษฎีที่กล่าวว่า กรุปย่อยของกรุปวัฏจักรเป็นกรุปวัฏจักร และเนื่องจาก $<\overline{a}>$ เป็นกรุปย่อยของ Z_n ดังนั้นเราจึงได้ว่า $<\overline{a}>$ เป็นกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_n, +)$

ตัวอย่างที่ 1. พิจารณาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_5, +)$, $(Z_7, +)$ และ $(Z_{23}, +)$

พิจารณา $(Z_5, +) = (\{\overline{0}, \overline{1}, \overline{2}, \overline{3}, \overline{4}\}, +)$

จะได้ว่า $<\overline{0}>=\{\overline{0}\}$ และ $<\overline{1}>=<\overline{2}>=<\overline{3}>=<\overline{4}>=\{\overline{0},\overline{1},\overline{2},\overline{3},\overline{4}\}$

ดังนั้น จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป $(Z_5, +)$ เท่ากับ 2 นั่นคือ $|C(Z_5)| = 2$

พิจารณา $(Z_7, +) = (\{\overline{0}, \overline{1}, \overline{2}, \overline{3}, \overline{4}, \overline{5}, \overline{6}\}, +)$

จะได้ว่า $<\overline{0}>=\{\overline{0}\}$ และ $<\overline{1}>=<\overline{2}>=<\overline{3}>=<\overline{4}>=<\overline{5}>=<\overline{6}>=\{\overline{0},\overline{1},\overline{2},\overline{3},\overline{4},\overline{5},\overline{6}\}$

ดังนั้น จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป $(Z_7, +)$ เท่ากับ 2 นั่นคือ $|C(Z_7)|=2$

พิจารณา $(Z_{23}, +)=(\{\overline{0},\overline{1},\overline{2},\overline{3},\overline{4},\overline{5},\overline{6},\overline{7},\overline{8},\overline{9},\overline{10},\overline{11},\overline{12},\overline{13},\overline{14},\overline{15},\overline{16},\overline{17},\overline{18},\overline{19},\overline{20},\overline{21},\overline{22}\},+)$

จะได้ว่า $<\overline{0}>=\{\overline{0}\}$ และ $<\overline{1}>=<\overline{2}>=<\overline{3}>=\ldots=<\overline{22}>=\{\overline{0},\overline{1},\overline{2},\overline{3},\overline{4},\overline{5},\overline{6},\overline{7},\overline{8},\overline{9},\overline{10},\overline{11},\overline{12},\overline{13},\overline{14},\overline{15},\overline{16},\overline{17},\overline{18},\overline{19},\overline{20},\overline{21},\overline{22}\}$

ดังนั้น จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป $(Z_{23}, +)$ เท่ากับ 2 นั่นคือ $|C(Z_{23})|=2$

ตัวอย่างที่ 2. พิจารณาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรทั้งหมดที่แตกต่างกันของกรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_{15}, +)$, $(Z_{16}, +)$ และ $(Z_{24}, +)$

พิจารณา $(Z_{15}, +) = (\{\overline{0}, \overline{1}, \overline{2}, \overline{3}, \overline{4}, \overline{5}, \overline{6}, \overline{7}, \overline{8}, \overline{9}, \overline{10}, \overline{11}, \overline{12}, \overline{13}, \overline{14}\}, +)$

จะได้ว่า $<\overline{0}>=\{\overline{0}\}$ และ $<\overline{1}>=<\overline{2}>=<\overline{4}>=<\overline{7}>=<\overline{8}>=<\overline{11}>=<\overline{13}>=<\overline{14}>=\{\overline{0},\overline{1},\overline{2},\overline{3},\overline{4},\overline{5},\overline{6},\overline{7},\overline{8},\overline{9},\overline{10},\overline{11},\overline{12},\overline{13},\overline{14}\}$ และ $<\overline{3}>=<\overline{6}>=<\overline{9}>=<\overline{12}>=\{\overline{0},\overline{3},\overline{6},\overline{9},\overline{12}\}$ และ $<\overline{5}>=<\overline{10}>=\{\overline{0},\overline{5},\overline{10}\}$

ดังนั้น จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป $(Z_{15}, +)$ เท่ากับ 4 นั่นคือ $|C(Z_{15})| = 4$

พิจารณา $(Z_{16},+)=(\{\bar{0},\bar{1},\bar{2},\bar{3},\bar{4},\bar{5},\bar{6},\bar{7},\bar{8},\bar{9},\overline{10},\overline{11},\overline{12},\overline{13},\overline{14},\overline{15}\},+)$

จะได้ว่า $<\bar{0}>=\{\bar{0}\}$ และ $<\bar{1}>=<\bar{3}>=<\bar{5}>=<\bar{7}>=<\bar{9}>=<\overline{11}>=<\overline{13}>=<\overline{15}>=\{\bar{0},\bar{1},\bar{2},\bar{3},\bar{4},\bar{5},\bar{6},\bar{7},\bar{8},\bar{9},\overline{10},\overline{11},\overline{12},\overline{13},\overline{14},\overline{15}\},+)$

และ $<\bar{2}>=<\bar{6}>=<\overline{10}>=<\overline{14}>=\{\bar{0},\bar{2},\bar{4},\bar{6},\bar{8},\overline{10},\overline{12},\overline{14}\}$ และ $<\bar{4}>=<\overline{12}>=\{\bar{0},\bar{4},\bar{8},\overline{12}\}$ และ $<\bar{8}>=\{\bar{0},\bar{8}\}$

ดังนั้น จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป $(z_{16},+)$ เท่ากับ 5 นั่นคือ $|C(z_{16})|=5$

พิจารณา $(Z_{24},+)=(\{\bar{0},\bar{1},\bar{2},\bar{3},\bar{4},\bar{5},\bar{6},\bar{7},\bar{8},\bar{9},\overline{10},\overline{11},\overline{12},\overline{13},\overline{14},\overline{15},\overline{16},\overline{17},\overline{18},\overline{19},\overline{20},\overline{21},\overline{22},\overline{23}\},+$

จะได้ว่า$<\bar{0}>=\{\bar{0}\}$ และ $<\bar{1}>=<\bar{5}>=<\bar{7}>=<\overline{11}>=<\overline{13}>=<\overline{17}>=<\overline{19}>=<\overline{23}>=\{\bar{0},\bar{1},\bar{2},\bar{3},\bar{4},\bar{5},$

$\bar{6},\bar{7},\bar{8},\bar{9},\overline{10},\overline{11},\overline{12},\overline{13},\overline{14},\overline{15},\overline{16},\overline{17},\overline{18},\overline{19},\overline{20},\overline{21},\overline{22},\overline{23}\}$ และ$<\bar{2}>=<\overline{10}>=<\overline{14}>=<\overline{22}>=\{\bar{0},\bar{2},\bar{4},\bar{6},$

$\bar{8},\overline{10},\overline{12},\overline{14},\overline{16},\overline{18},\overline{20},\overline{22},\overline{24}\}$ และ $<\bar{3}>=<\bar{9}>=<\overline{15}>=<\overline{21}>=\{\bar{0},\bar{3},\bar{6},\bar{9},\overline{12},\overline{15},\overline{18},\overline{21}\}$ และ

$<\bar{4}>=<\overline{20}>=\{\bar{0},\bar{4},\bar{8},\overline{12},\overline{16},\overline{20}\}$ และ $<\bar{6}>=<\overline{18}>=\{\bar{0},\bar{6},\overline{12},\overline{18}\}$ และ $<\bar{8}>=<\overline{16}>=\{\bar{0},\bar{8},\overline{16}\}$ และ $<\overline{12}>=\{\bar{0},\overline{12}\}$

ดังนั้น จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป $(Z_{24},+)$ เท่ากับ 8 นั่นคือ $|C(z_{24})|=8$

บทตั้งที่ 1. ให้ p เป็นจำนวนเฉพาะใด ๆ และ $\bar{a}\in Z_p$ จะได้ว่า ถ้า $\bar{a}\neq\bar{0}$ แล้ว $<\bar{a}>=Z_p$

พิสูจน์ พิสูจน์ได้โดยตรง

จากตัวอย่างที่ 1. เราจะเห็นว่าจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป $(Z_n,+)$ จะเท่ากับ 2 เมื่อ $n=5,7,23$ ซึ่งจำนวนเหล่านี้เป็นจำนวนเฉพาะ จึงนำมาซึ่งแนวคิดในการหาสูตรทั่วไปของการหาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุป $(Z_n,+)$ เมื่อ n เป็นจำนวนเฉพาะใด ๆ และได้ผลลัพธ์ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 1. ให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุป Z_n เท่ากับ 2 ก็ต่อเมื่อ n เป็นจำนวนเฉพาะ $[\,|C(\boldsymbol{Z}_n)|=2\ \leftrightarrow n$ เป็นจำนวนเฉพาะ$]$

พิสูจน์ $(\rightarrow)$ พิสูจน์โดยแย้งสลับที่ สมมติ n ไม่เป็นจำนวนเฉพาะ จะแสดงว่า $|C(Z_n)|\neq2$

เนื่องจาก n ไม่เป็นจำนวนเฉพาะ

ดังนั้น $n=rs$ สำหรับบาง $r,s\in Z-\{1\}$ และ $r,s<n$

พิจารณา

$<\bar{0}>=\{\bar{0}\}$ จะได้ว่า $|<\bar{0}>|=1$

$<\bar{1}>=\{\bar{0},\bar{1},\bar{2},\bar{3},\ldots,\overline{n-1}\}$ จะได้ว่า $|<\bar{1}>|=n$

$<\bar{r}>=\{\bar{r},\overline{2r},\overline{3r},\ldots,\overline{(s-1)r},\bar{0}\}$ จะได้ว่า $|<\bar{r}>|=s$

$<\bar{s}>=\{\bar{s},\overline{2s},\overline{3s},\ldots,\overline{(r-1)s},\bar{0}\}$ จะได้ว่า $|<\bar{s}>|=r$

เนื่องจาก $n\neq1$ และ $n\neq s,r\ \therefore|C(Z_n)|\geq3\ \therefore|C(Z_n)|\neq2$

จะได้ว่าถ้า n ไม่เป็นจำนวนเฉพาะ แล้ว $|C(Z_n)| \neq 2$

ดังนั้น ถ้า $|C(Z_n)| = 2$ แล้วจะได้ว่า n เป็นจำนวนเฉพาะ

($\leftarrow$) สมมติให้ n เป็นจำนวนเฉพาะ จะแสดงว่าจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุป Z_n เท่ากับ 2

$< \bar{0} >= \{\bar{0}\}$ และ $< \bar{1} >=< \bar{2} >=< \bar{3} >= \ \ldots \ =< \overline{p-1} >= Z_p$ จากบทตั้งที่ 1.

ดังนั้น จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของ Z_p จึงเท่ากับ 2 ($|C(Z_n)| = 2$)

ตัวอย่างที่ 3. พิจารณาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_{127}, +)$, $(Z_{173}, +)$, $(Z_{193}, +)$ และ $(Z_{199}, +)$

เนื่องจาก 127,173,193 และ 199 เป็นจำนวนเฉพาะ จากทฤษฎีบทที่ 1 จะได้ว่า $|C(Z_{127})| = |C(Z_{173})| = |C(Z_{193})| = |C(Z_{199})| = 2$

เมื่อเราพิจารณาตัวเลขที่ไม่เป็นจำนวนเฉพาะและดูความสัมพันธ์ระหว่าง n กับจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของ Z_n ($|C(Z_n)|$) ทำให้เราได้แนวคิดในการหาสูตรทั่วไปของจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด Z_n เมื่อ n ไม่เป็นจำนวนเฉพาะ ดังทฤษฎีบทต่อไป

บทตั้งที่ 2. ให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ ถ้า $\bar{a} \in Z_n$ โดยที่ $a \leq n$ และ $a \nmid n$ แล้วจะได้ว่า $<\bar{a}> = Z_n$

พิสูจน์ พิสูจน์ได้โดยตรง

บทตั้งที่ 3. ให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ และ $\bar{a}, \bar{b} \in Z_n$ โดยที่ $\bar{a} \neq \bar{b}$ และ $a \mid n$ และ $b \mid n$ แล้วจะได้ว่า $<\bar{a}> \neq <\bar{b}>$

พิสูจน์ พิสูจน์ได้โดยตรง

ทฤษฎีบท 2. ถ้า $n = p_1^{m1} p_2^{m2} \cdots p_k^{m_k}$ เมื่อ $p_1, p_2, \ldots, p_k$ เป็นจำนวนเฉพาะบวกที่แตกต่างกันและ $m_1, m_2, \ldots, m_k$ เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_n, +)$ เท่ากับ $(m_1+1)(m_2+1)\cdots(m_k+1)$ $\left(\left|C\left(Z_{p_1^{m1} p_2^{m2} \ldots p_k^{m_k}}\right)\right| = (m_1+1)(m_2+1)\cdots(m_k+1)\right)$

พิสูจน์ สมมติให้ $n = p_1^{m1} p_2^{m2} \cdots p_k^{m_k}$ เมื่อ $p_1, p_2, \ldots, p_k$ เป็นจำนวนเฉพาะที่แตกต่างกันทั้งหมดและ $m_1, m_2, \ldots, m_k$ เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ

จากบทตั้งที่ 2 และบทตั้งที่ 3 จะได้ว่าจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุปวัฏจักร $(Z_n, +)$ จะเท่ากับจำนวนของจำนวนที่หาร n ลงตัว ซึ่งเราพบว่า จำนวนเต็มบวก d ที่หาร n ลงตัว จะต้องเขียนในรูป $d = p_1^{a1} p_2^{a2} \cdots p_k^{a_k}$ เมื่อ

$0 \le a_i \le m_i$, $i=1,2,\ldots,k$ จำนวนเต็มบวก d ทั้งหมดที่หาร n ลงตัว จึงได้แก่การเลือกใช้ค่าของ a_i ; $i=1,2,\ldots,k$ ให้ได้ค่า d ที่แตกต่างกันทั้งหมดเท่าที่เป็นไปได้ คือ

(1) a_1 มีวิธีการที่เป็นไปได้ คือ $\{0,1,2,\ldots,m_1\}$ ซึ่งมีทั้งหมด m_1+1 จำนวน

(2) a_2 มีวิธีการที่เป็นไปได้ คือ $\{0,1,2,\ldots,m_2\}$ ซึ่งมีทั้งหมด m_2+1 จำนวน :(k) a_k มีวิธีการที่เป็นไปได้ คือ $\{0,1,2,\ldots,m_k\}$ ซึ่งมีทั้งหมด m_k+1 จำนวน

นั่นคือ จะมีวิธีการเลือก a_i เมื่อ $i=\{1,2,\ldots,k\}$ ได้ทั้งหมด (m_i+1) จำนวน

ดังนั้น ทำให้เราได้ว่า จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุป $Z_{p_1^{m1} p_2^{m2} \cdots p_k^{mk}}$ เท่ากับ $(m_1+1)(m_2+1)(m_3+1)\cdots(m_{k-1}+1)(m_k+1)$

ตัวอย่างที่ 4. พิจารณาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรทั้งหมดที่แตกต่างกันของกรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_{140},+)$, $(Z_{210},+)$ และ $(Z_{245},+)$ เนื่องจาก $140 = 2^2 \times 5^1 \times 7^1$ จากทฤษฎีบทที่ 2 จะได้ว่า $|C(Z_{140})|=(2+1)(1+1)(1+1)=12$ เนื่องจาก $210 = 2^1 \times 3^1 \times 5^1 \times 7^1$ จากทฤษฎีบทที่ 2 จะได้ว่า $|C(Z_{210})|=(1+1)(1+1)(1+1)(1+1)=16$ และ เนื่องจาก $245 = 5^1 \times 7^2$ จากทฤษฎีบทที่ 2 จะได้ว่า $|C(Z_{245})|=(1+1)(2+1)=6$

บทแทรก 1. ถ้า $n=p^m$ เมื่อ p เป็นจำนวนเฉพาะ และ m เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ แล้วจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป Z_n เท่ากับ $m+1$ ($|C(Z_{p^m})|=m+1$)

พิสูจน์ เป็นจริงตามทฤษฎีบทที่ 2. เมื่อแทน $k=1$

ตัวอย่างที่ 5. พิจารณาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรทั้งหมดที่แตกต่างกันของกรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_{128},+)$, $(Z_{243},+)$ และ $(Z_{343},+)$

เนื่องจาก $128 = 2^7$ จากบทแทรกที่ 1 จะได้ว่า $|C(Z_{128})|=7+1=8$ เนื่องจาก $243 = 3^5$ จากบทแทรกที่ 1 จะได้ว่า $|C(Z_{243})|=5+1=6$ และ เนื่องจาก $343 = 7^3$ จากบทแทรกที่ 1 จะได้ว่า $|C(Z_{343})|=3+1=4$

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ตารางต่อไปนี้แสดงจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_n,+)$ เมื่อ $n=2,3,4,\ldots,100$

$\|C(Z_n)\|$	กรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_n,+)$
2	$(Z_2,+),(Z_3,+),(Z_5,+),(Z_7,+),(Z_{11},+),(Z_{13},+),(Z_{17},+),$ $(Z_{19},+),(Z_{23},+),(Z_{29},+),(Z_{31},+),(Z_{37},+),(Z_{41},+),(Z_{43},+),$ $(Z_{47},+),(Z_{53},+),(Z_{59},+),(Z_{61},+),(Z_{67},+),(Z_{71},+),(Z_{73},+),$ $(Z_{79},+),(Z_{83},+),(Z_{89},+),(Z_{97},+)$
3	$(Z_4,+),(Z_9,+),(Z_{25},+),(Z_{49},+)$
4	$(Z_6,+),(Z_8,+),(Z_{10},+),(Z_{14},+),(Z_{15},+),(Z_{21},+),(Z_{22},+),$ $(Z_{26},+),(Z_{27},+),(Z_{33},+),(Z_{34},+),(Z_{35},+),(Z_{38},+),(Z_{39},+),$ $(Z_{46},+),(Z_{51},+),(Z_{55},+),(Z_{57},+),(Z_{58},+),(Z_{62},+),(Z_{65},+),$ $(Z_{69},+),(Z_{74},+),(Z_{77},+),(Z_{82},+),(Z_{85},+),(Z_{86},+),$ $(Z_{87},+),(Z_{91},+),(Z_{93},+),(Z_{94},+),(Z_{95},+)$

5	$(Z_{16},+)$, $(Z_{81},+)$
6	$(Z_{12},+)$,$(Z_{18},+)$,$(Z_{20},+)$,$(Z_{28},+)$,$(Z_{32},+)$,$(Z_{44},+)$,$(Z_{45},+)$, $(Z_{50},+)$,$(Z_{52},+)$,$(Z_{63},+)$,$(Z_{68},+)$, $(Z_{75},+)$, $(Z_{76},+)$, $(Z_{92},+)$, $(Z_{98},+)$, $(Z_{99},+)$,
7	$(Z_{64},+)$
8	$(Z_{24},+)$,$(Z_{30},+)$,$(Z_{40},+)$,$(Z_{42},+)$,$(Z_{54},+)$,$(Z_{56},+)$,$(Z_{66},+)$, $(Z_{70},+)$,$(Z_{78},+)$, $(Z_{88},+)$
9	$(Z_{36},+)$,$(Z_{100},+)$
10	$(Z_{48},+)$,$(Z_{80},+)$
12	$(Z_{60},+)$,$(Z_{72},+)$,$(Z_{84},+)$,$(Z_{90},+)$,$(Z_{96},+)$

จากทฤษฎีบทที่ 1 , ทฤษฎีบทที่ 2 และบทแทรกที่ 1 ทำให้ได้สูตรที่ใช้หาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป $(Z_n,+)$ ดังต่อไปนี้

1. $|C(Z_n)|=2$ เมื่อ n เป็นจำนวนเฉพาะ

2. $\left|C\left(Z_{p_1^{m1}p_2^{m2}\cdots p_k^{mk}}\right)\right|=(m_1+1)(m_2+1)\cdots(m_k+1)$ เมื่อ $p_1,p_2,\ldots,p_k$ เป็นจำนวนเฉพาะบวกที่แตกต่างกันและ $m_1,m_2,\ldots,m_k$ เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ

3. $\left|C\left(Z_{p^m}\right)\right|=m+1$ เมื่อ p เป็นจำนวนเฉพาะ และ m เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ

สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาเกี่ยวกับจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด Z_n ภายใต้การบวก สำหรับ $n=1,2,3,\ldots,100$ และได้สูตรทั่วไปในการหาจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด Z_n ภายใต้การบวก จากผลการวิจัย เราสามารถสรุปได้ว่า เมื่อกำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรของกรุปวัฏจักรจำกัด Z_n เท่ากับ 2 เมื่อ n เป็นจำนวนเฉพาะ และเมื่อพิจารณา $n=p_1^{m1}p_2^{m2}\cdots p_k^{mk}$ เมื่อ $p_1,p_2,\ldots,p_k$ เป็นจำนวนเฉพาะบวกที่แตกต่างกันและ $m_1,m_2,\ldots,m_k$ เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ แล้วจะได้ว่า จำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุปวัฏจักรจำกัด $(Z_n,+)$ เท่ากับ $(m_1+1)(m_2+1)\cdots(m_k+1)$ นอกจากนี้ยังสรุปได้ว่า ถ้า $n=p^m$ เมื่อ p เป็นจำนวนเฉพาะ และ m เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ แล้วจำนวนกรุปย่อยวัฏจักรที่แตกต่างกันทั้งหมดของกรุป Z_n เท่ากับ $m+1$

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่สนับสนุนอุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ปุณศยา พัฒนางกูร. (2553). **พีชคณิตนามธรรมเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

รณสรรพ์ ชินรัมย์. (2559). **ทฤษฎีกึ่งกรุป.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา : ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อารยา แจ่มจันทร์. (2558). **พีชคณิตนามธรรมเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

S.Pankaew , A.Rattana and R.Chinram (2019). On the number of monogenic subsemigroups of semigroups z_n. **International Journal of Mathematics and Computer Science.** 14(April) : 557-561.

สมบัติบางประการของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณ

Some properties of Multiplicative Triple Fibonacci Sequences

ธีรพล บัวทอง[1*], นูรีตา ปาเซเลาะ[2], สิทธิพงษ์ ภูทัยเจริญ[2]

Theerapon Buatong[1*], Nureete Pasaeloh[2], Sittipong Phoothaiceroen[2]

บทคัดย่อ

ลำดับฟีโบนักชีและรูปแบบทั่วไปของลำดับฟีโบนักชี เป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยจำนวนมากในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมา ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอทฤษฎีและสมบัติบางประการของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณ ผลการศึกษาพิจารณาภายใต้รูปแบบเฉพาะเจาะจง โดยใช้วิธีพิสูจน์โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

คำสำคัญ: ลำดับฟีโบนักชี, ลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณ, สามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณ

Abstract

Fibonacci sequences and their generalizations are popularized. In this paper, we present some properties of multiplicative triple Fibonacci sequences under a specific scheme and prove them by mathematical induction.

Keywords: Fibonacci Sequences, Multiplicative Fibonacci Sequences, Multiplicative Triple Fibonacci Sequences

[1]อาจารย์ สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

***Corresponding author, E-mail:** theerapon.bu@skru.ac.th

บทนำ

ลำดับฟีโบนักชีและรูปแบบทั่วไปของลำดับฟีโบนักชี เป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยจำนวนมากในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมา ในปี 1985 Atanassov, Atanassova and Sasselov ได้นำลำดับคู่ฟีโบนักชีมาใช้เป็นครั้งแรก มีผลงานมากมายที่ทำขึ้นเพื่อศึกษาสามลำดับของฟีโบนักชี ในปี 1987 J.Z. Lee and Lee ได้เสนอรูปแบบและแนวคิดของสามลำดับฟีโบนักชี

สามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณคือ ลำดับอนันต์ 3 ลำดับ ที่มีความสัมพันธ์โดยสมาชิกในลำดับหนึ่ง เขียนเป็นผลคูณของสมาชิกตัวอื่นในลำดับเดียวกันหรือต่างลำดับกันก็ได้ ซึ่งนิยามดังนี้ ให้ $\alpha_i\ _{i=0}^{\infty}$, $\beta_i\ _{i=0}^{\infty}$, $\gamma_i\ _{i=0}^{\infty}$ เป็นสามลำดับอนันต์ a,b,c,d,e และ f เป็นจำนวนจริงใด ๆ โดยที่ $\alpha_0=a,\beta_0=b,\gamma_0=c,\alpha_1=d,\beta_1=e,\ \gamma_1=f$ ในปี 2012 Singh, Bhatnagar and Sikhwal ได้มีการจำแนกรูปแบบที่แตกต่างกัน 9 รูปแบบดังนี้

First Scheme	Second Scheme	Third Scheme
$\alpha_{n+2}=\beta_{n+1}\gamma_n$	$\alpha_{n+2}=\gamma_{n+1}\beta_n$	$\alpha_{n+2}=\alpha_{n+1}\beta_n$
$\beta_{n+2}=\gamma_{n+1}\alpha_n$	$\beta_{n+2}=\alpha_{n+1}\gamma_n$	$\beta_{n+2}=\beta_{n+1}\gamma_n$
$\gamma_{n+2}=\alpha_{n+1}\beta_n$	$\gamma_{n+2}=\beta_{n+1}\alpha_n$	$\gamma_{n+2}=\gamma_{n+1}\alpha_n$

Fourth Scheme	Fifth Scheme	Sixth Scheme
$\alpha_{n+2}=\beta_{n+1}\alpha_n$	$\alpha_{n+2}=\alpha_{n+1}\gamma_n$	$\alpha_{n+2}=\gamma_{n+1}\alpha_n$
$\beta_{n+2}=\gamma_{n+1}\beta_n$	$\beta_{n+2}=\beta_{n+1}\alpha_n$	$\beta_{n+2}=\alpha_{n+1}\beta_n$
$\gamma_{n+2}=\alpha_{n+1}\gamma_n$	$\gamma_{n+2}=\gamma_{n+1}\beta_n$	$\gamma_{n+2}=\beta_{n+1}\gamma_n$

Seventh Scheme	Eighth Scheme	Ninth Scheme
$\alpha_{n+2}=\alpha_{n+1}\alpha_n$	$\alpha_{n+2}=\beta_{n+1}\beta_n$	$\alpha_{n+2}=\gamma_{n+1}\gamma_n$
$\beta_{n+2}=\beta_{n+1}\beta_n$	$\beta_{n+2}=\gamma_{n+1}\gamma_n$	$\beta_{n+2}=\alpha_{n+1}\alpha_n$
$\gamma_{n+2}=\gamma_{n+1}\gamma_n$	$\gamma_{n+2}=\alpha_{n+1}\alpha_n$	$\gamma_{n+2}=\beta_{n+1}\beta_n$

นอกจากนี้ Singh, Bhatnagar and Sikhwal ได้มีการศึกษาทฤษฎีบทและสมบัติบางประการของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณในรูปแบบที่ 1 และ 2 ในปี 2014 K.S. Sisodiya, Singh and Sisodiya ได้ศึกษาทฤษฎีบทและสมบัติบางประการของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณในรูปแบบที่ 1 และ 2 เพิ่มเติม โดยนำผลลัพธ์จากงานวิจัยของ Singh, Bhatnagar and Sikhwal มาเขียนให้อยู่รูปแบบทั่วไป วัตถุประสงค์ของบทความนี้ เพื่อหาสมบัติบางประการของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณในรูปแบบที่ 3 โดยใช้วิธีและแนวคิดของ Kumar, Kishan and Gupta

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษา สามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณภายใต้รูปแบบที่ 3 เพื่อนำไปหาสมบัติบางประการของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณ

ตารางที่ 1 สามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณในรูปแบบที่ 3

n	α_n	β_n	γ_n
0	a	b	c
1	d	e	f
2	bd	ce	af
3	bde	cef	adf
4	$bcde^2$	$acef^2$	abd^2f
5	bc^2de^3f	a^2bcdef^3	ab^2d^3ef

ทฤษฎีบท 1 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n \geq 0$

$$(a).\prod_{n=0}^{n}\alpha_k = \frac{\gamma_{n+2}}{\gamma_1}, \quad (b).\prod_{n=0}^{n}\beta_k = \frac{\alpha_{n+2}}{\alpha_1}, \quad (c).\prod_{n=0}^{n}\gamma_k = \frac{\beta_{n+2}}{\beta_1}$$

พิสูจน์

$(a).\prod_{n=0}^{n}\alpha_k = \frac{\gamma_{n+2}}{\gamma_1}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{n=0}^{n}\alpha_k = \frac{\gamma_{n+2}}{\gamma_1}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{0}\alpha_k = \alpha_0$ และ $\frac{\gamma_{0+2}}{\gamma_1} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \alpha_0$ ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง

สมมติให้ $P(0),\ P(1),\ P(2),\ldots,\ P(r)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(r+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n}\alpha_k = \frac{\gamma_{r+2}}{\gamma_1}$

พิจารณา $\prod_{k=0}^{r+1}\alpha_k = \prod_{k=0}^{r}\alpha_k\alpha_{r+1} = \frac{\gamma_{r+2}}{\gamma_1}\alpha_{r+1} = \frac{\gamma_{r+3}}{\gamma_1}$ ดังนั้น $P(r+1)$ เป็นจริง

$(b).\prod_{n=0}^{n}\beta_k = \frac{\alpha_{n+2}}{\alpha_1}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{n=0}^{n}\beta_k = \frac{\alpha_{n+2}}{\alpha_1}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{0}\beta_k = \beta_0$ และ $\frac{\alpha_{0+2}}{\alpha_1} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \beta_0$ ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง

สมมติให้ $P(0),\ P(1),\ P(2),\ldots,\ P(r)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(r+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n}\beta_k = \frac{\alpha_{r+2}}{\alpha_1}$

พิจารณา $\prod_{k=0}^{r+1}\beta_k = \prod_{k=0}^{r}\beta_k\beta_{r+1} = \frac{\alpha_{r+2}}{\alpha_1}\beta_{r+1} = \frac{\alpha_{r+3}}{\alpha_1}$ ดังนั้น $P(r+1)$ เป็นจริง

$(c).\prod_{n=0}^{n}\gamma_k = \frac{\beta_{n+2}}{\beta_1}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{n=0}^{n}\gamma_k = \frac{\beta_{n+2}}{\beta_1}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{0}\gamma_k = \gamma_0$ และ $\frac{\beta_{0+2}}{\beta_1} = \frac{\beta_2}{\beta_1} = \gamma_0$ ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง

สมมติให้ $P(0)$, $P(1)$, $P(2)$,..., $P(r)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(r+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n}\gamma_k = \frac{\beta_{r+2}}{\beta_1}$

พิจารณา $\prod_{k=0}^{r+1}\gamma_k = \prod_{k=0}^{r}\gamma_k\gamma_{r+1} = \frac{\beta_{r+2}}{\beta_1}\gamma_{r+1} = \frac{\beta_{r+3}}{\beta_1}$ ดังนั้น $P(r+1)$ เป็นจริง

ทฤษฎีบท 2 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n \geq 1$, $\alpha_n\beta_n\gamma_n = \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_{n-1}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_n}$

พิสูจน์ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\alpha_n\beta_n\gamma_n = \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_{n-1}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_n}$

ขั้นฐาน ให้ $n=1$ นั่นคือ $\alpha_1\beta_1\gamma_1 = \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_{1-1}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_1}$ และ

$\alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_{1-1}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_1} = \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,0}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,1} = \alpha_1\beta_1\gamma_1$ ดังนั้น $P(1)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\alpha_{n+1}\beta_{n+1}\gamma_{n+1} = \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_n}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_{n+1}}$

พิจารณา

$$\begin{aligned}\alpha_{n+1}\beta_{n+1}\gamma_{n+1} &= \alpha_n\beta_{n-1}\ \beta_n\gamma_{n-1}\ \gamma_n\alpha_{n-1} = \alpha_{n-1}\beta_{n-1}\gamma_{n-1}\ \alpha_n\beta_n\gamma_n \\ &= \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_{n-2}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_{n-1}}\ \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_{n-1}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_n} \\ &= \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_{n-1}+F_{n-2}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_n+F_{n-1}} = \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_n}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_{n+1}}\end{aligned}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n \geq 1$ จะได้ว่า $\alpha_n\beta_n\gamma_n = \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_{n-1}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_n}$

ทฤษฎีบท 3 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n \geq 0$

$$\prod_{k=0}^{n} \alpha_k \beta_k \gamma_k = \alpha_0 \beta_0 \gamma_0^{\,F_{n+1}} \alpha_1 \beta_1 \gamma_1^{\,F_{n+2}-1}$$

พิสูจน์ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n} \alpha_k \beta_k \gamma_k = \alpha_0 \beta_0 \gamma_0^{\,F_{n+1}} \alpha_1 \beta_1 \gamma_1^{\,F_{n+2}-1}$

ขั้นฐาน ให้ $n = 0$ นั่นคือ

$$\prod_{k=0}^{0} \alpha_k \beta_k \gamma_k = \alpha_0 \beta_0 \gamma_0$$

$$\alpha_0 \beta_0 \gamma_0^{\,F_{0+1}} \alpha_1 \beta_1 \gamma_1^{\,F_{0+2}-1} = \alpha_0 \beta_0 \gamma_0^{\,1} \alpha_1 \beta_1 \gamma_1^{\,0} = \alpha_0 \beta_0 \gamma_0$$

ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง

สมมติให้ $P(0)$, $P(1)$, $P(2)$,..., $P(\mathrm{n})$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1} \alpha_k \beta_k \gamma_k = \alpha_0 \beta_0 \gamma_0^{\,F_{n+2}} \alpha_1 \beta_1 \gamma_1^{\,F_{n+3}-1}$

พิจารณา

$$\begin{aligned}
\prod_{k=0}^{n+1} \alpha_k \beta_k \gamma_k &= \prod_{k=0}^{n} \alpha_k \beta_k \gamma_k \;\; \alpha_{n+1} \beta_{n+1} \gamma_{n+1} \\
&= \alpha_0 \beta_0 \gamma_0^{\,F_{n+1}} \alpha_1 \beta_1 \gamma_1^{\,F_{n+2}-1} \; \alpha_0 \beta_0 \gamma_0^{\,F_n} \; \alpha_1 \beta_1 \gamma_1^{\,F_{n+1}} \\
&= \alpha_0 \beta_0 \gamma_0^{\,F_{n+2}} \alpha_1 \beta_1 \gamma_1^{\,F_{n+3}-1}
\end{aligned}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n \geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n} \alpha_k \beta_k \gamma_k = \alpha_0 \beta_0 \gamma_0^{\,F_{n+1}} \alpha_1 \beta_1 \gamma_1^{\,F_{n+2}-1}$

ทฤษฎีบท 4 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n \geq 0$

$$(a). \prod_{k=0}^{n} \alpha_{2k+5} \beta_{2k+4} = \prod_{k=0}^{n} \alpha_{2k+6}, \quad (b). \prod_{k=0}^{n} \beta_{2k+5} \gamma_{2k+4} = \prod_{k=0}^{n} \beta_{2k+6}, \quad (c). \prod_{k=0}^{n} \gamma_{2k+5} \alpha_{2k+4} = \prod_{k=0}^{n} \gamma_{2k+6}$$

พิสูจน์

$(a). \prod_{k=0}^{n} \alpha_{2k+5} \beta_{2k+4} = \prod_{k=0}^{n} \alpha_{2k+6}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n} \alpha_{2k+5} \beta_{2k+4} = \prod_{k=0}^{n} \alpha_{2k+6}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ นั่นคือ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{2k+5}\beta_{2k+4}=\alpha_5\beta_4=\alpha_6$ และ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{2k+6}=\alpha_6$

ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง

สมมติให้ $P(0),\ P(1),\ P(2),\ldots,\ P(n)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+5}\beta_{2k+4}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+6}$

พิจารณา

$$\begin{aligned}\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+5}\beta_{2k+4} &= \prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5}\beta_{2k+4}\ \ \alpha_{2n+7}\beta_{2n+6}\\ &= \prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+6}\alpha_{2n+8}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+6}\alpha_{2(n+1)+6}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+6}\end{aligned}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n\geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5}\beta_{2k+4}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+6}$

(b) และ (c) สามารถพิสูจน์ได้ในทำนองเดียวกัน

ทฤษฎีบท 5 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n\geq 0$

$$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+5}\beta_{3k+4}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+6},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{3k+5}\gamma_{3k+4}=\prod_{k=0}^{n}\beta_{3k+6},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{3k+5}\alpha_{3k+4}=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{3k+6}$$

พิสูจน์

$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+5}\beta_{3k+4}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+6}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+5}\beta_{3k+4}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+6}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ นั่นคือ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{3k+5}\beta_{3k+4}=\alpha_5\beta_4=\alpha_6$ และ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{3k+6}=\alpha_6$ ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง

สมมติให้ $P(0),\ P(1),\ P(2),\ldots,\ P(n)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{3k+5}\beta_{3k+4}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{3k+6}$

พิจารณา

$$\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{3k+5}\beta_{3k+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+5}\beta_{3k+4}\ \ \alpha_{3n+8}\beta_{3n+7}$$
$$= \prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+6}\alpha_{3n+9} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+6}\alpha_{3(n+1)+6} = \prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{3k+6}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n \geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+5}\beta_{3k+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+6}$

(b) และ (c) สามารถพิสูจน์ได้ในทำนองเดียวกัน

ทฤษฎีบท 6 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n \geq 0$

$$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+5}\beta_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+6},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+5}\gamma_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+6},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+5}\alpha_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+6}$$

พิสูจน์

$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+5}\beta_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+6}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+5}\beta_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+6}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ นั่นคือ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{lk+5}\beta_{lk+4} = \alpha_5\beta_4 = \alpha_6$ และ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{lk+6} = \alpha_6$ ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง

สมมติให้ $P(0)$, $P(1)$, $P(2)$,..., $P(n)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{lk+5}\beta_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{lk+6}$

พิจารณา

$$\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{lk+5}\beta_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+5}\beta_{lk+4}\ \ \alpha_{l(n+1)+5}\beta_{l(n+1)+4}$$
$$= \prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+6}\alpha_{l(n+1)+6} = \prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{lk+6}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n \geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+5}\beta_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+6}$

(b) และ (c) สามารถพิสูจน์ได้ในทำนองเดียวกัน

ทฤษฎีบท 7 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n \geq 0$

$$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+3}\gamma_{2k+2}=\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+4},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+3}\alpha_{2k+2}=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+4}$$

พิสูจน์

$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ นั่นคือ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2}=\alpha_3\beta_2=\alpha_4$ และ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{2k+4}=\alpha_4$ ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง

สมมติให้ $P(0),\ P(1),\ P(2),\ldots,\ P(n)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+4}$

พิจารณา

$$\begin{aligned}\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2}&=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2}(\alpha_{2(n+1)+3}\beta_{2(n+1)+2})\\&=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2}\ \ \alpha_{2n+5}\beta_{2n+4}\\&=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}\alpha_{2n+6}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}\alpha_{2(n+1)+4}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+4}\end{aligned}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n \geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}$

(b) และ (c) สามารถพิสูจน์ได้ในทำนองเดียวกัน

ทฤษฎีบท 8 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n \geq 0$

$$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+4}\gamma_{2k+3}=\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+5},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+4}\alpha_{2k+3}=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+5}$$

พิสูจน์

$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ นั่นคือ

$$\prod_{k=0}^{0}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3}=\alpha_4\beta_3=\alpha_5 \text{ และ } \prod_{k=0}^{0}\alpha_{2k+5}=\alpha_5 \text{ ดังนั้น } P(0) \text{ เป็นจริง}$$

สมมติให้ $P(0),\ P(1),\ P(2),\ldots,\ P(\mathrm{n})$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+5}$

พิจารณา

$$\begin{aligned}\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3}&=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3}(\alpha_{2(\mathrm{n}+1)+4}\beta_{2(\mathrm{n}+1)+3})\\&=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3}\ \ \alpha_{2n+6}\beta_{2n+5}\\&=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5}\alpha_{2n+7}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5}\alpha_{2(\mathrm{n}+1)+5}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+5}\end{aligned}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n\geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5}$

(b) และ (c) สามารถพิสูจน์ได้ในทำนองเดียวกัน

ทฤษฎีบท 9 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n\geq 0$

$$(\mathrm{a}).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(\mathrm{L}+1)}\beta_{2k+\mathrm{L}}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+2)},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+(L+1)}\gamma_{2k+L}=\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+(L+2)},$$
$$(c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+(L+1)}\alpha_{2k+L}=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+(L+2)}$$

พิสูจน์

$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+1)}\beta_{2k+L}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+2)}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+1)}\beta_{2k+L}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+2)}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ นั่นคือ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{2k+(L+1)}\beta_{2k+L}=\alpha_{L+1}\beta_L=\alpha_{L+2}$ และ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{2k+(L+2)}=\alpha_{L+2}$

ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง สมมติให้ $P(0),\ P(1),\ P(2),\ldots,\ P(n)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+(L+1)}\beta_{2k+L}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+(L+2)}$

พิจารณา

$$\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+(L+1)}\beta_{2k+L}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+1)}\beta_{2k+L}\ \ \alpha_{2(n+1)+(L+1)}\beta_{2(n+1)+L}$$
$$=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+2)}\alpha_{2(n+1)+(L+2)}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{2k+(L+2)}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n\geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+1)}\beta_{2k+L}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+2)}$

(b) และ (c) สามารถพิสูจน์ได้ในทำนองเดียวกัน

ทฤษฎีบท 10 สำหรับทุกจำนวนเต็ม $n\geq 0$

$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+1)}\beta_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+2)}$, $(b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(p+1)}\gamma_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(p+2)}$, $(c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(p+1)}\alpha_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(p+2)}$

พิสูจน์

$(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+1)}\beta_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+2)}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+1)}\beta_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+2)}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ นั่นคือ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{lk+(p+1)}\beta_{lk+p}=\alpha_{p+1}\beta_{p}=\alpha_{p+2}$ และ $\prod_{k=0}^{0}\alpha_{lk+(p+2)}=\alpha_{p+2}$

ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง สมมติให้ $P(0)$, $P(1)$, $P(2)$,..., $P(n)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{lk+(p+1)}\beta_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{lk+(p+2)}$

พิจารณา

$$\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{lk+(p+1)}\beta_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+1)}\beta_{lk+p}\ \ \alpha_{l(n+1)+(p+1)}\beta_{l(n+1)+p}$$
$$=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+2)}\alpha_{l(n+1)+(p+2)}=\prod_{k=0}^{n+1}\alpha_{lk+(p+2)}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n\geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+1)}\beta_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(p+2)}$

$(b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(p+1)}\gamma_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(p+2)}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(p+1)}\gamma_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(p+2)}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ นั่นคือ $\prod_{k=0}^{0}\beta_{lk+(p+1)}\gamma_{lk+p}=\beta_{p+1}\gamma_{p}=\beta_{p+2}$ และ $\prod_{k=0}^{0}\beta_{lk+(p+2)}=\beta_{p+2}$

ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง สมมติให้ $P(0)$, $P(1)$, $P(2)$,..., $P(\mathrm{n})$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1}\beta_{lk+(\mathrm{p}+1)}\gamma_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n+1}\beta_{lk+(\mathrm{p}+2)}$

พิจารณา

$$\prod_{k=0}^{n+1}\beta_{lk+(\mathrm{p}+1)}\gamma_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(\mathrm{p}+1)}\gamma_{lk+p}\ \ \beta_{\mathrm{l}(n+1)+(\mathrm{p}+1)}\gamma_{\mathrm{l}(n+1)+p}$$
$$=\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(\mathrm{p}+2)}\beta_{\mathrm{l}(\mathrm{n}+1)+(\mathrm{p}+2)}=\prod_{k=0}^{n+1}\beta_{lk+(\mathrm{p}+2)}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n\geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(\mathrm{p}+1)}\gamma_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(\mathrm{p}+2)}$

$(c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+1)}\alpha_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+2)}$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ $\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+1)}\alpha_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+2)}$

ขั้นฐาน ให้ $n=0$ นั่นคือ$\prod_{k=0}^{0}\gamma_{lk+(p+1)}\alpha_{lk+p}=\gamma_{p+1}\alpha_{p}=\gamma_{p+2}$ และ $\prod_{k=0}^{0}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+2)}=\gamma_{p+2}$

ดังนั้น $P(0)$ เป็นจริง สมมติให้ $P(0)$, $P(1)$, $P(2)$,..., $P(n)$ เป็นจริง

ขั้นอุปนัย จะแสดงว่า $P(n+1)$ เป็นจริง นั่นคือจะแสดงว่า $\prod_{k=0}^{n+1}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+1)}\alpha_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n+1}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+2)}$

พิจารณา $\prod_{k=0}^{n+1}\gamma_{lk+(p+1)}\alpha_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+1)}\alpha_{lk+p}\ \ \gamma_{\mathrm{l}(n+1)+(\mathrm{p}+1)}\alpha_{\mathrm{l}(n+1)+p}$

$$=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+2)}\gamma_{\mathrm{l}(n+1)+(\mathrm{p}+2)}=\prod_{k=0}^{n+1}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+2)}$$

ดังนั้น $P(n+1)$ เป็นจริง โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ $n\geq 0$ จะได้ว่า $\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+1)}\alpha_{lk+p}=\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+2)}$

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ผลลัพธ์บางอย่างของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณภายใต้รูปแบบที่ 3 ได้แก่ ทฤษฎีบท 1 $(a).\prod_{n=0}^{n}\alpha_k=\frac{\gamma_{n+2}}{\gamma_1}$, $(b).\prod_{n=0}^{n}\beta_k=\frac{\alpha_{n+2}}{\alpha_1}$, $(c).\prod_{n=0}^{n}\gamma_k=\frac{\beta_{n+2}}{\beta_1}$

ทฤษฎีบท 2 $\alpha_n\beta_n\gamma_n=\alpha_0\beta_0\gamma_0^{\ F_{n-1}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\ F_n}$

ทฤษฎีบท 3 $\prod_{k=0}^{n}\alpha_k\beta_k\gamma_k = \alpha_0\beta_0\gamma_0^{\,F_{n+1}}\ \alpha_1\beta_1\gamma_1^{\,F_{n+2}-1}$

ทฤษฎีบท 4 $(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5}\beta_{2k+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+6},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+5}\alpha_{2k+4} = \prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+6},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+5}\gamma_{2k+4} = \prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+6}$

ทฤษฎีบท 5 $(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+5}\beta_{3k+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{3k+6},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{3k+5}\gamma_{3k+4} = \prod_{k=0}^{n}\beta_{3k+6},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{3k+5}\alpha_{3k+4} = \prod_{k=0}^{n}\gamma_{3k+6}$

จากทฤษฎีบท 4 และทฤษฎีบท 5 จะได้ทฤษฎีบท 6

ทฤษฎีบท 6 $(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+5}\beta_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+6},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+5}\gamma_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+6},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+5}\alpha_{lk+4} = \prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+6}$

ทฤษฎีบท 7 $(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+3}\beta_{2k+2} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+3}\gamma_{2k+2} = \prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+4},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+3}\alpha_{2k+2} = \prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+4}$

ทฤษฎีบท 8 $(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+4}\beta_{2k+3} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+5},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+4}\gamma_{2k+3} = \prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+5},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+4}\alpha_{2k+3} = \prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+5}$

จากทฤษฎีบท 7 และทฤษฎีบท 8 จะได้ทฤษฎีบท 9

ทฤษฎีบท 9 $(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+1)}\beta_{2k+L} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{2k+(L+2)},\ (b).\prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+(L+1)}\gamma_{2k+L} = \prod_{k=0}^{n}\beta_{2k+(L+2)},$

$(c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+(L+1)}\alpha_{2k+L} = \prod_{k=0}^{n}\gamma_{2k+(L+2)}$

จากทฤษฎีบทที่ 6 และทฤษฎีบทที่ 9 จะได้ทฤษฎีบท 10

ทฤษฎีบท 10 $(a).\prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(\mathrm{p}+1)}\beta_{lk+p} = \prod_{k=0}^{n}\alpha_{lk+(\mathrm{p}+2)},$

$(\mathrm{b}).\prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(\mathrm{p}+1)}\gamma_{lk+p} = \prod_{k=0}^{n}\beta_{lk+(\mathrm{p}+2)},\ (c).\prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+1)}\alpha_{lk+p} = \prod_{k=0}^{n}\gamma_{lk+(\mathrm{p}+2)}$

สรุปผลการวิจัย

สำหรับบทความวิจัยนี้ได้สมบัติบางประการใหม่ของสามลำดับฟีโบนักชีเชิงการคูณภายใต้รูปแบบที่ 3 ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษา ได้รับทฤษฎีใหม่ ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวและทฤษฎีอื่นๆ โดยใช้วิธีการพิสูจน์โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่สนับสนุนอุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Atanassov, K.T., Atanassova, L.C. and Sasselov, D.D. (1985). A new perspective to the generalization of the Fibonacci sequence. **The Fibonacci Quarterly**. 23(1), 21-28.

Lee, J.Z. and Lee, J.S. (1987). Some properties of the generalization of the Fibonacci sequence. **The Fibonacci Quarterly**. 25(2), 111-117.

Singh, M., Bhatnagar, S. and Sikhwal, O. (2012). Multiplicative triple Fibonacci sequences. **Applied Mathematical Sciences**. 6(52), 2567-2572.

Singh, B., Sisodiya, K.S. and Sisodiya, K. (2014). Some fundamental properties of Multiplicative Triple Fibonacci Sequences. **International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology**. 3(4), 128-131.

Kumar, S., Kishan, H. and Gupta, D. (2015). A note multiplicative triple Fibonacci sequences. **The Bulletin of Society for Mathematical Services and Standards**. 13, 2277-8020.

สมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน ตำบลบ่อแสน อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา

DIARY FOR SURVEILLANCE AND MONITORING DIABETIC RISK GROUP IN BO SAEN SUB-DISTRICT, THAP PUT DISTRICT, PHANG NGA PROVINCE

นูรฮาพีดา อีแต[*1], นิภาพร ทองมี[2], ศิริมล บุญมาเลิศ[3], กนกศักดิ์ ชาวนา[4], อุไรวรรณ ไกรนรา มูรานิชิ[5], จิตติพงศ์ สังข์ทอง[6]

Nurhaphida Etae[1], Nipaporn Thongmee[2], Sirimon Boonmalers[3], Kanoksak Chaona[4], Uraiwan Krainara Muranishi[5], Jittipong Sungthong[6]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมเกี่ยวกับการเฝ้าระวังและติดตามกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานในรูปแบบ "สมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง" ซึ่งเป็นเครื่องมือในการดำเนินงานโรคเบาหวานในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ่อแสน อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อนวัตกรรมดังกล่าว พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อภาพรวมของนวัตกรรมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.67, S.D.=0.58) ประเด็นที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ เนื้อหาไม่ยาก เข้าใจง่าย ($\bar{x}$ =5, S.D.=0.58) และประเด็นที่มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุดจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือ การบันทึกผลการติดตามเยี่ยมกลุ่มเสี่ยงได้ง่าย ($\bar{x}$ =3.33, S.D.=0.58) การศึกษาครั้งนี้เป็นแนวทางสำหรับการป้องกันการเกิดโรคเบาหวานในผู้ป่วยใหม่โดยเน้นการส่งเสริมทักษะการดูแลตนเองของกลุ่มเสี่ยงและลดการสูญเสียที่เกิดจากโรคเบาหวาน ตลอดจนส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีของกลุ่มเสี่ยงและชุมชนต่อไป

คำสำคัญ: กลุ่มเสี่ยง, โรคเบาหวาน, สมุดบันทึก

[1,2] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[3,4] นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ่อแสน อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา

[5,6] อาจารย์สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[*]**Corresponding author, E-mail:** Nurhaphida_etae@hotmail.com

Abstract

This study was the development of an innovation in surveillance and monitoring of diabetic risk groups named "Diary for Surveillance and Monitoring of Diabetes in Risk Groups" as a tool for diabetes operation in Bo Saen Health Promoting Hospital. This is a way to prevent diabetes in newly patients with the aim of self-care of risk groups in quality and effective order to reduce the loss caused by diabetes and improve the quality of life. According to the study, the samples are satisfied with the overall level of innovation at the highest level ($\bar{x}$ = 4.67). The item with the highest level is item, not difficult to understand content and the lowest item was at a moderate level, which was item, easy to record follow-up visits to risk groups ($\bar{x}$ = 3.33).

Keywords: diabetic risk group, Diary for surveillance and monitoring diabetic risk group

บทนำ

โรคเบาหวานเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นโรคเรื้อรังที่ทำให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตลดลง คุกคามสุขภาพของประชาชนและทำให้มีการสูญเสียชีวิตมากที่สุดโรคหนึ่ง พบมากในวัยผู้ใหญ่ ปัจจุบันพบว่าผู้ป่วยโรคนี้มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น ทั่วโลกจึงหันมาให้ความสำคัญและรับมือกับโรคเบาหวาน โดยองค์การอนามัยโลกและสหพันธ์เบาหวานนานาชาติได้มีมติรับโรคเบาหวานเป็นโรคที่เป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญ ประเทศไทยมีแนวโน้มผู้ป่วยเพิ่มขึ้นจากรายงานการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย พบว่าคนไทยอายุ 15 ปีขึ้นไปป่วยด้วยโรคเบาหวาน เพิ่มขึ้น 1.6 ล้านคน ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา และผู้ป่วยเบาหวานร้อยละ 43.2 ไม่เคยได้รับการวินิจฉัยมาก่อนและไม่ทราบว่าตนเองป่วยเป็นโรคเบาหวาน นอกจากนี้มากกว่า 3 ใน 4 ของผู้ป่วยโรคเบาหวานจะมีโรคความดันโลหิตสูงร่วมด้วย โรคเบาหวานนั้นมีลักษณะสำคัญคือระดับน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งภาวะน้ำตาลในเลือดสูงเป็นระยะเวลานานส่งผลให้อวัยวะเสื่อมสมรรถภาพ และทำงานล้มเหลว เป็นเหตุให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่ ตา ไต หลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมอง (สุวรรณชัย วัฒนายิ่งเจริญชัย., 2561) นอกจากนี้ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ปี 2551 ยังพบว่าประเทศไทยมีค่าใช้จ่ายผู้ป่วยนอกในการรักษาพยาบาลโรคเบาหวานเฉลี่ย 1,172 บาทต่อราย ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลของผู้ป่วยใน เฉลี่ย 10,217 บาทต่อราย รวมค่ารักษาพยาบาลทั้งสิ้น 3,984 ล้านบาทต่อปี ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านยา 1,281.2 ล้านบาทต่อปี (วรรณี นิธิยานันท์, 2559) ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตของทั้งตัวผู้ป่วยและประเทศเป็นอย่างมาก

จากรายงานประจำปี 2561 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ่อแสน พบว่าปัญหาโรคเบาหวานเป็นปัญหาอันดับหนึ่งของสถานบริการยังพบผู้ป่วยโรคเบาหวานในชุมชนอย่างต่อเนื่องและมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น การดำเนินงานของ

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ่อแสน ได้ดำเนินการคัดกรองและให้สุขศึกษาโดยเจ้าหน้าที่อย่างต่อเนื่อง แต่ยังพบปัญหาผู้ป่วยเบาหวานเป็นจำนวนมาก โดยอาจจะเกิดจากการพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม ปัญหาอุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำที่ถูกต้องได้ หรือขาดการตระหนักในการดูแลสุขภาพและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ คณะผู้วิจัยจึงสนใจเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมการใช้สมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวาน ชื่อ“ สมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง ” เพื่อเป็นเครื่องมือในการดำเนินงานโรคเบาหวานในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ่อแสน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน โดยมุ่งหมายให้เกิดการดูแลสุขภาพของตนเองในกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพช่วยลดการสูญเสียที่เกิดจากโรคเบาหวานและเพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

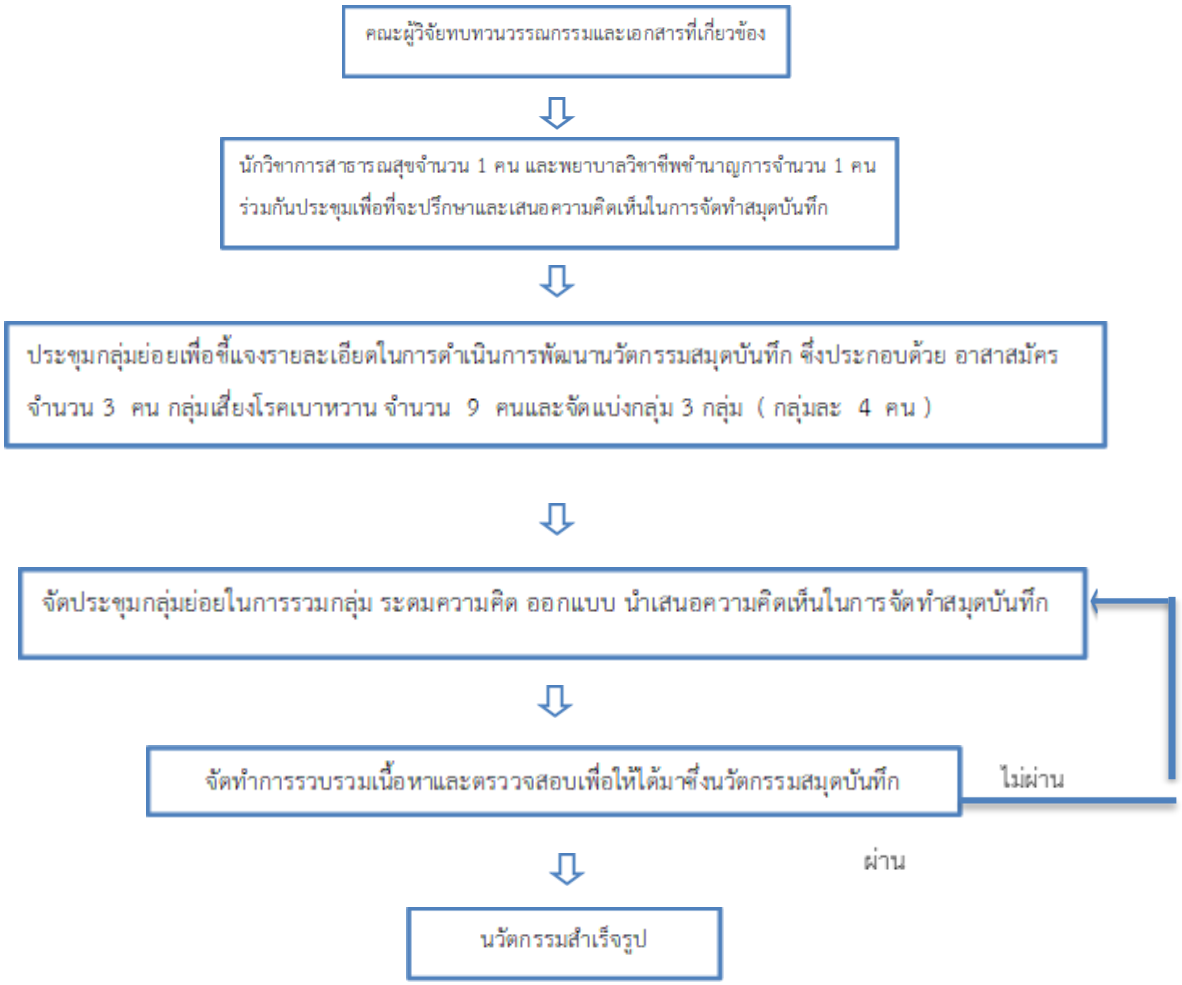
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง สำหรับพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ่อแสน อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มเสี่ยงต่อการใช้นวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง

วิธีการดำเนินการวิจัย

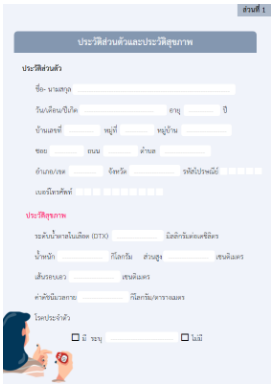
ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยงในเขตพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ่อแสน โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ระหว่าง เดือน ต.ค - ธ.ค. 2562 โดยใช้วิธีการพัฒนานวัตกรรมจากการประชุมกลุ่มย่อยตัวแทนกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานคือ กลุ่มตัวอย่างประชากรกลุ่ม อายุ 35 ปีขึ้นไปที่อยู่ในตำบลบ่อแสน ที่เป็นกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน มีค่าระดับน้ำตาลในเลือด (การเจาะปลายนิ้ว 100-125 mg/dl) จำนวน 12 คน ตัวแทนนักวิชาการสาธารณสุขของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ่อแสน จำนวน 2 คน และคณะนักวิจัย จำนวน 6 คน เพื่อผลิตเป็นสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานโดยนอกจากนี้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ จำนวน 3 คน สำหรับทดลองใช้งานเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และประเมินความพึงพอใจต่อนวัตกรรมดังกล่าว สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ 1.นวัตกรรม สมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง 2.แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเสี่ยงต่อการใช้สมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานโดยรายละเอียดของการออกแบบนวัตกรรมการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวาน

ขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาพัฒนานวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง

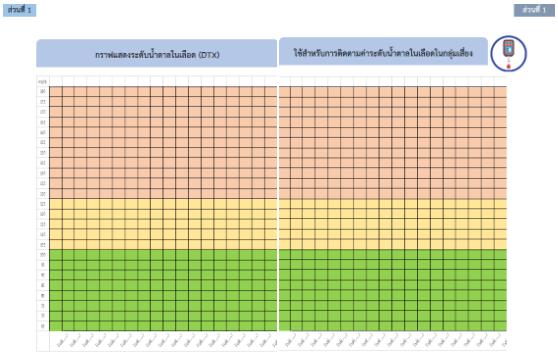


นวัตกรรมสมุดบันทึกนี้ใช้เพื่อบันทึกค่าระดับน้ำตาลและบันทึกพฤติกรรมสุขภาพของกลุ่มเสี่ยง ตามหลัก 3อ 2ส (อาหาร ออกกำลังกาย อารมณ์ สูบบุหรี่ สุรา) ซึ่งนวัตกรรมสมุดบันทึกมีแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ประวัติส่วนตัวและข้อมูลสุขภาพ







ส่วนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน

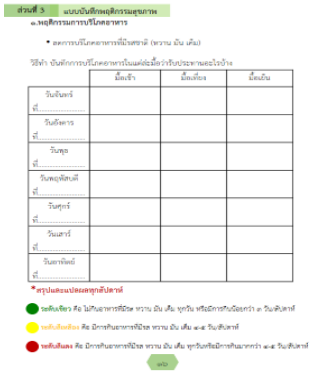






ส่วนที่ 3 แบบบันทึกพฤติกรรมสุขภาพ







สำหรับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ การใช้นวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง ผู้วิจัยได้สร้างตารางบันทึกให้สอดคล้องกับข้อมูลที่กลุ่มเสี่ยงต้องบันทึก และสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเสี่ยงต่อการใช้สมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยงให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ศึกษา

จำนวน 10 ข้อ เป็นคำถามแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก คือ ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด= 5 มาก= 4 ปานกลาง=3 น้อย= 2 น้อยที่สุด = 1

มีการแปลความหมายค่าเฉลี่ยน้ำหนักของคำตอบกำหนดตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.21 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41 – 4.20 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.61 – 3.40 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.81 – 2.60 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.80 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

วิธีดำเนินการศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล คณะผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง คือ ประชากรกลุ่มอายุ 35 ปีขึ้นไปที่เป็นกลุ่มเสี่ยงที่อยู่ในพื้นที่ตำบลบ่อแสน โดยนำนวัตกรรมมาทดลองใช้กับกลุ่มเสี่ยง จำนวน 3 คน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และให้ประเมินความพึงพอใจหลังการใช้นวัตกรรม และวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ด้วยค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาจากการนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน ในพื้นที่ตำบลบ่อแสน จำนวน 3 คน โดยประเมินความพึงพอใจ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน การศึกษานวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง สำหรับประชากรกลุ่มอายุ 35 ปีขึ้นไป ที่เป็นกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน มีค่าระดับน้ำตาลในเลือด (การเจาะปลายนิ้ว 100-125 mg/dl) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มเสี่ยงต่อการใช้นวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง ผู้วิจัยจึงนำมาอภิปรายตามวัตถุประสงค์ความพึงพอใจของกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานต่อการใช้นวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.67) และเมื่อพิจารณาความพึงพอใจของกลุ่มเสี่ยงต่อการใช้นวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยงเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่ 1 ขนาดรูปเล่มสะดวกต่อการใช้ ข้อที่ 2 ตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย ข้อที่ 3 เนื้อหาไม่ยากเข้าใจง่าย ข้อที่ 4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ข้อที่ 5 ใช้สำรวจกลุ่มเป้าหมายในชุมชนได้สะดวก ข้อที่ 7 ใช้แยกประเภทกลุ่มปกติ กลุ่มเสี่ยง กลุ่มป่วยได้ง่าย ข้อที่ 9 นวัตกรรมมีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย และข้อที่ 10 ความพึงพอใจในภาพรวมของนวัตกรรม ($\bar{x}$ =4.67) ส่วนข้อที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 8 การบันทึกผลการติดตามเยี่ยมกลุ่มเสี่ยงได้ง่าย ($\bar{x}$ =3.33)

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน

ข้อ	คำถาม	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับ
1	ขนาดรูปเล่มสะดวกต่อการใช้	4.67	0.58	มากที่สุด
2	ตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
3	เนื้อหาไม่ยาก เข้าใจง่าย	5	0	มากที่สุด
4	เนื้อหามีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	4.33	0.58	มากที่สุด
5	ใช้สำรวจกลุ่มเป้าหมายในชุมชนได้สะดวก	4.33	0.58	มากที่สุด
6	การบันทึกผลการคัดกรองกลุ่มเป้าหมายได้ง่าย	3.67	0.58	มาก
7	ใช้แยกประเภทกลุ่มปกติ กลุ่มเสี่ยง กลุ่มป่วยได้ง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
8	การบันทึกผลการติดตามเยี่ยมกลุ่มเสี่ยงได้ง่าย	3.33	0.58	ปานกลาง
9	นวัตกรรมมีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	4.67	0.58	มากที่สุด
10	ความพึงพอใจในภาพรวมของนวัตกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด

จากการศึกษาพบว่าความพึงพอใจของกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานต่อการใช้นวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.13) และเมื่อพิจารณาความพึงพอใจของกลุ่มเสี่ยงต่อการใช้นวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยงเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่ เนื้อหาไม่ยาก เข้าใจง่าย ($\bar{x}$ =5) ข้อที่ 1 ขนาดรูปเล่มสะดวกต่อการใช้ ข้อที่ 2 ตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย ข้อที่ 4 เนื้อหามความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ข้อที่ 5 ใช้สำรวจกลุ่มเป้าหมายในชุมชนได้สะดวก ข้อที่ 7 ใช้แยกประเภทกลุ่มปกติ กลุ่มเสี่ยง กลุ่มป่วยได้ง่าย ข้อที่ 9 นวัตกรรมมีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย และข้อที่ 10 ความพึงพอใจในภาพรวมของนวัตกรรม ($\bar{x}$ =4.67) ส่วนข้อที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 8 การบันทึกผลการติดตามเยี่ยมกลุ่มเสี่ยงได้ง่าย ($\bar{x}$ =3.33) นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างได้มีข้อเสนอแนะถึงประโยชน์ของสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานคือ เป็นการพัฒนาความรู้และทักษะการติดตามค่าระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มเสี่ยงให้ดีขึ้น พัฒนารูปแบบการประเมินพฤติกรรมการดูแลสุขภาพ 3อ. 2ส. พัฒนาองค์ความรู้ในการดูแลสุขภาพของตนเองในกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน จากงานวิจัยสถานการณ์พฤติกรรมการดูแลตนเองของกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานในเขตพื้นที่อีสานใต้พบว่าส่วนใหญ่ยังมีพฤติกรรมการดูแลตนเองตามหลัก 3 อ. ยังไม่เพียงพอ และปัจจัยความสำเร็จของกลุ่มเสี่ยงที่มีพฤติกรรมการดูแลตนเองตามหลัก 3 อ.ที่ดี มีความตระหนักต่อผลกระทบที่เกิดจากเบาหวาน (กุลธิดา กุลประฑีปัญญา, 2560) ดังนั้นการพัฒนานวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยงสำหรับประชากรกลุ่มอายุ 35 ปีขึ้นไป สำหรับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานที่มีค่าระดับน้ำตาลในเลือดจากการเจาะปลายนิ้ว 100-125 mg/dl ในครั้งนี้ถือเป็นการริเริ่มของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ

ตำบลในพื้นที่ในการสนับสนุนการจัดการตนเองของกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานให้สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพช่วยป้องกันการเกิดโรคเบาหวานในพื้นที่ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ่อแสน อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา และประชาชนกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำต่างๆ และมีส่วนร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรมสมุดบันทึกการเฝ้าระวังและติดตามโรคเบาหวานในกลุ่มเสี่ยง

เอกสารอ้างอิง

สุวรรณชัย วัฒนายิ่งเจริญชัย.(2561). **กรมควบคุมโรค เตือนประชาชนใส่ใจดูแลสุขภาพตนเองและคนในครอบครัว ระวังป่วยโรคเบาหวาน เผยไทยพบผู้ป่วยเบาหวานเกือบ 5 ล้านราย.** (online) http://odpc7.ddc.moph.go.th/archivesสืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2562

วรรณี นิธิยานันท์. (2559). **คนไทยป่วย 'เบาหวาน' พุ่ง ป่วยแล้ว 5 ล้าน ทำให้เกิดโรคแทรกซ้อน พบบ่อย 'ไตเรื้อรัง'.** (online). https://www.hfocus.org/content/2016/11/12992, สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2562.

กุลธิดา กุลประทีปัญญา,เพชรมณี วิริยะสืบพงศ์,รุ้งรังสี วิบูลย์ชัย และฐิติมา โกศัลวิตร.(2560). **การวิเคราะห์สถานการณ์พฤติกรรมการดูแลตนเองของกลุ่มเสี่ยงเบาหวานในเขตพื้นที่อีสานใต้ ประเทศไทย.**วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้, 4(ฉบับพิเศษ):19-30

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Efficiency Comparison of Decision Making Models on Major Selection of Information Technology Students, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University

กมลรัตน์ สมใจ[1*]

Kamolrat Somchai[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยใช้เหมืองข้อมูล 3 เทคนิควิธี คือ Decision Tree , Naïve Bayes และ Neural Network และใช้ข้อมูลนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ระหว่างปีการศึกษา 2555-2560 จำนวนทั้งสิ้น 407 ระเบียนประกอบด้วย 16 คุณลักษณะมาสร้างตัวแบบด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio 9 รวมทั้งแบ่งข้อมูลทดลองด้วยวิธี 10-Fold Cross Validation เพื่อวัดประสิทธิภาพเปรียบเทียบจากการวัดค่า Accuracy, Recall, Precision และ F-measure

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพพบว่า Decision Tree ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุด จำแนกเป็นกลุ่มวิชาคือกลุ่มวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มีค่าความถูกต้อง ร้อยละ 94.17 กลุ่มวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มีค่าความถูกต้อง ร้อยละ 88.72 และกลุ่มวิชาการจัดการคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษามีค่าความถูกต้อง ร้อยละ 92.87 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าตัวแบบ Decision Tree มีประสิทธิภาพดีที่สุด

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพโมเดล, การตัดสินใจเลือก, กลุ่มวิชาของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

Abstract

The objective of this research was to compare the efficiency of decision making models on major selection of Information Technology students of Faculty of Science in Buriram Rajabhat University by using 3 data mining techniques: Decision Tree , Naïve Bayes, and Neural Network. The data derived from the data record with 16 characteristics of 407 students from 2012-2017 were used in developing the model prototype by using RapidMiner Studio 9. Some data were also used in the tryout using 10-Fold Cross Validation to find the efficiency by comparing from Accuracy, Recall, Precision and F-measure.

The findings from the comparison indicated that Decision Tree offered the most accuracy value. When classified by each major, it was found that Information Technology major had the accuracy value of 94.17% while Computer Technology major had 88.72% and Computer Management for Education major had 92.87%. It can be concluded that Decision Tree model had the most efficiency.

Keywords: model efficiency, decision making, majors of Information Technology students

[1]อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

E-mail: Kamolratsomchai08@gmail.com

บทนำ

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ได้มีการจัดการเรียนการสอนแบ่งเป็นกลุ่มวิชาได้แก่ กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และกลุ่มวิชาการจัดการคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา โดยการเลือกกลุ่มวิชาดังกล่าวผู้เรียนต้องเลือกเรียนตั้งแต่แรกเริ่มสมัครคัดเลือกเข้าเรียน และจากสัมภาษณ์ผู้เรียนพบว่าส่วนใหญ่ผู้เรียนจะเลือกเรียนตามเพื่อน หรือตามคำแนะนำของผู้ปกครอง มากกว่าจะพิจาณาที่ความสามารถของตนเอง จึงส่งผลให้เกิดปัญหาแก่ผู้เรียนต้องย้ายสาขาวิชาเรียน สอบเข้าเรียนในสาขาวิชาใหม่ รวมถึงการพ้นสภาพทางการเรียน เป็นต้น และเมื่อมีการปรับปรุงหลักสูตรของสาขาวิชาเทคโนโลยี ในปี พ.ศ. 2561 ที่มีการกำหนดให้ชั้นปีที่ 1-2 เป็นการเรียนพื้นฐานที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษารายวิชาต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบความสามารถเฉพาะด้านของตนเอง และในชั้นปีที่ 3 ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในกลุ่มวิชาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเลือกกลุ่มวิชาจำเป็นจะต้องมีแนวทางการตัดสินใจเลือก และวิธีการหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของผู้เรียนตามความสามารถของผู้เรียนได้ก็คือ การนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาจำแนกและการเลือกกลุ่มวิชาของผู้เรียน ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลจากคลังข้อมูลนั่นเอง

การทำเหมืองข้อมูลเพื่อการจำแนกและเลือกกลุ่มวิชา เป็นการนำเอาเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจากมุมมองที่แตกต่างกัน และสามารถสรุปเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ กระบวนการทำเหมืองข้อมูลใช้หลายหลักการเช่น เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning), สถิติ, เทคนิคการสร้างภาพ (Visualization Techniques) เพื่อค้นพบและนำเสนอความรู้ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย (J. Han and M. Kamber, 2006 อ้างอิง จิราภา เลาหะวรนันท์. 2561) โดยอีกความหมายหนึ่งคือกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมาก เพื่อสกัดสารสนเทศ รวมถึงรูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลขนาดใหญ่นั้น

จากปัญหาและความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทำเหมืองข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการทำเหมืองข้อมูล โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จากเหมืองข้อมูล 3 เทคนิควิธี เพื่อเลือกเทคนิควิธีที่มีค่าความถูกต้องมากที่สุดนำไปเป็นข้อมูลสำหรับสร้างตัวแบบในการสนับสนุนการตัดสินเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยสารสนเทศต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. เหมืองข้อมูล (Data Mining) การทำเหมืองข้อมูล คือกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ สถิติ การรู้จำ การเรียนรู้ทางเครื่องจักร เพื่อนำความรู้ที่ได้นั้นมาใช้ ในการแก้ปัญหา วางแผน หรือดำเนินกลยุทธ์ขององค์กรให้ประสบความสำเร็จสูงสุด ซึ่งการทำเหมืองข้อมูลสามารถแบ่งประเภทอัลกอริทึมในการทำเหมืองข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 การสร้างแบบจำลองในการบรรยาย)Descriptive Modeling, Unsupervised Modeling) คือ เป็นการหาความสัมพันธ์ต่างๆ (Association) หรือการจัดกลุ่ม (Clustering) ซึ่งไม่ได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการทำนาย

1.2 การสร้างแบบจำลองในการทำนาย)Predictive Modeling, Supervised Modeling) คือ ทุก ๆ ข้อมูลจะมีคุณสมบัติหนึ่งเรียกว่าฉลาก (Label) ซึ่งค่าของคุณสมบัตินี้ จะเป็นค่าที่ใช้ในการทำนายผลของข้อมูล อัลกอริทึมประเภทนี้จะมุ่งเน้นในการแบ่งแยกข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามค่าคุณสมบัติของฉลาก ซึ่งถ้าค่าคุณสมบัติของฉลากมีค่าไม่ต่อเนื่องจะเรียกกระบวนการที่ใช้แบ่งแยกว่า การแยกแยะ (Classification) ถ้าค่าคุณสมบัติของฉลากมีค่าต่อเนื่องจะเรียกกระบวนการที่ใช้แบ่งแยกว่า การถดถอย (Regression)

2. เทคนิคเหมืองข้อมูล ในงานวิจัยนี้เลือกวิธีการสร้างแบบจำลองในการทำนาย)Predictive Modeling, Supervised Modeling) โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูล (Classification) เป็นกระบวนการจัดแบ่งข้อมูลตามลักษณะของวัตถุประสงค์นั้นๆ โดยใช้ 3 เทคนิควิธี ได้แก่ วิธีต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) วิธีการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayesian Learning) วิธีโครงข่ายประสาท (Neural Network) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 วิธีต้นไม้การตัดสินใจ)Decision Tree)เป็นการนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ในรูปแบบโครงสร้างต้นไม้ สามารถสร้างแบบจำลองการจัดหมวดหมู่ได้จากกลุ่มตัวอย่างข้อมูลที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และพยากรณ์กลุ่มของรายการที่ยังไม่เคยนำมาจัดหมวดหมู่ได้ด้วยรูปแบบของ Tree โครงสร้างประกอบด้วย Root Node, Child และ LeafNode

2.2 วิธีการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) คือการทำเหมืองข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นโดยหลัก ความน่าจะเป็น ซึ่งจะใช้วิเคราะห์หาความน่าจะเป็น ของสิ่งที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นด้วยการคาดเดาจากสิ่งที่เคยเกิดขึ้นมาก่อนโดยใช้ทฤษฎีของ Bayes ในการ แก้ปัญหา

2.3 วิธีโครงข่ายประสาท)Neural Network (คือโมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณในลักษณะความสัมพันธ์เชิงเชื่อมโยงระหว่างส่วนหรือแบบ connections เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถ ในการเรียนรู้การจดจำแบบรูป และการทำนายอนาคต เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์

3. การทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล การทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลที่นิยมได้แก่

3.1 ค่าความแม่นยำ)precisionคือค่าที่ดูสิ่งที่ทำนายออกมาแล้วทายถูกได้กี่เปอร์เซ็นต์ (

3.2 ค่าความระลึก (Recall) คือจำนวนที่ทำนายถูกกี่ตัว เป็นการวัดความถูกต้องของโมเดล

3.3 ค่าความถ่วงดุล (F-measure) คือค่าเฉลี่ย ของค่าความแม่นยำและค่าความระลึก

3.4 ค่าความถูกต้อง (Accuracy) คือจำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกทุกคลาส เป็นการวัดความถูกต้องของโมเดล โดยพิจารณารวมทุกคลาส

4. การแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล มี วิธีการใหญ่ ๆ ดังนี้ 3

4.1 วิธี Self- Consistency Test เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดนั่นคือ ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างโมเดล และ

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโมเดลเป็นข้อมูลชุดเดียวกัน

4.2 วิธี Split Test เป็นการแบ่งข้อมูลด้วยการสุ่มออกเป็น ส่วน เช่น 70 2% ต่อ 30% หรือ 80% ต่อ 20% โดยข้อมูลส่วนที่หนึ่ง (70% หรือ 80%) ใช้ในการสร้างโมเดล และข้อมูลส่วนที่สอง (30% หรือ 20%) ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล

4.3 วิธี Cross-Validation Test วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมในการทำงานวิจัย โดยจะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน โดยที่แต่ละส่วนจะมีจำนวนเท่ากัน หรือ 10-fold cross-validation คือการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน โดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน หลังจากนั้นข้อมูลหนึ่งส่วนที่ใช้เป็นตัวทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ทำวนไปเช่นนี้จนครบจำนวนที่แบ่งไว้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิราภา เลาหะวรนันท์ (2558 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องการใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการจำแนกและคัดเลือกแขนงวิชาสำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยใช้ข้อมูลผลการเรียนและผลการวัดความสามารถด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาสร้างแบบจำลองพยากรณ์โดยเปรียบเทียบเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล 5 เทคนิค และพยากรณ์ผ่านเทคนิค "Ensemble" พบว่าการพยากรณ์มีความแม่นยำ อยู่ที่ 72.92% โดยแขนงวิศวกรรมซอร์ฟแวร์สามารถทำนายได้แม่นยำถึง 86.67%

เสกสรรค์ วิลัยลักษณ์ (2558 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่องการใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคลังข้อมูลและสร้างตัวแบบพยากรณ์ผลการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า คลังข้อมูลนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ใช้งานโดย ผู้บริหาร หัวหน้ากลุ่มสาระการ เรียนรู้ และอาจารย์ประจำชั้นมีความพึงพอใจการใช้งานคลังข้อมูลอยู่ในระดับดี และในการทำเหมืองข้อมูล พยากรณ์ พบว่า ชุดข้อมูลแบบไม่จัดกลุ่มนำมาคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธี Correlation-based Feature Selection (CFS) ร่วมกับเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบมัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอน ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดที่ร้อยละ 94.48 และมีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดที่ 0.1880 เหมาะสมสำหรับการสร้าง ระบบพยากรณ์ผลการเรียนของนักเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การทำความเข้าใจถึงปัญหา (Business Understanding) โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากการเลือกกลุ่มการเรียน 3 กลุ่มของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยี ได้แก่ ข้อมูลอัตราการพ้นสภาพ อัตราการย้ายสาขาวิชา อัตราการสำเร็จการศึกษา เป็นต้น พบว่าสาเหตุสำคัญของปัญหาเนื่องมาจาก ผู้เรียนไม่ได้เลือกกลุ่มวิชาที่ตรงกับความสามารถของผู้เรียน เลือกตามเพื่อน หรือเลือกตามผู้ปกครองแนะนำ ทำให้ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนด จึงส่งผลให้เกิดการลาพักการศึกษา ย้ายสาขา และพ้นสภาพนักศึกษา เป็นต้น ดังนั้นเมื่อสาขาวิชาได้มีการปรับปรุงหลักสูตรโดย

กำหนดให้นักศึกษาสามารถเลือกกลุ่มวิชาเรียนได้เมื่อนักศึกษาขึ้นชั้น ปีที่ 3 ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดแก้ปัญหาเรื่องผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์อันเนื่องมาจากการเลือกกลุ่มวิชาที่ได้ตรงกับความสามารถของผู้เรียน ในลักษณะการทำเหมืองข้อมูลเพื่อช่วยวิเคราะห์ให้ผู้เรียนตัดสินใจได้เลือกกลุ่มการเรียนที่ตรงกับความสามารถของตนเอง และสามารถศึกษาในกลุ่มวิชานั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การทำความเข้าใจข้อมูล (Data Undenstanding) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555-2560 ซึ่งมีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 407 แถว ซึ่งมีจำนวนแอทริบิวต์ ทั้งหมด 16 แอทริบิวต์ ได้แก่ ข้อมูลเพศ , ผลการเรียนในรายวิชาหลัก 14 วิชา และข้อมูลกลุ่มวิชา 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, กลุ่มวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์,กลุ่มวิชาการจัดการคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา โดยมีคลาส ได้แก่ ผลการเรียนที่สำเร็จการศึกษาอยู่ในระดับดี ระดับปานกลาง และระดับต่ำ

3. การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) ผู้วิจัยได้ทำการเตรียมข้อมูล เพื่อทำการทดลองโดยทำการคัดเลือกข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ทดลองนั้น จะมีความสัมพันธ์ของแต่ละคุณลักษณะซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ กับคำตอบที่ต้องการ (Class) ซึ่งเป็นตัวแปรตาม ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงการแทนค่าข้อมูล

ปัจจัย	รายละเอียด	ค่าที่แทน
Sex : เพศ	ชาย	Male
	หญิง	Female
4091109 : ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4131401: ผลการเรียนวิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ 4132101: ผลการเรียนวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ 4132201: ผลการเรียนวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ 4132102: ผลการเรียนวิชาการบริหารและการจัดการฐานข้อมูล 4131101: ผลการเรียนวิชาระบบฐานข้อมูล 4133202: ผลการเรียนวิชาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต 4131301: ผลการเรียนวิชาหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 4131302: ผลการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาระดับสูง	• ระดับสูง ได้แก่ผลการเรียน A, B+, B	Good
	• ระดับกลาง ได้แก่ผลการเรียน C+ และ C	Normal
	• ระดับต่ำ ได้แก่ผลการเรียน D+ และ D	Bad

4132301: ผลการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ 4132402: ผลการเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม 4132403: ผลการเรียนวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 4133401: ผลการเรียนวิชาระบบปฏิบัติการ 4132401: ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีสครีตและโครงสร้าง		
GPA: ผลการเรียนที่สำเร็จการศึกษา	● ระดับดี ได้แก่ผลการเรียนเฉลี่ยระหว่าง 3.00-4.00	Good
	● ระดับปานกลาง ได้แก่ผลการเรียนเฉลี่ยระหว่าง 2.50-2.99	Normal
	● ระดับต่ำ ได้แก่ผลการเรียนเฉลี่ยระหว่าง 2.00-2.49	Bad
Major: กลุ่มวิชา	กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	IT
	กลุ่มวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่าย	CT
	กลุ่มวิชาการจัดการคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา	CE

4. การสร้างแบบจำลอง (Modeling) งานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ วิธีการตัดสินใจแบบต้นไม้ , วิธีการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย และวิธีโครงข่ายประสาท โดยโปรแกรม RapidMiner Studio วิเคราะห์และกำหนดรูปแบบการทดลอง

5. การประเมินผล (Evaluation) โดยแบ่งข้อมูลทดลองโดยใช้วิธี 10-Fold Cross Validation คือการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 กลุ่มเท่า ๆ กัน จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง ดังต่อไปนี้

5.1 วัดค่าความถูกต้องของแบบจำลองโดยใช้ค่าความถูกต้องของข้อมูล (Accuracy)

5.2 วัดค่าสัดส่วนของข้อมูลที่ตรงตามความต้องการที่ถูกค้นคืนกับข้อมูลที่ต้องการทั้งหมด ค่าความระลึก (Recall)

5.3 วัดค่าสัดส่วนของข้อมูลที่ถูกต้อง และตรงตามความต้องการ ส่วนด้วยข้อมูลที่ถูกค้นคืนทั้งหมดค่าความแม่นยำ (Precision)

5.4 การวัดค่าเฉลี่ยค่าความแม่นยำในการตรวจพบและค่าความครบถ้วนในการตรวจพบเข้าด้วยกันจึงเป็นเหมือนค่าวัดความแม่นยำโดยรวม ค่าความถ่วงดุล (F-measure)

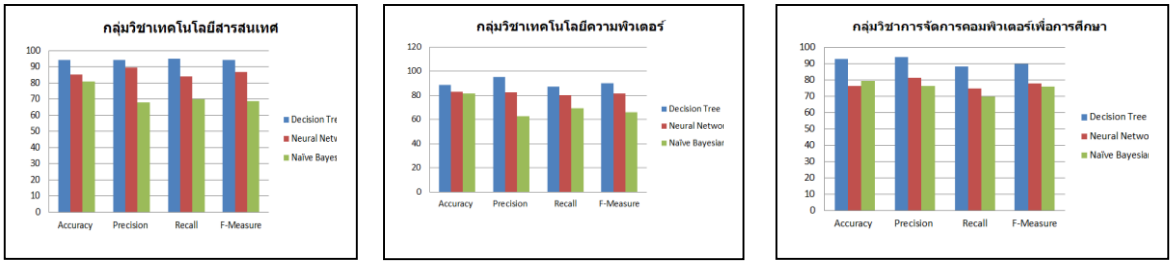
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลด้วยเทคนิควิธีต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) วิธีการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) และวิธีโครงข่ายประสาท (Neural Network) โดยใช้หลักการแบ่งข้อมูลและข้อมูลเรียนรู้ด้วยวิธีการ 10-fold cross validation และการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้วยการหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) สามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโมเดลดังตารางที่ 2
และภาพที่ 1

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโมเดล

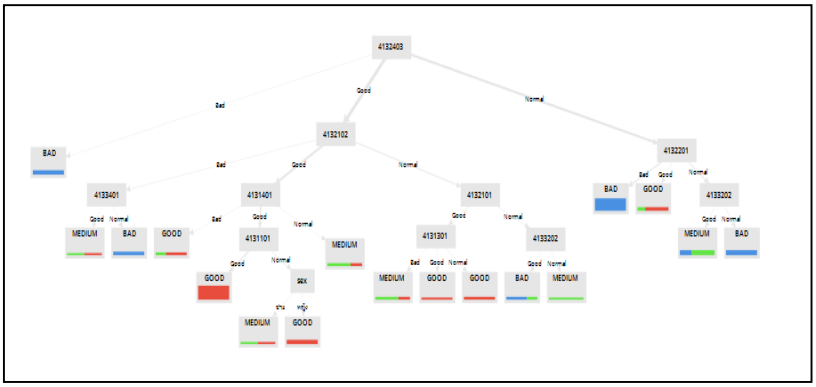
Quality Assurance Group	Algorithm	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F-Measure
กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	Decision Tree	94.17	94.33	95.00	94.01
	Neural Network	85.00	89.28	84.17	86.65
	Naïve Bayesian	80.69	68.06	69.72	68.88
กลุ่มวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์	Decision Tree	88.72	95.24	87.16	90.12
	Neural Network	83.08	82.38	80.22	81.28
	Naïve Bayesian	81.54	62.59	69.44	65.83
กลุ่มวิชาการจัดการคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา	Decision Tree	92.87	94.17	88.21	89.98
	Neural Network	76.58	81.28	74.88	77.95
	Naïve Bayesian	79.39	76.34	70.06	75.94

จากตารางที่ 2 แสดงถึงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโมเดลการทำนายการเลือกกลุ่มวิชาของสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ระหว่างวิธีต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) วิธีการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) และวิธีโครงข่ายประสาท (Neural Network) จากการทดลองพบว่า ทุกกลุ่มข้อมูลทดลองวิธีการต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงสุด

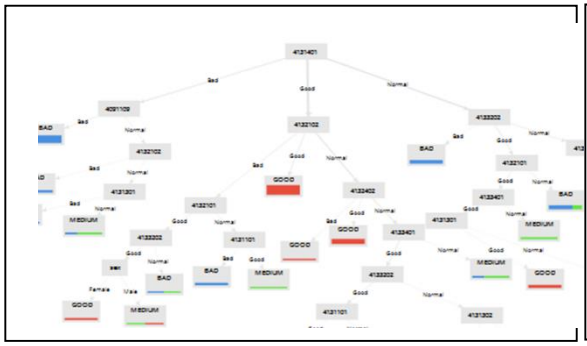


ภาพที่ 1 กราฟเปรียบเทียบค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่าความถ่วงดุลของการจำแนกข้อมูล

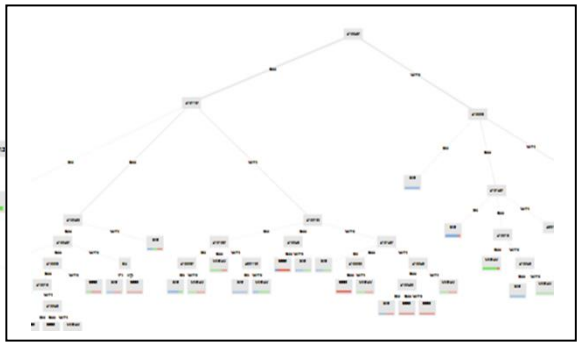
ซึ่งผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลจากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปเป็นข้อมูลสำหรับสร้างตัวแบบการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาให้กับนักศึกษาได้ ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2 แสดงต้นไม้ตัดสินใจข้อมูลกลุ่มวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ



ภาพที่ 3 แสดงต้นไม้ตัดสินใจข้อมูลกลุ่มวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 4 แสดงต้นไม้ตัดสินใจข้อมูลกลุ่มวิชาการจัดการคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

จากตัวแบบผลการทำนายการเลือกกลุ่มวิชาที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศในภาพที่ 2-4 สามารถนำไปสร้างเป็นกฎ (Rule) เพื่อทำนายผลการเลือกกลุ่มวิชาว่าต้องพิจารณาจากผลการเรียนในรายวิชาใดบ้าง จึงจะทำให้มีโอกาสสำเร็จการศึกษาในกลุ่มวิชาที่เลือกอยู่ในระดับดี เช่น ผู้เรียนกลุ่มวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลการ

เรียนในรายวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (4132403) ระดับต่ำ (เกรด D+,D) เมื่อเลือกเรียนในกลุ่มวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มีโอกาสสำเร็จการศึกษาได้ผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) อยู่ในระดับต่ำ (BAD) ผลการเรียนระหว่าง 2.00-2.49 เป็นต้น ซึ่งผลการทำนายดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางช่วยตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีต่อไปได้

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เพื่อเลือกเทคนิควิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดไปสร้างโมเดลในการทำนาย จากข้อมูลจำนวน 407 ระเบียน ที่มีแบ่งข้อมูลทดลองด้วยวิธี 10-Fold Cross Validation ซึ่งพบว่าเทคนิควิธี Decision Tree ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุดทั้ง 3 กลุ่มวิชา สามารถนำไปสร้างกฎการจำแนกการตัดสินใจด้วยเทคนิควิธี Decision Tree ของแต่ละกลุ่มวิชาได้ และถ้าหากนำข้อมูลนักศึกษามาทดสอบกับกฎที่ได้ ก็จะทำให้ทราบถึงโอกาสการสำเร็จการศึกษาในกลุ่มวิชานั้น ๆ ว่าอยู่ระดับใด โดยงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาในการสนับสนุนการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาที่มีโอกาสการสำเร็จการศึกษาได้ในระดับดีตามความสามารถของนักศึกษานั่นเอง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ให้การสนับสนุนและให้คำแนะนำเป็นอย่างดีตลอดมา ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของงานวิจัยพร้อมทั้งให้ความรู้ และคำแนะนำต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จิราภา เลาหะวรนันท์ และคณะ. (2558). "การใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการจำแนกและคัดเลือก แขนงวิชาสำหรับนักศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ". วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศลาดกระบัง, 4(2), 39-47.

สุธีรา วงศ์อนันทรัพย์. (2559). "การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลในการประเมินความรู้ และหาความถนัด เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักศึกษา". วารสารสังคมศาสตร์(มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก), 5(1), 12-19.

เสกสรรค์ วิลัยลักษณ์. (2558). "การใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา". วารสารสาขาวิชาวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี(มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์), 2(2), 1-17.

อนันต์ ปินะตะ. (2557). **การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลในการเลือกกลุ่มวิชาที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาต่อระดับปริญญาตรี.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนุพงศ์ สุขประเสริฐ์. (2562). **คู่มือการทำเหมืองข้อมูลด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio**. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อรนุช พันโท และมนต์ชัย เทียนทอง. (2557). "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกรูปแบบการเรียนรู้ VARK ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล". วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 4(1), 1-11.

เอกสิทธิ์ พัชรวงศ์ศักดา. (2557). **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคดาต้า ไมน์นิง เบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัทเอเชีย ดิจิตอลการพิมพ์ จำกัด.

C. Shearer, "The CRISP-DM model: The new blueprint for data mining," Journal of Data Warehousing, vol. 5, no.4, pp. 13 – 22, 2000.

M. Brame, Principles of Data Mining, Springer-Verlag London Limited: London, 2007

ระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้

Project Budget Management System of Institute of Professional Development for Teacher and Educational Personnel in Southern Border Provinces of Thailand

นูรฮายานันท์ ชาลา[1*], ฮุสนา แซ่ดิง[2], อัจฉราพร ยกขุน[3]

Nurhayanan Chala[1*], Husna Saeding[2], Atcharaporn Yokkhun[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ และ 2) เพื่อประเมินคุณภาพระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบจัดการงบประมาณสำหรับสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ กระบวนการพัฒนาประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาระบบได้แก่ PHP และ HTML และจัดการฐานข้อมูลด้วย MySQL ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบจัดการงบประมาณสำหรับสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ประกอบ 5 กระบวนการ ได้แก่ จัดการข้อมูลผู้ใช้งาน จัดการข้อมูลพื้นฐานงบประมาณ จัดการการเบิกจ่าย จัดการการโอนเปลี่ยนแปลง และรายงานผลงบประมาณ 2) ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) = 3.60 และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) = 3.52 การพัฒนาระบบสารสนเทศดังกล่าวจะช่วยส่งผลให้การดำเนินงานของสถาบันพัฒนาครูฯ เกิดความสะดวกและมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น เมื่อการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษามีประสิทธิภาพ สังคมและคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ก็จะได้รับการพัฒนาไปในทิศทางที่ดีด้วยเช่นกัน

คำสำคัญ: ระบบจัดการงบประมาณ, งบประมาณ, ระบบสารสนเทศ, สถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา

[1,2] นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3] อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding author, E-mail: nurhayana.c@yru.ac.th

Abstract

The objectives of this study are 1) to analyze design and develop the Project Budget Management System of Institute of Professional Development for Teacher and Educational Personnel in Southern Border Provinces of Thailand. 2) to evaluate the quality of the system, and the users' satisfaction. PHP and HTML were employed as programming languages for system development while MySQL was employed as a database management tool. The results showed that 1) the budget management system for the Institute of Professional Teachers and Educational personnel Development in Southern Border Provinces of Thailand consists of five processes; manage user information, manage basic data of budget, manage disbursement, manage transferring, and report budget. 2) The systematic quality was evaluated by experts is at the good level and at the average of ($\bar{x}$ =3.60). 3) The results of satisfaction assessment are at high level and at the average of ($\overline{X}$ =3.52). The developed system will facilitate and enhance the efficiency of the institute in order to develop the teachers and educational personnel. The result of the developed people will improve the quality of society.

Keywords: Budget management system, budget, information system, Institute of Professional Teachers and educators Development

บทนำ

งบประมาณเป็นปัจจัยที่สำคัญในการบริหารไม่ว่าจะเป็นองค์ขนาดเล็กหรือองค์กรขนาดใหญ่หรือระดับประเทศ งบประมาณก็มีความสำคัญ รวมทั้งการใช้จ่ายงบประมาณแผ่นดินที่มีอยู่ให้บรรลุเป้าหมายทั้งในระยะสั้นและระยะยาวในการพัฒนาประเทศ ก็มีความสำคัญเพื่อให้ตอบสนองความต้องการของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการบริหารจัดการงบประมาณดังกล่าวต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ (บุญเสริม วิมุตะนันทน์, 2534)

สถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการพัฒนาโดยได้รับงบประมาณหลักจากงบประมาณแผ่นดินและงบประมาณเงินได้ของมหาวิทยาลัย นอกจากนี้ยังมีงบประมาณจากภายนอก เช่น European Union (EU), UNICEF, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) องค์การช่วยเหลือเด็กประจำประเทศไทย (Save the Children) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) เป็นต้น จากงบประมาณข้างต้นทำให้จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการงบประมาณ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการบริหารงบประมาณเนื่องจากการรายงานผลเป็นไปได้ยากมีโครงการที่ซับซ้อนหลายอย่างเกิดความไม่ถูกต้อง ซึ่งระบบเดิมนั้น ไม่มีการแสดงเงินที่ใช้ไป แสดงเฉพาะเงินคงเหลือ และไม่มีการแสดงรายละเอียดการใช้เงินของแต่ละรายการในแต่ละกิจกรรม ไม่มีการรายงานผลที่เป็นเปอร์เซ็นต์ ต้องคิดเปอร์เซ็นต์เอง ทำให้เกิดความล่าช้าในการสรุป

จากปัญหาผู้วิจัยจึงเห็นควรที่จะพัฒนาระบบจัดการงบประมาณสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ เพื่อช่วยให้การดำเนินงานด้านงบประมาณมีข้อมูลที่ถูกต้อง ตรงกับความต้องการ และมีข้อมูลที่เที่ยงตรงแม่นยำ และยังสามารถช่วยลดขั้นตอนในการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ขั้นตอนของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) มาใช้ในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. **ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ความต้องการ** ในการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ใช้ระบบผ่านการสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่พบในการจัดการงบประมาณ ขั้นตอนการทำงาน สายงานบังคับบัญชา บุคลากรที่เกี่ยวข้อง ความต้องการเกี่ยวกับระบบสารสนเทศที่จะพัฒนาขึ้น และศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น แบบฟอร์มการเสนอโครงการ แบบฟอร์มการเบิกจ่าย เป็นต้น โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาระบบเพื่อสร้างความพึงพอใจในการใช้งานระบบกับผู้ใช้ รวมทั้งการลดภาระการใช้กระดาษแล้วหันมาใช้เทคโนโลยีการจัดการกับงานที่ผู้ใช้ต้องการ ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการทำงานกับระบบงานและการใช้งาน
2. **การออกแบบระบบ** โดยใช้แผนภาพรวมของระบบงาน)Context Diagramเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของ (และทางเดินของข้อมูลใน ขอบเขตงานในฐานะแหล่งข้อมูลระบบ แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0)DFD-Level 0เพื่อ (แสดงรายละเอียดของความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการทำงานหลักทั้งหมดของระบบโดยแสดงความสัมพันธ์ หรือส่วนที่เป็นแหล่งกำเนิดของข้อมูล การออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล)Entity Relationship Model :E-R Model) การออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input Design) และขั้นตอนการออกแบบผลลัพธ์)Output Design)
3. **การพัฒนาระบบ** ในส่วนของการพัฒนาฐานข้อมูลของระบบ ผู้วิจัยเลือกใช้ MySQL เป็นเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล และในส่วนของการเขียนโปรแกรมใช้ ภาษา PHP และ HTML ซึ่งเป็นที่นิยมในการสร้าง Web Application และมีความเหมาะสม เพราะเป็นเครื่องมือที่มีความพร้อมในการใช้งานตามที่หน่วยงานได้รับการจัดสรรพื้นที่ในการจัดทำเว็บไซต์จากมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยได้พัฒนา ทดสอบ และทำการติดตั้งระบบบน server ของมหาวิทยาลัย เพื่อให้สามารถจำลองการใช้งานได้เท่าเทียมกับการนำไปใช้จริง
4. **การประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญ** ขั้นตอนการประเมินคุณภาพของระบบได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ อาจารย์สาขาคอมพิวเตอร์ นักวิชาการคอมพิวเตอร์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบการทำงานต่าง ๆ ของระบบที่พัฒนาขึ้นและประเมินการพัฒนาระบบโดยภาพรวม โดยใช้แบบสอบถาม เป็นประเด็นคำถามในรูปแบบมาตราส่วน 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จากนั้นจึงทำการหาค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยการแปลผลคะแนนมีเกณฑ์ดังนี้

1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพน้อยที่สุด

1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพน้อย

2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

5. การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ผู้พัฒนาระบบได้ดำเนินการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งกลุ่มผู้ใช้เป็นบุคลากรของสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ จำนวน 8 คน โดยประเมินความพึงพอใจด้านกระบวนการทำงานของระบบงานและด้านการติดต่อกับระบบงาน ซึ่งเป็นการประเมินแบบ Black box เพื่อดูผลการใช้งานระบบในภาพรวม โดยใช้แบบสอบถาม เป็นประเด็นคำถามในรูปแบบมาตราส่วน 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จากนั้นจึงทำการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยการแปลผลคะแนนมีเกณฑ์ดังนี้

1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

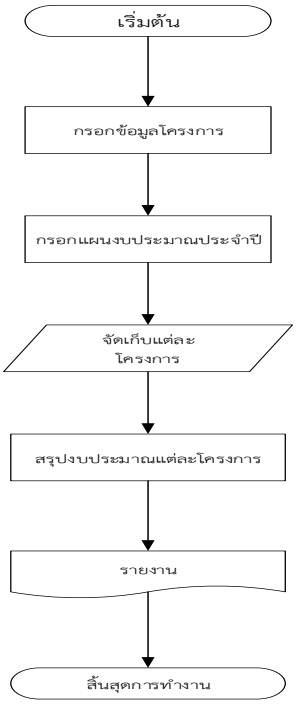
3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

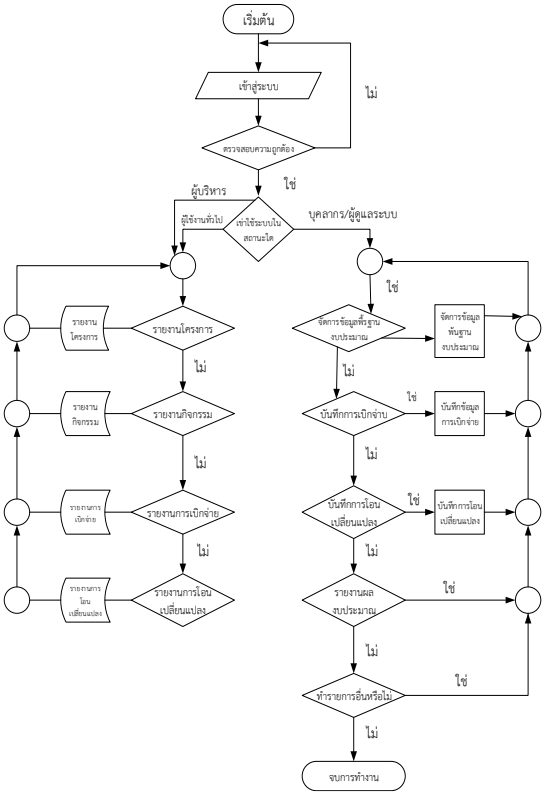
ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ระบบงานเดิมและระบบงานใหม่

จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้ดำเนินงานโครงการต่าง ๆ ของสถาบันพัฒนาครูฯ สามารถสรุปการทำงานของระบบงานเดิมเป็นขั้นตอน ดังผังงาน ในรูปที่ 1 และเพื่อให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพและแก้ปัญหา ผู้พัฒนาจึงได้แสดงผังงานตามตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 Flow chart การทำงานของระบบงานเดิม



รูปที่ 2 Flow chart การทำงานของระบบงานใหม่

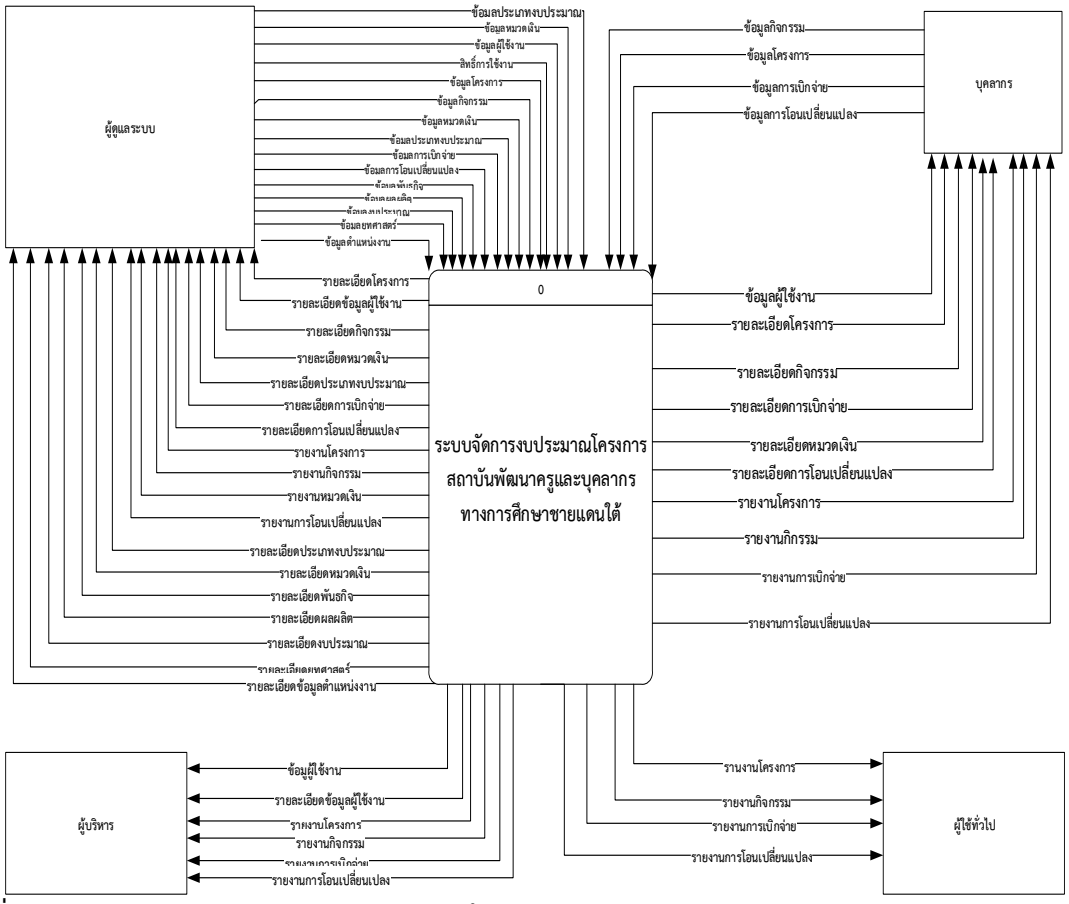
การออกแบบระบบ

การออกแบบภาพรวมของการทำงานของระบบ โดยใช้แผนภาพรวมของระบบงาน (Context Diagram) ของระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ประกอบด้วยตัวแทนของข้อมูลหรือแหล่งข้อมูลจาก 3 แหล่งประกอบด้วย ผู้ดูแลระบบ บุคลากร บริหาร และบุคคลทั่วไป โดยแสดงดังภาพที่ 3

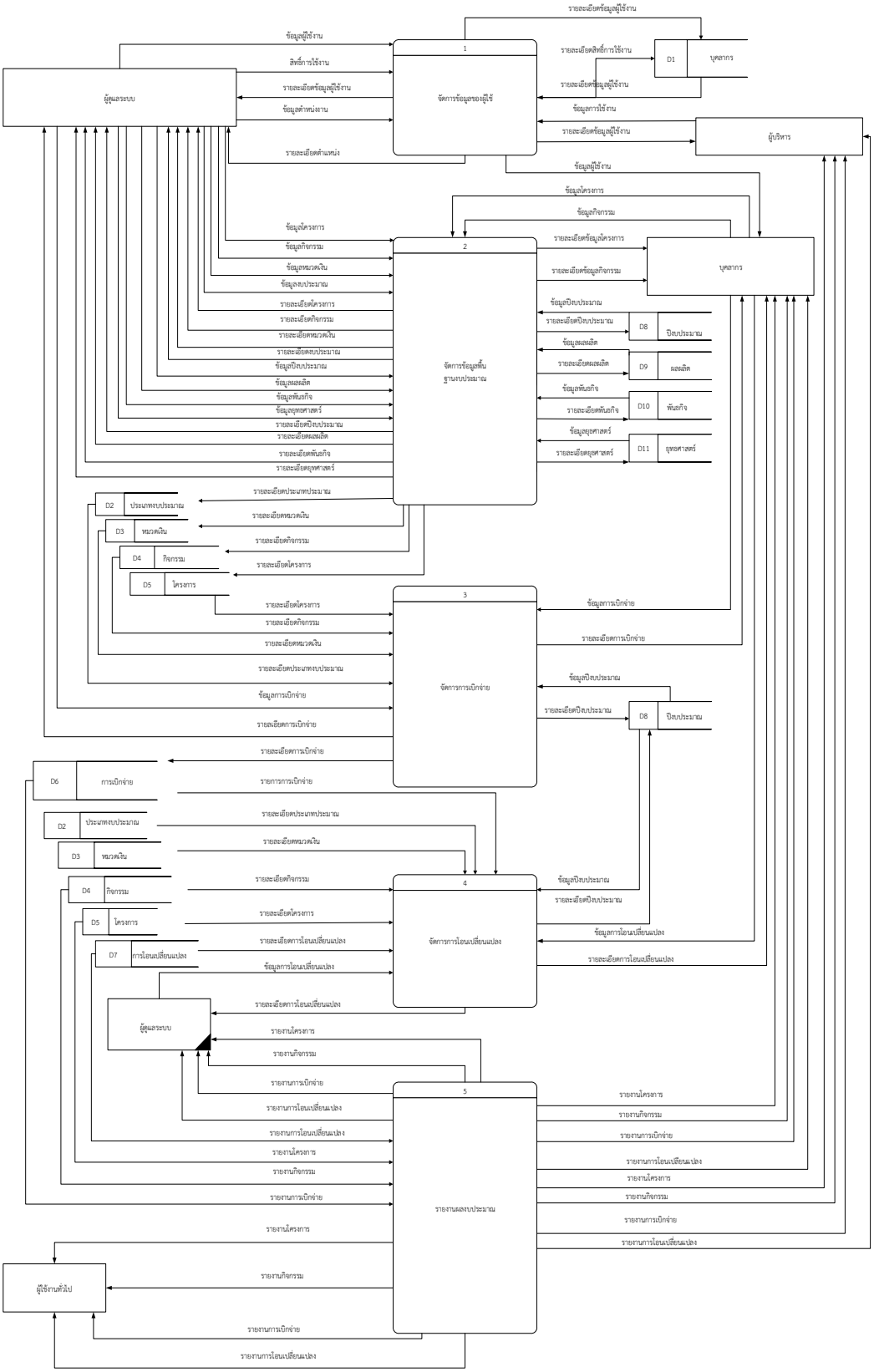
แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 (DFD-Level 0) แสดงรายละเอียดของความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการทำงานหลักทั้งหมดของระบบ ประกอบไปด้วย 5 กระบวนการ ได้แก่ จัดดการข้อมูลของผู้ใช้ จัดการข้อมูลพื้นฐานงบประมาณ จัดการการเบิกจ่าย จัดการการโอนเปลี่ยนแปลง รายงานผลงบประมาณ ซึ่งแผนภาพ ดังกล่าวสามารถแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4

การออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relationship Model : E-R Model) ระบบนี้มี Entity จำนวน 10 Entity ประกอบด้วย ข้อมูลหมวดเงิน ข้อมูลกิจกรรมย่อย ข้อมูลกิจกรรม ข้อมูลบุคลากร ข้อมูลโครงการ ข้อมูลประเภทงบประมาณ ข้อมูลประเภทการโอนเปลี่ยนแปลง ข้อมูลการเบิกจ่าย ข้อมูลหมวดเงิน ข้อมูลรายการค่าใช้จ่าย ข้อมูลปีงบประมาณ ดังรูปที่ 5

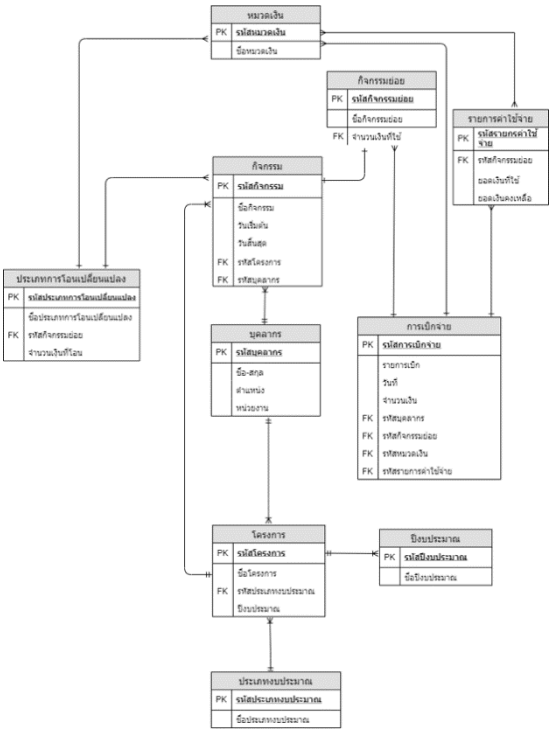
ขั้นตอนการออกแบบ ผู้พัฒนาได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการ ออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input Design) และขั้นตอนการออกแบบผลลัพธ์ (Output Design)สามารถแสดงได้ดังรูปภาพที่ 6-8



รูปที่ 3 Context Diagram ระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา ชายแดนใต้



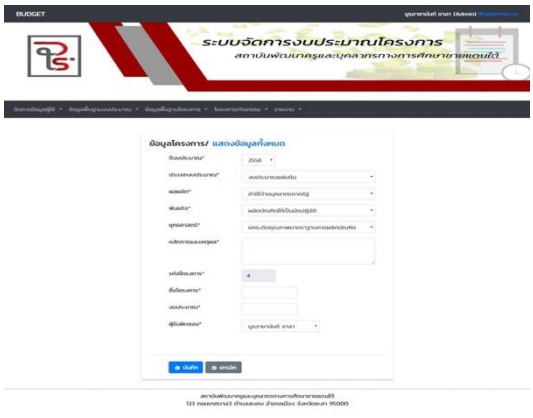
รูปที่ 4 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 (Data Flow Diagram Level 0)



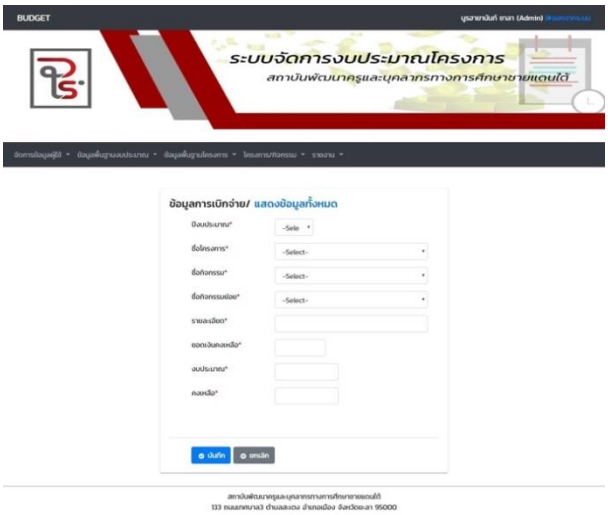
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของการออกแบบระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูฯ



รูปที่ 6 หน้าจอการเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 7 หน้าจอแสดงการจัดการข้อมูลโครงการ



รูปที่ 8 หน้าจอแสดงการบันทึกการเบิกจ่ายงบประมาณโครงการ

ผลการประเมินคุณภาพระบบ

ผลการประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญ

จากการประเมินคุณภาพของระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบการทำงานต่าง ๆ ของระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถสรุปผลได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญ (การพัฒนาระบบ)

รายการประเมินผล	ระดับคุณภาพ		
	$\overline{X}$	S.D	ระดับ
1. ประมวลความรอบรู้			
1.1 ความรู้ในทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ระบบงานที่พัฒนา โปรแกรมภาษา	4.00	0.00	ดี
1.2 ความรู้ในการออกแบบระบบรายงาน Input, Process, Output	3.66	0.58	ดี
2. การพัฒนาระบบ			
2.1 การใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ระบบเช่น DFD, ER, DD	3.33	1.52	ปานกลาง
2.2 การทำตามหลักการพัฒนาระบบ เช่น ทำตามขอบเขตที่กำหนด การมีมาตรฐานในการออกแบบ	3.33	0.58	ปานกลาง
3. เอกสาร			
3.1 การจัดรูปแบบเล่มรายงาน เช่น เว้นวรรค, ลำดับหัวข้อ, ภาษา,การจัดเรียงเอกสาร	3.00	0.00	ปานกลาง
3.2 ความสมบูรณ์ของเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา และไฟล์เอกสาร	4.00	0.00	ดี
4. การนำเสนอ			
4.1 การนำเสนอผลงาน	4.00	0.00	ดี
4.2 การตอบคำถาม เช่น ตรงประเด็น, ชัดเจน	4.00	0.00	ดี

รายการประเมินผล	ระดับคุณภาพ		
	$\overline{X}$	S.D	ระดับ
5. ความสมบูรณ์ของโครงงาน			
5.1 เล่มรายงาน	3.00	1.00	ปานกลาง
5.2 ระบบ/โครงงานที่พัฒนา	3.67	0.00	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	3.60	0.41	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่าระดับคุณภาพจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดี มีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.60 โดยด้านที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้มีคะแนนสูงสุด ได้แก่ ด้านการนำเสนอระบบ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดี และด้านที่น้อยที่สุดได้แก่คุณภาพด้านการพัฒนาระบบ มีคะแนนเฉลี่ย 3.33 อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาประเด็นย่อย พบว่าค่าคะแนนสูงสุดที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินผล ได้แก่ประเด็นของความรู้ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ การนำเสนอผลงาน และการตอบคำถาม โดยทั้ง 3 ประเด็น มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ที่ 4.00 อยู่ในระดับดี และประเด็นที่น้อยที่สุดได้แก่ การจัดรูปแบบเล่มรายงาน และ เล่มรายงาน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 3.00 อยู่ในระดับปานกลาง

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศโดยผู้ใช้งาน

ผู้พัฒนาระบบได้ดำเนินการประเมินความพึงพอใจระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ของกลุ่มผู้ใช้งาน โดยประเมินความพึงพอใจด้านกระบวนการทำงานของระบบงานและด้านการติดต่อกับระบบงาน โดยผลการประเมินดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศโดยผู้ใช้งาน

รายการประเมินผล	ระดับความพึงพอใจ		
	$\overline{X}$	S.D	อันดับ
ก. กระบวนการทำงานของระบบงาน			
1. กระบวนการในการทำงานเป็นไปตามลำดับ ชัดเจนและเข้าใจง่าย	3.67	0.58	มาก
2. ลดขั้นตอน ความซ้ำซ้อนและข้อผิดพลาดในการทำงาน	3.33	0.58	ปานกลาง
3. การรายงานข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เหมาะต่อการนำไปใช้ประโยชน์	3.33	0.58	ปานกลาง
4. การค้นหาข้อมูลสะดวกและรวดเร็ว	4.00	0	มาก
5. มีระบบการรักษาความปลอดภัยและป้องกันการเข้าถึงข้อมูล	3.20	0.3	ปานกลาง
ข. ด้านการติดต่อกับระบบงาน			
1. การป้อนข้อมูลและการค้นหาข้อมูล มีความสะดวก เข้าใจง่าย	4.00	1.0	มาก
2. คำอธิบายประกอบ ชัดเจน เข้าใจง่าย ขนาดเหมาะสม	3.67	0.50	มาก
3. ปุ่มคำสั่ง มีความเหมาะสมและเป็นมาตรฐานเดียวกัน	3.00	0.58	ปานกลาง
4. ขั้นตอนการทำงาน จัดตามลำดับอย่างเหมาะสม ชัดเจน และเข้าใจง่าย	3.67	0.58	ปานกลาง
5. คู่มือการใช้งาน เขียนอธิบายตามลำดับขั้นตอน เชื่อมโยงไปสู่ระบบย่อย ได้ชัดเจน	3.33	1.0	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม	3.52	0.35	มาก

จากตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อกระบวนการทำงานของระบบงานอยู่ในระดับมาก มีค่าเท่ากับ 3.52 โดยด้านที่ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด ได้แก่ ด้านการติดต่อกับระบบงาน โดยมีค่าเฉลี่ย ที่ 3.53 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และรองลงมาคือด้านกระบวนการทำงานของระบบงาน โดยมีค่าเฉลี่ย ที่ 3.51 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก เมื่อพิจารณารายประเด็น คะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้าน การค้นหาข้อมูลสะดวกรวดเร็ว และ การป้อนข้อมูลและการค้นหาข้อมูล มีความสะดวก เข้าใจง่าย มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด อยู่ที่ 4.00 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และด้านที่น้อยที่สุด ได้แก่ ปุ่มคำสั่งมีความเหมาะสมและเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.00 อยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ได้พัฒนาระบบสารสนเทศตามขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบระบบสารสนเทศ เป็นระบบสารสนเทศที่ใช้งานผ่านเว็บไซต์ มีการใช้งานฐานข้อมูล MySQL และพัฒนาโดยภาษา php กระบวนการทำงานหลักของระบบประกอบด้วย 5 กระบวนการ ได้แก่ จัดการข้อมูลผู้ใช้งาน จัดการข้อมูลพื้นฐานงบประมาณ จัดการการเบิกจ่าย จัดการการโอนเปลี่ยนแปลง และรายงานผลงบประมาณ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบ ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ผู้บริหาร บุคลากร และผู้ใช้งานทั่วไป ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) = 3.60 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) = 3.52

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการริเริ่มจากการศึกษาปัญหา ค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ และทำการออกแบบและพัฒนาระบบสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ อันเป็นผลมาจากการดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ และจากผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าอยู่ในระดับมาก เนื่องมาจากการออกแบบระบบที่สามารถใช้งานได้ง่ายและอำนวยความสะดวกในการทำงาน อีกทั้งเป็นไปตามหลักของการพัฒนาระบบ ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบปรากฏว่าอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากระบบงานใหม่สามารถจัดการงบประมาณโครงการผ่านระบบได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บและบันทึกงบประมาณ ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องและตรวจสอบได้ สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาการพัฒนาระบบงบประมาณ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ของสุคนธา จันทร์เขียว (2553) การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารงบประมาณโครงการของสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้นี้ จะเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างคุณภาพการดำเนินงานขององค์กร อันจะส่งผลต่อการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาซึ่งถือได้ว่าเป็นผู้ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาสังคมและท้องถิ่นในลำดับต่อไป แต่ทั้งนี้จากผลการประเมินมีข้อแนะนำในการใช้เครื่องมือใหม่ๆที่จะช่วยให้ระบบมีความเสถียรมากขึ้น และง่ายต่อการจัดหมวดหมู่ข้อมูล อันจะเป็นข้อเสนอแนะที่ทางผู้วิจัยจะนำไปพัฒนาระบบเพิ่มเติมได้ในลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ช่วยให้ความรู้ ดูแล และติดตามการดำเนินการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อีกทั้งให้การสนับสนุนการนำเสนอในงานประชุมวิชาการระดับชาติในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

บุญเสริม วิมุกตะนันทน์. (2534). **ความหมายของการจัดทำงบประมาณเครื่องหรือเครื่องประดับของนักบริหาร.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัชรพล โมราชาติ. (2559) **การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการโครงการ กรณีศึกษาบริษัทขุนบ็อก.** สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

รสสุคนธ์ เกษามูล และคณะ. (2552). **สภาพและการบริหารงบประมาณของมหาวิทยาลัยนเรศวร.** พิษณุโลกสาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุคนธา จันทร์เขียว. (2553). **การพัฒนาระบบงบประมาณ กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม**. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2560). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา (YRU) กับ Universiti Sultan Zainal Abidin, Terengganu, Malaysia (UNISZA)

Information system of exchange and transfer credits students Yala Rajabhat University with Universiti Sultan Zainal Abidin, Terengganu, Malaysia

อับดุลเลาะ บากา[1*], พิมลพรรณ ลีลาภัทรพันธุ์[2] , อิสมาแอ ล่าเตะเกะ[3] , สุลัยมาน เภอโส๊ะ[4] , อรรถพล อดุลยศาสน์[5]

Abdulloh Baka[1*],Pimonpun Leelapatarapun[2] ,Ismaair Lateke[3] ,Sulaiman Pesoh[4] ,Attapol Adulyasat[5]

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับรวบรวมข้อมูลความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา (YRU) กับ Universiti Sultan Zainal Abidin, Terengganu, Malaysia (UNISZA) เพื่อให้นักศึกษาที่มีความต้องการไปศึกษาแลกเปลี่ยนที่มหาวิทยาลัย UNISZA ประเมินรายวิชาที่สามารถเทียบโอนได้ก่อนที่จะมีการลงทะเบียนเรียนจริง ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ (Object Oriented Analysis and Design : OOAD) พัฒนาระบบโดยใช้ภาษาสคริปต์ PHP และ ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ในขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจประกอบด้วยกลุ่มผู้ประเมินสองกลุ่ม กลุ่มแรก คือ ประเมินโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน กลุ่มที่สอง ประเมินโดยผู้ใช้ระบบจำนวน 10 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างตามความสะดวกและวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่าระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การจัดเก็บข้อมูล การประมวลผลข้อมูลและการรายงานข้อมูลตรงตามความต้องการของผู้ใช้ การประเมินคุณภาพของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบด้านเอกสารประกอบโครงการ มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.73 ด้านการวิเคราะห์ระบบ มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.59 ด้านการออกแบบ Input, Output, Database, Process มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.39 ด้านการพัฒนา การติดตั้ง และการประเมินผลระบบ มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.93 และมีความพึงพอใจต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 4.66 สำหรับการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ระบบ ความคิดเห็นด้านการออกแบบหน้าจอมีความเป็นมาตรฐาน มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.20 ด้านการทำงานของระบบ มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.30 ด้านขั้นตอนด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.28 ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.26 และมีความพึงพอใจต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 4.26

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ, แลกเปลี่ยน, เทียบโอนหน่วยกิต

Abstract

The exchange and transfer credits system was developed in order to encourage students from Yala Rajabhat University (YRU) in Thailand, who wish to take an opportunity of the mobility program for shortly studying abroad at Universiti Sultan Zainal Abidin (UNISZA) in Malaysia. The system provides information of transferable courses, which can be assessed prior to actual enrollment. With object-oriented analysis and design (OOAD), PHP language and MySQL was chosen as a tool and database for implementation. In order to satisfy the system evaluation, there were 2 groups of evaluators – first group consisted of 3 specialists and the second consisted of 10 users selected by a convenient sampling mean. Data analysis is performed by statistics and standard deviation.

The study results were found that the developed information system was made up of 3 parts including data storage, data processing, and report of information relevant to students' needs. In the quality assessment undertaken by specialists, the average scores for the aspects were that 4.73 for project complemented document, 4.59 for system analyzing procedure, 4.39 for input, output, database, and process designs and 4.93 for system development, installation, and assessment with overall system satisfaction averaged at 4.66. In satisfaction evaluation of users having utilized the system, the scores rated for the aspects were that 4.45 for standard of design screen, 4.30 for system operation, 4.28 for Easy-to-use steps and 4.26 for the security of data in the system with an overall satisfaction score of 4.26

Keywords: information system, exchange student, transfer credits

บทนำ

นับตั้งแต่ปีงบประมาณ 2538 สมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ASEAN) ก่อตั้งขึ้นโดยปฏิญญากรุงเทพ เมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2510 ปัจจุบันมีสมาชิกรวมทั้งหมด 10 ประเทศ และรัฐบาลไทยได้ให้ความสำคัญกับการดำเนินนโยบายความสัมพันธ์ระหว่างประเทศกับอาเซียนในลำดับต้นๆ ในฐานะมิตรประเทศที่มีความใกล้ชิดกับไทยมากที่สุด และหลังจากวันที่ 31 ธันวาคม 2558 ประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียนได้เข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งอย่างเป็นทางการภายใต้ชื่อ (ASEAN Economic Community: AEC) ทำให้ทุกหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนต่างตระหนักและให้ความสำคัญกับ AEC มากยิ่ง โดยเฉพาะสถาบันการศึกษาที่ทุกประเทศใน AEC ต้องปรับช่วงเวลาตารางการเปิดปิดภาคการเรียนให้ตรงกัน (กรมอาเซียน 2559) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ได้ริเริ่มโครงการแลกเปลี่ยนนักศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาไทยกับต่างประเทศ โดยกำหนดให้เป็นกิจกรรมหนึ่งตามพันธกิจการเป็นสมาชิกโครงการแลกเปลี่ยนนักศึกษาในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก (University Mobility in Asia and the Pacific: UMAP) ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2538 เพื่อส่งเสริมความร่วมมือระหว่างสถาบันอุดมศึกษาในภูมิภาคภายใต้ข้อตกลงความร่วมมือระดับรัฐบาล หรือระดับสถาบันระหว่างมหาวิทยาลัยเจ้าบ้าน (Home Institutions) และมหาวิทยาลัยเจ้าภาพ (Host Institutions) กุลธิดา สิงห์สี (2556) ได้กล่าวถึง การก้าวเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี 2558 รูปแบบ แนวโน้มและทิศทางการปรับตัว โดยแนวโน้มการ

เปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาไทย มีปัจจัยสำคัญที่สำคัญและเป็นความหวังของประเทศหลังจากการเปิดประตูสู่อาเซียน คือการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ จึงส่งผลให้สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ต้องกำหนดยุทธศาสตร์หลัก 3 ยุทธศาสตร์ เพื่อการเตรียมความพร้อมเข้าสู่ประชาคมอาเซียนไว้ในกรอบแผนอุดมศึกษาระยะยาว 15 ปี ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2551-2565) คือ ยุทธศาสตร์ที่ 1 การเพิ่มขีดความสามารถของบัณฑิตให้มีคุณภาพมาตรฐานสากล ยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาความเข้มแข็งของสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาประชาคมอาเซียน และ ยุทธศาสตร์ที่ 3 คือการส่งเสริมบทบาทของอุดมศึกษาไทยในประชาคมอาเซียน ทั้งนี้ ในยุทธศาสตร์ที่ 1 ได้กำหนดสาระสำคัญ เรื่อง การแลกเปลี่ยนนักศึกษา และการถ่ายเทียบโอนหน่วยกิต ระหว่างกัน ให้ถือเป็นภารกิจอุดมศึกษาที่ต้องปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะของนักศึกษาด้านการสร้างองค์ความรู้ ภาษา และวัฒนธรรมระหว่างกัน ตลอดจนการส่งเสริมให้นักศึกษาไทยตระหนักในการเป็นพลเมืองอาเซียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร ได้ดำเนินการลงนามความร่วมมือกับมหาวิทยาลัย UNISZA เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านวิชาการ ศิลปวัฒนธรรม และกิจการนักศึกษา โดยมหาวิทยาลัยได้ให้ความสำคัญเป็นพิเศษในการดำเนินงานด้านวิชาการ ประเด็นการแลกเปลี่ยนนักศึกษาและการเทียบโอนหน่วยกิตการเรียนระหว่างมหาวิทยาลัย สำหรับการก้าวไปสู่การพัฒนาคุณภาพทางวิชาการในรูปแบบของการพัฒนาการเรียนการสอน และการก้าวเข้าสู่สังคมงานในภูมิภาคอาเซียนของบัณฑิต อีกทั้ง เป็นการส่งเสริมการดำเนินงานตามข้อตกลงความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัย โดยมีเป้าหมายให้เกิดการยอมรับในการถ่ายเทียบโอนหน่วยกิต และการรับรองวิทยฐานะของสถาบันอุดมศึกษาไทยในระดับนานาชาติ รวมถึงการส่งเสริมให้นักศึกษามีโลกทัศน์และมีสมรรถนะในระดับสากล โดยก่อนหน้าที่จะมีระบบการเทียบโอน นักศึกษาสามารถดำเนินการเทียบโอนด้วยตนเอง โดยดูรายวิชาที่สามารถเทียบโอนได้ จากคำอธิบายรายวิชาของทั้งสองวิชาเอามาเปรียบเทียบกัน ทำให้เกิดความผิดพลาดเกี่ยวกับรายวิชาที่สามารถเทียบโอนได้จากความไม่เข้าใจของนักศึกษาเอง อีกทั้งขั้นตอนการเทียบโอนยังดำเนินการอยู่ในรูปแบบเอกสาร ที่ถูกส่งต่อจากหน่วยงานหนึ่ง ไปยังอีกหน่วยงานหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้า และอาจเกิดการสูญหายของเอกสาร

คณะวิจัย จึงเล็งเห็นความสำคัญในการวิเคราะห์และพัฒนาระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา กับ UNISZA เพื่อเสนอแนะรายวิชาที่จะทำการลงทะเบียนเรียนให้กับนักศึกษาแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตก่อนที่นักศึกษาจะมีการลงทะเบียนเรียนของทั้งสองมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

สุรพล คล้ายภมร และยงยุทธ ช่อจำปา (2561) การพัฒนาระบบเทียบโอนผลการเรียนด้วยการทำเหมืองข้อความ ได้พัฒนาระบบจัดการโครงสร้างหลักสูตร เนื้อหาคำอธิบายรายวิชา เงื่อนไขการเทียบโอนรายวิชา และสามารถดำเนินการประมวลผลเทียบโอนรายวิชาจากสถานศึกษาอื่นๆ เพื่อค้นหารายวิชาที่เปิดใช้ในหลักสูตรที่มีความหมายสอดคล้องกันมากที่สุดได้ โดยระบบเทียบโอนผลการเรียนด้วยการทำเหมืองข้อความ ด้วยการใช้ชุดข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ text ในส่วนของเนื้อหาคำอธิบายรายวิชา เพื่อนำมาทำ Word Tokenize

การตัดคำจากข้อความเหล่านั้นออกมาเป็นคำศัพท์สำหรับใช้ในงานประมวลผลหาค่าความความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ในการหาค่าความเหมือน (Cosine Similarity) ประเมินหาค่าผลลัพธ์ที่มีความเข้าใกล้มากที่สุด โดยดูว่ารายวิชาใดในระบบมีความสัมพันธ์ของคำอธิบายรายวิชาใกล้เคียงกันเพื่อให้นักศึกษาสามารถนำมาเทียบโอนได้หรือไม่ ผลการพัฒนาระบบทำให้สามารถลดขั้นตอนการทำงานของบุคคลากรในการวิเคราะห์เนื้อหาคำอธิบายรายวิชา ช่วยให้การเทียบโอนรายวิชามีประสิทธิภาพมากขึ้น

พรศิลป์ บัวงาม และอุทุมพร ศรีโยม (2558) ได้พัฒนาระบบต้นแบบในการเทียบโอนรายวิชาในระดับปริญญาตรี กรณีศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งการตรวจสอบคำอธิบายรายวิชาที่ใช้ในการเทียบโอนนั้นเป็นรายวิชาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ทำการเปรียบเทียบกับคำอธิบายรายวิชาในระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยมีการทำงาน 2 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนาด้วยโปรแกรม Visual Studio 2010 และใช้โปรแกรม Microsoft Access 2010 ในการจัดการฐานข้อมูล โดยการตัดคำหลักมาเก็บไว้ในฐานข้อมูลจากนั้นจึงนำคำอธิบายรายวิชาจากทั้ง 2 สถาบัน มาทำการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชาแล้ววิเคราะห์ผลออกมาในรูปแบบร้อยละ 2) การวิเคราะห์ผลด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์โดยการนำส่งคำอธิบายรายวิชาในรูปแบบเอกสารไปยังผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของคำอธิบายรายวิชาจาก 2 สถาบัน ซึ่งวิเคราะห์ผลออกมาในรูปแบบร้อยละ เมื่อได้ผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนที่ 1) และ 2) เรียบร้อยแล้ว นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากคำอธิบายรายวิชามีคำเหมือนกันมากกว่าร้อยละ 75 รายวิชานั้นสามารถนำมาเทียบโอนได้ แต่หากผลการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชามีคำเหมือนน้อยกว่าร้อยละ 75 รายวิชานั้นไม่สามารถนำมาเทียบโอนได้ ผลการทดลองใช้งานระบบต้นแบบในการเทียบโอนรายวิชา พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 89.42 จึงมั่นใจได้ว่าระบบต้นแบบสามารถนำมาวิเคราะห์แทนผู้เชี่ยวชาญได้

อนุสรณ์ เริ่มฤกษ์ และสุภาภรณ์ ใจรังสี (2561) ได้พัฒนาระบบการเทียบโอนรายวิชาของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล โดยก่อนหน้าที่จะมีระบบการเทียบโอน นักศึกษาสามารถดำเนินการเทียบโอนด้วยตนเอง โดยดูรายวิชาที่สามารถเทียบโอนได้ จากคู่มือแบบเทียบ ซึ่งมีเงื่อนไขในการขอเทียบโอน ทำให้เกิดความผิดพลาดเกี่ยวกับรายวิชาที่สามารถเทียบโอนได้ จากความไม่เข้าใจของนักศึกษาเอง อีกทั้งขั้นตอนการเทียบโอนยังดำเนินการอยู่ในรูปแบบเอกสาร ที่ถูกส่งต่อจากหน่วยงานหนึ่ง ไปยังอีกหน่วยงานหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้า และอาจเกิดการสูญหายของเอกสาร จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ปัญหา เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบเทียบโอนใหม่ โดยมีฟังก์ชันการใช้งานหลัก 5 ฟังก์ชัน ดังนี้ (1) การจัดการข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสาขาวิชา ข้อมูลหมวดหมู่วิชา ข้อมูลกลุ่มวิชา ข้อมูลปฏิทินการเทียบโอน (2) การจัดการรายวิชาสำหรับเทียบโอนสำหรับจัดการแบบเทียบโอนเพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับการเทียบโอนรายวิชา (3)การเทียบโอนรายวิชา สำหรับการจับคู่รายวิชาที่ผู้ขอเทียบโอนสามารถขอเทียบโอนได้ (4) การนำเข้าข้อมูลสามารถนำเข้าข้อมูลนักศึกษาและข้อมูลคณะกรรมการเทียบโอนได้ และ (5) การออกรายงานและแบบฟอร์มต่างๆที่จำเป็นสำหรับการขอเทียบโอน ระบบมีสถาปัตยกรรมแบบ

Web Application โดยพัฒนาขึ้นด้วยภาษา PHP และใช้ฐานข้อมูลMySQLเพื่อจัดเก็บข้อมูลต่างๆ หลังจากการใช้งานระบบ จะวัดความพึงพอใจในการใช้งานระบบโดยการใช้แบบสอบถามแบบ 5 ตัวเลือก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีในหลักสูตรเทียบโอนรายวิชาจำนวน 199 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการทดสอบใช้งานโดยผู้ใช้กลุ่มต่างๆ พบว่าระบบใช้งานได้ดี สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานแบบเก่าได้ และจากการสอบถามความพึงพอใจพบว่า ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์และการนำไปใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านเนื้อหาและด้านการจัดรูปแบบเว็บไซต์ อยู่ในระดับมากตามลำดับ

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา (YRU) กับ Universiti Sultan Zainal Abidin, Terengganu, Malaysia (UNISZA) ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการดำเนินงานและการออกแบบงานตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ 1) การศึกษาความต้องการและการกำหนดปัญหา 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ 3) ขั้นตอนการพัฒนาระบบ และ 4) ขั้นตอนการทดสอบและติดตั้ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การศึกษาความต้องการและกำหนดปัญหา

จากการศึกษาปัญหาของการเทียบโอนรายวิชา พบว่ามีขั้นตอนในการเทียบโอนหลายขั้นตอน และทำให้นักศึกษาที่ทำการเทียบโอนต้องเสียเวลาจะต้องหาข้อมูลในการเทียบโอน ทั้งข้อมูลหลักสูตร ข้อมูลคำอธิบายรายวิชา และบางครั้งชื่อวิชาต่างกัน แต่คำอธิบายรายวิชาคล้ายคลึงกัน ทำให้นักศึกษาไม่มีข้อมูลที่จะเปรียบเทียบได้ว่า วิชาใดบ้างที่สามารถเทียบโอนได้ โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาตามระเบียบมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ว่าด้วยการเทียบโอนผลการเรียน พ.ศ. 2558 ดังต่อไปนี้

- สำหรับหลักสูตรปริญญาตรี 4 ปี หากต้องการเทียบโอนผลการเรียนที่เรียนมาแล้วต้องไม่เกิน 10 ปี นับถึงวันที่เข้าเรียนในมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ถ้ากรณีหลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิตต้องไม่เกิน 5 ปี
- ผลการเรียนต้องได้ระดับ 2 หรือ C ขึ้นไป
- จำนวนหน่วยกิตที่ต้องการนำมาเทียบโอนจะต้องเท่ากันหรือมากกว่าในโครงสร้างหลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาจึงจะเทียบโอนได้

2 .ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

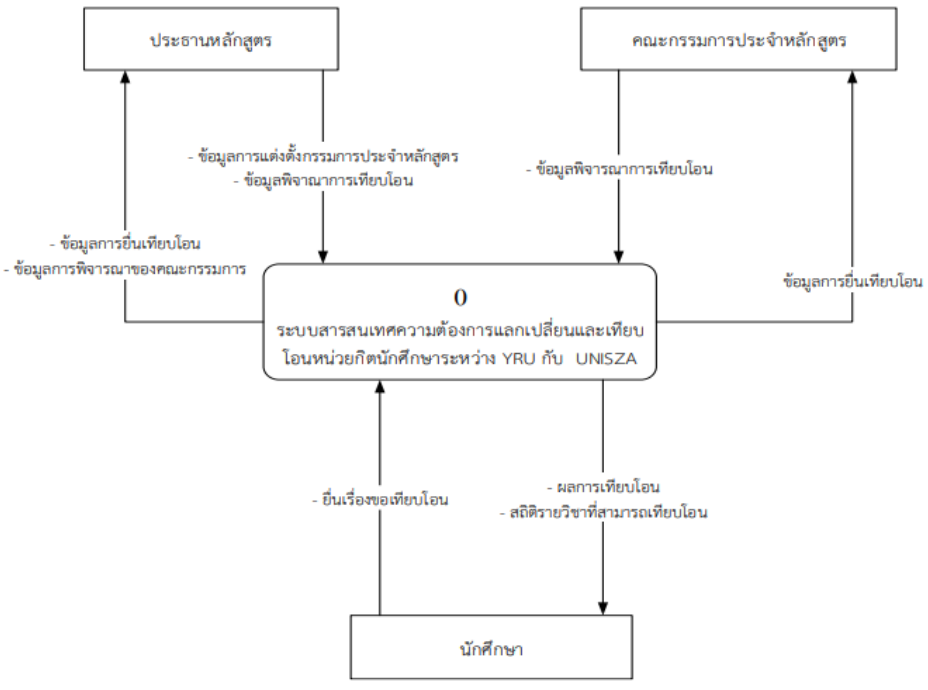
สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง YRU และ UNISZA ผู้วิจัยได้รวบรวมความต้องการของระบบจาก แบบสอบถาม, การสัมภาษณ์ และการสังเกตการณ์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์และออกแบบระบบดังนี้

2.1 การกำหนดความต้องการของผู้ใช้ (User Requirement Definition) สามารถแบ่งความต้องการของผู้ใช้ได้ 4 ระบบงานย่อย คือ 1) ระบบจัดการข้อมูลหลักสูตร 2) ระบบจัดการคณะกรรมการหลักสูตร 3) ระบบจัดการข้อมูลการเทียบโอน และ 4) ระบบรายงานการเทียบโอน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตาราง User Requirement Definition ระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง YRU กับ UNISZA

System	**ระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา (YRU) กับ Universiti Sultan Zainal Abidin, Terengganu, Malaysia (UNISZA)**
User Requirement Definition:	1. ระบบจัดการข้อมูลหลักสูตร 2. ระบบจัดการคณะกรรมการหลักสูตร 3. ระบบจัดการข้อมูลการเทียบโอน 4. ระบบรายงานการเทียบโอน

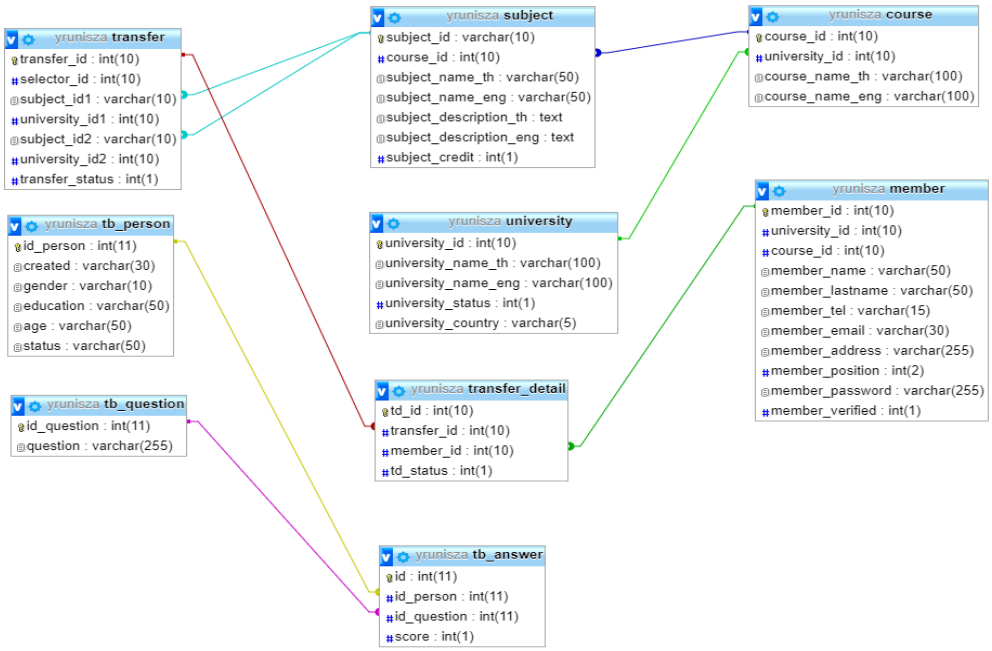
2.2 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Diagram) สำหรับการวิเคราะห์แผนภาพกระแสข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งระดับการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระดับคือ Context Diagram, Data Flow Diagram Level-0 และ Data Flow Diagram Level -1 ของแต่ละ Process แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Context Diagram ระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง YRU กับ UNISZA

2.3 แบบจำลองข้อมูล (Data Modeling)

แบบจำลองข้อมูล (Data Modeling) เป็นขั้นตอนของการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Entity ในลักษณะภาพรวมโดยการจัดทำ ER-Model (Entity Relationship Model) ซึ่งนำไปใช้ในการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Entity ที่มีในระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง YRU กับ UNISZA แสดงดังภาพที่ 2

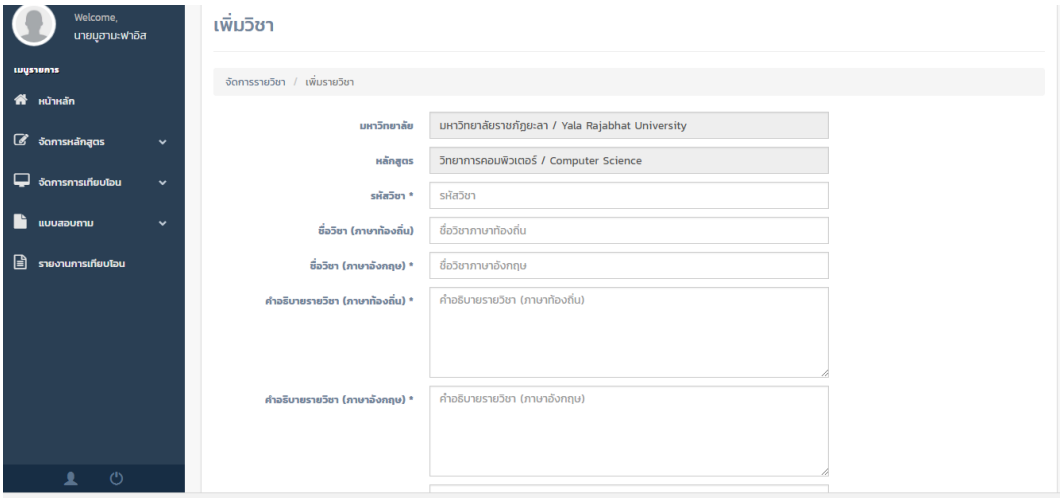


ภาพที่ 2 ER-Diagram ระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง YRU กับ UNISZA

3. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

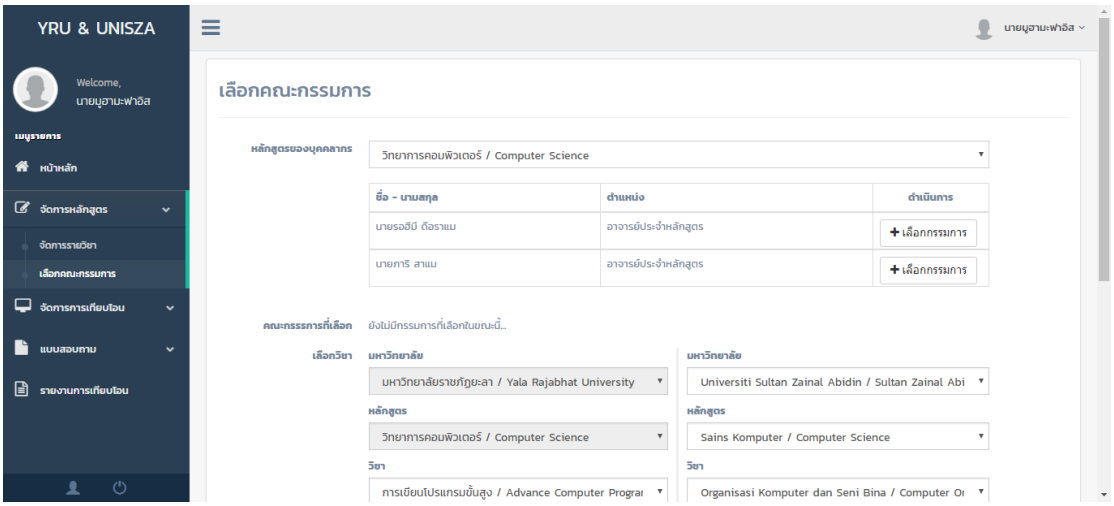
สำหรับขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง YRU กับ UNISZA ที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบได้แบ่งสิทธิ์ในการใช้งานดังนี้

3.1 ประธานหลักสูตร มีหน้าที่ในการเพิ่มข้อมูลรายวิชา เช่น รหัสวิชา ชื่อวิชา คำอธิบายรายวิชา เป็นต้น โดยประธานหลักสูตรจะทำหน้าที่ป้อนข้อมูลจากเล่มหลักสูตรทั้งหมดลงไปในการระบบสารสนเทศแสดงดังภาพที่ 3



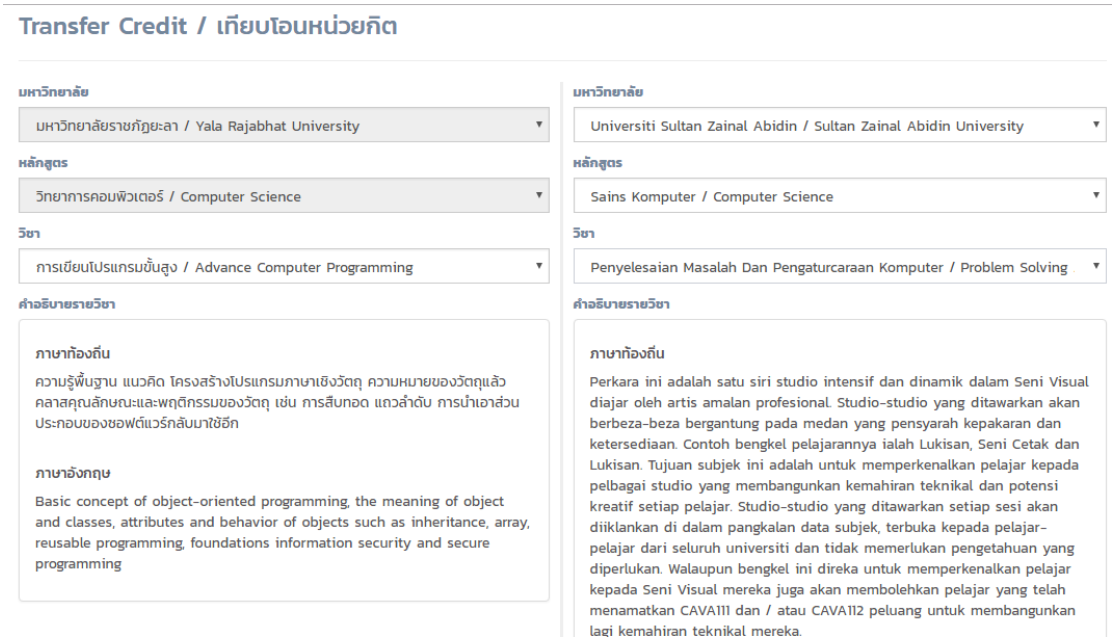
ภาพที่ 3 หน้าจอแบบฟอร์มสำหรับการเพิ่มข้อมูลรายวิชาของแต่ละหลักสูตร

นอกจากนี้ประธานหลักสูตรมีหน้าที่ในการเพิ่มข้อมูลการแต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาเทียบโอนรายวิชาภายหลังจากที่นักศึกษาส่งคำร้องขอเทียบโอนผ่านระบบ โดยสามารถเลือกได้จากฐานข้อมูลของอาจารย์ที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาที่นักศึกษายื่นขอเทียบโอนแสดงดังภาพที่ 4



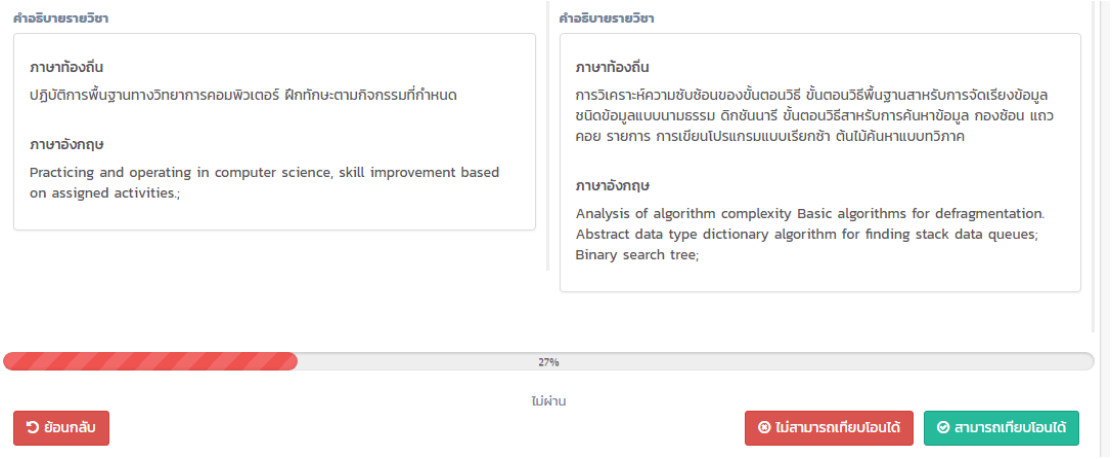
ภาพที่ 4 หน้าจอสำหรับประธานหลักสูตรเลือกคณะกรรมการพิจารณาการเทียบโอนรายวิชา

3.2 คณะกรรมการประจำหลักสูตร มีหน้าที่ในการพิจารณาคำร้องขอของนักศึกษาที่จะทำการเทียบโอนรายวิชาผ่านระบบสารสนเทศ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 หน้าจอสำหรับการจัดการการเทียบโอนรายวิชาสำหรับคณะกรรมการพิจารณา

3.3 นักศึกษา มีหน้าที่ในการยื่นขอเทียบโอนรายวิชาผ่านระบบสารสนเทศ โดยระบบจะแสดงผลการเทียบโอนเบื้องต้นให้นักศึกษา ก่อนที่จะยื่นขอเทียบโอน เพื่อใช้ในการประกอบการพิจารณาในการเทียบโอนเป็นร้อยละของความคล้ายกันของรายวิชาการที่นักศึกษาต้องการเทียบโอน แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์ผลการเทียบโอน

4. ขั้นตอนการทดสอบและติดตั้ง

ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของระบบผ่านเว็บบราวเซอร์ Google Chrome และได้ติดตั้งระบบบน เว็บเซอร์ฟเวอร์จำลองของ Xampp version 3.2.2 ซึ่งภายในประกอบด้วยโปรแกรมย่อย 4 โปรแกรม คือ ตัวแปรภาษา PHP, ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL, โปรแกรม phpMyAdmin และ Apache WebServer เหตุผลที่ใช้โปรแกรมนี้เพราะเป็นซอฟต์แวร์ฟรี ไม่มีปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์ และมีแหล่งเรียนรู้ทั้งในหนังสือและอินเตอร์เน็ตมากมาย

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ได้ระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา (YRU) กับ Universiti Sultan Zainal Abidin, Terengganu, Malaysia (UNISZA) ที่สามารถใช้งานได้ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2. นักศึกษาสามารถวางแผนการลงทะเบียนรายวิชาที่ต้องการเทียบโอนได้

3. การประเมินคุณภาพของระบบสารสนเทศที่ได้พัฒนาขึ้น มีการประเมิน 2 ส่วน 1) ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนา อยู่ในระดับที่ดีมาก ($\overline{x}$ =4.66) และเมื่อพิจารณาด้านต่างๆ พบว่าด้านการพัฒนา การติดตั้งและประเมินผลระบบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\overline{x}$ =4.93) และด้านการออกแบบ Input Output Database และ Process มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\overline{x}$ =4.39) แสดงดังตารางที่ 2 และ 2) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน จำนวน 10 ท่าน พบว่ามีความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\overline{x}$ =4.26) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผลประเมินส่วนการทำงานของระบบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\overline{x}$ =4.30) และส่วนการออกแบบหน้าจอมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\overline{x}$ = 4.20) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลประเมินประสิทธิภาพ	
	$\overline{x}$	ความหมาย
1.ด้านเอกสารประกอบโครงการ	4.73	ดีมาก
2.ด้านการวิเคราะห์ระบบ	4.59	ดีมาก
3.ด้านการออกแบบ Input ,Output, Database, Process	4.39	ดี
4.ด้านการพัฒนา การติดตั้ง และการประเมินผลระบบ	4.93	ดีมาก
ภาพรวม	4.66	ดีมาก

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งาน

รายการประเมิน	ผลประเมินประสิทธิภาพ	
	$\overline{x}$	ความหมาย
1.การออกแบบหน้าจอมีความเป็นมาตรฐาน	4.20	ดี
2.การทำงานของระบบ	4.30	ดี
3.ความง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.28	ดี
ภาพรวม	4.26	ดี

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบสารสนเทศความต้องการแลกเปลี่ยนและเทียบโอนหน่วยกิตนักศึกษาระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา กับ UNISZA สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ทุกประการ อาจเนื่องมาจากผลสำเร็จทางด้านการวิเคราะห์และออกแบบระบบที่สามารถทำได้เป็นอย่างดี และจากผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลปรากฏเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือระบบมีคุณภาพสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบระบบที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก สามารถตอบสนองความต้องการได้เป็นอย่างดี แต่ก็มีข้อจำกัดในประเด็นของการเทียบคำต่อคำในคำอธิบายรายวิชา ซึ่งบางครั้งผู้เขียนคำอธิบายรายวิชาอาจจะใช้ศัพท์ที่ไม่เหมือนกันแต่อาจจะให้ความหมายเหมือนกัน ดังนั้นงานที่ต้องทำในอนาคตก็ต้องปรับปรุงวิธีการเปรียบเทียบคำอธิบายรายวิชาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

ฐิติพร วิธีจงเจริญ และวิเศษ ศักดิ์ศิริ. (2553). "การพัฒนาระบบการแนบเอกสารสนับสนุน การประเมินตนเองสำหรับการประกันคุณภาพการศึกษาภายใน." ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 6**. 1-2 พฤษภาคม 2553. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 19-27.

บุรินทร์ รุจจนพันธุ์ และคณะ. (2552). "การพัฒนาระบบฐานข้อมูลการประเมินตนเอง:กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยโยนก จังหวัดลำปาง." ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5**. 20-21 มิถุนายน 2552. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 119-127.

พรศิลป์ บัวงาม และ อุทุมพร ศรีโยม. (2558). “ต้นแบบระบบเทียบโอนรายวิชาในระดับปริญญาตรี:กรณีศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช”. ใน **การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7**, จังหวัดตรัง: ประเทศไทย, 345-348.

มนตชัย เทียนทอง. (2548). **สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ**. กรุงเทพฯ: รวยบุญการพิมพ์จำกัด.

วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์. (2551). **ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2557). **ระบบฐานข้อมูลด้านการประกันคุณภาพการศึกษา** (Online). http://www.cheqa.mua.go.th, 12 เมษายน 2558.

สุรพล คล้ายภมร และยงยุทธ ช่อจำปา. (2561). ระบบเทียบโอนผลการเรียนด้วยการทำเหมืองข้อความ (กรณีศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสยาม). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสยาม.

อนุสรณ์ เริ่มฤกษ์ และสุภาภรณ์ ใจรังสี. (2561). “ระบบเทียบโอนรายวิชาของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล”. ใน **การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ “GRADUATE SCHOOL MINI-CONFERENCE 2018”**. 1223-1232.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ .(2560). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ System Analysis and Design ฉบับ ปรับปรุงเพิ่มเติม.** กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

แอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น

Application for Preliminary Disease Guidance

อาดีละห์ อาแว[1]*, ซอฟียะห์ สะมะ[2] ,แพรวศรี เดิมราช[3]

Adeelah Awae[1]*, Sofiyah Samah[2], Preawsree Demrach[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ(1)เพื่อวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น(2)เพื่อประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น(3)เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น เพื่อใช้ปฏิรูปและพัฒนาระบบสุขภาพ โดยมุ่งกระจายและพัฒนาบริการสาธารณสุขในระดับปฐมภูมิให้ทั่วถึงและเข้มแข็ง เพื่อให้ประชาชนทุกคนสามารถเข้าถึงบริการพื้นฐานทางสุขภาพและการรักษาพยาบาลได้อย่างทั่วถึงรวมทั้ง สามารถเข้าถึงบริการทางการแพทย์ จึงมีความประสงค์ที่จะจัดสร้างโครงงานระบบแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้นเพื่อวินิจฉัยโรคทั่วไปด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ผ่านสมาร์ทโฟนแอปพลิเคชัน นำหลักการวิชาการทางการแพทย์ ในการวินิจฉัยโรคมาประยุกต์ใช่ร่วมกับระบบ DSS ในการตัดสินใจ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บแอพพลิเคชั่นด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) ระบบฐานข้อมูลMySQL

ผลการวิจัยพบว่า แอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น ประกอบด้วย สมัครสมาชิก ล็อกอิน ตรวจสอบอาการ ข้อมูลโรค ข้อมูลคลินิก และข้อมูลร้านยา 1)ผลการประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย=3.6 2) ผลการประเมิณความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย =4.02

คำสำคัญ: แอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น, การรักษาพยาบาล,บริการพื้นฐานทางสุขภาพ

---

[1],[2]นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกตรษ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding author, E-mail: Adeelah.a@yru.ac.th

Abstract

The purposes of this study were (1) to analyze, design, and develop application for preliminary disease guidance, (2) to evolution the quality of the application for preliminary disease guidance, (3) to assess the satisfaction of the users of the application for preliminary disease guidance in order to reform and develop the health system by focusing on distributing and developing public health services at primary level thoroughly and vigorously. All citizens can access to basic health and medical services thoroughly. Therefore, there is a need to create a project about preliminary disease guidance system for general diagnosis by using tree decision techniques via smartphone application. The medical academic principles in the diagnosis of diseases which is applied with the DSS system to make decisions by using web application technology PHP database system (MySQL).

The results revealed that the application for preliminary disease guidance consisting of registering members, logging in, checking symptoms, managing disease data, clinical information management, and pharmacy information. 1) The results of the system quality assessment evaluated by experts revealed that it is in the Much level and in an average of = 3.6 2) The evaluation of users' satisfaction of the system is at the Much level and in an average of = 4.02

Keywords: preliminary disease guidance application, medical treatment,primary health care

บทนำ

นโยบายสุขภาพที่สำคัญของประเทศ คือการปฏิรูปและพัฒนาระบบสุขภาพ โดยมุ่งกระจายและพัฒนาบริการสาธารณสุขในระดับปฐมภูมิให้ทั่วถึงและเข้มแข็ง เพื่อให้ประชาชนทุกคนสามารถเข้าถึงบริการพื้นฐานทางสุขภาพและการรักษาพยาบาลได้อย่างทั่วถึงรวมทั้ง สามารถเข้าถึงบริการทางการแพทย์ ตามระบบการส่งต่อได้อย่างเท่าเทียม ระบบสุขภาพจัดเป็นส่วนหนึ่งของระบบสังคมและระบบความมั่นคงของประเทศ โดยมีระบบการบริการสาธารณสุขเป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบสุขภาพเท่านั้น การมองปัจจัยที่จะมามีผลกระทบต่อระบบสุขภาพในปัจจุบันจึงต้องมองให้รอบด้าน ซึ่งรวมถึงปัจจัยทางสังคมที่มีผลต่อสุขภาพ หรือ Social Determinants of Health (SDH) ด้วย ด้านระบบบริการสุขภาพนั้น พบว่ามีการแข่งขันสูงขึ้นในระบบบริการสุขภาพภาคเอกชน และพบว่ารายจ่ายบริการสุขภาพของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบปัญหาความไม่เป็นธรรมในการเข้าถึงยา ปัญหาการใช้ยาเกินจำเป็น และปัญหาเชื้อโรคดื้อยา รวมถึงปัญหาโรคอุบัติใหม่ ขณะเดียวกัน ปัญหาเรื่องการวางแผนด้านการผลิตและกระจายบุคลากรทางการแพทย์นั้นยังไม่ได้รับการจัดการอย่างเป็นระบบ กล่าวคือ ยังไม่ได้พิจารณาหรือคำนึงถึงเรื่องการผลิตและกระจายบุคลากรแบบมีความหลากหลายและสมดุล (Skill mix) อย่างเหมาะสม (ที่มา:สำนักทะเบียนท้องถิ่นเทศบาลนครยะลา.2560)

จากการศึกษาปัญหาจะเห็นได้ว่าประชาชนในจังหวัดยะลาก็ได้ประสบกับปัญหา เข้าถึงบริการพื้นฐานทางสุขภาพ การรักษาพยาบาล และสามารถเข้าถึงบริการทางการแพทย์ ตามระบบ การส่งต่อได้อย่างเท่าเทียม และประสบปัญหาการเข้าถึงการบริการพื้นฐานทางสุภาพนั้น มาจากเหตุความไม่สงบในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ จึงทำให้จังหวัดยะลาขาดแคลนบุคคลกรทางสารธารณสุข การลงพื้นที่ในการทำกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพให้กับประชาชน การเดินทางของประชาชนเพื่อมารับบริการทางสุขภาพกับหน่วยงานของสาธารณสุข หน่วยบริการสารธารณสุข เช่น โรงพยาบาล ไม่เพียงพอกับความต้องการของประชาชน ซึ่งปัจจุบันมีประชาชนเข้ามารับบริการที่แผนกผู้ป่วยนอกมากถึงวันละ 1,500-2,000 คน เกิดความแออัดทำให้การบริการไม่คล่องตัว ผู้รับบริการต้องรอพบแพทย์เป็นเวลานาน ซึ่งบางครั้งผู้ที่ไปรับบริการมีอาการเจ็บป่วยไม่รุนแรง อาการของโรคไม่ซับซ้อน สามารถรักษาที่สถานบริการสาธารณสุขใกล้บ้านได้ นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านเศรษฐกิจ การที่ต้องทำงาน หรือไม่มีเวลาในการไปตรวจสุขภาพ หรือ พบแพทย์เพื่อรักษาอาการต่างๆ จึงเกิดความกังวลเกี่ยวกับสุขภาพ และร่างกายของตนได้ ซึ่งทำให้ผู้ที่เกิดอาการผิดปกติขึ้นนั้นต้องการทราบว่า อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นมีโอกาสที่จะทำให้ตนเองเป็นโรคอะไรได้บ้างจากปัญหาที่กล่าวมาผู้พัฒนาระบบเห็นว่าการดูแลสุขภาพเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์การมีสุขภาพดีเป็นสิ่งที่ทุกปรารถนา การตรวจสุขภาพจะทำให้เราทราบถึงความสมบูรณ์และความพร้อมของร่างกาย ทั้งยังสามารถค้นพบโรคระยะเริ่มแรกที่อาจแอบแฝงซ่อนเร้นอยู่เป็นการป้องกันโรคลุกลาม ทำให้มีโอกาสรักษาในระยะเริ่มแรก และสามารถเสริมสร้างสุขภาพให้แข็งแรงอยู่เสมอ โดยผู้พัฒนาระบบได้ศึกษาพบว่าปัจจุบัน สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ตมีบทบาทมากขึ้นในการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้น และ โมบายแอปพลิเคชัน คือส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้ใช้งาน สมาร์ทโฟน และ แท็บเล็ตเข้าถึงสื่อต่างๆได้ง่ายขึ้นยุคนี้มีแอพพลิเคชั่นมากมายที่ช่วยให้เราใช้ชีวิตกันง่าย จากเทคโนโลยี สมาร์ทโฟนและ แท็บเล็ต จะเห็นได้ว่าเราสามารถนำเทคโนโลยีนั้นมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์ในด้านการแพทย์ เช่น การตรวจ การรักษาพยาบาล และการป้องกันโรค ด้วยวิธีการต่าง ๆ

ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีความประสงค์ที่จะจัดสร้างโครงงานระบบทางการแพทย์เบื้องต้นเพื่อวินิจฉัยโรคทั่วไปด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ผ่านสมาร์ทโฟนแอปพลิเคชัน โดยนำหลักการวิชาการทางการแพทย์ ในการวินิจฉัยโรคมาประยุกต์ใช่ร่วมกับระบบ DSS ในการตัดสินใจ ซึ่งมีการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการหาคำตอบ เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการช่วยคลายความรู้สึกกังวล และเป็นแนวทางในการวิเคราะห์โรคจากอาการ การแนะนำข้อมูลยาสามัญในการรักษาโรค การแนะนำร้านขายยาในจังหวัดยะลา และการดูแลและป้องกันตนเอง ก่อนเข้ารับการรักษาด้วยทางการแพทย์ ถ้าต้องรักษาทางการแพทย์จะมีการแนะนำหมอและคลีนิคเฉพาะทางในจังหวัดยะลา

1.วัตถุประสงค์วิจัย

1.1 เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น

1.2 เพื่อประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น

1.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น

2.ขอบเขตการวิจัย

2.1 ผู้ดูแลระบบ

1) สามารถจัดการข้อมูลสมาชิกได้

2) สามารถจัดการข้อมูลของโรคได้

3) สามารถจัดการข้อมูลร้านขายยา(เพิ่ม ลบ แก้ไข)ได้

4) สามารถจัดการข้อมูลคลินิกและสถานบริการทางสาธรณสุขในเมืองยะลาได้

2.2 ผู้ใช้ระบบ

1) สามารถเข้าสู่ระบบและออกจากระบบได้

2) สามารถสมัครสมาชิกได้

3) สามารถดูข้อมูลอาการเบื้องต้นได้

4) สามารถตรวจสอบและวินิจฉัยโรคเบื้องต้นได้

5) สามารถค้นหาตำแหน่งคลินิกได้

6) สามารถค้นหาตำแหน่งร้านขายยาได้

7) สามารถค้นหาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคได้

3.เครื่องมือที่ใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 ด้านฮาร์ดแวร์

1) คอมพิวเตอร์ CORE I5 RAM 4

2) สมาร์ทโฟน ANDROID กับ IOS

3) แท็บเล็ต

3.2 ด้านซอฟต์แวร์

1) ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7 ขึ้นไป

2) ภาษา PHP, HTMLในการพัฒนาระบบ

3) MySQL ใช้สำหรับจัดการฐานข้อมูล

4) Adobe Photoshop CS6สำหรับโปรแกรมช่วยในการตกแต่งรูปภาพ

5) Microsoft Office สำหรับจัดทำเอกสาร

6) Visual studio code

4.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะศึกษาอาการของโรคเบื้องต้นด้วยตนเองได้

4.2 เพื่อลดเวลาและขั้นตอนในการตรวจวินิจฉัยโรคและสามารถทำให้ผู้ใช้ได้รับรู้ถึงความเสี่ยงได้ในเบื้องต้น

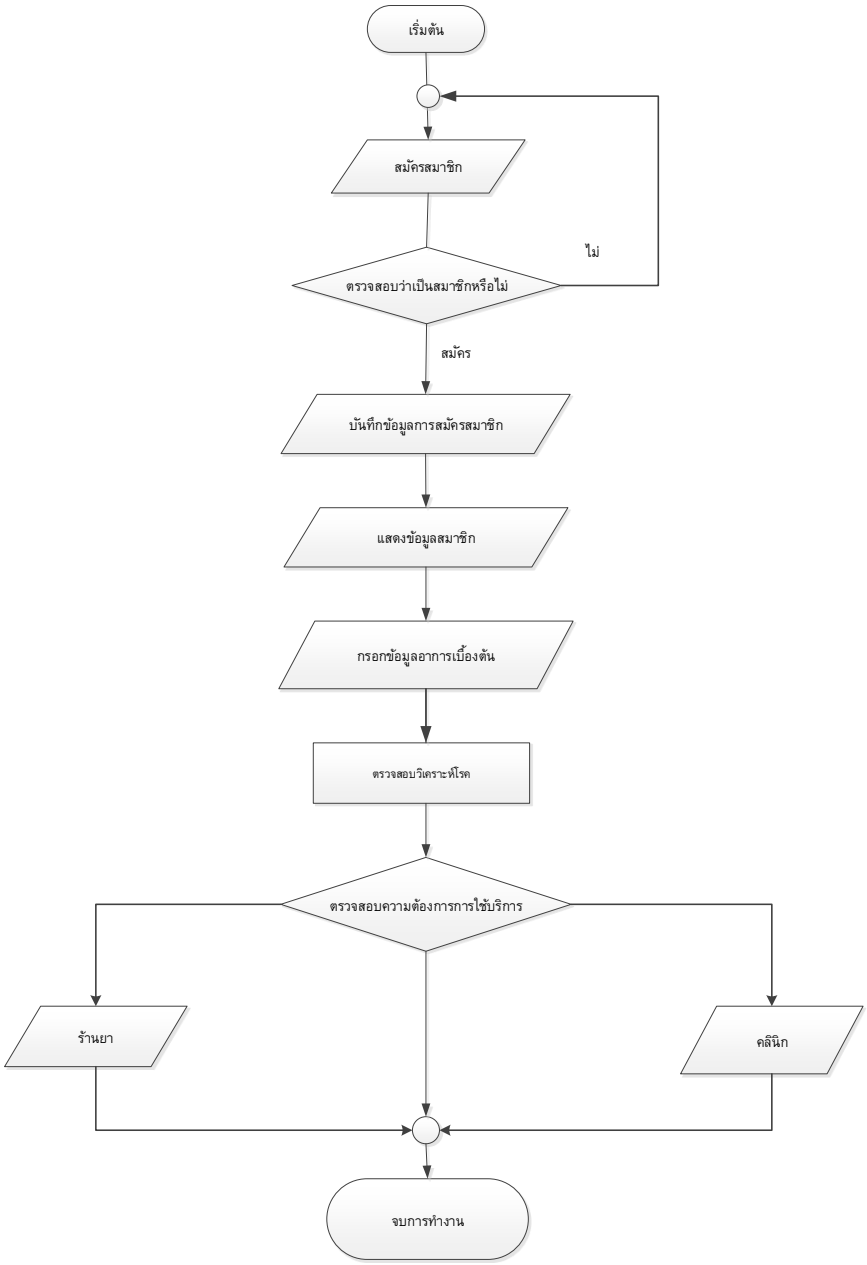
4.3 เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับบุคคลทั่วไปที่ต้องการรักษาที่คลินิกเฉพาะทาง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1.การศึกษาและการกำหนดปัญหา

ศึกษาระบบงาน

ในการศึกษาเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น ผู้พัฒนาทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน โดยศึกษาความเป็นไปได้ของความต้องการของผู้ใช้แอปพลิเคชัน และต้องการความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน เพื่อสร้างความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันให้กับผู้ใช้ เพื่อรับรู้สาเหตุในการเจ็บป่วยและรักษาได้ถูกที่ จากการที่ได้ศึกษาความต้องการของผู้ใช้ระบบงาน สามารถอธิบายการทำงานของระบบได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Flow Chart

2.กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงาน

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการทำงานของระบบงานที่ต้องการพัฒนาทำให้ผู้วิจัยทราบถึงข้อมูลต่างๆ ขอบข่ายงานและความสามารถในการทำงานของระบบที่ต้องการพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการจะใช้ระบบงานมานำเสนอปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1.) คลินิก

1.1 ค่าใช้จ่าย

1.2 คิวยาว

2.) แพทย์

2.1 มีจำนวนไม่เพียงพอ

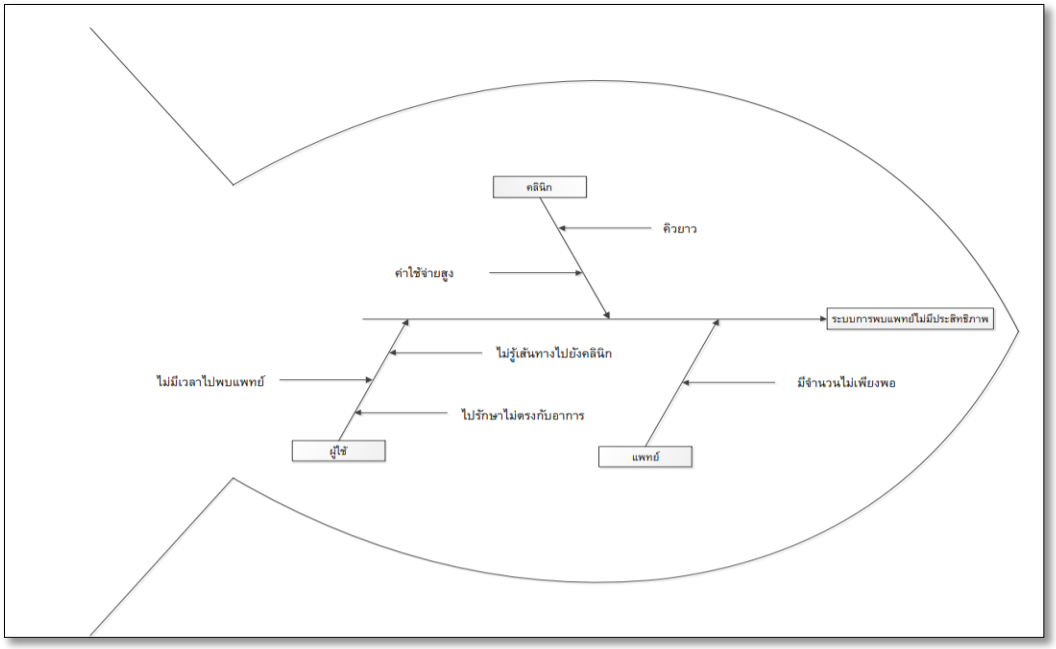
3.) ผู้ใช้

3.1ไปรักษาไม่ตรงกับอาการ

3.2 ไม่มีเวลาไปพบแพทย์

3.3 ไม่รู้เส้นทางไปยังคลินิก

ปัญหาดังกล่าวขั้นต้น สามารถอธิบายและเขียนเป็น Cause and Effect ของระบบปัจจุบันได้ดังภาพที่2



ภาพที่ 2 Cause and Effect Diagram ของระบบงาน

3.การศึกษาความเป็นไปได้

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้และออกแบบตามความต้องการของผู้ใช้งานและเจ้าของระบบ แต่ด้วยความรับผิดชอบของนักวิเคราะห์ระบบที่เป็นตัวแทนการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นกับระบบ จึงต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้และวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรของโครงการ เพื่อเป็นการเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้ใช้และเจ้าของระบบก่อนที่การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นในการพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น ผู้พัฒนาได้ศึกษาความเป็นไปได้ในประเด็นต่างๆ 4 ประการดังต่อไปนี้

1. ความเป็นไปได้ในทางเทคนิค (Technical Feasibility)

ในการพัฒนาระบบสารสนเทศฐานข้อมูลรางวัลและผลงานดีเด่น มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จะใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบ คือ ภาษา PHP ในการเขียนสคริปต์ และฐานข้อมูล MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่น มีประสิทธิภาพสูง ดังนั้นความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคจึงเป็นไปได้สูง

2. ความเป็นไปได้ด้านการปฏิบัติงาน (Operational Feasibility)

การพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น กรณีศึกษา ผู้ใช้ระบบงานสามารถลดปัญหาของการใช้ระบบที่ยุ่งยาก เพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้ และยังสามารถช่วยลดปัญหาของการใช้ทรัพยากรการใช้กระดาษให้น้อยลง ดังนั้นความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานจึงเป็นไปได้สูง

3. ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Feasibility)

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น ได้ใช้อุปกรณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบทุกอย่างนั้นสามารถหาได้

4. ความเป็นไปได้ด้านเวลา (Time Feasibility)

การพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น กรณีศึกษา ใช้เวลาในการพัฒนาระบบประมาณ 6 เดือน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าระบบจะสามารถพัฒนาได้เสร็จสมบูรณ์ภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้

ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ

เมื่อศึกษาระบบงานปัจจุบัน และศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบงานเดิมทั้งสภาพปัญหา และอุปสรรคของการทำงานแบบเดิม ผู้พัฒนาจึงได้วิเคราะห์และออกแบบระบบใหม่เพื่อนำเสนอ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้แอปพลิเคชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Information Gathering)

การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการเก็บรวบรวมทั้งหมดที่มีอยู่ในแอปพลิเคชันสนับสนุนการปลูกพืชผักอายุสั้น (Let's plant) ประกอบด้วย กระบวนการทำงาน (Processes) ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Data) และกลุ่มคนที่มีอิทธิพลส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบ (BounDaries) ดังนี้

1.1 กระบวนการทำงาน

1) จัดการข้อมูลสมาชิก
2) จัดการข้อมูลอาการ
3) จัดการข้อมูลร้านยา
4) จัดการข้อมูลคลินิก

1.2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง(Data)

1) ข้อมูลสมาชิก
2) ข้อมูลอาการ
3) ข้อมูลคลินิก
4) ข้อมูลร้านยา

5) ข้อมูลโรค

1.3 กลุ่มคนที่มีอิทธิพลส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบ

1) สมาชิก

2) ผู้ดูแล

4 ขั้นตอนการออกแบบ

ในการออกแบบระบบแอปพลิเคชันนำนำการรักษาโรคเบื้อต้นโดยผู้ออกแบบได้ใช้เครื่องมือช่วยในการออกแบบได้แก่ Adobe XD และ Photoshop cc เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้งานได้ง่าย

4.1 การออกแบบโปรแกรม

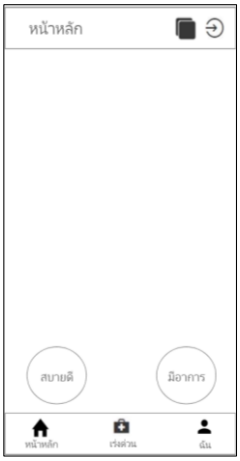
ในการออกแบบระบบผู้วิจัยได้มีการใช้แผนภาพการออกแบบหน้าจอในการช่วยแสดงให้เห็นถึงการออกแบบหน้าจอของแต่ละหน้าจอทั้งหมด ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนา หน้าจอ แอปพลิเคชันได้อย่างมีขั้นตอน



ภาพที่3 หน้าเข้าสู่ระบบ



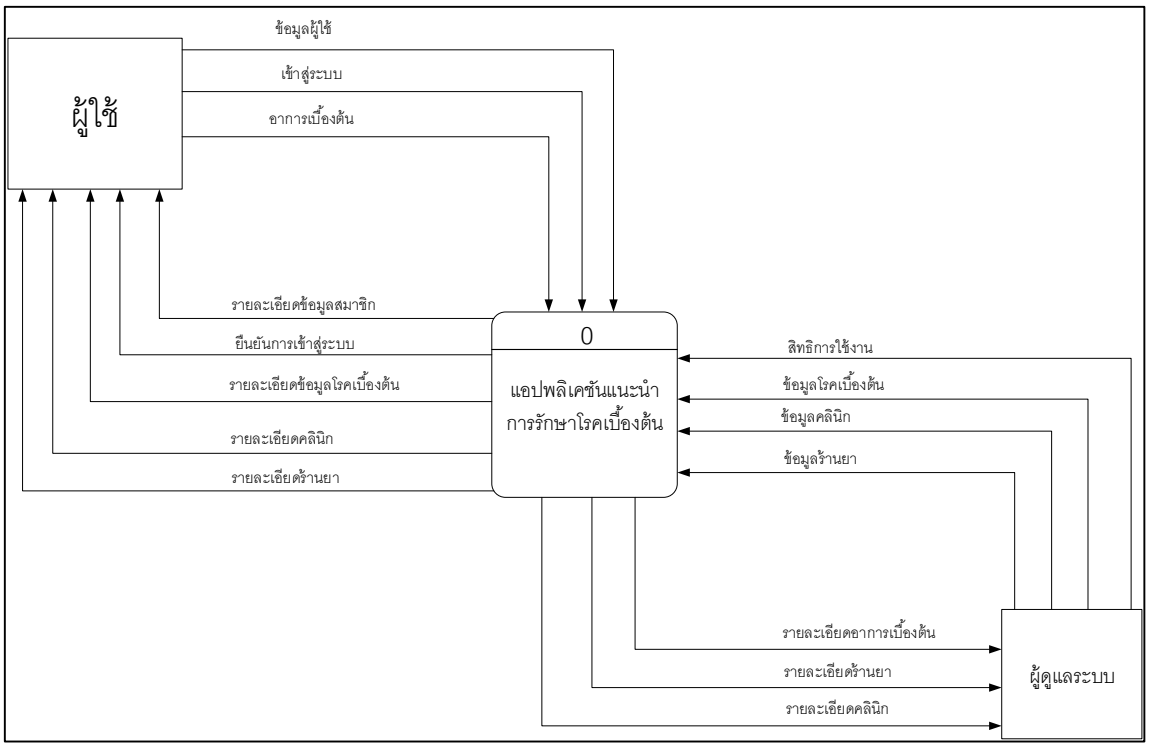
ภาพที่4 หน้าลงทะเบียน



ภาพที่5 หน้าหลักของระบบ

2.การศึกษาวิเคราะห์และพัฒนาระบบ

2.1แผนภาพรวบรวมของระบบงาน (Context Diagram)เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของขอบเขตงานในฐานะแหล่งข้อมูลและทางเดินข้อมูลในระบบ สามารถแสดงได้ดังภาพที่2



ภาพที่6 แผนภาพรวมของระบบงานใหม่ (Context Diagram)แอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น

จากภาพที่ 2 Context Diagram แอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น สามารถอธิบายการทำงานของแผนภาพกระแสข้อมูลของแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น ซึ่งแสดงให้เห็นกลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบจำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้ดูแลระบบ 2) ผู้ใช้ จากภาพที่ 2โดยมีรายละเอียดการนำข้อมูลเข้าและข้อมูลออกดังนี้

1) ผู้ดูแลระบบ การนำข้อมูลเข้ามีดังนี้ เข้าสู่ระบบเพิ่มข้อมูลผู้ใช้ลบข้อมูลข้อมูลผู้ใช้ แก้ไขข้อมูลผู้ใช้ เพิ่มข้อมูลคลินิก ลบข้อมูลคลินิก แก้ไขข้อมูลคลินิก เพิ่มข้อมูลร้านยา ลบข้อมูลร้านยา แก้ไขข้อมูลร้านยา เพิ่มข้อมูลสิทธิ์ผู้ใช้ ลบข้อมูลสิทธิ์ผู้ใช้ แก้ไขข้อมูลสิทธิ์ผู้ใช้และข้อมูลออกดังนี้ ผลการเข้าสู่ระบบ ผลการเพิ่มข้อมูลสิทธิ์ผู้ใช้ผลการลบข้อมูลสิทธิ์ผู้ใช้ ผลการแก้ไขข้อมูลสิทธิ์ผู้ใช้

2) ผู้ใช้งาน การนำข้อมูลเข้าดังนี้ กรอกข้อมูลผู้ใช้ ข้อมูลอาการเบื้องต้น

2.ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น ใช้เครื่องมือและกระบวนการต่างๆ ดังนี้ คือ

1) การศึกษาเอกสารต่างๆ

ผู้พัฒนาได้ศึกษาข้อมูลและรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบซึ่งประกอบด้วยการศึกษาแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) คำอธิบายการประมวลผลข้อมูล (Process Description) พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) รูปแบบจอภาพที่ใช้บันทึกหรือแสดงข้อมูล (Screen Layouts) และรูปแบบรายงาน (Report Layouts) รวมทั้งเอกสารที่เป็นแหล่งข้อมูลต่างๆ ทำให้ผู้พัฒนาระบบเข้าใจในระบบมากยิ่งขึ้น

2) การออกแบบโปรแกรม

ในการออกแบบโปรแกรมผู้ศึกษาได้มีการใช้แผนภาพผังงานในการช่วยแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนกรทำงานของโปรแกรมโดยรวม ซึ่งจะทำให้ผู้ศึกษาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้อย่างมีขั้นตอนที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และเป็นการเพิ่มความถูกต้องและมีความแม่นยำของระบบงานใหม่อีกด้วย

3) การเขียนโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมผู้พัฒนาใช้เครื่องมือช่วยในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งได้แก่ภาษา PHP ส่วนเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการจัดการฐานข้อมูลคือ MySQL

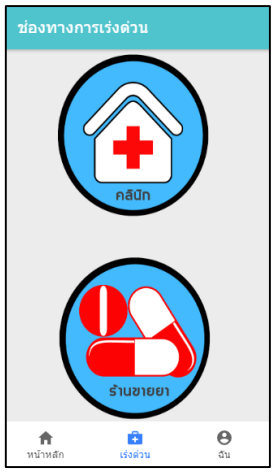
หน้าจอแสดงผลแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้อง



ภาพที่7 หน้าหลัก



ภาพที่8 หน้าบอกอาการ



ภาพที่9 ช่องทางเร่งด่วน

6. ขั้นตอนการทดสอบ

ในขั้นตอนการทดสอบผู้พัฒนาเองได้จำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Webserver) โดยการติดตั้งโปรแกรม Xampp ในโปรแกรมดังกล่าวประกอบด้วยโปรแกรมย่อยๆ อยู่อีก 5 โปรแกรม คือ MySQL,VISUAL STUDIO CODE,IONIC FRAMWORK,PHOTOSHOP และตัวแปรภาษา PHP เหตุผลที่เลือกใช้เนื่องจากโปรแกรมเหล่านี้เป็นโปรแกรมฟรี ติดตั้งง่าย และใช้งานสะดวกในการติดตั้งระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.1 ติดตั้งโปรแกรม Xampp

6.2 ติดตั้งโปรแกรม VISUAL STUDIO CODE

6.3 ติดตั้งโปรแกรม IONIC FRAMWORK

7 การประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศ

ในขั้นตอนการประเมินคุณภาพของ แอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น ทางผู้พัฒนาได้กำหนดขอบเขตของการประเมินคุณภาพได้ดังนี้

7.1 ขอบเขตของการประเมินจะทำการประเมินระบบ 2 ด้าน ด้วยกันคือ

1) กระบวนการทำงาน

2) การใช้บริการระบบงาน

7.2 วิธีการประเมินจะดำเนินการตามกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

1) ให้ผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่เป็นผู้ประเมิน และแสดงความคิดเห็น

2) นำผลการประเมินคำนวณหาค่าทางสถิติ

3) การให้ระดับคะแนนในการพิจารณาคุณภาพของระบบสารสนเทศ ในส่วนของการพิจารณาระดับคุณภาพการประเมินทั้ง 2 ด้านใช้เกณฑ์ดังที่กล่าวถึงในบทที่ 2

7.3 การประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักๆ โดยในขั้นตอนที่ 1 เป็นการประเมินคุณภาพด้านกระบวนการทำงานของระบบงาน ขั้นตอนที่ 2 เป็นการประเมินคุณภาพด้านการใช้บริการระบบงาน และขั้นตอนที่ 3 เป็นการแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ซึ่งมีทั้งหมด 2 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ชุดที่ 1 แบบประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญ

2) ชุดที่ 2 แบบประเมินคุณภาพระบบโดยเจ้าหน้าที่/ผู้ใช้งานระบบ

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาและทดสอบแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น ผู้พัฒนาระบบได้ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนและกระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC ตั้งแต่การศึกษารูปแบบการดำเนินงานของระบบงานเดิมศึกษาปัญหาและความต้องการทั้งผู้ใช้ระบบและผู้ดูแลระบบ การวิเคราะห์และออกแบบระบบ การดำเนินการพัฒนาโปรแกรมและทดสอบระบบ การติดตั้งเพื่อทดลองใช้งานจริง และการติดตามผลการทำงาน อีกทั้งมีการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้งานระบบ

1 สรุปผลการศึกษา

การจัดทำแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น โดยนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทำงานสำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบคือ MySQL, ภาษา PHP, XAMPP โปรแกรม ionic ซึ่งแอปพลิเคชันแนะนำการรักาโรคเบื้องต้น ตามวัตถุประสงค์3 ข้อ (1) เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบงานเดิมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบงานใหม่ เป็นการอำนวยความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้ ในการพัฒนาครั้งนี้ผู้พัฒนาได้ใช้โปรแกรม ionic เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถกรอกอาการเบื้องต้นได้ สามารถล๊อกอินเข้าสู่ระบบ สามารถสมัครสมาชิกได้ สามารถดูข้อมูลอาการเบื้องต้นได้ สามารถตรวจสอบดูวินิจฉัยโรคเบื้องต้นได้ (2) เพื่อทดสอบและประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้นได้ ผลจากการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้นผลจากการประเมินคุณความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับมาก

2 อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการริเริ่มจาการศึกษาข้อมูลต่างๆและทำการออกแบบและพัฒนาจัดทำแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้อาจเนื่องมาจากความประสบผลสำเร็จทางด้านการวิเคราะห์และออกแบบระบบที่สามารถทำได้ดีและจากผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบระบบที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากระบบงานใหม่สามารถช่วยในการตอบโจทย์ และการแสดงผลลัพธ์ต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผู้ใช้งาน

3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำการรักษาโรคเบื้องต้น สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ในตอนนี้และความต้องการใช้ระบบในอนาคตสามารถสรุปข้อเสนอแนะต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

3.1 ระบบยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์ รอการปรับแก้

3.2 การออกแบบตัวอักษรกับพื้นหลังกลืนกันเกินไป ทำให้อ่านยาก

3.3 การออกแบบควรใช้ข้อความที่อ่านง่าย ชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

จิตรพงษ์ เจริญจิต และ นิธิ ทะนนท์. (2559). *การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นในระบบงานตรวจสุขภาพ.* มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

ชุติมา ชินทัตโต และ อาทิตย์ บุญเรือง. (2550). *การดูแลรักษาตนเองของผู้ป่วยเบาหวาน โรงพยาบาล เทพากร อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม.*มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

ยศพงศ์สิทธิ์ แก่นจันทร์. (2551). *การใช้ยาที่อยู่ประจำบ้านของประชาชนในเขตอำเภอกรันวน*จังหวัดขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศตวรรษ ศานต์ศิรประภา. (2557). *GPS Tracking.* ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ .

สำนักทะเบียนท้องถิ่นเทศบาลนครยะลา.(2560).*สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบานครยะลา.*ค้นเมื่อ วันที่23 มกราคม2562,จากเว็บไซต์http://www.yalacity.go.th/themes/default/general.pdf

อภิชาต อยู่สำราญ. (2548). *การวิจัยและพัฒนาวิธีการฟื้นฟูสภาพเพื่อลดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อใน กลุ่มผู้ประกอบอาชีพเสริมโดยการลอกต้นหอม : กรณีศึกษาบ้านน้อยพัฒนา ตำบลขามทะเลสอ อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา.*มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้

Information System for Assignments and Tracking of Institute of Professional Development for Teachers and Educational Personnel in Southern Border Provinces of Thailand

ยาสมีน เฮงปียา[1]*, โรสมีนี อากาปาแย[2], อัจฉราพร ยกขุน[3]

Yasmin Hengpeeya[1]*, Rosminee Akapayae[2], Atcharaporn Yokkhun[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานของสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงการพัฒนาระบบ โดยใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) เริ่มจากการศึกษาปัญหา วิเคราะห์และออกแบบระบบพัฒนาฐานข้อมูลโดยใช้ฐานข้อมูล MySQL และพัฒนาระบบด้วยภาษา PHP จากนั้นจึงทำการทดสอบและติดตั้งใช้งานพร้อมกับประเมินคุณภาพและความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้ระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ 2) ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย (X) = 3.93 และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย (X) = 4.22 ระบบสารสนเทศดังกล่าวช่วยสนับสนุนการกิจกรรมต่าง ๆ ของสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การดำเนินงานของสถาบันฯ ก็จะช่วยพัฒนาครูและบุคลการทางการศึกษาซึ่งจะเป็นผู้ขับเคลื่อนการพัฒนาสังคมจังหวัดชายแดนใต้ให้เกิดความสุขที่ยั่งยืน

คำสำคัญ: ระบบมอบหมายงาน, การมอบหมายงาน, การติดตามงาน, สถาบันพัฒนาครู

[1,2] นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3] อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding author, E-mail: yasmin.h@yru.ac.th

Abstract

This research aims to analyze, design, and develop an information system for job assignments and tracking of Institute of Professional Development for Teachers and educational Personnel in Southern Border Provinces of Thailand. The research was considered as a system development research which employed the system development life cycle (SDLC) as a model for developing. Problem reviewing, system analysis, and design were conducted. The database system has been designed by applying MySQL and used PHP as a programming language. Afterward, the system was tested, installed, evaluated the quality and assessed the users' satisfaction. The quality of the system that has been evaluated by the experts was at the level of good (Mean = 3.93). And the users' satisfaction toward the system was ranked at the level of high (Mean = 4.22). This system supports the activities of Institute of Professional Development for Teachers and educational Personnel in Thailand's Southern Border Provinces to enhance the efficiency. Finally, the institute will develop teachers and educational personnel in order to create the sustainable development in Southern Border Provinces of Thailand.

Keywords: Assignment system, Assignment, Job Tracking, Teacher Development Institute

บทนำ

สถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ เป็นสถาบันที่วิจัยและพัฒนาการผลิตและพัฒนาครูและบุคคลากรทางการศึกษาและวิชาชีพครู ให้บริการในการพัฒนาศักยภาพครูและบุคคลากรทางการศึกษาทั้งทางด้านวิชาการและวิชาชีพ รวมทั้งบริการในลักษณะแหล่งเรียนรู้สารสนเทศ หนังสือตำรา สื่อทรัพยากรการเรียนรู้ บริการการทดสอบและการวัดประเมินผลการเรียนรู้ เป็นศูนย์กลางเครือข่ายและการเป็นกลไกประสาน ความร่วมมือในการจัดการศึกษา การพัฒนาระบบการให้รางวัลและคัดเลือกครูต้นแบบครูแห่งชาติที่มีความเป็นเลิศทางวิชาชีพครู (สถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้, 2559).

ในปัจจุบันสถาบันพัฒนาครูและบุคคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ยังไม่มีระบบในการจัดการเกี่ยวกับการบริหารจัดการงานบุคคลากร และการติดตามงานในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ การบริหารจัดการกระทำในรูปแบบของเอกสาร ทำให้เอกสารประกอบมีจำนวนมาก ไม่สามารถตรวจสอบผลงานในการจัดงานได้อย่างทั่วถึง และเกิดข้อผิดพลาดในการจัดเก็บงาน ซึ่งไม่มีมาตรฐานในการบันทึกที่แน่นอน โดยรูปแบบการกำหนดงานไม่ชัดเจน เจ้าหน้าที่ไม่เพียงพอ ทำให้เกิดปัญหางานที่มอบหมายนั้นมีความซ้ำซ้อน และเกิดปัญหาปริมาณงานล้นในบุคลากรบางท่าน

การพัฒนาระบบนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงระบบการบริหารจัดการงานบุคคลากรสำหรับสถาบันพัฒนาครูและบุคคลากรชายแดนใต้ในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่เข้ามามีบทบาทในการทำงานเป็นอย่างมาก อีกทั้งเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจะทำให้การดำเนินงานขององค์กรเกิดประสิทธิภาพได้มากขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนา ระบบการบริหารจัดการงานและติดตามงาน ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ภายใต้ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยหัวหน้างานสามารถบริหารจัดการงาน ผ่านระบบได้อย่างรวดเร็ว โดยข้อมูลจะถูกส่งในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ได้ รวมทั้งยังสามารถตรวจสอบการทำงานของพนักงานได้ และจะเป็นกลไกที่ช่วยเพิ่มความร่วมมือในการทำงานอีกช่องทางหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินงานของสถาบันฯ เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์วิจัย

เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้

ขอบเขตการวิจัย

1. ส่วนของผู้ดูแลระบบ
    1.1) สามารถจัดการข้อมูลผู้ดูแลระบบ
    1.2) สามารถจัดการข้อมูลโครงการ/กิจกรรม
    1.3) สามารถจัดการข้อมูลของงานที่มอบหมายได้
2. ส่วนของหัวหน้างาน
    2.1) สามารถมอบหมายงานกับพนักงานได้
    2.2) สามารถกำหนดตารางการทำงานได้
    2.3) สามารถติดตามการมอบหมายงานได้
    2.4) สามารถตรวจสอบการทำงานได้
3. ส่วนของเจ้าหน้าที่
    3.1) สามารถตรวจสอบตารางงานที่ได้รับหมอบหมายงานได้
    3.2) สามารถบันทึกการทำงานได้
    3.3) สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้
4. ส่วนของบุคลทั่วไป
    4.1) สามารถดูรายงานโครงการได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการศึกษาและกำหนดปัญหา

1.1 ศึกษาระบบงาน

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงาน สถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยการสัมภาษณ์และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาระบบที่จะสร้างความพึงพอใจในการใช้ระบบงานให้กับผู้ใช้ รวมทั้งการลดภาระการใช้กระดาษแล้วหันมาใช้เทคโนโลยีการจัดการกับงานที่ผู้ใช้ต้องการทำให้ช่วยรวดเร็วในการใช้งาน ประหยัดเวลาในการจัดการกับระบบงานและการใช้งานระบบ เครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการศึกษาระบบงานนี้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ซึ่งมีข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับระบบงานเดิม กระบวนการทำงาน ขั้นตอนการไหลของงาน สายงานการ บังคับบัญชา และความต้องการอื่น ๆ เกี่ยวกับระบบที่จะพัฒนาขึ้น

1.2 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงาน

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการทำงานของระบบงานที่ต้องการพัฒนาทำให้ผู้วิจัยทราบถึงข้อมูลต่าง ๆ ขอบข่ายงานและความสามารถในการทำงานของระบบที่ต้องการพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการจะใช้ระบบงานมานำเสนอปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

2.1 แผนภาพรวบรวมของระบบงาน (Context Diagram) จัดทำขึ้นเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของขอบเขตงานในฐานะแหล่งข้อมูลและทางเดินข้อมูลในระบบแผนภาพคอนเท็กซ์หรือแผนภาพบริบท เป็นแผนภาพระดับสูงสุดที่แสดงถึงขอบเขตของระบบงาน โดยจะไม่แสดงสัญลักษณ์แหล่งจัดเก็บข้อมูลหรือดาต้าสโตร์แต่อย่างใด

2.2) แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 (DFD-Level 0) เป็นแผนภาพที่แสดงรายละเอียดของความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการทำงานหลักทั้งหมดของระบบโดยแสดงความสัมพันธ์ หรือส่วนที่เป็นผู้ที่ให้และผู้รับข้อมูลของระบบ (Boundaries) กระบวนการทำงาน (Process) ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บ (Data Store) ต่าง ๆ ในระบบที่ผ่านการไหลของข้อมูล

2.3. แผนภาพ E-R Diagram เป็นผังแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้

3. ขั้นตอนการออกแบบหน้าจอ

ในขั้นตอนการออกแบบ ผู้พัฒนาได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการ ออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input Design) และขั้นตอนการออกแบบผลลัพธ์ (Output Design)

4. ขั้นตอนการพัฒนา ทดสอบ และติดตั้งระบบ

การพัฒนาฐานข้อมูลของระบบใช้ MySQL และใช้ ภาษา PHP ในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันอีกทั้งเหมาะสมกับการทำงานในรูปแบบของ Web Application นอกจากนี้ยังเป็นเทคโนโลยีที่มีความ

พร้อมในการใช้งานตามที่หน่วยงานได้รับการจัดสรรพื้นที่ในการจัดทำเว็บไซต์จากมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยได้พัฒนา ทดสอบ และทำการติดตั้งบน server ของมหาวิทยาลัย เพื่อให้สามารถจำลองการใช้งานได้เท่าเทียมกับการนำไปใช้จริง

5. การประเมินคุณภาพของระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินคุณภาพระบบโดยใช้ทฤษฎี Blackbox ในการดูผลการทำงานของระบบในภาพรวม โดยการใช้แบบสอบถาม และประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ อาจารย์สาขาคอมพิวเตอร์ และนักวิชาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบการทำงานต่าง ๆ ของระบบที่พัฒนาขึ้นแบบสอบถามเป็นประเด็นคำถามในรูปแบบมาตราส่วน 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จากนั้นจึงทำการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยการแปลผลคะแนนมีเกณฑ์ดังนี้

1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพน้อยที่สุด

1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพน้อย

2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ในการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจัดการงบประมาณโครงการสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ซึ่งผู้ใช้เป็นบุคลากรของสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบสอบถาม โดยมีกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้ จำนวน 5 คน โดยประเมินความพึงพอใจด้านกระบวนการทำงานของระบบงานและด้านการติดต่อกับระบบงาน ซึ่งเป็นการประเมินแบบ Black box เพื่อดูผลการใช้งานระบบในภาพรวม คะแนนการประเมินเป็นรูปแบบมาตราส่วน 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จากนั้นจึงทำการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยการแปลผลคะแนนมีเกณฑ์ดังนี้

1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

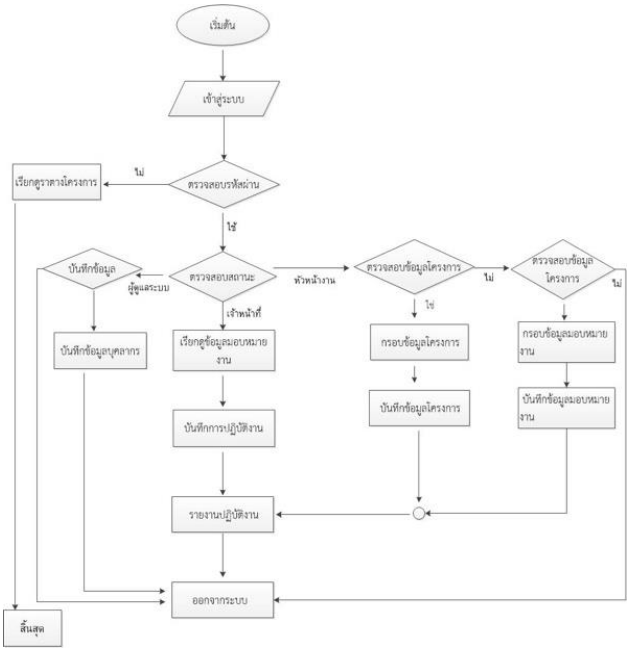
4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์กระบวนการทำงาน

จากการสัมภาษณ์และศึกษาจากเอกสารของสถาบันฯ ผู้วิจัยได้ทราบถึงกระบวนการทำงานหลัก และนำกระบวนการทำงานหลักเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ กระบวนการต่างๆ ประกอบไปด้วย การจัดการโครงการ

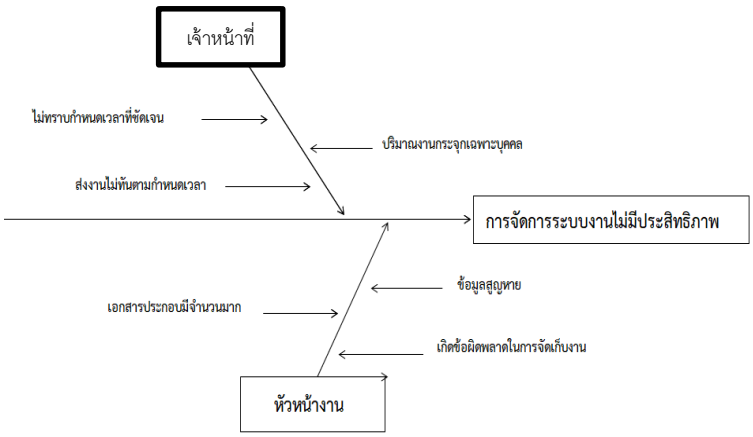
การมอบหมายงาน จัดการข้อมูลบุคลากร จัดการข้อมูลสมาชิก โดยมีขั้นตอนเริ่มจากการเข้าสู่ระบบและเลือกการทำงานในกระบวนการต่างๆ สามารถแสดงได้เป็นผังงาน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 Flow Chart ของสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้

ผลการศึกษาปัญหา

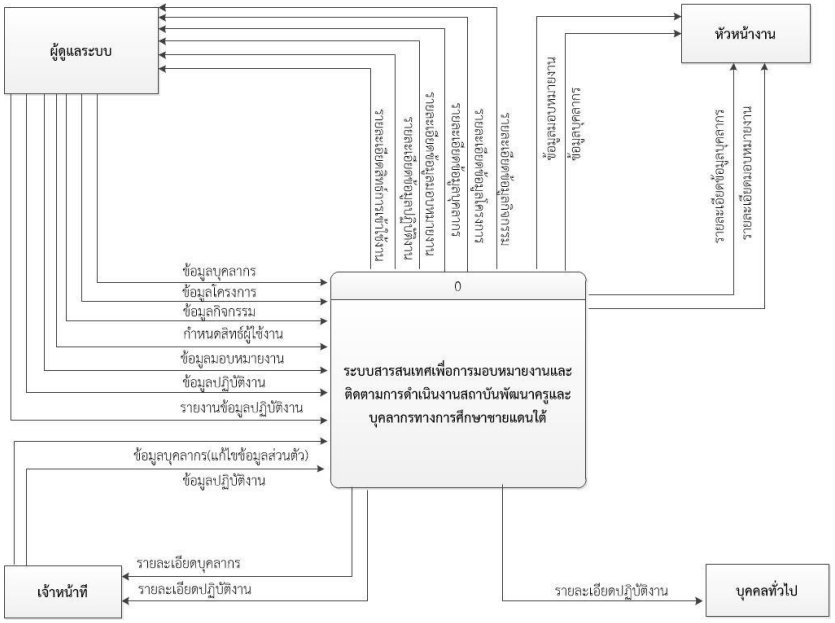
ปัญหาในการดำเนินงานของสถาบันฯ พบว่ามีสาเหตุหลักมาจากสองฝ่าย ได้แก่ จากฝ่ายของเจ้าหน้าที่ผู้รับมอบงาน และจากหัวหน้างานผู้มอบหมายงาน โดยปัญหาดังกล่าวสามารถสรุปได้เป็นแผนภาพเหตุและผล ดังแสดงใน รูปที่ 2 ดังนั้นการพัฒนาระบบสารสนเทศจะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสถาบันฯ ได้



รูปที่ 2 แผนภาพเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) แสดงปัญหาของระบบงาน

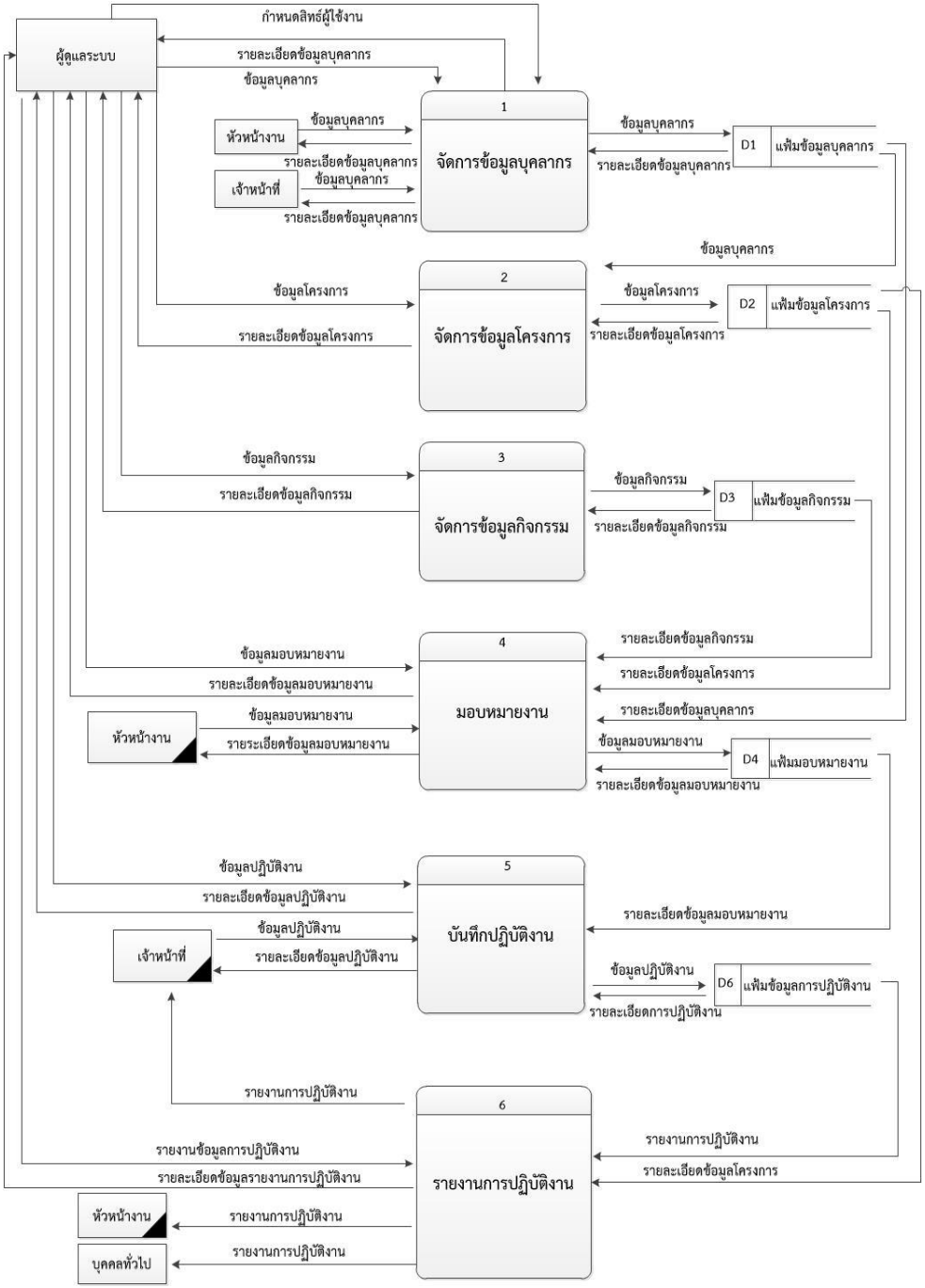
ผลการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

จากการวิเคราะห์ระบบงานสามารถแสดงเป็น Context Diagram ของระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการทำงานทั้งหมดและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบในการให้ข้อมูลและรับข้อมูล มีผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบงานโดยตรง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่ บุคลากร และ บุคคลทั่วไป โดยมีรายละเอียดการนำข้อมูลเข้าและข้อมูลออกแสดงได้ดังรูปที่ 3



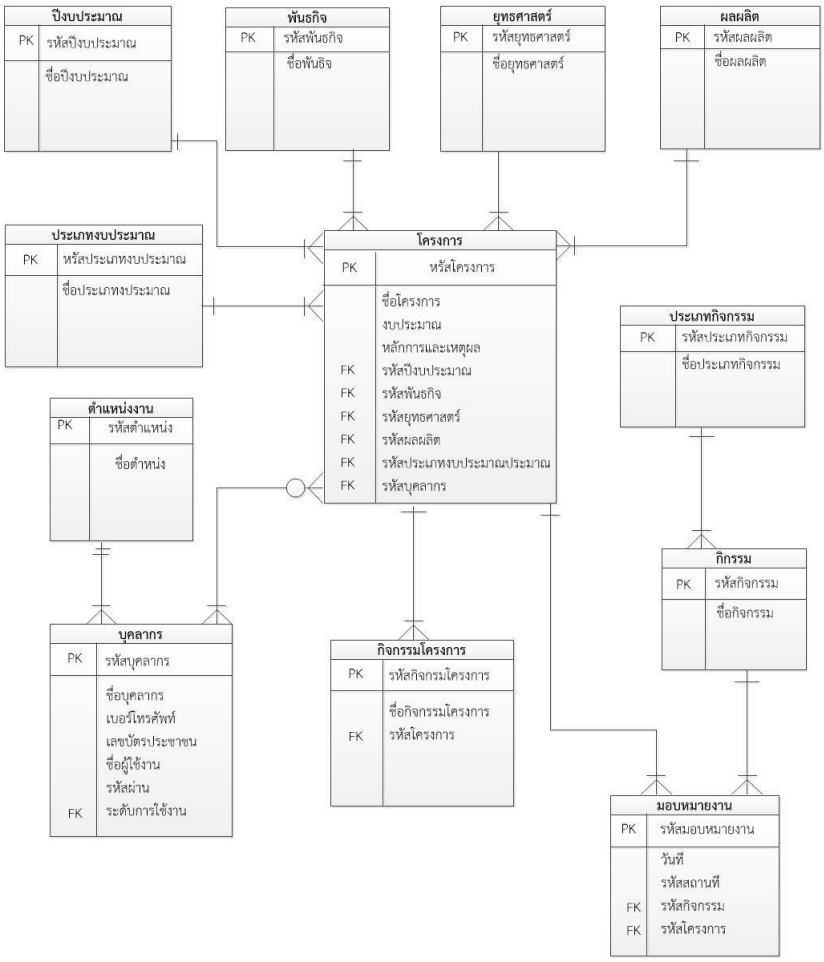
รูปที่ 3 แสดง Context Diagram ของระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้

แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 (DFD-Level 0) ของกระบวนการทำงานหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ประกอบไปด้วย 6 กระบวนการ ได้แก่ จัดการข้อมูลบุคลากร จัดการข้อมูลโครงการ จัดการข้อมูลกิจกรรม มอบหมายงาน บันทึกการปฏิบัติงาน และรายงานการปฏิบัติงาน ซึ่งแผนภาพดังกล่าวสามารถแสดงรายละเอียด ดังรูปที่ 4



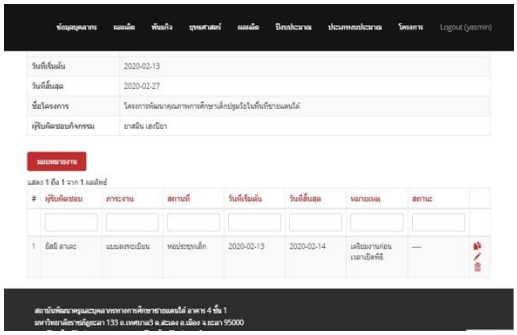
รูปที่ 4 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 (Data Flow Diagram Level 0)

แผนภาพ E-R Diagramซึ่งเป็น ผังแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในการออกแบบและพัฒนาระบบระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ (Entity Relationship Diagram) สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 5

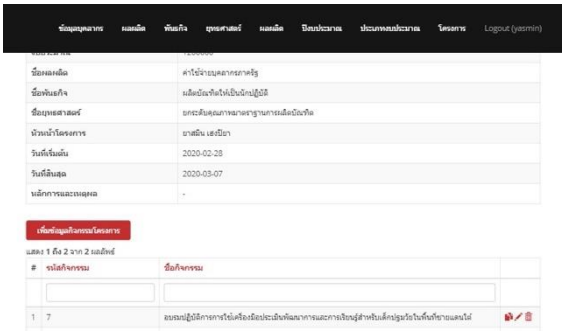


รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของการออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้

ในการออกแบบระบบผู้วิจัยได้มีการใช้แผนภาพการออกแบบหน้าเว็บไซต์ในการช่วยแสดงให้เห็นถึงการออกแบบหน้าเว็บไซต์ของแต่ละหน้าเว็บทั้งหมด ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนาหน้าเว็บไซต์ได้อย่าง มีขั้นตอน โดยมีผลลัพธ์ของการออกแบบและการเขียนโปรแกรม ดังรูปที่ 6-7



รูปที่ 6 หน้าจอการจัดการการมอบหมายงาน



รูปที่ 7 หน้าจอการจัดการกิจกรรมในโครงการ

ผลการประเมินคุณภาพระบบ

จากการประเมินคุณภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบการทำงานต่าง ๆ ของระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถสรุปผลได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ (การพัฒนาระบบ)

รายการประเมินผล	ระดับคุณภาพ		
	$\overline{X}$	S.D	**ระดับ**
1. ประมวลความรอบรู้			
1.1 ความรู้ในทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ระบบงานที่พัฒนา โปรแกรมภาษา	4.33	0.47	ดี
1.2 ความรู้ในการออกแบบระบบรายงาน Input, Process, Output	4.00	0.00	ดี
2. การพัฒนาระบบ			
2.1 การใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ระบบเช่น DFD, ER, DD	3.33	0.94	ปานกลาง
2.2 การทำตามหลักการพัฒนาระบบ เช่น ทำตามขอเขตที่กำหนด การมีมาตรฐานในการออกแบบ	3.66	1.24	ดี
3. เอกสาร			
3.1 การจัดรูปแบบเล่มรายงาน เช่น เว้นวรรค ลำดับหัวข้อ ภาษา การจัดเรียงเอกสาร	3.33	0.47	ปานกลาง
3.2 ความสมบูรณ์ของเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา และไฟล์เอกสาร	3.66	0.47	ดี
4. การนำเสนอของผู้พัฒนาระบบ			
4.1 การนำเสนอผลงาน	4.66	0.47	ดีมาก
4.2 การตอบคำถาม	4.33	0.47	ดี
5. ความสมบูรณ์ของโครงงาน			

รายการประเมินผล	ระดับคุณภาพ		
	$\overline{X}$	S.D	**ระดับ**
5.1 เล่มรายงาน	3.33	0.94	ปานกลาง
5.2 ระบบ/โครงงานที่พัฒนา	4.66	0.47	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.93	0.59	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่าการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ มีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.93 คุณภาพของระบบสารสนเทศอยู่ในระดับดี โดยด้านที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้คะแนนสูงสุด ได้แก่ ด้านการนำเสนอของผู้พัฒนาระบบ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับดี และ ด้านที่น้อยที่สุดได้แก่คุณภาพด้านการพัฒนาระบบ และด้านเอกสาร มีคะแนนเฉลี่ย 3.50 อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาประเด็นย่อย พบว่าค่าคะแนนสูงสุดที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินผล ได้แก่ การนำเสนอผลงาน และระบบ/โครงงานที่พัฒนา มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ที่ 4.66 อยู่ในระดับดีมาก และประเด็นที่น้อยที่สุดได้แก่ การจัดรูปแบบเล่มรายงาน เล่มรายงาน และการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ระบบโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 3.33 อยู่ในระดับปานกลาง

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศโดยผู้ใช้งาน

ผู้พัฒนาระบบได้ดำเนินการประเมินความพึงพอใจระบบ โดยประเมินความพึงพอใจด้านต่อกระบวนการทำงานของระบบงานและด้านการติดต่อกับระบบงาน โดยผลการประเมินตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศโดยผู้ใช้งาน

รายการประเมินผล	**ระดับความพึงพอใจ**		
	X	**S.D.**	**ระดับ**
ก. กระบวนการทำงานของระบบงาน			
1. กระบวนการในการทำงานเป็นไปตามลำดับ ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.20	0.44	มาก
2. ลดขั้นตอน ความซ้ำซ้อนและข้อผิดพลาดในการทำงาน	4.20	0.44	มาก
3. การรายงานข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เหมาะต่อการนำไปใช้ประโยชน์	4.20	0.44	มาก
4. การค้นหาข้อมูลสะดวกและรวดเร็ว	4.00	0.70	มาก
5. มีระบบการรักษาความปลอดภัยและป้องกันการเข้าถึงข้อมูล	4.20	0.44	มาก
ข. ด้านการติดต่อกับระบบงาน			
1. การป้อนข้อมูลและการค้นหาข้อมูล มีความสะดวก เข้าใจง่าย	4.00	0.70	มาก
2. คำอธิบายประกอบ ชัดเจน เข้าใจง่าย ขนาดเหมาะสม	4.40	0.54	มาก
3. ปุ่มคำสั่ง มีความเหมาะสมและเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4.20	0.44	มาก
4. ขั้นตอนการทำงาน จัดตามลำดับอย่างเหมาะสม ชัดเจน และเข้าใจง่าย	4.40	0.54	มาก
5. คู่มือการใช้งาน เขียนอธิบายตามลำดับขั้นตอน เชื่อมโยงไปสู่ ระบบย่อยต่าง ๆ ได้ชัดเจน	4.40	0.83	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.22	0.54	มาก

จากตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อกระบวนการทำงานของระบบงานอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.22 โดยด้านที่ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด ได้แก่ ด้านการติดต่อกับระบบงาน โดยมีค่าเฉลี่ย ที่ 4.28 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และรองลงมาคือด้านกระบวนการทำงานของระบบงาน โดยมีค่าเฉลี่ย ที่ 4.16 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก เมื่อพิจารณาประเด็นประเมินย่อย คะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้าน 1) คำอธิบายประกอบ ชัดเจน เข้าใจง่าย ขนาดเหมาะสม 2) ขั้นตอนการทำงาน จัดตามลำดับอย่างเหมาะสม ชัดเจนและเข้าใจง่าย และ 3) ด้านคู่มือการใช้งาน เขียนอธิบายตามลำดับขั้นตอน เชื่อมโยงไปสู่ ระบบย่อยต่าง ๆ ได้ชัดเจน มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากันทั้ง 3 ด้าน โดยมีคะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.40 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และด้านที่น้อยที่สุด ได้แก่ การค้นหาข้อมูลสะดวกและรวดเร็ว และด้านการป้อนข้อมูลและการค้นหาข้อมูล มีความสะดวก เข้าใจง่ายโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ ได้พัฒนาระบบสารสนเทศโดยการประยุกต์ใช้ขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบระบบสารสนเทศ โดยระบบสารสนเทศที่ได้เป็นระบบสารสนเทศที่ใช้งานผ่านเว็บไซต์ มีการจัดการฐานข้อมูลด้วย MySQL และใช้ภาษา php ในการเขียนโปรแกรม ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 6 กระบวนการ ได้แก่ จัดการข้อมูลบุคลากร จัดการข้อมูลโครงการ จัดการข้อมูลกิจกรรม มอบหมายงาน บันทึกปฏิบัติงาน และรายงานการปฏิบัติงาน ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบ ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ หัวหน้างาน เจ้าหน้าที่ และบุคคลทั่วไป ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) = 3.93 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) = 4.22

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการริเริ่มจากการศึกษาปัญหาและค้นคว้าความรู้และหาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำการออกแบบและพัฒนาจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ โดยสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ อาจเนื่องมาจากการวิเคราะห์และออกแบบระบบอย่างมีขั้นตอน และจากผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจ คือ ระบบมีการพัฒนาที่ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบระบบที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ส่วนผลประเมินการประเมินความพึงพอใจต่อระบบโดยผู้ใช้งานปรากฏว่าผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจต่อกระบวนการทำงานของระบบในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากระบบงานใหม่สามารถแสดงผลลัพธ์ข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น อันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการมอบหมายและติดตามงานของสถาบันเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น เช่นเดียวกับการวิจัยของ จิรันดรและสุพจน์ (2559) และ วิมลศิริ (2560) ซึ่งพบว่าการนำเอาระบบสารสนเทศเข้ามาใช้ในองค์กรช่วยแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรได้ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำการพัฒนาระบบโดยการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยมากขึ้นอันจะส่งผลให้ระบบง่ายต่อการพัฒนาและบำรุงรักษาในอนาคต และจากความนิยมใน

การใช้งานระบบสารสนเทศผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้พัฒนาระบบในรูปแบบแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ในลำดับต่อไป ระบบสารสนเทศเพื่อการมอบหมายงานและการติดตามการดำเนินงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ จะช่วยส่งเสริมการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาจังหวัดชายแดนใต้ และส่งผลให้เกิดการพัฒนาในองค์กรซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาครูและบุคลากรที่จะเป็นผู้นำในการพัฒนาสังคมต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ช่วยให้ความรู้ ดูแล และติดตามการดำเนินการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อีกทั้งให้การสนับสนุนการนำเสนอในงานประชุมวิชาการระดับชาติในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จิรันดร บู๊ฮวดใช้ และ สุพจน์ เฮงพระพรหม. (2559). "การพัฒนาระบบติดตามการดำเนินการตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ กรณีศึกษา: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม." ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 8, 31 มีนาคม - 1 เมษายน 2559.** นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 480 – 487.

ชัยรัตน์ รอดเคราะห์. (2555). **การพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อการบริหารจัดการงานปริญญานิพนธ์และสารนิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชาลี ประจักษ์วงศ์.(2555). **ระบบติดตามงาน.** สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

วิมลสิริ ศรีสมุทร. (2560). "การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามผลการตรวจสอบภายใน"**. Mahidol R2R e-Journal**, 4 (ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน), 124 - 132

ศันสนีย์ ทาร่อน. (2554). **ระบบติดตามความก้าวหน้างานโครงการ กรณีศึกษา :กลุ่มเตรียมข้อมูล ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานสถิติแห่งชาติ** . มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์/กรุงเทพฯ.

สถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้. (2559). **โครงการสถาบันพัฒนาครูชายแดนใต้** (Online).https://pts.yru.ac.th/page/47/โครงการสถาบันพัฒนาครูชายแดนใต้, 1 ธันวาคม 2562

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2560). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

การพัฒนารูปแบบการสื่อสารทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. : กรณีศึกษาในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ตำบลบางทอง

THE DEVELOPMENT OF DENTAL HEALTH COMMUNICATION MODEL WITH 3 CONCEPTS: CASE STUDY IN CHILD DEVELOPMENT CENTER, BANG THONG SUBDISTRIC.

ปรียาภรณ์ หีมเกตุ[1], ศิริยาภรณ์ แมนเมือง[1], นิศากร ตันติวิบูลชัย[2*] และ เจษฎา จิ๋วจรัส[3]

Preeyaporn Heemkate[1], Siriyaporn Manmaung[1], Nisakorn Tantiwiboonchai[2*] and Jessada Jiwjaras[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสื่อสารทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) ซึ่งเป็นการเพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ดูแลเด็กและนักวิชาการสาธารณสุข (ทันตสาธารณสุข) การศึกษานี้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกคือการพัฒนาสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) ด้วยการประเมินคุณภาพของสื่อ และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ และขั้นตอนที่ 2 คือการประเมินรูแบบการสื่อสารด้านทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. ด้วยกลุ่มตัวอย่างผู้ดูแลเด็กในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กบางทองจำนวน 26 คน ผลจากการประเมินเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาคุณภาพสื่อตามความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่ามีระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 และผลการประเมินประสิทธิภาพด้านความรู้ก่อนและหลังการได้รับสื่อมีค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมเท่ากับ 2.54 และ 3.04 ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้นแล้วการประเมินรูปแบบของสื่อยังพบว่าผู้ดูแลเด็กมีความคิดเห็นเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.62 จัดอยู่ในระดับมากที่สุด (4.51-5.00 คะแนน) โดยสรุปพบว่ารูปแบบการสื่อสารทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้กับผู้ดูแลเด็ก และควรมีการส่งเสริมให้มีการนำไปใช้กับกลุ่มผู้ดูแลเด็กที่ยังไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลหรือในพื้นที่อื่นๆด้วย

คำสำคัญ: ทันตสุขภาพ, การสื่อสารทันตสุขภาพ, เด็กปฐมวัย, ผู้ดูแลเด็ก

---

[1] นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[2] อาจารย์ประจำหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

[3] นักวิชาการ (ทันตสาธารณสุข) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางทอง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา

[*]**Corresponding author, E-mail:** Nisakorn.t@pkru.ac.th

Abstract

The purpose of this study was to develop dental health communication model with 3 concepts that increase communication channels between caregivers of children and public health technical officer (Dental public health). The study was divided into two steps, the first step was the development of dental health communication model base on 3 concepts (tooth-brushing skill, frequency and Asking) and then were to evaluated item objectives congruence (IOC) by 3 experts. The second steps was the evaluation with twenty six caregivers of children in the part of cognitive and opinion domain. The results were found that the mean score of IOC was 0.88 and the cognitive domain for caregivers of children between before and after were 2.54 and 3.04 respectively that were statistically significant increased ($p < 0.01$). Moreover, the opinion domain had mean score 4.62, that was at the highest level (score 4.51-5.00). In conclusion, the dental health communication model with 3 concepts is effective to caregivers of children and should be promoting to other caregivers of children or another place that cannot be approach dental health communication.

Keywords: Dental health, Dental health communication, Early childhood, Caregivers of children

บทนำ

การส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรคในช่องปากของเด็ก เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้เด็กมีพัฒนาการที่เหมาะสมตามวัย โดยเฉพาะในเด็กปฐมวัยสามารถเป็นโรคฟันผุได้ตั้งแต่ฟันเริ่มขึ้นในช่วงขวบปีแรก และสถานการณ์ฟันผุของเด็กไทยในปัจจุบันพบว่าเด็กอายุ 3 ปีมีฟันผุมากถึงร้อยละ 52.00 เฉลี่ย 3 ซี่ต่อคน (ชุติมา ไตรรัตน์วรกุล, 2561) ซึ่งสาเหตุหลักของการเกิดโรคฟันผุในเด็กนั้นมาจากพฤติกรรมของผู้ปกครองที่ทำความสะอาดช่องปาก และการดูแลเรื่องการรับประทานอาหารของเด็กปฐมวัยที่ไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดโรคฟันผุที่รุนแรง เด็กจึงไม่อยากรับประทานอาหาร ทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารไม่เพียงพอส่งผลต่อพัฒนาการที่ไม่เป็นไปตามวัย ดังนั้นผู้ปกครอง หรือผู้ดูแลเด็กควรให้ความสำคัญต่อทันตสุขภาพในเด็กปฐมวัยเพื่อการพัฒนาสุขภาพอย่างองค์รวม (สำนักทันตสาธารณสุข, 2555)

ในปี 2560 สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย รายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากของเด็กก่อนวัยเรียนที่ได้รับการติดตามโรคฟันผุ ในช่วงอายุ 3 ปี ซึ่งมีฟันน้ำนมขึ้นครบ 20 ซี่ พบว่ามีฟันผุระยะเริ่มต้นร้อยละ 31.10 มีความชุกในการเกิดโรคฟันผุ ร้อยละ 52.90 และพบว่าเด็กมีการสูญเสียฟันในช่องปากร้อยละ 2.30 โดยพบปัญหาโรคฟันผุในพื้นที่ภาคกลางสูงที่สุดคือ ร้อยละ 57.90 และรองลงคือมาภาคใต้ ร้อยละ 57.00 เมื่อพิจารณาจำแนกตามลักษณะชุมชนพบว่าในเขตชนบท มีความชุกของการเกิดโรคฟันผุในสูงที่สุดพบร้อยละ 56.00 รองลงมาคือเขตเมืองพบร้อยละ 52.00 และกรุงเทพฯพบร้อยละ 49.50 ในส่วนของกลุ่มเด็กอายุ 5 ปี พบว่ามีฟันผุระยะเริ่มต้นร้อยละ 31.30 มีความชุกในการเกิดโรคฟันผุร้อยละ 75.60 และพบการสูญเสียฟันในช่องปากร้อยละ 6.50 โดยพบปัญหาโรคฟันผุในภาคใต้สูงที่สุดร้อยละ 82.00 และรองลงมาคือภาคเหนือคือพบร้อยละ 78.30 เมื่อพิจารณาจำแนกตามลักษณะชุมชนพบว่าในเขตชนบทมีความชุกของการเกิดโรคฟันผุสูงที่สุดพบร้อยละ 80.60 รองลงมาคือเขตเมืองพบร้อยละ 70.00 และกรุงเทพฯพบร้อยละ 66.10 ทั้งนี้จากข้อมูลความชุกของการเกิดโรคฟันผุของโรงพยาบาลท้ายเหมืองชัยพัฒน์ จากการลงพื้นที่ตรวจสุขภาพฟันในศูนย์

พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทอง ปี 2561 พบว่า นักเรียนทั้งหมด 79 คน มีปัญหาฟันผุจำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 46.84 จากข้อมูลข้างต้นเห็นได้ว่าปัญหาโรคฟันผุยังเป็นปัญหาของพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางทอง

ในปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐได้ดำเนินการสร้างชุดข้อมูลเพื่อสื่อสารการดูแลสุขภาพช่องปากทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ โดยกรมอนามัยได้แนะนำหลักการปฏิบัติในการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็ก 3 เรื่อง คือ 1. การจัดอาหารและโภชนาการให้เด็ก 2. การดูแลความสะอาดช่องปากเด็ก และ 3. การตรวจสุขภาพฟันเด็ก โดยผู้ดูแลเด็กเป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการดูแลส่งเสริมสุขภาพฟันของเด็ก (สำนักทันตสาธารณสุข, 2555) นอกจากนั้นแล้วกรมอนามัยได้มีการสร้างรูปแบบการสื่อสารแนะนำให้ประชาชนดูแลสุขภาพช่องปากด้วยการแปรงฟันแบบ **2-2-2** คือ แปรงฟันวันละ **2** ครั้ง ด้วยยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ โดยเน้นช่วงก่อนนอน แปรงฟันนานอย่างน้อย **2** นาที ให้สะอาดทั่วทั้งปาก ทุกซี่ ทุกด้าน และไม่กินขนม หรืออาหารหวานหลังแปรงฟัน **2** ชั่วโมง (สำนักทันตสาธารณสุข, 2559) จากที่กล่าวมาข้างต้นทางกรมอนามัยได้ดำเนินการให้ข้อมูลและสร้างรูปแบบการสื่อสารการดูแลสุขภาพช่องปากให้กับประชาชน ซึ่งทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น สสส. หรือหน่วยงานทางสุขภาพอื่นๆ ได้นำรูปแบบดังกล่าวถ่ายทอดผ่านช่องทางการสื่อสารของหน่วยงาน แต่อย่างไรก็ตามจากข้อมูลปัญหาสุขภาพช่องปากของเด็กยังพบว่าเป็นปัญหาที่สำคัญของช่วงวัย ซึ่งปัญหาสุขภาพช่องปากที่เกิดในเด็ก ส่วนหนึ่งมีสาเหตุหลักมาจากผู้ดูแลเด็กที่ขาดความรู้และมีพฤติกรรมการดูแลที่ไม่ถูกต้อง (ลักขณา อุ้ยจิรากุล และคณะ, 2556) ทั้งนี้กรมอนามัยได้ผลักดันให้คนไทยมีความรอบรู้ด้านสุขภาพเพิ่มขึ้น โดยสนับสนุนให้ประชาชนเข้าถึง และเข้าใจข้อมูล รวมทั้งมีการเพิ่มช่องทางในการสอบถามข้อมูล เพื่อให้ประชาชนสามารถตัดสินใจและนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม สามารถแนะนำการดูแลสุขภาพให้กับบุคคลอื่นได้ (ขวัญเมือง แก้วดำเกิง, 2562)

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงนำข้อมูลการสื่อสารทันตสุขภาพและแนวคิดความรอบรู้ด้านสุขภาพมาประยุกต์ใช้พัฒนาเป็นรูปแบบการสื่อสารด้วยหลัก 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) โดย ถ.ที่ 1 หมายถึง ถู คือวิธีการแปรงฟันที่เหมาะสมสำหรับเด็กอายุ 3-6 ปี โดยวิธีการถูไปถูมาให้ครบทุกซี่ทุกด้าน ถ.ที่ 2 หมายถึง ถี่ คือเด็กปฐมวัยควรได้รับการแปรงฟัน อย่างน้อย 2 ครั้งขึ้นไป/วัน (เช้า ก่อนนอน) หรือหลังการรับประทานอาหารทุกครั้ง และควรพบทันตบุคลากรอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง ส่วน ถ.ที่ 3 หมายถึง ถาม คือช่องทางการติดต่อสื่อสาร สอบถามข้อมูลทันตสุขภาพระหว่างผู้ดูแลเด็กและนักวิชาการสาธารณสุข (ทันตสาธารณสุข) ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสื่อสารทดสอบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของสื่อในรูปแบบโปสเตอร์เรื่องทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) สำหรับผู้ดูแลเด็กปฐมวัย ภายใต้บริบทของการดำเนินงานในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางทอง ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการให้บริการด้านสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ นำไปสู่การมีความรู้ที่ถูกต้อง รวมทั้งการเข้าถึงช่องทางการติดต่อสื่อสารเรื่องทันตสุขภาพระหว่างผู้ดูแลเด็ก และเจ้าหน้าที่ เพื่อเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้ในชุมชนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร คือ ผู้ดูแลเด็กปฐมวัย (ครูประจำชั้นและผู้ปกครอง) ในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทอง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา จำนวน 79 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ดูแลเด็กปฐมวัย (ครูประจำชั้นและผู้ปกครอง) ในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทอง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา โดยการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ และสมัครใจเข้าร่วมโครงการ จำนวน 26 คน

เครื่องมือ และวิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การพัฒนาสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) (2) การประเมินสื่อด้านทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ)

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) โดยพิจารณาองค์ประกอบและเนื้อหาที่มีความเหมาะสมสำหรับการจัดทำสื่อโปสเตอร์ โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการสื่อสารทันตสุขภาพที่ปรากฏในปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลจากคู่มือการสร้างเสริมสุขภาพช่องปาก ประตู...สู่สุขภาพที่ดีในทุกช่วงวัยของชีวิต โดยผู้ดูแลเด็กเป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการดูแลส่งเสริมสุขภาพฟันของเด็ก (สำนักทันตสาธารณสุข, 2555) และข้อมูลรูปแบบการสื่อสารการดูแลสุขภาพช่องปากด้วยการแปรงฟันแบบ 2-2-2 (สำนักทันตสาธารณสุข, 2559) รวมทั้งกระบวนการพัฒนาความรอบรู้สุขภาพที่สนับสนุนให้ประชาชนเข้าถึง และเข้าใจข้อมูล รวมทั้งมีการเพิ่มช่องทางในการสอบถามข้อมูล (สำนักงานโครงการขับเคลื่อนกรมอนามัย 4.0 เพื่อความรอบรู้ด้านสุขภาพ, 2560) ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นมาพัฒนาเป็นรูปแบบการสื่อสารทันตสุขภาพ คือ 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) ดังรูปที่ 1 โดยจัดทำในรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 และได้ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาคุณภาพของสื่อ และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยกำหนดระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงสื่อ (กษมา ปทุมสูติ และคณะ, 2561)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) โดยการสร้างเครื่องมือแบบประเมินประสิทธิภาพสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ.ประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การประเมินประสิทธิผลด้านความรู้ และตอนที่ 2 การประเมินรูปแบบสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. โดยให้ผู้ดูแลเด็กปฐมวัยในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทองเป็นผู้ประเมิน และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบประสิทธิผลด้านความรู้ก่อนและหลังได้รับสื่อ รวมทั้งประเมินรูปแบบสื่อ หลังจากการได้รับสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ.

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์โดยสถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินประสิทธิผลด้านความรู้

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

จากการพัฒนาเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาคุณภาพสื่อตามความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จำนวน 3 ท่าน พบว่ามีระดับความคิดเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 โดยมีเนื้อหาบางประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญมีระดับความคิดเห็นเท่ากับ 0.67 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะดังกล่าวมาพัฒนาและปรับปรุงเป็นสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. ดังภาพที่ 1



3 ถ. ปรามฟันผุ

1. ถู คือ วิธีการแปรงฟันที่เหมาะสมสำหรับเด็กคือวิธีการถูไปถูมา

2. ถี่ คือ เด็กปฐมวัยควรได้รับการแปรงฟัน อย่างน้อย 2 ครั้งขึ้นไป/วัน (เช้า ก่อนนอน) หรือหลังการรับประทานอาหารทุกครั้ง

3. ถาม คือ ช่องทางการติดต่อสื่อสาร สอบถามข้อมูลระหว่าง ผู้ดูแลเด็กและเจ้าหน้าที่ นวก.(ทันตสาธารณสุข)

ต้นแบบก่อนปรับปรุง



3 ถ. ปรามฟันผุ

1. ถู คือ วิธีการแปรงฟันที่เหมาะสมสำหรับเด็กอายุ 3-6 คือวิธีการถูไปถูมาให้ครบทุกซี่ทุกด้าน

2. ถี่ คือ เด็กปฐมวัยควรได้รับการแปรงฟัน อย่างน้อย 2 ครั้ง/วัน (เช้า ก่อนนอน) หรือหลังการรับประทานอาหารทุกครั้งละควรพบทันตบุคลากรอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

3. ถาม คือ ช่องทางการติดต่อสื่อสาร สอบถามข้อมูลทันตสุขภาพระหว่าง ผู้ดูแลเด็กและเจ้าหน้าที่ นวก. (ทันตสาธารณสุข)

ต้นแบบหลังปรับปรุง

ภาพที่ 1 สื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ.

จากข้อมูลการประเมินสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 26 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงและเพศชายคิดเป็นร้อยละ 69.23 และร้อยละ 30.77 ตามลำดับ มีความสัมพันธ์กับเด็กในปกครอง พบว่า ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องเป็น บิดา-มารดา ปู่-ย่า/ตา-ยาย และคุณครูประจำชั้น คิดเป็นร้อยละ 46.15 26.92 และ 23.08 ตามลำดับ มีอายุ

เฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 37.58 ปี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง (n = 26)

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	8	30.77
หญิง	18	69.23
ความสัมพันธ์กับเด็กในปกครอง		
บิดา-มารดา	12	46.15
ปู่-ยา/ตา-ยาย	7	26.92
ปู่-ยา/ตา-ยาย	7	26.92
ญาติ	1	3.85
คุณครูประจำชั้น	6	23.08
อื่นๆ	0	0

จากการตอบแบบประเมินความรู้สื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. (ถู ถี่ ถามปรามฟันผุ) จำนวน 26 คน พบว่า ความรู้ก่อนได้รับสื่อมีคะแนนรวมเฉลี่ย 2.54 และมีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นหลังได้รับสื่อ เท่ากับ 3.04 ซึ่งคะแนนความรู้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความรู้ก่อนและหลังการได้รับสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. โดยผู้ดูแลเด็กปฐมวัย

ประเด็นการประเมินความรู้	$\bar{x} \pm$ S.D.	
	ก่อนได้รับสื่อ	หลังได้รับสื่อ
1. วิธีการแปรงฟันแบบถูไปถูมาซึ่งเหมาะสมสำหรับเด็กอายุ 3-6 ปี	0.58 ± 0.50	0.81 ± 0.40**
2. ควรแปรงฟันให้เด็กวันละ 1 ครั้งในตอนเช้า	0.62 ± 0.50	0.77 ± 0.43*
3. ควรพาเด็กไปพบทันตบุคลากรอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง เพื่อตรวจสุขภาพช่องปาก	0.85 ± 0.37	0.92 ± 0.27
4. ท่านสามารถสอบถามข้อมูลหรือปรึกษาเรื่องทันตสุขภาพผ่านทางนักวิชาการสาธารณสุข (ทันตสาธารณสุข) ที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางทองเท่านั้น	0.50 ± 0.51	0.54 ± 0.51
คะแนนรวมเฉลี่ย	2.54 ± 0.95	3.04 ± 0.92**

*P<0.05, **P<0.01

จากการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบนวัตกรรมการสื่อสาร 3 ถ. (ถู ถี่ ถามปรามฟันผุ) จำนวน 26 คน พบว่าระดับความคิดเห็นทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด โดยขนาดตัวอักษรเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.69 และประเด็นการใช้สื่อและภาพประกอบเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.58 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของการประเมินรูปแบบสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ.โดยผู้ดูแลเด็กปฐมวัย จำนวน 26 คน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. จัดลำดับเนื้อหาสาระได้เหมาะสม	4.54	0.95	มากที่สุด
2. ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	4.69	0.62	มากที่สุด
3. การใช้สื่อและภาพประกอบเหมาะสม	4.58	0.76	มากที่สุด
4. รูปแบบ 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) ทำให้ท่านได้รับความรู้และเข้าใจวิธีการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กปฐมวัย	4.62	0.64	มากที่สุด
5. รูปแบบ 3 ถ. (ถู ถี่ ถาม ปรามฟันผุ) สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4.65	0.69	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.62	0.73	มากที่สุด

กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51-5.00 หมายความว่า มากที่สุด
ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51-4.50 หมายความว่า มาก
ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51-3.50 หมายความว่า ปานกลาง
ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51-2.50 หมายความว่า น้อย
ค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00-1.50 หมายความว่า น้อยที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการดำเนินการในการพัฒนาสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. โดยการศึกษาข้อมูลและองค์ประกอบเพื่อการสื่อสารทันตสุขภาพสำหรับเด็กปฐมวัย กระบวนการประเมินเพื่อหาคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ (IOC) และการประเมินประสิทธิผลของสื่อทั้งด้านความรู้และรูปแบบการสื่อสารโดยกลุ่มผู้ดูแลเด็กในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทอง ผลการดำเนินการในด้านการพัฒนาสื่อ 3 ถ. ในประเด็นที่ 1 คือ ถ. ถู ที่ใช้ในการสื่อสารผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยว่าวิธีการดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับการดูแลสุขภาพฟันของเด็กปฐมวัย เมื่อพิจารณาผลการศึกษาในกลุ่มผู้ดูแลเด็กพบว่าประเด็นดังกล่าวผู้ดูแลเด็กยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้อง โดยก่อนการได้รับสื่อมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 คะแนน หลังการได้รับสื่อมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 0.81 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าการสื่อสารประเด็น ถ. ถู สำหรับเด็กปฐมวัยนั้นทำให้ผู้ดูแลเด็กได้รับข้อมูลวิธีการที่ถูกต้องมากขึ้น ประเด็นที่ 2 ถ. ถี่ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีการปรับข้อความ คือการตรวจสุขภาพช่องปากอย่างน้อยปีละ 2 ครั้งเพิ่มเติม และจากการประเมินความรู้ในประเด็นดังกล่าวของผู้ดูแลเด็ก พบว่าส่วนใหญ่ทราบว่าควรมีการตรวจสุขภาพช่องปากอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง จึงทำให้คะแนนความรู้ก่อนและหลังได้รับสื่อไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ในส่วนประเด็นการแปรง

ฟันอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง พบว่าผู้ดูแลเด็กมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่า ก่อนได้รับสื่อผู้ดูแลเด็ก อาจไม่ให้ความสำคัญกับจำนวนครั้งหรือช่วงเวลาในการแปรงฟัน ทั้งนี้การได้รับสื่อจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้ดูแลเด็กได้รับรู้และส่งผลต่อพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็กปฐมวัยได้ (บุญเพ็ญ ติกคณารักษ์, 2551) ส่วนประเด็นที่ 3 ถ. ถาม ผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวคิดความรอบรู้ด้านสุขภาพ คือเพิ่มช่องทางการสื่อสารเพื่อรับข้อมูลข่าวสารผ่านเพจเฟซบุ๊ก กลุ่มไลน์ และการสอบถามข้อมูลที่ถูกต้องจากสถานบริการโดยตรง ซึ่งเป็นกลยุทธ์หนึ่งในการดำเนินการด้านสุขภาพของ (สำนักงานโครงการขับเคลื่อนกรมอนามัย 4.0 เพื่อความรอบรู้ด้านสุขภาพ, 2560) โดยผู้เชี่ยวชาญให้ข้อคิดเห็นว่าในประเด็นที่ 3 ถ. ถาม นั้นสอดคล้องกับบริบทของการดำเนินการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางทองที่มีพันธกิจในการพัฒนาระบบบริการ เน้นให้บริการแบบองค์รวมเชิงรุกและสร้างระบบมาตรฐานให้กับประชาชนในพื้นที่ (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางทอง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา, 2561) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการประเมินความรู้ในกลุ่มผู้ดูแลเด็กพบว่า ความเข้าใจในประเด็นดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้ดูแลเด็กยังไม่ได้เข้ามามีส่วนร่วมในช่องทางการสื่อสารที่ผู้วิจัยได้สร้างช่องทางการติดต่อไว้ทั้งทางเพจเฟซบุ๊ก และกลุ่มไลน์หนูน้อยยิ้มสวย ห่างไกลฟันผุด้วยหลัก 3 ถ. ทั้งนี้ ภัทรสุดา รอดอัน และคณะ (2562) ได้พบว่าสื่อเฟซบุ๊กเป็นช่องทางหนึ่งที่มีผลต่อความรู้ และการรับรู้ความสามารถ รวมถึงการปฏิบัติในการดูแลทันตสุขภาพ ซึ่งผู้วิจัยควรมีการผลักดันให้ผู้ดูแลเด็กเข้ามามีส่วนร่วมในกลุ่มสื่อสารออนไลน์ดังกล่าว และเนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่เชื่อถือข้อมูลที่ได้จากบุคลากรทางวิชาชีพมากกว่าข้อมูลจากแหล่งอื่น (ปริญวิทย์ นุราช และคณะ, 2562) ดังนั้นการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างทันตบุคลากรกับประชาชนผู้รับบริการทั้งทางตรงคือการเข้ามาติดต่อที่หน่วยงาน และทางอ้อมคือการใช้ช่องทางการสื่อสารอื่นๆจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการได้รับข้อมูลการดูแลทันตสุขภาพได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนั้นแล้วเมื่อพิจารณารูปแบบการสื่อสารทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. โดยการประเมินจากผู้ดูแลเด็ก พบว่า รูปแบบของสื่อนั้นมีความเหมาะสมโดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.62 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ ปิยะนารถ จันทราโชติวิทย์ และคณะ (2541) ซึ่งได้พัฒนาสื่อเกี่ยวกับการดูแลทันตสุขภาพสำหรับกลุ่มผู้ใช้แรงงาน มีกระบวนการจัดทำโดยคำนึงถึงองค์ประกอบทุกๆด้านอย่างเป็นระบบ ทั้งกลุ่มเป้าหมาย สื่อ เนื้อหา และมีการประเมินเพื่อปรับปรุงแก้ไขทำให้สื่อนั้นมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนารูปแบบการสื่อสารทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. เพื่อให้ผู้ดูแลเด็กปฐมวัยในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทอง ได้รับความรู้ที่ถูกต้องในการดูแลสุขภาพช่องปากของเด็ก และการเพิ่มช่องทางการสื่อสารเพื่อให้ได้รับข้อมูลข่าวสารการดูแลสุขภาพช่องปากเพิ่มขึ้น ซึ่งรูปแบบการสื่อสารดังกล่าวเป็นการประยุกต์จากแนวคิดของการดูแลทันตสุขภาพที่มีการเผยแพร่ในปัจจุบัน ทั้งนี้การสร้างสื่อเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการรับรู้และนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของตนเอง และสมาชิกในครอบครัวได้ ดังนั้นควรมีการผลักดันให้ผู้ดูแลเด็กได้รับทราบข้อมูล และเข้าถึงช่องทางการสื่อสารเพื่อการป้องกันการเกิดโรคฟันผุในเด็กปฐมวัย

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. ในครั้งนี้เป็นต้นแบบสำหรับผู้ดูแลเด็ก ควรมีการพัฒนารูปแบบการสื่อสารสำหรับเด็กปฐมวัยโดยตรง ทั้งนี้ในการพัฒนาสื่อควรคำนึงถึงความสามารถในการเข้าใจความหมายของข้อความ ซึ่งควรพิจารณารูปแบบสื่อที่มีรูปภาพหรือเป็นสื่อภาพ เคลื่อนไหวพร้อมเสียงแทนชุดข้อความ และควรส่งเสริมให้ผู้ดูแลเด็กในพื้นที่ตำบลบางทองสามารถเข้าถึงสื่อทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. ได้อย่างครอบคลุม

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการพัฒนารูปแบบการสื่อสารทันตสุขภาพด้วยหลัก 3 ถ. กรณีศึกษาในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทอง สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางทอง องค์การบริหารส่วนตำบลบางทอง ครูผู้สอนของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางทอง ผู้ปกครอง และผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน รวมทั้งหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกตลอดการวิจัย คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

กษมา ปทุมสูติ, ปิยะนารถ จาติเกตุ และ อุบลวรรณ ธีระพิบูลย์. (2561). ประสิทธิผลของสื่อเฉพาะบุคคลเพื่อการส่งเสริมทักษะการแปรงฟันของผู้ปกครองกลุ่มเด็ก อายุ 3-5 ปี ในตำบลขัวมุง อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่. **Chiang Mai Dental Jour nal**. 39(2), 103-118.

ขวัญเมือง แก้วดำเกิง. (2562). **ความรอบรู้ด้านสุขภาพ ขั้นพื้นฐาน ปฏิสัมพันธ์ วิจารณญาณ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

ชุติมา ไตรรัตน์วรกุล. (2561). **พบเด็กไทยเริ่มฟันผุตั้งแต่อายุ 9 เดือน**. [online]. https://news.thaipbs.or.th/content/270135. เข้าถึงเมื่อ: [2562, 18 ตุลาคม].

บุญเพ็ญ ติกคณารักษ์. (2551). **การพัฒนาและทดสอบวีดิทัศน์เรื่องทันตสุขภาพของเด็กทารกสำหรับหญิงตั้งครรภ์**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปริญวิทย์ นุราช, อังศินันท์ อินทรกำแหง และ เกศกาญจน์ เกศวยุธ. (2562). ผลของโปรแกรมการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความรอบรู้ด้านสุขภาพช่องปากและพฤติกรรมการสื่อสารที่เน้นผู้ป่วยเป็นศูนย์กลาง. **Journal of Behavioral Science for Development**. 11(1), 71-90.

ปิยะนารถ จันทราโชติวิทย์, ผุสดี จันทร์บาง, มัลลิกา ตัณฑลเวศม์, ปราณี เหลืองวรา และ อังศณา ฤทธิ์อยู่. (2541). องค์ประกอบและเนื้อหาที่เหมาะสมของภาพโฆษณา เกี่ยวกับการดูแลทันตสุขภาพสำหรับกลุ่มผู้ใช้แรงงานในสถานประกอบการ จังหวัดนนทบุรี. **Thai Dental Public Health Journal**. 3(1), 7-19.

ภัทรสุดา รอดอ้น, พยงค์ เทพอักษร, นิมมานรดี ชูยัง และ ภัทราภรณ์ เต็งโรจน์นภาพร. (2562). ผลของโปรแกรมทันตสุขศึกษาผ่านสื่อเฟซบุ๊ก ต่อความรู้ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และการปฏิบัติในการดูแลทันต สุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาล 1 สังขวิทย์ จังหวัดตรัง. **Thai Journal of Public Health and Health Sciences**. 2(1), 26-38.

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางทอง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา. (2561). **สรุปผลการปฏิบัติงานประจำปี 2561 ข้อมูลทั่วไป.**

ลักขณา อุ้ยจิรากุล, สุภาภรณ์ ฉัตรชัยวิวัฒนา, จันทนา อึ้งชูศักดิ์, และ มุขดา ศิริเทพทวี. (2556). ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเลี้ยงดู และโรคฟันผุในเด็กศูนย์พัฒนาเด็กเล็กจังหวัดสระแก้ว. **Thai Dental Public Health Journal**, 18(2), 23-32.

สำนักงานโครงการขับเคลื่อนกรมอนามัย 4.0 เพื่อความรอบรู้ด้านสุขภาพ (สขรส.) กรมอนามัย. (2560). ***ชุดข้อมูลความรู้พื้นฐานที่สำคัญและจำเป็นสำหรับประชาชนเพื่อสุขภาพที่ดีทุกช่วงวัย* 66 ประเด็นสื่อสารหลัก**. (online). แหล่งที่มา: http://www.fishmarket.co.th /images/uploads/PR/thai %20hl%2066.pdf. 25 ตุลาคม 2562.

สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2555). **การสร้างเสริมสุขภาพช่องปาก ประตู...สู่สุขภาพที่ดีในทุกช่วงวัยของชีวิต**. พิมพ์ครั้งที่ 1 นนทบุรี: สำนักงาน กิจการโรงพิมพองคการสงเคราะหททหารผานศึก.

สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2559). **โปสเตอร์แปรงฟัน 222**. (online). http://dentalanamai.moph.go.th/ewtadmin/ewt/dental/ewt_dl_link.php?nid=979_24 ตุลาคม 2562.

สำนักทันตสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2560). **รายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ประเทศไทย พ.ศ.2560**. (online). http://www.dent.chula.ac.th/ upload/news/791/file_1_5834.pdf. 20 ตุลาคม 2562.

การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา

Application of Geo-Informatics for Coastal Changes Detection Chalatat Beach, Songkhla Province

ศักดิ์ชาย คงนคร[1*], นูรีสา มะลี[2], อรุณี ยอดหนู[2]

Sakchai Khongnakhorn[1*], Nurareesa Malee[2], Arunee Yodnoo[2]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันชายฝั่งชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา เผชิญการกัดเซาะชายฝั่ง จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งชลาทัศน์ ระยะทาง 4.526 กม. โดยบันทึกข้อมูลแนวชายฝั่งด้วยเครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) ระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2561 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Quantum GIS 3.4 เพื่อคำนวณพื้นที่และแสดงแผนที่ของชายฝั่งชลาทัศน์ในช่วงเวลาดังกล่าว แล้วเปรียบเทียบกับพื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในปี พ.ศ. 2553 เพื่อคำนวณพื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์และบริเวณชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่าชายฝั่งชลาทัศน์ปี พ.ศ.2561 มีพื้นที่เฉลี่ย 237,006.04 ตร.ม. มีแนวโน้มลดลงตามสมการเส้นตรง พื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์ พ.ศ.2561 = (-2,221.84) (จำนวนเดือน) + 251,447.96 ตร.ม. หรือพื้นที่มีอัตราลดลง 2,221.84 ตร.ม./เดือน (ลดลง 5.89 ม./ปี) ซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์เฉลี่ยทั้งปี พ.ศ.2561 มีพื้นที่ลดลงจากพื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายเมื่อปี พ.ศ. 2553 อยู่ 56,588.08 ตร.ม. หรือมีอัตราการลดลง 538.93 ตร.ม./เดือน (ลดลง 1.43 ม./ปี) จากสมการพื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์อีก 5 ปี (พ.ศ.2566) มีพื้นที่เท่ากับ 91,475.48 ตร.ม. และการกัดเซาะเกิดบริเวณตอนล่างมากกว่าตอนบนของชายฝั่ง

คำสำคัญ: ชายฝั่งชลาทัศน์; การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง; ภูมิสารสนเทศ

Abstract

Nowadays, the Chalatat coastal in Songkhla Province is facing the coastal erosion, this study aims to investigate the distance of 4.526 kilometers. of the Changing Beach recording by GPS. Between January to December 2018, the data were analyzed with Quantum GIS 3.4 to create maps and calculate the area of Chalatat beach. Compared with Chalatat Beach area from aerial photographs taken in 2010 to find areas changes. Study Chalatat beach had an area of 237,006.04 Sq.m. The increased rate by a linear function was an area Chalatat =- -2,221.84 (month) + 251,447.96 Sq.m. or increased 2,221.84 Sq.m./month. (5.89 m./year) This is consistent with area erosion from Chalatat Beach from aerial photographs taken in 2010 was 56,588.08 Sq.m. or erosion 538.93 Sq.m./month. (1.43 m./year). Forecast to 5 year (2023) in Chalatat Beach add 91,475.48 Sq.m. erosion occurred in the south, rather than north of the beach.

Keywords: Chalatat Coastal, Coast change, Geo-Informatics

[1]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** gis.skru@gmail.com

บทนำ

ประเทศไทยมีชายฝั่งความยาวรวม 3,151.13 กม. ครอบคลุมพื้นที่ 23 จังหวัด โดยเป็นจังหวัดชายฝั่งอ่าวไทย 17 จังหวัด มีความยาวประมาณ 2,039.78 กม. ที่เหลือเป็นจังหวัดชายฝั่งทะเลอันดามัน ปัจจุบันชายฝั่งทะเลดังกล่าว กำลังเผชิญกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเล ที่เกิดขึ้นในรูปของการกัดเซาะและการสะสมตัว (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2560) พบว่าเป็นพื้นที่ชายฝั่งที่ประสบปัญหาการกัดเซาะมีความยาวประมาณ 704.44 กม. แบ่งเป็น 1) พื้นที่ชายฝั่งกัดเซาะที่ไม่ดำเนินการแก้ไข ระยะทาง 145.73 กม. 2) พื้นที่ชายฝั่งกัดเซาะที่มีการดำเนินการแก้ไขแล้ว ระยะทาง 558.71 กม. และพื้นที่ชายฝั่งที่ไม่มีการกัดเซาะ ระยะทาง 2,446.69 กม. แบ่งเป็น 1) พื้นที่ชายฝั่งสมดุล ระยะทาง 1,694.05 กม. 2) พื้นที่ชายฝั่งที่มีการสะสมตัวของตะกอน 23.96 กม. โดยแบ่งเป็นพื้นที่ที่มีการสะสมตะกอนมาก ระยะทาง 20.76 กม. และพื้นที่ที่มีการสะสมตะกอนน้อย 3.20 กม. และ 3) พื้นที่อื่น ๆ เช่น พื้นที่ก่อสร้างรุกล้ำชายฝั่ง/ทะเล ระยะทาง 69.36 กม. พื้นที่หาดหิน/หน้าผา ระยะทาง 506.80 กม. พื้นที่ปากแม่น้ำ/ปากคลอง 152.52 กม. (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561ก)

จังหวัดสงขลามีชายฝั่งความยาวรวม 158.53 กม. ครอบคลุมพื้นที่ 28 ตำบล ใน 6 อำเภอ แยกเป็น ชายฝั่งที่เป็นหาดทราย 155.31 กม. เป็นหาดหิน 1.52 กม. เป็นปากแม่น้ำ 1.70 กม. ในปี พ.ศ.2556 ชายฝั่งเกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการกัดเซาะ จำนวน 7 พื้นที่ ได้แก่ บ.หาดทรายแก้ว อ.สิงหนคร, บ.เก้าเส้ง (หาดชลาทัศน์)-บ.บ่ออิฐ อ.เมือง, บ.บ่อโชน-บ.ปากบางสะกอม บ.คูน้ำรอบ-บ.ปากบาง อ.จะนะ, บ.ปากบางเทพา และ บ.คลองประดู่-บ.เกาะแลหนัง อ.เทพา เป็นระยะทาง 23.4 กม. และเกิดการกัดเซาะในระดับรุนแรง จำนวน 4 พื้นที่ คือ บ.หาดทรายแก้ว อ.สิงหนคร, บ.บ่อโชน-บ.ปากบางสะกอม อ.จะนะ, บ.ปากบางเทพา และ บ.คลองประดู่-บ.เกาะแลหนัง อ.เทพา คิดเป็นระยะทาง 4.7 กม. พื้นที่ที่เหลือเกิดการกัดเซาะในระดับปานกลางและต่ำ (จุมพล วิเชียรศิลป์, 2558) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งปี พ.ศ.2545 ของกรมทรัพยากรธรณี (สิน สินสกุล และคณะ, 2545) พบว่า พื้นที่ชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะกับชายฝั่งสะสมตัวมีระยะทางลดลง และพื้นที่ชายฝั่งคงสภาพมีระยะทางเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่ชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะมีพื้นที่บริเวณบ้านเก้าเส้งหรือหาดชลาทัศน์รวมอยู่ด้วย โดยมีอัตราการกัดเซาะปานกลาง คือ อัตรา 4.41 ม./ปี (อดุลย์ เบ็ญนุ้ย, 2551) และในปี พ.ศ.2559 กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, (2561ข) รายงานว่า ชายฝั่งในตำบลบ่อยาง (ชายฝั่งหาดชลาทัศน์) มีการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งแบบทับถมเฉลี่ย 0.36 ม./ปี โดยการเปลี่ยนแปลงในบริเวณนี้มีลักษณะที่งอกเงยและถูกกัดเซาะสลับกันไป สำหรับการกัดเซาะส่วนใหญ่จะเกิดทางด้านใต้ของชายฝั่งเนื่องจากอิทธิพลของโครงสร้างป้องกันชายฝั่ง สำหรับแนวทางและรูปแบบการจัดการชายฝั่งหาดสมิหลา-หาดชลาทัศน์ ให้ใช้การฟื้นฟูเสถียรภาพชายฝั่ง โดยใช้วิธีการเพิ่มพื้นที่ชายฝั่งโดยการหมุนเวียนทราย โดยมุ่งเน้นไปที่การติดตามเฝ้าระวัง สังเกตการณ์ และเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอย่างใกล้ชิด

ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลไทย (สิตาวีร์ ธรีวิรุฬห์, 2558; Online) มีสาเหตุ 2 ประการ คือ 1) สาเหตุจากกระบวนการตามธรรมชาติ เช่น ลมมรสุมและพายุ ซึ่งทำให้มวลทรายที่ถูกพัดพาออกไปจากชายฝั่ง และมวลทรายที่ถูกพัดพาเข้ามานั้นไม่สมดุลกันแต่กระบวนการธรรมชาติที่มีผลกระทบมากที่สุดในปัจจุบัน คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

โลก เนื่องจากระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ทำให้น้ำทะเลรุกเข้าไปแผ่นดินมากขึ้น ส่งผลให้ชายฝั่งทะเลเกิดการกัดเซาะชายฝั่งรุนแรงขึ้น 2) สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลน การสร้างเขื่อน และอ่างเก็บน้ำบริเวณต้นน้ำ ทำให้การไหลของกระแสน้ำเกิดการชะลอตัว ตะกอนบางส่วนถูกกักไว้ที่บริเวณเหนือเขื่อน แต่การกระทำของมนุษย์ที่มีผลกระทบมากที่สุด คือ การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลเพื่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ มีการก่อสร้างต่าง ๆ ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลเป็นจำนวนมาก ไม่คำนึงถึงสภาพพื้นที่ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางธรณีวิทยาของชายฝั่ง ทรัพยากร และระบบนิเวศในบริเวณนั้น ทำให้ขาดความสมดุล และนำไปสู่การเกิดการกัดเซาะชายฝั่งได้ง่าย

Tanavud Charlchai., et al (2552). ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง Impacts of Shoreline Erosion on Coastal Ecosystems in Songkhla Province. โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ.2518-2549 ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่ามีการกัดเซาะชายฝั่งที่ บ.ปากแตระ อ.ระโนด จ.สงขลา ด้วยอัตรา 5.30 ม./ปี และชายฝั่งเกิดการทับถมที่บริเวณแหลมสมิหลา อ.เมือง จ.สงขลา ด้วยอัตราทับถม 2.04 ม./ปี

ผู้วิจัยและคณะจึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณหาดชลาทัศน์ (ภาพที่ 1) โดยบันทึกตำแหน่งแนวชายฝั่งด้วยเครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) ทุกเดือน เป็นเวลา 12 เดือนต่อเนื่องกัน (มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2561) ในการบันทึกข้อมูลจะเลือกวันและเวลาที่มีระดับน้ำขึ้นสูงสุดจากตารางน้ำขึ้น-น้ำลง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Quantum GIS 3.4 เพื่อคำนวณพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ หาค่าเฉลี่ยแต่ละเดือน และซ้อนทับกับพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในปี พ.ศ.2553 เพื่อทำแผนที่แสดงพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไปจากชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในปี พ.ศ.2553



ภาพที่ 1 ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ พื้นที่ศึกษาและทำวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบสภาพชายฝั่งหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ในปี พ.ศ.2561
2. สร้างแผนที่การเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลและความเหมาะสมของพื้นที่ต่อการพัฒนาแนวชายฝั่ง โดยวิธีการภูมิสารสนเทศ เริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจัดทำแผนที่ชายฝั่ง จากนั้นนำภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าวมาทำการประมวลภายถ่ายทางอากาศ ด้วยกระบวนการ Digital image Processing เพื่อหาความแตกต่างของพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะกับพื้นที่ที่เกิดการทับถม โดยการกำหนดขอบเขตเส้นชายฝั่งและซ้อนทับข้อมูลเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในแต่ละช่วงเวลา คำนวณอัตราการกัดเซาะชายฝั่งซึ่งจะทำให้ทราบอัตราการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะชายฝั่ง ซึ่งชายฝั่งมีการกัดเซาะรุนแรงจะมีอัตราการกัดเซาะมากกว่า 5 ม./ปี ชายฝั่งมีการกัดเซาะปานกลางจะมีอัตราการกัดเซาะอยู่ระหว่าง 1-5 ม./ปี และชายฝั่งมีการกัดเซาะน้อยจะมีการกัดเซาะ

น้อยกว่า 1 ม./ปี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561ข)

ศักดิ์ชาย คงนคร และคณะ (2562) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงหาดชลาทัศน์ ระยะทาง 4.526 กม. โดยบันทึกข้อมูลแนวชายฝั่งด้วยเครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) ระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2560 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Quantum GIS 2.18.24 เพื่อคำนวณพื้นที่และแสดงแผนที่ของหาดชลาทัศน์ในช่วงเวลาดังกล่าว แล้วเปรียบเทียบกับพื้นที่หาดชลาทัศน์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในปี พ.ศ.2553 เพื่อหาพื้นที่หาดชลาทัศน์และบริเวณหาดที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม พบว่าชายฝั่งหาดชลาทัศน์ปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่เฉลี่ย 220,992.59 ตร.ม. มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามสมการเส้นตรงพื้นที่หาดชลาทัศน์ พ.ศ.2560 = 1,385.28 (จำนวนเดือน) + 211,988.30 ตร.ม. หรือพื้นที่มีอัตราการเพิ่มขึ้น 1,385.28 ตร.ม./เดือน (3.67 ม./ปี) ซึ่งไม่สอดคล้องกับพื้นที่หาดชลาทัศน์เฉลี่ยทั้งปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่ลดลงจากพื้นที่หาดชลาทัศน์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายเมื่อปี พ.ศ.2553 อยู่ 72,601.52 ตร.ม. หรือมีอัตราการลดลง 780.66 ตร.ม./เดือน (2.07 ม./ปี) และการกัดเซาะเกิดบริเวณตอนล่างมากกว่าตอนบนของหาด

กีรัตนา เรืองหนู และคณะ (2561) พบว่าชายฝั่งหาดชลาทัศน์ปี พ.ศ.2559 มีพื้นที่เฉลี่ย 240,607.51 ตร.ม. มีแนวโน้มลดลงตามสมการเส้นตรงพื้นที่หาดชลาทัศน์ พ.ศ.2559 = -2,293.96 (จำนวนเดือน) + 255,518.25 ตร.ม. หรือพื้นที่มีอัตราการลดลง 2,293.96 ตร.ม./เดือน (6.08 ม./ปี) ซึ่งไม่สอดคล้องกับพื้นที่หาดชลาทัศน์เฉลี่ยทั้งปี พ.ศ.2559 มีพื้นที่ลดลงจากพื้นที่หาดชลาทัศน์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายเมื่อปี พ.ศ.2553 อยู่ 52,986.60 ตร.ม. หรือมีอัตราการลดลง 654.16 ตร.ม./เดือน (1.73 ม./ปี) และการกัดเซาะเกิดบริเวณตอนล่างมากกว่าตอนบนของหาด

นัจมี เลเด็น และคณะ (2560) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหาดสมิหลา จังหวัดสงขลา ระยะทาง 2.72 กม. โดยการบันทึกข้อมูลแนวชายฝั่งด้วยเครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2558 ถึงธันวาคม พ.ศ.2559 เป็นเวลา 24 เดือน (48 ครั้ง) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Quantum GIS 2.6.1 เพื่อคำนวณพื้นที่และทำแผนที่ของหาดสมิหลาในช่วงเวลาดังกล่าว แล้วเปรียบเทียบกับพื้นที่หาดสมิหลาที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในปี พ.ศ.2553 เพื่อหาพื้นที่หาดสมิหลาและบริเวณหาดที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ชายฝั่งหาดสมิหลา 2 ปี (พ.ศ.2558-2559) มีพื้นที่เฉลี่ย 1,075,772.60 ตร.ม. พื้นที่หาดสมิหลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามสมการเส้นตรง คือ พื้นที่หาดสมิหลา = 588.25 (จำนวนเดือน) + 1,068,247.21 ตร.ม. หรือมีอัตราการทับถมเฉลี่ย 588.25 ตร.ม./เดือน (2.60 ม./ปี) ซึ่งไม่สอดคล้องกับพื้นที่หาดสมิหลาเฉลี่ย 2 ปี มีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากพื้นที่หาดสมิหลาที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายเมื่อปี พ.ศ.2553 อยู่ 112,429.09 ตร.ม. หรือมีอัตราการทับถม 1,388.01 ตร.ม./เดือน (6.12 ม./ปี) จากสมการข้างต้น เมื่อคำนวณพื้นที่หาดสมิหลาอีก 5 ปี (ใน พ.ศ.2564) หาดสมิหลาจะมีพื้นที่ ประมาณ 1,117,660.21 ตร.ม. (พื้นที่เพิ่มจากค่าเฉลี่ย 41,887.61 ตร.ม.) และพื้นที่เกิดการทับถมบริเวณตอนบนและตอนกลางของหาดมากกว่าตอนล่าง

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์

1. ตารางน้ำขึ้นน้ำลงของจังหวัดสงขลาปี พ.ศ.2561 จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก
2. ตารางปริมาณน้ำฝนของจังหวัดสงขลาปี พ.ศ.2561 จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก
3. เครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก ยี่ห้อ Garmin รุ่น etrex H

4. ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2553

5. โปรแกรมการจัดการข้อมูลตาราง Microsoft Office Excel

6. โปรแกรมระบบภูมิสารสนเทศ Quantum GIS 3.4

ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย มี 3 ขั้นตอนหลัก (ภาพที่ 2) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เพื่อกำหนดเส้นทางเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลกในระบบพิกัดกริด (ภาพที่ 3) ตั้งแต่เขื่อนหินทิ้งกันคลื่น ไล่ขึ้นมาทางเหนือตามแนวชายฝั่งถึงรูปปั้นนางเงือกทองเป็นระยะทาง 4.526 กม. เป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2561 ในการบันทึกข้อมูลได้เลือกวันและเวลาที่มีระดับน้ำขึ้นสูงสุดจากตารางน้ำขึ้น-น้ำลงของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก (กรมอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก, 2562ข) เพื่อจะได้ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ที่มีพื้นที่น้อยที่สุดในเดือนนั้น ๆ และเปรียบเทียบพื้นที่ชายฝั่งที่ได้กับปริมาณน้ำฝนรายเดือนใน ปี พ.ศ.2561 จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ชายฝั่งกับปริมาณน้ำฝน



(ก.) (ข.) (ค.)

ภาพที่ 3 การเก็บข้อมูล (ก.) จุดเริ่มต้น (เขื่อนหินทิ้ง) (ข.) แนวหาดชลาทัศน์ (ค.) จุดสิ้นสุด (นางเงือกทอง)

ขั้นตอนที่ 2 การจัดเก็บและตรวจสอบข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ Quantum GIS 3.4 เพื่อจัดการข้อมูลตำแหน่ง (Point) เป็นข้อมูลเส้น (Lines) โดยใช้คำสั่ง Points2One ใน Menu Plugins เพื่อแสดงแนวชายฝั่งชลาทัศน์ และจัดการข้อมูลตำแหน่ง (Point)

เป็นข้อมูลพื้นที่ (Polygons) โดยใช้คำสั่ง Points2One ใน Menu Plugins เพื่อคำนวณพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล นำมาเฉลี่ยเป็นพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์แต่ละเดือน

ขั้นตอนที่ 3 แปลภาพถ่ายทางอากาศบริเวณชายฝั่งหาดชลาทัศน์ที่ถ่ายเมื่อวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2553 (ภาพถ่ายทางอากาศ, 2558) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ Quantum GIS 3.4 คำนวณพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ ณ วันที่ถ่ายภาพ (ภาพที่ 4) นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาซ้อนทับ เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์และบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากปี พ.ศ.2553 คำนวณพื้นที่ดังกล่าว (ตารางที่ 1) แสดงพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงร่วมกับปริมาณน้ำฝนรายเดือนใน ปี พ.ศ.2561 (กรมอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก, 2562ก) ในแผนที่แสดงแนวชายฝั่งหาดชลาทัศน์ จากข้อมูลวิเคราะห์หาเดือนที่มีพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ที่น้อยที่สุด (ภาพที่ 5) และเดือนที่มีพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ที่มากที่สุด (ภาพที่ 6) นำข้อมูลที่หมดมาซ้อนทับกัน (ภาพที่ 7) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในช่วงเวลา 1 ปี สร้างแผนที่แสดงพื้นที่ดังกล่าว

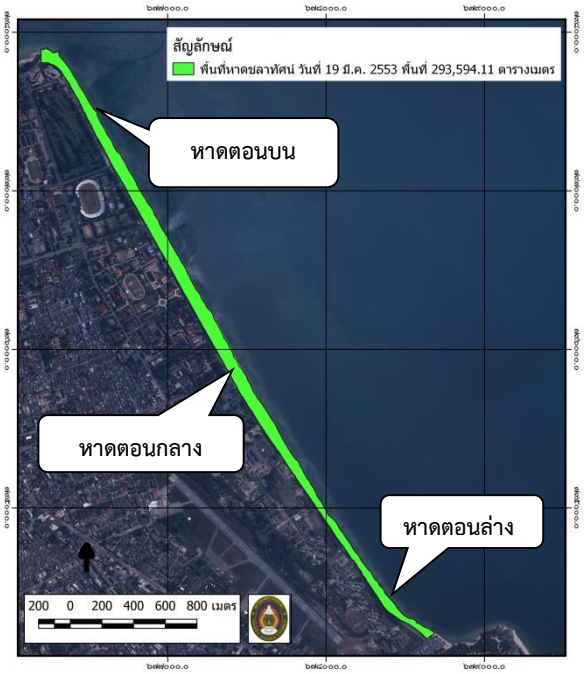
ตารางที่ 1 พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์กับปริมาณน้ำฝนในรอบ 12 เดือน ของปี พ.ศ.2561 และพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศในปี พ.ศ.2553 (มีพื้นที่ 293,594.11 ตร.ม.)

ลำดับ	ปี พ.ศ.2561	พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ (ตร.ม.)		ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)
		พื้นที่แต่ละเดือน ของปี พ.ศ.2561	ผลต่างของพื้นที่ กับปี พ.ศ.2553	
1	มกราคม	241,920.07	-51,674.05	193.8
2	กุมภาพันธ์	242,542.93	-51,051.18	99.9
3	มีนาคม	243,819.85	-49,774.26	1.4
4	เมษายน	222,839.20	-70,754.91	70.4
5	พฤษภาคม	246,209.00	-47,385.11	151.2
6	มิถุนายน	250,164.44	-43,429.67	181.7
7	กรกฎาคม	253,600.49	-39,993.62	79.3
8	สิงหาคม	258,685.52	-34,908.59	21.7
9	กันยายน	249,226.33	-44,367.78	110.1
10	ตุลาคม	201,250.10	-92,344.01	456.8
11	พฤศจิกายน	219,105.11	-74,489.00	383.3
12	ธันวาคม	214,709.38	-78,884.73	392.8
ค่าเฉลี่ย		**237,006.04**	**-56,588.08**	**178.53**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		**17,966.01**	**17,966.01**	**152.15**

สรุปผลการวิจัย

ในตารางที่ 1 แสดงพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์และปริมาณน้ำฝนรวมในรอบ 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2561 พบว่าพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์มีการเปลี่ยนแปลงแบบผกผันกับปริมาณน้ำฝน คือ เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากพื้นที่ชายฝั่งจะน้อยกว่าเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยอย่างเห็นได้ชัด เช่น เดือนตุลาคม พ.ศ.2561 จังหวัดสงขลามีปริมาณฝนตกมากที่สุดในรอบปี (456.8 มม.) ซึ่งสูงกว่าค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี พ.ศ.2561 อยู่ 2.55 เท่า ส่งผลให้พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในเดือนดังกล่าวและเดือนถัด ๆ มา มีพื้นที่ชายฝั่งลดลงจนมีพื้นที่น้อยที่สุดเช่นกัน สาเหตุที่ฝนตกปริมาณมากเพราะอยู่ในช่วงฤดูมรสุมของภาคใต้ คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทำให้ฝนตกหนักในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ปีถัดไป ส่งผลให้ชายฝั่งชลาทัศน์มีพื้นที่เฉลี่ยตลอดปี พ.ศ.2561 เท่ากับ 237,006.04 ตร.ม. มีพื้นที่น้อยกว่าพื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายในปี พ.ศ. 2553 (ภาพที่ 4) ซึ่งแปลได้พื้นที่ เท่ากับ 293,594.11 ตร.ม. อยู่ 56,588.08 ตร.ม. ลดลงถึง 19.27 เปอร์เซ็นต์ (ระยะเวลา 8 ปี 9 เดือน) หรือชายฝั่งมีพื้นที่ลดลง 538.93 ตร.ม./เดือน เป็นอัตราการกัดเซาะ 1.43 ม./ปี

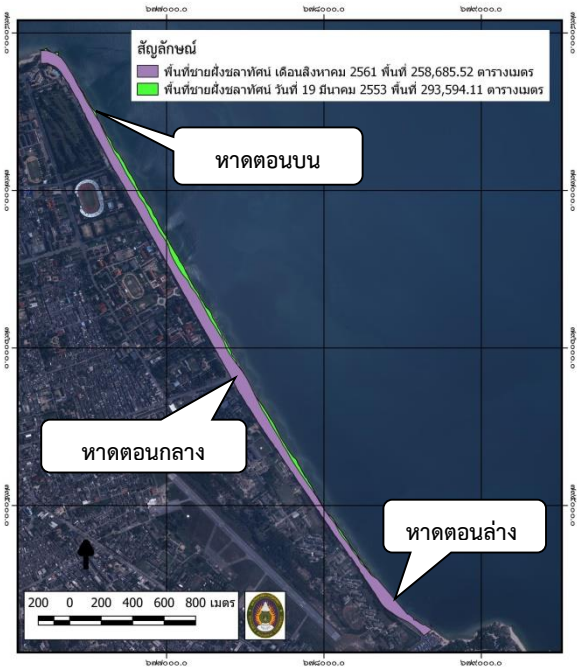
โดยเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 ชายฝั่งหาดชลาทัศน์มีพื้นที่เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 201,250.10 ตร.ม. (ภาพที่ 5) ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2561 ชายฝั่งหาดชลาทัศน์มีพื้นที่เฉลี่ยมากที่สุด คือ 258,685.52 ตร.ม. (ภาพที่ 6) เมื่อนำพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในเดือนที่มีพื้นที่น้อยสุดมาซ้อนกับพื้นที่ในเดือนที่มีพื้นที่มากที่สุด (ภาพที่ 7) พบว่า พื้นที่ชายฝั่งตอนบนมีการเปลี่ยนแปลงลดลงน้อยกว่าชายฝั่งตอนกลางและตอนล่างอย่างเห็นได้ชัดเจน เพราะการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ส่วนใหญ่เกิดบริเวณเขื่อนหินทิ้งซึ่งตั้งอยู่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ตอนล่าง



ภาพที่ 4 พื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์จากการแปล



ภาพที่ 5 พื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์ในเดือนตุลาคม

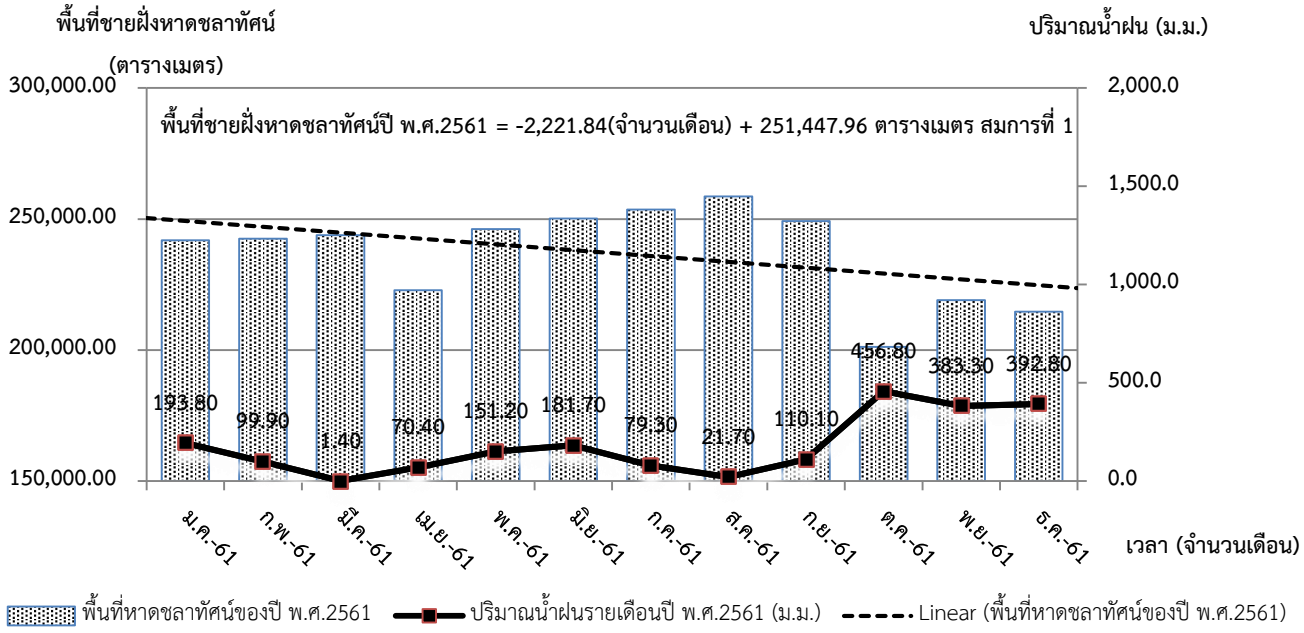


ภาพที่ 6 พื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์ในเดือนสิงหาคม มีพื้นที่ที่มากที่สุดใน ปี พ.ศ.2561



ภาพที่ 7 พื้นที่ชายฝั่งชลาทัศน์ในเดือนตุลาคมมีพื้นที่น้อยที่สุดและในเดือนสิงหาคมมีพื้นที่มากที่สุด ปี พ.ศ.2561

จากตารางที่ 1 แสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ ปี พ.ศ.2561 (ตร.ม.) กับเวลา (เดือน) ได้สมการเส้นตรง คือ พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ พ.ศ.2561 = (-2,221.84) (จำนวนเดือน) + 251,447.96 ตร.ม. (สมการที่ 1 และภาพที่ 8) พบว่า ชายฝั่งหาดชลาทัศน์มีพื้นที่ลดลง 2,221.84 ตร.ม./เดือน หรือมีลดลง 26,661.72 ตร.ม./ปี ชายฝั่งมีความยาว 4,526 ม. พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในปี พ.ศ.2561 จึงมีอัตราลดลง 5.89 ม./ปี โดยปกติทุกปีที่ผ่านมาชายฝั่งหาดชลาทัศน์มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ลดลงในอัตราที่น้อยกว่านี้ แต่ในปี พ.ศ.2560 มีกิจกรรมการถ่ายเททรายจำนวนมากจากพื้นที่ชายฝั่งหาดข้างเคียงที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่แบบทับถม คือ นำทรายบริเวณชายฝั่งสมิหลามาถมเพิ่ม จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ตามธรรมชาติที่เป็นแบบกัดเซาะจึงส่งผลให้ในปี พ.ศ.2560 พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เป็นการทับถม (ศักดิ์ชาย คงนคร และคณะ, 2562) ซึ่งต่างจากผลการศึกษาที่ผ่านมาที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่แบบกัดเซาะ (กีรัตนา เรืองหนู และคณะ, 2561)



ภาพที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์กับเวลาในปี พ.ศ.2561

จากสมการเส้นตรงการลดลงของชายฝั่งหาดชลาทัศน์ (สมการที่ 1) เดือนธันวาคม พ.ศ.2560 ชายฝั่งหาดชลาทัศน์จะมีพื้นที่ 224,785.88 ตร.ม. ซึ่งน้อยกว่าพื้นที่หาดชลาทัศน์เฉลี่ยตลอดปี พ.ศ.2561 ซึ่งมีพื้นที่ 237,006.04 ตร.ม. อยู่ 12,220.16 ตร.ม. (5.16 เปอร์เซ็นต์) นำมาคำนวณพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์อีก 5 ปี (ปี พ.ศ.2566) ชายฝั่งหาดชลาทัศน์จะมีพื้นที่ชายฝั่งประมาณ 91,475.48 ตร.ม. (ตารางที่ 2) หรือมีพื้นที่หาดชลาทัศน์ลดลงอีก 145,530.56 ตร.ม. จากพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์เฉลี่ยตลอดปี พ.ศ.2561

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ 5 ปี (2561 ถึง 2566)

ปีที่	ปี พ.ศ.	พื้นที่ชายฝั่งจากสมการที่ 1 (ตร.ม.)	ลดลงจากพื้นที่เฉลี่ยปี พ.ศ.2561 (ตร.ม.)
0	2561	224,785.88	-12,220.16
1	2562	198,123.80	-38,882.24
2	2563	171,461.72	-65,544.32
3	2564	144,799.64	-92,206.40
4	2565	118,137.56	-118,868.48
5	2566	91,475.48	-145,530.56

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

1. พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในช่วงเวลาที่ศึกษาปี พ.ศ.2561 มีพื้นที่เฉลี่ย 237,006.04 ตร.ม. พื้นที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงหรือเกิดการกัดเซาะ โดยมีพื้นที่ลดลงจากพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในปี พ.ศ. 2553 ซึ่งมีพื้นที่ 293,594.11 ตร.ม. อยู่ 56,588.07 ตร.ม. (ลดลง 19.27 เปอร์เซ็นต์) หรือชายฝั่งหาดชลาทัศน์มีพื้นที่ลดลง 538.93 ตร.ม./เดือน (หรือมีอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง 1.43 ม./ปี)

2. จากแผนที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในช่วงเวลาที่ศึกษา พบว่าบริเวณชายฝั่งตอนบนเกิดการกัดเซาะน้อยกว่าบริเวณชายฝั่งตอนกลางและชายฝั่งตอนล่างซึ่งเกิดการกัดเซาะเป็นบริเวณกว้างและต่อเนื่องกัน

3. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ในช่วงเวลาที่ศึกษาปี พ.ศ.2561 พบว่าพื้นที่มีอัตราลดลงตามสมการเส้นตรง คือ พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ พ.ศ.2561 = (-2,221.84) (จำนวนเดือน) + 251,447.96 ตร.ม. หรือมีพื้นที่ลดลง 2,221.84 ตร.ม./เดือน (มีอัตราการกัดเซาะเป็น 5.89 ม./ปี)

4. ด้วยมาตรการควบคุมหรือดูแลชายฝั่งที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์มีอัตราการลดลงตามสมการที่ 1 อีก 5 ปี (ธันวาคม พ.ศ.2566) ชายฝั่งหาดชลาทัศน์จะมีพื้นที่ 91,475.48 ตร.ม. หรือมีพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ลดลงอีก 145,530.56 ตร.ม. จากพื้นที่หาดชลาทัศน์เฉลี่ยตลอดปี พ.ศ.2561

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาเป็นไปตามสมมติฐาน พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากอิทธิพลและความรุนแรงของลมมรสุมประจำปี รวมถึงโครงสร้างแข็งที่สร้างขึ้นมาเพื่อป้องกันการกัดเซาะ เช่น เขื่อนหินถม ที่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์

พื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบกัดเซาะอย่างต่อเนื่องในอัตราที่เพิ่มขึ้น จากการศึกษาของ อดุลย์ เบ็ญนุ้ย และคณะ (2551). พบว่ามีอัตราการกัดเซาะ 4.41 ม./ปี เป็นอัตราการกัดเซาะ 6.08 ม./ปี ในปี พ.ศ.2559 จากการศึกษาของ กีรัตนา เรืองหนู, และคณะ (2561). แต่มีมาตรการปรับสภาพของชายหาดชลาทัศน์ของกรมเจ้าท่าและเทศบาลนครสงขลา โดยการดูดทรายจากชายฝั่งหาดสมิหลามาถมบนชายฝั่งหาดชลาทัศน์ตลอดแนวชายฝั่ง ทำให้ในปี พ.ศ.2561 ชายฝั่งหาดชลาทัศน์มีพื้นที่เพิ่มขึ้นเป็น 220,992.59 ตร.ม. หรือมีอัตราการทับถมเป็น 3.67 ม./ปี จากการศึกษาของ ศักดิ์ชาย คงนคร, และคณะ (2562). แต่เมื่อการถมทรายในช่วงแรกเสร็จสิ้นชายฝั่งหาดชลาทัศน์ก็เกิดการกัดเซาะอีกครั้งตามผลการศึกษา คือ มีอัตราการกัดเซาะเป็น 5.89 ม./ปี

ข้อเสนอแนะ

ปัจจุบัน (ธันวาคม พ.ศ.2562) กรมเจ้าท่าร่วมกับเทศบาลนครสงขลาได้ดำเนินโครงการเติมทรายให้กับหาดชลาทัศน์ควบคู่กับการรื้อถอนโครงสร้างแข็ง (เขื่อนหินทิ้ง ถุงทราย และสถานีสูบน้ำเสีย) ตามโครงการจะเติมทรายเสริมชายหาดกว้าง 50 ม. ในระยะทาง 5 กม. ตั้งแต่ปากคลองสำโรง จนถึงรูปปั้นนางเงือก เป็นเวลา 25 ปี ซึ่งได้ดำเนินการถม

ไปแล้วเป็นระยะทางประมาณ 500 ม. จากโครงการดังกล่าวควรติดตามผลการดำเนินการ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งหาดชลาทัศน์ อย่างต่อเนื่องทุกปี

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ขอขอบคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ ให้คำปรึกษาคำแนะนำต่าง ๆ ในการทำวิจัย และขอขอบคุณคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ช่วยผลักดันโครงงานวิจัยให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และสนับสนุนด้านการศึกษารวมทั้งพี่ น้อง และญาติทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจในการทำวิจัยให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2548). **รายงานฉบับสมบูรณ์ : โครงการศึกษาหาสาเหตุการกัดเซาะชายฝั่งทะเลและแนวทางการป้องกันชายฝั่งทะเลที่ได้รับผลกระทบบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช.** สถาบันวิจัยทรัพยากรน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). **สถานการณ์ด้านทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งและการกัดเซาะชายฝั่งของประเทศไทย พ.ศ.2559.** กรุงเทพมหานคร: 88-92.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561ก). **สถานการณ์ด้านทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งและการกัดเซาะชายฝั่งของประเทศไทย พ.ศ.2560.** กรุงเทพมหานคร: 90-93.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561ข). **เอกสารประกอบการประชุมร่างแผน มาตรการ แนวทางในการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเชิงพื้นที่ โครงการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนการจัดการพื้นที่ชายฝั่งระบบหาด.** กรุงเทพมหานคร: 90-91.

กรมอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. (2561ก). **ปริมาณน้ำฝนรายเดือน พ.ศ. 2561.** กรมอุตุนิยมวิทยา. เอกสารสำเนา.

กรมอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. (2561ข). **ระดับน้ำทะเลรายวัน พ.ศ. 2561.** กรมอุตุนิยมวิทยา. เอกสารสำเนา.

กีรัตนา เรืองหนู, ศรันยา จันทศรี และศักดิ์ชาย คงนคร. (2561). "ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ด้วยภูมิสารสนเทศ." **ใน การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 3 ประจำปี 2561, 11-12 กุมภาพันธ์ 2561**.

จุมพล วิเชียรศิลป์. (2558). **บทที่ 9 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลของไทย. ปัญหาภูมิศาสตร์ประเทศไทย.** คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. เอกสารสำเนา.

นัจมี เลเด็น, อิสมาแอน เต็มขาว และศักดิ์ชาย คงนคร. (2560). "การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหาดสมิหลา จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ด้วยภูมิสารสนเทศ." ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติทรัพยากรธรรมชาติสารสนเทศภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 2, 15 ธันวาคม 2560**, 83-91.

ภาพถ่ายทางอากาศ. (2558). **บริเวณหาดสมิหลา จังหวัดสงขลา ถ่ายเมื่อวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2553.** สถานวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคใต้. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

ศักดิ์ชาย คงนคร, และมารียา บินลาเต๊ะ. (2562). "ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหาดชลาทัศน์ จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2560 ด้วยภูมิสารสนเทศ." **ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 4 "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อบูรณาการท้องถิ่นอย่างยั่งยืน."** ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 7-8 กุมภาพันธ์ 2562, 1221-1232.

สิตาวีร์ ธรีวิรุฬห์, (2558). **ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลไทย. (Online).** แหล่งที่มา : http://www.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/parliament_parcy/download/article/article_20151001145302.pdf. สืบค้น 10 กันยายน 2560.

สิน สินสกุล, สุวัฒน์ ติยะไพรัช, นิรันดร์ ชัยมณี และบรรเจิด อร่ามประยูร. (2545). **การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย.** รายงานวิชาการ กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ.

อดุลย์ เบ็ญนุ้ย, พะยอม รัตนมณี และธิรดา ยงสถิติศักดิ์. (2551). "การใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อติดตามการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณทะเลสาบสงขลาและหาดสมิหลา." ใน **รายงานวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติประจำปี 2551.** สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, 93-105.

Tanavud, C., Chusrinuan, N. and Yongchalermchai, C. 2009**. Impact of shoreline erosion on coastal ecosystems in Songkhla Province Songklanakarin.** J. Sci. Technol. 31 (2), 237-245.

ผลของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นต่อระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสและกิจกรรมไลโซไซม์ในปลานิล

Effects of Local Herb Extracts on Acetylcholinesterase Level and Lysozyme Activity in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

กอบกุล นงนุช[1*]และ ชุติมา ถนอมสิทธิ์[2]

Khobkul Nongnutch [1*] and Chutima Thanomsit[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประเมินความปลอดภัยของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นที่มีต่อปลานิล(*Oreochromis niloticus*) โดยศึกษาผลกระทบของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นสองชนิดในความเข้มข้นระดับที่ไม่ทำให้ปลาตาย (sub-chronic concentration) ต่อระดับเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส (AChE) และไลโซไซม์ซึ่งเป็นสารบ่งชี้ทางชีวภาพของระบบประสาทและภูมิคุ้มกัน ตามลำดับ พบว่าระดับกิจกรรม AChE ทั้งจากสมองและซีรั่มของปลานิลที่ได้รับสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 0.0864 และ 0.0432 mg/l เป็นเวลา 30 วัน ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์นี้ในปลาที่ได้รับคาร์บาเมตซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 0.9408 และ 0.4707 mg/l ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 15 และ 30 ของการทดลอง ($p< 0.05$)

คำสำคัญ : สารสกัดจากพืชท้องถิ่น, อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส, กิจกรรมไลโซไซม์

ABSTRACT

This research was conducted to evaluate the safety of local herb extracts on Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). The study impact to case on sub-chronic concentrations on acetylcholinesterase (AChE) and lysozyme, the biomarkers for nervous system and immunity. It was found that AChE activity from brain and serum of fish exposed to extract at concentrations of 0.0864 and 0.0432 mg/l for 30 days was not different from controls while that of fish exposed to carbamate, a synthetic insecticide at concentrations of 0.9408 and 0.4707 mg/l was significantly decreased ($p< 0.05$).

Keywords Local Herb Extract, Acetylcholinesterase (AChE), Lysozyme

---

[1*] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000

*Corresponding author, E-mail : khopkul25@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรมีแนวโน้มการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากเห็นผลเร็ว ใช้ระยะเวลาสั้น แต่ข้อเสียในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช คือ หากมีการใช้สารเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะทำให้ศัตรูพืชเกิดอาการดื้อยาจนต้องเพิ่มปริมาณสารเคมีให้สูงขึ้น ส่งผลให้พื้นที่ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมักประสบปัญหาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตทางการเกษตรในปริมาณสูง และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทำให้มีสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น อีกทั้งยังส่งผลต่อเกษตรกรและผู้บริโภคอีกด้วย โดยทั่วไปอาการผิดปกติที่พบบ่อยในคนที่ได้รับสารพิษเหล่านี้ เช่น ปวดศีรษะ วิงเวียน ตาพร่ามัว อ่อนเพลีย หายใจติดขัด หัวใจเต้นผิดปกติ หากได้รับสารในปริมาณที่มากอาจทำให้หัวใจล้มเหลวถึงตายได้ในที่สุด เนื่องจากสารพิษเหล่านี้มีความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะต่างๆ เช่น ระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ และระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น ผลกระทบของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่ทั่วโลกให้ความสนใจและพยายามหาทางแก้ไขอยู่ในขณะนี้ ดังจะเห็นได้ว่าทั้งภาครัฐ เอกชน หรือหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่างกระตุ้นเตือนให้เกษตรกรพึงตระหนักเกี่ยวกับพิษภัยของสารเคมี และแนะนำการเลือกซื้อพืชผักที่ปลอดสารพิษมารับประทาน ตลอดจนส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์ซึ่งเป็นระบบการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการเน้นหลักการปรับปรุงดิน ลดการใช้ปัจจัยการผลิตภายนอก หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เช่น ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และยาปราบวัชพืช ซึ่งจะช่วยสร้างความยั่งยืนต่อสังคม และเศรษฐกิจ มาตรการการส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์นั้น คือการใช้สารสกัดจากสมุนไพรเพื่อควบคุมศัตรูพืช เนื่องจากเชื่อว่าพืชสมุนไพรมีราคาถูกและปลอดภัยต่อผู้ใช้ ไม่มีสารพิษตกค้างในผลผลิตจึงปลอดภัยต่อผู้บริโภครวมทั้งไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ในแปลงพืชผักและไม่ตกค้างในสภาพแวดล้อม พืชสมุนไพรที่นิยมใช้ในการกำจัดศัตรูพืชมีหลายชนิด เช่น สาบเสือ หนอนตายหยาก น้อยหน่า สะเดา ตะไคร้ ยาสูบ เป็นต้น ซึ่งสารสกัดจากสมุนไพรเหล่านี้ได้รับการยอมรับจากเกษตรกรเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยมีการนำมาสกัดเพื่อนำมาทดแทนสารเคมีสังเคราะห์กลุ่มต่างๆ เช่น ออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมท ออร์กาโนคลอรีน เป็นต้น อย่างไรก็ตามการนำพืชสมุนไพรไปส่งเสริมให้เกษตรกรใช้หรือนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายนั้นจำเป็นจะต้องมีการทดสอบผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมาย (non-target species) ร่วมด้วย ถึงแม้จะมีรายงานว่าสารสกัดบางตัว เช่น หนอนตายหยากและสารภีไม่ก่อพิษเฉียบพลันในหนูถีบจักรและไม่มีผลกระทบต่อระดับสารชีวเคมีในเลือด (Pandee et al., 2003) แต่การทดสอบผลกระทบในปลาซึ่งเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญในสายใยอาหารและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจนั้นยังไม่เคยมีรายงานมาก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ และหนอนตายหยากที่มีต่อระดับเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสและกิจกรรมของเอนไซม์ไลโซไซม์ในปลานิลซึ่งเลือกเป็นตัวแทนสิ่งมีชีวิตในน้ำ (aquatic organism) โดยศึกษาเปรียบเทียบกับสารคาร์บาเมท (carbamate) ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงสังเคราะห์ที่มีความเป็นพิษต่อปลาค่อนข้างสูง หากสารสกัดดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้ก็จะเป็นข้อมูลยืนยันถึงความปลอดภัยในการใช้สมุนไพรต่อสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการลดการสูญเสียเงินจากการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากต่างประเทศและได้ผลิตผลทางการเกษตรที่ไม่มีสารพิษตกค้าง อีกทั้งสามารถส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชสมุนไพรเพื่อจำหน่ายและสกัดสารเองเป็นการสร้างรายได้อีกทางหนึ่ง ตลอดจนนำไปพัฒนาในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างสารสกัดจากพืชท้องถิ่น

นำพืชสมุนไพรที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ สาบเสือและหนอนตายหยาก มาตากแห้ง บดเป็นผงละเอียด สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล **95%** ระเหยสารสกัด นำสารสกัดหยาบแต่ละชนิดมาในอัตราส่วน **1:1** โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายให้ได้ความเข้มข้น **25%**

2. การเตรียมตัวอย่างสัตว์ทดลอง

สัตว์ทดลองที่ใช้คือ ปลานิล นำปลานิลที่มีขนาด **10-20** เซนติเมตร น้ำหนักตัว **5-10** กรัม มาเลี้ยงปรับสภาพในบ่อพลาสติกขนาด **1** ตัน ในน้ำที่ปราศจากคลอรีนเป็นเวลา **1-2** สัปดาห์ โดยมีการเติมออกซิเจนตลอดเวลา เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปในปริมาณ **3%** ของน้ำหนักตัวต่อวัน เปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ **5%** ทุกๆ วัน เพื่อเป็นการปรับสภาพระบบการทำงานต่างๆ ภายในตัวปลาให้อยู่ในสภาพที่ปราศจากการปนเปื้อนจากสารพิษ

3. การหาช่วงความเข้มข้นของสารสกัดจากสาบเสือ หนอนตายหยาก และสารฆ่าแมลงคาร์บาเมท

นำสัตว์ทดลองที่ผ่านการปรับสภาพเพื่อให้แน่ใจว่าปราศจากการปนเปื้อนของสารพิษ และก่อนนำมาทดลองจะทำการงดอาหารสัตว์ทดลอง 2 วัน นำปลามาแบ่งใส่กล่องพลาสติก ขนาด 90 ลิตร 10 ตัว/กล่อง เพื่อทดลองหาค่าความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นมากที่สุดที่ไม่ทำให้ปลาตาย และค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ทำให้ปลาตาย 100% เพื่อนำช่วงความเข้มข้นที่ได้มาคำนวณหาค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (Median lethal concentration; LC_{50}) ในเวลา 96 ชั่วโมง

การหาค่า LC_{50} ของสารสกัดจากพืช สาบเสือ หนอนตายหยาก และสารฆ่าแมลงคาร์บาเมท

เมื่อทราบช่วงความเข้มข้น (LC_{50}) ของสารสกัดทั้ง 2 ชนิดแล้ว นำมากำหนดความเข้มข้นอย่างน้อย 5 ระดับ เพื่อจะใช้หาความเข้มข้นของสารที่ทำให้ปลาตาย 50% (LC_{50}) ในเวลา 96 ชั่วโมง โดยในการทดลองจะใช้ปลากลุ่มละ 20 ตัว โดยเลี้ยงปลาในถังพลาสติกขนาด 90 ลิตร ที่บรรจุน้ำ 40 ลิตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ค่า LC_{50} ของสารแต่ละชนิดที่ได้ในขั้นนี้จะนำไปกำหนดความเข้มข้นที่จะใช้ในการศึกษาผลต่อระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสและไลโซไซม์ของปลาต่อไป

4. การทดสอบผลต่ออะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสและไลโซไซม์

4.1 แบ่งปลาออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 20 ตัวดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม เลี้ยงในน้ำปกติ

กลุ่มที่ 2-3 เลี้ยงในน้ำที่ผสมสารสกัด (แยกเป็นสารสกัดแต่ละชนิด) ตามความเข้มข้นที่ต่ำกว่าค่า LC_{50} 2 ระดับ (เจือจางจากค่า LC_{50} 5 และ 10 เท่า)

กลุ่มที่ 4-5 เลี้ยงในน้ำที่ผสมคาร์บาเมทในความเข้มข้นที่ต่ำกว่าค่า LC_{50} 2 ระดับ (เจือจางจากค่า LC_{50} 5 และ 10 เท่า)

4.2 สุ่มตัวอย่างปลามาซ้ำละ 3 ตัวเพื่อตรวจหาระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสจากสมองและซีรั่มพร้อมทั้งตรวจวัดกิจกรรมไลโซไซม์จากซีรัมในวันที่ 0, 5, 15 และ 30 วัน

4.3 การเตรียมตัวอย่างสมอง ทุกขั้นตอนการเตรียมสมองได้ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ประมาณ 4 °C เริ่มจากทำให้ปลาหมดความรู้สึกโดยวิธี single pit แล้วผ่าตัดนำสมองของปลา 20 mg มาบดใน 0.1 M Phosphate buffer solution (PBS) ปริมาตร 1 ml แล้วนำไปปั่นที่ความเร็ว 3500 rpm เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นเก็บของเหลวใสด้านบนไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C เพื่อใช้ตรวจหาระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสต่อไป

4.4 การเตรียมตัวอย่างซีรั่ม เก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำที่หาง (caudal vein) มา 1 ml โดยใช้เข็มแทงเข้าด้านข้างลำตัวบริเวณต่ำกว่าเส้นข้างตัว (lateral line) เล็กน้อย เมื่อรู้สึกว่ากระทบกับกระดูก vertebra ซึ่งเป็นส่วนที่ใกล้กับตำแหน่งของ caudal vein แล้วค่อยๆ ถอนเข็มกลับเล็กน้อยจะมีเลือดไหลออกมาตามเข็ม ขณะเลือดไหลไม่ควรขยับเข็มเพราะจะทำให้ปลายเข็มหลุดจากตำแหน่งของเส้นเลือดทำให้เลือดหยุดไหล หลังจากนั้นใส่เลือดในหลอดทดลองแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เลือดแข็งตัวที่อุณหภูมิ 4°C ประมาณ 1 คืน นำไปปั่นที่ความเร็ว 3500 rpm เป็นเวลา 10 นาที เก็บซีรั่มที่เป็นส่วนใสไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อใช้ตรวจหาระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสและไลโซไซม์ต่อไป

4.5 การตรวจหากิจกรรมของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ใช้ตัวอย่างที่สกัดจากสมอง หรือซีรั่มปริมาตร 130 µl มาตรวจหาเอนไซม์โดยดัดแปลงจากวิธีของ Ellman et al. (1964) และ Ferrari et al. (2010) วัดระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสโดยอ่านค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้ ELISA reader ที่ความยาวคลื่น 405-412 nm

4.6 การตรวจวัดกิจกรรมไลโซไซม์ โดยตรวจสอบความสามารถในการย่อยสลายผนังเซลล์แบคทีเรีย *Micrococcus lysodeikticus* โดยใช้วิธีของ Koskela et al. (2004) ดังนี้ เตรียมสารละลายแบคทีเรียความเข้มข้น 3 mg/ml (แบคทีเรีย 3 mg ใน PBS 0.05 M, pH 6.0 ปริมาตร 1 ml) ปริมาตร 100 ul ใน 1 หลุมของไมโครเพลทหลังจากนั้นเติมซีรั่มลงไป 25 ul นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้ ELISA reader ที่ความยาวคลื่น 450 nm โดยวัดทุก 2 นาที แล้วคำนวณกิจกรรมของไลโซไซม์ต่อนาที

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

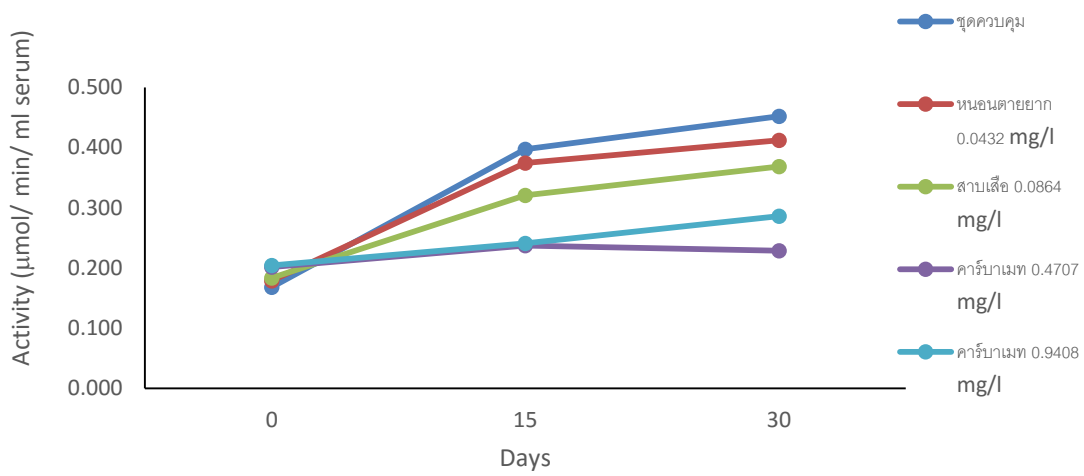
1. ค่า Median lethal concentration (LC_{50}) ของสารสกัดจากสาบเสือ หนอนตายหยาก เปรียบเทียบกับคาร์บาเมทในปลานิล

ผลจากการทดลองพบว่า ค่า LC_{50} เท่ากับ 0.432 mg/l ขณะที่ค่า LC_{50} ของคาร์บาเมทเท่ากับ 4.704 mg/l

2. การทดสอบผลของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นและคาร์บาเมทต่อระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสจากซีรัมและสมองในปลานิล

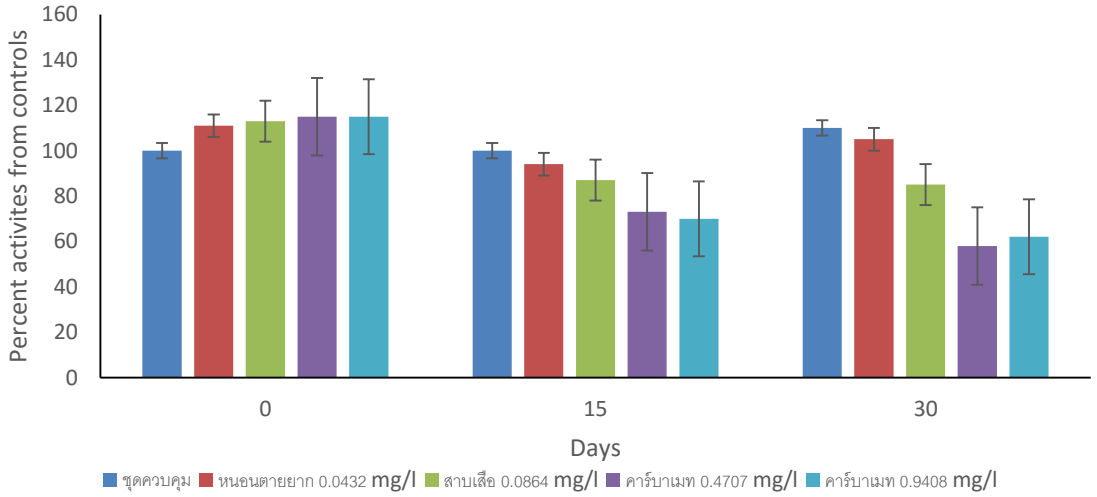
ผลที่ได้พบว่า ระดับกิจกรรมของ AChE ในซีรั่มของปลาทุกกลุ่มการทดลอง ณ วันที่ 0 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.186-0.208 µmole/min/ml ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในวันที่ 15 และ 30 ของการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ได้รับคาร์

บาเมททั้ง 2 ระดับความเข้มข้นที่มีระดับกิจกรรมของ AChE ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนกลุ่มที่ได้รับสารสกัดทั้ง 2 ระดับความเข้มข้นไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (ภาพที่ 1)



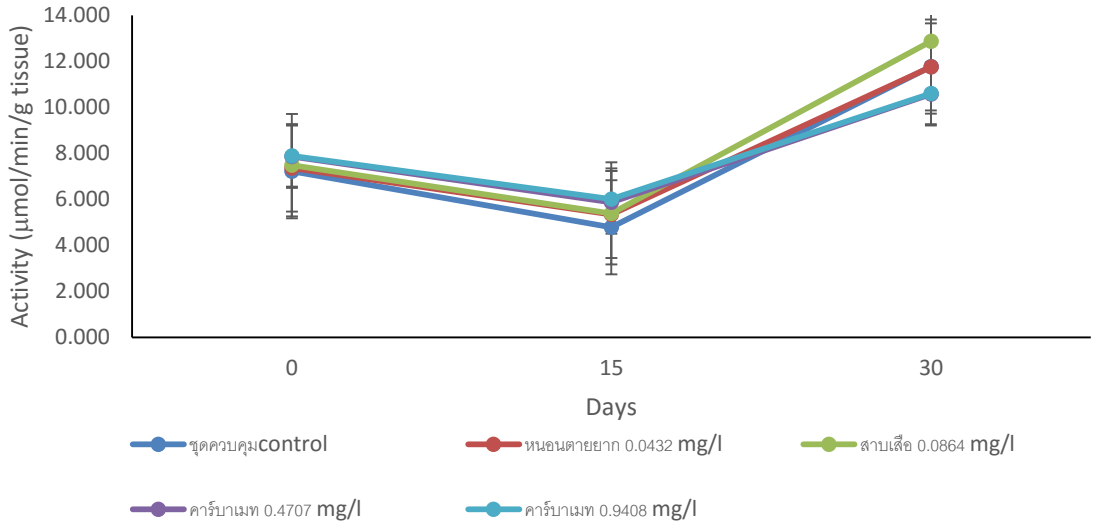
ภาพที่ 1 ระดับกิจกรรมของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส (AChE) ในซีรั่มของปลานิลที่ได้รับสารสกัดจากพืชท้องถิ่นและคาร์บาเมท

เมื่อเปรียบเทียบกิจกรรมของเอนไซม์ในซีรั่มของปลากลุ่มต่างๆ เป็นร้อยละของกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มที่ได้รับคาร์บาเมททั้ง 2 ระดับความเข้มข้นมีการทำงานของเอนไซม์ AChE ที่ต่ำมาก คือ ส่วนกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากพืชท้องถิ่นทั้ง 2 ระดับความเข้มข้น พบว่าทั้งในวันที่ 15 และ 30 ของการทดลองค่ากิจกรรมเอนไซม์ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2)

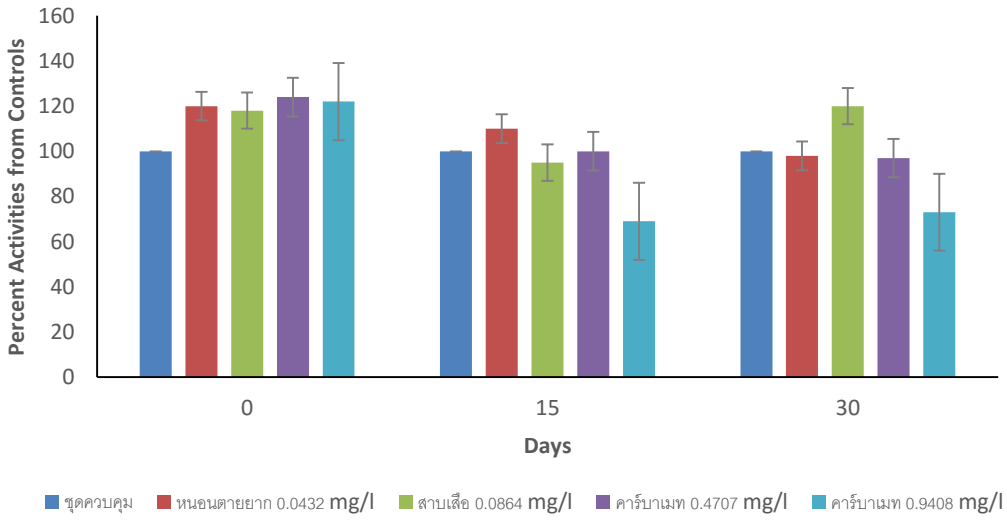


ภาพที่ 2 เปอร์เซ็นต์กิจกรรมของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในซีรั่มปลานิลของกลุ่มต่างๆ

เมื่อพิจารณาระดับของกิจกรรมของ AChE จากสมองในทุกกลุ่มการทดลอง ณ วันที่ 0 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะในวันที่ 15 และ 30 ของการทดลองกลุ่มที่ได้รับคาร์บาเมทที่ความเข้มข้น 0.9408 mg/l มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ดังภาพที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบในปลากลุ่มต่างๆ โดยเทียบเป็นร้อยละกับกลุ่มควบคุมพบว่ามีเฉพาะกลุ่มที่ได้รับคาร์บาเมท0.9408 mg/l ที่มีกิจกรรมของเอนไซม์เป็น 41%(ในวันที่ 15) และ 32% (ในวันที่ 30) ของกลุ่มควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 4



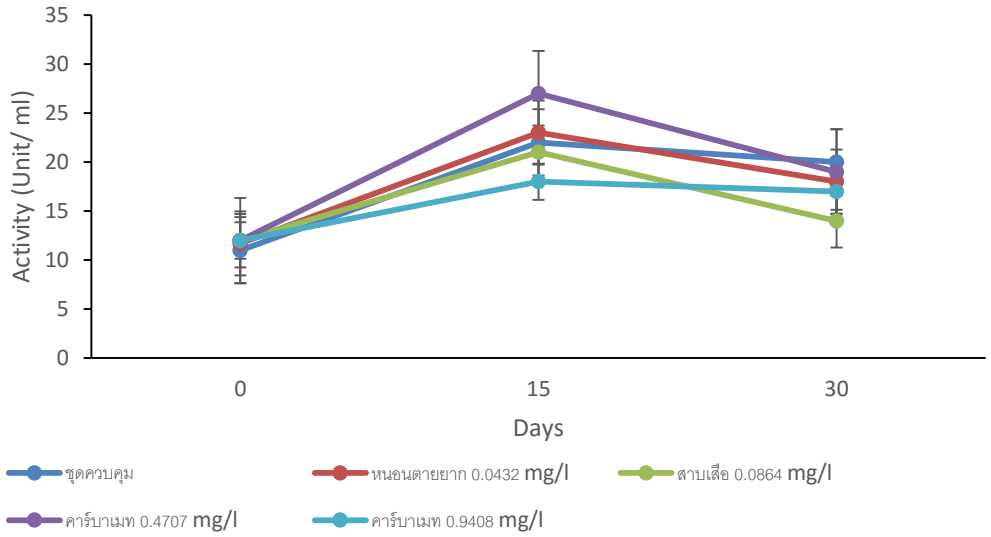
ภาพที่ 3 กิจกรรมอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส (AChE) ในสมองของปลานิลที่ได้รับสารสกัดจากพืชท้องถิ่นและคาร์บาเมท



ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์กิจกรรมของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในสมองปลานิลในช่วงเวลาต่างๆ

3. การทดสอบผลของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นและคาร์บาเมทต่อกิจกรรมไลโซไซม์จากซีรัมในปลานิล

จากการทดลองพบว่า ปลาที่ได้รับสารสกัดจากพืชท้องถิ่นทั้ง 2 ระดับ และคาร์บาเมททั้ง 2 ระดับ ไม่มีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ไลโซไซม์ในทางสถิติ ณ วันที่ 0, 15 และ 30 ของการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กิจกรรมของเอนไซม์ไลโซไซม์ในซีรั่มของปลานิลที่ได้รับสารสกัดจากพืชท้องถิ่นและคาร์บาเมท

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดจากพืชท้องถิ่นที่ผลิตจากพืชทั้ง 2 ชนิดมีค่า LC_{50} 96 ชั่วโมงต่อปลานิลต่ำกว่าค่า LC_{50} 96 ชั่วโมงจากสารเคมีกำจัดแมลง ประมาณ 10 เท่า ซึ่งจากการทดลองพบว่าไม่มีผลยับยั้งเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในสมองและซีรั่ม และเมื่อทำการทดสอบด้วยความเข้มข้นที่ไม่ทำให้ปลาตาย (sub-lethal concentration) พบว่าผลของคาร์บาเมทแสดงผลยับยั้งเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสอย่างชัดเจนตั้งแต่วันที่ 15 ของการได้รับสาร ส่วนผลการทดสอบกิจกรรมของไลโซไซม์ในซีรั่มพบว่าสารสกัดจากพืชท้องถิ่นทั้งสองชนิดและคาร์บาเมทไม่มีผลยับยั้งเอนไซม์ชนิดดังกล่าว แต่จากการศึกษาพฤติกรรมของปลาที่ได้สัมผัสกับคาร์บาเมทพบว่า ปลาแสดงพฤติกรรมที่ผิดปกติ เช่น การว่ายน้ำผิดรูปแบบ เปิด-ปิดเหงือกผิดจังหวะ สีลำตัวเข้มขึ้น เซื่องซึม อยู่นิ่งๆ ที่ก้นบ่อ และกินอาหารหมดช้ากว่าปกติ ซึ่งแตกต่างจากพฤติกรรมของปลาที่ได้สัมผัสกับสารสกัดจากพืชท้องถิ่นทั้งสองชนิด ซึ่งสอดคล้องกับผลของ Panase et al (2008) ที่ใช้สารสกัดผสมจากหนอนตายยากและสารภีเปรียบเทียบกับสารกำจัดแมลงเมทโธมิลทดสอบในปลานิลที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่า LC_{50} (96 ชั่วโมง) 5 และ 10 เท่า เป็นเวลา 75 วัน พบว่าเซลล์ต่างๆ ของปลาที่สัมผัสกับสารกำจัดแมลงเมทโธมิลบริเวณเหงือก รวมถึงเยื่อบุรอบๆ ซี่เหงือกถูกทำลายซึ่งจะนำไปสู่การหายใจที่ผิดปกติและก่อให้เกิดการตายของปลา ดังนั้น

แสดงให้เห็นว่าการใช้สารสกัดจากพืชท้องถิ่นในความเข้มข้นต่ำมีความปลอดภัยต่อการทำงานของสารสื่อประสาทและการทำงานของภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ และไม่เป็นอันตรายต่องสิ่งมีชีวิตในน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ 2560 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

เอกสารอ้างอิง

Ellman, G. L., Coutney, K. D., Andrea, V. and Featherstone, R. M. 1964. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. ***Biochemical pharmacology***. 7:88-95.

Ferrari, A., Venturino, A and Pechen de D'Angelo, A. M. 2010. Time course of brain cholinesterase inhibition and recovery following acute and subacute azinphosmethyl, parathion and carbaryl exposure in the goldfish (*Carassius auratus*). ***Ecotoxicology and Environmental Safety***. 57: 420-425.

Koskela, J., Rahkonen, R., Pasternack, M. and Knuutinen, H. 2004. Effect of immunization with two commercial vaccines on feed intake, growth, and lysozyme activity in European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) ***Aquaculture***. 234: 41-50.

Pandee, S., Sangjun, N. and Jatisatient, A. 2003. An acute toxicity tesing of *Stemona curtisii* Hk. F. ***Proceeding on The 3rd World Congress on Medicinal and Aromatic Plants for Human Welfare***. 3-7 Feb, 2003. Pang Suan Kaew Hotel, Chiang Mai, Thailand.

Panase, P., Saenphet, K. Jatistienr, A. and Saenphet, S. 2008. Microscopic Anatomy of Gill and Kidney of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Treated with Bioinsecticide from *Stemona curtisii* Hook.F. and *Mammea siamensis* Miq. T. in Comparision to Lannate. *J.Res.* ***Fisheries Technology***. 2: (in press).

การผลิตเครื่องแกงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในอำเภอถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช ให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย

Curry Paste Production Adhering to Food Safety Standardization by Farm Women Groups in Tham Phannara District of Nakhon Si Thammarat Province

กนกอร ตรีไวย[1*], สุนันท์ สีสังข์[2], สุพัชชา ขับกล่อมส่ง[3]

Kanokon Treewai [1*], Sunan Seesang [2], Supatcha Kubglomsong[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของสมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร กระบวนการผลิตเครื่องแกงตามมาตรฐานการผลิตขั้นต้น (Primary GMP) การผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร การปฏิบัติตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ ปัญหาและความต้องการของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในการส่งเสริมและการพัฒนาการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ สมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรผู้ผลิตเครื่องแกงในอำเภอถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้แบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรปฏิบัติตามมาตรฐานการผลิตขั้นต้น ทุกข้อและทุกครั้ง การผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร คุณลักษณะที่ต้องการและการบรรจุ ปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง เครื่องหมายและฉลากไม่ปฏิบัติตามมาตรฐาน การปฏิบัติตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ทุกครั้ง ปัญหาและความต้องการของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย คือ ด้านการตลาด สรุปผลการวิจัยพบว่า กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร 3 กลุ่ม จาก 8 กลุ่ม ปรับปรุงการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร เฉพาะหัวข้อย่อยเครื่องหมายและฉลาก เพื่อขอรับรองมาตรฐานอาหารปลอดภัย

คำสำคัญ: เครื่องแกง, กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร, จังหวัดนครศรีธรรมราช, มาตรฐานอาหารปลอดภัย

---

[1]นักศึกษาหลักสูตรเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต แขนงส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

[2]รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

[3]อาจารย์ ดร. สาขาวิชามนุษยนิเวศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

[*]**Corresponding author, E-mail:** sunan.see@stou.ac.th

Abstract

This research aimed to study basic socio-economic background of farm women group members, curry paste production process adhering to Primary GMP, curry paste production adhering to standardization of agricultural product, the packaging adhering to standardization, problems and needs of farm women group in an extension and development of curry paste production adhering to food safety standardization. The population in this study were farm women groups in Tham Phannara District, Nakhon Si Thammarat Province, by a interviewed questionnaire. The research results were found that overview the farm women group had practiced in curry paste production adhering to every items of Primary GMP at every times of production. In curry paste production adhering to standardization of agricultural product, desired quality and package were done at every times, but mark and label were non-compliance. They practiced adhering to packaging standardization at every times. They had problems and development needs in curry production adhering to food safety standardization were maeketing. To summarize, the research findings revealed that three out of eight farm women groups slightly improved curry paste production adhering to standardization of agricultural product sub-headings, marks and labels were qualified for approval of food safety standardization.

Keywords: Curry paste, Farm women group, Nakhon Si Thammarat Province, Food Safety Standardization

บทนำ

กรมส่งเสริมการเกษตรกำหนดแนวนโยบายส่งเสริมการเกษตรกรส่งเสริมและพัฒนาด้านการเกษตร ให้เกษตรกรอยู่ดีกินดีอย่างยั่งยืน โดยมีอาชีพที่มั่นคง รายได้ที่แน่นอน แต่ปัจจุบันเกษตรกรอำเภอถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช แม้มีผลผลิตหลักทางการเกษตรคือยางพาราแต่ไม่ได้แสดงถึงการมีรายได้ที่แน่นอน เพราะมีผลกระทบจากภายนอก เช่น กลไกตลาด ภัยธรรมชาติ ดังนั้นการสร้างภูมิคุ้มกันภายในชุมชนให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นสิ่งจำเป็น แต่ในชุมชนยังมีการซื้อวัตถุดิบในการประกอบอาหาร หรือซื้ออาหารสำเร็จรูปรับประทาน ผลิตเพื่อรับประทานเองเพียงส่วนหนึ่ง เพราะฉะนั้นจะต้องส่งเสริมและพัฒนาความมั่นคงทางอาหารในชุมชน ให้สามารถเข้าถึงอาหาร หรือมีฐานะทางเศรษฐกิจที่จะเข้าถึงอาหารได้ตลอดเวลา อาหารมีคุณค่าทางโภชนาการ ปลอดภัย และมีปริมาณที่เพียงพอในการตอบสนองต่อความต้องการด้านโภชนาการ เพราะความมั่นคงด้านอาหาร คือ การที่ประชาชนมี "ปริมาณ" อาหารเพื่อการบริโภคที่เพียงพอ มีความ "หลากหลาย" ของประเภท อาหารที่ได้รับ (food availability) และอาหารนั้น "มีคุณภาพ" หมายถึง มีคุณค่าทางโภชนาการและความ สะอาดปลอดภัย (food utilization) รวมทั้งประชาชนสามารถ "เข้าถึง" อาหาร อันเกิดจากระบบการกระจายอย่างทั่วถึง (food access) อย่างมีความเป็น "เสถียรภาพ" (food stability) องค์การอาหารและเกษตรแห่ง

สหประชาชาติ (FAO, 2006 อ้างถึงใน ศยามล เจริญรัตน์, 2557) ทั้งนี้การที่จะเกิดความมั่นคงทางอาหารได้นั้น จะต้องมีการผลิตอาหารหรือเป็นเจ้าของปัจจัยเหล่านั้นด้วย แต่ปัจจัยที่จะก่อให้เกิดความมั่นคงทางอาหารกลับอยู่ในภาวะที่วิกฤติจากการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตเชิงเศรษฐกิจ จากการเกษตรพอเพียงไปสู่การเกษตรหรือผลิตเพื่อการค้าที่พึ่งพิงปัจจัยการผลิตจากภายนอกมากกกว่าในอดีต เกษตรกรจึงต้องปรับตัว นอกจากนี้การผลิตอาหารเองยังลดรายจ่ายในการซื้ออาหาร และเมื่อผลิตเหลือจากบริโภคและแบ่งปันแล้ว สามารถนำไปขายเพื่อเป็นรายได้

กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรอำเภอถ้ำพรรณราจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้ตระหนักถึงความสำคัญในการประกอบอาชีพและการแปรรูปอาหารเพื่อความมั่นคงทางอาหารจึงได้มีการรวมตัวขึ้นเพื่อแปรรูปอาหารจากวัตถุดิบในชุมชนเป็นกลุ่มแปรรูปเครื่องแกง ต้องการพัฒนากระบวนการผลิตตามหลักเกณฑ์มาตรฐานอาหารปลอดภัย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้รับการรับรองมาตรฐาน และเพื่อสร้างโอกาสทางการตลาด สู่ความมั่นคงทางอาชีพ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research)

1. **ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง** ประชากรที่ศึกษา คือ สมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปเครื่องแกง อำเภอ ถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยโดยคำนวณจากสูตรของ Taro Yamane (Yamane, 1973 อ้างถึงใน เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ, 2561) จำนวน 136 ราย
2. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 5 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย
3. **การเก็บรวบรวมข้อมูล** โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง
4. **การวิเคราะห์ข้อมูล** โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

1. **สภาพพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของสมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร** พบว่า สมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 53.98 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาประถมศึกษา ประกอบอาชีพภาคการเกษตรด้วยการปลูกพืช พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 14.57 ไร่/ครัวเรือน รายได้จากการขายผลผลิตทางการเกษตรเฉลี่ย 124,436.24 บาท/ปี/ครัวเรือน รายจ่ายในการผลิตทางการเกษตร เฉลี่ย 8,742.65 บาท/ปี/ครัวเรือน ระยะเวลาที่เข้าเป็นสมาชิกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเฉลี่ย 4.48 ปี รายได้จากการเป็นสมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร เฉลี่ย 1,902.54 บาท/ปี/ราย สมาชิกได้รับความรู้ผ่านการอบรมเกี่ยวกับวิธีการผลิตเครื่องแกงและมาตรฐานการผลิตขั้นต้น นอกจากนี้ ยังได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและจากข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต

2. กระบวนการผลิตเครื่องแกงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรตามมาตรฐานการผลิตขั้นต้น (Primary GMP)

จากหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตและเก็บรักษาอาหารแปรรูปที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิต และเก็บรักษาอาหารแปรรูปที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย (กระทรวงสาธารณสุข, 2555) พบว่า

2.1 สถานที่ตั้งและอาคารผลิต ในภาพรวมกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ร้อยละ 83.5 และในแต่ละหัวข้อย่อยปฏิบัติ ดังนี้

1) สถานที่ตั้ง ตัวอาคาร และที่ใกล้เคียง พบว่า ไม่มีการสะสมสิ่งปฏิกูล ไม่มีฝุ่นควันมากผิดปกติ ไม่มีวัตถุอันตราย ไม่มีคอกปศุสัตว์หรือสถานเลี้ยงสัตว์ ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก ท่อหรือทางระบายน้ำนอกอาคารเพื่อระบายน้ำทิ้ง ไม่มีการสะสมสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว

2) อาคารผลิตหรือบริเวณผลิต พบว่า มีการแยกบริเวณผลิตอาหารออกเป็นสัดส่วนจากที่พักอาศัยและผลิตภัณฑ์อื่นๆ แสงสว่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน มีท่อหรือทางระบายน้ำทิ้ง สะอาด ถูกสุขลักษณะ เป็นระเบียบและไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว ยกเว้น ไม่สามารถป้องกันสัตว์และแมลงเข้าสู่อาคารและบริเวณผลิต หรือ สัมผัสอาหาร สอดคล้องกับ ชมพูนุช โสมาลีย์ และคณะ (2551) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และยืดอายุการเก็บรักษาเครื่องแกงปักษ์ใต้เพื่อยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท้องถิ่น: กรณีศึกษาเครื่องแกงคั่วกลิ้งและเครื่องแกงส้ม พบว่า สถานที่ผลิตเครื่องแกง ควรปรับปรุงสุขาภิบาลสถานที่ผลิต เนื่องจากอาคารผลิตไม่มีมุ้งลวดกันแมลง และสอดคล้องกับ นริศา เหละดุวิ (2553) ศึกษาเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำพริกแกงกลุ่มแม่บ้านปากคู อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า มีช่องว่างระหว่างหลังคากับสังกะสี บริเวณพื้นมีช่องว่างให้หนูผ่านเข้าออก

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต พบว่า ปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ร้อยละ 90.3 และในแต่ละหัวข้อย่อย ปฏิบัติดังนี้ การติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ทำความสะอาดง่าย พื้นผิวหรือโต๊ะปฏิบัติงานที่สัมผัสกับอาหารทำด้วยวัสดุเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นพิษ ทนต่อการกัดกร่อน และสูงจากพื้นหรือมีมาตรการอื่นตามความเหมาะสม และทำด้วยวัสดุผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นพิษ ทนต่อการกัดกร่อน สภาพสะอาด

2.3 การควบคุมกระบวนการผลิต พบว่า โดยภาพรวมปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ร้อยละ 75.2 และในแต่ละหัวข้อย่อย ปฏิบัติดังนี้

1) วัตถุดิบ ส่วนผสมต่างๆ และภาชนะบรรจุ ปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง คือ มีการคัดเลือก มีการล้างทำความสะอาดอย่างเหมาะสมในบางประเภทที่จำเป็น มีการใช้วัตถุเจือปนอาหารตามที่กฎหมายกำหนด (กระทรวงสาธารณสุข, 2559) และการเก็บรักษาอย่างเหมาะสม

2) กระบวนการผลิต ปฏิบัติตามมาตรฐานบางครั้ง คือ ในระหว่างการผลิตอาหารมีการดำเนินการขนย้ายวัตถุดิบ ส่วนผสม ภาชนะบรรจุ และบรรจุภัณฑ์ในลักษณะที่ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน สอดคล้องกับ ชมพูนุช โสมาลีย์ และคณะ (2551) พบว่า ในระหว่างการผลิตอาหารมีการวางวัตถุดิบและขนย้ายบนพื้นในบางขั้นตอนการผลิต

3) การควบคุมกระบวนการผลิต ปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง คือ มีการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม

4) น้ำสัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต ในภาพรวมปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง คือ มีการขนย้าย การเก็บรักษา การนำไปใช้ในสภาพที่ถูกสุขลักษณะ แต่ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานบางหัวข้อ คือ มีคุณภาพหรือมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐาน (กระทรวงสาธารณสุข, 2524)

5) น้ำแข็งที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต ในภาพรวมปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง คือ มีการขนย้าย การเก็บรักษา การนำไปใช้ในสภาพที่ถูกสุขลักษณะ แต่ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานบางหัวข้อ คือ มีคุณภาพหรือมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (กระทรวงสาธารณสุข, 2527, 2534)

สอดคล้องกับ ชมพูนุช โสมาลีย์ และคณะ (2551) คือ ทางกลุ่มไม่ได้มีการส่งน้ำและน้ำแข็งตรวจสอบคุณภาพกับห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน

6) ผลิตภัณฑ์ ปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง คือ มีการคัดแยกหรือทำลายผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม และมีการเก็บรักษาอย่างเหมาะสมและการขนส่งในลักษณะที่ป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมสลาย

2.4 การสุขาภิบาล พบว่า โดยภาพรวมปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ร้อยละ 65.0 และในแต่ละหัวข้อย่อยปฏิบัติดังนี้

1) น้ำที่ใช้ภายในสถานที่ผลิต เป็นน้ำสะอาด มีการจัดการการระบายน้ำทิ้งและสิ่งโสโครก มีภาชนะสำหรับใส่ขยะพร้อมฝาปิดและตั้งอยู่ในที่ที่เหมาะสมและเพียงพอ และมีวิธีการกำจัดขยะที่เหมาะสม

2) ห้องส้วมและอ่างล้างมือหน้าห้องส้วม ห้องส้วมแยกจากบริเวณผลิตหรือไม่เปิดสู่บริเวณผลิตโดยตรง มีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และสะอาด มีอ่างล้างมือพร้อมสบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรคและอุปกรณ์ทำให้มือแห้ง อ่างล้างมือและอุปกรณ์อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ สะอาด และมีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน

3) อ่างล้างมือบริเวณผลิต มีสบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรค อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ และสะอาด มีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน และอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม พบว่าโดยรวมปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้งแต่อยู่ในร้อยละเพียง 43.40 สอดคล้องกับ วสาวี พิชัย และคณะ (2551) ศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP) ในโรงงานแปรรูป ปลาร้า กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ปลาร้าบ้องสมุนไพรครูแหวว พบว่า บางกลุ่มไม่มีอ่างล้างมือบริเวณผลิต ไม่มีสบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรค อยู่ในสภาพไม่พร้อมใช้งาน มีจำนวนไม่เพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน และอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม

2.5 การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด พบว่า ปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ร้อยละ 79.9 และในแต่ละหัวข้อย่อย ปฏิบัติดังนี้ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอและอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ มีวิธีการหรือมาตรการดูแลทำความสะอาดอาคารผลิตอย่างสม่ำเสมอ และมีการเก็บสารเคมีทำความสะอาดหรือสารเคมีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสุขลักษณะ และมีป้ายแสดงชื่อแยกให้เป็นสัดส่วนและปลอดภัย

2.6 บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน พบว่า โดยภาพรวมปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ร้อยละ 65.9 และในแต่ละหัวข้อย่อย ปฏิบัติดังนี้

1) ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณผลิตอาหาร ไม่มีบาดแผล ไม่เป็นโรค หรือพาหะของโรค (โรคเรื้อน วัณโรคในระยะอันตราย โรคติดยาเสพติด โรคพิษสุราเรื้อรัง โรคเท้าช้าง โรคผิวหนังที่น่ารังเกียจ)

2) ผู้ปฏิบัติงานที่ทำหน้าที่สัมผัสกับอาหาร มีการสวมหมวกตาข่ายหรือผ้าคลุมผม มือและเล็บต้องสะอาด แต่งกายสะอาด เสื้อคลุมหรือผ้ากันเปื้อนสะอาด ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ไม่สวมใส่เครื่องประดับ และมาตรการจัดการรองเท้าที่ใช้ในบริเวณผลิต และพบว่าไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานบางหัวข้อ คือ มีการแสดงคำเตือนห้ามมิให้บุคคลใดแสดงพฤติกรรมอันน่ารังเกียจในสถานที่ผลิต มีวิธีการหรือข้อปฏิบัติสำหรับผู้ไม่เกี่ยวข้องที่เข้าไปในบริเวณผลิต

3. การผลิตเครื่องแกงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร

จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.129/2556 น้ำพริกแกง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์, 2556) พบว่า

3.1 คุณลักษณะที่ต้องการ พบว่า ในภาพรวมปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ร้อยละ 69.8 และในแต่ละหัวข้อย่อย ปฏิบัติดังนี้ ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ วัตถุเจือปนอาหาร ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด วัตถุเจือปนอาหาร หากมีการใช้วัตถุกันเสียและวัตถุกันหืน ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด ต้องมีสีและกลิ่นตามธรรมชาติของเครื่องแกง ส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ แต่พบว่ามีไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานบางหัวข้อ คือ มีการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ และพบไม่เกินปริมาณที่กำหนด สอดคล้องกับ ชมพูนุช โสมาลีย์ และคณะ (2551) พบว่า ทางกลุ่มไม่ได้มีการส่งผลิตภัณฑ์วิเคราะห์ทางเคมี กับห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน

3.2 การบรรจุ พบว่า ปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ร้อยละ 100.0 คือ ภาชนะบรรจุสะอาด ปิดสนิท ป้องกันสิ่งปนเปื้อนได้ และน้ำหนักสุทธิไม่น้อยกว่าที่ระบุในฉลาก

3.3 เครื่องหมายและฉลาก พบว่า ในภาพรวมไม่ปฏิบัติตามมาตรฐาน ร้อยละ 53.0 และในแต่ละหัวข้อย่อยปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ได้แก่ ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามด้วยชื่อแกง และชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้งหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐาน ได้แก่ วัน เดือน ปี ที่ทำ และหมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี) ” วิธีทำเพื่อรับประทาน เลขสารบบอาหาร น้ำหนักสุทธิ ส่วนประกอบที่สำคัญ สอดคล้องกับชมพูนุช โสมาลีย์ และคณะ (2551) คือ น้ำหนักสุทธิ ส่วนประกอบที่สำคัญ และชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้งหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ต้องระบุข้อความในฉลากแก่ผู้บริโภค

4. การปฏิบัติของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เครื่องแกง

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 295) พ.ศ.2548 เรื่องกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก พบว่า ในภาพรวมมีการปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง ร้อยละ 88.9 คือ สะอาด ไม่มีสารอื่นออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ไม่มีสีออกมาปนเปื้อนกับอาหาร แต่พบว่าไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานบางหัวข้อ คือ มีผลการวิเคราะห์คุณภาพภาชนะบรรจุ (กระทรวงสาธารณสุข, 2548)

5. การปฏิบัติในการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัยของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร

การปฏิบัติในการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัยของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร พบว่า กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร 3 กลุ่มจาก 8 กลุ่ม ปรับปรุงการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร เฉพาะหัวข้อย่อยเครื่องหมายและฉลาก เพื่อขอการรับรองมาตรฐานอาหารปลอดภัย ส่วนอีก 5 กลุ่มต้องปรับปรุงมาตรฐานการผลิตขั้นต้นการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร ก่อนขอการรับรองตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความพร้อมของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในการขอรับรองมาตรฐานอาหารปลอดภัย

กลุ่ม	ร้อยละการปฏิบัติตามมาตรฐาน (มากที่สุด)				
	มาตรฐานอาหารปลอดภัย	Primary GMP	**มาตรฐาน** สินค้า	**มาตรฐาน** บรรจุภัณฑ์	**สรุปผล**
1. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสามัคคีธรรมบ้านนาแยะใต้	90.0 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	ปรับปรุงเล็กน้อย - เครื่องหมายและฉลาก
2. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรรักษ์คลองเส	90.0 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	ปรับปรุงเล็กน้อย - เครื่องหมายและฉลาก
3. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านทรายเพชร	70.0 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	ปรับปรุง - การสุขาภิบาล บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติ - เครื่องหมายและฉลาก
4. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเกาะขวัญ	75.1 ทุกครั้ง	76.2 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	ปรับปรุง - การสุขาภิบาล - เครื่องหมายและฉลาก
5. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านคลองเล	60.0 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	33.4 บางครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	ปรับปรุง - การสุขาภิบาล บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติ - เครื่องหมายและฉลาก
6. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านทุ่งหนองควาย	70.0 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	ปรับปรุง - การสุขาภิบาล บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติ - เครื่องหมายและฉลาก

กลุ่ม	ร้อยละการปฏิบัติตามมาตรฐาน (มากที่สุด)				
	มาตรฐานอาหารปลอดภัย	Primary GMP	มาตรฐานสินค้า	มาตรฐานบรรจุภัณฑ์	สรุปผล
7. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านควนจำปา	60.0 ทุกครั้ง	50.0 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	ปรับปรุง - การสุขาภิบาล การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติ - เครื่องหมายและฉลาก
8. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแหลมดิน	90.0 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	66.7 ทุกครั้ง	100.0 ทุกครั้ง	ปรับปรุงเล็กน้อย - เครื่องหมายและฉลาก

6. ปัญหาของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย

6.1 มาตรฐานการผลิตขั้นต้น พบว่า ปัญหาในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.67) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน มีความรุนแรงของปัญหาระดับปานกลาง จำนวน 4 หัวข้อ ได้แก่ การสุขาภิบาล การควบคุมกระบวนการผลิต การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด และสถานที่ตั้งและอาคารผลิต ระดับน้อย จำนวน 2 หัวข้อ คือ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

6.2 การผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร พบว่า ปัญหาในภาพรวมระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.00) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน มีความรุนแรงของปัญหาระดับปานกลาง จำนวนทั้ง 3 หัวข้อ ได้แก่ คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

6.3 การปฏิบัติตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ พบว่า ปัญหาในภาพรวมระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.62) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน มีความรุนแรงของปัญหาระดับปานกลาง คือ คุณภาพหรือมาตรฐานภาชนะบรรจุ

6.4 ด้านอื่นๆ พบว่า ปัญหาในภาพรวมระดับน้อย ($\overline{X}$ =2.43) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน มีความรุนแรงของปัญหาระดับมาก ได้แก่ การตลาดและเงินทุน ระดับปานกลาง ได้แก่ วัสดุ อุปกรณ์ และวัตถุดิบ ระดับน้อย ได้แก่ มีการบันทึกและเก็บข้อมูล ความรู้ และการบริหารจัดการ และระดับน้อยที่สุด คือ แรงงาน ส่วนอื่นๆ ไม่มี

7. ความต้องการของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในการส่งเสริมและการพัฒนาการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย

7.1 มาตรฐานการผลิตขั้นต้น พบว่า ความต้องการการพัฒนาในภาพรวมระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.15) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน มีความต้องการในการพัฒนาระดับมาก จำนวน 2 หัวข้อ คือ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต และสถานที่ตั้งและอาคาร ระดับปานกลาง จำนวน 4 หัวข้อ ได้แก่ การสุขาภิบาล การควบคุมกระบวนการผลิต บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษาและการทำความสะอาด

7.2 การผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร พบว่า ความต้องการการพัฒนาในภาพรวมระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.79) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน มีความต้องการการพัฒนาระดับปานมาก 2 หัวข้อ คือ คุณลักษณะที่ต้องการ และการบรรจุ ระดับปานกลาง จำนวน 1 หัวข้อ คือ เครื่องหมายและฉลาก

7.3 การปฏิบัติตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ พบว่า ในภาพรวมระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.30) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน มีความต้องการการพัฒนาระดับปานกลาง คือ คุณภาพหรือมาตรฐานภาชนะบรรจุ

7.4 ด้านอื่นๆ พบว่า ในภาพรวมระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 2.85) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน มีความต้องการการพัฒนาระดับมากที่สุด คือ การตลาด ระดับมาก คือ เงินทุน และวัสดุ อุปกรณ์ ระดับปานกลาง คือ การบันทึกและเก็บข้อมูล วัตถุดิบ ความรู้ และการบริหารจัดการ ระดับน้อย คือ แรงงาน ส่วนอื่นๆ ไม่มี

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สามารถสรุปความพร้อมของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในการเสนอขอรับรองการผลิตเครื่องแกงตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย คือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร 3 กลุ่มจาก 8 กลุ่ม ปรับปรุงการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร เฉพาะหัวข้อย่อยเครื่องหมายและฉลาก เพื่อขอการรับรองมาตรฐานอาหารปลอดภัย คือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสามัคคีธรรมบ้านนาแยะใต้ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรรักษ์คลองเส และกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแหลมดิน ส่วนอีก 5 กลุ่มต้องปรับปรุงมาตรฐานการผลิตขั้นต้น หัวข้อ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติ การผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร หัวข้อคุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก และตรวจประเมินอีกครั้งก่อนขอการรับรองตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย

การอภิปรายผล

1. กระบวนการผลิตเครื่องแกงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรตามมาตรฐานการผลิตขั้นต้น โดยภาพรวมปฏิบัติตามมาตรฐานทุกครั้ง แสดงว่า กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรปรับปรุงข้อบกพร่องย่องบางหัวข้อ เพื่อเตรียมพร้อมในการเสนอขอการรับรองมาตรฐานการผลิตขั้นต้น

2. การผลิตเครื่องแกงของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรให้ได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร ต้องปรับปรุง คือ การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทางเคมี และจุลินทรีย์กับห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน เครื่องหมายและฉลาก เรื่องน้ำหนักสุทธิ ส่วนประกอบที่สำคัญ วัน เดือน ปี ที่ทำ และหมดอายุ วิธีทำเพื่อรับประทาน และเลขสารบบอาหาร ดังนั้นต้องตรวจวิเคราะห์อายุการเก็บผลิตภัณฑ์ และขอรับรองมาตรฐานอาหารปลอดภัยพร้อมระบุในฉลาก

3 การปฏิบัติของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เกี่ยวกับคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก ไม่มีการส่งวิเคราะห์คุณภาพหรือมาตรฐานภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติกทางเคมี เนื่องจากระยะทางในการขนส่งไกลและต้นทุนในการวิเคราะห์

4. ปัญหาและความต้องการของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในส่งเสริมและพัฒนาการผลิตเครื่องแกงให้ได้ตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย คือ การตลาด เงินทุน ดังนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาด้านตลาด และการจัดหาแหล่งทุน

5. ความพร้อมของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในการเสนอขอรับรองการผลิตเครื่องแกงตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย พบว่า กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรจำนวน 3 กลุ่ม มีการปฏิบัติที่ดีและปรับปรุงบางหัวข้อย่อย หน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการสนับสนุนเพื่อเสนอขอการรับรองการผลิตเครื่องแกงที่ได้มาตรฐานอาหารปลอดภัย ส่วนอีก 5 กลุ่ม ที่ยังมีปัญหาบางประการ จะต้องมีการปรับปรุงการผลิตให้ได้ตามมาตรฐาน ตรวจประเมินอีกครั้งก่อนขอการรับรองต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะต่อกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปเครื่องแกง

1) ควรปรับปรุงสถานที่ตั้งและอาคารผลิต ให้เป็นระบบปิด มีประตูป้องกันสัตว์ มีตาข่ายป้องกันแมลง การสุขาภิบาล ติดตั้งอ่างล้างมือบริเวณผลิตพร้อมสบู่และน้ำยาฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้าบริเวณผลิต การควบคุมกระบวนการผลิต ขนย้ายและวางวัตถุดิบ ส่วนผสม ภาชนะบรรจุ และบรรจุภัณฑ์บนโต๊ะ หรือที่รอง ไม่วางบนพื้น

2) ควรจัดทำป้ายแสดงคำเตือนห้ามมิให้บุคคลใดแสดงพฤติกรรมอันน่ารังเกียจในสถานที่ผลิตอาหาร จัดทำป้ายคำแนะนำ วิธีการหรือข้อปฏิบัติสำหรับผู้ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตที่มีความจำเป็นต้องเข้าไปในบริเวณผลิต

3) จะต้องตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำแข็ง ผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก ทางเคมีและทางจุลินทรีย์กับห้องปฏิบัติการตามที่กฎหมายกำหนด

4) จะต้องแสดงข้อมูลบนฉลากให้ครบถ้วนตามที่มาตรฐานกำหนด เพื่อแสดงข้อมูลแก่ผู้บริโภค และประชาสัมพันธ์สินค้า

5) ควรมีการระดมทุนจากสมาชิกในกลุ่ม หรือรวมกลุ่มเพื่อเข้าถึงแหล่งเงินทุน ในการก่อตั้งกลุ่มจัดสร้างอาคารผลิต วัสดุ อุปกรณ์ วัตถุดิบการผลิต ปัจจัยการผลิต เพื่อเป็นทุนตั้งต้นของกลุ่ม

6) ควรให้ความสำคัญในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากจากแหล่งต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ และสื่อสังคมออนไลน์ ให้เกษตรกรเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ และข้อมูลการผลิตตามมาตรฐาน เพื่อการผลิตอย่างยั่งยืน

1.2 ข้อเสนอแนะต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1) กรมส่งเสริมการเกษตร ควรให้ความรู้ เรื่อง มาตรฐานการผลิตอาหารปลอดภัยแก่สมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร รวมทั้งส่งเสริมการจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการแปรรูป

2) กรมส่งเสริมการเกษตร ควรส่งเสริมให้สมาชิกกลุ่ม และเกษตรกรในชุมชนปลูกพืชที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องแกง เพื่อให้มีรายได้เสริมและควบคุมให้ผลิตวัตถุดิบอย่างปลอดภัย

3) กรมส่งเสริมการเกษตร ร่วมกับกระทรวงพาณิชย์ ควรมีการวางแผนการตลาด ส่งเสริมและให้ความรู้การประชาสัมพันธ์ การตลาดสินค้าเกษตร

4) ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรควรสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำในการก่อตั้งกลุ่มเกษตรกร

5) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชน ควรมีสนับสนุนงบประมาณในการก่อตั้งกลุ่ม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาในเรื่องการส่งเสริมการโฆษณา ประชาสัมพันธ์ การจัดแสดงสินค้า การตลาดของผลิตภัณฑ์แปรรูปของชุมชน

2.2 ควรศึกษาแนวทางการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้การแปรรูปอาหารเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ของเกษตรกรเพื่อเป็นอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ และมีผลพลอยได้คือการประชาสัมพันธ์กลุ่ม และยอดขายผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม

2.3 ควรศึกษาแนวส่งเสริมการปลูกพืชผัก สมุนไพร ที่เป็นวัตถุดิบของกลุ่มแก่เกษตรกรในชุมชน เพื่อทำให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ ปลอดภัย ราคาไม่แพง และส่งเสริมรายได้ทางการเกษตรอีกทางหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนจาก แขนงวิชาส่งเสริมการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร อำเภอถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ในการการเผยแพร่ผลงานวิชาการ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2524). **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 61) พ.ศ. 2524 เรื่อง น้ำในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท**. 7 กันยายน 2524.

กระทรวงสาธารณสุข. (2527) **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 78) พ.ศ. 2527 เรื่อง น้ำแข็ง.** 16 มกราคม 2527.

กระทรวงสาธารณสุข. (2534). **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 137) พ.ศ. 2534 เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 2).** 23 เมษายน 2534.

กระทรวงสาธารณสุข. (2548). **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 295) พ.ศ.2548 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก**. 30 ธันวาคม 2548.

กระทรวงสาธารณสุข. (2555). **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 342) พ.ศ. 2555 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และเก็บรักษาอาหารแปรรูปที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย.** 17 เมษายน 2555.

กระทรวงสาธารณสุข. (2559). **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 381) พ.ศ. 2559 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 4).** 3 พฤศจิกายน 2559.

ชมพูนุช โสมาลีย์ และคณะ. (2551). **การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และยืดอายุการเก็บรักษาเครื่องแกงปักษ์ใต้เพื่อยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท้องถิ่น : กรณีศึกษาเครื่องแกงคั่วกลิ้งและเครื่องแกงส้ม**. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เครือข่ายการวิจัยตอนล่าง.

นริศา เหละดุวิ. (2553). **การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำพริกแกงกลุ่มแม่บ้านปากคู อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ. (2561). **ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยและสถิติเพื่อการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร (หน่วยที่ 5).** นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วสาวี พิชัย และคณะ. (2551). **การประยุกต์ใช้วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP) ในโรงงานแปรรูป ปลาร้า กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ปลาร้าบ้องสมุนไพรครูแหวว**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ศยามล เจริญรัตน์. (2557). “ความมั่นคงทางอาหาร ป่าชุมชนกับการผลักดันเรื่องความเป็นธรรมเพื่อชุมชนท้องถิ่น” ใน **ประชุมวิชาการประจำปี 57 สถาบันวิจัยสังคม.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 14.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2556). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.129/2556 น้ำพริกแกง NAMPHRIK KAENG**. 5 กันยายน 2556.

การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการทำสวนสละอินโด อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี

The Study of Influence Factors Which Effect to Salacca Farming at Yarang Distric, Pattani Province

นูรีนา แยนา[1], รวยดา ยาลอ[1] และปัทมา พิศภักดิ์[1*]

Nureena Yaena[1], Ruada Yalo[1] and Pattama Pisapak[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาทางกายภาพมีอิทธิพลต่อการทำสวนสละอินโด โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและน้ำจากสวนสละอินโด 3 สวน ได้แก่ สวนที่ 1 ตำบลยะรัง อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี สวนที่ 2 และสวนที่ 3 ตำบลปิตูมูดี อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ผลการวิจัยทั้ง 3 สวน พบว่า มีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ย 29.84%, 27.23% และ 23.50% ตามลำดับ อุณหภูมิดินเฉลี่ยที่ระดับความลึก 7 เซนติเมตร เท่ากับ 26.2 °C,26 °C และ 26.9 °C ตามลำดับ ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 2.33, 1.98 และ 1.83 ตามลำดับ ปริมาณธาตุไนโตรเจน 0.09%, 0.11% และ 0.08% ตามลำดับ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส 217 ppm, 7 ppm และ 64 ppm ปริมาณธาตุโพแทสซียม 127 ppm, 44 ppm และ 66 ppm ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่างของดินเฉลี่ย 5.48, 3.86 และ 4.63 ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเฉลี่ย 6.9, 7.03 และ 6.9ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าความเหมาะสมของการปลูกสละอินโด พบว่า สวนที่ 1 มีความเหมาะสมมากที่สุด และเมื่อพิจารณาความคุ้มทุนในการปลูก พบว่า เกษตรกรมีรายได้ผลกำไรต่อปีในสวนที่ 1 สูงสุด สอดคล้องกับปัจจัยทางกายภาพที่มีความเหมาะสมมากที่สุดเช่นกัน

คำสำคัญ: ปัจจัยทางกายภาพ, สละอินโด, ดิน, น้ำ

---

[1]หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, Email:** pattama.p@yru.ac.th

ABSTRACT

The purpose of this research is to study a physical factors on Salacca farming by using analysis of soil samples and water samples in 3 farming, Pitumudee, Yarang Pattani were study. The results shown that soil moistures of all farms are 29.84%, 27.23% and 23.50%, respectively. Soil temperatures are 26.2 °C, 26 °C and 26.9 °C, respectively. Specific gravities are 2.33, 1.98 and 1.83, respectively. Moreover, the acidity-alkalinity of soil is 5.48, 3.86 and 4.63, respectively and the acidity-alkalinity of water is is 6.9, 7.03 and 6.97, respectively. Nitrogens are 0.09%, 0.11% and 0.08% 1.42%, respectively. Phosphorus are 217 ppm, 7 ppm and 64 ppm, respectively. Potassiums are 127 ppm, 44 ppm and 66 ppm, respectively. When compared with the appropriateness for the Salacca growth finding is farming 1 are the most appropriate for Salacca growth. Considering of the cost effectiveness of farming finding is agriculturist has the highest profit per year in the farming 1 consistent with the most suitable physical factors.

Keywords: physical factors, salacca, soil, water

บทนำ

สละอินโดชื่อวิทยาศาสตร์ *Salacca magnifica J.P.Mogea* เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศอินโดนีเซีย และมีการปลูกทั่วประเทศ เป็นผลไม้เศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ตลาดในประเทศไทยมีความต้องการสูงในปัจจุบัน ขายได้ราคาและดูแลง่าย ปลูก 2 ปี ก็ให้ผลผลิต มีการส่งเสริมให้ปลูกเชิงพาณิชย์เป็นสินค้าส่งออกของประเทศ ประมาณปี พ.ศ. 2512 มีการนำเมล็ดพันธุ์สละอินโดเข้ามายังประเทศไทยโดยคนไทย และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ ต่อมาให้ผลผลิตดีและเป็นที่นิยมบริโภคของคนไทย จึงมีการขยายพันธุ์และปลูกกันอย่างกว้างขวางและเพิ่มพื้นที่ปลูกขึ้นมายังภาคใต้ตอนบนและภาคกลางของประเทศ และกำลังเข้าสู่พื้นที่ของภาคอีสาน โดยการปลูกแซมในสวนยางพารา ซึ่งสละชอบสภาพอากาศและความชุ่มชื้นเช่นนั้น [1] สละอินโดเป็นผลไม้มีประโยชน์มากมาย เช่น เพิ่มความชุ่มชื้นให้กับร่างกาย มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน บำรุงสมอง เสริมสร้างความจำ ช่วยในการบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง ช่วยบำรุงและลดความเสี่ยง ของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด [2]

ในปัจจุบันเกษตรกรไทยสละอินโดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้หลักของเกษตรกรผู้ปลูกในบางจังหวัด ซึ่งในจังหวัดปัตตานี พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นภูเขาและที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำปัตตานีและแม่น้ำสายบุรีไหลผ่านอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ยระหว่าง 100-200 เมตร สภาพและลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกทำการเกษตรกรรม [3]

ดังนั้นหากสามารถเพิ่มผลผลิตสละอินโดในช่วงนี้ได้ก็จะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของสละอินโดที่จะส่งผลต่อการออกดอกและการติดผลของสละอินโดจะมาจากปัจจัยภายนอกเป็นหลัก เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิของดิน ความเป็นกรด-ด่างของดินและน้ำในการปลูกสละอินโด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจ

ที่จะศึกษาสภาพทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการปลูกสละอินโด เพื่อเป็นแนวทางในการปลูกสละอินโดอย่างมีประสิทธิภาพและใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงสวนสละอินโดต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการทำสวนสละอินโดอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ซึ่งได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิของดิน ความถ่วงจำเพาะของดิน ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของดิน ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของน้ำ และธาตุอาหารหลักในดิน

วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การเก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการปลูกสละอินโดโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเกี่ยวกับต้นทุนและรายได้จากการปลูกสละอินโด
2. การเก็บตัวอย่างภาคสนาม

2.1 การเก็บตัวอย่างดิน

2.1.1 เตรียมเครื่องมือสำหรับขุดหรือเจาะเก็บดิน ได้แก่ จอบและเสียม ส่วนภาชนะที่ใส่ดิน ได้แก่ ถุงซิปล็อค

2.1.2 เก็บโดยการสุ่มตัวอย่างดินสวนละ 3 จุดโดยระยะห่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างกับต้นสละอินโดห่างกัน 2 เมตร

2.1.3 เก็บตัวอย่างดินสวนละ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม โดยก่อนขุดดินจะต้องถางหญ้า กวาดเศษพืชหรือวัสดุที่อยู่ผิวหน้าดินออกเสียก่อน แล้วใช้จอบหรือเสียมขุดหลุมเป็นรูป V ให้ลึกในแนวดิ่ง ประมาณ 15 เซนติเมตร แล้วแซะเอาดินด้านหนึ่งเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตรจากปากหลุมถึงก้นหลุมใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้

2.1.4 บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างดินของแต่ละตัวอย่าง

2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำ

2.2.1 เตรียมขวดพลาสติก สำหรับใส่ตัวอย่างน้ำ

2.2.2 เก็บตัวอย่างน้ำใส่ลงในขวดพลาสติก แล้วบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างน้ำของแต่ละตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสละอินโด โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและน้ำ

3.1 การหาความชื้นในดิน มีวิธีการ [4] ดังนี้

3.1.1 เตรียมตัวอย่างดิน 100 กรัม แล้วนำถ้วยกระดาษชานอ้อยไปชั่งน้ำหนัก

3.1.2 บรรจุตัวอย่างดินลงในถ้วยกระดาษชานอ้อย 3 ตัวอย่างแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำถ้วยกระดาษชานอ้อยที่เก็บตัวอย่างดินเข้าตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิในการอบที่ 105 ± 5 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

3.1.3 นำถ้วยกระดาษชานอ้อยที่เก็บตัวอย่างดินออกจากตู้อบ จึงนำมาชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกผลน้ำหนักถ้วยกระดาษชานอ้อยกับน้ำหนักดินแห้งที่ได้ และนำค่าที่ได้จากการชั่งดินก่อนเข้าตู้อบและหลังออกจากตู้อบไปคำนวณหาค่าปริมาณความชื้นในดินซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$\omega = \frac{\mathrm{M}_w}{\mathrm{M}_s} \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ ω คือ ร้อยละโดยน้ำหนัก (%)

M_W คือ น้ำหนักน้ำในดิน (g)

M_S คือ น้ำหนักดินอบแห้ง (g)

3.2 การหาอุณหภูมิของดิน โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิที่ระดับความลึก 7 เซนติเมตรซึ่งอุณหภูมิของดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสละอินโด ซึ่งพืชวงศ์ Palmae สามารถเจริญเติบโตได้ดีเกือบทุกสภาพพื้นที่แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตมากที่สุดในช่วงอุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส [2]

3.3 การหาความถ่วงจำเพาะของดิน มีวิธีการ [4] ดังนี้

3.3.1 นำดินใส่ในขวดรูปชมพู่ 50 กรัม และใส่น้ำ 500 มิลลิลิตร แล้วไล่ฟองอากาศโดยนำไปต้ม 10 นาที

3.3.2 เติมน้ำกลั่นให้ระดับท้องน้ำอยู่ที่ขีด 500 มิลลิลิตรพอดี แล้วตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องจนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำในขวดรูปชมพู่เท่ากับอุณหภูมิห้อง หรืออุณหภูมิที่ต้องการ

3.3.3 นำขวดรูปชมพู่ไปชั่ง จะได้เป็นน้ำหนักของขวดรูปชมพู่ + น้ำ + ดิน แล้วจึงวัดอุณหภูมิจนกระทั่งอุณหภูมิคงที่ แล้วจึงบันทึกค่าอุณหภูมินี้ไว้ หลังจากนั้นนำไปเทใส่ภาชนะโดยต้องเทดินออกให้หมด จนกระทั่งขวดรูปชมพู่สะอาด เสร็จแล้วจึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส โดยทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง

3.3.4 นำดินที่อบแห้งไปชั่ง แล้วบันทึกค่า เมื่อลดน้ำหนักจากภาชนะออก จะได้เป็นน้ำหนักของดินแห้ง นำค่าที่ได้มาคำนวณได้จากสมการ (2) [4]

$$G_s = \frac{W_s K}{W_s + W_{FW} - W_{FWS}} \qquad (2)$$

เมื่อ G_S คือ ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินที่อุณหภูมิน้ำ 20 °C

W_S คือ น้ำหนักของตัวอย่างดินที่อบแห้ง

W_{FW} คือ น้ำหนักของขวดวัดปริมาตร + น้ำ ที่อุณหภูมิหนึ่ง

W_{FWS} คือ น้ำหนักของขวดวัดปริมาตร + น้ำ + ดินแห้ง ที่อุณหภูมิเท่ากับ W_{FW}

K คือ เป็นค่าตัวแปรปรับแก้เนื่องจากอุณหภูมิ

3.4 การทดสอบความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของดิน โดยใช้พีเอชมิเตอร์(pH meter) [5]

3.4.1 ใช้ดินต่อน้ำ 1 : 1 โดยชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.4.2 เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำเข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ในขณะทิ้งไว้ให้คนดินเป็นครั้งคราว แล้วใช้พีเอชมิเตอร์ (pH meter) ทำการวัดตัวอย่างดิน ซึ่งความเป็นกรด-ด่างของสสารวัดกันด้วยหน่วย pH ซึ่งโดยปกติจะมีค่าอยู่ที่ 0-14 ดังนั้นหากในดินมีค่า pH เท่ากับ 7 ก็แสดงว่ามีความเป็นกรด-ด่าง เป็นกลาง แต่ถ้ามีค่า pH ต่ำกว่า 7 ก็แสดงว่าดินมีความเป็นกรดมาก กลับกันหากดิน มีค่า pH สูงกว่า 7 ก็แสดงว่า มีความเป็นด่างสูง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วดินมักจะมีค่าความเป็นกรดอยู่ที่ 3 และมีค่าความเป็นด่างอยู่ที่ 10 โดยมีปัจจัยแวดล้อมอย่างสารอาหารที่ดินได้รับ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ที่ทับถมเป็นส่วนประกอบ ซึ่งดินที่มีค่า pH ประมาณ 6.5 จะเป็นดินที่ปลูกต้นไม้ได้ดีที่สุด เพราะมีค่าค่อนข้างเป็นกลาง

3.5 การทดสอบความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของน้ำ โดยใช้พีเอชมิเตอร์ (pH meter)

เก็บตัวอย่างน้ำใส่ลงในขวดพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วนำตัวอย่างน้ำที่ได้ใส่ลงในบีกเกอร์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำพีเอชมิเตอร์ (pH Meter) จุ่มลงไปในน้ำ แช่ทิ้งไว้นาน 20 วินาที โดยทำการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้ง อ่านค่าที่ได้และบันทึกผล ทำซ้ำจนครบทุกตัวอย่าง แล้วนำค่าที่ได้ของแต่ละสวนมาหาค่าเฉลี่ย

ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของน้ำในการปลูกพืช ค่า pH คือค่าความเป็นเกรดเป็นเบส โดยค่า pH มีอยู่ 1-14 โดยค่ากลางคือ 7 หากค่าที่วัดได้ต่ำกว่า 7 คือเกรด สูงกว่า 7 คือเบส การปลูกพืชนั้นค่า pH ของน้ำที่ดีควรอยู่ที่ 5.5-7.0 ซึ่งการที่ค่าน้ำเป็นเกรดจะส่งผลดีต่อพืชเพราะน้ำที่เป็นเกรดจะทำให้ธาตุอาหารพืชละลายน้ำได้ดี ดังนั้นค่าที่ดีที่สุดต่อการละลายสารอาหารของธาตุอาหารพืชคือ 5.8-6.3

3.6 การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในดิน

การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Kjeldahl method วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม ด้วยเครื่อง flame spectrophotometer โดยการส่งตัวอย่างดินไปตรวจที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนราธิวาส

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการทำสวนสละอินโด โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือสวนสละอินโด 3 สวน ได้แก่ สวนที่ 1 ตำบลยะรัง อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี สวนที่ 2 ตำบลปิตูมูดี อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี และสวนที่ 3 ตำบลปิตูมูดี อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ผลการวิเคราะห์นั้นได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ผลเฉลี่ยของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำสวนสละอินโดทั้ง 3 สวน

ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการทำสวนสละอินโด	ผลเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			ระดับค่าที่เหมาะสมในการปลูกสละอินโด	
	สวนที่ 1	สวนที่ 2	สวนที่ 3		
ความชื้นในดิน (%)	29.84±2.39	27.23±3.13	23.50±4.02	60-70	[2]
อุณหภูมิของดิน (°C)	26.2±1.30	26±0.85	26.19±0.92	20-40	[2]
ความถ่วงจำเพาะของดิน	2.33±0.26	1.98±0.60	1.83±0.25	2.60-2.80	[4]
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	5.48±1.62	3.86±0.27	4.63±0.59	5.0-6.0	[5]
ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ	6.9±0.10	7.03±0.06	6.97±0.06	5.5-7.0	[10]
ไนโตรเจน (%)	0.09	0.11	0.08	1-5	[6]
ฟอสฟอรัส (ppm)	217	7	64	45	[7]
โพแทสเซียม (ppm)	127	44	66	30-120	[5]

จากข้อมูลตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการทำสวนสละอินโด ได้แก่

1. ความชื้นในดิน จากการวิเคราะห์ความชื้นในดินพบว่า ดินสวนที่ 1 สวนที่ 2 และสวนที่ 3 มีปริมาณความชื้นเฉลี่ย 29.84, 27.23 และ 23.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความชื้นในดินทั้ง 3 สวน ค่าความชื้นในดินเฉลี่ยที่ได้อยู่ในระดับต่ำ ไม่ได้อยู่ในระดับค่าที่เหมาะสมต่อการปลูกสละอินโด ซึ่งโดยทั่วไป ค่าความชื้นในดินจะมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 60-70% ทั้งนี้เนื่องจากสภาพอากาศ สภาพดินและการให้น้ำที่แตกต่างกันในแต่ละสวน [2] ซึ่งความชื้นเป็นตัวช่วยให้สภาพแวดล้อมของดินเหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของพืช หากความชื้นไม่เพียงพอส่งผลให้พืชชะงักการเจริญเติบโต เนื่องจากรากพืชไม่สามารถดูดซึมแร่ธาตุอาหารไปใช้ได้

2. อุณหภูมิของดิน จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของดินสัปดาห์ละครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม 2562 พบว่าอุณหภูมิดินเฉลี่ยที่ระดับความลึก 7 เซนติเมตร ของสวนที่ 1 สวนที่ 2 และสวนที่ 3 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.2, 26 และ 26.19 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอุณหภูมิของดินทั้ง 3 สวน พบว่าอยู่ในช่วงอุณหภูมิ ที่เหมาะสมต่อการปลูกสละอินโด คือ มีค่าอยู่ในช่วง 20-40 องศาเซลเซียส [2] โดยอุณหภูมิที่ดีทำให้การเคลื่อนย้ายอาหารภายในต้นพืช ได้เร็ว ซึ่งมีผลกับการดูดน้ำและธาตุอาหารของพืช

3. ความถ่วงจำเพาะของดิน จากการวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะของดินพบว่า ดินสวนที่ 1 สวนที่ 2 และสวนที่ 3 มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 2.33, 1.98 และ 1.83 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความถ่วงจำเพาะของดินทั้ง 3 สวน พบว่าไม่อยู่ในช่วงความถ่วงจำเพาะของดินที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปค่าความถ่วงจำเพาะของดินจะมี ค่าอยู่ในช่วง 2.60–2.80 ถ้าค่าต่ำกว่านี้เนื่องจากมีพวกอินทรีย์สารหรือธาตุเบาต่างๆปะปนอยู่ [8]

4. ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของดิน ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินพบว่า ดินสวนที่ 1 สวนที่ 2 และสวนที่ 3 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.48, 3.86 และ 4.63 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพของดิน พบว่า ดินสวนที่ 2

และสวนที่ 3 ไม่อยู่ในช่วงของค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมในการปลูกสละอินโดจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.5–6.0 [5] ซึ่งระดับค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน สวนที่ 2 และสวนที่ 3 เป็นกรดจัดไม่เหมาะสมต่อการปลูกสละอินโด ส่งผลให้ธาตุอาหารในดินละลายออกมาได้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ทำให้ธาตุบางชนิดละลายออกมามากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืช [9]

5. ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของน้ำ การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำพบว่า สวนที่ 1 สวนที่ 2 และสวนที่ 3 น้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.9, 7.03 และ 6.97 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพของน้ำทั้ง 3 สวน พบว่า น้ำทั้ง 3 สวน อยู่ในเกณฑ์ของน้ำที่ดี คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.5-7.0 [10] และสวนที่ดินจะเป็นกรดรุนแรงถึงกรดอ่อน มีวิธีการแก้ไขดินกรดโดยเติมปูนขาว หินปูนบดหรือใส่น้ำท่วมขังบริเวณที่เป็นกรด

6. ธาตุอาหารหลักในดิน

- ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน พบว่า สวนที่ 1 สวนที่ 2 และสวนที่ 3 มีปริมาณธาตุไนโตรเจน 0.09, 0.11 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 สวน อยู่ในระดับต่ำมาก ไม่ได้อยู่ในระดับค่าที่เหมาะสม โดยทั่วไปแล้วจะต้องมีปริมาณไนโตรเจนประมาณ 1-5 เปอร์เซ็นต์ [6]

- ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส พบว่า สวนที่ 1 สวนที่ 2 และสวนที่ 3 มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส 217 ppm, 7 ppm และ 64 ppm ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์สวนที่ 3 อยู่ในระดับค่าที่เหมาะสม สวนที่ 1 อยู่ในระดับสูงมาก และสวนที่ 2 อยู่ในระดับต่ำมาก เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชควรมีปริมาณฟอสฟอรัสตั้งแต่ 45 ppm ขึ้นไป [7]

- ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียม พบว่า สวนที่ 1 สวนที่ 2 และสวนที่ 3 มีปริมาณธาตุโพแทสเซียม 127 ppm, 44 ppm และ 66 ppm ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์สวนที่ 2 และสวนที่ 3 อยู่ในระดับค่าที่เหมาะสม และสวนที่ 1 อยู่ในระดับสูงมาก เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน ควรมีปริมาณโพแทสเซียม 30-120 ppm [5]

ตารางที่ 2 : รายละเอียดต้นทุนและรายได้ของการผลิตสละอินโด

รายการ	การผลิตสละอินโด (บาท/ไร่/ปี)		
	สวนที่ 1	สวนที่ 2	สวนที่ 3
รายได้จากการผลิตสละอินโด	50,000	30,000	40,000
หัก-ต้นทุนผันแปร	19,000	12,500	16,000
-ต้นทุนคงที่	7,000	3,000	6,000
รวมต้นทุนทั้งหมด	26,000	15,500	22,000
กำไรสุทธิ	24,000	14,500	18,000

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัจจัยทางกายภาพในสวนสละอินโด อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี อันได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิของดิน ความถ่วงจำเพาะของดิน ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของดิน ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของน้ำ และธาตุอาหารหลักในดิน พบว่า สวนสละอินโด สวนที่ 1 ตำบลยะรัง อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี มีความเหมะสมทางกายภาพมากที่สุด รองลงมาคือ สวนที่ 3 ตำบลปิตูมูดี อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี และสวนที่ 2 ตำบลปิตูมูดี อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี เมื่อพิจารณาด้านความคุ้มทุนและรายได้ต่อไร่ต่อปีของเกษตรกรที่เป็นเจ้าของสวนสละอินโดทั้ง 3 สวนตัวอย่าง พบว่า เกษตรกรมีระบบการจัดการดูแลสวน โดยใช้แรงงานในครัวเรือน เพื่อลดต้นทุน และส่งผลเกิดความคุ้มทุนในการปลูกสละอินโด ช่วงอายุให้ผลผลิต 3 ปี และพบว่าเจ้าของสวนสละอินโดที่มีผลกำไรต่อปีมากที่สุด คือ สวนที่ 1 ตำบลยะรัง อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี รองลงมาคือ สวนที่ 3 ตำบลปิตูมูดี อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี และสวนที่ 2 ตำบลปิตูมูดี อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับความเหมาะสมทางกายภาพที่คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษามา

ข้อเสนอแนะ

1. ควรได้นำผลการศึกษาไปเผยแพร่กับเกษตรกร เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงสวนต่อไป
2. ควรให้ความสำคัญกับการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน โดยจะต้องมีการวางแผนและเตรียมการและศึกษา หาความรู้เกี่ยวกับเทคนิคในการเก็บตัวอย่างเป็นอย่างดี เพื่อลดปัญหาในการเก็บตัวอย่าง
3. ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการทำสวนสละอินโดและแนวโน้มในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป นักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดี ศูนย์ศึกษาพัฒนาพิกุลทอง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนราธิวาส ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์หาธาตุอาหารหลักในดินและขอบคุณนายซายูตี มะหะ และนางอีเส๊าะ มานิ เจ้าของสวนสละอินโด ที่ทำให้ความอนุเคราะห์ในการลงพื้นที่และได้แนะนำช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

[1] นิดดา หงส์วิวัฒน์. (2550). **ผลไม้ 111 ชนิด คุณค่าอาหารและการกิน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: แสงแดด

[2] จตุพร พุทธิศา. (2560). **สละ สรรพคุณและการปลูกสละ.** สำนักศิลปวัฒนธรรมและพัฒนาชุมชนมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

[3] กรมทรัพยากรธรณี. (2559). **การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดปัตตานี.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

[4] มานิต ช่วยงาน. (2552). **ความชื้นในดินและความถ่วงจำเพาะของดิน**.ปฐพีกลศาสตร์.วิทยาลัยเทคนิค เชียงใหม่ : เชียงใหม่

[5] โอภาส วงศ์ทางประเสริฐ. (2558). **การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน กรณีศึกษาพื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดฉะเชิงเทราและชลบุรี.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.

[6] ศิริพร กาทอง และเฉลิม เรืองวิริยะ. (2556). **การหาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[7] ณฐมณ กันธิยะ และศุภธิดา อ่ำทอง. (2557). **ผลของชนิดของดิน ระดับความชื้นและค่า pH ของดินต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[8] วิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน. (2549). **เทคนิคการวิจัยปฐพีวิทยาป่าไม้.** สำนักงานวิจัยและพัฒนาการป่าไม้: กรมป่าไม้

[9] พิมเพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2540). **คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดินกับการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ.** กรมพัฒนาที่ดิน: กรุงเทพมหานคร.

[10] ธีระวัฒน์ เหมะจุฑา. (2561). **ค่า pH ของน้ำในการปลูกพืช**. (Online). http://intelagro.com/2018/02/21/?fbclid, 24 กันยายน 2562.

การเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับ Spotted Scat (*Scatophagus argus*) บริเวณปากคลองอู่ตะเภาและปากคลองนาทับในจังหวัดสงขลา

Liver Histophatological Change of Spotted Scat (*Scatophagus argus*) from U-Taphao and Na Tap Canals, Songkhla Province

ธนัญญา แขกพงศ์[1], รณิชชา รักบุรี[1] และนุชจรินทร์ เพชรเกลี้ยง[2*]

Tananya keakpong[1], Ranichcha Rakbuya[1] and Nutjarin Petkliang[2*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับ บริเวณคลองอู่ตะเภา และคลองนาทับ ที่มีการรายงานพบสารปนเปื้อนในแหล่งน้ำ โดยเก็บตัวอย่างแบบเจาะจงจากชาวประมงพื้นบ้าน ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม 2562 นำตัวอย่างเนื้อเยื่อตับมาผ่านกระบวนการทางด้านมิญชวิทยา ผลการศึกษาพบว่าเนื้อเยื่อตับมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยลักษณะเนื้อเยื่อตับปกติที่พบประกอบด้วยเซลล์ตับที่มีรูปร่างหลายเหลี่ยม การเรียงตัวเป็นแนวไม่ชัดเจน มีนิวเคลียสกลมติดสีชมพู เส้นเลือดฝอยไซนูซอยด์แทรกกระจายอยู่ระหว่างเซลล์ตับ เซลล์เม็ดเลือดกระจายอยู่ในหลอดเลือด การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อตับที่พบ ได้แก่ การสะสมของเมลาโนมาโครฟาจเซนเตอร์มากที่สุดบริเวณเนื้อเยื่อตับและหลอดเลือด รองลงมาคือ การเพิ่มขนาดของเซลล์ การเสื่อมแบบแวคิวโอล และการฝ่อลีบของเซลล์ จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าอาการเหล่านี้มีส่วนเชื่อมโยงต่อการทำงานของเนื้อเยื่อตับที่อาจส่งผลต่อสุขภาวะของปลาตะกรับบริเวณคลองอู่ตะเภาและคลองนาทับ

คำสำคัญ: ปลาตะกรับ, การเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อวิทยาของตับ, คลองอู่ตะเภา, คลองนาทับ

[1]นักศึกษา หลักสูตรสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2*]อาจารย์ หลักสูตรสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** nutjarin.pe@skru.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the liver histological changes in liver tissue of Spotted scat (*Scatophagus argus*) from U- Taphao and Na- Tap canals where were reported the water contamination. The fish samples were specific collected from the local fisheries between June and August 2019. Then liver tissues were examined by using standard histological techniques. The results showed that there were some changes in liver tissues. The characteristics of normal liver tissue were polygonal in shape, line arrangement is not clear with a pink nucleus attached, capillary sinusoids, which is widely distributed between the liver cells with red blood cells and white blood cells dispersing in the blood vessels. Whereas, there were some changes of liver tissues. The accumulation of melanomacrophages was the highest abnormal symptom, followed by the increased cell size, vacuola degeneration and atrophy of cells. Liver tissue studies have shown that these symptoms are linked to liver tissue function and may affect the health of the fish in the U-Tapao and Na Tap canals.

Keywords: *Scatophagus argus*, hepatic histopathology, U-Taphao canal, Na Tap canal

บทนำ

ปลาตะกรับ *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766) มีชื่อท้องถิ่นว่าปลาขี้ตัง หรือปลาขี้เกง เป็นปลาน้ำกร่อย ขนาดกลาง ลำตัวป้อมสั้น เกล็ดเล็ก ครีบหลังยาว มีจุดสีดำเทากลม กระจายอยู่ทั่วลำตัวคล้ายเสือดาว อยู่ในวงศ์ Scatophagidae มีชื่อสามัญว่า Spotted scat เป็นปลาที่ได้รับความนิยมทั้งในตลาดปลาสวยงามและตลาดปลาเนื้อทั้งในและต่างประเทศ สำหรับประเทศไทยสามารถพบปลาตะกรับได้ตลอดทั้งปีทั้งในเขตอ่าวไทยและทะเลอันดามันรวมถึงบริเวณทะเลสาบสงขลา (จิระยุทธ รื่นศิริกุล, 2552 อ้างถึงใน มาวิทย์ อัศวรีย์, 2560) ปลาชนิดนี้สามารถอาศัยอยู่ได้ในช่วงความเค็มกว้าง จึงพบได้ในแหล่งน้ำกร่อยและน้ำเค็ม เช่น ปากแม่น้ำ และชายฝั่งทะเล คนไทยนิยมบริโภคปลาชนิดนี้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณภาคใต้ สามารถขายได้ราคาดีเพราะตลาดมีความต้องการสูง เนื่องจากปลาตะกรับที่นำมาขายในตลาดส่วนใหญ่เป็นปลาที่จับได้จากธรรมชาติเกือบทั้งหมด (อภิฤดี สงสุข และวัชริยา ภูริวิโรจน์กุน, 2558) ปลาชนิดนี้มีนิสัยการกินอาหารบริเวณผิวดิน จากการศึกษาพบว่าอาหารในกระเพาะปลาตะกรับ ประกอบด้วยอาหาร 4 กลุ่ม คือ สาหร่าย อาร์โธพอด ปลา และแอนนิลิด (วลีรัตน์ มุสิกสังข์ และคณะ, 2558)

คลองอู่ตะเภาเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญสายหนึ่งที่ไหลผ่านใจกลางเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีความสำคัญสำหรับประชาชนมาอย่างยาวนาน ชุมชนได้ใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก การประมง การอุปโภคบริโภคโดยเฉพาะบริเวณปากคลองอู่ตะเภาเป็นที่ตั้งถิ่นฐานอย่างหนาแน่นของชุมชนประมง บ้านเรือน สะพานปลา และโรงงานอุตสาหกรรม (เบญจมาศ นาคหลง, 2558) จึงเป็นแหล่งรองรับการปล่อยน้ำเสียเหล่านี้ในปริมาณมากขึ้นทุกปี และอาจมีการสะสมของสารพิษที่หลากหลาย ปัจจุบันปรากฏว่าน้ำในคลองอู่ตะเภากำลังประสบปัญหาภาวะมลพิษสูงขึ้นเรื่อยๆเพราะมีการระบายน้ำทิ้ง และสิ่งปฏิกูลต่างๆลงไปในคลอง

อย่างขาดจิตสำนึก ทำให้เกิดปัญหาอย่างรุนแรง เช่น น้ำเน่าเสีย มีขยะจำนวนมากทิ้งมาตามท่อระบายน้ำลงสู่คลองอู่ตะเภาที่จุดระบายน้ำรวมบริเวณสะพานหาดใหญ่ ทำให้สะพานคลองตื้นเขิน น้ำมีลักษณะเป็นสีดำสกปรกจนเกิดเป็นน้ำเน่าเสีย และก่อให้เกิดโรคระบาดเป็นต้น (เบญจมาศ นาคหลง, 2558) ส่วนคลองนาทับเป็นคลองที่สำคัญของตำบล นาทับ และตำบลใกล้เคียง ปากคลองเปิดออกสู่อ่าวไทย คลองนาทับเป็นแหล่งที่มีทรัพยากรสัตว์น้ำที่อุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะปากแม่น้ำซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์แต่ในสภาพปัจจุบันมีโรงงานไฟฟ้ารวมทั้งโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่เป็นโรงงานผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง ห้องเย็น น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานเหล่านี้จะเกิดในระหว่างการแปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ การฟอก การล้างสัตว์ทะเล รวมทั้งการใช้น้ำในกระบวนการผลิตอาหารทะเล และน้ำหล่อเย็น โดยทั่วไปพบว่าไม่มีการนำน้ำมาหมุนเวียนหรือกลับมาใช้ใหม่อีก ดังนั้นในแต่ละวันโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำจึงก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณมากปล่อยลงสู่แหล่งน้ำซึ่งรองรับน้ำเสียจากโรงงานต่างๆ ที่อาจมีโลหะหนักหลายชนิดที่มีความคงทนและสลายตัวได้ช้า และเกิดตะกอนตามแหล่งน้ำ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษต่างๆ และโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม ทองแดง เป็นต้น และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะตะกั่ว (ประดิษฐ์ มีสุข และเสาวณี โพชนุกุล, 2536) ซึ่งน้ำจากทะเลสาบสงขลาจะไหลลงสู่อ่าวไทย ทำให้น้ำในอ่าวไทยมีการปนเปื้อนเช่นเดียวกัน (Cheevaporn and Menasveta, 2003) สัตว์น้ำจึงมีโอกาสได้รับสารพิษเข้าทางเหงือกหรือได้รับสารปนเปื้อนในอาหารที่สัตว์กินทำให้เกิดการสะสมในร่างกายและก่อให้เกิดความผิดปกติทั้งทางพฤติกรรม การเจริญเติบโตและลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยา (ชุติมา ถนอมสิทธิ์ และคณะ, 2559) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปลาที่อยู่บริเวณปากแม่น้ำที่รองรับน้ำเสียจากชุมชน และบริเวณแหล่งน้ำที่มีสารปนเปื้อนมีลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของตับที่มีความผิดปกติของเซลล์ในระดับที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น การศึกษาโครงสร้างเนื้อเยื่อตับและประเมินสุขภาวะของปลาตะกรับ *S. argus* ช่วงวัยรุ่น จากปากแม่น้ำปราณบุรี ซึ่งเป็นแหล่งรองรับการปล่อยน้ำเสีย และอาจมีการสะสมของสารพิษหลากหลายชนิด พบการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลพยาธิของเซลล์ตับ พบการเสื่อมแบบแวคูโอลา การเสื่อมแบบไฮยาลีน การหดตัวของนิวเคลียส และการสลายของนิวเคลียสของเซลล์ นอกจากนี้ยังพบการสะสมของเมลาโนมาโครฟาจเซนเตอร์ในบางบริเวณของเนื้อเยื่อตับและหลอดเลือด (ศิลปชัย เสนารัตน์ และคณะ, 2559) เช่นเดียวกับลักษณะจุลกายพยาธิของปลาน้ำดอกไม้ *Sphyraena obtusata* ช่วงระยะวัยรุ่น บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ที่พบการเสื่อมของเนื้อเยื่อตับและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ตับ (ปิยากร บุญยัง และคณะ, 2559) นอกจากนี้ยังพบว่าปลากดหัวแข็ง (*Arius maculatus*) ในทะเลสาบสงขลาตอนล่างที่รับน้ำจากคลองอู่ตะเภาและพื้นที่โดยรอบเริ่มปรากฏการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อ (ขวัญนภา เจ๊ะสัน และคณะ, 2561) ปลาตะกรับที่อาศัยบริเวณปากคลองอู่ตะเภา และคลองนาทับจึงมีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบจากสารปนเปื้อนได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีรายงานพบการสะสมของโลหะหนัก เช่น สารตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ในสัตว์น้ำและแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา แม้จะอยู่ในระดับที่ยังไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคแต่ควรมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง (สมชาย วิบุญพันธ์ และคณะ, 2558)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับ เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงและความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับ เนื่องจากตับเป็นอวัยวะที่มีหน้าที่หลักในการทำลายและกำจัดสารพิษ รวมทั้งเชื้อโรคต่างๆ จากการได้รับสาร

ปนเปื้อนในแหล่งน้ำที่สามารถสะสมในเนื้อเยื่อตับของปลาได้ และเพื่อเปรียบเทียบลักษณะความผิดปกติของเนื้อเยื่อบริเวณคลองอู่ตะเภากับคลองนาทับซึ่งบอกถึงสุขภาวะเบื้องต้นของปลาในแต่ละแหล่ง สามารถใช้เป็นข้อมูลในการเลือกบริโภค และข้อมูลประกอบการหาแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งอาศัยของปลาตะกรับได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างปลาตะกรับ

การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับในทะเลสาบโดยเก็บตัวอย่างปลาตะกรับตัวเต็มวัยที่มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร จำนวน 20 ตัว จุดละ 10 ตัว จากท่าเรือประมงพื้นบ้าน 2 จุด ได้แก่ คลองอู่ตะเภา (7°08'13"N, 100°30'21"E) และคลองนาทับ (7°04'20"N, 100°41'52"E) ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นช่วงนอกฤดูมรสุมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก จากนั้นนำปลามาชั่งน้ำหนัก (กรัม) และวัดขนาดตัวอย่างปลา (เซนติเมตร) เพื่อให้ได้ตัวอย่างปลาตัวเต็มวัยที่มีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด แล้วนำไปแช่ในน้ำแข็ง

2. การเตรียมเนื้อเยื่อตับปลาตะกรับเพื่อศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยา

ใช้กรรไกรผ่าตัดเปิดช่องท้องตัดส่วนของตับมาดองในน้ำยาบูแองและแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขั้นตอนละ 3 วันเพื่อนำมาผ่านกระบวนการทางด้านมิญชวิทยาตามวิธีมาตรฐานของ paraffin method (Humason, 1979) จากนั้นตัดเนื้อเยื่อเป็นแผ่นบางที่ความหนา 5 ไมโครเมตร ด้วยเครื่องไมโครโตม (Leica Microtome RM 2145) แล้วนำไปลอยในอ่างน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียสใช้แผ่นสไลด์ช้อนตัวอย่างแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสนานข้ามคืนเพื่อให้ตัวอย่างยึดติดแผ่นสไลด์ได้ดีแล้วนำมาย้อมสีฮีมาทอกซีลิน และอีโอซิน

3. ศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ตรวจสอบลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของตับปลาตะกรับโดยบันทึกประเภทและลักษณะการเปลี่ยนแปลงหรือความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับที่พบได้แก่ ลักษณะของเซลล์ตับ รูปร่าง ขนาดลักษณะของนิวเคลียส ไซโตพลาซึม ลักษณะเส้นเลือดที่แทรกในเนื้อเยื่อตับ การกระจายของเซลล์เม็ดเลือดขาว การบวม การฝ่อของเซลล์ตับ และเมลาโนมาโครฟาจเซนเตอร์ เป็นต้น

4. วิเคราะห์ข้อมูล

ประเมินเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับโดยการสุ่มถ่ายภาพผ่านกล้องจุลทรรศน์จากตัวอย่างสไลด์เนื้อเยื่อตับของปลาที่ได้จากคลองอู่ตะเภาและคลองนาทับทั้ง 20 ตัว จำนวน 40 ภาพ มานับจำนวนเซลล์ตับที่ผิดปกติต่อจำนวนเซลล์ตับทั้งหมดในภาพเนื้อเยื่อนั้นแล้วนำเสนอค่าเป็นเปอร์เซ็นต์

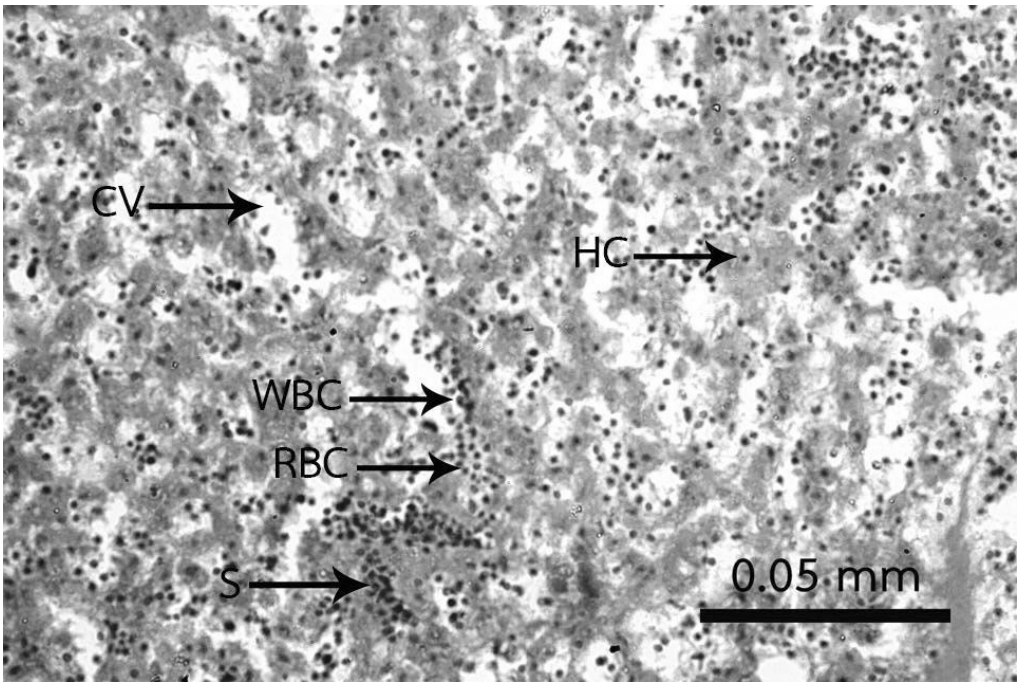
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. การเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับ

จากการศึกษาการแปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับซึ่งเก็บตัวอย่างปลาตัวเต็มวัยจากท่าเรือประมงพื้นบ้านบริเวณคลองอู่ตะเภา และคลองนาทับ ผลการศึกษาพบว่าปลาทุกตัวทั้ง 2 พื้นที่โดยรวมมีการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อตับไม่มากนัก โดยมีลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาดังนี้

1.1 ลักษณะเนื้อเยื่อตับปกติ

ลักษณะเนื้อเยื่อตับปกติที่พบจากสไลด์ตัวอย่างเมื่อย้อมสีด้วยสีฮีมาทอกซีลิน และอีโอซิน พบว่าโครงสร้างตับถูกห่อหุ้มด้วยชั้นแคปซูล (Capsule) ในขณะที่ภายในประกอบด้วยเซลล์ตับ (Hepatocytes) ที่พบมีรูปร่างหลายเหลี่ยม (Polygonal cell) การเรียงตัวเป็นแนวไม่ชัดเจนสังเกตเห็นนิวเคลียสกลมติดสีน้ำเงินม่วงอยู่ตรงกลางหรือขอบเซลล์ ล้อมรอบด้วย ไซโทพลาซึมติดสีชมพู (Eosinophilic cytoplasm) พบเส้นเลือดฝอยไซนูซอยด์ (sinusoid) แทรกกระจายอยู่ระหว่างเซลล์ตับตรงกลางระหว่างของเซลล์ตับถูกแยกออกด้วยช่องแอ่งเลือด (Hepatic sinusoid) ที่บรรจุด้วยเซลล์เม็ดเลือดแดง (Red Blood cell) และเม็ดเลือดขาว (White Blood cell) ซึ่งเป็นโครงสร้างทางเนื้อเยื่อวิทยาทั่วไปของตับปลา ซึ่งคล้ายคลึงกับปลาชนิดอื่น เช่น ปลากดหัวแข็ง (ขวัญนภา เจ๊ะสัน และคณะ, 2561) ปลาตะเพียน (ศิโรรัตน์ ศรีบาลแจ่ม และคณะ, 2560) และปลาดุกบิ๊กอุย (นูรีฮัน เปาะสู และ บรอเฮง เจะเงาะ, 2557) (ภาพที่ 1)

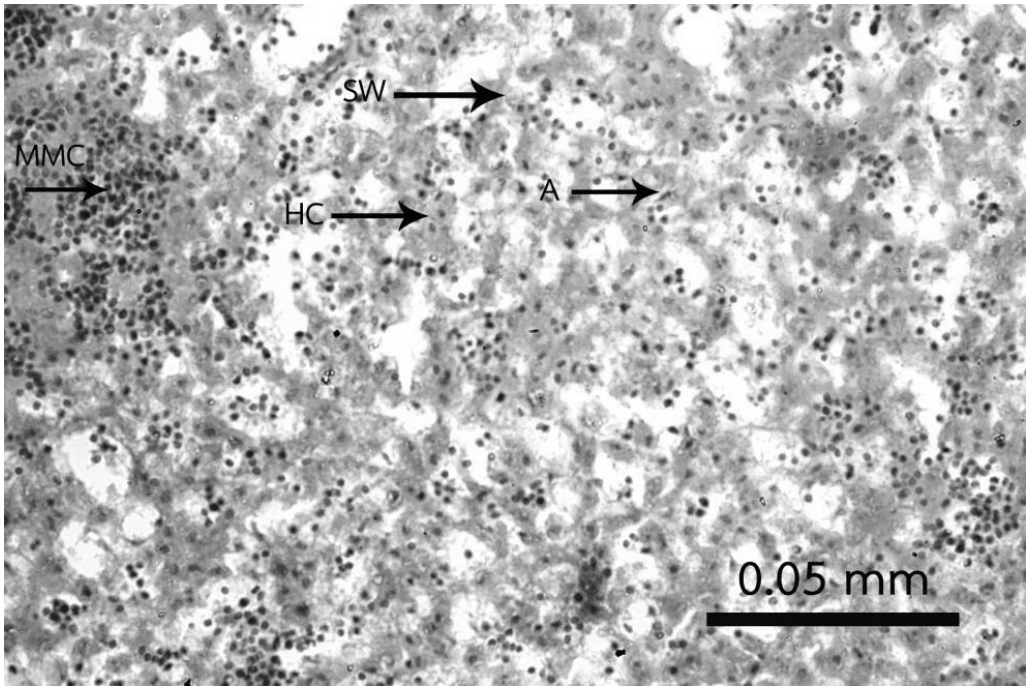


ภาพที่ 1 ลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของตับปลาตะกรับประกอบด้วยโครงสร้างหลัก (H&E stained, 40x) ได้แก่

Hc = Normal Hepatocyte cell, S = Sinusoid, CV = Central vein, RBC = Normal Red blood cell, WBC = Normal White blood cell

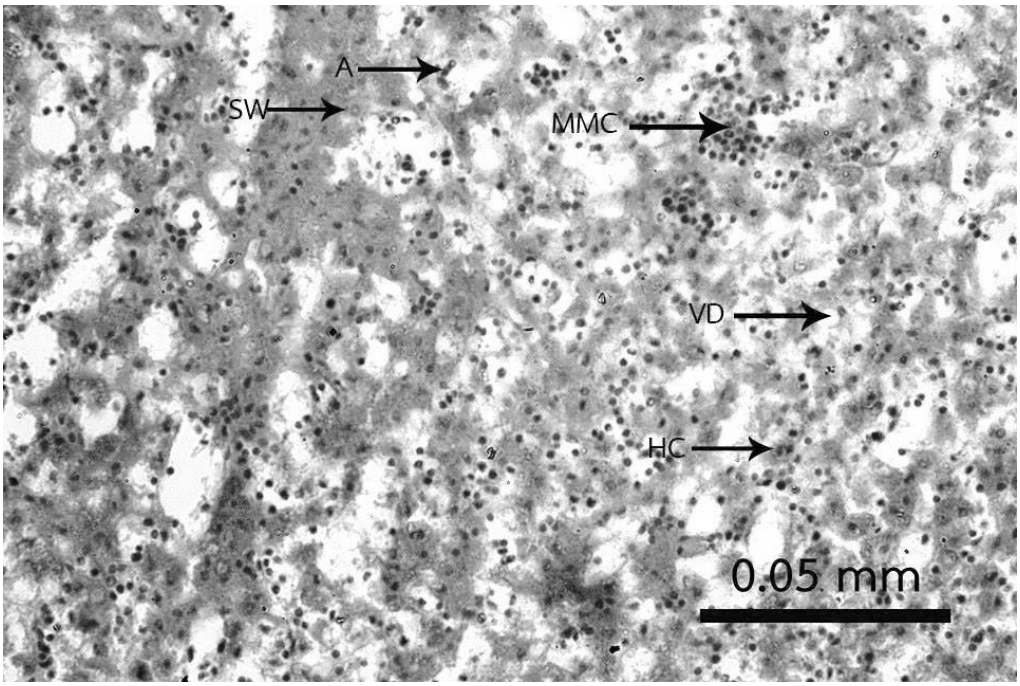
1.2 ลักษณะเนื้อเยื่อตับที่ผิดปกติ

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อตับที่พบ ได้แก่ เซลล์ตับมีการขยายตัว (Hydropic swelling) เนื่องจากการเพิ่มขนาดของเซลล์ หรือการบวมน้ำ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของเซลล์ที่พบเป็นอันดับแรกๆ ภายหลังการได้รับบาดเจ็บของเซลล์ การเสื่อมสลายของเซลล์แบบมีแวคิวโอล (Vacuolar degeneration) เนื่องจากเซลล์ตับมีการเสื่อมสภาพ และอาจเป็นผลมาจาก Hydropic swelling กล่าวคือ เมื่อน้ำเข้าไปสะสมในเซลล์มากขึ้น จะทำให้เกิดช่องใสๆ (Vacuoles) จำนวนมาก และทำให้มองเห็นเป็นช่องว่างในไซโทพลาซึม เช่นเดียวกับการศึกษาของ ศิลปชัย เสนารัตน์ และคณะ (2559) บางเซลล์เกิดการฝ่อลีบ (Atrophy) เป็นความผิดปกติของเซลล์ที่มี ลักษณะการฝ่อและการเหี่ยวของเซลล์ ส่งผลให้เซลล์มีขนาดลดลง และพบเมลาโนมาโคฟาจ เซนเตอร์ แสดงถึงการตอบสนองต่อการอักเสบเรื้อรังทางด้านภูมิคุ้มกันหลังได้รับสารพิษเพื่อเก็บทำลายเซลล์ที่ตาย (ปิยากร บุญยัง และคณะ, 2559) (ภาพที่ 2 และ 3)



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับจากคลองอู่ตะเภา (H&E stained, 40x)

SW = Hydropic swelling, Hc = Normal Hepatocyte, A = Atrophy MMC = Melanomacrophage centers



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับจากคลองนาทับ (H&E stained, 40x)

A = Atrophy, SW = Hydropic swelling, VD = Vacuolar degeneration, Hc = Normal

Hepatocyte, MMC = Melanomacrophage centers

ลักษณะความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับที่พบในการศึกษาครั้งนี้เกิดขึ้นคล้ายคลึงกับการศึกษาลักษณะโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับ โดยศิลปชัย เสนารัตน์ และคณะ (2559) ที่เก็บตัวอย่างปลาจากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆของชุมชนในพื้นที่ในลักษณะเดียวกับพื้นที่ปากคลองอู่ตะเภาและคลองนาทับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ ปิยากร บุญยัง และคณะ (2559) ที่พบอาการความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับปลาน้ำดอกไม้อย่างชัดเจน ได้แก่ การเสื่อมแบบแวคิวโอลา การหดตัวของนิวเคลียส การสลายของนิวเคลียสของเซลล์ การแทรกตัวของเม็ดเลือดขาว และการสะสมของเมลาโนมาโคฟาจเซนเตอร์

2. ปริมาณความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับปลาตะกรับจากคลองอู่ตะเภาและคลองนาทับ

จากการเปรียบเทียบลักษณะความผิดปกติของเนื้อเยื่อบริเวณคลองอู่ตะเภาและคลองนาทับ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของเนื้อเยื่อแต่ละลักษณะของทั้งสองพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยพบความผิดปกติของเนื้อเยื่อคล้ายคลึงกัน โดยอาการความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับที่พบมากที่สุดในปลา จากคลองอู่ตะเภา ได้แก่ การสะสมของเมลาโนมาโคฟาจเซนเตอร์ คิดเป็น 4.82 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ การเพิ่มขนาดของเซลล์ คิดเป็น 1.48 เปอร์เซ็นต์ การเสื่อมแบบแวคิวโอล คิดเป็น 1.33 เปอร์เซ็นต์ และการฝ่อลีบของเซลล์ 1.01 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้ยังพบการหดตัวของนิวเคลียส การสลายของนิวเคลียสของเซลล์ และการแทรกตัวของเม็ดเลือดขาวในเนื้อเยื่อตับบางส่วน เนื่องจากคลองอู่ตะเภาเป็นแหล่งรองรับการปล่อยน้ำเสียในปริมาณมากขึ้นทุกปีและอาจมีการสะสมของสารพิษหลายชนิด ปัจจุบันปรากฏว่า น้ำในคลองอู่ตะเภากำลังประสบปัญหาภาวะมลพิษสูงขึ้นเรื่อยๆเพราะมีการระบายน้ำทิ้ง และสิ่งปฏิกูลต่างๆลงไปในคลองทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย (เบญจมาศ นาคหลง, 2558) ปริมาณความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับน้อยกว่าการศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อตับของตะกรับที่จับได้จากปากแม่น้ำปราณบุรี (ศิลปชัย เสนารัตน์ และคณะ, 2559) และเปรียบเทียบกับปลากดหัวแข็งที่จับได้จากบริเวณเดียวกับปลาตะกรับในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีความผิดปกติของเซลล์น้อยกว่า 5.00 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกัน (ขวัญนภา เจ๊ะสัน และคณะ, 2561)

ส่วนปลาจากคลองนาทับ พบอาการความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับในปริมาณที่ใกล้เคียงกับปลาตะกรับจากคลองอู่ตะเภา ลักษณะความผิดปกติของเนื้อเยื่อที่พบได้มากที่สุด ได้แก่ ได้แก่ การสะสมของเมลาโนมาโคฟาจเซนเตอร์ คิดเป็น 3.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นการเพิ่มขนาดของซลล์ คิดเป็น 2.40 เปอร์เซ็นต์ การเสื่อมแบบแวคิวโอล 1.83 เปอร์เซ็นต์ และการฝ่อลีบของเซลล์ 0.79 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ส่วนความผิดปกติอื่นๆที่พบได้น้อยกว่า ได้แก่ การหดตัวของนิวเคลียส การสลายของนิวเคลียสของเซลล์ และการแทรกตัวของเม็ดเลือดขาว เนื่องจากมีโรงงานไฟฟ้า โรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่เป็นโรงงานผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง ห้องเย็น น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานเหล่านี้จะเกิดในระหว่างการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสัตว์ทะเล รวมทั้งการใช้น้ำในกระบวนการผลิตอาหารทะเล น้ำหล่อเย็น ซึ่งพบว่าไม่มีการนำน้ำมาหมุนเวียนหรือกลับมาใช้ใหม่อีก ดังนั้นในแต่ละวันโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำจึงก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณมาก (ชุติมา ถนอมสิทธิ์ และคณะ, 2559) คลองนาทับจึงเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียจากโรงงานต่างๆ แต่ปากคลองนาทับเปิดออกสู่อ่าวไทยซึ่งเป็นทะเลเปิดจึงอาจมีการสะสมสารปนเปื้อนในมวลน้ำและตะกอนดินได้น้อยกว่าบริเวณปากคลองอู่ตะเภาที่ไหลลงทะเลสาบสงขลาที่มีลักษณะเป็นลากูน ปริมาณความผิดปกติจึงพบได้น้อยกว่าเล็กน้อย ต้องตรวจสอบคุณภาพน้ำและตะกอนเพิ่มเติม

จากอาการการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อที่พบทั้งหมดเป็นตัวบ่งบอกถึงสภาวะเสี่ยงต่ออันตรายในเนื้อเยื่อตับ และอาจเป็นการตอบสนองของปลาตะกรับเมื่ออยู่ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนหรือมาจากพฤติกรรมการกินอาหาร ซึ่งการปนเปื้อนของสารแต่ละประเภทหรือปริมาณการปนเปื้อนที่สูงขึ้นจะส่งผลต่อระดับการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับแตกต่างกัน เช่น ในปลาตะเพียนขาว พบการเปลี่ยนแปลงระยะแรกของตับเมื่อได้รับสารพิษ คือ การบวมของเซลล์ตับ และการเพิ่มขนาดของเซลล์ตับ และจะมีความรุนแรงขึ้นเมื่อได้รับสารพิษมากขึ้น ทำให้เซลล์ตับมีการเสื่อมสลายแบบมีแวคิวโอล (ศิโรรัตน์ ศรีบาลแจ่ม และคณะ, 2560) เช่นเดียวกับการศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของปลานิลที่ได้รับโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำ ยิ่งมีปริมาณการปนเปื้อนสูงขึ้นยิ่งทำให้เกิดความผิดปกติที่รุนแรงขึ้น (Figueiredo-Fernandes *et al*., 2007) สอดคล้องกับปลาอินซีเน็ตยักษ์ *prochilodus lineatus* และปลาตาเดียว *Pleuronectes americanus* ที่อาศัยในพื้นที่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรมและมีการปล่อยน้ำเสีย พบอาการคล้ายคลึงกัน ได้แก่ การเสื่อมและการสลายของเนื้อเยื่อตับ (Marina and Claudia, 2006) นอกจากนี้ยังมีการเข้ามาของเมลาโนมาโคฟาจเซนเตอร์ที่ในบริเวณของเนื้อเยื่อตับแสดงถึงการตอบสนองต่อการอักเสบเรื้อรังทางด้านภูมิคุ้มกันหลังได้รับสารพิษเพื่อเก็บทำลายเซลล์ที่ตาย (Kumar *et al*., 2004)

หรือความผิดปกติของเนื้อเยื่ออาจมาจากพื้นที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีบางประเภท เช่น การศึกษาความผิดปกติของเนื้อเยื่อใน*ปลา P.ameircanus* ที่อาศัยในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของ Polycyclic aromatic hydrocarbons บริเวณแหล่งอุตสาหกรรมของสหรัฐอเมริกา (Chang *et al*., 1998) ซึ่งลักษณะความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับที่พบในการศึกษาครั้งนี้เกิดขึ้นคล้ายคลึงกับการศึกษาลักษณะโครงสร้าง และการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับ โดยศิลปชัย เสนารัตน์ และคณะ (2559) ที่เก็บตัวอย่างปลาจากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆของชุมชนในพื้นที่เช่นเดียวกับพื้นที่ปากคลองอู่ตะเภา

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับ

ความผิดปกติ	ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติเฉลี่ยของเนื้อเยื่อตับ (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)	
	คลองอู่ตะเภา	คลองนาทับ
Melanomacrophage centers	4.82 (2.30-7.14)	3.70 (2.44-5.21)
Hydropic swelling	1.48 (0.47-1.87)	2.40 (1.52-2.99)
Vacuole degeneration	1.33 (0.92-1.83)	1.83 (0.90-2.22)
Atrophy	1.01 (0.51-1.52)	0.79 (0.44-1.32)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้พบความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับในปริมาณน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ การสะสมของ เมลาโนมาโครฟาจเซนเตอร์มากที่สุด รองลงมาคือ การเพิ่มขนาดของเซลล์ การเสื่อมแบบแวคิวโอล และการฝ่อลีบของเซลล์ ทั้งปลาที่จับได้จากปากคลองอู่ตะเภา และคลองนาทับ แต่การปรากฏการสะสมของเมลาโนมาโคฟาจเซนเตอร์ในตับของปลาตะกรับชี้ให้เห็นว่าสุขภาวะของปลาตะกรับอาจลดลงเนื่องจากการดำรงชีวิตในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนโดยรอบเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษต่างๆ การสะสมสิ่งปนเปื้อนในสิ่งมีชีวิตจึงเกิดสะสมไปเรื่อยๆไม่แสดงออกอย่างฉับพลัน อย่างไรก็ตามควรมีการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ สารปนเปื้อนในตะกอนดิน และปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เพื่อให้สามารถระบุสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อ หรือความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับปลาตะกรับได้ สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาบริโภคปลาและการจัดการแหล่งอาศัยของปลาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากการสนับสนุนจากหลักสูตรสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ขอขอบคุณนางสาวสุไวดา สัสดี นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ที่อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการตลอดจนการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

ขวัญนภา เจ๊ะสัน, เจ๊ะอัยนาฮ์ เหมรา และ นุชจรินทร์ เพชรเกลี้ยง. (2561). **การเปลี่ยนแปลงทาง เนื้อเยื่อวิทยาจากการสะสมสารปนเปื้อนในตับของปลากดหัวแข็ง (*Arius maculatus* Thunberg,1792) บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง**. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 11 "*การบูรณาการภูมิปัญญาสู่นวัตกรรมและการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน*". 20 ธันวาคม 2561. ภูเก็ต : มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต. หน้า 1193-1203.

ชุติมา ถนอมสิทธิ์, อำนวย วัฒนกรสิริ และพอจิต นันทนาวัฒน์. (2559). ผลของไกลโพเสทต่อ พฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเหงือกในปลากะพงขาว. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.** 21(2), 204-203.

นูรีฮัน เปาะสู และบรอเฮง เจะเงาะ. (2557). **ผลของสารคาร์โบฟูแรนต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดและการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อของปลาดุกบิ๊กอุย.** รายงานวิจัยหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์ แขนงวิชาชีววิทยา. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

เบญจมาศ นาคหลง. (2558). **แผนที่ชีวิต วิถีเครือข่ายคนรักษ์ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา** (Online). http:www.ej.eric.chula.ac.th/content, 03 กรกฎาคม 2562.

ประดิษฐ์ มีสุข และ เสาวณี โพชนนุกูล. (2536). การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเลสาบสงขลา. **วารสารปาริชาต.** 7(1), 6-9.

ปิยากร บุญยัง, ศิลปชัย เสนารัตน์, เจษฎ์ เกษตระฑัต, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ, เอสรา มงคลชัยชนะ และวรรณีย์ จิรอังกูรสกุล. (2559). จุลกายพยาธิวิทยาเบื้องต้นของเนื้อเยื่อตับและไตของปลาน้ำดอกไม้ *Sphyraena obtusata* Cuvier, 1829 บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี. **วารสารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี.** 24(5), 786-792.

มาวิทย์ อัศวอารีย์, จิระยุทธ รื่นศิริกุล, อัตรา ไชยมงคล, สิราวรรณ บุญชัย. (2560). **การผลิตปลาตะกรับ *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766) พ่อแม่พันธุ์ในที่ล้อมขังในทะเลสาบสงขลา.** สถาบันการวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมการประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วลีรัตน์ มูสิกะสังข์; อรัญญา อัศวอารีย์; วิระวิทย์ ทองรักษา; และโสมลดา ประเสริฐสม. (2557). **การกินอาหารของปลาตะกรับในทะเลสาบสงขลาตอนนอก**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52: สาขาประมง, สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2557 กรุงเทพมหานคร. หน้า 106-113.

ศิโรรัตน์ ศรีบาลแจ่ม, ศิริภาวี เจริญวัฒนศักดิ์, ธงชัย จำปาศรี, ชไมพร จำปาศรี และบัณฑิต ยวงสร้อย. (2560). ผลของพาราควอทต่อการทำงานของเอนไซม์อะลานินอะมิโนทรานส์เฟอเรส และแอสพาเททอะมิโนทรานส์เฟอเรส และการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับในปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*). **เชียงใหม่สัตวแพทยสาร**. 15(3), 169-178.

ศิลปชัย เสนารัตน์, เจษฎ์ เกษตระทัต, ปิยากร บุญยัง, พิสิษฐ์ ประเสริฐ, วรรณีย์ จิรอังกูรสกุล และเอสรา มงคลชัยชนะ. (2559). โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อตับของปลาตะกรับ *Scatophagus argus* ระยะวัยรุ่นจากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**. 1(2), 1-6.

สมชาย วิบุญพันธ์ ธิดารัตน์ คงชัย อุทิศ โชติธรรมโม และ พิมพ์วิมล อินทร์แก้ว. (2558). **ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำและแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554**. เอกสารวิชาการ 4/2558. สงขลา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง. 34 หน้า.

อภิฤดี สงสุข และวัชริยา ภูริวิโรจน์กุล. (2558). ปรสิตในปลาตะกรับ *Scataphagus argus* (Linnaeus, 1766) จากอ่าวไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี**. 215 – 224.

Chang, S., Zdanowicz V. S. and Murchelano, R. A. (1998). Associations between liver lesions in winter flounder (*Pleuronectes americanus*) and sediment chemical contaminants from north-east United States estuaries. **Journal of Marine Science**. 55, 954-969**.**

Cheevaporn, V. and Menasveta, P. (2003). Water pollution and habitat degradation in the Gulf of Thailand. **Marine Pollution**. 47, 43-51.

Figueiredo-Fernandes, A., Ferreira-Cardoso, J. V., Garcia-Santos, S., Monteiro, S. M., Carrola, J. and Matos, P. (2007). Histopathological changes in liver and gill epithelium of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, exposed to waterborne copper. **Pesquisa Veterinaria Brasilleira**. 27(3), 103-109.

Humason, G.L., (1979). **Animal Tissue Techniques**. 4th Ed., San Francisco: Freeman. 661 p.

Kumar, V., Abbas, A. K. and Fausto. N. (2004). **Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease**. (7th ed.). New York: Saunders. 1525 p.

Marina M.P. Camargo and Claudia B.R. Martinez. (2006). Biochemical and physiological biomarkers in *Prochilodus lineatus* submitted to in situ tests in an urban stream in southern Brazil**. Environmental Toxicology and Pharmacology** 21, 61 - 69

การส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพ ในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

Extension of Quality Mangosteen Production in Thung Song District of Nakhon Si Thammarat Province

อรุณชัย ตรีไวย[1*], นารีรัตน์ สีระสาร[2], สนันท์ สีสังข์[3]

Arunchai Treevai[1*], Nareerut seerasarn[2], Sunan seesung[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร 2) การใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับการผลิตมังคุดของเกษตรกร 3) ความรู้เกี่ยวกับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร 4) ปัญหาและความต้องการของเกษตรกรในการส่งเสริมการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ประชากรคือเกษตรกรผู้ปลูกมังคุดที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกร ปีการเพาะปลูก 2561/2562 จำนวน 287 ราย กำหนดการสุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรทาโร่ ยามาเน่ ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ได้กลุ่มตัวอย่าง 167 ราย รวบรวมข้อมูลโดยใช้ แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ ผลการวิจัยพบว่า 1) เกษตรกรส่วนมากเป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 53.69 ปี มีประสบการณ์ในการปลูกมังคุดเฉลี่ย 18.52 ปี มีพื้นที่ปลูกมังคุดเฉลี่ย 5.45 ไร่ มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.35 คน มีรายได้จากการขายมังคุด เฉลี่ย 91,421.55 บาท มีรายได้รวมเฉลี่ย 225,092.22 บาทต่อปี 2) เกษตรกรมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตมังคุดน้อย มีการตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยว ร้อยละ 53.9 ระบบการให้น้ำแบบสายยางร้อยละ 32.3 3) มีความรู้ในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีด้านพืช เกษตรกรมีการจัดทำแผนการปฏิบัติและจัดการตามแผนควบคุมการผลิตแต่ละขั้นตอนครบถ้วน ปฏิบัติร้อยละ 25.1 และการบันทึกข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับความปลอดภัยและคุณภาพร้อยละ 15.0 4) เกษตรกรมีปัญหาด้านความรู้ เรื่องการจัดการศัตรูพืชและโรคมังคุด ด้านแหล่งน้ำ ด้านการจำหน่ายผลผลิต เกษตรกรต้องการให้มีนักส่งเสริมการเกษตร การจัดฝึกอบรม การศึกษาดูงาน มีเกษตรกรต้นแบบ แปลงตัวอย่างและมีการจัดการเรื่องตลาดภายในและต่างประเทศ

คำสำคัญ: การส่งเสริม การผลิต มังคุดคุณภาพ

---

[1] นักศึกษาหลักสูตรเกษตรศาสตร์มหาบัณฑิต แขนงส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช arunchai_t@hotmail.com

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสโขทัยธรรมาธิราช seerasarn@hotmail.com

[3] รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสโขทัยธรรมาธิราช sunan.see@stou.ac.th

Abstract

The objective of this study were to study (1) socio-economic condition ; (2) thecknology of quality mangosteen production (3) knowledge of Standard of Good Agricultural Practice of Mangosteen and (4) the problems and suggestions on Standard of Good Agricultural Practice of extention for mangosteen production. The population of 287 inclued farmer of mangosteen production in Thung song District, Nakhon Si Thammarat Province who registered as economic crop producer in the production year of 2018/19 with the Department of Agricultural extension. The sample size comprised 167 persons was determined by using Yamane formula with 0.05 variation. Structured interview was used for data collection. Statistics used were frequency, percentage, average, minimum, maximum, standard deviation and ranking. The results revealed the following: 1) Most of farmers were female with the average age of 53.69 years while the average experience of mangosteen production was 18.52 years. The production land of mangosteen average 5.45 rai. The average of household workers was 2.35 person. The average household income in agriculture was 91,421.55 baht per year. Total Income average 225,092.22 baht per year. 2).Farmer use little technology to produce mangosteen. 53.9 percent of farmer were pruned of trees after harvest, and 32.3 percent of farmer used water from rubber. 3) 25.1 percent of farmers have implemented and managed according to the production control plan in each step completely and data recording relating to staety and quality 15.0 percent 4) Farmers have knowledge problems on pest management source of water and Distribution of mangosteen farmer want Agricultural extension with training Study trip There are prototype farmers With sample plots And managing domestic and international markets.

Keywords: Extension of Quality Mangosteen Production

บทนำ

มังคุดเป็นผลไม้เมืองร้อนที่ได้รับความนิยมมาก มีรูปร่างของผลที่สวยและมีรสชาติหวานอมเปรี้ยวได้รับฉายาว่า “Queen of fruit” มังคุดเป็นผลไม้ที่มีความต้องการของตลาดสูง ทั้งตลาดภายในและตลาดต่างประเทศ ในปี 2561 ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกมังคุด 419,919ไร่ ผลผลิตเท่ากับ 184,583 ตัน ผลผลิตจากภาคตะวันออกรวม 54,073 ตัน ภาคใต้รวม 110,364 ตัน การบริโภคมังคุดปี 2561 บริโภคภายในประเทศ 7,039 ตัน คิดเป็นร้อยละ 3.46 ของผลผลิต ส่งออกต่างประเทศจำนวน 186,975 ตัน คิดเป็นร้อยละ 91.90 ของผลผลิต โดยมีตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ จีน ฮ่องกง เวียดนาม ไต้หวัน สิงคโปร์และมาเลเซีย เป็นต้น (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช, 2562)

ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกมังคุด 222,528 ไร่ แหล่งปลูกมังคุดที่สำคัญ คือจังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดชุมพร และจังหวัดระนอง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) การผลิตมังคุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช ปี 2561 มีเนื้อที่ปลูก 92,674 ไร่ ผลผลิต 40,240 ตัน อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นอำเภอหนึ่งที่มีการปลูกมังคุดจำนวนมาก มีพื้นที่ปลูกมังคุด 5,374 ไร่ พื้นที่ให้ผล 4,735ไร่ (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช, 2562) แม้อำเภอทุ่งสงจะมีการปลูกมังคุดมานานแต่เกษตรกรผู้ปลูกมังคุดในอำเภอทุ่งสง ยังใช้เทคโนโลยีในการผลิตมังคุดน้อยและยังขาดความรู้ในการผลิตตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดีทางด้านพืช ทำให้ผลผลิตที่ได้คุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานการส่งออก มีปัญหาในการจำหน่าย ถูกกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจ การศึกษาการส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อให้ได้วิธีการส่งเสริมเกษตรกร อันนำไปสู่การผลิตมังคุดที่มีคุณภาพเพื่อแก้ปัญหามังคุดราคาตกต่ำที่ยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) ประชากรที่ศึกษาคือเกษตรกรผู้ปลูกมังคุดในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรปี 2562 จำนวน 287 ครัวเรือน โดยใช้สูตรคำนวณของ Taro Yamane (1973, น. 725-727) อ้างถึงใน เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ (2561, น. 38) ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 167 ครัวเรือน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบ Simple Random Sampling เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วยคำถาม 4 ตอน คือ 1) สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร 2) เทคโนโลยีการผลิตมังคุดของเกษตรกร 3) ความรู้เกี่ยวกับการผลิตมังคุดตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร 4) ปัญหาและความต้องการในการส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดีของเกษตรกร การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบสัมภาษณ์ โดยนำแบบสัมภาษณ์ไปทำการทดสอบกับเกษตรกรผู้ผลิตมังคุดที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ราย ใช้คำถามในตอนที่ 4 ปัญหาและความต้องการในการส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพตามมาตรฐานการปฏิบัติที่ดีของเกษตรกร ไปทดสอบหาค่าความเที่ยงตรง (reliability consistency) ตามวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (coefficient of alpha หรือ Cronbach) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลที่ได้ เท่ากับ 0.94 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับและเกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินหลังจากนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ย แล้วจัดระดับปัญหา ความต้องการและความคิดเห็น ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80	หมายถึง	มีระดับน้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60	หมายถึง	มีระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40	หมายถึง	มีระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 3.41 - 4.20	หมายถึง	มีระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00	หมายถึง	มีระดับมากที่สุด

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

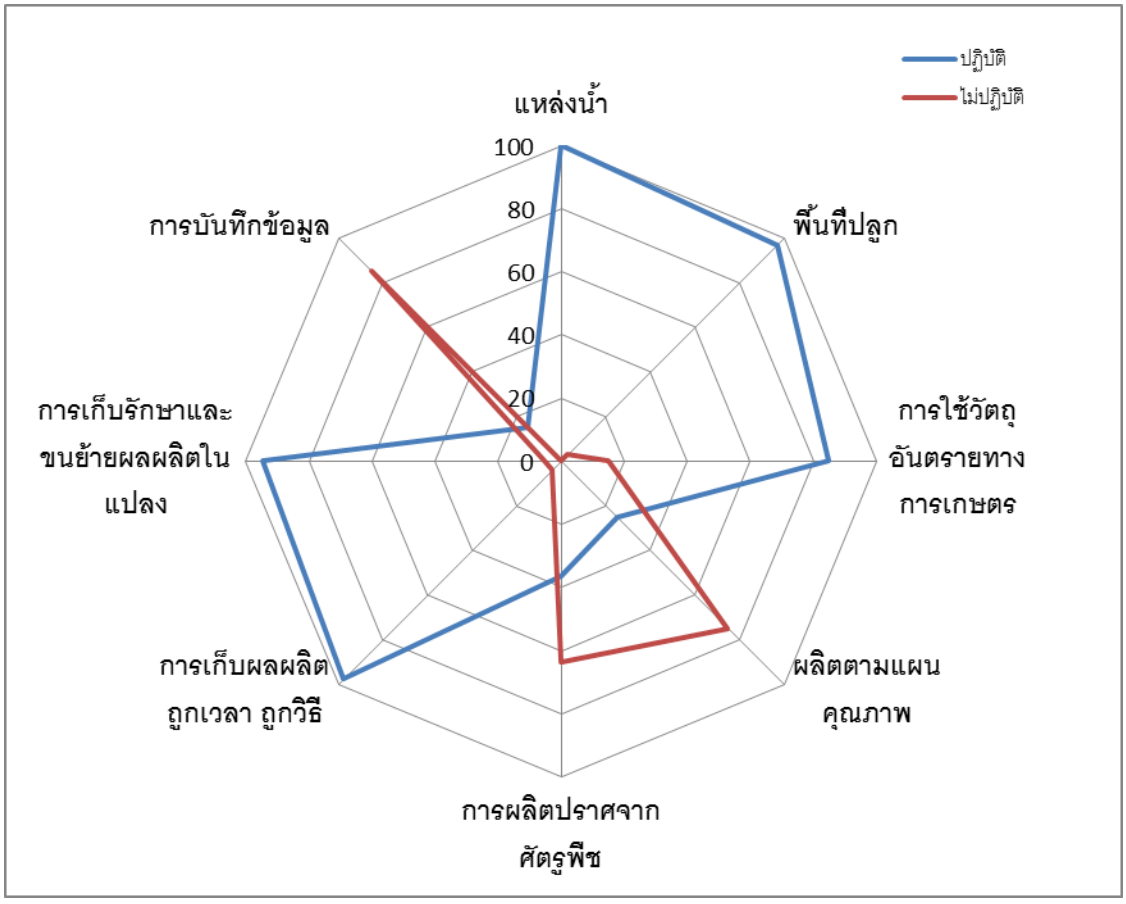
เกษตรกรผู้ปลูกมังคุดร้อยละ 65.9 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 53.69 ปี ร้อยละ 47.9 จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 82.6 มีสถานภาพสมรส เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ศึกษาต่อจึงประกอบอาชีพเกษตรกรที่สืบทอดมาจากบรรพบุรุษเป็นหลักและเด็กรุ่นใหม่จะเลือกทำงานในโรงงานหรืองานอื่น ๆ ในเขตเมืองเมื่อเกษียณจึงกลับมาทำงานเกษตร เกษตรกรจึงเป็นกลุ่มที่สูงอายุมีประสบการณ์ในการปลูกมังคุดเฉลี่ย 18.52 ปี ร้อยละ 67.7 มีความรู้ในการผลิตมังคุดจากญาติ/เพื่อนบ้าน ที่ได้เรียนรู้ต่อ ๆ กันมา ขาดความรู้ทางหลักวิชาการ และขาดทักษะในการค้นคว้าจากสื่อออนไลน์ มีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมดเฉลี่ย 18.79 ไร่ พื้นที่ปลูกมังคุดเฉลี่ย 5.45 ไร่ โดยเกษตรกรถือครองพื้นที่ปลูกมังคุดเป็นของตนเองทั้งหมด เกษตรกรร้อยละ 78.4 เป็นสมาชิกกลุ่ม ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกกลุ่ม ธ.ก.ส. ซึ่งต้องใช้เป็นแหล่งเงินทุนในการประกอบอาชีพ มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.35 คน และแรงงานจ้าง 2.02 คน โดยแรงงานในครัวเรือนจะเพียงพอสำหรับการผลิตมังคุดที่มีพื้นที่ปลูกไม่มาก แต่จะใช้แรงงานจ้างในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตซึ่งมังคุดจะสุกพร้อม ๆ กัน มีรายได้จากการขายมังคุดในปี 2561/2562 เฉลี่ย 91,421.55 บาทต่อปี (16,774.59 บาทต่อไร่) มีรายจ่ายจากการผลิตมังคุดเฉลี่ย 25,493.77 บาทต่อปี (4,677.75 บาทต่อไร่) ส่วนใหญ่จะเป็นค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ร้อยละ 53.3 มีหนี้สินเฉลี่ย 295,011.24 บาท ร้อยละ 37.5 มีแหล่งเงินทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ สอดคล้องผลการศึกษาของภัคศจี ดำกิ่ง (2558, น. 52-54) ที่ศึกษาการผลิตและการตลาดมังคุดคุณภาพของเกษตรอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ที่พบว่าเกษตรกรมากกว่าครึ่งเป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 52.37 ปี ระดับการศึกษาของเกษตรกรส่วนมากจบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา สมาชิกส่วนใหญ่เป็นสมาชิกกลุ่ม ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ สมาชิกส่วนใหญ่มีที่ดินทำกินเป็นของตนเอง มีประสบการณ์ในการปลูกมังคุดเฉลี่ย 19.74 ปี แรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 1.91 คน รายได้เฉลี่ย 15,508.26 บาทต่อไร่ ต้นทุนเฉลี่ย 6,602.92 บาทต่อไร่

เทคโนโลยีการผลิตมังคุดของเกษตรกร

เกษตรกรผู้ปลูกมังคุดร้อยละ 55.7 พื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่ดอน ร้อยละ 50.3 เป็นดินร่วน ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ปลูกไม้ผลส่วนใหญ่ของอำเภอทุ่งสงเป็นพื้นที่ชายเขาและเป็นแหล่งต้นน้ำ ในตำบลถ้ำใหญ่ ตำบลนาหลวงเสน ตำบลน้ำตก เกษตรกรนิยมปลูกในพื้นที่ดังกล่าวเพราะไม้ผลเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากมีแหล่งน้ำ มีความชื้นและดินมีความอุดมสมบูรณ์จากป่าธรรมชาติ ร้อยละ 65.9 ลักษณะการปลูกเป็นสวนผสม โดยปลูกร่วมในสวนทุเรียน ลองกอง ร้อยละ 35.9 มีระยะปลูก 8x8 เมตร ร้อยละ 53.9 มีแหล่งน้ำทางการเกษตร ร้อยละ 49.7 ไม่มีระบบการให้น้ำ เนื่องจากอำเภอทุ่งสงมีฝนตกชุกตลอดทั้งปี หากปีใดฝนทิ้งช่วงเกษตรกรจะใช้วิธีการให้น้ำโดยใช้สายยาง ซึ่งได้ไม่ทั่วถึงทำให้ปีไหนเกิดแล้งจัดในช่วงไม้ผลติดผลจะทำผลผลิตลดลงและคุณภาพต่ำ ร้อยละ 89.2 มีการใส่ปุ๋ยโดยเกษตรกรร้อยละ 59.1 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เฉลี่ย 17.59 กระสอบต่อปี(3.22 กระสอบต่อไร่) เกษตรกรร้อยละ 58.7 ใส่ปุ๋ยเคมี เฉลี่ย 5.21 กระสอบต่อปี (0.95 กระสอบต่อไร่) ซึ่งจะเห็นว่าเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อเทียบกับ ข้อมูลการให้ปุ๋ยของ นฤมล มานิพพาน (2549, น. 20) ที่ให้หลักการให้ปุ๋ยไว้ว่า โดยรวมแล้วในแต่ละฤดูกาลใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง โดยใส่ปุ๋ยเคมีประมาณ 6.50 กิโลกรัมต่อต้น (2.60 กระสอบ

ต่อไร่) ปุ๋ยอินทรีย์ 600 กิโลกรัมต่อไร่ (12 กระสอบต่อไร่) ร้อยละ 82.6 ไม่ใช้สารเคมีในการจัดการโรคและแมลงศัตรูพืช ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำหากมีการระบาดของศัตรูและโรคพืช เกษตรกร ร้อยละ 88.6 ใช้เครื่องยนต์ในการจัดการวัชพืช โดยใช้เครื่องยนต์เฉลี่ย 1.97 ครั้งต่อปี ร้อยละ 80.8 ไม่ได้คัดแยกคุณภาพก่อนการจำหน่าย โดยเกษตรกรให้ความเห็นว่าไม่มีเวลาในการคัดเพราะต้องใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเก็บเกี่ยว หากเก็บเกี่ยวไม่ทันทำให้ผลผลิตสุกขายไม่ได้ราคา และมองว่าการขายคละได้ราคาที่ดีกว่าเพราะผลผลิตส่วนใหญ่มีคุณภาพต่ำ ร้อยละ 91.0 จำหน่ายโดยขายส่งพ่อค้าคนกลาง ร้อยละ 53.9 มีการตัดแต่งกิ่งมังคุดหลังเก็บเกี่ยว โดยแตกต่างกับการศึกษาของภัคศจี ดำกิ่ง (2558, น. 74) ที่ศึกษาการผลิตและการตลาดมังคุดคุณภาพของเกษตรอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ในประเด็นการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช 5.51 ครั้งต่อฤดูกาลผลิต และมีการคัดแยกคุณภาพตามขนาดและลักษณะผล

ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร

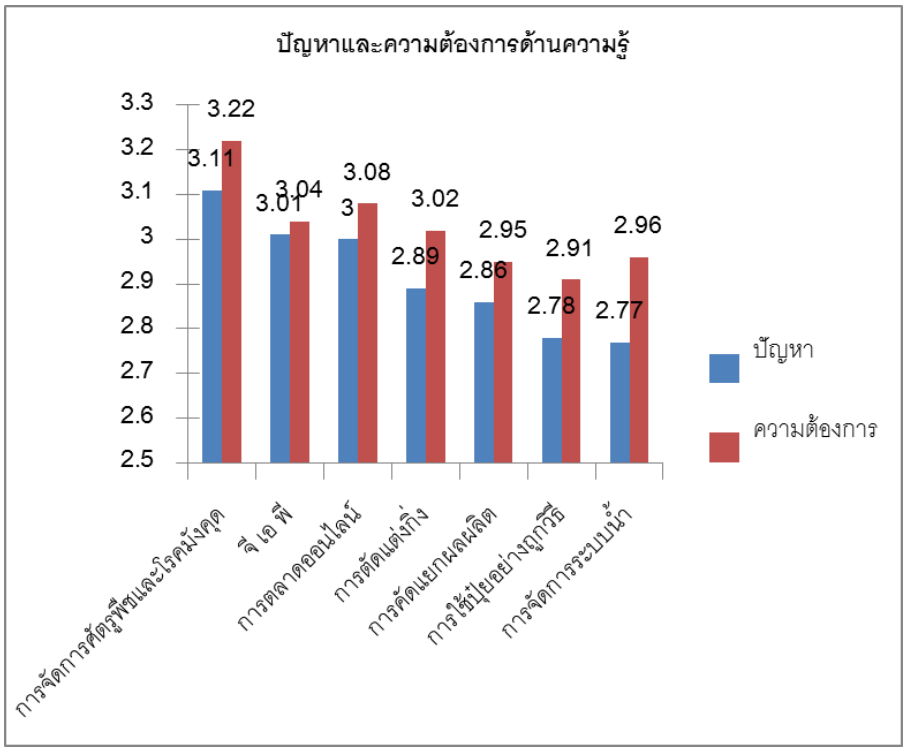


ภาพประกอบที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร

จากการวิจัยพบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับมังคุด (GAP) ใน 5 ประเด็น โดยในประเด็นแหล่งน้ำและพื้นที่ปลูกนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่จะปลูกในพื้นที่ชายเขา เกษตรกรร้อยละ 100.0 แหล่งน้ำที่ใช้ไม่มีการปนเปื้อนสารพิษหรือสิ่งที่เป็นอันตราย ไม่อยู่ใกล้หรือผ่านชุมชน คอกสัตว์ โรงเก็บสารเคมี โรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรร้อยละ 97.0 พื้นที่ปลูกไม่เคยเป็นที่ตั้งของโรงพยาบาล โรงเก็บสารเคมี โรงพยาบาล โรงงาน

อุตสาหกรรม โรงเก็บสารเคมี คอกสัตว์หรือที่เก็บขยะมาก่อน การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร เกษตรกรที่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดโรคมังคุดจะเป็นกลุ่มที่มีการผลิตมังคุดคุณภาพ โดยเกษตรกรร้อยละ 85.0 มีการจัดเก็บสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแยกจากที่พักอาศัย หรือประกอบอาหารมีการระบายอากาศที่ดี ร้อยละ 95.2 ใช้สารเคมีที่ขึ้นทะเบียนถูกต้อง โดยอ่านฉลากและปฏิบัติตามวิธีใช้ช่วงเวลาและปริมาณที่แนะนำไว้ในฉลากอย่างเคร่งครัด ร้อยละ 100.0 ไม่ซื้อสารเคมีที่ร้านแบ่งขายหรือไม่ติดฉลาก ร้อยละ 98.8 สารเคมีต้องบรรจุในขวด/ภาชนะบรรจุที่ปิดฝาขวด/กล่องเรียบร้อยไม่ฉีกขาด ร้อยละ 100.0 ไม่ใช้หรือเก็บสารเคมีที่ราชการห้ามใช้ ร้อยละ 100.0 ป้องกันตนเองขณะฉีดพ่นสารเคมี อาบน้ำสระผมเปลี่ยนเสื้อผ้าทันทีหลังจากฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ร้อยละ 100.0 หยุดใช้สารเคมีก่อนการเก็บเกี่ยวตามที่ระบุในฉลาก ร้อยละ 88.0 ภาชนะบรรจุสารเคมีที่ใช้หมดแล้วนำมาฝังดินให้ลึกห่างจากแหล่งน้ำ ไม่นำมาใช้ใหม่ ไม่เผาทำลาย ในประเด็นการเก็บเกี่ยว การขนย้าย นั้นเกษตรกรจะได้รับความรู้มาจากผู้ซื้อซึ่งทำให้เกษตรกรร้อยละ 94.6 เก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะที่เหมาะสมตามเกณฑ์ในแผนควบคุมการผลิต มีการเก็บผลผลิตถูกเวลา ถูกวิธี ร้อยละ 98.8 การเก็บรักษาและขนย้ายผลผลิตภายในแปลงทำด้วยความระมัดระวัง การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรที่มีการปฏิบัติน้อย 3 ประเด็น คือ เกษตรกรร้อยละ 25.1 มีการจัดทำแผนควบคุมการผลิต ร้อยละ 36.5 มีการสำรวจการเข้าทำลายของศัตรูพืช (เพลี้ยไฟ ไรขาว เพลี้ยแป้ง หนอนกินยอดอ่อน) และป้องกันกำจัดอย่างถูกวิธี เมื่อศัตรูพืชมีปริมาณมากที่ทำให้ผลผลิตเสียหาย. ร้อยละ 15.0 มีการบันทึกข้อมูล ซึ่งแตกต่างกับการวิจัยของภัคศจี ดำกิ่ง (2558, น. 78-79) ที่ศึกษาการผลิตและการตลาดมังคุดคุณภาพของเกษตรอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ที่พบว่า เกษตรกรทั้งหมดมีการผลิตตามระบบการจัดการคุณภาพ : GAP มังคุด

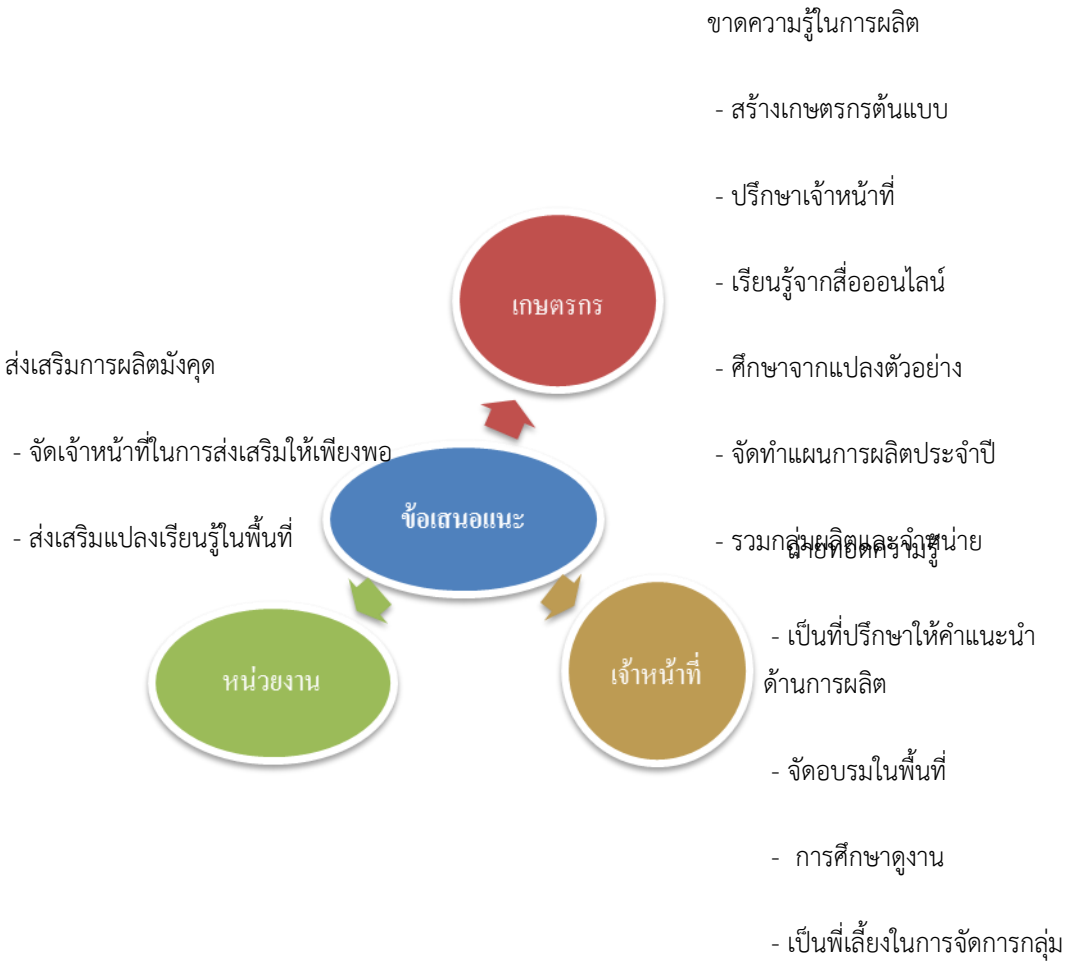
ปัญหาและความต้องการในการผลิตมังคุดของเกษตรกร



ภาพประกอบที่ 2 ปัญหาและความต้องการด้านความรู้ในการผลิตมังคุดของเกษตรกร

ปัญหาและความต้องการในการผลิตมังคุดของเกษตรกร พบว่าปัญหาและความต้องการของเกษตรกรในการผลิตมังคุดไปในทางเดียวกันในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางได้แก่ ปัญหาและความต้องการด้านความรู้ ประกอบด้วย ความรู้ในการจัดการศัตรูและโรคมังคุด ความรู้ในการจัดการมังคุดตามหลักการการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ความรู้เรื่องตลาดออนไลน์ ความรู้เรื่องการตัดแต่งกิ่ง ความรู้เรื่องการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีและความรู้ในการจัดการระบบน้ำ ปัญหาด้านการจำหน่ายผลผลิต ราคาผลผลิตต่ำไม่แน่นอน ปัญหาด้านการดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว คือแหล่งน้ำด้านการเกษตร จากการวิจัยพบว่าเกษตรกรมีปัญหาด้านความรู้สูงที่สุด รองลงมาเป็นปัญหาด้านการจำหน่ายผลผลิต และมีปัญหาด้านการดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของมานพ โปษยานนท์(2555, น. 90) ที่พบว่าปัญหาของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการผลิตมังคุดคุณภาพของเกษตรกร เกษตรกรกลุ่มเข้าร่วมโครงการประสบปัญหาศัตรูของมังคุดและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวมากที่สุด รองลงมาคือการบันทึกข้อมูล สารเคมีบางชนิดราคาแพง ขาดแรงงานในการพ่นสารเคมี ปุ๋ยเคมีที่แนะนำมีราคาแพง ขาดแรงงานในการเก็บเกี่ยว ขาดแรงงานในการคัดแยกคุณภาพ

ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตมังคุดของเกษตรกร

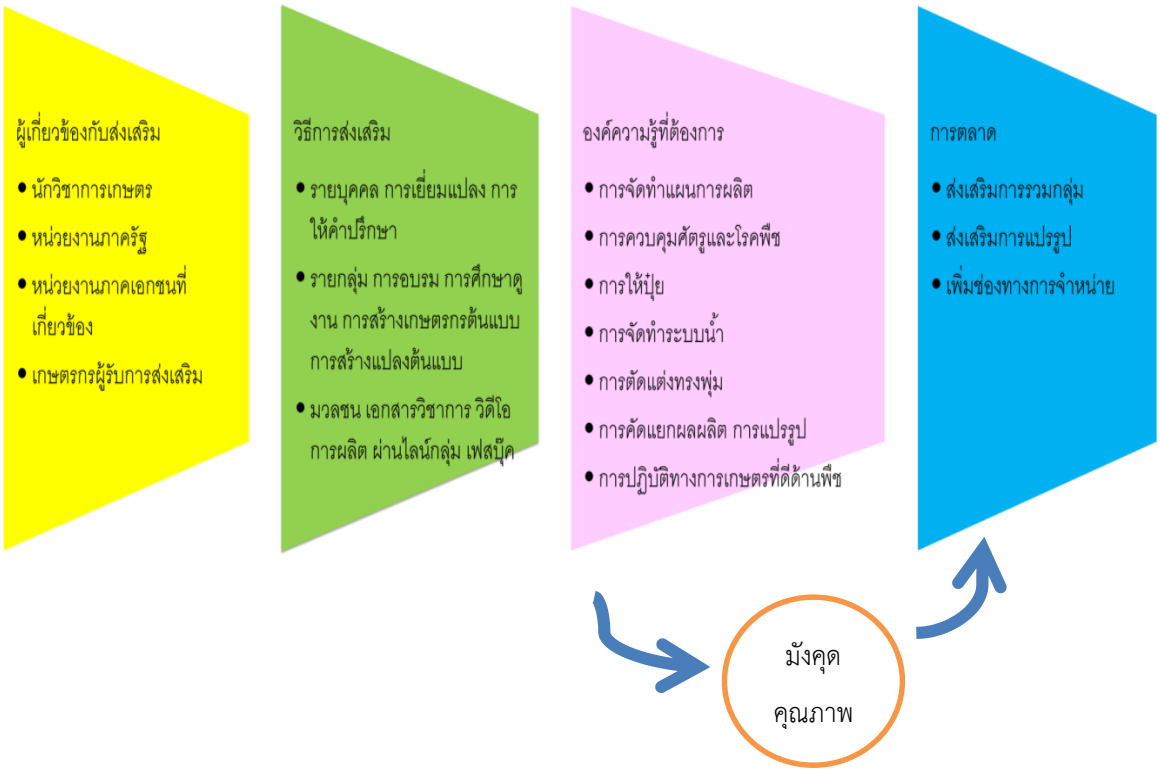


ภาพประกอบที่ 3 ข้อเสนอแนะในการผลิตมังคุดของเกษตรกร

เกษตรกรได้ให้ความเห็นแยกเป็น 3 ด้านประกอบด้วย 1) ด้านเกษตรกรผู้ปลูกมังคุดยังขาดความรู้ในการผลิตมังคุด จึงต้องหาความรู้เพื่อการผลิตเพิ่มเติมจากแปลงตัวอย่าง จากเกษตรกรต้นแบบผู้มีความรู้ในพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพ ที่เหมือนกันจึงจะสามารถเรียนรู้และนำไปปฏิบัติได้ดีกว่าการให้ความรู้โดยวิธีการอื่น จากเจ้าหน้าที่หรือข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต จัดทำแผนควบคุมคุมคุณภาพในการผลิตและมีการปฏิบัติอย่างจริงจังต่อเนื่อง และหันมารวมกลุ่มเพื่อการผลิตและจำหน่ายเพื่อแก้ปัญหาการถูกกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง 2) ด้านเจ้าหน้าที่ เกษตรกรมีความต้องการให้เจ้าหน้าที่เข้าไปให้ความรู้และเป็นที่ปรึกษาในแต่ละกระบวนการผลิต เข้าไปจัดกระบวนการเรียนรู้กลุ่มและแก้ปัญหาร่วมกับเกษตรกร 3) ด้านหน่วยงาน ควรจัดให้มีเจ้าหน้าที่เข้าไปดูแลเกษตรกร ส่งเสริมให้มีแปลงตัวอย่างในการผลิตมังคุดคุณภาพในพื้นที่ให้เกษตรกรได้ใช้เรียนรู้ ส่งเสริมให้เกษตรกรมีการรวมกลุ่มโดยการสนับสนุนอุปกรณ์ที่จำเป็นเช่นอุปกรณ์ในการจัดทำแปลงตัวอย่าง อุปกรณ์ในการจัดตั้งกลุ่มเพื่อการจำหน่ายผลผลิต และหน่วยงานภาครัฐ พาณิชย์จังหวัดควรเข้าไปดูแลเรื่องการตลาดล่วงหน้าในแต่ละฤดูกาลเพื่อแก้ปัญหาผลผลิตราคาตกต่ำเป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย การส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพในอำเภอทุ่งสง จังหวัดสครศรีธรรมราช ได้ดังนี้



ภาพประกอบที่ 4 แสดงวิธีการส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1 จากการวิจัยสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุมาก มีแหล่งความรู้จากญาติ/เพื่อนบ้านซึ่งเป็นความรู้มาจากประสบการณ์ หากได้เพิ่มเติมความรู้ตามหลักวิชาการจะ ทำให้เกษตรกรเกิดความเข้าใจในการปฏิบัติมากขึ้น เนื่องจากการเกษตรกรอายุมากจึงมีความจำเป็นในการให้ความรู้โดยการส่งเสริมแบบรายบุคคล นั่นคือการเยี่ยมแปลง จัดทำแปลงเรียนรู้ สร้างเกษตรกรต้นแบบ สวนมังคุดต้นแบบ เป็นต้น ส่วนการส่งเสริมแบบกลุ่มโดยการจัดศึกษาดูงาน เพื่อให้เกษตรกรได้รับประสบการณ์นำไปปฏิบัติในสวนมังคุดของตนเองและพัฒนาการผลิตมังคุดคุณภาพต่อไป

2 จากการวิจัยการผลิตมังคุดของเกษตรกร พบว่าพื้นที่ปลูกมังคุดส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ดอน มีลักษณะการปลูกเป็นสวนผสมระหว่างมังคุด ทุเรียน ลองกอง และปลูกแซมในสวนยางพารา เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 53.9 มีแหล่งน้ำทางการเกษตร แต่ส่วนใหญ่ไม่มีระบบน้ำเนื่องจากเกษตรกรมองว่าฝนตกตลอดทั้งปี เกษตรกรมีการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชน้อย ทำให้เมื่อมีผลกระทบจากสภาวะอากาศ การระบาดของศัตรูพืชผลผลิตมังคุดที่ได้จึงมีคุณภาพต่ำและไม่สม่ำเสมอ จึงมีความจำเป็นในการให้ความรู้ทางด้านวิชาการแก่เกษตรกรในการจัดทำแผนคุณภาพเพื่อควบคุมการผลิตในการรองรับสภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน ควบคุมผลผลิตมังคุดให้มีคุณภาพสม่ำเสมอ ได้แก่การให้ความรู้ในการดูแลโรคและศัตรูพืช การให้ความรู้ในการให้ปุ๋ย การตัดแต่งกิ่ง การจัดการระบบน้ำ เป็นต้น และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องได้ปรับเปลี่ยนวิธีการสร้างความรู้ ความเข้าใจแก่เกษตรกรผู้สนใจการผลิตมังคุดคุณภาพต่อไป

3 จากการวิจัยการปฏิบัติทางการเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกร พบว่าเกษตรส่วนใหญ่ขาดการบันทึกข้อมูลการผลิตในแต่ละขั้นตอนทำให้การสืบค้นหาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนไม่สามารถทำได้ การให้ความรู้ความเข้าใจในหลักวิชาการให้มีการบันทึกข้อมูลการผลิต สร้างความเข้าใจให้กับเกษตรกรในการรับรู้การเข้าสู่ระบบการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมสำหรับมังคุด (GAP) เป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพสร้างความพร้อมในการแข่งขันกับตลาดต่างประเทศ

4 จากการวิจัยความต้องการการผลิตมังคุดคุณภาพ ด้านความรู้ ด้านการดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยวและด้านการจำหน่าย พบว่าเกษตรกรต้องการให้มีนักวิชาการ หน่วยงานภาครัฐเข้าไปมีบทบาทในการให้ความรู้ ให้คำแนะนำในการผลิตมังคุดในแต่ละระยะในแต่ละฤดูกาล และเป็นตัวกลางในการจำหน่ายผลผลิตให้มากขึ้น

5 จากการวิจัย เรื่องความต้องการในการรวมกลุ่ม เกษตรกรผู้ปลูกมังคุดในอำเภอทุ่งสงส่วนใหญ่มีความต้องการในการรวมกลุ่ม โดยมีความต้องการให้ได้ราคาจำหน่ายมังคุดที่สูงขึ้น แต่ที่ยังรวมกลุ่มไม่ได้เนื่องจากขาดผู้นำที่มีความเข้มแข็งและเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร จึงควรมีการส่งเสริมในกลุ่มเกษตรกรที่มีความต้องการในการรวมกลุ่มจริงๆ ก่อน โดยส่งเสริมในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการผลิตมังคุด ที่นอกเหนือจากการจำหน่ายผลผลิตอย่างเดียวด้วย เช่น การผลิตปุ๋ยใช้เอง การแปรรูปผลผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่า การทำตลาดออนไลน์เป็นต้น

6 จากการวิจัยข้อเสนอแนะของเกษตรกรในการส่งเสริมการผลิตมังคุดคุณภาพนั้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตมังคุดคุณภาพต้องแก้ปัญหาไปด้วยกันทั้งตัวของเกษตรกรเอง เจ้าหน้าที่และหน่วยงาน โดยต้องสร้างความพร้อมในการผลิตมังคุดคุณภาพให้แก่เกษตรกร ด้านความรู้ในการผลิต ด้านการจัดการกระบวนการผลิต ด้านการจัดการแปลง การสร้างแปลงในการเรียนรู้ ให้การฝึกอบรม การศึกษาดูงาน การส่งเสริมการรวมกลุ่ม และการจำหน่าย หน่วยงานเข้าไปแก้ปัญหากรณีราคามังคุดตกต่ำอย่างทันท่วงที

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นารีรัตน์ สีระสาร และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมรองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สีสังข์ ที่ให้คำแนะนำปรึกษา ด้วยความเอาใจใส่อย่างดี คณาอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช สำหรับคำแนะนำในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและการเผยแพร่ผลงานวิชาการ ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษา ครอบครัว และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจตลอดมา ผู้วิจัยขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

นฤมล มานิพพาน. (2549). **การปลูกและขยายพันธ์ราชินีแห่งผลไม้มังคุด.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : ส่งเสริมอาชีพธุรกิจ เพชรกะรัต

เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ. (2561). **ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยและสถิติเพื่อการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร (หน่วยที่ 5): ตัวแปร ประชากร และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทางส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร.** นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ภัคศจี ดำกิ่ง. (2558). **การผลิตและการตลาดมังคุดคุณภาพของเกษตรกร อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาตรมหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตรและสหกรณ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

มานพ โปษยาอนุวัตร์. (2555). **การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตมังคุดคุณภาพของเกษตรกรในอำเภอแกลง จังหวัดระยอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตรและสหกรณ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2556). **มาตรฐานสินค้าเกษตร การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร (มกษ.9001-2556).** 13 กุมภาพันธ์ 2557**.**

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. (2562). **ฐานข้อมูลเกษตรรายสินค้า จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ.2562** (Online), https://www.opsmoac.go.th/nakhonsithammarat-dwl-files-411391791997, 20 ตุลาคม 2562**.**

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2561). **สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้าปี 2561** (Online). http://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebookcategory/38_commodity2561/#page =55, 21 ตุลาคม 2562.

ความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Species Richness of Sarcodina Protozoa from Water Resource at Songkhla Rajabhat University

ภัทรวดี เขียวจันทร์[1], ธำมรงค์ จิตภักดี[1], สุธินีหิมยิ[2*]

Pattarawadee Khaiewchan[1], Tammarong Jitphakdee[1], Sutinee Himyi[2*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัว และปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาจำนวน 7 จุด แบ่งเป็นแหล่งน้ำปิด 3 จุด และแหล่งน้ำเปิด 4 จุด ผลการศึกษาพบซาร์โคดินาโปรโตซัวทั้งหมด 37 ชนิด โดยในแหล่งน้ำปิดพบทั้งหมด 19 ชนิด ได้แก่ ซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำ 5 ชนิด และในเศษวัตถุอินทรีย์ 16 ชนิด ส่วนในแหล่งน้ำเปิด พบทั้งหมด 37 ชนิด ได้แก่ ซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำ 35 ชนิด และในเศษวัตถุอินทรีย์ 31 ชนิด โดย *Amoeba* sp. และ *Arcella vulgaris* เป็นชนิดที่พบได้ทุกแหล่งน้ำ ส่วนชนิดที่พบได้เฉพาะในแหล่งน้ำเปิด คือ *Arcella gibbosa* และ *Jungia sundanensis* ชนิดที่พบเฉพาะในน้ำ คือ *Chaos illinoisensis, Pelomyxa palustris, Arcella polypora* และ *Lagenodifflugia vas* ในขณะที่ *Diffugia* sp. 2 และ *Centrotyxis hemisphaerica* พบได้เฉพาะในเศษวัตถุอินทรีย์ ทั้งนี้พบว่าความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำมีความสัมพันธ์กับพีเอช และอุณหภูมิในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ส่วนซาร์โคดินาโปรโตซัวในเศษวัตถุอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับความขุ่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.01$)

คำสำคัญ : ซาร์โคดินาโปรโตซัว, ปัจจัยสิ่งแวดล้อม, แหล่งน้ำ

---

[1]นักศึกษา สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** sutinee hi@skru.ac.th

Abstract

The aim of this study was to determine the species richness of sarcodina protozoa and some environmental factors in water source at SongkhlaRajabhat University. The samples were collected at the 7 stations, included 3 stations of closed water sources and 4 stations of opened water sources. A total of 37 species of sarcodina protozoa were of 19 species in closed water sources (5 species in water and 16 species on organic materials) and 37 species in opened water sources (35 species in water and 31 species on organic materials). *Amoeba* sp. and *Arcella vulgaris* were found in all water sources, *Arcella gibbosa* and *Jungia sundanensis* were found only in opened water sources. *Chaos illinoisensis*, *Pelomyxa palustris*, *A. polypora* and *Lagenodifflugia vas* were found only in the water, while *Diffugia* sp. 2 and *Centrotyxis hemisphaerica* were found only in materials. In addition, the species richness of sarcodina protozoa in the water had a significantly related to pH and the temperature in the negative correlation ($p<0.01$) and sarcodina protozoa on organic materials had a significantly related to turbidity and dissolved oxygen in the water in the negative correlation ($p<0.01$).

Keywords : sarcodina protozoa, environmental factors, water source

บทนำ

ซาร์โคดินาโปรโตซัวเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า สามารถพบการแพร่กระจายอย่างแพร่หลาย พบได้ทั้งในแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม และน้ำพุร้อน แต่มีความหลากหลายมากที่สุดในแหล่งน้ำจืด (ธงชัย วงษ์สมบูรณ์, 2542) ซาร์โคดินาเป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยมีบทบาทเป็นผู้บริโภคซึ่งกินแบคทีเรียและสารอินทรีย์ที่ได้จากการกระบวนการของผู้ย่อยสลายอินทรียสาร จึงมีบทบาทควบคุมปริมาณแบคทีเรียส่วนเกิน ทำให้การบำบัดมีประสิทธิภาพ คืนสภาพของน้ำเสียในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ (บพิธ จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์, 2545) รวมถึงใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพของแหล่งน้ำ เนื่องจากบางชนิดทนต่อสภาพน้ำเสียที่เกิดจากปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ เช่น *Arcella dentata, A. vulgaris, Diffugia constricta, Diffugia urceolata, Naegleria* ซึ่งพบมากในเขตที่มีการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว เป็นน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนปานกลางไม่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์ มีปริมาณแบคเรียอาศัยอยู่มาก ในขณะที่ *Amoeba proteus* พบมากในน้ำที่มีออกซิเจนสูงกว่า ส่วนกลุ่ม *Mayorella* จะพบมากในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง มีแบคทีเรียน้อยหรือในเขตน้ำที่สะอาด ทั้งนี้อาจมีการแพร่กระจายหรือเคลื่อนย้ายอยู่ในน้ำสภาพอื่นๆ ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการของสารอาหาร (บพิธ จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์, 2549)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลามีแหล่งน้ำกระจายอยู่ทั่ว ประกอบด้วยแหล่งน้ำปิด ได้แก่ สระน้ำบริเวณเกาะลอย สระน้ำหน้าตึกคณะมนุษยศาสตร์ สระสนานใจ สระน้ำบริเวณข้างสนามกีฬา และสระน้ำอาคารสัตวบาล สภาพน้ำมีสีเขียวเนื่องด้วยสาหร่ายและพืชน้ำเกิดการบลูม ส่วนแหล่งน้ำเปิด ได้แก่ คูระบายน้ำบริเวณรอบศูนย์วิทยาศาสตร์ คูระบายน้ำ

หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ คูระบายน้ำบริเวณสงขลาพาเลซ คูระบายน้ำหน้าตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคูระบายน้ำบริเวณบ้านพักอาจารย์ใกล้หอพักหญิงสบันงา เป็นแหล่งน้ำที่มีการระบายออกบางช่วงได้รับผลกระทบจากการระบายน้ำเสียจากอาคารต่างๆ รวมถึงเศษวัตถุอินทรีย์จมอยู่ใต้น้ำ อุดท่อระบายน้ำทำให้น้ำไม่สามารถระบายออกสู่ภายนอกได้ เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำซึ่งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำ การศึกษาที่ผ่านมามีเพียงการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีเขียวในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 51 ชนิด และสาหร่ายสีเขียวพบ 16 ชนิด (เสาวนิตย์ ชอบบุญ และพัชรี หลุ่งหม่าน, 2553) แต่ยังไม่มีรายงานการศึกษากลุ่มซาร์โคดินาโปรโตซัวในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัว ทั้งในแหล่งน้ำและเศษวัตถุอินทรีย์ที่จมอยู่ใต้น้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านความหลากหลายทางชีวภาพและเป็นข้อมูลในการชี้วัดคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างซาร์โคดินาโปรโตซัวบริเวณแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา (ภาพที่ 1) จำนวน 7 จุด ประกอบด้วยแหล่งน้ำปิด 3 จุด และแหล่งน้ำเปิด 4 จุด ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา (Maxar Technologies, 2019)

ตารางที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

จุดเก็บตัวอย่าง	ละติจูด	ลองจิจูด
แหล่งน้ำปิด		
1. สระน้ำบริเวณเกาะลอย (FI)	N 7°10′14.79″	E 100°36′48.26″
2. สระสนานใจ (SJ)	N 7°10′08.87″	E 100°36′44.42″
3. สระน้ำโรงยิม (G)	N 7°09′54.40″	E 100°36′38.49″
แหล่งน้ำเปิด		
4. คูระบายน้ำหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ (CLP)	N 7°10′02.21″	E 100°36′38.51″
5. คูระบายน้ำรอบศูนย์วิทยาศาสตร์ (SCC)	N 7°0.9′57.93″	E 100°36′43.00″
6. คูระบายน้ำหน้าตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (SCI)	N 7°09′57.06″	E 100°36′47.86″
7. คูระบายน้ำหน้ากองพัฒนานักศึกษา (DSD)	N 7°10′03.03″	E 100°36′48.60″

2. การเตรียมอาหาร

นำฟางข้าวแห้งสภาพใหม่มาชั่ง 15 กรัม ตัดเป็นท่อน นำไปต้มจนเดือดเป็นเวลา 10 นาที จนได้ความเข้มข้นของน้ำฟางเป็นสีน้ำตาลทิ้งค้างคืนให้เย็น นำน้ำต้มฟางที่เตรียมไว้ใส่ขวดเลี้ยงโปรโตซัวในปริมาตร 130 มิลลิลิตรต่อ 1 ขวด

3. การเก็บตัวอย่างและการเลี้ยงชาร์โคดินาโปรโตซัว

เก็บตัวอย่างโปรโตซัวในน้ำแต่ละจุด โดยลากถุงกรองแพลงก์ตอน ขนาดตา 22 ไมครอน จุดละ 3 ซ้ำ พร้อมเก็บเศษวัตถุอินทรีย์ที่จมอยู่ในน้ำ ได้แก่ เศษใบไม้ กิ่งไม้ พืชน้ำอย่างละ 3 ชิ้นต่อ 1 จุด นำตัวอย่างที่กรองมาใส่ในน้ำต้มฟางที่เตรียมไว้ในขวดเลี้ยงโปรโตซัว แต่ละขวดใช้น้ำตัวอย่างที่มีโปรโตซัวขวดละ 1 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวดต่อ 1 จุด รวม 21 ขวด และเศษวัตถุอิทรีย์ 3 ขวดต่อ 1 จุด รวม 21 ขวดปิดปากภาชนะด้วยผ้าขาวบางเพื่อป้องกันยุงวางไข่ ทิ้งไว้ 1-2 วัน

4. การศึกษาความหลากชนิดของโปรโตซัว

สุ่มตัวอย่างน้ำเลี้ยงโปรโตซัวหยดลงบนแผ่นไลด์ปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์ นำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเพื่อจำแนกชนิด ถ่ายภาพพร้อมวาดภาพ โดยใช้คู่มือประกอบการจำแนกโปรโตซัว เช่นโปรโตซัวในแหล่งน้ำจืด (บพิธ จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์, 2549) จุลชีพสัตว์ในน้ำจืด (นันทพร จารุพันธ์, 2545) และแพลงก์ตอนสัตว์ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541) โดยสุ่มตัวอย่างน้ำมาจำแนกชนิดทุกวันตั้งแต่วันที่ 2 ของการเลี้ยงจนครบ 30 วัน

5. การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยวัดในภาคสนาม ได้แก่ พีเอชน้ำโดยใช้พีเอชมิเตอร์ อุณหภูมิของน้ำใช้เทอร์โมมิเตอร์ วัดความขุ่นด้วยเครื่องวัดความขุ่น และเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดเก็บตัวอย่างนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำตามวิธี The Azide Modification of the Winkler Method (APHA, AWWA and WFF, 1998)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบชนิดซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำและในเศษวัตถุอินทรีย์แต่ละจุด ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง โดยการนำข้อมูลดิบมาดัดแปลงเป็น log(x+1) แล้วนำไปวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ตามวิธีของ Pearson (Wuet al., 2007)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ.2562 พบซาร์โคดินาโปรโตซัวทั้งหมด 3 คลาส 5 อันดับ 9 วงศ์ 37 ชนิด แตกต่างจากการศึกษาของ Matchacheep and Dumrongrojwattana (2007) ที่พบซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำ 16 สกุล 23 ชนิด อาจเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างพร้อมเศษวัตถุอินทรีย์ที่จมอยู่ตามขอบสระ และขอบคูระบายน้ำ ซึ่งมีกระบวนการย่อยสลายสูง จึงมีโปรโตซัวอาศัยอยู่ค่อนข้างมาก (บพิธ จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์, 2549) ส่วนวงศ์เด่นที่พบ ได้แก่ วงศ์ Diffugiidae 9 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์ Amoebidae 7 ชนิด และ Arcellinidae 6 ชนิด ส่วนวงศ์อื่นๆอยู่ในช่วง 1-5 ชนิด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวที่พบในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Taxa	CLP		SCI		SCC		DSD		FI		SJ		G	
	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M
Class Lobosea														
Subclass Gymnamoebia														
Order Amoebida														
Suborder Tubulina														
Family Amoebidae														
Amoeba proteus	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		
Amoeba radiosa	✓	✓	✓				✓							✓
Amoeba sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Chaos carolinensis		✓			✓	✓		✓						
Chaos illinoisensis			✓											
Metachos gratum					✓	✓	✓							
Polychaos dubium		✓					✓							
Family Hartmannellidae														
Saccamoeba gorgonia			✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓		
Suborder Thecina														
Family Striamoebidae														
Striamoeba striata	✓	✓	✓	✓										
Suborder Conopodina														
Family Mayorellidae														
Mayorella bigemma	✓		✓		✓	✓	✓					✓		
Mayorella penardi	✓		✓	✓										
Mayorella vespertilio	✓	✓	✓											✓
Dinamoeba acuum	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓		
Subulamoeba saphirima	✓					✓								
Order Peliobiontida														
Family pelomyxidae														
Pelomyxa palustris			✓											

ตารางที่ 2 (ต่อ)

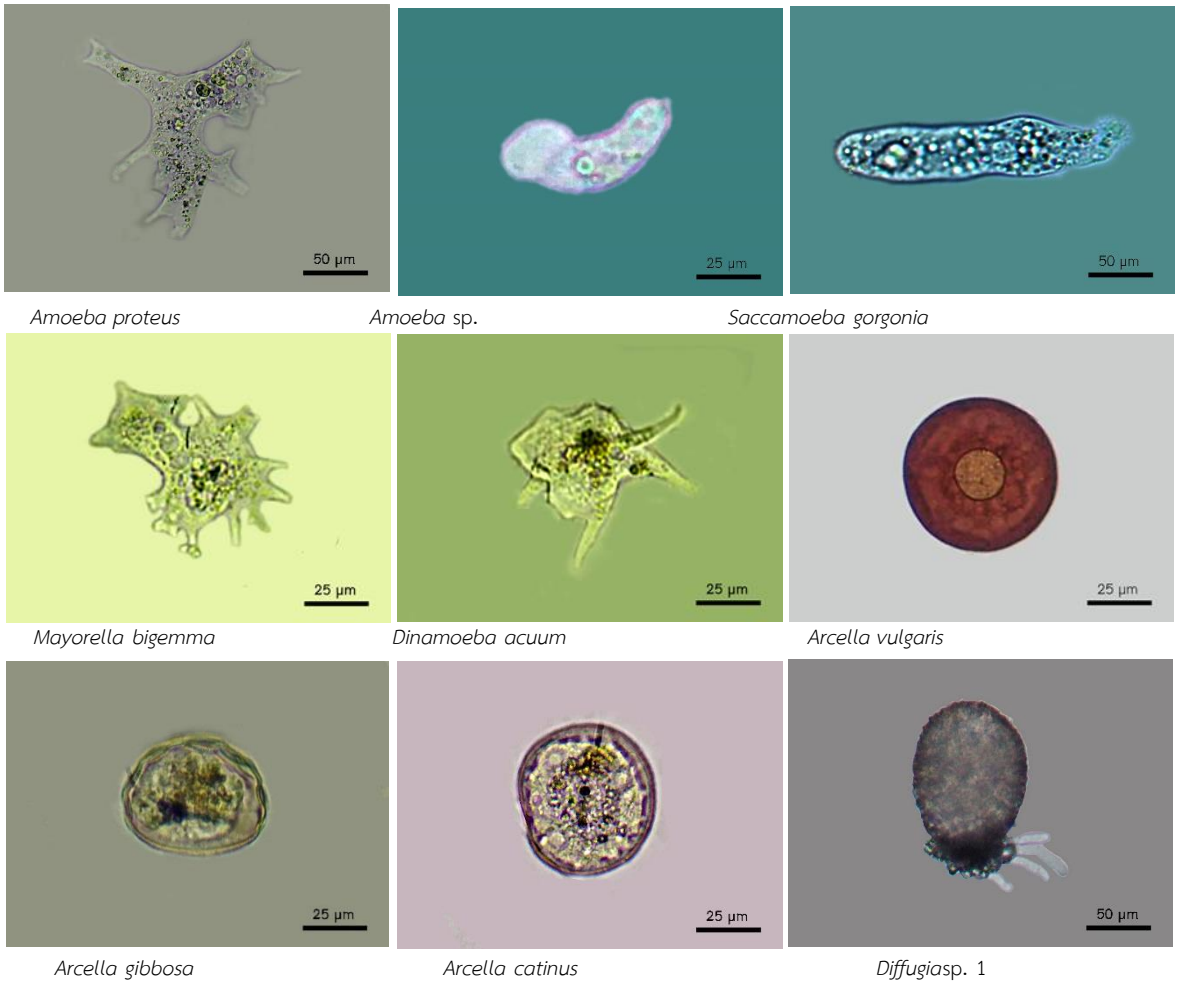
Taxa	CLP		SCI		SCC		DSD		FI		SJ		G	
	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M	W	M
Subclass Testacealobosia														
Order Arcellinida														
Suborder Arcellina														
Family Arcellinidae														✓
Arcella vulgaris	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Arcella gibbosa	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓						
Arcella catinus	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			
Arcella bathystoma	✓		✓		✓	✓								
Arcella megastoma			✓											
Arcella polypora							✓							
Suborder Difflugina														
Family Diffugiidae														
Diffugia sp.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
Diffugia sp.2		✓		✓								✓		
Diffugia sp.3	✓	✓												
Diffugia sp.4			✓	✓		✓	✓					✓		
Diffugia sp.5	✓		✓					✓				✓		
Diffugia sp.			✓	✓								✓		
Lagenodifflugia vas			✓											
Protocucurbitella coroniformis			✓		✓	✓	✓							
Pentagonia marocca	✓	✓	✓	✓				✓				✓		
Family Centropyxidae														
Centrotyxis aculeata			✓				✓	✓		✓		✓		
Centrotyxis hemisphaerica		✓												
Cyclopyxis puteus	✓		✓							✓		✓		
Jungia sundanensis	✓		✓			✓	✓	✓						
Class Filosea														
Order Aconchulinida														
Family Euglyphidae														
Euglypha filifera	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		
Class Heliozoea														
Order Actinophryida														
Actinophrys sol	✓		✓	✓										
Echinosphaerium	✓	✓	✓											
Number of species	22	16	29	16	13	17	18	13	4	7	4	15	2	3

แหล่งน้ำเปิดพบซาร์โคดินาโปรโตซัว 37 ชนิด จุดที่มีความหลากชนิดมากที่สุด คือ คูระบายน้ำหน้าตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (SCI) 30 ชนิด รองลงมาคือ คูระบายน้ำรอบหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ (CLP) 27 ชนิด ในขณะที่ คูระบายน้ำรอบศูนย์วิทยาศาสตร์ (SCC) พบน้อยที่สุด 17 ชนิด ซึ่งชนิดที่พบแพร่กระจายได้ทุกจุดในแหล่งน้ำเปิด คือ *A. proteus, Amoeba* sp., *A. vulgaris*, *Diffugia* sp.1, *Euglypha filifera, A. gibbosa* และ *Dinamoeba acuum* ส่วนแหล่งน้ำปิดพบ 18 ชนิด จุดที่พบความหลากชนิดมากที่สุดคือ สระสนานใจ (SJ) 16 ชนิด รองลงมาคือ สระเกาะลอย (FI) 9 ชนิด จุดที่พบน้อยที่สุด คือ สระน้ำโรงยิม (G) ซึ่งพบเพียง 4 ชนิด และชนิดที่พบได้ทุกจุดในแหล่งน้ำปิดได้แก่

A. vulgaris, Amoeba sp. และ *Diffugia* sp.1 ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้พบว่า *A. vulgaris* และ *Amoeba* sp. เป็นชนิดที่พบได้ทุกจุดทั้งในน้ำและเศษวัตถุอินทรีย์ เนื่องจากเป็นชนิดที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในทุกสภาพของแหล่งน้ำและมีความทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถปรับตัวได้ทุกสภาวะของแหล่งน้ำ (รอฮานา ดาคาเฮง และคณะ, 2549) จากการรายงานของ Pchelin (2010) พบว่าเมื่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม *A. vulgaris* จะออกจากเปลือกโดยสร้างเปลือกใหม่เพื่อสามารถดำรงชีวิตให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ โดยใช้ระยะเวลา 2-4 สัปดาห์ในทางกลับกันหากสภาพแวดล้อมเหมาะสม *A. vulgaris* จะอยู่ในเปลือกและสามารถสืบพันธุ์ต่อไปได้ จึงพบเป็นกลุ่มเด่น

ซาร์โคดินาโปรโตซัวที่พบในน้ำมี 35 ชนิด ซึ่งชนิดที่พบได้ในน้ำ แต่ไม่พบในเศษวัตถุอินทรีย์ คือ *C. illinoisensis*, *P. palustris*, *A. polypora*, *L. vas* ส่วนซาร์โคดินาโปรโตซัวที่พบในเศษวัตถุอินทรีย์มี 31 ชนิด โดยชนิดที่พบได้ในเศษวัตถุอินทรีย์ แต่ไม่พบในน้ำ คือ *Diffugia* sp.2 และ *C. hemisphaerica*

ชนิดที่พบแพร่กระจายได้ทุกสถานีทั้งแหล่งน้ำปิดและแหล่งน้ำเปิด มี 2 ชนิด คือ *Amoeba* sp. และ *A. vulgaris* และพบจำนวนมากกว่าชนิดอื่นๆ ส่วนชนิดเด่นพบทั้งหมด 9 ชนิด ได้แก่ *A. proteus, Amoeba* sp., *Saccamoeba gorgonia, M. bigemma, D. acuum, A. vulgaris*, *A. gibbosa, A. catinus* และ *Diffugia* sp.1 (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ซาร์โคดินาโปรโตซัวชนิดเด่นที่พบในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

เมื่อเปรียบเทียบความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำระหว่างแหล่งน้ำปิดกับแหล่งน้ำเปิด (ตารางที่ 3) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ซึ่งแหล่งน้ำเปิดเป็นแหล่งน้ำที่มีการระบายออกสู่ภายนอก เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแหล่งน้ำอยู่ตลอดเวลา และมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์จากอาคารเรียนต่างๆ ส่งผลทำให้พบความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวมาก ในขณะที่แหล่งน้ำปิดเป็นแหล่งน้ำนิ่งที่ไม่มีการระบายออกสู่ภายนอก และมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์น้อย ซึ่งจุดคูระบายน้ำหอประชุมเฉลิมพระเกียรติ คูระบายน้ำหน้าตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคูระบายน้ำรอบศูนย์วิทยาศาสตร์ พบความหลากชนิดสูงกว่าจุดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในน้ำพบความหลากชนิดน้อยกว่าเศษวัตถุอินทรีย์ เนื่องจากเศษวัตถุอินทรีย์ส่วนใหญ่ถูกย่อยสลายด้วยแบคทีเรีย ซึ่งเป็นอาหารของซาร์โคดินาโปรโตซัว (โฉมยงค์ ไชยอุบล, 2541) โดยความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในเศษวัตถุอินทรีย์พบว่า จุดคูระบายน้ำรอบศูนย์วิทยาศาสตร์ คูระบายน้ำหน้ากองพัฒนานักศึกษา คูระบายน้ำหอประชุมเฉลิมพระเกียรติและสระสนานใจ มีความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวสูงกว่า จุดสระน้ำบริเวณเกาะลอย และสระน้ำโรงยิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) และจุดที่พบความหลากชนิดน้อยที่สุดคือ สระน้ำโรงยิม

ตารางที่ 3 ชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำและในเศษวัตถุอินทรีย์ในแต่ละจุดศึกษา

Station	Opened water sources					Closed water sources			
	CLP	SCI	SCC	DSD	All	FI	SJ	G	All
Water	12±0.9^{bc}	17±2.83^{bc}	9.33±0.47^{bc}	8.67±2.62^{b}	35	2±0.82^{a}	2±0.82^{a}	1.33±0.94^{a}	5
Organic materials	8.33±2.87^{c}	9±2.94^{c}	10.3±0.47^{c}	7.33±3.3^{bc}	18	3.33±2.62^{ab}	8.3±2.6^{c}	1.64±0.47^{a}	18
Total Number of Species					37				20

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ(p>0.05)โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการในแหล่งน้ำที่ตรวจวัดในขณะที่เก็บตัวอย่างพบว่า ค่าเฉลี่ยของพีเอชอยู่ในช่วง 6.67–8.66 อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 31.33–33.33 องศาเซลเซียส ค่าความขุ่นอยู่ในช่วง 14.89–44.63 NTU และค่าออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 2.40–8.97 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4) เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าค่าพีเอช และอุณหภูมิของน้ำ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแหล่งน้ำเปิดมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ในแหล่งน้ำปิดสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน (กรมควบคุมมลพิษ, 2530) ซึ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปมี พีเอช ระหว่าง 5–9 ถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่และสภาพแวดล้อมอีกหลายประการ เช่น ลักษณะพื้นดิน ปริมาณน้ำฝน รวมถึงการย่อยสลายของซากอินทรียวัตถุ การเปลี่ยนแปลงหากเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นนับว่ายังไม่เป็นอันตรายต่อโปรโตซัว และแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำทั้งนี้ไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงของพีเอชถึง 4 (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณสมศิริ, 2535) ส่วนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.40±0.52–8.97±0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นจากการศึกษาพบว่าในบางจุดมีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเนื่องจากในบริเวณใกล้เคียงในแต่ละจุดมีอาคารเรียน และโรงอาหาร ซึ่งปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำทำให้แหล่งน้ำมีการปนเปื้อนของสารเคมี และการปนเปื้อนของสารอาหารที่มาจากการปล่อยน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำจึงส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำ โดยทั่วไปปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ คือ 5 มิลลกรัมต่อลิตร ถ้าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (วีระศักดิ์ ชั่วต่อ, 2543)

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำในแต่ละจุดบริเวณแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Water quality	Mean±SD					
	CLP	SCL	SCC	FI	SJ	G
pH	6.77±0.01	6.67±0.11	6.69±0.06	8.33±0.33	7.64±0.58	8.66±0.28
Temperature (^{o}C)	32.33±0.58	31.67±0.58	31.33±0.58	32.00±1.00	33.00±1.73	33.33±0.58
Turbidity (NTU)	19.67±8.75	14.89±4.91	16.17±3.31	19.33±2.30	44.63±1.52	16.90±0.53
Dissolved Oxygen (Mg/L)	3.70±3.3	2.40±0.52	3.60±3.12	8.92±0.53	6.73±2.50	8.97±0.40

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำและในเศษวัตถุอินทรีย์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ (ตารางที่ 5) ได้แก่ พีเอชอุณหภูมิ ความขุ่น และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2562 พบความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำมีความสัมพันธ์กับพีเอชและอุณหภูมิในทิศทางตรง กันข้ามอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ (p>0.01) กล่าวคือ เมื่อพีเอชและอุณหภูมิลดลงจะพบความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในน้ำเพิ่มขึ้น ส่วนความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวบริเวณเศษวัตถุอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับความขุ่น ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.01) ซึ่งเมื่อความขุ่นลดลงจะพบความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในเศษวัตถุอินทรีย์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณออกซิเจนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวในเศษวัตถุอินทรีย์ ดังนั้นเมื่อออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นพบความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวมากขึ้นด้วย เนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของโปรโตซัว

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากชนิดซาร์โคดินาโปรโตซัวในแหล่งน้ำและเศษวัตถุกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมเดือนมิถุนายน สิงหาคม พ.ศ.2562

Sarcodina Protozoa	Environmental Factors			
	pH	Temperature	Turbidity	Dissolved Oxygen
Water	-0.852**	-0.664**	-0.431	0.048
Organic materials	-0.422	0.151	-0.673**	0.597**

** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาซาร์โคดินาโปรโตซัวในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 7 จุด ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม 2562 พบความหลากชนิดของซาร์โคดินาสูงถึง 37 ชนิด ซึ่งชนิดที่พบแพร่กระจายได้ทุกสถานีทั้งแหล่งน้ำปิดและแหล่งน้ำเปิด มี 2 ชนิด คือ *Amoeba* sp. และ *A. Vulgaris*

ในแหล่งน้ำเปิดพบชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวมากกว่าในแหล่งน้ำปิด เนื่องจากแหล่งน้ำเปิดเป็นแหล่งน้ำที่มีการระบายออกสู่ภายนอกเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแหล่งน้ำอยู่ตลอดเวลาและมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์จากอาคารเรียนต่างๆ ส่งผลทำให้พบความหลากชนิดของซาร์โคดินาโปรโตซัวมาก ในขณะที่แหล่งน้ำปิดเป็นแหล่งน้ำนิ่งที่ไม่มีการระบายออกสู่ภายนอกและมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์น้อย

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยพบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับซาร์โคดินาโปรโตซัวได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช ความขุ่น และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ นอกจากนี้พบว่า *Arcella* กับ *Difflugia* สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกได้ว่าในแหล่งน้ำปิดทุกจุด และแหล่งน้ำเปิดบางจุดในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาเป็นแหล่งน้ำอัลฟา-มีโซแซโพรบ (alpha-mesosaprobic) ซึ่งมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำปานกลางมีปริมาณแบคทีเรียมาก

และมีกระบวนการย่อยสลายสูงจึงสามารถพบได้ทั่วไปตามบริเวณที่มีอินทรีย์วัตถุเน่าเปื่อยโดยเฉพาะในเศษวัตถุอินทรีย์ ดังนั้นผลการศึกษานี้จึงเป็นข้อมูลสำคัญให้กับมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาเพื่อติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนันสนุนจากหลักสูตรชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2530). **เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครอง.** (Online).http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.htm, 2 ธันวาคม 2562.

โฉมยงค ไชยอุบล. (2541). **ความสัมพันธระหวางคุณภาพน้ำกับการกระจายของแพลงกตอนพืชและแพลงกตอนสัตวในอางเก็บน้ำอางแกว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**.วิทยานิพนธวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม.

ธงชัยวงษ์สมบูรณ์. (2542). **โปรโตซัว**. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่.

นันทพร จารุพันธ์. (2545). **โปรโตซัวและจุลชีพสัตว์ในน้ำจืด**. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บพิธ จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์. (2545). **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บพิธ จารุพันธ์ และนันทพร จารุพันธ์. (2549). **โปรโตซัวในแหล่งน้ำจืด**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณสมศิริ. (2535). **คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

รอฮานา ดาคาเฮง, วัสสา คงนคร และพงศศักดิ์ เหลาดี. (2555). "การใช้โพรโทซัวในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ตำบลลำพะยา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา." ใน **การประชุมวิชาการการพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ประจำปี 2555 "ชุมชนท้องถิ่น ฐานรากการพัฒนาประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน", 16-19 กุมภาพันธ์ 2555.** ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 412-422.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2541). **แพลงก์ตอนสัตว์**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระศักดิ์ ชั่วต่อ. (2543). **ความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำในแม่น้ำท่าจีน**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตวิทยาศาสตร์การประมงสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสาวนิตย์ ชอบบุญ และพัชรี หลุ่งหม่าน. (2549). "ความหลากหลายของสาหร่ายสีเขียวในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา." **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา**. 3(1), 71-83.

APHA AWWA and WEF. (1998). **Standard Methods for The Examination of Water and Eastewater**. 20th Edition (eds. Clesceri, L.S., Greenberg, A.E. and Eaton, A.D.). Washington, DC: American Public Health Association.

Matchacheep, S. and Dumrongrojwattana, P. (2007). "Freshwater Protozoa of Chonburi Province, Eastern Thailand (Protozoa: Mastigophora, Sarcodina and Ciliophora)." In **Proceedings of 45thKasetsart University Annual Conference: Science, 30 january - 2 February 2007**. Bangkok: Kasetsart University. 565-571.

Maxar Technologies. (2019). Location of the sampling sites at Sakom beach, Songkhla Province.

Pchelin, M. (2010). Testate Amoeba *Arcella vulgaris* (Amoebozoa,Arcellidae) is Able to Survive Without the Shell and Construct a New One. **Protistology.** 6 (4), 251–257.

Wu, L., Feng, W., Yu, Y. and Shen, Y. (2007). Temporal and Spatial Variations in the Species Composition, Distribution, and Abundance of Protozoa in East Dongting Lake, China. **Journal of Freshwater Ecology**. 22 (4), 655-665.

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำที่จับได้จากบริเวณชายฝั่งปะนาเระ จังหวัดปัตตานี

Contamination of Microplastics in Captured Pelagic Fish from the Coastal Waters of Panareh, Pattani Province

นูรมี กาเร๊าะ[1], สุธินี หีมยิ[2*]

Nurmee Karoh[1], Sutinee Himyi[2*]

บทคัดย่อ

ไมโครพลาสติกเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่แพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมทางทะเลและอาจมีการปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งมีชีวิตในทะเล การศึกษาครั้งนี้เป็นการตรวจสอบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำบริเวณชายฝั่งปะนาเระ จังหวัดปัตตานี โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างปลาผิวน้ำ ได้แก่ ปลาข้างเหลือง ปลาทู และปลาทูแขก จากชาวประมงขนาดเล็ก นำไปคัดแยกไมโครพลาสติกจากอวัยวะทางเดินอาหารภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ พบไมโครพลาสติกมากที่สุดในปลาทู (37.62 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ปลาทูแขก (32.62 เปอร์เซ็นต์) และปลาข้างเหลือง (29.10 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ 54.46 เปอร์เซ็นต์ มีความกว้างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 134.42 – 248.90 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 566.43 – 4,937.86 ไมโครเมตร ไมโครพลาสติกที่พบมีทั้งหมด 7 สี โดยพบเป็นสีเขียวมากที่สุด รองลงมาคือ สีฟ้า สีดำ สีขาว สีน้ำเงิน สีขาวใส และสีแดง ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้พบว่าไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในปลาผิวน้ำอาจเป็นชิ้นส่วนที่มาจากเครื่องมือประมง

คำสำคัญ: ไมโครพลาสติก, ปลาข้างเหลือง, ปลาทู, ปลาทูแขก, ชายฝั่งปะนาเระ, จังหวัดปัตตานี

[1]นักศึกษา สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** sutinee.hi@skru.ac.th

Abstract

Microplastics are small particles that spread in the marine environment and might have the contamination in marine organisms. This study is conducted to determine the contamination of microplastics in captured pelagic fishes from the coastal water of Panareh, Pattani Province. The pelagic fishes included *Selaroides leptolepis* (Cuvier, 1833), *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851) and *Decapterus maruadsi* (Temminck and Schegel, 1843) were collected from small-scale fishermen to sort out the microplastics from the digestive tract of fishes. The result showed that the highest number of microplastics was found in *R. brachysoma* (37.62 percent) followed by *D. maruadsi* (32.62 percent) and *S. leptolepis* (29.10 percent) , respectively. Most of them were fragments (54.46 percent) which had an average width of 134.42 – 248.90 micrometers and average length of 566.43 – 4937.86 micrometers. Seven colors of microplastics were found, the green color was the highest number, followed by blue, black, white, dark, blue, clean white, and red coior respectively. This study showed that contaminated microplastics in pelagic fish may have the derived from a small pieces of fishing gears.

Keyword : microplastics, *S. leptolepis*, *R. brachysoma*, *D. maruadsi*, coastal waters of Panareh, PattaniProvince

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาขยะถือเป็นหนึ่งปัญหาที่พบได้ทั่วโลก ยิ่งมนุษย์มีการพัฒนาการด้านความเจริญทางวัตถุมากขึ้นขยะก็มีมากขึ้น ทำให้ขยะเริ่มเป็นสิ่งอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะขยะทะเลที่เป็นพลาสติกขนาดเล็กหรือไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ที่เกิดการแตกหักหรือแตกสลายของขยะพลาสติกขนาดใหญ่ หรือเกิดจากพลาสติกที่มีการสร้างให้มีขนาดเล็กเพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์การใช้งาน พลาสติกในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางมักเป็นที่รู้จักกันในชื่อเม็ดไมโครบีดหรือเม็ดไมโครสเฟียร์ (วรงค์ศิริ เข็มสวัสดิ์, 2559) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสัตว์ทะเลจำนวนมาก จากการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในกระเพาะอาหารพบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในทางเดินอาหารของปลา 10 ชนิด บริเวณทะเลช่องแคบประเทศอังกฤษประมาณ 36.5 เปอร์เซ็นต์ (Lusher et al., 2013) ในขณะที่บริเวณทะเลเหนือและบริเวณทะเลบอลติกพบไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลาสูงถึง 74 เปอร์เซ็นต์ (Rummel et al., 2016) และมีรายงานการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาหน้าดิน ได้แก่ ปลาฉลามหลังหนาม ปลา hakes และปลากระบอกแดงจากชายฝั่งสเปน มหาสมุทรแอตแลนติกและชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (Bellas et al., 2016) นอกจากนี้พบว่าไมโครพลาสติกชนิดโพลีเอทีลีนและพอลีสไตรีนเป็นโครพลาสติกที่สามารถดูดซับไพรีนได้โดยพบการปนเปื้อนทั้งในเลือด เหงือก เยื่อบุผนัง ลำไส้ และหลอดอาหารในหอยแมลงภู่ *Mytius galloprovincialis* ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกัน การเพิ่มสาย DNA และการสร้างเอนไซม์ของหอยแมลงภู่ (Avio et al., 2015)

ในประเทศไทยมีรายงานพบว่ามีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาทูค่อนข้างสูงบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง (78.04±65.03 ชิ้นต่อตัว) (ศุภพร เปรมปรีดิ์ และคณะ, 2561) เนื่องจากปลาทูเป็นปลาผิวน้ำที่กรองกินอาหารบริเวณผิวน้ำ (รัตนา มั่นประสิทธิ์, 2544) จากรายงานในหลายพื้นที่พบว่าขยะมีการแพร่กระจายบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำตื้นในประเทศกรีซพบความหนาแน่นของขยะพลาสติกในทะเลบริเวณที่มีประชากรหนาแน่น (Ivar do Sul and Costa., 2007) จึงอาจถูกพัดพาไปในที่ที่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิด โดยคลื่น ลม กระแสน้ำและน้ำขึ้นน้ำลง ขยะดังกล่าวจึงพบมากบริเวณผิวน้ำเนื่องจากขยะมีน้ำหนักเบาและทำให้ขยะพลาสติกเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้ในระยะเวลาอันสั้นทำให้สิ่งมีชีวิตที่กินอาหารบริเวณผิวน้ำมีโอกาสปนเปื้อนมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่กินอาหารบริเวณกลางน้ำและบริเวณหน้าดิน จึงมีผลต่อระบบทางเดินอาหาร รวมทั้งทำให้สัตว์ขาดอาหารและอาจถึงตายในที่สุด นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ เศรษฐกิจ และสังคม เช่น ขยะสร้างความเสียหายให้กับการเดินเรือและการทำการประมง (คณะอนุกรมการจัดการความรู้เพื่อผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล, ม.ป.ป)

หาดปะนาเระเป็นหาดทรายสีขาวตั้งอยู่ในอำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี ทิศเหนือจรดทะเลอ่าวไทย ทิศใต้จรดอำเภอมายอ ทิศตะวันออกจรดอำเภอสายบุรี ทิศตะวันตกจรดอำเภอยะหริ่ง โดยหาดปะนาเระนอกจากเป็นแหล่งชุมชนแล้วยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวอาจส่งผลให้มีขยะพลาสติกจากบนบกที่ไม่ได้รับการจัดเก็บและบำบัดอย่างถูกต้องถูกพัดพาไปกับแม่น้ำลำคลองและไหลสู่ทะเล (คณะอนุกรมการจัดการความรู้เพื่อผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล, ม.ป.ป) ประกอบกับบริเวณนี้มีประชากรประกอบอาชีพหลัก คือ การทำการประมงขนาดเล็ก (นูรไอนี สาและ, 2557) จึงทำให้มีอุปกรณ์จำพวกอวน ตาข่าย เอ็นและเชือก ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกส่งผลให้ปลาผิวน้ำ เช่น ปลาทู ปลาข้างเหลือง ปลาทูแขก และปลาอินทรี มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในขณะที่กินอาหาร ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำบริเวณชายฝั่งปะนาเระเพื่อความเข้าใจในสถานการณ์เบื้องต้นของขยะไมโครพลาสติกในบริเวณชายฝั่งปะนาเระ และนำไปสู่การจัดการปัญหาเรื่องขยะจากแหล่งชุมชนและผลกระทบต่อสุขภาพในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างปลาผิวน้ำ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการตรวจสอบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำบริเวณชายฝั่งปะนาเระ โดยเก็บตัวอย่างปลาข้างเหลืองปลาทู และปลาทูแขก จากเรือประมงขนาดเล็กบริเวณชายฝั่งปะนาเระ ในเดือนธันวาคม 2561 ชนิดละ 20 ตัว นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิเย็นจัด เพื่อนำไปตรวจหาไมโครพลาสติกในห้องปฏิบัติการ

2. การตรวจหาไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำ โดยดัดแปลงมาจาก ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ (2559); Bellas et al. (2016); Loder and Gerdts (2015)

2.1 นำปลาทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ปลาข้างเหลือง ปลาทู และปลาทูแขก ที่ถูกแช่เย็นย้ายไปยังห้องปฏิบัติการแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง วัดขนาดความยาวลำตัวโดยวัดจากปลายปากจนสุดปลายหาง และวัดขนาดความกว้างลำตัววัดจากด้านหลังถึงท้อง หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักปลา

2.2 นำปลามาผ่าท้องเพื่อตัดเอาอวัยวะทางเดินอาหารตั้งแต่หลอดอาหารจนถึงลำไส้ ล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วนำไปชั่งและวัดความยาวทางเดินอาหารและนำไปผ่าภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอเพื่อคัดแยกและจำแนกไมโครพลาสติกที่พบในอวัยวะทางเดินอาหารของปลาผิวน้ำ

2.3 นำอวัยวะทางเดินอาหารที่ผ่านการคัดแยกไมโครพลาสติกมาแล้ว นำไปย่อยด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30 เปอร์เซ็นต์ และให้ความร้อนด้วยเตาให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 55 - 65 องศาเซลเซียส อุ่นตัวอย่างจนกระทั่งสารละลายระเหยหมดแล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปเติมโซเดียมคลอไรด์ที่ละลายอิ่มตัว (30 กรัม /100 มิลลิตร) และคนให้เข้ากัน

2.4 ทิ้งตัวอย่างให้ตกตะกอน 1 คืน นำส่วนใสไปกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 1.2 ไมโครเมตร

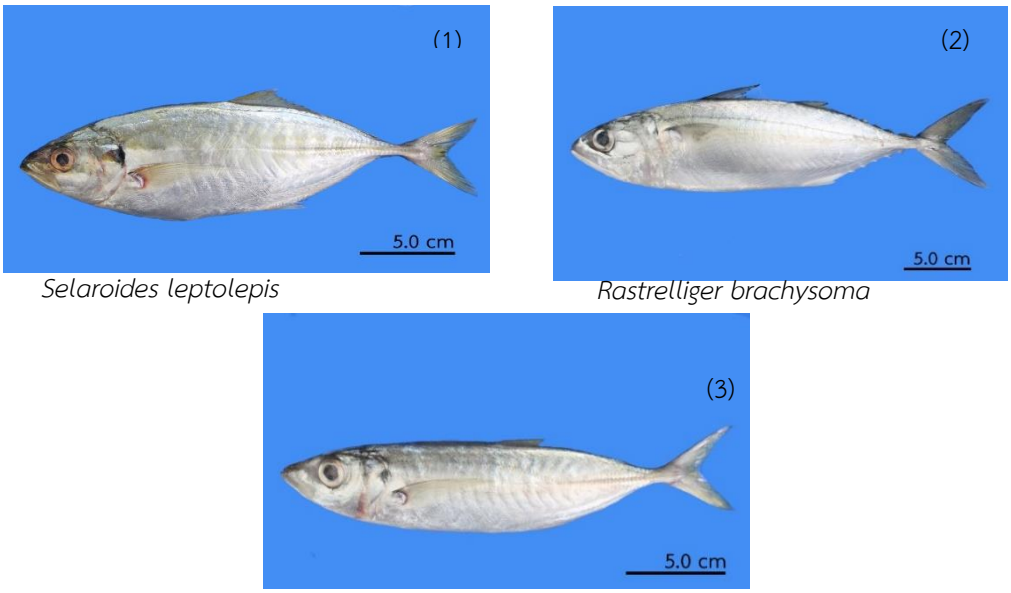
2.5 นำกระดาษที่กรองได้ไปอบแห้งด้วยตู้อบ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ได้ไปจำแนกลักษณะรูปร่าง สี นับจำนวน วัดขนาดความยาว ความกว้าง และชั่งน้ำหนักของไมโครพลาสติกในทางเดินอาหารภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ และกล้องจุลทรรศน์แบบไบรท์ฟิลด์

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบ ขนาด น้ำหนัก และปริมาณของไมโครพลาสติกตามลักษณะรูปร่าง และสี ในทางเดินอาหารของปลาผิวน้ำแต่ละชนิดบริเวณชายฝั่งปะนาเระ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way ANOVA)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาปลาผิวน้ำบริเวณชายฝั่งปะนาเระ ทั้งหมด 60 ตัว จำนวน 3 ชนิด ประกอบด้วย ปลาข้างเหลือง *Selaroides leptolepis* (Cuvier, 1833) ปลาทู *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851) และปลาทูแขก *Decapterus maruadsi* (Temminck and Schegel, 1843) (ภาพที่1) โดยปลาทูมีค่าเฉลี่ยความกว้างลำตัว ความยาวลำตัว และน้ำหนักลำตัวมากกว่าปลาชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในขณะที่ปลาข้างเหลืองแม้ว่ามีความยาวลำตัวและน้ำหนักตัวน้อยกว่าปลาชนิดอื่นๆ แต่พบว่าทางเดินอาหารมีความยาวเฉลี่ย 114.46±94.24 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าปลาชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) รองลงมาคือปลาทู 42.24±0.63 เซนติเมตร และปลาทูแขก 38.24±0.54 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)



Selaroides leptolepis *Rastrelliger brachysoma*

Decapterus maruadsi

ภาพที่ 1 ลักษณะสันฐานของปลาข้างเหลือง (1) ปลาทู (2) และปลาทูแขก (3) บริเวณชายฝั่งปะนาเระ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความยาว ความกว้าง น้ำหนักปลา น้ำหนักทางเดินอาหาร และความยาวของทางเดินอาหารของปลาผิวน้ำแต่ละชนิด

Species of Fish	Numbers / species	Forked Length (cm)	Width (cm)	Weight Fish (g)	Weight Gastrointestinal tract (g)	Length of Gastrointestinal tract (cm)
D. maruadsi	20	19.04±0.34^{b}	4.11±0.09^{a}	121.00±4.77^{b}	8.95±0.46^{a}	38.24±0.54^{b}
R. brachysoma	20	20.33±0.12^{c}	5.05±0.04^{c}	136.2±53.01^{c}	7.78±0.41^{a}	42.24±0.63^{b}
S. leptolepis	20	16.85±0.12^{a}	4.77±0.06^{b}	93.20±0.55^{a}	7.86±0.52^{a}	114.46±94.24^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

การศึกษาครั้งนี้พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาทั้ง 3 ชนิด ปริมาณน้อย (ภาพที่1) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Rummel et al. (2016) ที่พบไมโครพลาสติกในปลาบริเวณทะเลเหนือและทะเลบอลติกค่อนข้างน้อย ซึ่งพบในปลาผิวน้ำ (0.19±0.61 ชิ้นต่อตัว) มากกว่าปลาหน้าดิน (0.03 ± 0.16 ชิ้นต่อตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ทั้งนี้พบว่ามีน้ำหนักไมโครพลาสติกที่พบในปลาทั้ง 3 ชนิด มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.23 – 0.46 มิลลิกรัม และ

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยการศึกษาครั้งนี้พบไมโครพลาสติกในทางเดินอาหารของปลาทูมากที่สุด รองลงมาคือ ปลาทูแขก และปลาข้างเหลือง (1.90±0.28, 1.65±0.20, 1.50±0.15 ชิ้นต่อตัว ตามลำดับ) (ตารางที่ 2) แตกต่างจากการศึกษาของศุภพร เปรมปรีดิ์ และคณะ (2561) ที่พบว่าปลาทูในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง มีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยสูงถึง 78.04±6.50 ชิ้นต่อตัว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากทั้งสองบริเวณมีสภาพพื้นที่แตกต่างกันโดยพื้นที่หาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง ซึ่งนอกจากเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญแล้วยังครอบคลุมพื้นที่ป่าบริเวณคลองไหโละ คลองปอ และคลองกันตัง ในท้องที่ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา ตำบลบ่อน้ำร้อน ตำบลบางสัก อำเภอกันตัง ซึ่งเป็นแหล่งรวมของแม่น้ำหลายสายที่ไหลมารวมกันเป็นคลองบางสัก (สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2558) อาจทำให้มีปริมาณขยะทะเลสูง หากไม่มีการจัดการขยะอย่างถูกต้องเหมาะสม ขยะเหล่านี้อาจถูกพัดพาและรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำและก่อให้เกิดขยะทะเลในที่สุด (ธีรวัตร เปรมปรี และคณะ, 2561) จึงอาจส่งผลให้ปริมาณไมโครพลาสติกที่ล่องลอยในบริเวณนี้มีปริมาณมาก จึงพบการปนเปื้อนในปลาทูค่อนข้างสูง ในขณะที่พื้นที่หาดปะนาเระจังหวัดปัตตานี เป็นแหล่งชุมชน แหล่งท่องเที่ยว และแหล่งทำการประมงขนาดเล็ก (นูรไอนี สาและ, 2557) อาจมีปริมาณขยะน้อยกว่าจึงพบการปนเปื้อนในปลาผิวน้ำค่อนข้างน้อย

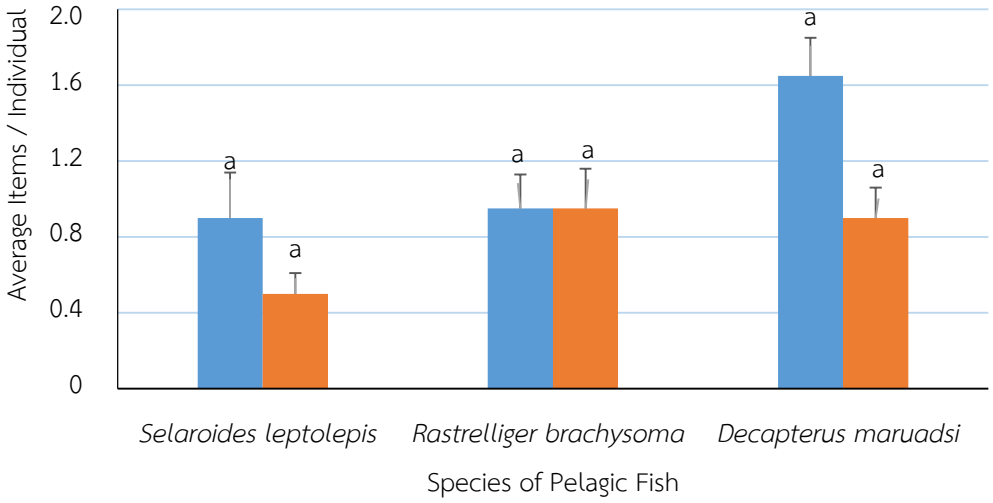
ส่วนรูปปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในปลาผิวน้ำทั้งหมด 2 แบบ คือ ชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ 54.46 เปอร์เซ็นต์ โดยพบมากที่สุดในปลาข้างเหลือง 1.65±0.20 ชิ้นต่อตัว รองลงมาคือปลาทู 0.95±0.18 ชิ้นต่อตัว และปลาทูแขก 0.90±0.24 ชิ้นต่อตัว) ตามลำดับ ส่วนเส้นใยพบ 45.54 เปอร์เซ็นต์ โดยพบมากที่สุดในปลาทู 0.95±0.21 ชิ้นต่อตัว รองลงมาคือปลาทูแขก 0.90±0.20ชิ้นต่อตัว และปลาข้างเหลือง 0.50±0.11 ชิ้นต่อตัว ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบและเส้นใยที่พบในปลาแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2) เช่นเดียวกับการศึกษาในปลาผิวน้ำและปลาหน้าดินบริเวณทะเลเหนือและทะเลบอลติกที่พบชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบมากกว่ารูปแบบอื่นๆ ซึ่งมีขนาดอยู่ในช่วง 200 – 2,200 ไมโครเมตร (Rummel et al., 2016)

สำหรับขนาดของไมโครพลาสติกทีพบในปลาแต่ละชนิด พบตั้งแต่ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ความกว้างเฉลี่ยอยู่ในช่วง (134.42 – 248.90 ไมโครเมตร) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความยาวของไมโครพลาสติกในปลาทูมีความยาวเฉลี่ยอยู่ในช่วง (566.43 – 4,937.86 ไมโครเมตร) สูงกว่าปลาทูแขกและปลาข้างเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) (ตารางที่ 2, ภาพที่ 3)

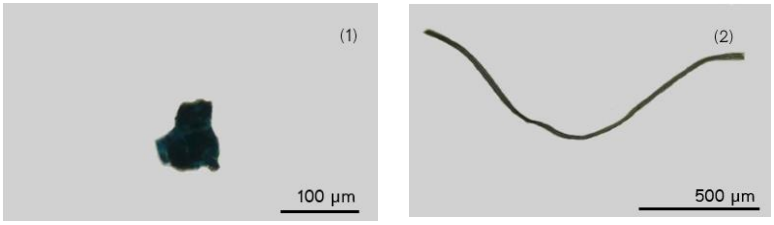
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยปริมาณ ขนาด และรูปร่างของไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำแต่ละชนิด

Species of Fish	Quantity		Size of Fragment (μm)		Type of Microplastic (Items / Individual)	
	Items / Individual	Weight Piece (mg)/ Item	Width (μm)	Length (μm)	Fragment	Fiber
D. maruadsi	1.65±0.20[a]	0.23±0.03[a]	134.42±26.45[a]	566.43±52.26[ab]	0.90±0.24[a]	0.50±0.11[a]
R. brachysoma	1.90±0.28[a]	0.46±0.23[a]	248.90±48.65[a]	4,937.86±1226.2[b]	0.95±0.18[a]	0.95±0.21[a]
S. leptolepis	1.50±0.15[a]	0.44±0.24[a]	139.68±57.63[a]	1,456.61±432.72[a]	1.65±0.20[a]	0.90±0.20[a]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยของปริมาณไมโครพลาสติกที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$



ภาพที่ 2 ปริมาณเฉลี่ยของไมโครพลาสติกแต่ละแบบในปลาแต่ละชนิด (ชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ เส้นใย)



ภาพที่ 3 รูปร่างของไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำ: ชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ (1) เส้นใย (2)

สีของไมโครพลาสติกที่พบในปลาผิวน้ำทั้ง 3 ชนิด สามารถจำแนกได้ทั้งหมด 7 สี ได้แก่ สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีขาว สีน้ำเงิน สีขาวใส และสีแดง โดยพบเป็นสีเขียวมากที่สุดโดยเฉพาะในปลาทู (0.80±0.28 ชิ้นต่อตัว) ส่วนสีฟ้าพบมากที่สุดในปลาทูแขก (0.76±0.23 ชิ้นต่อตัว) สีขาวพบมากที่สุดในปลาข้างเหลือง (0.45±0.15 ชิ้นต่อตัว) สีขาวใสพบเฉพาะในปลาทู (0.25±0.16 ชิ้นต่อตัว) ในขณะที่สีดำและสีน้ำเงินมีปริมาณใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 3) ทั้งนี้พบว่าไมโครพลาสติก สีเขียว สีฟ้า สีขาว และสีขาวใสมีปริมาณแตกต่างในปลาแต่ละชนิดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) อาจเนื่องมาจากหาดปะนาเระเป็นพื้นที่ทำการประมง ส่วนใหญ่ใช้อุปกรณ์จำพวกอวน ตาข่ายและเชือกที่เป็นสีเขียว ซึ่งชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบเหล่านี้อาจเกิดจากการแตกหักของเชือก อวน และตาข่าย กลายเป็นชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบที่มีสีเขียว แตกต่างจากปลาในพื้นที่อื่นๆ ที่พบไมโครพลาสติกส่วนใหญ่เป็นสีดำ เช่น ปลาทูในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง (ศุภพร เปรมปรีดิ์ และคณะ, 2561) ปลาหน้าดินในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (สุริยาตี มะลาเย็น และคณะ, 2562) จากรายงานของ Rummel et al. (2016) พบว่าไมโครพลาสติกสีแดงและสีเขียวในปลาผิวน้ำและปลาหน้าดินบริเวณทะเลเหนือและทะเลบอลติก อาจมาจากสารเคลือบเรือที่หลุดลอกในระหว่างที่มีการเดินเรือจึงมีโอกาสปนเปื้อนในปลาได้ ดังนั้นขนาดและสีของไมโครพลาสติกเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกลืนกินอาหารเนื่องจากมีลักษณะคล้ายคลึงกับอาหารจึงส่งผลให้ปลาที่กินบริเวณผิวน้ำมีโอกาสปนเปื้อนไมโครพลาสติกได้ง่าย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละสีของปลาผิวน้ำแต่ละชนิด

Species of Fish	Color of Micropiastic (Items / Individual)						
	Black	Dark Blue	Blue	Green	White	Clean White	Red
D. maruadsi	0.21±0.09^{a}	0.25±0.14^{a}	0.76±0.23^{b}	0.39±0.11^{ab}	0.05±0.05^{ab}	0.00±0.00^{a}	0.05±0.05^{a}
R. brachysoma	0.20±0.091^{a}	0.05±0.22^{a}	0.15±0.08^{a}	0.80±0.28^{b}	0.31±0.13^{b}	0.25±0.16^{b}	0.00±0.00^{a}
S. leptolepis	0.45±0.13^{a}	0.10±0.07^{a}	0.20±0.09^{ab}	0.20±0.12^{a}	0.45±0.15^{a}	0.00±0.00^{a}	0.00±0.00^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละสีมีตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาไมโครพลาสติกในปลาผิวน้ำบริเวณชายฝั่งปะนาเระพบไมโครพลาสติกปนเปื้อนในปลาทั้ง 3 ชนิด ปริมาณน้อย โดยพบในปลาทูมากที่สุด รองลงมาคือ ปลาทูแขก และปลาข้างเหลือง (1.90±0.28, 1.65±0.20, 1.50±0.15 ชิ้นต่อตัว ตามลำดับ) และพบไมโครพลาสติกแบบชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ (54.46 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าเส้นใย (45.54 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งพบตั้งแต่ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ (ความกว้างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 134.42 – 248.90 ไมโครเมตร และความยาวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 566.43 – 4,937.86 ไมโครเมตร) ส่วนสีของไมโครพลาสติกที่พบเป็นสีเขียวมากที่สุด ซึ่งขนาดและสีของไมโครพลาสติกอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกลืนกินอาหารเนื่องจากมีลักษณะคล้ายคลึงกับอาหารจึงส่งผลให้ปลาที่กินบริเวณผิวน้ำมีโอกาสปนเปื้อนไมโครพลาสติกได้ง่าย ทั้งนี้แม้ว่ายังไม่มีรายงานผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อมนุษย์โดยตรง

เนื่องจากมนุษย์ส่วนใหญ่ไม่ได้บริโภคลำไส้ของปลา แต่จะส่งผลต่อตัวปลา ซึ่งจากการศึกษาพบเศษอวนขนาดใหญ่ที่แทงทะลุกระเพาะของปลาทู ทำให้ทางเดินอาหารของปลาเกิดบาดแผลซึ่งส่งผลต่อสุขภาพของปลา

อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถระบุประเภทของไมโครพลาสติกได้อย่างแน่ชัด จึงควรมีการตรวจสอบประเภทของไมโครพลาสติกให้ชัดเจน ด้วยเครื่อง FT-IR เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการจัดการปัญหาขยะทะเลได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากหลักสูตรชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

เอกสารอ้างอิง

คณะอนุกรมการจัดการความรู้เพื่อผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล. (ม.ป.ป). **ขยะทะเล. ใน ฐานข้อมูลความรู้ทะเล** (Online). http://www.mkh.in.th/index.php?option=com_content&view=article&id=309&Itemid=254&lang=th, 27 พฤศจิกายน 2561.

ธีรวัตร เปรมปรี ธเนตร วรรณรังษี นฤมล กรคณิตนันท์ และเผ่าเทพ เชิดสุขใจ. (2561). "การศึกษาชนิดและปริมาณขยะลอยน้ำบริเวณปากแม่น้ำในอ่าวไทยตอนบน" ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6, 18–20 มิถุนายม 2561.** ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา, 362–372.

นูรไอนี สาและ. (2557). **ข้อมูลทั่วไปของหาดปะนาเระ.** (Online). https://sites.google.com/site/panareb eacheng2014/khxmul-thawpi-khxng-had-panarea, 29 พฤศจิกายน 2561.

ปิติพงษ์ ธาระมนต์ สุหทัย ไพรสานท์กุล และนภาพร เลียดประถม. (2559). การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาว และชายหาดคุ้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี. **แก่นเกษตร.** 44 (ฉบับพิเศษ 1), 739–744.

รัตนา มั่นประสิทธิ์. (2544) **ความสมบูรณ์เพศในรอบปีของปลาทู *Rastrelliger brachysoma* และปลาลัง *R. kanagu*ta บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก.** เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 9. กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตร และสหกรณ์.

วรงค์ศิริ เข็มสวัสดิ์. (2559). ไมโครพลาสติก: จากเครื่องสำอางสู่สารปนเปื้อนในอาหาร. **วารสารพิษวิทยาไทย**. 31 (1), 50–61.

ศุภพร เปรมปรีดิ์ เสาวลักษณ์ ขาวแสง และณัฐธิดา ธรรมกิรติ. (2561). "การศึกษาไมโครพลาสติกในปลาทูบริเวณอุทยานหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง". ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6, 18–20 มิถุนายน 2561.** ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา, 880–887.

สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2558**. หาดเจ้าไหม.** (Online). http://park.dnp.go.th/visitor/nationparkshow.php?PTA_CODE=1036, 25 พฤศจิกายน 2562.

สุริยาตี มะลาเย็น มูรียานี ยา และสุธินี หีมยิ. (2562). “การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในทางเดินอาหารของปลาหน้าดินบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง” ใน **การประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 8, 24–25 มกราคม 2562.** พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา, 411–420.

Avio, C. G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., d’Emrico, G., Pauletto, M., Bargellon, L. and Regoli, F. (2015). Pollutants Bioavailability and Toxicological risk from Microplastics to Marine Mussels. **Environmental Pollution**. 198, 211–222.

Bellas, J., Armental, J. M., Cámara, A. M., Besada, V. and Gómez, C. M. (2016). Ingestion of Microplastics by Demersal Fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean Coasts. **Marine Pollution Bulletin.** 109, 55–60.

Ivar do Sul, J. A. and Costa M. F. (2007). Marine Debris Review for Latin America and the Wider Caribbean Region: from the 1970s Until now, And Where do we go from here? **Marine Pollution Bulletin.** 54, 1087–1104.

Loder, M. G. J. and Gerdts, G. (2015). Methodolgy Used for the Detection and Identification of Microplastics A Critical Appraisal. **Marine Anthropogenic Litter.** 201–227.

Lusher, A. L., McHugh, M. and Thompson, R. C. (2013). Occurrence of Microplastics in the Gastrointestinal Tract of Pelagic and Demersal Fish from the English Channel. **Marine Pollution Bulletin.** 67(1–2), 94–99.

Rummel, C. D., Löder, M. G. J., Fricke, N. F., Lang, T., Griebeler, E.-M., Janke, M. and Gerdts, G. (2016). Plastic Ingestion by Pelagic and Demersal Fish from the North Sea and Baltic Sea. **Marine Pollution Bulletin.** 102(1), 134–141.

การคัดแยกราเอนโดไฟท์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน

Screening of endophytic fungi with inhibitory effect on *Phytophthora* sp. causing root rot disease of durian

ต่วนนุรมี มือดือ[1*] , ซารีฟะห์ สิเดะ[2] และซูไบดะ หะยีวาเงาะ[3]

Tuannurmee Muedah[1*] , Sareefah Sideh[2] and Asst. Zubaidah Hajiwangoh[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของราเอนโดไฟท์ที่คัดแยกจากต้นทุเรียนสายพันธุ์ต่างๆ ต่อการยับยั้ง *Phytophthora* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียน โดยคัดแยกราเอนโดไฟท์จากต้นทุเรียนที่เพาะปลูกในพื้นที่อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา และนำราเอนโดไฟท์ที่คัดแยกได้ทั้งหมดจำนวน 110 ไอโซเลท มาทดสอบการยับยั้ง *Phytophthora* sp. โดยวิธี dual culture technique พบราเอนโดไฟท์ที่มีฤทธิ์ยับยั้ง *Phytophthora* sp. จำนวน 68 ไอโซเลท โดยไอโซเลทที่มีฤทธิ์ยับยั้งสูงสุด คือ ไอโซเลท N1S6 มีฤทธิ์ยับยั้งร้อยละ 44.76 รองลงมา คือ ไอโซเลท T2S3 และ Y1L3 มีฤทธิ์ยับยั้งร้อยละ 42.44 และ 32.39 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ราเอนโดไฟท์, โรครากเน่าโคนเน่า, *Phytophthora* sp.

---

[1]นักศึกษา หลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษา หลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]อาจารย์ หลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** tuannurmee.m@yru.ac.th

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of endophytic fungi for control *Phytophthora* sp. caused root rot disease in durian. The endophytic fungi were isolated from durian tree cultivated at Bannangsta district, Yala province. The inhibitory activity of all 110 isolated of endophytic fungi were determined by dual culture technique. It was found that 68 endophytic fungi showed inhibition on *Phytophthora* sp. The isolate N1S6 exhibited the highest inhibitory effect on *Phytophthora* sp. 44.76% followed by the isolate T2S3 and Y1L3 with 42.44% and 32.39%, respectively.

Keywords : Endophytic, Root rot disease, *Phytophthora* sp.

บทนำ

ทุเรียน เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยเรามีศักยภาพสูงในด้านการผลิตทุเรียนคุณภาพดี สามารถสร้างชื่อเสียงทั้งทางด้านคุณภาพและรสชาติว่าดีที่สุดในโลก ทุเรียนจึงได้ว่าการขนานนามว่าเป็น "ราชาแห่งผลไม้เมืองร้อน" (พิชญา และคณะ, 2559) การส่งออกทุเรียนของไทยมีมูลค่าเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากความต้องการของตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้น ราคาส่งออกทุเรียนเพิ่มขึ้นตลอด สำหรับปี 2561 คาดว่าประเทศไทยจะมีพื้นที่ปลูกทุเรียนจำนวน 611,186 ไร่ มีผลผลิตอยู่ที่ 760,032 ตัน ซึ่งเกิดจากการขยายพื้นที่ปลูกใหม่ในปี 2556 และจะเริ่มให้ผลผลิตในปีนี้ ส่วนสถานการณ์ ส่งออกซึ่งคาดว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ราคาที่เกษตรกรขายได้ใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมา (เทคโนโลยีการเกษตร, 2561) ถึงแม้ทุเรียนเป็นพืชเศรษฐกิจที่สามารถทำรายได้เป็นอย่างมากให้กับเกษตรกร แต่ในการเพาะปลูกทุเรียนเกษตรกรมักพบปัญหาเกี่ยวกับโรค ทั้งในระยะเริ่มตั้งแต่การเมล็ดจนถึงการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว

โรคที่สร้างความเสียหายแก่ทุเรียน คือ โรครากเน่า โคนเน่า โดย ในแถบภาคตะวันออกและภาคใต้ เริ่มพบการเข้าทำลายของโรครากเน่าโคนเน่าในหลายพื้นที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2546) มีรายงานพบการระบาดของโรครากเน่าโคนเน่าในทุเรียนอย่างรุนแรงในพื้นที่หลายจังหวัด ได้แก่ จันทบุรี ตราด ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ในช่วงปลายเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 ซึ่งเชื้อสาเหตุ คือ *P. palmivora* (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2560) โดยโรคเน่าของทุเรียนที่มีสาเหตุจาก *Phytophthora* sp. นั้น เชื้อจะเข้าทำลายทุเรียนได้ทุกระยะตั้งแต่การเพาะเมล็ด ซึ่งจะเข้าทำลายระบบราก ก่อให้เกิดอาการโคนเน่าและเหี่ยวตายในที่สุด จนถึงระยะการเก็บเกี่ยวจะเข้าทำลายที่ผล ซึ่งทำให้ผลผลิตและรายได้ของเกษตรกรน้อยลง (กชกร, 2558) ราชนิดนี้เป็นราในดิน อาศัยข้ามฤดูบนเศษซากพืชที่เคยเป็นโรค เศษอินทรียวัตถุในดิน หรือบนพืชอาศัยบางชนิด เชื้อจะผลิตสปอร์และสามารถแพร่กระจายโดยอาศัยลมและความชื้นไปตกตามยอด ใบและส่วนต่าง ๆ ของทุเรียน เกิดการลุกลามของโรค ทำให้ทุเรียนแสดงอาการต้นโทรม อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรค ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ย ยอดไหม้แห้ง มีอาการลำต้นหรือรากเน่าแฉะฉ่ำน้ำจนเปลือกร่อน ระบบรากเสีย ไม่มีรากฝอย

Phytophthora sp. เป็นราที่พบในดิน และก่อโรคที่ราก จึงทำให้การควบคุมและการกำจัดเป็นไปได้ยาก ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ต้นตอต้านทานโรคร่วมกับการใช้สารเคมี การระบาดของโรครากเน่า โคนเน่า ก็ยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการใช้สารเคมีสามารถควบคุมโรคได้ในระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น ซึ่งการใช้สารเคมีในปริมาณมากและระยะเวลานานจะทำให้เชื้อราดื้อต่อสารเคมี และสารเคมียังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกร ผู้บริโภคแล้วยังทำลายความสมดุลธรรมชาติ (วาสินี และคณะ, 2560) และยังกระทบต่อการส่งออก เกี่ยวกับปัญหาเรื่องกฎหมายการควบคุมโรคและสารเคมีตกค้างในทุเรียน (วาสินี และคณะ, 2560) ดังนั้น การควบคุมโดยชีววิธี จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่อาจจะนำมาควบคุมโรครากเน่า โคนเน่าได้ โดยราเอนโดไฟท์ (endophytic fungi) คือ ราที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืชโดยไม่ทำให้พืชแสดงอาการของโรค บางชนิดยังมีคุณสมบัติช่วยป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชและทำให้พืชอาศัยทนต่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม ราบางกลุ่มอาศัยอยู่ร่วมกับพืชแบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis) (ชุติมา และคณะ, 2557) ราเอนโดไฟท์บางชนิดมีศักยภาพในการใช้ควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชทางการเกษตร (Kumar *et al*., 2008; Anita *et al*., 2009; Mei *at al*., 2010) และมีรายงานการใช้ราเอนโดไฟท์ในการควบคุมโรคในพืชชนิดต่างๆ โดยพบว่าราเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากแปลงข้าวสามารถยับยั้งรา *Magnaporthe oryzae* สาเหตุของโรคไหม้ของข้าว (rice blast) ในระดับโรงเรือนได้ (กานต์ และอนันต์, 2559) ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำราเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากกิ่ง ก้าน และใบทุเรียนมาศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรครากเน่าโคนเน่าในทุเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการควบคุมโรคในทุเรียนแบบชีววิธี ซึ่งไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมอันนำไปสู่การการเกษตรอย่างมั่นคงและปลอดภัยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่าง กิ่ง ก้าน และใบทุเรียน ลักษณะที่สมบูรณ์ ไม่มีรอยหนอน แมลงกัด และใบจะต้องไม่เหี่ยวหรือมีจุดดำ ในพื้นที่บริเวณอำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ทั้งหมด 5 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์หมอนทอง สายพันธุ์ก้านยาว สายพันธุ์พวงมณี สายพันธุ์ชะนี และทุเรียนพันธุ์พื้นบ้านอีก 1 สายพันธุ์ โดยเก็บตัวอย่างสายพันธุ์ละ 3 ต้น บันทึกข้อมูลสถานที่เก็บ และวันที่เก็บ

การคัดแยกราเอนโดไฟท์

นำตัวอย่างพืชมาล้างให้สะอาด แล้วตัดเป็นสี่เหลี่ยมชิ้นเล็กๆ ฆ่าเชื้อที่ผิวโดยการแช่ในแอลกอฮอล์ 70% เป็นเวลา 3 นาที แช่ในคลอร็อกซ์ 5% เป็นเวลา 3 นาที และแช่ในแอลกอฮอล์ 70% เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นแช่ในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 3 ครั้งๆ ละ 1 นาที นำชิ้นส่วนของพืชซับให้แห้ง แล้ววางบนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง (35-37 องศาเซลเซียส) สังเกตการเจริญของเชื้อที่เจริญมาจากตัวอย่างพืช ใช้เข็มเขี่ยตัดส่วนปลายเส้นใย แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหาร PDA จนได้เชื้อบริสุทธิ์ (ปิยะ และคณะ, 2560)

การคัดแยก *Phytophthora* sp.

นำชิ้นส่วนของลำต้นทุเรียนที่แสดงลักษณะอาการของโรค ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปแช่ในคลอร็อกซ์ 5% เป็นเวลา 3 นาที แล้วแช่ในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 3 ครั้งๆ ละ 2 นาที ซับด้วยกระดาษทิชชูที่นึ่งฆ่าเชื้อ วางชิ้นส่วนของพืชบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เมื่อเชื้อราเจริญออกจากเนื้อเยื่อพืช แยกเชื้อให้บริสุทธิ์ แล้วนำไปศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา (ประพันธ์, 2553)

การทดสอบประสิทธิภาพของราเอนโดไฟท์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ *Phytophthora* sp.

ทดสอบประสิทธิภาพของราเอนโดไฟท์ที่แสดงฤทธิ์ยับยั้ง *Phytophthora* sp. โดยวิธี dual culture technique (กชกร, 2558) โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะเส้นใยของ *Phytophthora* sp. (เพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นระยะเวลา 5 วัน) นำมาวางบนอาหาร PDA (จานเพาะเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร) ให้ห่างจากขอบจานประมาณ 1 เซนติเมตร โดยใช้ cork borer ขนาด 0.5 เซนติเมตร เจาะเส้นใยของราเอนโดไฟท์ (เพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นระยะเวลา 3-4 วัน) นำมาวางตรงข้ามกับชิ้นวุ้นของรา *Phytophthora* sp. และวางห่างจากขอบจากประมาณ 1 เซนติเมตร เช่นเดียวกัน ส่วนชุดควบคุมจะวางเฉพาะเส้นใยของราสาเหตุโรคพืช นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน สังเกตและบันทึกผลการเจริญของเชื้อในจานทดลองเปรียบเทียบกับจานควบคุม (ทำจำนวน 2 ซ้ำ) โดยคำนวณเปอร์เซ็นการยับยั้งจากสูตร [(A - B) / A] * 100

เมื่อ A คือ รัศมีการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชในจานควบคุม

B คือ รัศมีการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชในจานทดลอง

ผลและอภิปรายการวิจัย

สามารถแยกราเอนโดไฟท์จากส่วนของกิ่ง ก้าน และใบ ของต้นทุเรียนจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้จำนวน 110 ไอโซเลท โดยแยกได้จากทุเรียนพันธุ์ก้านยาวได้มากที่สุด คือ 27 ไอโซเลท (ร้อยละ24.54) ส่วนสายพันธุ์ที่แยกได้น้อยที่สุด คือ พันธุ์พวงมณี สามารถแยกได้เพียง 17 ไอโซเลท (ร้อยละ15.45) นอกจากนี้ยังพบราเอนโดไฟท์ในส่วนของใบมากที่สุด คือ 49 ไอโซเลท (ร้อยละ44.54) ในขณะที่ส่วนกิ่งพบราเอนโดไฟท์น้อยที่สุด คือ 23 ไอโซเลท (ร้อยละ20.90) (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจำเนียร และคณะ (2556) ที่สามารถแยกราเอนโดไฟท์จากส่วนของแผ่นใบได้มากที่สุด โดยยังพบจำนวนราเอนโดไฟท์ในทุเรียนแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันด้วย ซึ่งอาจเกิดจากโดยธรรมชาติที่ราเอนโดไฟท์บางชนิดจะมีความจำเพาะกับเนื้อเยื่อ (Photita *et al*., 2001) โดยพืชชนิดใดที่มีสารอาหารที่เหมาะสมหรือมีกลไกการป้องกันการเข้าอยู่ของราเอนโดไฟท์น้อยกว่า ก็จะมีโอกาสตรวจพบราเอนโดไฟท์ได้มากกว่า รวมถึงอายุของใบพืชที่มีผลต่ออัตราการแยกเชื้อ โดยอัตราการแยกราเอนโดไฟท์จะสูงในใบพืชที่มีอายุมากกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีระยะเวลาในการสะสมเชื้อจากสิ่งแวดล้อมได้มากกว่านั่นเอง (Photita, 2000) สำหรับ *Phytophthora* sp. สามารถคัดแยกได้จากจากส่วนลำต้นที่แสดงอาการของโรค คือ มีลักษณะเป็นจุดสีดำ เปลือกเน่ามีสีน้ำตาล บางต้นมีน้ำเยิ้มๆ สีน้ำตาลอมชมพูหยดออกมา เมื่อ

ถากบริเวณดังกล่าวจะพบว่าเนื้อไม้เริ่มเน่ามีสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลเข้ม (อมรรัตตน์ และคณะ, 2555) (ภาพที่ 1 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 1 จำนวนราเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากกิ่ง ก้าน ใบ ของทุเรียน 5 สายพันธุ์

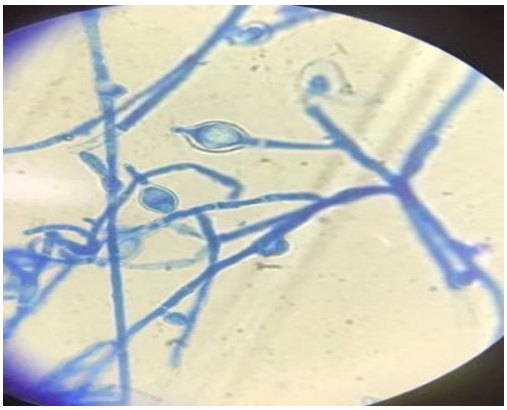
สายพันธุ์ของพืชตัวอย่าง	จำนวนราเอนโดไฟท์ที่แยกจากพืช			จำนวนไอโซเลทของราเอนโดไฟท์/ร้อยละ
	กิ่ง (ร้อยละ)	ก้าน (ร้อยละ)	ใบ (ร้อยละ)	
หมอนทอง	8 (38.10)	8 (38.10)	5 (23.80)	21 (19.10)
ก้านยาว	3 (11.11)	7 (25.10)	17 (62.96)	27 (24.54)
ชะนี	3 (11.11)	10 (41.62)	11 (45.83)	24 (21.81)
พวงมณี	7 (41.17)	4 (23.52)	6 (35.30)	17 (15.45)
พื้นบ้าน	2 (9.52)	9 (42.85)	10 (47.61)	21 (19.10)
รวม	23 (20.90)	38 (34.54)	49 (44.54)	110



ภาพที่ 1 ลักษณะของต้นทุเรียนที่มีอาการโรครากเน่าโคนเน่าที่มีสาเหตุจาก *Phytophthora* sp.



(A)



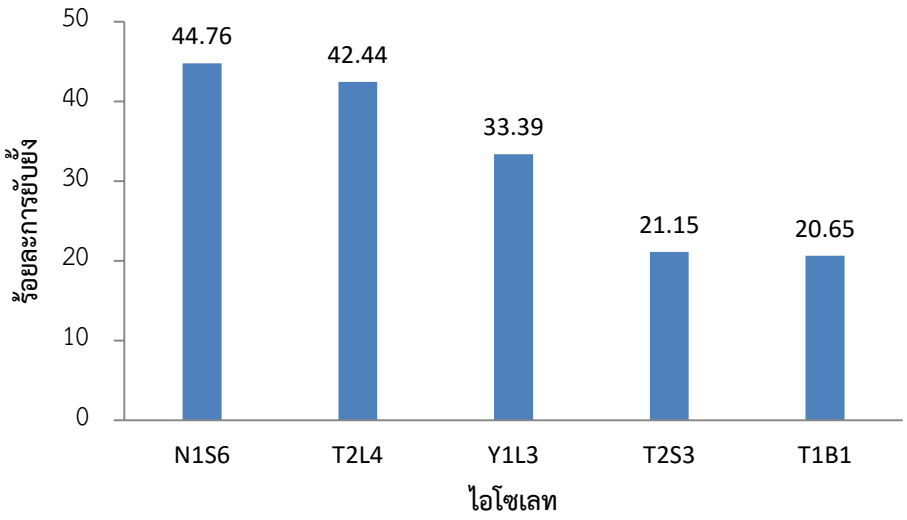
(B)

(A) ลักษณะโคโลนีของ *Phytophthora* sp. บนอาหาร PDA ที่มีอายุ 5 วัน

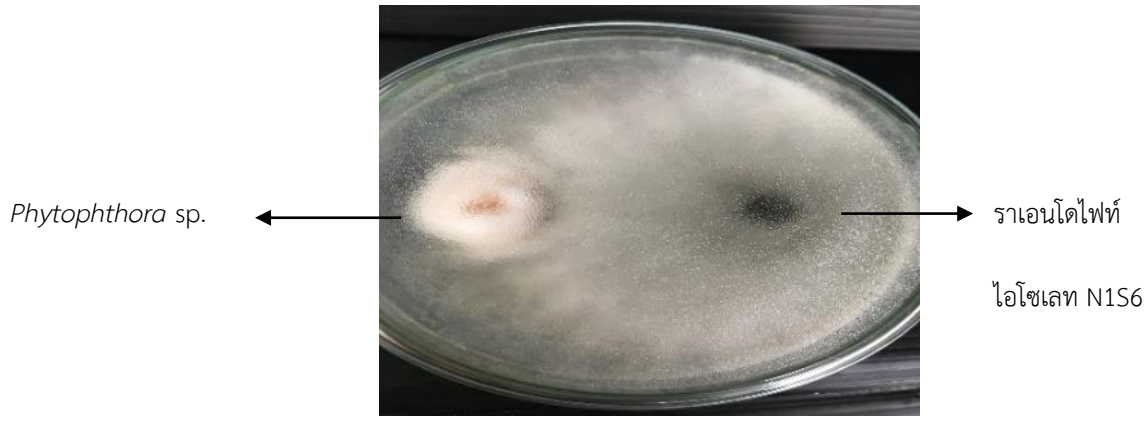
(B) ภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400x

ภาพที่ 2 ภาพโคโลนีและลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของ *Phytophthora* sp.

ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้ง *Phytophthora* sp. พบว่ามีราเอนโดไฟท์จำนวน 68 ไอโซเลท แสดงฤทธิ์ยับยั้งราสาเหตุของโรค ซึ่งราเอนโดไฟท์ที่แสดงฤทธิ์ยับยั้งเชื้อและมีค่าร้อยละการยับยั้งมากกว่าร้อยละ 20 มีจำนวน 7 ไอโซเลท (ภาพที่ 3) โดยราเอนโดไฟท์ ไอโซเลท N1S6 ที่แยกได้จากก้านของทุเรียนพันธุ์ชะนีมีค่าการยับยั้งสูงสุด คือ ร้อยละ 44.76 (ภาพที่ 4) รองลงมาคือ ราเอนโดไฟท์ T2L4 และ Y1L3 ซึ่งแยกได้จากกิ่งของทุเรียนพันธุ์หมอนทองและจากกิ่งของทุเรียนพันธุ์ก้านยาว มีค่ายับยั้งเท่ากับร้อยละ 42.44 และ 32.39 ตามลำดับ โดยมีรายงานการศึกษาพบว่า ราเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากกิ่งและใบโสนสามารถยับยั้ง *P. palmivora* สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนได้มากกว่าร้อยละ 60 (ชุติมา และคณะ, 2557) นอกจากนี้ยังพบว่า ราเอนโดไฟท์ *Nodulisporium* sp. ที่แยกได้จากกิ่งโกงกางใบเล็ก ได้สร้างสารระเหยที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยรา *P. palmivora* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (อารดา และคณะ, 2556) ดังนั้นราเอนโดไฟท์จึงเป็นราที่มีความน่าสนใจ ที่จะนำไปพัฒนาเป็นสารชีวภัณฑ์เพื่อใช้ในการควบคุมรา *Phytophthora* sp สาเหตุโรคพืชต่อไป



ภาพที่ 3 แสดงร้อยละการยับยั้ง *Phytophthora* sp. ของราเอนโดไฟท์



ภาพที่ 4 แสดงการยับยั้งจากการทดสอบฤทธิ์ต้านของราเอนโดไฟท์ไอโซเลท N1S6 ต่อ *Phytophthora* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

สรุปผลการวิจัย

ราเอนโดไฟท์จำนวน 110 ไอโซเลต แยกจากส่วนกิ่ง ก้าน และใบทุเรียน จำนวน 5 สายพันธุ์ ในอำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา เมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้ง *Phytophthora* sp. ที่แยกได้จากส่วนลำต้นของทุเรียนที่แสดงอาการโรครากเน่า โคนเน่า ด้วยวิธีการ Dual culture technique พบว่า ราเอนโดไฟท์ จำนวน 68 ไอโซเลท สามารถยับยั้งเชื้อได้ โดยราเอนโดไฟท์จำนวน 3 ไอโซเลทที่มีค่าร้อยละการยับยั้งได้ดีที่สุด คือ ไอโซเลท N1S6 คือ มีค่าร้อยละการยับยั้ง 44.76 รองลงมา คือ ไอโซเลท T2L4 และ Y1L3 42.44 ซึ่งมีค่าร้อยละการยับยั้งเป็น 42.44 และ 32.39 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์หลักสูตรจุลชีววิทยา ที่ให้คำแนะนำในการทำวิจัย ขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในทำการวิจัย และขอบคุณสำนักงานเกษตรอำเภอ จังหวัดยะลา ที่ได้อนุเคราะห์พื้นที่เข้าเก็บตัวอย่าง (บางส่วน)

เอกสารอ้างอิง

กชกร ลาภมาก. (2558). การคัดเลือกเชื้อเอนไฟต์ที่สามารถควบคุมโรคเน่าที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* ของทุเรียน. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.** 10(1), 276-284.

กรมวิชาการเกษตร. (2546). **ข้อมูลพืชเศรษฐกิจ**. กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (Online). http://www.doa.go.th/research/attachment.php, 13 กุมภาพันธ์ 2562.

กานต์ จิตสุวรรณรักษ์ และอนันต์ วงเจริญ. (2559). ผลของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการควบคุมโรคไหม้ของข้าว (*Oryza sativa*L.). **แก่นเกษตร.** 44(1), 232-237.

จำเนียร กิ้วเส้ง, สุมาลี เลี่ยมทอง และศุภวรรณ พรหมเพราะ. (2546). ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของราเอนโดไฟต์ที่แยกได้จากพืชสกุลไมร์ทาซีอี้ที่พบในป่าพรุควนเคร็ง. **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล**, 5.

ชุติมา แก้วกระจาย, ธิดา เดชฮวบ และเลิศชาย สถิตพนาวงศ์. (2557). ประสิทธิภาพของราเอนโดไฟต์จากโสน (*Sesbania javnica*) ในการยับยั้งราสาเหตุโรคพืช. **แก่นเกษตร.** 4(3), 271-282.

เทคโนโลยีการเกษตร. (2561). **600 สายพันธุ์ทุเรียน "สมบัติล้ำค่า" ของชาติ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี** http://www.technologychaoban.com, 13 กุมภาพันธ์ 2562.

เทคโนโลยีชาวบ้าน. (2560). **กรมวิชาการเกษตรแนะวิธีรับมือ "โรครากเน่าโคนเน่า" ในทุเรียน** (online). https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology, 20 สิงหาคม 2562.

ประพันธ์ โอสถาพันธ์. (2553). **การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีผลในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* sp. สาเหตุโรคเน่าเข้าไส้ของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ปิยะ ยงจอหอ, วราภรณ์ ฉุนฉาย และวิไลลักษณ์ โคมพันธุ์. (2560). ผลของราเอนโดไฟต์ที่สร้างกรดอะซิติกต่อการเติบโตของต้นกล้ากระเจี๊ยบเขียวในดินที่ปนเปื้อนไกลโฟเสต. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนลียี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. 19(3), 3.

พิชญา สาระรักษ์, สุพัตรา ศรีสุวรรณ และสุรินทร์ นิยมางกูร. (2559). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสภาพการปลูกทุเรียนของเกษตรกรตำบลถ้ำสิงห์ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 47(2), 201-212.

วาสินี ธรรมสถิต, สุคนธมัต และดุษณี ธนะบริพัฒน์. (2560). การคัดเลือกสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่แยกจากทุเรียนในจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดชุมพร**. วารสารวิทยาศาตร์ลาดกระบัง**. 26(2), 2-3.

อมรรัตน์ ภูไพบูลย์, พีระวรรณ พัฒนวิภาส และยุทธศักดิ์ เตจียมไชยศรี. (2555). **ผลของสารป้องกันกำจัดโรคพืช metalaxyl ต่อการเจริญของรา *Phytophthora palmivora***. รายงานการวิจัย สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.

อารดา กำเนิดงาม, อรอุมา เพียซ้าย, เลขา มาโนช และจิระเดช แจ่มสว่าง. (2556). "ความหลากหลายของราเอนโดไฟต์จากพืช และประสิทธิภาพของสารระเหยในการยับยั้งรา *Phytophthora palmivora* ในห้องปฏิบัติการ". ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 258-265.

Kumar, S. N. Kaushik, R. Edrada-ebel, R. Ebel, and P. Proksch. (2008). Endophytic fungi for pest and disease management. In: Ciancio, A. and K.G. Mukerji. Integrated management of diseases caused by fungi, *phytoplasma* and bacteria. **Spinger, berlin. Pp**. 365-38.

Photita, W., Lumyong, S., Lumyong, P. and Hyde, K. D. (2000). **Endophytic fungi of wild banana (*Musa acuminate*) at Doi Suthep Pui National Park, Thailand**. Paper presents at the Asian Mycological Congress 2000 (AMC2000) incorporating the 2nd Asia-Pasific Mycological Congress on Biodiversity and Biotechnology, and held at the University of Hong Kong on 9–13 July 2000.

Photita, W., Lumyong, S., Lumyong, P. and Hyde, K. D. (2001). Endophytic fungi of wild banana (*Musa acuminata*) at Doi Suthep-Pui national park, Thailand. **Mocogical Research.** 105(12), 1508-1513.

เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพระหว่างการใช้สารเร่ง พด.6 และ ปม.1

Comparison of the quality of the bio-extract from the use of stimulating agent between LD.6 and FI.1

วิจิตรา ตุ้งซี่[1*] และ ณัฐพล ราชูภิมนต์[2]

Wijittra Tungse[1*] and Natthaphon Rachuphimon[2]

บทคัดย่อ

น้ำหมักชีวภาพ มีส่วนประกอบ ได้แก่ ลำไส้ปลานิล ขนุน กากน้ำตาล และน้ำ หมักในถังทดลองขนาด 19 ลิตร ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ กำหนด 2 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 หมักโดยใช้สารเร่ง พด.6 และชุดการทดลองที่ 2 หมักโดยใช้สารเร่ง ปม.1 ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ เริ่มต้นการทดลอง ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ4.83±0.04 และ 4.77±0.02 ตามลำดับ ($P<0.05$) และการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 16.82±0.62 และ 15.55±0.07 mS/cm ตามลำดับ ($P>0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 3.73±0.03 และ 3.99±0.01 ตามลำดับ ($P<0.05$) และการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 17.74±0.67 และ 18.23±1.85 mS/cm ตามลำดับ ($P<0.05$) และจากการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 มีจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากที่สุดเมื่อหมักเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (16×10^{11} cfu/ml) หลังจากนั้นเริ่มลดลง ส่วนน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 มีจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากที่สุดเมื่อหมักเป็นเวลา 3 และ 4 สัปดาห์ (4×10^{11} cfu/ml) ดังนั้น พด.6 และ ปม.1 สามารถนำมาใช้เป็นสารเร่งใน น้ำหมักชีวภาพได้ ซึ่งทำให้น้ำหมักชีวภาพมีความเป็นกรดและปริมาณแร่ธาตุสูงขึ้น

คำสำคัญ: น้ำหมักชีวภาพ, สารเร่ง, พด.6, ปม.1

---

[1]อาจารย์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักวิชาการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: wijittra.tu@skru.ac.th

Abstract

Bio-extract consists of intestines of tilapia, jackfruit, molasses and water. Fermented in a 19 liter experiment tank. The experiment design with 3 replications and 2 treatments; treatment 1 was fermented by using the LD. 6 and treatment 2 was fermented by using the FI. 1. The experimental period was 4 weeks. At the start of the experiment had the average pH value was equal to 4.83±0.04 and 4.77±0.02, respectively (P<0.05). And their average electrical conductivity was equal to 16.82±0.62 and 15.55±0.07 mS/cm, respectively (P>0.05). At the end of the experiment, their average pH value was equal to 3.73±0.03 and 3.99±0.01, respectively (P<0.05). And their average electrical conductivity was equal to 17.74±0.67 and 18.23±1.85 mS/cm, respectively (P<0.05). And from culturing microbes it was found that bio-extract using the LD.6, had the highest number of microbes when fermented for 2 weeks (16×10^{11} cfu/ml) after that, it began to decrease while bio-extract using the FI. 1 had the highest number of microbes when fermented for 3 and 4 weeks (4×10^{11} cfu/ml). Therefore, LD.6 and FI.1 can be used as a stimulating agent in bio-extract, which makes bio-extract to have higher acidity and mineral content.

Keywords: bio- extract, stimulating agent, LD.6, FI.1

บทนำ

น้ำหมักชีวภาพ คือ สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืช หรือสัตว์ กับกากน้ำตาล หรือน้ำตาล สารละลายเข้มข้นที่ได้จะมีสีน้ำตาล มีสภาพเป็นกรด มีค่า pH 3-4 สามารถทำน้ำหมักชีวภาพได้โดยการใช้วัสดุที่หาง่ายในพื้นที่ เช่น เศษพืชผัก ผลไม้ พืชสมุนไพร หรือสัตว์ เช่น หอยเชอรี่ เศษปลา นำมาหมักกับกากน้ำตาลและน้ำ การนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้สามารถนำไปใช้ได้ทั้งด้านการปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ การประมง และการบำบัดน้ำเสีย เพราะในน้ำหมักชีวภาพนั้นมีจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมากที่ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นสารอนินทรีย์ (พิณซอ, ม.ป.ป.)

จุลินทรีย์ (microorganism) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจึงจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ ได้แก่ แบคทีเรีย อาร์เคีย รา และ ยีสต์ เป็นต้น สามารถพบจุลินทรีย์ได้ทุกสภาวะแวดล้อม แม้แต่ในสภาวะแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอื่นอยู่ไม่ได้ แต่จุลินทรีย์บางชนิดสามารถปรับตัวอาศัยอยู่ได้ เช่น ในน้ำพุร้อนบริเวณภูเขาไฟใต้ทะเลลึกหรือภูเขาไฟธรรมดา ใต้มหาสมุทรที่มีความกดดันของน้ำสูงๆ ในน้ำแข็งที่มีอุณหภูมิเย็นจัด บริเวณที่มีสภาพความเป็นกรดด่างสูง หรือแม้กระทั่งในบริเวณที่ไม่มีออกซิเจน หน้าที่หลักทั่วไปของจุลินทรีย์ คือ "เป็นผู้ย่อยสลาย" ย่อยสลายทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถย่อยได้ให้มีขนาดเล็กและกลายเป็นธาตุอาหารที่มีประโยชน์ ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงสารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน เปลี่ยนแปลงโมเลกุลหนึ่งไปเป็นอีกโมเลกุลหนึ่ง เช่น ย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ ให้กลายเป็นแร่ธาตุ ย่อยสลายไขมันในน้ำเสียให้กลายเป็นออกซิเจนในน้ำ เป็นต้น (Thai Royal Frozen Food, 2018)

การทำน้ำหมักจะมีจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันไป และน้ำหมักที่มีธาตุอาหารต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการหมัก ซึ่งใช้ระยะเวลาในการหมักนานประมาณ 1-2 เดือน จึงต้องมีการเติมสารเร่ง เพื่อเพิ่มจุลินทรีย์ในน้ำหมัก และลดระยะเวลาในการหมักให้น้อยลง ซึ่งสารเร่งที่นิยมใช้ ได้แก่ สารเร่ง พด. และ ปม. โดยทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มักนิยมใช้สารเร่งพด.6 และ ปม.1 ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพจากการใช้สารเร่ง 2 ชนิด คือ พด.6 และ ปม.1 ซึ่งใน พด.6 ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ยีสต์ *Saccharomyces ceareviceae* แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก *Lactobacillus fermentum* แบคทีเรียย่อยสลายโปรตีน *Bacillus megaterium* แบคทีเรียย่อยสลายไขมัน *Bacillus subtilis* แบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุงลาย *Bacillus sphaericus* เป็นจุลินทรีย์ที่ผลิตได้จากการคัดแยกจุลินทรีย์จากตัวอย่างปุ๋ยน้ำที่เกิดจากการหมักตามธรรมชาติของเกษตรกรในสถานที่ต่างๆ โดยคัดแยกเฉพาะจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในภาวะขาดออกซิเจนได้ดี ไม่ต้องการแสง และอากาศในการเจริญเติบโต ต้องการอุณหภูมิไม่สูง ระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562) ส่วน ปม.1 ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus subtilis* ผลิตเอนไซม์หลายชนิดทำให้บ่อเลี้ยงมีเอนไซม์สำหรับย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งตกค้างที่ก้นบ่ออย่างเพียงพอ และยังผลิตแบซิทราซิน ซึ่งเป็นสารต้านจุลชีพที่ยับยั้งเชื้อโรคได้หลายชนิด และเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของกุ้ง *Bacillus megaterium* เป็นกลุ่มที่ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟต ทั้งจากไขมันและจากแร่ธาตุในดิน ทำให้มีสารประกอบฟอสเฟตละลายน้ำออกมา เป็นประโยชน์แก่แพลงก์ตอนพืช และยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและยับยั้งการทำลายเม็ดเลือดของเชื้อ *Vibrio harveyi* ได้เป็นอย่างดี และ *Bacillus lichenifomis* เป็น facultative anaerobic คือ สามารถทำงานได้ทั้งสภาวะที่มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจนเลยก็ได้ ซึ่งเหมาะสำหรับย่อยสลายสารอินทรีย์ที่พื้นบ่อ ทำให้มีขี้เลนน้อยลงและกำจัดกลิ่นเลนเหม็น และยังช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของกุ้งขาวแวนนาไมได้ (เจษฎาภรณ์, 2562)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6

ชุดการทดลองที่ 2 น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1

2. การดำเนินการทดลอง

วิธีการเตรียมน้ำหมักชีวภาพ

2.1 เตรียมถังหมักขนาด 19 ลิตร

2.2 ส่วนผสมของน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ ลำไส้ปลานิล (3 กิโลกรัม) ผลไม้ (ขนุน 1 กิโลกรัม) กากน้ำตาล (1 ลิตร) ละลายกับน้ำสะอาด 1 ลิตร และทำการคนให้เข้ากัน จากนั้นใส่สารเร่ง (จุลินทรีย์) พด.6 ปริมาณ 6.5 กรัม ในชุด

การทดลองที่ 1 และ ใส่สารเร่ง ปม.1 ปริมาณ 6.5 มิลลิลิตร ในชุดการทดลองที่ 2 หมักเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยหมักแบบไร้อากาศ (ดัดแปลงจาก Greentreegarden, 2019)

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 บันทึกค่าความเป็นกรด-ด่าง ทุก 7 วัน ด้วยเครื่อง pH meter (CyberScan 1000 pH Meter)

3.2 บันทึกค่าการนำไฟฟ้า ทุก 7 วัน ด้วยเครื่อง Digital pH/D.O./conductivity meter (WTW Multi 3430)

3.3 นำน้ำหมักชีวภาพทั้งสองชุดการทดลองมาทำการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ทุก 7 วัน ในอาหาร Nutrient Agar และนับจำนวนจุลินทรีย์ที่แยกเชื้อด้วยวิธี spread plate บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (plate count) (cfu/ml)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Independent t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาน้ำหมักชีวภาพที่มีส่วนประกอบเป็น ลำไส้ปลานิล ขนุน และกากน้ำตาล ในถังหมักขนาด 19 ลิตร และหมักแบบไร้อากาศ ทดลองหมักโดยการใส่สารเร่ง พด.6 ในชุดการทดลองที่ 1 และสารเร่ง ปม.1 ในชุดการทดลองที่ 2 เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยทำการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เก็บข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) ทุกสัปดาห์

1. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 หมักเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า มีปริมาณเชื้อ เท่ากับ 25.5×10^{4}, 30×10^{9}, 16×10^{11}, 20×10^{10} และ 30×10^{4} cfu/ml ตามลำดับ ส่วนน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 มีปริมาณเชื้อ เท่ากับ 11.6×10^{4}, 60×10^{6}, 20×10^{8}, 40×10^{10} และ 40×10^{10} cfu/ml ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากรูปที่ 1 ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 พบว่า น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 แต่ในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่า ซึ่งน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลง ส่วนน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 และค่อนข้างคงที่ ไม่มีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตาม ควรเพิ่มระยะเวลาในการทดลองให้มากขึ้นกว่านี้ เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์ได้ หากนำน้ำหมักไปประยุกต์ใช้ ควรใช้ในสัปดาห์ที่ 2 สำหรับน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 ส่วนน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 สามารถใช้ในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ดังนั้น การใช้สารเร่ง พด.6 จะช่วยลดระยะเวลาในการหมัก และเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการใช้ ปม.1 ซึ่งกลุ่มจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด.6 ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 5 สายพันธุ์ได้แก่ ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (*Lactobacillus fermentum*) แบคทีเรียย่อยสลายโปรตีน (*Bacillus megaterium*) แบคทีเรียย่อยสลายไขมัน (*Bacillus*

subtilis) และแบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุงลาย (*Bacillus sphaericus*) ซึ่ง พด.6 เป็นสารจุลินทรีย์ที่ผลิตได้จากการคัดแยกจุลินทรีย์จากตัวอย่างปุ๋ยน้ำที่เกิดจากการหมักตามธรรมชาติของเกษตรกรในสถานที่ต่างๆ โดยคัดแยกเฉพาะจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในภาวะขาดออกซิเจนได้ดี ไม่ต้องการแสง และอากาศในการเจริญเติบโต ต้องการอุณหภูมิไม่สูง ระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562) ส่วน ปม.1 ประกอบด้วยจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacillus* 3 ชนิด คือ *Bacillus subtilis* ผลิตเอนไซม์หลายชนิดทำให้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งตกค้างที่ก้นบ่อ *Bacillus megaterium* เป็นกลุ่มที่ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟต ทั้งจากไขมันและจากแร่ธาตุในดิน และ *Bacillus lichenifomis* เป็น facultative anaerobic คือ สามารถทำงานได้ทั้งสภาวะที่มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจน (เจษฎาภรณ์, 2562) ดังนั้นเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของกลุ่มจุลินทรีย์ พบว่า พด.6 มีความหลากหลายของชนิดจุลินทรีย์มากกว่า ปม.1 ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุให้มีปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 มากกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1

2. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 เท่ากับ 4.83±0.04, 3.85±0.08, 3.88±0.01, 3.88±0.01 และ 3.73±0.03 ตามลำดับ และในน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 เท่ากับ 4.77±0.02, 3.94±0.01, 3.94±0.01, 4.08±0.01 และ 3.99±0.01 ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละสัปดาห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 2) ซึ่งในแต่ละสัปดาห์ พบว่า น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 มีความเป็นกรดมากกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 ทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีความเป็นกรด-ด่าง ลดลงเรื่อยๆ (รูปที่ 2) โดยอยู่ระหว่าง 3.73-4.83 มีความเป็นกรดสูง ซึ่งสอดคล้องกับ ชวนพิศ และคณะ (2557) ได้รายงานว่า น้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวที่มีสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำ มีฤทธิ์เป็นกรดสูง ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 3.7 - 4.4 เนื่องจากมีปริมาณกรดระเหยได้ (Volatile acid) เช่น กรดน้ำส้ม (Acetic acid) และกรดแลคติค (Lactic acid) เป็นต้น และพบว่าสอดคล้องกับงานทดลองของ กานตกานท์ (2557) ที่รายงานว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมักชีวภาพสูตรต่างๆ อยู่ในช่วง 4.01-4.77 ในช่วงเริ่มต้นของการหมัก และค่อยๆ ลดลงไปอยู่ในช่วง 3.56-3.93 ในวันสุดท้ายของการหมัก (22 วัน)

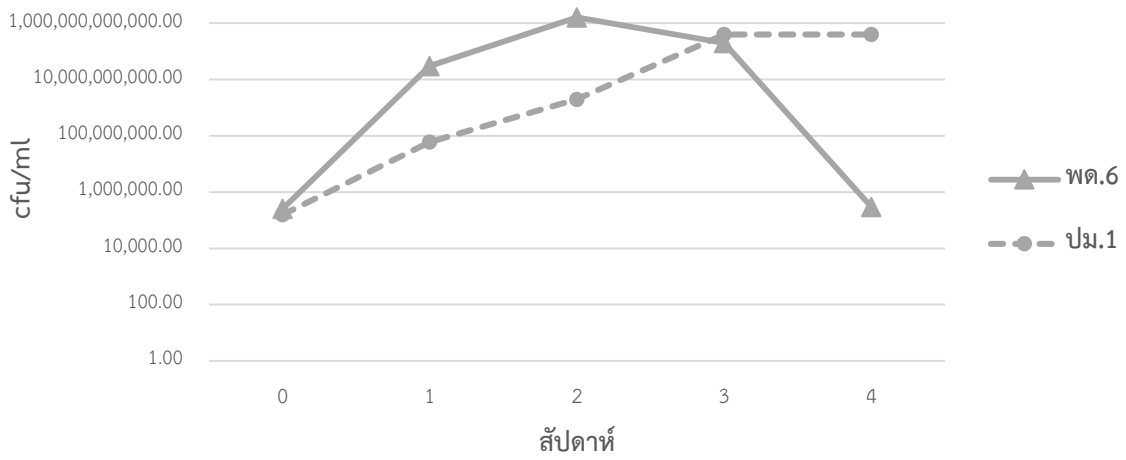
3. การนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)

สัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 เท่ากับ 16.82, 17.91, 17.97, 17.40 และ 18.62 mS/cm ตามลำดับ และในน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 เท่ากับ 15.55, 17.81, 17.80, 19.99 และ 19.99 mS/cm ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าในสัปดาห์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 3) น้ำหมักชีวภาพทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ เพิ่มมากที่สุดในสัปดาห์สุดท้าย (รูปที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับ วีณารัตน์ และคณะ (2557) ได้รายงานว่า ค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในน้ำหมักชีวภาพเมื่อหมักนานขึ้นจะมีปริมาณของไอออนจากแร่ธาตุต่าง ๆ เพิ่มขึ้น และพบว่าน้ำ

หมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 มีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 แสดงว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1 มีปริมาณแร่ธาตุสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6

ตารางที่ 1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำหมักชีวภาพจากการใช้สารเร่ง พด.6 และ ปม.1 ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4

สัปดาห์ที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (cfu/ml)	
	น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6	น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1
0	25.5×10^{4}	11.6×10^{4}
1	30×10^{9}	60×10^{6}
2	16×10^{11}	20×10^{8}
3	20×10^{10}	40×10^{10}
4	30×10^{4}	40×10^{10}

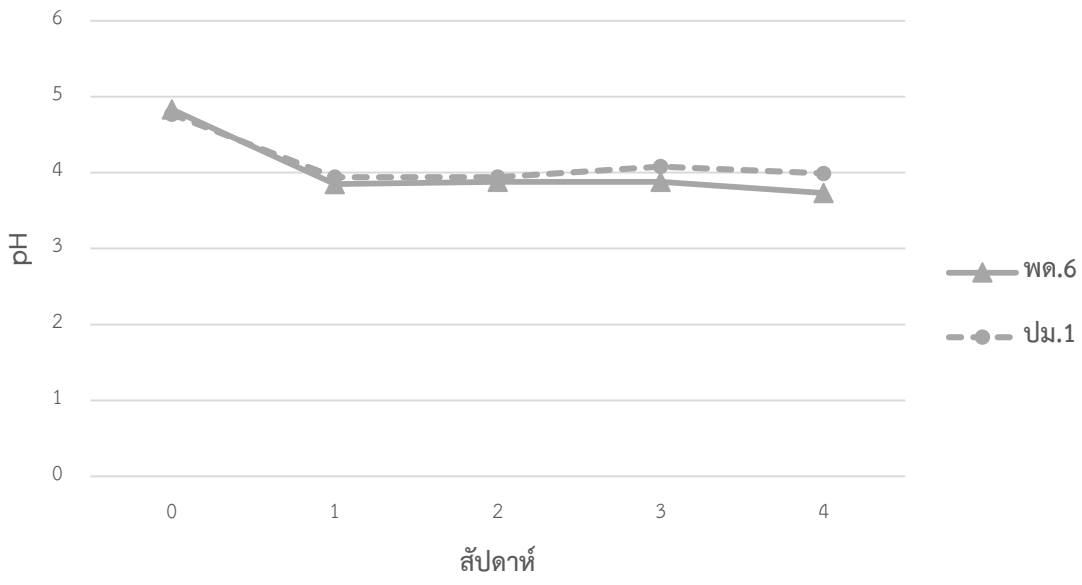


รูปที่ 1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำหมักชีวภาพจากการใช้สารเร่ง พด.6 และ ปม.1 ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4

ตารางที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 และปม.1 ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4

สัปดาห์ที่	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	
	น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6	น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1
0	4.83±0.04[a]	4.77±0.02[b]
1	3.85±0.08[b]	3.94±0.01[a]
2	3.88±0.01[b]	3.94±0.01[a]
3	3.88±0.01[b]	4.08±0.01[a]
4	3.73±0.03[b]	3.99±0.01[a]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±SD ทำกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ ระดับนัยสำคัญ 0.05

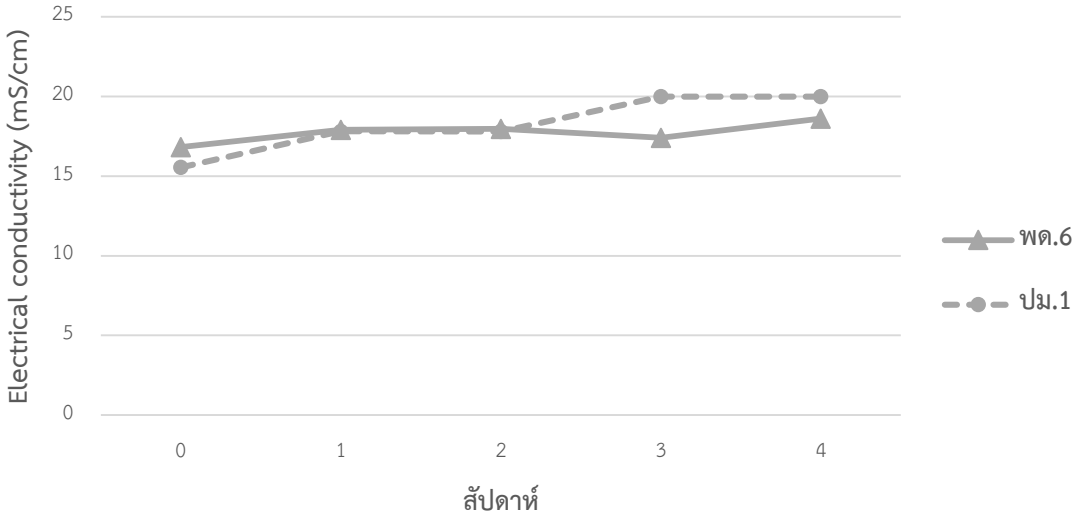


รูปที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 และปม.1 ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4

ตารางที่ 3 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย (mS/cm) ของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 และปม.1 ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4

สัปดาห์ที่	ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย (mS/cm)	
	น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6	น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง ปม.1
0	16.82±0.62[a]	15.55±0.07[a]
1	17.91±0.13[a]	17.81±0.03[b]
2	17.97±0.04[a]	17.80±0.10[a]
3	17.40±0.04[b]	19.99±0.01[a]
4	18.62±0.01[b]	19.99±0.01[a]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±SD ทำกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 3 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย (mS/cm) ของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่ง พด.6 และปม.1 ในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4

สรุปผลการวิจัย

พด.6 และ ปม.1 สามารถนำมาใช้เป็นสารเร่งในน้ำหมักชีวภาพได้ ซึ่งทำให้น้ำหมักชีวภาพมีความเป็นกรดและปริมาณแร่ธาตุสูงขึ้น ทั้งนี้ควรเพิ่มระยะเวลาในการทดลอง และตรวจสอบคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพด้านอื่นด้วย เช่น ปริมาณแร่ธาตุแต่ละชนิด ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดแลคติก เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายสมัน สระหงษ์ทอง และนายศรัณย์ชัย มะเดื่อ ที่มีส่วนช่วยเหลือในงานทดลองครั้งนี้ให้ ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. (2562). **มหัศจรรย์ พด.** (Online). http://www.ldd.go.th/menu_5wonder/, 2 พฤศจิกายน 2562

กานตกานท์ เทพณรงค์. (2557). **ประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพ และอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เจษฎาภรณ์ อินทรัตน์. (2562). **จุลินทรีย์ ปม.1 ดีอย่างไร จึงต้านภัย EMS**. http://www.nicaonline.com, 2 พฤศจิกายน 2562

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล, ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล, รุ่งนภา ก่อประดิษฐ์กุล และธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์. (2557). "คุณภาพน้ำหมักชีวภาพ และองค์ประกอบ." ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42, 3-6 ก.พ. 2547.** กรุงเทพฯ: สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 481-488.

พิณซอ กรมรัตนาพร. (ม.ป.ป.). "การทำน้ำหมักชีวภาพ." ใน **คู่มือประกอบการอบรมโครงการฟื้นฟูและพักหนี้เกษตรกรรายย่อยและยากจน**. สำนักงานธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรจังหวัดเลย, 1-9.

วีณารัตน์ มูลรัตน์, สมชาย ชคตระการ และอัญชลี จาละ. (2557). "ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้." ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48, 3-5 ก.พ. 2553.** กรุงเทพฯ: สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 82-88.

Greentreegarden. (2019). **วันนี้มาแนะนำการทำน้ำหมักปลา.** (Online). https://www.facebook.com/permalink.php?id=2238180206408165&story_fbid=2954873614738817

Thai Royal Frozen Food. (2018). **จุลินทรีย์.** (Online). https://news.thairoyalfrozen.com, 2 พฤศจิกายน 2562.

ผลของอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้งต่อการเจริญเติบโตของกบลูกผสม (*Rana catesbeiana* × *R. rugulosa*) ภายใต้การเลี้ยงในขวดพลาสติก

Effect of commercial catfish feed mixed with dried *Spirulina* on the growth of hybrid frogs (*Rana catesbeiana* × *R. rugulosa*) under culture in plastic bottles

ศรัณย์ รักษาพราหมณ์[1*] และ ณัฐพล ราชูภิมนต์[2]

Sarun Rucksapram[1*] and Natthaphon Rachuphimon[2]

บทคัดย่อ

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกบลูกผสม (*Rana catesbeiana* × *R. rugulosa*) ที่เลี้ยงในขวดพลาสติก โดยใช้อาหารแตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง คือ 1) เลี้ยงด้วยอาหารกบสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ 2) เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ 3) เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ (90:10) และ 4) เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 15 เปอร์เซ็นต์ (85:15) ทดลองเลี้ยง 12 สัปดาห์ เมื่อเริ่มการทดลอง กบลูกผสมมีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 15.92±2.08, 17.18±0.57, 18.15±0.67 และ 17.69±1.96 กรัม ตามลำดับ ($P>0.05$) และความยาวเฉลี่ยของกบลูกผสม เท่ากับ 5.90±0.20, 5.93±0.35, 6.10±0.29 และ 5.95±0.26 เซนติเมตร ตามลำดับ ($P>0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของกบลูกผสม เท่ากับ 283.50±54.73, 147.28±43.16, 264.38±20.55 และ 258.08±50.93 กรัม ตามลำดับ ($P<0.05$) และความยาวเฉลี่ยของกบลูกผสม เท่ากับ 11.58±1.21, 9.78±0.70, 11.58±1.11 และ 11.88±0.81 เซนติเมตร ตามลำดับ ($P<0.05$) ดังนั้น จากผลการทดลองพบว่า สามารถใช้อาหาร ปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ (90:10) ทดแทนการใช้อาหารกบสำเร็จรูป ในการเลี้ยงกบลูกผสม ภายในขวดพลาสติกได้

คำสำคัญ: อาหารปลาดุกสำเร็จรูป, สาหร่ายสไปรูลิน่า, กบลูกผสม

---

[1]อาจารย์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักวิชาการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: sarun.ru@skru.ac.th

Abstract

Comparison of growth of hybrid frogs (*Rana catesbeiana* × *R. rugulosa*) raised in plastic bottles by using different foods. The experiment was a completely randomized design with 4 replications and 4 treatments; 1) fed with commercial frog feed 100 percent 2) fed with commercial catfish feed 100 percent 3) Fed with commercial catfish feed mixed with dried *Spirulina* 10 percent (90:10) and 4) fed with commercial catfish feed mixed with seaweed dried *Spirulina* 15 percent (85:15). The cultivation period was 12 weeks. The first weight of hybrid frogs were 15.92±2.08, 17.18±0.57, 18.15±0.67 and 17.69±1.96 gram, respectively (P>0.05) while their first length were 5.90±0.20, 5.93±0.35, 6.10±0.29 and 5.95±0.26 centimes, respectively (P>0.05). The end of experiment, the hybrid frogs had weight of 283.50±54.73, 147.28±43.16, 264.38±20.55 and 258.08±50.93 gram, respectively (P<0.05) and they had length of 11.58±1.21, 9.78±0.70, 11.58±1.11 and 11.88±0.81 centimes, respectively (P<0.05). The result shown that can use commercial catfish feed mixed with dried *Spirulina* 10 percent (90:10) instead of using commercial frog feed under culture in plastic bottles.

Keywords: commercial catfish feed, *Spirulina*, hybrid frogs

บทนำ

ในปัจจุบันสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการอยู่รอดของกบได้เปลี่ยนแปลงไป แหล่งที่อยู่อาศัยของกบได้ถูกเปลี่ยนแปลงเป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์ โรงงานอุตสาหกรรม การขยายตัวของสังคมเมือง ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัย และอาหารธรรมชาติของกบลดลง ส่งผลให้กบที่อยู่ตามธรรมชาติมีปริมาณที่ลดน้อยลง ดังนั้นการเพาะเลี้ยงกบเพื่อเพิ่มจำนวนประชากร และเพื่อเป็นแหล่งอาหารให้กับมนุษย์จึงมีความสำคัญยิ่ง ซึ่งการเลี้ยงกบมีหลายรูปแบบ เช่น การเลี้ยงกบในบ่อดิน กระชัง บ่อปูนซีเมนต์ หรือในขวดพลาสติก เป็นต้น ซึ่งการเลี้ยงกบในขวดพลาสติกเป็นการประยุกต์การเลี้ยงกบให้เข้ากับสภาพพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด และเป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นการจัดการที่ง่าย และสะดวก (สมพงษ์, 2553)

กบลูกผสม (*Rana catesbeiana* × *R. rugulosa*) เป็นกบที่เลี้ยงง่ายโตไว ขนาดค่อนข้างใหญ่ ทำให้เกษตรกรนิยมนำมาเลี้ยง โดยในปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงกบมีความสะดวกมากขึ้น เนื่องจากมีอาหารเลี้ยงกบสำเร็จรูป ที่มีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างครบถ้วน สามารถหาซื้อได้ตามตลาดใกล้บ้าน โดยพิจารณาเลือกซื้ออาหารที่มีคุณภาพดี มีระดับโปรตีนสูงตามความต้องการของกบระยะต่างๆ สำหรับอาหารสำเร็จรูปที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ อาหารกบ และอาหารปลาดุก ส่วนอาหารธรรมชาติ หรืออาหารมีชีวิต ได้แก่ ไรแดง แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ สำหรับ ลูกอ๊อดภายหลังจากถุงไข่แดงยุบ (อิทธิพร, 2531) อย่างไรก็ตามสูตรอาหารในการเลี้ยงกบของผู้เลี้ยงแต่ละคนจะแตกต่างกันออกไป เช่น รัตน์

(2551) ใช้อาหารอัดเม็ดสำเร็จรูปผสมกับอาหารธรรมชาติ (หอยเชอรี่ต้มสุข ไส้เดือนดิน แมลง และหนอนแมลงวัน) ในอัตราส่วน 1:1 ยงยุทธ (2548) เลี้ยงกบนาในกระชังด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เสริมน้ำมันปลาทะเล เทพพิทักษ์ และคณะ (2555) พบว่ากบที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถกระตุ้นการจับกินสิ่งแปลกปลอมของเซลล์เม็ดเลือดขาวได้ นอกจากนั้นสาหร่ายสไปรูลิน่ายังมีโปรตีนสูงมาก ประมาณ 60 - 80 เปอร์เซ็นต์ (วัตถุแห้ง) ซึ่งมากกว่าไข่ไก่ประมาณ 6 เท่า และมากกว่าน้ำนม ประมาณ 5 เท่า (เริงฤทธิ์, 2556) ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของกบลูกผสม (*Rana catesbeiana* × *R. rugulosa*) จากการเลี้ยงภายในขวดพลาสติก ด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้งในปริมาณที่แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารกบสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ (T_1)

ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ (T_2)

ชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูป ผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ (90:10) (T_3)

ชุดการทดลองที่ 4 เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูป ผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 15 เปอร์เซ็นต์ (85:15) (T_4)

2. เตรียมสถานที่และอุปกรณ์ทำการทดลอง

2.1 เตรียมชั้นสำหรับวางหน่วยทดลอง โดยใช้ชั้นไม้ สูง 160 เซนติเมตร กว้าง 140 เซนติเมตร พลางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์

2.2 เตรียมขวดพลาสติกขนาด 6 ลิตร (รูปที่ 1) โดยล้างให้สะอาด เจาะรูเป็นรูปสามเหลี่ยมขนาด 2 เซนติเมตร ใกล้ปากขวด เพื่อเป็นช่องสำหรับใส่อาหาร และผ่าขวดบริเวณด้านบนเพื่อนำกบขึ้นมาเก็บข้อมูล

2.3 นำกบลูกผสมอายุประมาณ 2 เดือน มาพักไว้ในกระชัง ก่อนทำการทดลอง



รูปที่ 1 ชั้นวางชุดทำการทดลองเลี้ยงกบ และขวดพลาสติกขนาด 6 ลิตรสำหรับทดลอง

3. วิธีทำการดำเนินการทดลอง

3.1 นำกบใส่ลงขวดทดลอง ขวดละ 1 ตัว

3.2 เติมน้ำลงในขวด ประมาณ 200 มิลลิลิตร และปิดฝาให้สนิท

3.3 ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 7.30 น. และ 17.00 น. ในอัตราส่วน 5 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักตัว

3.4 เปลี่ยนน้ำวันละ 1 ครั้ง ก่อนให้อาหารเย็น

3.5 ทำการเลี้ยงกบเป็นเวลา 12 สัปดาห์

4. การเก็บข้อมูล

4.1 เก็บข้อมูลน้ำหนักของกบ ทุก 2 สัปดาห์ และเก็บข้อมูลขนาดความยาวของกบทุก 4 สัปดาห์

4.2 เก็บค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ ทุก 1 สัปดาห์

4.3 วัดอุณหภูมิของน้ำวันละ 2 ครั้ง เวลา 7.30 น. และ 17.00 น.

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลน้ำหนัก และความยาวของกบ ที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ในแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองเลี้ยงกบลูกผสม (*Rana catesbeiana* × *R. rugulosa*) ในขวดพลาสติกเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยมี 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ 1) เลี้ยงด้วยอาหารกบสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ 2) เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ 3) เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ (90:10) และ 4) เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 15 เปอร์เซ็นต์ (85:15) ในสัปดาห์เริ่มต้น น้ำหนักเฉลี่ยของกบลูกผสม เท่ากับ 15.92±2.08, 17.18±0.57, 18.15±0.67 และ 17.69±1.96 กรัม ตามลำดับ ($P>0.05$) (ตารางที่ 1) และความยาวเฉลี่ยของกบลูกผสม เท่ากับ 5.90±0.20, 5.93±0.35, 6.10±0.29 และ 5.95±0.26 เซนติเมตร ตามลำดับ ($P>0.05$) (ตารางที่ 2) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของกบลูกผสม เท่ากับ 283.50±54.73, 147.28±43.16, 264.38±20.55 และ 258.08±50.93 กรัม ตามลำดับ ($P<0.05$) และความยาวเฉลี่ยของกบลูกผสม เท่ากับ 11.58±1.21, 9.78±0.70, 11.58±1.11 และ 11.88±0.81 เซนติเมตร ตามลำดับ ($P<0.05$) (ตารางที่ 2) โดยน้ำหนักเฉลี่ยของกบลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารกบสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด ไม่แตกต่างจากกบลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกับกบลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด ในขณะที่ความยาวเฉลี่ยของกบลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 15 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวเฉลี่ยสูงสุด ไม่แตกต่างจากกบลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหาร

กบสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ และอาหารปลาดุกสำเร็จรูปผสมสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกับกบลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยน้อยที่สุด

คุณภาพน้ำตลอดการทดลอง พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำอยู่ระหว่าง 6.15-7.72 อุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 23.5-31.0 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่มีผลกระทบต่ออัตราการรอดของกบลูกผสม

ดังนั้นการใช้อาหารปลาดุกสำเร็จรูป (โปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์) เพียงอย่างเดียวในการเลี้ยงกบลูกผสม ส่งผลให้กบลูกผสมเจริญเติบโตไม่ดี เนื่องจากกบต้องการโปรตีน 35-40 เปอร์เซ็นต์ (ธงชัย และคณะ, 2548) การใช้สาหร่าย สไปรูลิน่าผสมในอาหารปลาดุกสำเร็จรูป จะส่งผลให้กบลูกผสมมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เนื่องจากสาหร่ายสไปรูลิน่ามีคุณค่าทางโภชนาการหลากหลายมาก ประกอบด้วยโปรตีน 50-70% ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทั้ง 8 ชนิด และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นจำนวน 10 ชนิด และมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง มีปริมาณไนโตรเจน 1.99% กรดไรโบนิวคลีอิก (RNA) 3.50% และกรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (DNA) 1.00% วิตามินที่พบมาก ได้แก่ เบตาแคโรทีนซึ่งเป็นแหล่งของวิตามินเอ วิตามินบี 12 ปกติจะมีมากในเนื้อสัตว์ และมีน้อยในพืชทั่ว ๆ ไป และมี โปรวิตามินเอ (provitamin A) อยู่ในรูปของแคโรทีนอยด์ซึ่งจะถูกเมตาโบไลส์และเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของแร่ธาตุหลายชนิดได้แก่ แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส (Nakamura, 1982; Ciferri, 1983; Spolaore et al., 2006; Iyer et al., 2008; Ali and Saleh, 2012) ดังนั้นสาหร่ายสไปรูลิน่านอกจากจะช่วยเร่งการเจริญเติบโตแล้ว พบว่ายังเกี่ยวข้องกับการสร้างระบบภูมิคุ้มกัน และการกระตุ้นการจับกินสิ่งแปลกปลอมของเซลล์เม็ดเลือดขาวของกบได้ (เทพพิทักษ์ และคณะ, 2555)

ตารางที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย±SD (กรัม) ของกบลูกผสม

ชุดการทดลอง	สัปดาห์ที่						
	0	2	4	6	8	10	12
T_1	15.92±2.08^a	37.80±3.83^a	70.64±4.94^a	130.78±12.83^a	195.82±13.00^a	254.96±39.32^a	283.50±54.73^a
T_2	17.18±0.57^a	34.48±3.53^a	56.25±1.95^b	87.92±6.72^c	106.39±16.38^c	134.35±37.88^b	147.28±43.16^b
T_3	18.15±0.67^a	31.13±2.12^a	60.44±5.77^b	109.36±4.15^b	167.95±8.03^b	226.89±16.12^a	264.38±20.55^a
T_4	17.69±1.96^a	31.27±6.28^a	58.94±5.11^b	112.22±9.44^b	172.56±19.08^b	230.50±34.52^a	258.08±50.93^a
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	8.67	12.51	7.60	8.08	9.16	15.73	18.62

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตัวอักษรแตกต่างกันตามแนวตั้ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 2 ความยาวเฉลี่ย±SD (เซนติเมตร) ของกบลูกผสม

ชุดการทดลอง	สัปดาห์ที่			
	0	4	8	12
T_1	5.90±0.20[a]	8.10±0.20[a]	10.10±0.45[a]	11.58±1.21[a]
T_2	5.93±0.35[a]	7.63±0.35[a]	8.95±0.25[a]	9.78±0.70[b]
T_3	6.10±0.29[a]	7.85±0.29[a]	9.68±0.50[a]	11.58±1.11[a]
T_4	5.95±0.26[a]	7.78±0.26[a]	10.18±0.98[a]	11.88±0.81[a]
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	4.73	3.58	6.26	8.80

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตัวอักษรแตกต่างกันตามแนวตั้ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นางสาวจตุพร นิลน้อย และ นางสาวสุดารัตน์ ทองย้อย ที่มีส่วนช่วยเหลือในงานทดลองครั้งนี้ให้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

เทพพิทักษ์ บุญทา, ชนกันต์ จิตมนัส และจงกล พรมยะ. (2555). "ผลของอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลิน่า สาหร่ายไก และกระเทียมต่อการเติบโต ความสมบูรณ์เพศ และการกำจัดสิ่งแปลกปลอมในกบนา (*Rana rugulosa*)." **วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง.** 6(1): 23-35.

ธงชัย จำปาศรี วิรัช จิ๋วแหยม ณัฏฐา วิศิษฎ์วิทยากร และฉัตรชัย ปรีชา. (2548). "การวิจัยและพัฒนาอาหาร และการให้อาหารกบ." **วารสารวิจัย มข.** 10(3): 208-223.

ยงยุทธ ทักษิญ. (2548). "การเลี้ยงกบนาในกระชังด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เสริมน้ำมันปลาระดับต่างๆ กัน." **วารสารการประมง.** 58(3): 215.

รัตน์ จันทโคตร. (2551). **การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและการรอดตายของกบนาที่เลี้ยงโดยให้อาหารต่างชนิดกัน.** สารนิพนธ์ กศ.ม. มหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 83 หน้า.

เริงฤทธิ์ สัปปพันธ์. (2556). **คู่มืออาหารเสริม ฉบับสมบูรณ์.** กรุงเทพฯ: เอ็มไอเอส. 368 หน้า.

สมพงษ์ บัวแย้ม. (2553). **ครบเครื่องเรื่องการเลี้ยงกบ.** กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์ดี จำกัด. 128 หน้า.

อิทธิพร จันทร์เพ็ญ. (2531). **การเลี้ยงกบ.** กรุงเทพฯ: บริษัทประชาชน จำกัด. 72 หน้า.

Ali, S.K. and Saleh, A.M. 2012. Spirulina - an overview. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences,** 4(3): 9-15.

Ciferri, O. (1983). Spirulina, the edible microorganism, **Microbiology Reviews,** 47: 551.

Nakamura, H. (1982). **Spirulina: food for a hungry world, a pioneer's story in apiculture, In Hiroshi Nakamura (ED)**, University of the Trees Press, Boulder Creek, California, 215 p.

Iyer, U.M., Dhruv, S.A. and Mani, I.U. (2008). Spirulina and Its Therapeutic Implications as a Food Product, In: Gershwin, M.E. and Belay, A. (Eds.), Spirulina in Human Nutrition and Health, **Boca Raton: CRC Press,** 3: 51-70.

Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E. and Isambert, A. (2006). Commercial applications of microalgae, **Journal of Bioscience and Bioengineering, Osaka,** 101(2): 87-96.

ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ในพื้นที่ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

The Opinion of Nipa palm farmer in WangWon Sub district, Kan Tang District, Trang Province

จารีพร เพชรชิต[1] * สาธิต บัวขาว[1] รัตนา อุ่นจันทร์[1] ฤกษ์ชัย ช่วยมั่ง[1] และ นศพร ธรรมโชติ[2]

Jareporn Phetchit [1*], Sathit Buakhao[1] Rattana Unjan[1] Regchai Chuaymung[1]

Nasaporn Thammachot[2]

บทคัดย่อ

การศึกษา ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ในพื้นที่ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง รวบรวมข้อมูลโดยแบบสัมภาษณ์จากเกษตรกรผู้ทำปลูกจาก กลุ่มตัวอย่าง 100 คน โดยใช้สถิติค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต การทดสอบค่าที (t-test) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 56 มีอายุเฉลี่ย 45.70 ปี จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายได้ของครัวเรือน เฉลี่ย 11,463.23 บาท ทำสวนจาก เป็นระยะเวลาเฉลี่ย 41.36 ปี มีพื้นที่ทำสวนจาก เฉลี่ย 4.87 ไร่/ครัวเรือน พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ งูเหลือม และก้านแดง เหตุจูงใจในการปลูกจาก คือ การสืบทอดจากบรรพบุรุษทั้งหมด เกษตรกรทั้งหมดไม่เคยได้รับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับการปลูกจาก ไม่เคยวิเคราะห์ธาตุอาหารดิน ไม่มีการใส่ปุ๋ยสวนจาก จำหน่ายใบจากในรูปใบจากสด และจำหน่ายผลผลิตให้แก่ผู้รับเหมา ความถี่ในการจำหน่ายเฉลี่ย 2 ครั้ง/ปี ราคา 2,620.97 บาท/ไร่/ครั้ง มีรายได้เฉลี่ย 5,241.93 บาท/ไร่/ปี ปัจจัยที่มีผลต่อการทำอาชีพทำสวนจากทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ (ค่าเฉลี่ย 4.00) ด้านสังคม (ค่าเฉลี่ย 4.18) ด้านส่งเสริมและเผยแพร่ (ค่าเฉลี่ย 3.83) ข้อเสนอแนะจากเกษตรกรผู้ทำสวนจาก พบว่า ขาดการสนับสนุนจากภาครัฐ สิทธิในการเข้าถึงที่ดินมีน้อย และขาดการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ องค์ความรู้ด้านการปลูกจากเจ้าหน้าที่

คำสำคัญ: จาก, เกษตรกร, วังวน

---

[1]สาขาพัฒนาการเกษตรและธุรกิจเกษตร [2]สาขาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่) ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : aungsumailn.jp@gmail.com

Abstract

Study of Opinion of Nipa palm farmer in WangWon Sub district, Kan Tang District, Trang Province. Data were collected by interviewing 100 farmers. Simple statistical methods were used to analyzed data include of mean, percentage, standard deviation T test. 1) Farmers: The farmers are female. The average age was 45.70 years old (56%). They mostly graduated secondary school. Have a household income of 11,463.23 baht a year. Planting Nipa plam for an average duration of 41.36 years. Use 4.87 rai / household. The popular species include KanDang and KanLay. The motivation to plant rambutan is inherited from ancestors. Farmers never received knowledge about Nipa plam planting. Never analyze nutrients in the soil. No fertilizer for Nipa plam. The sold in the form of fresh Nipa plam leaves. The sold to contractors. The selling frequency is 2 times / year, price 2,620.97 baht / rai / time. The average income is 5,241.93 baht / rai / year. Factors affecting the career in Nipa palm plantations, Economic (average 4.00), Social (average 4.18), Promotion and dissemination (average 3.83). Lack of support from the government. Suggestion : There are few rights to access the land and lack of public relations to disseminate knowledge on planting from officials.

Keywords: Nipa palm, Farmer, WangWon

บทนำ

จาก *Nypa fruticans* เป็นพืชจำพวกปาล์ม โดยมีการจัดอยู่ที่ในวงศ์ย่อย Nypoideae ซึ่งมีสกุลเดียว และเป็นปาล์มเพียงชนิดเดียวที่เป็นพืชในป่าชายเลน ซึ่งคนไทยรู้จักมานาน และใช้ประโยชน์ของจากได้เป็นอย่างดี ตั้งแต่ใบจนถึงผล ใบจากมีลักษณะคล้ายใบมะพร้าว แต่มีความเหนียว และกว้างกว่า ทำให้สามารถใช้นำมาเย็บเป็นตับ เรียกว่า "ตับจาก" แล้วนำไปมุงหลังคา กันแดดกันฝนได้เป็นอย่างดี แม้ว่าจะใช้งานไปนาน ใบจากกรอบ เปลี่ยนจากสีเขียวเข้ม เป็นสีเหลือง สีน้ำตาล กระทั่งเกือบเป็นสีดำ แต่ก็ยังคงกันฝนและแดดได้ จนกว่าจะแห้งกรอบและผุไป ใช้ทำหมวกที่เรียก "เปี้ยว" พอนจากใช้ทำเชื้อเพลิง ใบจากอ่อนตากแห้งใช้มวนยาสูบ ห่อขนมต้ม ทำที่ตักน้ำเรียก "หมาจาก" ตอกบิด เสวียนหม้อ ใช้ห่อขนมจาก ซึ่งเป็นขนมที่ทำจากแป้ง น้ำตาล และมะพร้าว ผสมกันจนเหลวได้ที่ แล้วนำห่อด้วยใบจาก ปิ้งบนไฟ จนมีกลิ่นหอม แม้อาจมีการใช้ใบมะพร้าวมาห่อ แต่ก็ไม่อร่อยเท่าใช้ใบจาก ใบจากใช้ต้มน้ำดื่มแก้อาการท้องร่วงได้ ในหมู่เกาะโรตีและซาวูใช้ใบจากเป็นอาหารหมูเพื่อให้เนื้อหมูมีรสหวาน

การปลูกจากเป็นอาชีพที่สำคัญอีกอาชีพหนึ่งนอกเหนือจากการทำการเกษตร (ยางพารา และปาล์มน้ำมัน) การเพาะสัตว์น้ำชายฝั่ง (เลี้ยงกุ้งทะเล และปลากระชัง) การประมง และรับจ้างทั่วไป ของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำปะเหลียน ซึ่งเป็นอาชีพหลัก และเป็นอาชีพรองให้แก่หลายครัวเรือนในชุมชน ปัจจุบันมีการนำส่วนประกอบต่าง ๆ ของจากมาใช้ประโยชน์ เช่น ใช้ใบจากในการทำฝาบ้าน มุงหลังคา มวนบุหรี่ ทำภาชนะต่างๆ เช่น หมวก ภาชนะตักน้ำ (ติหมา) ไม้กวาด กระเช้า ถาดรองผลไม้ ฝาชี ฯลฯ การทำกระดาษสาจากทางจาก ใช้เป็นอาหารได้แก่ ผล ยอดอ่อน และการปาดน้ำหวานจากต้นจากเพื่อทำน้ำตาล น้ำส้มสายชู เกษตรกรในพื้นที่ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ส่วนใหญ่นิยมจำหน่ายจากเป็นใบยาสูบ (ใบจาก) เพราะเป็นที่ต้องการของตลาดจำนวนมาก ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการปลูกจาก แต่เกษตรกรใน

พื้นที่ยังขาดการส่งเสริม เช่น ด้านการตลาด ด้านโรค ด้านกายภาพ เป็นต้น จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของอาชีพปลูกจาก จึงทำการศึกษา ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก พื้นที่ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอาชีพการปลูกจากในอนาคตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่การวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้กำหนดพื้นที่ในการศึกษาคือ ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ประกอบด้วย 5 หมู่บ้าน เป็นพื้นที่ที่ผู้ศึกษามีโอกาสเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างได้มาก

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรที่ศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้มีสวนจาก ปลูกจากเพื่อจำหน่าย ในตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง จำนวน 5 หมู่บ้าน มีประชากรทั้งสิ้น 4,364 ราย

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เกษตรกรผู้มีสวนจาก ใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) เฉพาะเกษตรกรที่มีสวนจากในพื้นที่ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ควบคู่กับการสุ่มแบบลูกโซ่ (Snowball Selection) เพื่อขอคำแนะนำเกษตรกรรายอื่นๆ ในชุมชน ที่มีอาชีพปลูกจากเช่นเดียวกับตนเอง ได้ตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 100 ราย ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.05 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้มีสวนจากที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (ราย)					
	หมู่ที่ 1	หมู่ที่ 2	หมู่ที่ 3	หมู่ที่ 4	หมู่ที่ 5	รวม
เกษตรกรผู้มีสวนจาก	10	8	20	50	12	100

3. เครื่องมือและวิธีการเก็บข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรในพื้นที่ ลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายเปิด และคำถามปลายปิด

ตอนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านส่งเสริมและเผยแพร่ ลักษณะคำถามจะเป็นแบบให้เลือกตอบ 5 ระดับ ตามความคิดเห็น (Rating Scale) โดยให้ผู้เลือกตอบเพียงคำตอบเดียว มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้ (บุญสม ภู่เจริญ, 2555)

เห็นด้วยมากที่สุด	5	คะแนน
เห็นด้วยมาก	4	คะแนน
เห็นด้วยปานกลาง	3	คะแนน
เห็นด้วยน้อย	2	คะแนน
เห็นด้วยน้อยที่สุด	1	คะแนน

เกณฑ์การแปลผลใช้เกณฑ์การแปลผลตามหลักเกณฑ์การแบ่งแบบใช้อันตรภาคชั้นโดยใช้คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด ผลลัพธ์ที่ได้หารด้วยจำนวนชั้นที่แบ่งซึ่งในการศึกษาครั้งนี้คะแนนสูงสุดคือ 5 และคะแนนต่ำสุดคือ 1 แบ่งเป็นชั้นออกเป็น 5 ระดับ มีอัตรภาคชั้นเทากับ 0.80 นำมากำหนดขอบเขตมัธยฐาน ในการอ่านช่วงค่าเฉลี่ย ดังนี้

ขอบเขตมัธยฐาน	4.21 - 5.00	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับมากที่สุด
ขอบเขตมัธยฐาน	3.41 - 4.20	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับมาก
ขอบเขตมัธยฐาน	2.61 - 3.40	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับปานกลาง
ขอบเขตมัธยฐาน	1.81 - 2.60	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับน้อย
ขอบเขตมัธยฐาน	1.00 - 1.80	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับอาชีพปลูกจากของเกษตรกร ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิดผู้ตอบแบบสอบถามมีอิสระในการตอบคำถาม

3.2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

เพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ ดำเนินการโดยนำแบบสอบถามฉบับร่างที่สร้างขึ้นนำไปทดสอบใช้ก่อนนำไปใช้จริง (Try out) ในกลุ่มประชากรในพื้นที่ ๆ ไม่ได้รับการสุ่มคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาหาความเชื่อมั่นของตัวชี้วัด (Reliability) ในส่วนที่ 3 ของแบบสอบถามโดยวิธีการวิเคราะห์รายข้อ (Item analysis) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ด้วยสูตรของครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) โดยใช้คำสั่ง Reliability ที่มีอยู่ในโปรแกรม SPSS/PC+ (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2543: 126 - 131) หากพบว่า แบบทดสอบมีความน่าเชื่อถือต่ำเกินไป (โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา) ก็ปรับปรุงข้อคำถามบางข้อที่ใช้ภาษาไม่ชัดเจนหรือเข้าใจยาก ให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น

แบบสัมภาษณ์ที่จัดทำขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแล้ว ประกอบด้วย 3 ด้าน แต่ละด้านมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ดังนี้

1. ด้านเศรษฐกิจ และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา 0.805
2. ด้านสังคม และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา 0.831
3. ด้านส่งเสริมและเผยแพร่ และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา 0.837

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลส่วนโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ (Solstics program in Social Science, SPSS) โดยใช้สถิติดังต่อไป

4.1 สถิติบรรยาย (Descriptive statistics) เพื่ออธิบายสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่างและการศึกษากลไกราคาของผลิตภัณฑ์จาก ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ประกอบด้วย

4.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) เพื่ออธิบายข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่เป็นข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) และข้อมูลระดับมาตราอันดับ (Ordinal Scale)

4.1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Average mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่ออธิบายข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่เป็นระดับมาตราอันดับ (Ordinal Scale) และข้อมูลระดับช่วง (Interval scale)

4.2 สถิติอ้างอิง (Inferential statistics) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

4.2.1 การทดสอบค่าที (t-test) ในการทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นต่อความต้องการทำเกษตรกรรมของเยาวชนกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในสมมุติฐานโดยใช้สูตร

$$\text{สูตร} \quad = \quad \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากรที่กำหนดขึ้นมาทดสอบ

s = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการศึกษา

1. ข้อมูลพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกจาก

เพศ ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 56.00) เพศหญิง และ(ร้อยละ 44.00) เป็นเพศชาย

อายุ ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ อายุเฉลี่ย 45.70 ปี

ระดับการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 38.20) จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น รองลงมา (ร้อยละ 29.40) จบชั้นประถมศึกษา (ร้อยละ 23.50) มัธยมศึกษาตอนปลาย (ร้อยละ 5.90) ปริญญาตรีหรือสูงกว่า และ(ร้อยละ 2.90) จบชั้นอนุปริญญา

จำนวนสมาชิกในครอบครัว ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ เฉลี่ย 4.22 คน อยู่ในภาคการเกษตร เฉลี่ย 2.54 คน อยู่นอกภาคการเกษตร เฉลี่ย 1.67 คน

รายได้ของครัวเรือน ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ย 11,463.23 บาท ต่อเดือน

การเป็นสมาชิกกลุ่มหรือสถาบันเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรเป็นสมาชิกกลุ่มหรือสถาบันเกษตรกร (ร้อยละ 66.80) และเมื่อศึกษารายละเอียดพบว่า เป็นสมาชิกมากที่สุด คือ กลุ่ม ธกส. (ร้อยละ 59.10) และ(ร้อยละ 40.90) กลุ่มแม่บ้าน

การรับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกร (ร้อยละ 31.80) มีรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรมากที่สุด คือ โทรทัศน์ รองลงมา (ร้อยละ 30.50) รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรจากเพื่อนบ้าน (ร้อยละ 28.30) รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรทางอินเตอร์เน็ต และ(ร้อยละ 4.70) รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรทางหนังสือพิมพ์และวิทยุในจำนวนเท่ากัน

2. ข้อมูลด้านราคาของจาก

ระยะเวลาในการปลูกจาก: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกจาก เฉลี่ย 41.36 ปี

พื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมด: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมด เฉลี่ย 14.38 ไร่/ครัวเรือน

จำนวนพื้นที่ปลูกจาก: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกจาก เฉลี่ย 4.87 ไร่/ครัวเรือน

แหล่งพันธุ์จากที่ใช้ปลูก: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรใช้ปลูกพันธุ์งูเหลือม และก้านแดงในจำนวนเท่ากัน (ร้อยละ 50.00)

เหตุจูงใจในการปลูกจาก: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรสืบทอดจากบรรพบุรุษทั้งหมด (ร้อยละ 100.00)

การรับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับการปลูกจาก: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรไม่เคยได้รับการฝึกอบรมทั้งหมด (ร้อยละ 100.00)

การวิเคราะห์ธาตุอาหารดิน: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรทั้งหมดไม่เคยวิเคราะห์ธาตุอาหารดิน (ร้อยละ 100.00)

การใส่ปุ๋ย: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรทั้งหมดไม่มีการใส่ปุ๋ยสวนจาก (ร้อยละ 100.00)

ประเภทการจำหน่าย: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรทั้งหมด จำหน่ายใบจากสด (ร้อยละ 100.00)

แหล่งจำหน่ายผลผลิตจาก: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรทั้งหมดจำหน่ายผลผลิตให้แก่ผู้รับเหมา (ร้อยละ 100.00)

ความถี่ในการจำหน่าย: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรจำหน่ายผลผลิตจาก เฉลี่ย 2 ครั้ง/ปี

ราคาจำหน่ายผลผลิต: ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรจำหน่ายผลผลิตจาก เฉลี่ย 2,620.97 บาท/ไร่/ครั้ง

รายได้: ผลการศึกษา พบว่าเกษตรกรมีรายได้ เฉลี่ย 5,241.93 บาท/ไร่/ปี

3. ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก

3.1 ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านเศรษฐกิจ

ผลการศึกษาพบว่า ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านเศรษฐกิจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.00) เมื่อพิจารณาในแต่ประเด็นโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ลำดับที่ 1 คือ การปลูกจากสามารถใช้แรงงานในครัวเรือน โดยไม่ต้องจ้างแรงงานภายนอก(ค่าเฉลี่ย 4.47) ลำดับที่ 2 คือ การปลูกจากมีรายได้สม่ำเสมอตลอดปี (ค่าเฉลี่ย 4.40) ลำดับที่ 3 คือ การปลูกจากไม่จำเป็นต้องกู้หนี้ยืมสิน (ค่าเฉลี่ย 4.37) ลำดับที่ 4 คือ การปลูกจากใช้เงินลงทุนเริ่มต้นน้อย และพันธุ์ต้นจากมีราคาถูก(ค่าเฉลี่ย 4.33) ลำดับที่ 5 คือการปลูกจากให้ผลตอบแทนเร็ว เมื่อเทียบกับอาชีพเกษตรอื่น การปลูกจากมีกำไรสุทธิมากเมื่อเทียบกับอาชีพเกษตรอื่น(ค่าเฉลี่ย 4.20) ลำดับที่ 6 คือ การปลูกจากมีค่าใช้จ่ายต่ำ การปลูกจากมีความเสี่ยงน้อย(ค่าเฉลี่ย 4.17) และมีการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ(ค่าเฉลี่ย 1.40) ตามลำดับ

3.2 ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านสังคม

ผลการศึกษาพบว่า ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านสังคมอยู่ในระดับมาก(ค่าเฉลี่ย 4.18) เมื่อพิจารณาในแต่ประเด็นโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ลำดับที่ 1 คือ มีการเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมการเกษตรกับเจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงาน(ค่าเฉลี่ย 4.53) ลำดับที่ 2 ได้รับการสนับสนุนจากครอบครัว ทำให้มีสุขภาพแข็งแรง (ค่าเฉลี่ย 4.50) ลำดับที่ 3 คือ เป็นอาชีพที่มีเกียรติทำชื่อเสียงให้ครอบครัว ทำให้เกิดการเรียนรู้และนำมาปฏิบัติ การปลูกจากจะพัฒนาชุมชนให้มีชื่อเสียง(ค่าเฉลี่ย 4.47) ลำดับที่ 4 คือ มีศูนย์กลางในการเรียนรู้สนับสนุน สาธิต เสริมสร้างทักษะ (ค่าเฉลี่ย 4.33) ลำดับที่ 5 คือ ทำให้มีโอกาสอยู่ในพื้นที่และมีครอบครัวที่อบอุ่น(ค่าเฉลี่ย 4.27) ลำดับที่ 6 คือ ได้รับการยอมรับจากสังคม(ค่าเฉลี่ย 4.20) และลำดับที่ 7 คือ มีหน่วยงานจากภาครัฐที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุน (ค่าเฉลี่ย 2.43)

3.3 ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านส่งเสริมและเผยแพร่

ผลการศึกษาพบว่า ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านส่งเสริมและเผยแพร่อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.83) เมื่อพิจารณาในแต่ประเด็นโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ลำดับที่ 1 คือ ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง(ค่าเฉลี่ย 4.73) ลำดับที่ 2 คือ มีการจัดกิจกรรมเสริมทักษะและความรู้ในการปลูกจาก มีโอกาสได้ไปทัศนศึกษาดูงานจากเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จ(ค่าเฉลี่ย 4.57) ลำดับที่ 3 คือ มีการฝึกอบรมความรู้หรือศึกษาดูงาน(ค่าเฉลี่ย 4.53) ลำดับที่ 4 คือ มีส่วนร่วมในกิจกรรมส่งเสริม การได้อ่านเอกสารคำแนะนำในการปลูกจาก มีหน่วยงานภาครัฐอยู่ใกล้แหล่งปลูกจาก (ค่าเฉลี่ย 4.50) ลำดับที่ 5 คือ ได้รับการฝึกปฏิบัติจริงกับเจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง(ค่าเฉลี่ย 3.57) ลำดับที่ 6 คือ ได้รับการฝึกอบรมจากหน่วยงานภาครัฐ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (ค่าเฉลี่ย 1.43) และลำดับที่ 7 คือ มีการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ องค์ความรู้ด้านการปลูกจากอย่างต่อเนื่อง จากเจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานส่งเสริมการเกษตร (เฉลี่ย 1.40)

4. การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นด้านสังคมที่มีผลต่อการปลูกจากของเกษตรกร

4.1 ระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านเศรษฐกิจ

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านเศรษฐกิจ ทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าระดับความคิดเห็นด้านเศรษฐกิจส่งผลต่อการทำอาชีพปลูกจาก และเมื่อพิจารณารายละเอียดความคิดเห็นต่อการทำอาชีพปลูกจากด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วย 9 ประเด็น คือ 1.การปลูกจากสามารถใช้แรงงานในครัวเรือน โดยไม่ต้องจ้างแรงงานภายนอก 2.การปลูกจากมีรายได้สม่ำเสมอตลอดปี 3.การปลูกจากไม่จำเป็นต้องกู้หนี้ยืมสิน 4.การปลูกจากใช้เงินลงทุนเริ่มต้นน้อย 5.พันธุ์ต้นจากมีราคาถูก 6.การปลูกจากให้ผลตอบแทนเร็ว เมื่อเทียบกับอาชีพเกษตรอื่น 7.การปลูกจากมีกำไรสุทธิมากเมื่อเทียบกับอาชีพเกษตรอื่น 8.การปลูกจากมีค่าใช้จ่ายต่ำ และ9.การปลูกจากมีความเสียงน้อย

4.2 ระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านสังคม

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นต่อการทำอาชีพปลูกจากด้านสังคม ทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าระดับความคิดเห็นด้านสังคมส่งผลต่อการทำอาชีพปลูกจาก และเมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดความคิดเห็นต่อการทำอาชีพปลูกจากด้านสังคม พบว่า ประกอบด้วย 9 ประเด็น คือ 1.มีการเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมการเกษตรกับ เจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงาน 2.ได้รับการสนับสนุนจากครอบครัว 3.ทำให้มีสุขภาพแข็งแรง 4.เป็นอาชีพที่มีเกียรติทำชื่อเสียงให้ครอบครัว 5.ทำให้เกิดการเรียนรู้และนำมาปฏิบัติ 6.การปลูกจากจะพัฒนาชุมชนให้มีชื่อเสียง 7.มีศูนย์กลางในการเรียนรู้สนับสนุน สาธิต เสริมสร้างทักษะ 8. ได้รับการยอมรับจากสังคม และ9.ทำให้มีโอกาสอยู่ในพื้นที่และมีครอบครัวที่อบอุ่น

4.3 ระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ด้านส่งเสริมและเผยแพร่

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นต่อการทำอาชีพปลูกจากด้านส่งเสริมและเผยแพร่ ทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าระดับความคิดเห็นด้านส่งเสริมและเผยแพร่ส่งผลต่อการทำอาชีพปลูกจาก และเมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดความคิดเห็นต่อการทำอาชีพปลูกจากด้านส่งเสริมและเผยแพร่ พบว่า ประกอบด้วย 8 ประเด็น คือ 1.ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 2. มีการจัดกิจกรรมเสริมทักษะและความรู้ในการปลูกจาก 3.มีโอกาสได้ไปทัศนศึกษาดูงานจากเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จ 4.การฝึกอบรมความรู้หรือศึกษาดูงาน 5.ได้รับการฝึกปฏิบัติจริงกับเจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 6.มีส่วนร่วมในกิจกรรมส่งเสริม 7.การได้อ่านเอกสารคำแนะนำในการปลูกจาก และ8.มีหน่วยงานภาครัฐอยู่ใกล้แหล่งปลูกจาก

5. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับอาชีพปลูกจากของเกษตรกร ในพื้นที่ ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

การศึกษาเกี่ยวกับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับอาชีพปลูกจากของเกษตรกร พบว่า ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับอาชีพปลูกจากของเกษตรกร มากที่สุด (ร้อยละ 39.73) ขาดการสนับสนุนจากภาครัฐ รองลงมา (ร้อยละ 31.51) สิทธิในการเข้าถึงที่ดินมี

น้อย และขาดการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ องค์ความรู้ด้านการปลูกกระบวนการผลิตจากอย่างต่อเนื่อง จากเจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานส่งเสริมการเกษตร (ร้อยละ 28.77)

อภิปรายผล

ผลการศึกษาความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการทำอาชีพปลูกจาก ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง สามารถนำมาอภิปรายผลการศึกษาได้ ดังนี้ ประเด็นเกษตรกรปลูกจาก พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกจาก เป็นระยะเวลา เฉลี่ย 41.36 ปี มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมด เฉลี่ย 14.38 ไร่/ครัวเรือน และเป็นพื้นที่ปลูกจาก เฉลี่ย 4.87 ไร่/ครัวเรือน แหล่งพันธุ์จากที่ใช้ปลูก ได้แก่ พันธุ์งูเหลือม และก้านแดงในจำนวนเท่ากัน (50.00) เหตุจูงใจในการปลูกจาก คือ การสืบทอดจากบรรพบุรุษทั้งหมด เกษตรกรทั้งหมดไม่เคยได้รับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับการปลูกจาก ไม่เคยวิเคราะห์ธาตุอาหารดิน ไม่มีการใส่ปุ๋ยสวนจาก เกษตรกรทั้งหมดจำหน่ายใบจากในรูปใบจากสด และจำหน่ายผลผลิตให้แก่ผู้รับเหมา ความถี่ในการจำหน่าย เฉลี่ย 2 ครั้ง/ปี ราคาจำหน่ายผลผลิต เฉลี่ย 2,620.97 บาท/ไร่/ครั้ง มีรายได้ เฉลี่ย 5,241.93 บาท/ไร่/ปี ซึ่งได้สอดคล้องผลการศึกษาของ ภูวเรศ มณฑลเพชร (2555) ศึกษาเรื่องการประยุกต์เทคนิคการรับรู้ระยะไกลในการประเมินมูลค่าผลผลิตของต้นจากในพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าใบจากแก่ถ้าตัดขาย มีราคาทางละ 1.50 บาท ถ้าเย็บเป็นตับจาก มีราคาทางละ 7.50 บาท ส่วนลูกจาก มีราคาโหม่งละ 71 บาท และจากการประเมินมูลค่าผลผลิตของต้นจากในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสาครโดยยึดมูลค่าที่มากที่สุดเป็นหลัก พบว่า มีมูลค่าเท่ากับ 653,387,526 บาท ประเด็นประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จากทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด พบว่า ระดับความคิดเห็นการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จากทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมีผลมาก ซึ่งได้สอดคล้องผลการศึกษาของ ประทานทิพย์ กระมล (2557) ปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการให้ราคาส่วนเพิ่มของผู้และการเพิ่มปริมาณการซื้อของผู้บริโภคเกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจระบบเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และทัศนคติด้านคุณภาพผลผลิต ความปลอดภัยจากสารเคมีปนเปื้อนในผลผลิต และการได้รับข่าวสารความรู้จากการรณรงค์ และประชาสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอในตลาดเกษตรกร นอกจากนี้ยังพบว่าผู้บริโภคในตลาดเกษตรกรที่จำหน่ายผลผลิตเกษตรอินทรีย์มีความน่าจะเป็นที่จะจ่ายราคาส่วนเพิ่มสูงกว่าผู้บริโภคในตลาดที่จำหน่ายผลผลิตเกษตรปลอดสารพิษ

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณประชากรผู้ให้ข้อมูลหรือนักวิชาการทุกท่านที่ข้าพเจ้าได้นำเอกสารของทุกท่านมาศึกษาและอ้างอิงจนกระทั่งเอกสารวิชาการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่) ที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการทำวิจัยตลอดกระบวนการ และขอขอบคุณประชาชนในตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล นอกจากนี้ยังขอขอบคุณเทศบาลตำบลถ้ำใหญ่ที่ให้ข้อมูลเป็นอย่างดี

หวังว่าเอกสารวิชาการฉบับนี้คงเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากรในตำบลวังวนต่อไป ทั้งนี้ผู้ศึกษาขอขอบคุณครูอาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัยเล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง หากเอกสารวิชาการฉบับนี้ผิดพลาดประการใดคณะผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2542. **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก:
https://th.wikipedia.org/wiki/. 21 มกราคม 2561.

"กลไกราคาในระเศรษฐกิจ" ใน วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี; (แก้ไขล่าสุดเมื่อ 17 เมษายน 2560)
[สารานุกรมออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก https://th.wikipedia.org/wiki/จาก ; เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2560.

เฉลียว เรืองเดช, 2542. จาก ; พืช. สารานุกรมวัฒนธรรมไทย ภาคใต้ เล่ม 4.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์ และนริศ แก้วสีนวล, การใช้ประโยชน์ของต้นจากบริเวณลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. ม.ป.ป.

ปวีร์ ศิริรักษ์. 2555. **การศึกษากลไกการกำหนดราคาของผู้รับซื้อมันสำปะหลัง**. กรุงเทพมหานคร : ฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (สำเนา)

ภูวเรศ มณฑลเพชร. 2555. **การประยุกต์เทคนิคการรับรู้ระยะไกลในการประเมินมูลค่าผลผลิตของต้นจากในพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/กรุงเทพฯ. (สำเนา)

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2559. **กลไกราคา**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก:
https://th.wikibooks.org/wiki/ 21 มกราคม 2561.

อดิสร สังข์คร. 2557. **การศึกษาห่วงโซ่อุปทานของธุรกิจเครื่องแกงในจังหวัดสุราษฎร์ธานี**. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี. (สำเนา)

องค์การบริหารส่วนตำบลวังวน. 2561. **ข้อมูลพื้นฐานตำบลวังวน**. ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง.

ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

The Consumers Opinion Of Purchasing Nipa palm product in WangWon Sub district, Kan Tang District, Trang Province

จารีพร เพชรชิต[1] * สาธิต บัวขาว[1] รัตนา อุ่นจันทร์[1] ฤกษ์ชัย ช่วยมั่ง[1] และ นศพร ธรรมโชติ[2]

Phetchit Jareporn [1*], Buakhao Sathit[1] Rattana Unjan[1] Regchai Chuaymung[1]

Nasaporn Thammachot[2]

บทคัดย่อ

การศึกษา ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง รวบรวมข้อมูลโดยแบบสัมภาษณ์จากผู้บริโภคที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก 150 คน โดยใช้สถิติค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต การทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ผู้บริโภคนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 98.00 อายุเฉลี่ย 46.39 ปี จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 45.33 และระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จากทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมีผลมาก ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ (ค่าเฉลี่ย 3.91), ด้านราคา(ค่าเฉลี่ย 3.91), ด้านการจัดจำหน่าย (ค่าเฉลี่ย 3.91) และด้านการส่งเสริมการตลาด(ค่าเฉลี่ย 3.91) การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ทั้ง 4 ด้าน พบว่า ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด มีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้บริโภค สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) แสดงให้เห็นว่าระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จากทั้ง 4 ด้าน ส่งผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก

คำสำคัญ: ความคิดเห็น, ผลิตภัณฑ์จาก, วังวน

[1]สาขาพัฒนาการเกษตรและธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่) ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

[2]สาขาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่) ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : aungsumailn.jp@gmail.com

Abstract

The study of The Consumers Opinion Of Purchasing Nipa palm product in WangWon Kantang, Trang province. Collect data by a popular consumer interview. Buy products from 150 people using statistics. Average percentage value The test value (t-test) found that consumers who purchased the product Nipa palm mainly as male to 98.00 percent average age 46.39 years graduated at the beginning of the first secondary school, 45.33 percent, and the consumer's opinion on the popularity of buying products Nipa palm all 4 sides is at a very effective level including the product side (average 3.91), Price (avg. 3.91), distribution (average 3.91) and marketing promotion (average 3.91), a comparison of consumer feedback, the product's opinion on the popularity of the four-sided products found that the price of marketing promotional products. There is a higher average consumer opinion than the defined threshold ($p \leq 0.01$) indicates that the consumer feedback level affects the popularity of product purchases from all 4 sides, affecting product purchase Nipa palm.

Keywords: Opinion, Nipa palm product, WangWon

บทนำ

ปัจจุบันมีการนำส่วนต่าง ๆ ของต้นจากมาใช้ประโยชน์อย่างมากมาย ต้นจากเป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้จากทุกส่วนของต้น มีชื่อสามัญคือ Nipa palm และชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Nypa fruticans Wurmb.* เป็นพืชในวงศ์ Arecaceae ในมาเลเซียมีชื่อสามัญว่า Nipa palm หรือ Nypah palm และชาวอินโดนีเซีย เรียกว่า Apong เวียดนามเรียกว่า Dua nuac และฟิลิปปินส์เรียกว่า Nipeira ซึ่งมาจากภาษาโปรตุเกส ต้นจาก เป็นต้นไม้ตระกูลปาล์มเช่นเดียวกับมะพร้าว จะอยู่รวมกันเป็นกอหลายๆ กอหนาแน่นมาก ชอบพื้นที่ค่อนข้าง แฉะหรืออยู่ริมน้ำ จึงเรียกบริเวณที่มีต้นจากอยู่หนาแน่นว่า ป่าจาก ต้นจากสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเลนค่อนข้างแข็งและเหนียวจัด ทนต่อความเค็มของดิน น้ำ และแสงแดดได้ดี

จาก จัดอยู่ที่ในวงศ์ย่อย Nypoideae ซึ่งมีสกุลเดียว และเป็นปาล์มเพียงชนิดเดียวที่เป็นพืชในป่าชายเลน ต้นจากเป็นพืชประจำถิ่นดินแดนสุมทุมลุ่มปากน้ำมักขึ้นบริเวณน้ำกร่อย รอยต่อระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม ทำให้บริเวณชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำมีต้นจากขึ้นอยู่มากมาย และด้วยความมหัศจรรย์ที่ธรรมชาติมอบให้ ต้นจากจึงเป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ซึ่งล้วนเกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ของผู้คนบนถิ่นฐานบริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำ ต้นจากสามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลาย ทั้งของเล่น ของกิน ของใช้ เพิ่มมูลค่าจากพืชพื้นบ้านประจำท้องถิ่นให้เป็นสินค้ามีราคา สร้างรายได้ให้แก่ชุมชน สมัยก่อนไม่มีหลังคากระเบื้อง หรือสังกะสีเหมือนในปัจจุบัน ชุมชนชายฝั่งใช้ใบจากแก่มาเย็บเป็นตับ เรียกว่าตับจาก มามุงเป็นหลังคาบ้านเรือน ลูกจากสามารถเอามาขายได้ เพราะลูกจากแก่จะมีเนื้อใน เอามาทำขนมหวาน ใบจาก

สามารถอามาห่อขนม เรียกว่าขนมจากยอดจากอ่อนเอามาตากแห้ง ใช้มวนยาเส้นไว้สูบ ทางใต้ เรียกว่า สูบใบจาก นอกจากนี้น้ำหวานจากช่อดอกใช้ทำน้ำตาล ไว้ทำขนม ในงานเทศกาลต่างๆ

อาชีพการปลูกจาก เป็นอาชีพที่สำคัญของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำปะเหลียน ซึ่งเป็นทั้งอาชีพหลัก และเป็นอาชีพรองของหลายครัวเรือนในชุมชน ปัจจุบันมีการนำส่วนประกอบต่างๆ ของจากมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อจำหน่ายให้พ่อค้าส่งหรือผู้บริโภคทั้งในพื้นที่และนอกพื้นที่ เช่น ใช้ใบจากในการทำฝาบ้าน มุงหลังคา มวนบุหรี่ ทำภาชนะต่างๆ ได้แก่ หมวก ภาชนะตักน้ำ (ติหมา) ไม้กวาด กระเช้า ถาดรองผลไม้ ฝาชี กระดาษสาจากทางจาก ใช้เป็นอาหาร ได้แก่ ผล ยอดอ่อน และการปาดน้ำหวานจากต้นจากเพื่อทำน้ำตาล น้ำส้มสายชู เกษตรกรในพื้นที่ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ส่วนใหญ่นิยมจำหน่ายจากเป็นใบยาสูบ (ใบจาก) เพราะเป็นที่ต้องการของตลาดจำนวนมาก ทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการปลูกจาก การประกอบอาชีพปลูกจากนับว่าเป็นอาชีพหนึ่งที่นำรายได้เข้าสู่ชุมชนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากให้เป็นที่ต้องการของตลาดต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่การวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้กำหนดพื้นที่ในการศึกษาคือ ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ประกอบด้วย 5 หมู่บ้าน เป็นพื้นที่ที่ผู้ศึกษามีโอกาสเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างได้มาก

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรที่ศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้บริโภคที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ในตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง จำนวน 150 ราย

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริโภคที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ประชากรกลุ่มนี้ใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental sampling) จากผู้บริโภคนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้จำนวน 150 ราย ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.05

3. เครื่องมือและวิธีการเก็บข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

แบบสัมภาษณ์สำหรับเกษตรกรผู้ทำสวนจาก ประกอบด้วยคำถามแบบปิด (Close ended questionnaire) และคำถามแบบเปิด (Open ended questionnaire) ประกอบด้วย 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมบางประการของผู้ให้ข้อมูล ส่วนนี้มีทั้งคำถามแบบปลายปิด และคำถามแบบปลายเปิด

ตอนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ประกอบด้วย 4 ด้าน 1. ด้านผลิตภัณฑ์ 2. ด้านราคา 3. ด้านการจัดจำหน่าย 4. ด้านการส่งเสริมการตลาด เป็นคำถามปลายปิด โดยใช้วิธีวัดของลิเคอร์ท (Likert scale) 5 ระดับ เพื่อสอบถามความคิดเห็น(Rating Scale) ในการใช้ผลิตภัณฑ์จากของผู้บริโภคโดยให้ผู้เลือกตอบเพียงคำตอบเดียว มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้ (บุญสม ภู่เจริญ, 2555)

เห็นด้วยมากที่สุด	5	คะแนน
เห็นด้วยมาก	4	คะแนน
เห็นด้วยปานกลาง	3	คะแนน
เห็นด้วยน้อย	2	คะแนน
เห็นด้วยน้อยที่สุด	1	คะแนน

เกณฑ์การแปลผลใช้เกณฑ์การแปลผลตามหลักเกณฑ์การแบ่งแบบใช้อันตรภาคชั้นโดยใช้คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด ผลลัพธ์ที่ได้หารด้วยจำนวนชั้นที่แบ่งซึ่งในการศึกษาครั้งนี้คะแนนสูงสุดคือ 5 และคะแนนต่ำสุดคือ 1 แบ่งเป็นชั้นออกเป็น 5 ระดับ มีอัตรภาคชั้นเทากับ 0.80 นำมากำหนดขอบเขตมัธยฐาน ในการอ่านช่วงค่าเฉลี่ย ดังนี้

ขอบเขตมัธยฐาน	4.21 - 5.00	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับมากที่สุด
ขอบเขตมัธยฐาน	3.41 - 4.20	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับมาก
ขอบเขตมัธยฐาน	2.61 - 3.40	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับปานกลาง
ขอบเขตมัธยฐาน	1.81 - 2.60	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับน้อย
ขอบเขตมัธยฐาน	1.00 - 1.80	หมายถึงมีเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ปัญหาอุปสรรคในการใช้ผลิตภัณฑ์จาก ส่วนนี้เป็นคำถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบมีอิสระในการให้ข้อมูล

3.2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

เพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ ดำเนินการโดยนำแบบสัมภาษณ์ ฉบับร่างที่สร้างขึ้นนำไปทดสอบใช้ก่อนนำไปใช้จริง (Try out) ในกลุ่มประชากรในพื้นที่ ๆ ไม่ได้รับการสุ่มคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาหาความเชื่อมั่นของตัวชี้วัด (Reliability) ในส่วนที่ 2 ของแบบสัมภาษณ์โดยวิธีการวิเคราะห์รายข้อ (Item analysis) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ด้วยสูตรของครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) โดยใช้คำสั่ง Reliability ที่มีอยู่ในโปรแกรม SPSS/PC+ (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2543: 126 - 131)

แบบสัมภาษณ์ที่จัดทำขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแล้ว ประกอบด้วย 4 ด้าน แต่ละด้านมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ดังนี้

1. ด้านผลิตภัณฑ์ และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา 0.815
2. ด้านราคา และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา 0.840
3. ด้านการจัดจำหน่าย และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา 0.865
4. ด้านการส่งเสริมการตลาด และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา 0.872

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลส่วนโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ (Solstics program in Social Science, SPSS) โดยใช้สถิติดังต่อไป

4.1 สถิติบรรยาย (Descriptive statistics) เพื่ออธิบายสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่างและการศึกษากลไกราคาของผลิตภัณฑ์จาก ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ประกอบด้วย

4.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) เพื่ออธิบายข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่เป็นข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) และข้อมูลระดับมาตราอันดับ (Ordinal Scale)

4.1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Average mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่ออธิบายข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่เป็นระดับมาตราอันดับ (Ordinal Scale) และข้อมูลระดับช่วง (Interval scale)

4.2 สถิติอ้างอิง (Inferential statistics) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

4.2.1 การทดสอบค่าที (t-test) ในการทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการทำเกษตรกรรมของเยาวชนกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในสมมุติฐานโดยใช้สูตร

$$\text{สูตร} \quad = \quad \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากรที่กำหนดขึ้นมาทดสอบ

s = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ซึ่งผู้วิจัยนำมาจัดกลุ่มและสรุปประเด็น และวิเคราะห์ด้วยสถิติร้อยละเพื่อให้เห็นภาพรวมในประเด็นต่างๆ มีรายละเอียดผลการวิจัย ดังนี้

สรุปผลการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปด้านเศรษฐกิจและสังคมของประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก

เพศ ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ส่วนใหญ่ ร้อยละ 98.00 เพศชาย และร้อยละ 2.00 เป็นเพศหญิง

อายุ ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ส่วนใหญ่ อายุเฉลี่ย 46.39 ปี

ระดับการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 45.33) จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น รองลงมา (ร้อยละ 34.67) จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ร้อยละ 16.00) จบชั้นอนุปริญญา และ (ร้อยละ 2.00) จบชั้นปริญญาตรีหรือสูงกว่า

จำนวนสมาชิกในครอบครัว ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก เฉลี่ย 3.87 คน อยู่ในภาคการเกษตร เฉลี่ย 2.47 คน อยู่นอกภาคการเกษตร เฉลี่ย 1.39 คน

รายได้ของครัวเรือน ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ย 20,021.67 บาท ต่อเดือน

การเป็นสมาชิกกลุ่มหรือสถาบันเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกกลุ่มหรือสถาบันเกษตรกร (ร้อยละ 82.67) และเมื่อศึกษารายละเอียดพบว่า เป็นสมาชิกมากที่สุด คือ กลุ่มกองทุนหมู่บ้าน (ร้อยละ 40.08) กลุ่ม ธกส. (ร้อยละ 37.70) และ(ร้อยละ 22.22) กลุ่มแม่บ้าน

การรับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ร้อยละ 31.78 มีการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร มากที่สุด คือ โทรทัศน์ (ร้อยละ 22.03) รองลงมา วิทยุ (ร้อยละ 19.07) เพื่อนบ้าน (ร้อยละ 13.98) อินเตอร์เน็ตและหนังสือพิมพ์ ร้อยละ 13.14 ในจำนวนเท่ากัน

2. ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก

2.1 ระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านผลิตภัณฑ์

ผลการศึกษาพบว่า ระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมีผลมาก (ค่าเฉลี่ย 3.91) เมื่อพิจารณาในแต่ประเด็นโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ลำดับที่ 1 คือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์จาก (4.87) ลำดับที่ 2 ตรายี่ห้อของผลิตภัณฑ์จาก (ค่าเฉลี่ย 4.80) ลำดับที่ 3 คือ ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะประจำท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 4.80) ลำดับที่ 4 คือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์จาก (ค่าเฉลี่ย 3.97) ลำดับที่ 5 คือ อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์จาก (ค่าเฉลี่ย 3.57) ลำดับที่ 6 คือ ประเภทและรูปแบบของผลิตภัณฑ์จาก (ค่าเฉลี่ย 2.57) ลำดับที่ 7 มี

บริการหลังการขาย หรือรับคืนสินค้าที่ชำรุดจากการผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.62) ลำดับที่ 8 คือ มีการออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์จากใหม่ๆ และมีเครื่องหมายรับรองมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ในจำนวนเท่ากัน (ค่าเฉลี่ย 3.53) และลำดับที่ 9 คือ ประเภทและรูปแบบของผลิตภัณฑ์จาก (ค่าเฉลี่ย 3.43) ตามลำดับ

2.2 ระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านราคา

ผลการศึกษาพบว่า ระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านราคา อยู่ในระดับมีผลมาก (ค่าเฉลี่ย 4.10) เมื่อพิจารณาในแต่ประเด็นโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ลำดับที่ 1 คือ มีการให้ข้อมูลราคาสินค้า (ค่าเฉลี่ย 4.77) ลำดับที่ 2 คือ ราคาของผลิตภัณฑ์จากมีความเหมาะสมกับคุณภาพ (ค่าเฉลี่ย 4.57) ลำดับที่ 3 คือ ราคาผลิตภัณฑ์จากใกล้เคียงกันกับผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกัน (ค่าเฉลี่ย 4.47) ลำดับที่ 4 คือ มีวิธีการชำระเงินหลากหลาย (ค่าเฉลี่ย 3.90) ลำดับที่ 5 คือ มีระดับราคาสินค้าที่หลากหลาย (ค่าเฉลี่ย 3.50) และลำดับที่ 6 คือ สามารถต่อรองราคาได้ (ค่าเฉลี่ย 3.41) ตามลำดับ

2.3 ระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านการจัดจำหน่าย

ผลการศึกษาพบว่า ระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านการจัดจำหน่าย อยู่ในระดับมีผลมาก (ค่าเฉลี่ย 3.81) เมื่อพิจารณาในแต่ประเด็นโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ลำดับที่ 1 คือ มีสินค้าพร้อมสำหรับการขายอยู่เสมอ (ค่าเฉลี่ย 4.73) ลำดับที่ 2 คือ ความสะดวกในการหาซื้อ (ค่าเฉลี่ย 4.50) ลำดับที่ 3 คือ การสั่งซื้อผ่านทางโทรศัพท์ (ค่าเฉลี่ย 3.77) ลำดับที่ 4 คือ สถานที่ซื้อสะดวกต่อการเดินทางและมีที่จอดรถ (ค่าเฉลี่ย 3.53) ลำดับที่ 5 คือ สถานที่จำหน่ายสะอาด สวยงาม (ค่าเฉลี่ย 3.50) ลำดับที่ 6 คือ มีวิธีการแสดงการผลิตสินค้าให้ลูกค้าชม (ค่าเฉลี่ย 3.45) และลำดับที่ 7 คือ การขายสินค้าผ่านเว็บไซต์ (ค่าเฉลี่ย 3.42) ตามลำดับ

2.4 ระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านการส่งเสริมการตลาด

ผลการศึกษาพบว่า ระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านการส่งเสริมการตลาด อยู่ในระดับมีผลมาก (ค่าเฉลี่ย 3.57) เมื่อพิจารณาในแต่ประเด็นโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ลำดับที่ 1 คือ มีการโฆษณาผ่านสื่อต่างๆ (ค่าเฉลี่ย 3.72) ลำดับที่ 2 คือ มีการโฆษณาผ่านสื่อต่างๆ มีการจัดส่งเสริมการขายอย่างต่อเนื่อง (ค่าเฉลี่ย 3.63) ลำดับที่ 3 คือ มีการเปลี่ยนคืนสินค้าได้ (ค่าเฉลี่ย 3.50) และลำดับที่ 4 คือ มีการชิงโชค (ค่าเฉลี่ย 3.45) ตามลำดับ

3. การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก

3.1 การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านผลิตภัณฑ์

ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านผลิตภัณฑ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จากด้านผลิตภัณฑ์ ส่งผลต่อระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก

3.2 การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านราคา

ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านราคา สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงยอมปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จากด้านราคา ส่งผลต่อระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก

3.3 การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านการจัดจำหน่าย

ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านการจัดจำหน่าย สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จากด้านการจัดจำหน่าย ส่งผลต่อระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก

3.4 การเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านการส่งเสริมการตลาด

ผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ด้านการส่งเสริมการตลาดสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จากด้านการส่งเสริมการตลาด มีผลต่อความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก

4. ปัญหาอุปสรรคในการซื้อผลิตภัณฑ์จาก ในพื้นที่ ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

ปัญหาอุปสรรคของผู้บริโภคที่การนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก พบว่า ซื้อผลิตภัณฑ์จากหาซื้อยาก มากที่สุด (ร้อยละ 39.73) เก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน รองลงมา (ร้อยละ 31.51) ขาดการประชาสัมพันธ์และบรรจุภัณฑ์ไม่โดดเด่น (ร้อยละ 28.77)

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ในพื้นที่ ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง มีประเด็นที่สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

ประชาชนที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ผลการศึกษาระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จากทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด พบว่า ระดับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนิยมซื้อผลิตภัณฑ์จาก ทั้ง 4 ด้าน อยู่ในระดับมีผลมาก ซึ่งได้สอดคล้องกับผลการศึกษาของประทานทิพย์ กระมล (2557) พบว่า ปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการให้ราคาส่วนเพิ่มของผู้บริโภคและการเพิ่มปริมาณการซื้อของผู้บริโภคเกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจ และทัศนคติด้านคุณภาพผลผลิต ความปลอดภัยจากสารเคมีปนเปื้อนในผลผลิต การได้รับข่าวสารความรู้ และมีการประชาสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอในตลาดเกษตรกร นอกจากนี้ยังพบว่าผู้บริโภค

ในตลาดเกษตรกรที่จำหน่ายผลผลิตเกษตรอินทรีย์จะจ่ายราคาส่วนเพิ่มสูงกว่าผู้บริโภคในตลาดที่จำหน่ายผลผลิตเกษตรปลอดสารพิษ ซึ่งได้สอดคล้องผลการศึกษาของ ภูวเรศ มณฑลเพชร (2555) ศึกษาเรื่อง การประยุกต์เทคนิคการรับรู้ระยะไกลในการประเมินมูลค่าผลผลิตของต้นจากในพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร พบว่า จากการประเมินมูลค่าผลผลิตของต้นจากในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสาครโดยยึดมูลค่าที่มากที่สุดเป็นหลัก พบว่า มีมูลค่าเท่ากับ 653,387,526 บาท

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณประชากรผู้ให้ข้อมูลหรือนักวิชาการทุกท่านที่ข้าพเจ้าได้นำเอกสารของทุกท่านมาศึกษาและอ้างอิงจนกระทั้งเอกสารวิชาการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่) ที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการทำวิจัยตลอดกระบวนการ และขอขอบคุณประชาชนในตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ที่ให้ความรู้มือในการให้ข้อมูล นอกจากนี้ยังขอขอบคุณเทศบาลตำบลถ้ำใหญ่ที่ให้ข้อมูลเป็นอย่างดี

หวังว่าเอกสารวิชาการฉบับนี้คงเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากรในตำบลวังวนต่อไป ทั้งนี้ผู้ศึกษาขอขอบคุณครูอาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัยเล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง หากเอกสารวิชาการฉบับนี้ผิดพลาดประการใดคณะผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2542. **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/. 21 มกราคม 2561.

ภูวเรศ มณฑลเพชร. 2555. **การประยุกต์เทคนิคการรับรู้ระยะไกลในการประเมินมูลค่าผลผลิตของต้นจากในพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/กรุงเทพฯ. (สำเนา)

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2559. **กลไกราคา**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: https://th.wikibooks.org/wiki/ 21 มกราคม 2561.

อดิสร สังข์คร. 2557. **การศึกษาห่วงโซ่อุปทานของธุรกิจเครื่องแกงในจังหวัดสุราษฎร์ธานี**. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี. (สำเนา)

องค์การบริหารส่วนตำบลวังวน. 2561. **ข้อมูลพื้นฐานตำบลวังวน**. ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง.

ผลของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่แตกต่างกันต่อการให้ผลผลิตเห็ดนางฟ้า

Effects of Different Agricultural Waste on Sarjor-caju Mushroom Production

สมทบ เวทโอสถ[1*], นุรฮูดา วายุ[2], มะยากี คาเร็ง[2] และนูรมี มะจะตาแส[2]

Somthob Wetosot[1*], Nurhuda Wayu[2], Mayakee Karenh[2] and Nurmee Matachasae[2]

บทคัดย่อ

เห็ดเป็นกลุ่มเชื้อราที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ส่วนใหญ่เกษตรกรมักนำขี้เลื่อยไม้ยางพารามาเพาะเห็ดนางฟ้า ทำให้เกิดขี้เลื่อยขาดตลาด จึงทำการศึกษาการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ในการเพาะเห็ดนางฟ้า ได้แก่ ชานอ้อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว มาเป็นวัสดุทดแทนในการเพาะ โดยศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ด ความกว้างดอก ความยาวก้าน ความหนาก้านดอก น้ำหนักเฉลี่ยแต่ละดอก น้ำหนักรวมต่อก้อน จำนวนดอกต่อก้อน และประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำจำนวน 3 ซ้ำๆละ 10 ก้อน พบว่า สูตรขุยมะพร้าวมีการเจริญของเส้นใยดีที่สุดในครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 (2.87, 7.09, 11.08 และ 14.98 เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนความกว้างดอก และความยาวก้านดอกดีที่สุดในสูตรขี้เลื่อยไม้ยางพารา (56.41 และ 89.25 มิลลิเมตร ตามลำดับ) น้ำหนักเฉลี่ยแต่ละดอก และน้ำหนักรวมดอกดีที่สุดในสูตรขี้เลื่อยไม้ยางพารา (12.44 และ 60.37 กรัม ตามลำดับ) จำนวนดอกต่อก้อนมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสูงสุดในสูตรขี้เลื่อยไม้ยางพารา (7.36 ดอก/ก้อน) ส่วนความหนาก้านดอกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกัน โดยชานอ้อยและขี้เลื่อยไม้ยางพารา มี Biological Efficiency (%B.E.) สูงสุด (8.14 และ 6.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

คำสำคัญ: เห็ดนางฟ้า, การเจริญของเส้นใย, การเจริญเติบโต, การให้ผลผลิต

[1]อาจารย์ สาขาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษา สาขาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** somthob.w@yru.ac.th

Abstract

Mushroom are a group of fungi that have high nutritional to beneficial in the body. Most of farmer use rubber sawdust to culture Sajor-caju mushroom and cause lack of sawdust. To study usage agriculture waste were culture Sajor-caju mushroom such as bagasse, rice straw and coconut flake to culture compensate mushroom. Study of mycelium growth, cap weight, stem length, stem thickness, average weight of mushroom, total weight of mushroom per lump, number of mushroom per lump and biological efficiency of material culture. Completely randomized design experimental with 3 replication (10 lump per 1 replication). Coconut flake formula has best mycelium growth on times 1, 2, 3 and 4 (2.87, 7.09, 11.08 and 14.98 centimeter respectively). Cap width and stem length have best to culture on rubber sawdust (56.41 and 89.25 millimeter respectively). Average weight of mushroom and total weight of mushroom per lump have best to culture on rubber sawdust (12.44 and 60.37 gram respectively). High number of mushrooms per lump has different significant to culture on rubber sawdust (7.36 mushroom/lump). Stem thickness hasn't significant. Biological efficiency of all 4 formulas was different significant, with bagasse and rubber sawdust have high Biological Efficiency, %B.E. (8.14 and 6.04 percent respectively).

Keywords: Sarjor-caju mushroom, Mycelium growth, Growth, Production

บทนำ

เห็ดเป็นกลุ่มเชื้อราที่มีวิวัฒนาการสูงสุดกว่าราชั้นอื่นที่สามารถเจริญอยู่เหนือพื้นดิน บนต้นไม้ ขอนไม้ ซากพืช มูลสัตว์ เป็นต้น (อภิชาต ศรีสอาด และอัมภา คำวงษา, 2554) เห็ดมีคุณค่าทางอาหารสูงอุดมไปด้วยโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย เห็ดหลายชนิดมีสรรพคุณรักษาโรคได้บางชนิด เช่น โรคไขมันในเส้นเลือดสูง โรคหัวใจ โรคความดัน และยังมีฤทธิ์ต่อต้านโรคมะเร็งบางชนิดได้อีกด้วย (ปัญญา รัศมีธรรมวงศ์, 2555; อัมพา คำวงษา, 2554) ในปัจจุบันการเพาะเห็ดเป็นการค้ามีการขยายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากให้ผลผลิตที่เร็ว ลงทุนการผลิตไม่สูง และขั้นตอนการผลิตไม่ซับซ้อนหรือยุ่งยาก รวมทั้งสามารถนำมาเป็นอาชีพที่ทำรายได้ตลอดปี ทำให้มีผู้ที่สนใจเพาะเห็ดมากขึ้น (อลงกรณ์ กรณ์ทอง, 2558) นอกจากนี้ประชากรที่เพิ่มมากขึ้นก่อให้เกิดปัญหาการคลาดแคลนอาหาร โดยเฉพาะแหล่งโปรตีน เห็ดจัดเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงชนิดหนึ่ง และมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ (เติมพงศ์ แสงกรณ์กิจ, 2552)

ประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดเป็นอย่างมาก เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดเกือบทุกชนิด เช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดฟาง เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรม และเห็ดหอม เป็นต้น โดยเฉพาะเห็ดนางฟ้า (*Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing.) (Sarjor-caju mushroom) เป็นเห็ดที่มีรสชาติอร่อย ตลาดมีความต้องการสูง คุณค่าทางโภชการของเห็ดนางฟ้า 100 กรัม ให้พลังงาน 35 กิโลแคลอรี โปรตีน 2.3 กรัม ไขมัน 0.3 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 5.7 กรัม โดยทั่วไปนิยมเพาะในถุงพลาสติก วัสดุที่ใช้เพาะ ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ไม้หางนกยูง ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้ก้ามปู ไม้นุ่น เป็นต้น ผสมกับอาหารเสริมจำพวกรำ ดีเลือ ภูไมท์ ปูนขาว เป็นต้น (โชลม จิตรมั่น, 2554; อภิชาต ศรีสอาด และพัชรี สำโรงเย็น, 2557)

ด้วยการเพาะเห็ดเริ่มมีขายผู้เพาะมากขึ้นทำให้เกษตรกรผู้เพาะเห็ดมีความต้องการขี้เลื่อยไม้ยางพารามากขึ้นตามไปด้วยทำให้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเริ่มขาดแคลนตลาด รวมทั้งโรงเลื่อยไม้หลายๆโรงหันมารับเลื่อยไม้หลายๆชนิดเนื่องจากเกษตรกรชาวสวนยางไม่ป้อนไม้ยางพาราเข้าสู่โรงงานเพราะราคาต่ำ จึงทำให้ขี้เลื่อยที่ได้จากโรงงานเป็นขี้เลื่อยไม้ผสมซึ่งไม่เหมาะต่อการนำมาเป็นวัสดุเพาะเห็ด เนื่องจากไม้ยางพาราเป็นกลุ่มไม้เนื้ออ่อนที่มีสารอาหาร ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ที่เป็นที่ต้องการต่อการเจริญเติบโตของเห็ด (ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย์ และคณะ, 2555) อีกทั้งราคาขี้เลื่อยไม้ยางพารามีราคาสูงขึ้นจากการที่เกษตรกรเพาะเห็ดต้องการ การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าจะสามารถนำมาเป็นวัสดุในการเพาะเห็ดได้ ดังนั้นจึงได้ศึกษาและหาแนวทางในการพัฒนาการเพาะเห็ดนางฟ้าโดยนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการประกอบการตัดสินใจของเกษตรกรและผู้สนใจ โดยพิจารณาจากการเลือกใช้วัสดุเหลือใช้ที่สามารถให้การเจริญของเส้นใย การเจริญเติบโตของดอกและให้ผลผลิตที่ดีใกล้เคียงขี้เลื่อยไม้ยางพารา

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยดังกล่าววางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ทำจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ก้อน โดยมีสูตรดังนี้

สูตรที่ 1 ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (ชุดควบคุม)

สูตรที่ 2 ใช้ขุยมะพร้าว

สูตรที่ 3 ใช้ชานอ้อย

สูตรที่ 4 ใช้ฟางข้าว

โดยสูตรการอัดก้อนทุกสูตรมีการใส่อาหารเสริมในปริมาณที่เท่ากัน ดังนี้ รำละเอียด 5 กิโลกรัม ปูนขาว 0.5 กิโลกรัม ภูไมท์ 0.5 กิโลกรัม ดีเกลือ 100 กรัม ยิปซั่ม 400 กรัม และน้ำ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ในวัสดุเพาะ 50 กิโลกรัม ขั้นตอนการทำก้อนเห็ด

1) นำส่วนผสมตามสูตรที่กำหนดมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสม จากนั้นให้เติมน้ำให้ได้ความชื้น 60-70 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เครื่องวัดความชื้นตรวจสอบ นำส่วนผสมที่เตรียมไว้ใส่ในถุงเพาะเห็ด ปริมาณ 800 กรัม/ก้อน อัดก้อนให้แน่น โดยใช้เครื่องอัดก้อนเห็ด ใส่คอขวด ดึงถุงให้ตึงและแน่น จากนั้นปิดด้วยฝาปิด นำก้อนเห็ดที่ได้ไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่ง ที่ระดับความดัน 8 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมงนับจากน้ำเดือด เมื่อเสร็จนำออกจากหม้อนึ่งวางให้เย็น

2) นำก้อนเห็ดที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาหยอดเชื้อขยายในเมล็ดข้าวฟ่าง จำนวน 20-30 เมล็ดต่อถุง ปิดฝาก้อนเชื้อเขย่าก้อนเชื้อให้เมล็ดข้าวฟ่างกระจาย นำก้อนเชื้อเห็ดไปวางในห้องบ่มเชื้อ ที่อุณหภูมิห้อง 28±5 องศาเซลเซียส บันทึกผลการเจริญของเส้นใย

3) เมื่อเส้นใยเดินเต็มก้อน นำก้อนเชื้อเข้าโรงเปิดดอก โดยเปิดฝาก้อน ให้ความชื้นโดยระบบพ่นหมอกให้ได้ความชื้น 80-90 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส

การบันทึกข้อมูล

1) การเจริญของเส้นใยเห็ดในวัสดุเพาะ เริ่มตั้งแต่วันที่ 10 หลังหยอดเชื้อ โดยใช้ไม้บรรทัดที่ระดับความละเอียด 0.1 มิลลิเมตร

2) การเจริญเติบโต ได้แก่ ความกว้างดอก วัดจากตรงกลางของหมวกดอก ความยาวก้าน ความหนาก้านดอก โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ที่ระดับความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

3) ผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักเฉลี่ยแต่ละดอก น้ำหนักดอกรวมต่อก้อน โดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (ก่อนชั่งมีการตัดแต่งบริเวณโคนดอก) นับจำนวนดอกต่อก้อน

4) ประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะ (Biological Eficiency, %B.E.) โดยใช้สูตร (ฐาปกรณ์ คำหอมกุล, 2559) น้ำหนักดอกสด x 100/น้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะหลังเก็บผลผลิต

ข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และนำไปเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี ANOVA หากพบความแตกต่างของข้อมูล ให้นำไปหาค่าความแตกต่างโดยวิธี Duncan's Multiple Rang Test, DMRT

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. การเจริญของเส้นใยภายในถุง

จากการศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ด โดยเริ่มนับตั้งแต่วันที่ 10 หลังหยอดเชื้อ พบว่า การบันทึกข้อมูลทั้ง 4 ครั้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) (ครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 หลังหยอดเชื้อ) สูตรอัดก้อนโดยใช้ขุยมะพร้าวมีการเจริญของเส้นใยดีที่สุด (2.87, 7.09, 11.08 และ 14.98 เซนติเมตร ตามลำดับ) รองลงมาคือ สูตรขี้เลื่อยไม้ยางพารา (1.09, 4.97, 8.94 และ 13.70 เซนติเมตร ตามลำดับ) (ตารางที่ 1) ความสามารถในการเจริญของเส้นใยของเห็ดมีความผันแปรตามจำนวนวัน คือจำนวนวันมากขึ้น ความสามารถในการเจริญของเส้นใยในวัสดุเพาะมีค่าเฉลี่ยมากขึ้นตามไปด้วย (อัญชลี จาละ, 2557) ซึ่งในสูตรที่มีขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่มีขี้เลื่อยไม้ยางพาราต่อใบไม้และกิ่งไม้หมักในอัตราส่วน 75 : 25 ให้อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดสูงสุด (สุทธินี เจริญคิด และคณะ, 2556) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขี้เลื่อยมีคุณสมบัติที่ดีต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

ตารางที่ 1 อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

สูตร	การเจริญเส้นใยเห็ดนางฟ้า (เซนติเมตร/ครั้ง)			
	1	2	3	4
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (ควบคุม)	1.09^{b}	4.97^{b}	8.94^{b}	13.70^{b}
ชานอ้อย	0.44^{c}	3.09^{c}	6.35^{d}	9.40^{d}
ฟางข้าว	1.29^{b}	4.59^{b}	7.92^{c}	11.25^{c}
ขุยมะพร้าว	2.87^{a}	7.09^{a}	11.08^{a}	14.98^{a}
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	9.22	5.97	3.36	2.23

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2. การเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเห็ดนางฟ้า

การประเมินการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเห็ดนางฟ้า ในวัสดุเพาะทั้ง 4 ชนิด พบว่า ความกว้างดอก ความยาวก้านดอก น้ำหนักเฉลี่ยแต่ละดอก น้ำหนักรวมของดอก และจำนวนดอกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

(P≤0.01) โดยในสูตรขี้เลื่อยไม้ยางพาราลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ความกว้างดอก ความยาวก้านดอกสูงสุด (56.41 และ 89.25 มิลลิเมตร ตามลำดับ) เช่นเดียวกับการให้ผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักเฉลี่ยแต่ละดอก น้ำหนักรวม และจำนวนดอกในสูตรขี้เลื่อยไม้ยางพาราสูงสุด (12.44 กรัม, 60.37 กรัม และ 7.36 ดอก/ก้อน ตามลำดับ) ส่วนความกว้างดอกในวัสดุเพาะทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) การเพาะเห็ดโดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราใหม่สามารถให้น้ำหนักสดดีกว่าการเพาะในขี้เลื่อยไม้ยางพาราเก่า แต่ขี้เลื่อยไม้ยางพาราสามารถให้น้ำหนักสดดีกว่าวัสดุอื่นๆ เนื่องจากวัสดุเพาะแต่ละชนิดมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญดอกเห็ดไม่เท่ากัน โดยเฉพาะกลุ่มสารอินทรีย์พวกเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่เห็ดนางฟ้านำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตและออกดอก ซึ่งมีอยู่ในกลุ่มเนื้อไม้ จึงทำให้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราให้ผลผลิตด้านน้ำหนักสดมากกว่าวัสดุอื่นๆที่นำมาทดแทน เช่น ฟางข้าว แกลบ เป็นต้น (ธนกาญจน์ แช่มรัมย์ สุรีรัตน์ สุวรรณพัฒน์ และอารยา มุสิกา, 2561) รวมทั้งการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรบางชนิด เช่น ชานอ้อย ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีมูลค่ามาเพาะเห็ดในตระกูลนางฟ้า-นางรม ก็สามารถให้ผลผลิตอยู่ในระดับที่ดี อีกทั้งยังสามารถเพิ่มผลกำไรให้กับการขายเห็ดได้ถึงเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ (Singh *et al*., 2018)

ตารางที่ 2 ลักษณะการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเห็ดนางฟ้าในวัสดุเพาะทั้ง 4 ชนิด

สูตร	ความกว้างดอก (มม.)	ความยาวก้านดอก (มม.)	ความหนาก้านดอก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยแต่ละดอก (กรัม/ก้อน)	น้ำหนักรวมของดอก (กรัม/ก้อน)	จำนวนดอก (ดอก/ก้อน)
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (ควบคุม)	56.41^{a}	89.25^{a}	10.31	12.44^{a}	60.37^{a}	7.36^{a}
ชานอ้อย	44.89^{bc}	48.97^{b}	8.99	6.99^{b}	44.63^{b}	6.64^{a}
ฟางข้าว	35.28^{c}	28.47^{b}	6.36	3.89^{c}	12.11^{c}	3.92^{b}
ขุยมะพร้าว	55.52^{a}	34.32^{b}	11.78	7.21^{b}	15.94^{c}	4.79^{b}
F-test	**	**	ns	**	**	**
C.V. (%)	10.98	31.30	28.23	20.86	23.39	16.37

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3. ประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะเห็ดนางฟ้า

ประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะเห็ดนางฟ้าทั้ง 4 สูตร โดยประเมินภายหลังการเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของเห็ดในช่วงแรก พบว่า ประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะของเห็ดนางฟ้าทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างทางสถิติย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) โดยสูตรชานอ้อยและขี้เลื่อยไม้ยางพารามีประสิทธิภาพทางชีวภาพมากที่สุดไม่แตกต่างกัน คือ 8.14 และ 6.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสูตรขุยมะพร้าว และฟางข้าว (2.15 และ 1.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันทนา นาคีสินธ์ (2556) ซึ่งใช้ขี้เลื่อยยางพารา 100 เปอร์เซ็นต์ ในการเพาะเห็ดนางรมฮังการี มีประสิทธิภาพทางชีวภาพสูงสุด โดยค่า %B.E. มีประโยชน์ต่อผู้เพาะเห็ดเป็น

อย่างมาก เพราะสามารถนำค่า %B.E. ของวัสดุมาพิจารณาเลือกวัสดุที่จะนำมาเพาะ หลักเกณฑ์ คือ เลือกวัสดุที่มีค่า %B.E. สูงแต่มีต้นทุนต่ำหรือเลือกวัสดุที่มีความคุ้มทุนหรือประโยชน์สูงสุด

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพทางชีวภาพของของวัสดุเพาะทั้ง 4 ชนิด

สูตร	ประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะ (%)
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (ควบคุม)	6.04[a]
ชานอ้อย	8.14[a]
ฟางข้าว	1.63[b]
ขุยมะพร้าว	2.15[b]
F-test	**
C.V. (%)	23.91

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

สรุป

การเพาะเห็ดนางฟ้าโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ชานอ้อย ฟางข้าว และขุยมะพร้าว จากการศึกษาการเดินของเส้นใยมีการเดินได้ดีในสูตรอัดก้อนโดยขุยมะพร้าว แต่ลักษณะความกว้างดอก ความยาวก้านดอก ความหนาก้านดอก น้ำหนักเฉลี่ยแต่ละดอก น้ำหนักรวมของดอก และจำนวนดอก ที่อัดก้อนโดยขี้เลื่อยไม้ยางพาราดีกว่าสูตรอื่น รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะในขี้เลื่อยไม้ยางพาราและชานอ้อยดีกว่าฟางข้าวและขุยมะพร้าว ดังนั้นการเพาะเห็ดนางฟ้าโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสามารถนำมาเป็นวัสดุสำฟหรับอัดก้อนเห็ดได้ แต่ประสิทธิภาพต่อการเดินเส้นใย การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์การเรียนรู้แม่ลาน มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่เอื้อเฟื้อยสถานที่ในการทำวิจัย และอาจารย์หลักสูตรเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่ตรวจสอบงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

โชลม จิตรมั่น. (2554). ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการเพาะเห็ด. ใน **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย มษธ. วิจัยประจำปี 2554.** นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรร-มาธิราช, 289-299.

ฐาปกรณ์ คำหอมกุล. (2559). **การศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ผักตบชวา ต้นจอก และต้นธูปฤาษีเป็นวัสดุเพาะเห็ดฟาง.** วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 10 (2): 61-73.

ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย์ จิรวัฒน์ ริยาพันธ์ เฉลิมพล ภูมิไชย์ กรรณิกาณ์ ธีระวัฒนสุข และกฤษดา สังข์สิงห์. (2555). **คุณสมบัติของไม้ยางพาราเพื่อการคัดเลือกพันธุ์ยาง**. วารสารยางพารา. ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ (10), 32-47.

เติมพงศ์ แสงปกรณ์กิจ. (2552). **เห็ดนางฟ้า.** กรุงทพมหานคร: เกษตรสยามบุ๊ค.

ธนกาญจน์ แช่มรัมย์ สุรีรัตน์ สุวรรณพัฒน์ และอารยา มุสิกา. (2561). **การศึกษาวัสดุเพาะที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า.** วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. (2555). **คู่มือการเพาะสารพัดเห็ดให้รวยทำได้ง่าย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: นาคา อินเตอร์มีเดีย.

วันทนา นาคีสินธ์. (2556). **การใช้กากกาแฟทดแทนขี้เลื่อยในการเพาะเห็ดนางรมฮังการี.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุทธินี เจริญคิด, ประนอม ใจอ้าย, วิภาดา แสงสร้อย, คณิศร มนุษย์สม และสากล มีสุข. (2556). **การทดสอบเทคโนโลยีการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน และเห็ดนางรมฮังการีด้วยเปลือกข้าวโพด.** โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการใช้วัสดุและอาหารเสริมในการเพาะเห็ดเศรษฐกิจ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่.

อลงกรณ์ กรณ์ทอง. (2558). **ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเห็ด.** รายงานชุดโครงการวิจัย. กรมวิชาการเกษตร.

ธอัมพา คำวงษา. (2554). **คู่มือการเพาะเห็ดเงินล้านรวมสารพันเห็ดเศรษฐกิจทำเงิน.** กรุงเทพมหานคร: นาคา อินเตอร์มีเดีย.

อัญชลี จาละ. (2557). **การใช้ใบไม้และกิ่งไม้หมักเป็นส่วนผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดนางรมภูฏาน.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22 (3): 501-506.

อภิชาต ศรีสอาด และพัชรี สำโรงเย็น. (2557). **แนวทางและแบบอย่างการเพาะเห็ดนางฟ้าโรงเรือนต้นทุนต่ำ**. กรุงเทพมหานคร: นาคาอินเตอร์มีเดีย.

อภิชาต ศรีสอาด และอัมภา คำวงษา. (2554). **คู่มือการเพาะเห็ดเงินล้านรวมสารพันเห็ดเศรษฐกิจทำเงิน.** กรุงเทพมหานคร: นาคาอินเตอร์มีเดีย.

Singh S.P., S.K. Singh, R.P. Maurya, A.K. Singh and R.V. Singh. (2018). **Study of Oyter Mushroom cultivation (*Pleurotus flabellatus* and *Pleurotus sajo-caju*) on different substrates and economics**. Annals of Plant Protection Sciences. 26 (1), 117-121.

ผลของการใช้มูลสัตว์ที่ต่างกันในวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมลอน

Effect of Manure Types in Planting Media on Growth and Yield of Melon

อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์[1*], **ซาอูดี โว๊ะ**[2] และ **บิซมี หะแว**[2]

Issariyaporn Damrongrak[1*], Saudee Woh[2] and Bismee Hawae[2]

บทคัดย่อ

มูลสัตว์แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะด้านปริมาณธาตุอาหารพืช การนำมาผสมในวัสดุปลูกอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชแตกต่างกัน การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้มูลสัตว์ชนิดต่างๆ ในวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลของผลิตเมลอน วัสดุปลูกประกอบด้วย ดิน แกลบ กาบมะพร้าว ขุยมะพร้าว มูลสัตว์ ในอัตราส่วน 2:1:1:1:1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ แต่ละกรรมวิธีใส่มูลสัตว์ที่ต่างกัน คือ มูลไส้เดือนดิน (T_1) มูลวัว (T_2) มูลแพะ (T_3) และมูลไก่ (T_4) ปลูกเมลอนพันธุ์แสนหวาน พบว่า ความสูง ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) วัสดุปลูกที่ใส่มูลแพะ ให้ผลดีกว่าวัสดุปลูกที่ใส่มูลสัตว์ชนิดอื่นอย่างเด่นชัด สำหรับผลผลิตเมลอน และองค์ประกอบของผลผลิต ด้านน้ำหนักผล ขนาดผล และความหวาน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นในการปลูกเมลอนสามารถนำมูลสัตว์ทุกชนิดมาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูก แต่กรณีมีการไว้ผลมากกว่า 1 ผล ควรพิจารณาใช้มูลแพะ รองลงมาคือใช้มูลไส้เดือนดิน เนื่องจากทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นมากกว่า ซึ่งน่าจะส่งผลต่อผลผลิตด้วย

คำสำคัญ: มูลสัตว์, วัสดุปลูก, เมลอน

---

[1]ผศ.ดร, หลักสูตรเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000

[2]นักศึกษา หลักสูตรเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000 *Corresponding author, E-mail: issariyaporn.d@yru.ac.th

Abstract

Each type of manure is different in the property, especially in plant nutrient concentration. Incorporating of different manures in planting madia might affect plant growth and yield. This experiment aimed to study effect of manure types in planting media on growth and yield of melon. Planting media consisted soil, coconut husk, coir and manure in the ratio of 2:1:1:1:1. Completely randomized design with 4 treatments and 10 repplications was used. The treatments that different in maure types were earthworm cast (T1), cow dung (T2), goat dung (T3) and chicken manure (T4). Saenwan variety was planted. The results showed that plant height, leaf width, leaf length and number of leaf were significantly different ($p<0.05$). Planting media contained goat dung gave better results than those contained other manures. Whereas, yield and yield components were not significantly different among treatments. Thus, it can be incorporated all of the manures in planting media for melon growing. In case of maintaining more than one fruit per pot, incorporating goat dung to the planting media should be considered because it showed distinctly plant growth. That might effect to the yield.

Keywords: Manure, Planting media, Melon

บทนำ

วัสดุปลูกที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชทุกชนิด ที่ปลูกในกระถาง คุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุปลูก คือ ต้องสะอาด ปราศจากเชื้อโรค แมลงศัตรูพืช และเมล็ดวัชพืช สามารถยึดรากไว้ได้อย่างมั่นคง ค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือดินให้ตั้งตรงอยู่ได้ มีความพรุนเหมาะสมสามารถแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับชั้นบรรยากาศเหนือวัสดุปลูก ในขณะเดียวกันก็สามารถอุ้มน้ำได้ดีด้วย (ชัยสิทธิ์, 2544) นอกจากนี้ควรมีธาตุอาหารพืชเพียงพอและอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ มีความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (พิสมัย, 2534) การที่จะได้มาซึ่งวัสดุปลูกที่มีคุณสมบัติดังกล่าวมานั้น จำเป็นต้องนำวัสดุต่างๆ ทั้งที่เป็นอินทรีสาร และอนินทรียสาร มาผสมกันซึ่งมักเรียกว่าดินผสม เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของวัสดุที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมของดินผสม ได้แก่ หน้าดิน ทราย แกลบดิบ แกลบเผา มูลสัตว์ ปุ๋ยหมัก (พิสมัย, 2534) ขุยมะพร้าวหรือกาบมะพร้าวสับ (อิทธิสุนทร, 2554)

มูลสัตว์หรือปุ๋ยคอกเป็นวัตถุอินทรีย์ที่ได้รับความนิยมมาก ในการนำมาผสมในดินปลูกหรือวัสดุปลูก มีจุลินทรีย์และสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มากมายทั้งส่วนที่เป็นฮิวมัส เซลลูโลส (cellulose) ลิกนิน (lignin) และสารอินทรีย์อื่น ๆ เช่น วิตามิน และฮอร์โมนพืช (บัญชา, 2556) เมื่อมูลสัตว์เกิดการย่อยสลายจะกลายเป็นอินทรียวัตถุในดิน ทำให้ดินมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น เพราะอินทรียวัตถุมีบทบาทเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืช เป็นสารเชื่อมอนุภาคของดินทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น สามารถดูดซับน้ำ และธาตุอาหารพืชไว้ได้ดีมากขึ้น ในขณะเดียวกันดินจะมีสภาพร่วนซุยและระบายน้ำส่วนเกิน และถ่ายเทอากาศได้ดี (สุภัทตรา, 2545) มูลสัตว์มีหลายชนิดที่สามารถเลือกมาใช้ผสม

ในการทำดินปลูก เช่น มูลวัว มูลเป็ด มูลไก่ มูลแพะ มูลแกะ มูลไส้เดือนดิน เป็นต้น ซึ่งปุ๋ยมูลสัตว์แต่ละชนิด แม้ชนิดเดียวกัน แต่ละแหล่งก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

มูลวัวมีปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน 19.1 กรัม/กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 5.6 กรัม/กิโลกรัม และโพแทสเซียม 14.0 กรัม/กิโลกรัม มูลแพะมีไนโตรเจน 19.4 กรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียม 25.8 กรัม/กิโลกรัม และแมกนีเซียม 6.4 กรัม/กิโลกรัม โดยสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงที่สุด และสามารถปลดปล่อยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมได้ทันที (ปรัชญา และคณะ, 2540) Jieying และคณะ (2017) รายงานว่า มูลวัว มี ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.86 คาร์บอน 308.2 กรัม/กิโลกรัม ไนโตรเจน 28.7 กรัม/กิโลกรัม สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 10.7 ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม (NH_4^+-N) 0.02 กรัม/กิโลกรัม ไนโตรเจนในรูปไนเทรต (NO_3^--N) 0.7 กรัม/กิโลกรัม

ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินเป็นเม็ดร่วนสีน้ำตาล โปร่งเบา มีความพรุนระบายน้ำ และอากาศได้ดีมาก มีความจุความชื้นสูง และปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก มีปริมาณไนโตรเจน 8.8 กรัม/กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 18.3 กรัม/กิโลกรัม และโพแทสเซียม 5.4 กรัม/กิโลกรัม มูลไส้เดือนจะแข็งตัวเมื่อถูกอากาศ หลังจากที่ใส่ลงไปในแปลงปลูกพืชจะค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์อย่างช้า ๆ และจะช่วยเพิ่มช่องว่างในดิน

มูลไก่มีธาตุอาหารหลักสูงกว่าปุ๋ยคอกอื่น โดยมีส่วนประกอบของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ปริมาณ 28.4 76.3 และ 7.8 กรัม/กิโลกรัม (อานัฐ, 2553) Jieying และคณะ (2017) รายงานว่า มูลไก่ มี ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.73 คาร์บอน 270.2 กรัม/กิโลกรัม ไนโตรเจน 53.0 กรัม/กิโลกรัม สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 5.1 ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม (NH_4^+-N) 0.1 กรัม/กิโลกรัม ไนโตรเจนในรูปไนเทรต (NO_3^--N) 2.7 กรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ Achary and Kumar (2018) รายงานว่า มูลไก่แห้ง มีความชื้น 13 % มีไนโตเจน 3.6 %, P_2O_5 3.5 % และ K_2O 1.6 % โดยมูลไก่มีการย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้กับพืชได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับมูลสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น มูลโค มูลควาย และมูลแพะ (Brady and Wield, 2002) ด้วยเหตุผลดังกล่าวมักพบว่า พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงเมื่อใส่มูลไก่ การศึกษาใช้มูลสัตว์ชนิดต่างในการปลูกกระเทียมภายในโรงเรือน พบว่าการใส่มูลไก่ หรือใส่มูลไส้เดือนดิน ในอัตรา 20 ตันต่อ เฮกตาร์ หรือ 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้การเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่า การใส่มูลแพะ-แกะ และการใส่มูลวัวในอัตราเดียวกัน ในมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ยังมีธาตุอาหารรองและจุลธาตุทุกชนิดที่พืชต้องการ ในปริมาณที่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน เมื่อนำมาผสมในวัสดุปลูกก็จะน่าทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่แตกต่างกัน

การปลูกเมลอนภายในโรงเรือนมีหลายรูปแบบ สามารปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดิน แล้วให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ หรือปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ซึ่งรากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง และการปลูกโดยใช้ดินโดยให้ปุ๋ยทางดิน ซึ่งเป็นรูปแบบที่เกษตรกรทั่วไปคุ้นเคยเหมาะกับเกษตรกรที่เริ่มทดลองปลูก มีต้นทุนค่อนข้างต่ำ สามารถให้น้ำทั้งระบบน้ำหยดแบบตักรด หรือให้น้ำทางสายยาง แต่ผลผลิตอาจไม่สม่ำเสมอ การปลูกในลักษณะหลังจำเป็นต้องใช้ดินผสมที่มีส่วนผสมของมูลสัตว์ นอกจากมีส่วนทำให้สภาพทางกายภาพของวัสดุปลูกเหมาะแล้วยังช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืช โดยเฉพาะธาตุอาหารรองและจุลธาตุ ซึ่งหากให้ปุ๋ยทางดินมีโอกาสที่จะได้รับไม่เพียงพอ จึงได้ทำการทดลองใช้ปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ เป็น

ส่วนผสมในวัสดุปลูกเมลอน ซึ่งเป็นพืชที่มีราคาค่อนข้างสูง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตเมลอน เมื่อปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมูลสัตว์ที่แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองใส่มูลสัตว์ชนิดต่างๆ ในดินผสมหรือวัสดุปลูก ประกอบด้วย ดิน มูลสัตว์ แกลบ กาบมะพร้าว และขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 2:1:1:1:1 ศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของเมลอน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 4 กรรมวิธี ที่ใส่มูลสัตว์ต่างชนิดกัน ดังนี้ มูลใส้เดือนดิน (T_1) มูลวัว (T_2) มูลแพะ (T_3) และ มูลไก่ (T_4) แต่ละกรรมวิธีทำ 10 ซ้ำ

การปลูกเมลอน ทำการเพาะเมล็ดเมลอน พันธุ์แสนหวาน โดยใช้ปุ๋ยหมักมูลใส้เดือนดินผสมดินอัตราส่วน 1:1 เป็นวัสดุเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุ 12 วัน ย้ายต้นกล้าที่มีขนาดและลักษณะสม่ำเสมอกัน ลงในถุงปลูกใยสังเคราะห์ขนาด 8x15 นิ้ว ที่มีส่วนผสมของวัสดุปลูกตามกรรมวิธีที่กำหนด และรดสารละลายไตรโคเดอร์มา คลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนบรรจุลงถุงปลูก ย้ายต้นกล้าปลูกถุงละ 1 ต้น ให้น้ำทุกวันในช่วงเช้าและช่วงเย็น โดยรดน้ำครั้งละ 1 ลิตร ผูกเชือกเพื่อดึงกับคานหลังคาโรงรือนให้ต้นพันเลื้อย

การให้ปุ๋ย หลังจากย้ายปลูก 15 วัน ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 15-15–15 ปริมาณ 10 กรัม และยูเรีย 5 กรัม/ต้น เมื่ออายุ 30 และ 50 วัน ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 15-15–15 ปริมาณครั้งละ 15 กรัมต่อต้น และเมื่ออายุ 65 วัน ใช้ปุ๋ยผสมสูตร 15-15–15 ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0–60) ในอัตราอย่างละ 8 กรัม (รักกล้า, 2562) ฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนในทุก ๆ 2 สัปดาห์ โดยใช้สารละลายปุ๋ยแคลเซียม/โบรอนปริมาตร 50 มิลลิลิตร ผสมกับสารจับใบ 6 มิลลิลิตร ละลายในน้ำ 20 ลิตร คนให้เข้ากัน แล้วฉีดพ่นให้ทั่วใบ

การผสมเกสรโดยเด็ดดอกตัวผู้ นำมาคว่ำและแตะลงที่ยอดของดอกตัวเมีย และเมื่อเริ่มติดผล เลือกผลที่สมบูรณ์ที่สุดไว้เพียงผลเดียว ผลที่เหลือให้ปลิดทิ้ง และหลังติดผล 2 สัปดาห์ ทำการผูกเชือกที่ขั้วผลโยงไว้กับคาน

หลังคาโรงเรือนเพื่อช่วยพยุงและรับน้ำหนักผลเมลอน

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของเมลอน หลังย้ายปลูกทำการวัดความสูงต้นด้วยตลับเมตร วัดจากโคนต้นที่ผิวดินจนถึงโคนใบที่ 1 วัดความกว้างและความยาวของใบที่ 3 นับจากใบล่าง ความกว้างใบวัดตรงที่มีความกว้างมากที่สุด ส่วนความยาวใบวัดจากโคนใบไปจนถึงปลายใบ วัดด้วยไม้บรรทัด และนับจำนวนใบที่แตกจากต้นหลัก โดยเก็บข้อมูลทั้งหมดนี้ทุกๆ สัปดาห์ หลังย้ายปลูก เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตทำการวัดขนาดรอบผลทั้งแนวตั้งและแนวนอน ชั่งน้ำหนักผลด้วยตาชั่ง วัดความหวานของเนื้อผลด้วยเครื่องวัดความหวาน (Refractometer) โดยวัดช่วงบนห่างจากกลางผลที่มีเมล็ดประมาณ 2 เซนติเมตร ตรงกลางเนื้อผล และด้านล่างห่างจากเปลือกผลประมาณ 2 เซนติเมตร

นำข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ตาราง AN0VA หากพบความแปรปรวนแสดงว่ามีอิทธิพลของกรรมวิธี ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธีต่างๆ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. การเจริญเติบโตของเมลอน

1.1 ความสูงของต้น

การเจริญเติบโตของเมลอนเมื่อปลูกในวัสดุปลูกที่ใส่มูลสัตว์ชนิดต่างๆ พบว่า ด้านความสูงต้นในสัปดาห์ที่ 1 หลังย้ายปลูกไม่แตกต่างทางสถิติ หลังจากย้ายปลูก 2 และ 3 สัปดาห์ พบว่า การใส่มูลแพะให้ความสูงต้นมากกว่าใส่มูลสัตว์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การใส่มูลไส้เดือนดิน มูลวัว และมูลไก่ ให้ความสูงต้นไม่แตกต่างทางสถิติ หลังจากย้ายปลูก 4 สัปดาห์ พบว่า การใส่มูลแพะยังคงให้ความสูงต้นมากที่สุด (169.30 เซนติเมตร) สูงกว่าใส่มูลวัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่มูลไส้เดือนดิน และมูลไก่ (ตารางที่ 1)

1.2 ความกว้างและความยาวใบ

ความกว้างและความยาวของใบ วัดจากใบที่ 3 นับจากใบล่าง หลังจากย้ายปลูก 1 สัปดาห์ พบว่า ขนาดใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังจากย้ายปลูก 2 สัปดาห์ เริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ โดยการใส่มูลแพะทำให้ความกว้างและความยาวใบมากว่าใส่มูลสัตว์ชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากย้ายปลูก 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินความยาวใบเพิ่มขึ้นทำให้ความยาวใบไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่มูลแพะ การใส่มูลแพะยังคงให้ความกว้างมากที่สุด (17.80 เซนติเมตร) มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ความสูงของต้นเมลอนจากการปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ความสูงต้นหลังย้ายปลูก (เซนติเมตร)			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
มูลไส้เดือนดิน	4.59	27.60^{b}	97.00 ^{b}	153.20^{ab}
มูลวัว	4.20	27.60^{b}	100.00^{b}	147.40^{b}
มูลแพะ	4.26	42.10^{a}	120.30^{a}	169.30 ^{a}
มูลไก่	3.88	29.20^{b}	97.00 ^{b}	156.30^{ab}
F-test	ns	*	*	*
C.V. (%)	29.61	23.52	15.07	10.64

หมายเหตุ :* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย DMRT

1.3 จำนวนใบ

จำนวนใบของเมลอน นับจากใบที่แผ่เต็มที่ทั้งหมด หลังการย้ายปลูก 1 สัปดาห์ การใส่มูลแพะให้จำนวนใบฉลี่ยมากที่สุดคือ 5.70 ใบ มากกว่าใส่มูลโคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับใส่มูลไส้เดือนดินและใส่มูลไก่ หลังจากย้ายปลูก 2-3 สัปดาห์ ให้ผลทำนองเดียวกันคือ การใส่มูลแพะให้จำนวนใบเฉลี่ยมากกว่าใส่มูลสัตว์ชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และหลังย้ายปลูก 4 สัปดาห์ พบว่า การใส่มูลแพะยังให้จำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด (24.20 ใบ) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่มูลสัตว์ชนิดอื่น ($p<0.05$) ยกเว้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่มูลไก่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ความกว้าง และความยาวใบเมลอนจากการปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	สัปดาห์ที่ 1		สัปดาห์ที่ 2		สัปดาห์ที่ 3		สัปดาห์ที่ 4	
	ความกว้างใบ	ความยาวใบ	ความกว้างใบ	ความยาวใบ	ความกว้างใบ	ความยาวใบ	ความกว้างใบ	ความยาวใบ
มูลไส้เดือนดิน	4.85	4.92	13.45^{b}	10.50^{b}	15.01^{ab}	11.62^{ab}	15.87^{b}	11.95^{ab}
มูลวัว	4.81	4.67	13.55^{b}	10.20^{b}	14.34^{b}	10.91^{b}	14.01^{b}	10.79^{b}
มูลแพะ	4.72	5.07	16.68^{a}	12.52^{a}	17.44^{a}	13.08^{a}	17.80^{a}	13.29^{a}
มูลไก่	4.37	4.64	13.53^{b}	10.49^{b}	14.63^{b}	11.17^{b}	14.71^{b}	11.64^{b}
F-test	ns	ns	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	12.63	15.91	10.89	10.17	12.63	10.74	14.11	11.52

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย DMRT

ตารางที่ 3 จำนวนใบของเมลอนจากการปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	จำนวนใบ			
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
มูลไส้เดือนดิน	5.30^{ab}	7.70^{b}	15.40^{b}	22.00^{b}
มูลวัว	5.00^{b}	7.50^{b}	15.10^{b}	21.60^{b}
มูลแพะ	5.70^{a}	9.30^{a}	17.70^{a}	24.20^{a}
มูลไก่	5.30^{ab}	7.80^{b}	14.40^{b}	22.60^{ab}
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	10.04	13.74	10.85	6.61

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย DMRT

จากผลการทดลองด้านการเจริญเติบโตของต้นเมลอน ที่พบว่า การปลูกในวัสดุปลูกที่ใส่มูลแพะมีการเจริญเติบโตดีกว่าใส่มูลสัตว์ชนิดอื่น ทั้งด้านความสูง ขนาดใบ และจำนวนใบ อาจเป็นเพราะ มูลแพะมีปริมาณธาตุอาหารหลักที่เพียงพอต่อความต้องการ มีรายงานจากการทดลองของ (ทัศนีย์ และคณะ, 2556) พบว่า มูลแพะมีธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมด 19.4, 25.8 และ 6.4 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงที่สุด และสามารถปลดปล่อยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมได้ทันที นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินยังให้การเจริญเติบโตของต้นเมลอนด้านความสูงและความยาวใบไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่มูลแพะ ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีปริมารธาตุอาหารค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับมูลโค นอกจากนี้ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนยังมีจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างเอ็นไซม์ฟอสฟาเทสได้ อาจทำให้วัสดุปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงขึ้น (Reddy, 1988) และมีการรายงานว่าเมื่อนำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมาเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกพืชผักหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ มะเขือม่วง กะหล่ำดอก และพืชดอกบางชนิด เช่น ดาวเรืองฝรั่งเศส มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าปลูกในวัสดุปลูกทางการค้า (Edwards and Burrows, 1988)

2. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของเมลอน

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต พบว่า การปลูกเมลอนในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยให้ขนาดเส้นรอบผลในแนวตั้งเฉลี่ย อยู่ในช่วง 39.2-40.6 เซนติเมตร เส้นรอบวงผลในแนวนอน 38.9-40.6 เซนติเมตร น้ำหนักผล 1.08-1.22 กิโลกรัม ความหวานของเนื้อผล บริเวณใกล้เมล็ด12.50-14.40 องศาบริกซ์

บริเวณกลางเนื้อผล 11.23-13.43 องศาบริกซ์ บริเวณล่างใกล้เปลือกผล 10.66-12.33 องศาบริกซ์ โดยเฉลี่ยเมลอนที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมมูลวัวมีแนวโน้มให้ความหวานมากที่สุด รองลงมาคือ ใส่มูลแพะ มูลไส้เดือนดิน และมูลไก่ อย่างไรก็ตามความหวานของเนื้อผลจากการปลูกในวัสดุที่ใส่มูลสัตว์ต่างชนิดกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในทุกบริเวณของเนื้อผล (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลลิตและองค์ประกอบของผลผลิตเมลอนที่ปลูกในวัสดุปลูกมีส่วนผสมของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ขนาดรอบผล (cm)		น้ำหนักผล (kg)	ความหวาน (องศาบริกซ์)			
	แนวตั้ง	แนวนอน		บน (ใกล้เมล็ด)	กลาง	ล่าง (ใกล้เปลือก)	เฉลี่ย
มูลไส้เดือน	39.3	38.9	1.08	14.00	11.96	11.16	12.37
มูลวัว	40.6	40.6	1.14	14.40	13.43	12.33	13.39
มูลแพะ	39.2	38.9	1.14	13.76	12.66	10.83	12.45
มูลไก่	39.4	39.5	1.22	12.50	11.23	10.66	11.46
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
CV.%	5.46	5.21	13.1	8.91	9.44	15.29	-

หมายเหตุ ns = มีความแตกต่างทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใส่มูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ในดินผสม คือ มูลไส้เดือนดิน มูลวัว มูลแพะ และมูลไก่ในการปลูกเมลอนพันธุ์แสนหวาน สรุปได้ว่า ความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบของเมลอน มีความแตกต่างกัน การปลูกในวัสดุปลูกที่ใส่มูลแพะ ให้ผลดีกว่าปลูกในวัสดุที่มีส่วนผสมของมูลสัตว์ชนิดอื่นอย่างเด่นชัด สำหรับผลผลิตเมลอน และองค์ประกอบของผลผลิต ด้านน้ำหนักผล ขนาดผล และความหวาน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ หากมีการไว้ผลในต้นมากกว่า 1 ผล ควรพิจารณาเลือกใช้มูลแพะ หรือปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณฮัมดี กานา เจ้าหน้าที่ฐานเรียนรู้ดิน ปุ๋ย และธาตุอาหารพืช ศูนย์แม่ลาน มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาที่ช่วยดูแลต้นเมลอนในระหว่างการปลูกทดลอง งานวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนงบประมาณจัดซื้อวัสดุจากหลักสูตรเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

ชัยสิทธิ์ ทองจู, จรัล เห็นพิทักษ และวีระศรี หวังการ. (2551). "การศึกษาและพัฒนาวัสดุปลูกจากวัสดุเหลือใช้การเกษตรและอุตสาหกรรมในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย". ใน **รายงานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 39**, 5-7 กุมภาพันธ์ 2544. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 230-236. http://kucon.lib. ku.ac.th/Fulltext/ KC3909004.pdf, 22 พฤศจิกายน 2562.

ทัศนีย์ แก้วมรกฎ จำเป็น อ่อนทอง และอัจฉรา เพ็งหนู. (2556). "องค์ประกอบและการปลดปล่อยธาตุอาหารของเศษหอมแดง มูลแพะ และกระดูกโคเผาป่น". **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**. 8(2),130-145.

บัญชา รัตนีทู. (2556). "ผลของน้ำสกัดชีวภาพจากมูลวัวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์". **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.** 5(2),76-82.

ปรัชญา ธัญญาดี เมธี มณีวรรณ และพิรัชฌา วาสนานุกูล. (2540). "ความรู้เรื่องอินทรียวัตถุในดิน". ใน **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องการปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ-กลุ่มอินทรียวัตถุ และวัสดุเหลือใช้กองอนุรักษ์ดินและน้ำ**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิสมัย จุฑะมงคล. (2534). **ผลของเครื่องปลูกชนิดอัตราและวิธีการให้ปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตแตงกวาในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รักกล้า. (2562). คู่มือแนวทางการปลูกเมลอนญี่ปุ่นเบื้องต้น. http: Rukka.com/content/10739, 22 มีนาคม 2562.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2554). **การปลูกพืชในวัสดุปลูก**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อานัฐ ตันโช. (2553). **คู่มือการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: ทริโอแอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย.

Acharya, S. and Kumar, H. (2018). Effect of some organic manure on growth and yield of garlic in greenhouse condition of cold desert high altitude Ladakh region. **Defence Life Science Journal**. 3(2), 100-104. Doi: 10.14429/dlsj3.12569.

Brady, N.C. and Wiel, R.R. 2002. **The Nature and Properties of Soils**. (13TH eds.). New Jersey: Prentice Hall.

Edward, S. and Burrow, S. (1998). "The potential of earthworm composts as plant growth media". In C.A. Edwards and E.F. Neuser (eds.). **Earthworms Environmental and Waste Management**. Natherland: SPB Bakker, The Hague, SPB Academic Press.

Jieying, H., Zixuan, Y., Hongjian, G., Xiaoming, Y., Jiang, C., Chengming, W., Jingwei, H. and Ligan, Z. (2017). **Plos One**. 12(6), e0178110. Doi: 10.1371/journal.pone.0178110

Reddy, K. V. (1988). The effect of cast of *Pheretima alexandri* on the growth of *Vinca rosea* and *Oryza sativa*, In C.A. Edwards and E.F. Neuser (eds.). **Earthworms Environmental and Waste Management**, Natherland: SPB Bakker, The Hague, SPB Academic Press, 241-248.

การตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อในพื้นที่นาข้าวของเกษตรกร ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง

Farmer's Decision on Paddy Field under Whip Grass Plantation in Bang Kaeo District, Phatthalung Province

ปริยากร สุจิตพันธ์[1*]

Priyakorn Sujitpan[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร (2) ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจปลูก (3) ความพึงพอใจของเกษตรกรในการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อในพื้นที่นา โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากเกษตรกรทุกรายที่ปลูกหญ้าในพื้นที่นา ในหมู่ 9 ตำบลนาปะขอ จำนวน 15 ราย การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์เชิงพรรณนา โดยใช้สถิติอย่างง่าย เช่น ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด - ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่า เกษตรเป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 41 ปี อาชีพหลักคือทำสวนยางพารา คิดเป็นร้อยละ 60.00 ทำสวนปาล์มน้ำมัน คิดเป็นร้อยละ 26.66 มีพื้นที่นาถือครองเฉลี่ย 6 ไร่ ทุกรายปลูกหญ้าเป็นอาชีพเสริม สภาพพื้นที่ก่อนปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ เป็นที่นา เป็นที่รกร้างไม่ใช้ประโยชน์ และ ปลูกผักและสวนผลไม้ สาเหตุในการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อทดแทนการปลูกพืชหลัก เกษตรกรทุกรายเห็นว่าการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ เป็นที่ต้องการของตลาด มีจำหน่ายรองรับแน่นอน เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ (น้ำท่วมและภัยแล้ง) และจำหน่ายได้ราคาสูง ส่วนใหญ่เกษตรกรมีความพึงพอใจในการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อในพื้นที่นาในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การตัดสินใจ, หญ้าหวายข้อ, ในพื้นที่นา, จังหวัดพัทลุง

Abstract

The objectives of this study were to study (1) social and economic conditions of farmers (2) factors affecting the decision to plant (3) the satisfaction of farmers in the planting of rattan varieties in paddy fields. Data were collected using in-depth interviews. Questionnaires were used to collect data from all farmers who grow grass in the rice fields village No. 9, Na Pakho Sub-district 15 people. Descriptive data analysis uses simple statistics such as percentage, maximum-minimum, average value. The study found that Agriculture is male, the average age is 41 years. The main occupation is rubber plantation. Accounting for 60.00 percent of oil palm plantations Or 26.66 percent, having an average land area of 6 rai. Everyone grow grass as a supplementary career. The area before planting grass, rattan species, is a field, is a desolate, unused and plant vegetables and orchards. The reasons for the cultivation of rattan grass species as substitutes for the main crop cultivation is that every farmer considers that the rattan species grass cultivation In demand of the market, available for sale, suitable for the area (Floods and drought) and can be sold at a high price
Most of the farmers were satisfied with the planting of rattan grass in the rice fields at the highest level.

Keywords: The decision, Whip Grass, on Paddy Field, Phatthalung Province

[1] อ.,หลักสูตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000

[*]**Corresponding author, E-mail:** Priyakorn_bs@hotmail.com

บทนำ

อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุงเป็นอำเภอที่มีขนาดเล็กที่สุดของจังหวัดพัทลุง ตั้งอยู่ในภาคใต้ของประเทศไทย มีอาณาเขตติดต่อกับอำเภอข้างเคียง ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอเขาชัยสน ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอปากพะยูน อำเภอป่าบอน และอำเภอตะโหมด ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอเขาชัยสนและอำเภอตะโหมด โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ลักษณะเป็นแอ่งกระทะ โดยมีพืชเศรษฐกิจได้แก่ ข้าว ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ประมง และมีจำนวนประชากรทั้งสิ้นรวม 26,002 คน (ศูนย์บริการข้อมูล, 2556)

เนื่องจากสภาพพื้นที่อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง มีลักษณะโครงสร้างเป็นที่ราบลุ่มริมทะเลสาบสงขลา พบว่าในช่วงฤดูฝนจะมีน้ำท่วมบ่อย ประกอบกับสภาพลักษณะลำน้ำสายหลักและลำน้ำสาขาตื้นเขิน เมื่อลำน้ำมาอยู่ในช่วงที่เป็นพื้นที่แบนราบ น้ำจะล้นตลิ่งแผ่กระจายออกไปและก่อให้เกิดน้ำท่วมขังสูงประมาณ 50 เซนติเมตร เป็นระยะเวลาประมาณ 1-2 เดือน และ ช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำจากคลองบางแก้วมีปริมาณน้อย ในขณะเดียวกันระดับน้ำในทะเลสาบสงขลาซึ่งมีระดับที่สูงกว่าหนุนเข้ามาในพื้นที่เป็นระยะประมาณ 2.00 กิโลเมตรจากปากทะเลสาบ มีผลทำให้น้ำในคลองเกิดความเค็ม ฤดูแล้งเกิดปัญหาการกักเก็บน้ำไม่เพียงพอกับปริมาณความต้องการน้ำที่ใช้ในทางการเกษตร ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรไม่มีประสิทธิภาพ และราคาตกต่ำ พื้นที่ดังกล่าวมีวัชพืชจำนวนมาก โดยชนิดของวัชพืชที่เป็นปัญหาสามารถแบ่งได้ตามสภาพพื้นที่ปลูก เช่น ในพื้นที่ดอน จะมีวัชพืชจากพวก หญ้าตีนกา และหญ้าเห็บ ส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำขัง วัชพืชที่พบจะเป็นพืชตระกูลกก ได้แก่ หนวดปลาดุก และแห้วหมู เป็นต้น อีกทั้งยังต้องเผชิญปัญหาสภาพดินไม่เหมาะสม เป็นดินเหนียวลึก และเป็นดินเปรี้ยวจัดระดับลึกปานกลางที่เกิดจากตะกอนน้ำทะเล (โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในพระราชดำริ, 2552) เกษตรกรจึงหันมาปรับเปลี่ยนปลูกพืชที่ทนต่อสภาพอากาศและปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพแวดล้อมของพื้นที่ โดยตัดสินใจหันมาปลูกหญ้าเลี้ยงวัวชนเพื่อจำหน่ายทดแทนการปลูกพืชหลัก เนื่องจากหญ้าเป็นที่ต้องการของตลาดที่เลี้ยงวัวชน โดยเฉพาะหญ้าพันธุ์ “หวายข้อ” ซึ่งเป็นหญ้าที่เหมาะสำหรับการนำไปเลี้ยงวัวชน ซึ่งในพื้นที่ อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง การเลี้ยงวัวชนเป็นวิถีชีวิตและอัตลักษณ์ประจำถิ่นที่นิยมเลี้ยงวัวชนให้เป็นกีฬาพื้นบ้าน ดังนั้นเมื่อการเลี้ยงจึงมีความต้องการหญ้าสำหรับเลี้ยงวัวชนก็เพิ่มขึ้น

หญ้าหวายข้อ เป็นที่มีพืชอายุหลายปี ลำต้นเลื้อยแผ่คลุมดิน เนื่องจากลำต้น มีไหล และหัวอยู่ใต้ดินลึก ทำให้ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี และสูญพันธุ์ได้ยาก มีอายุหลายปี สามารถแตกไหลแพร่เป็นต้นใหม่ได้อย่างรวดเร็ว ทนต่อสภาพน้ำขัง สภาพดินชื้นแฉะ (พืชเกษตรไทย, 2556) ปัจจุบันเกษตรกรในพื้นที่ได้หันมาปลูกหญ้าหรือปล่อยว่างสำหรับใช้เป็นอาหารหยาบให้โค กระบือ หรือใช้จำหน่ายให้แก่ฟาร์มโค ฟาร์มกระบือ สร้างรายได้กลายเป็นอาชีพเสริมให้อีกทางหนึ่ง การศึกษาการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อเพื่อทดทนการปลูกพืชหลักในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง เป็นการศึกษาปัจจัยการตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อในพื้นที่นาข้าวของเกษตรกร ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง ตลอดจนความพึงพอใจของเกษตรกร เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจปลูกหญ้าเลี้ยงวัวหรือปลูกพืชชนิดอื่นที่เหมาะสมในพื้นที่นาแก่เกษตรกรในพื้นที่หรือผู้ที่สนใจ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรที่ปลูกหญ้าหวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรในการการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ ใน อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก ใช้แบบสอบถามทั้งที่มีคำถามที่มีลักษณะทั้งปลายปิดและปลายเปิดโดยเก็บข้อมูลโดยใช้การสุ่มแบบเฉพาะเจาะจงจากเกษตรกร หมู่ 9 ตำบลนาประขอ อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง ทุกรายที่ปลูกหญ้าหวายข้อ ซึ่งมีจำนวน 15 คน ซึ่งพื้นหมู่ดังกล่าวเป็นที่ราบลุ่ม ลักษณะเป็นแอ่งกระทะ เมื่อน้ำท่วมจะขังเป็นระยะเวลานาน ทำให้พื้นที่เพาะปลูกเกิดความเสียหาย เป็นสาเหตุทำให้เกษตรกรหันมาปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลนาประขอ โดยการปลูกหญ้าหวายข้อ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรที่เลี้ยงวัวชนเป็นจำนวนมากเป็นประชากรในการศึกษา

ในการวิเคราะห์สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร เป็นการวิเคราะห์เชิงพรรณนาโดยการใช้เครื่องมือค่าสถิติอย่างง่าย เช่น ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าสูงสุด-ต่ำสุด ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อ และความพึงพอใจของเกษตรกรกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในลักษณะการกำหนดระดับมาตราส่วนให้เป็นไปตามค่าน้ำหนักและแปลความหมายของระดับคะแนนตามวิธี ลิเคิร์ท (likert scale) ให้เกษตรกรแสดงความคิดเห็นว่ามีผลต่อการตัดสินใจหรือมีความพึงพอใจหรือไม่อย่างไร

ระดับคะแนนความคิดเห็น

ระดับความคิดเห็น	คะแนน
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1

การแปลความหมายของระดับคะแนน

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.21 – 5.00	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.41 – 4.20	มาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.61 – 2.40	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.81 – 2.60	น้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.80	น้อยที่สุด

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1.ผลการศึกษาสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรที่ปลูกหญ้าหวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง

ผลการศึกษาสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรที่ปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อในนาข้าว ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง เกษตรกรเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 93.33 รองลงมาเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 6.67 และมีอายุเฉลี่ย 41 ปี นับถือศาสนาพุทธมากที่สุด คิดเป็นร้อยล่ะ 93.33 รองลงมาคือศาสนาอิสลาม คิดเป็นร้อยละ 6.67 มีจำนวนสมาชิก

ในครอบครัวเฉลี่ย 4 คน สถานภาพสมรสมากที่สุด คิดเป็นร้อยล่ะ 73.33 รองลงมาคือ โสด คิดเป็นร้อยล่ะ 20.00 หม้าย/หย่าร้าง คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ

ระดับการศึกษาของเกษตรกรที่ปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ อยู่ในระดับประถมศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.00 รองลงมาคือ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. คิดเป็นร้อยละ 26.67 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 13.33 ไม่ได้รับการศึกษา คิดเป็นร้อยละ 13.33 อนุปริญญา /ปวส.คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ

อาชีพหลักเป็นเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 40.00 รองลงมาคือ รับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 26.67 ประมง คิดเป็นร้อยละ 13.33 และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 20.00 ตามลำดับ

ทุกรายมีอาชีพรองคือกอาชีพการปลูกหญ้าหวายข้อ รองลงมาคือ เลี้ยงสัตว์/เลี้ยงวัวชน คิดเป็นร้อยละ 73.33 เกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 46.67 และรับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 13.33 ตามลำดับ

อาชีพทางการเกษตรที่ทำมากที่สุด การทำสวนยางพารา คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมาคือ การทำสวนปาล์มน้ำมัน คิดเป็นร้อยละ 26.67 การปลูกผัก คิดเป็นร้อยละ 6.67 และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ

มีสมาชิกในครอบครัวที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 3 คน

มีรายได้เฉลี่ย/เดือน 10,001–20,000 บาท มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.67 รองลงมาคือ รายได้ 20,001–30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 33.33 รายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 13.33 รายได้มากว่า 40,001–50,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 7 ไร่

ผลการศึกษาการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อในนาข้าวของเกษตร ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง พบว่า เกษตรกรไม่มีหนี้สิน คิดเป็นร้อยละ 86.67 มีหนี้สิน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ตามลำดับ จำนวนหนี้สินของเกษตรกรส่วนใหญ่เฉลี่ย 10,001–20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 50.00 หนี้สิน 20,001–30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 50.00 ตามลำดับ

การปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อปล้องทั้งหมดเป็นอาชีพเสริม ผลผลิตเฉลี่ยต่อรอบ ประมาณ 99 กระสอบ

เกษตรกรมีพื้นที่นาที่ถือครอง เฉลี่ย 6 ไร่ เกษตรกรเช่าพื้นที่นามากที่สุด คิดเป็นร้อย 80.00 รองลงมาคือ ที่นาตนเอง คิดเป็นร้อยละ 20.00 ตามลำดับ

สภาพพื้นที่ของเกษตรกรก่อนปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ เป็นที่นา คิดเป็นร้อยละ 53.33 รองลงมาคือ เป็นที่รกร้างไม่ใช้ประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 20.00 การปลูกผักและสวนผลไม้ คิดเป็นร้อยละ 13.33 ตามลำดับ

สถานที่ปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ อยู่ในเขตชลประทาน คิดเป็นร้อยละ 60.00 และอยู่ในพื้นที่นอกเขตชลประทาน คิดเป็นร้อยละ 40.00 ตามลำดับ

สภาพพื้นที่ปลูกหญ้าหวายข้อ ส่วนใหญ่ นาร้าง คิดเป็นร้อยละ 53.33 พื้นที่ว่าง คิดเป็นร้อยละ 40.00 และพื้นที่ยกร่อง คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ

แหล่งน้ำที่ใช้ปลูกหญ้าหวายข้อ คือแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำ/ลำธาร/ห้วย/หนอง/คลอง/บึง คิดเป็นร้อยละ 53.33 รองลงมาคือใช้น้ำชลประทาน คิดเป็นร้อยละ 40.00 น้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพหลักในการทำสวนยางพารา และสวนไม้ผล โดยปลูกหญ้าหวายข้อ จำหน่ายเป็นอาชีพเสริมและเพื่อใช้เลี้ยงวัวชนของตนเอง เพื่อลดต้นทุนการผลิต และจำหน่ายแก่เกษตรที่เลี้ยงที่เลี้ยงวัวชน ซึ่งในพื้นที่ อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง การเลี้ยงวัวชนเป็นวิถีชีวิตและอัตลักษณ์ประจำถิ่นที่นิยมเลี้ยงวัวชนให้เป็นกีฬาพื้นบ้าน ดังนั้นเมื่อมีการเลี้ยงวัวชน จึงมีความต้องการหญ้าสำหรับเลี้ยงวัวชนเพิ่มขึ้นเช่นกัน นับเป็นโอกาสอันดีของเกษตรกร

ทั้งนี้สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรที่ปลูกหญ้าหวายข้อ ทดแทนการปลูกพืชหลักในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง รายละเอียดดังแสดงใน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปทางสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรที่ปลูกหญ้าหวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง

รายการ	จำนวน (n=15)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	14	93.33
หญิง	1	6.67
อายุเฉลี่ย (ปี)	41	
ศาสนา		
พุทธ	14	93.33
อิสลาม	1	6.67
สถานภาพสมรส		
โสด	3	20.00
สมรส	11	73.33
หม้าย/หย่าร้าง	1	6.67
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	6	40.00
มัธยมศึกษาตอนต้น	2	13.33
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	4	26.67
อนุปริญญา /ปวส.	1	6.67
ไม่ได้รับการศึกษา	2	13.33
สมาชิกในครอบครัวเฉลี่ย (คน)	4	
อาชีพหลัก		
เกษตรกร	6	40.00
ประมง	2	13.33
รับจ้างทั่วไป	4	26.67
อื่นๆ	3	20.00

ตารางที่ 1: ข้อมูลทั่วไปทางสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรที่ปลูกหญ้าหวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง (ต่อ)

รายการ	จำนวน (n=15)	ร้อยละ
อาชีพรองของเกษตรกร		
รับจ้างทั่วไป	2	13.33
เกษตรกร	7	46.67
เลี้ยงสัตว์/เลี้ยงวัวชน	11	73.33
ทำแปลงหญ้าหวายข้อ	15	100.00
อาชีพทางการเกษตรที่เกษตรกรทำ		
การปลูกผัก	1	6.67
การทำสวนยางพารา	9	60.00
การทำสวนปาล์มน้ำมัน	4	26.67
อื่นๆ	1	6.67
สมาชิกในครอบครัวที่มีอาชีพทำการเกษตรเฉลี่ย (คน)	3	
รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของท่าน		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท	2	13.33
10,001 – 20,000 บาท	7	46.67
20,001 – 30,000 บาท	5	33.33
40,001 – 50,000 บาท	1	6.67
ท่านมีพื้นที่ถือครองรวมเฉลี่ย(ไร่)	7	
ท่านมีหนี้สินหรือไม่		
มี	2	13.33
ไม่มี	13	86.67
จำนวนหนี้สินของท่าน	2	
10,001 – 20,000 บาท	1	50.00
20,001 – 30,000 บาท	1	50.00
สภาพการปลูกหญ้าหวายข้อ		
เป็นอาชีพเสริม	15	100.00
ผลผลิตเฉลี่ยต่อรอบ (กระสอบ)	99	
พื้นที่นาที่ถือครองเฉลี่ย (ไร่)	6	
สถานภาพที่นาที่ถือครอง		
เช่าทั้งหมด	12	80.00
ที่นาของตนเอง	3	20.00

ตารางที่ 1: ข้อมูลทั่วไปทางสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรที่ปลูกหญ้าหวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง(ต่อ)

รายการ	จำนวน (n=15)	ร้อยละ
สภาพพื้นที่ก่อนปลูกหญ้าหวายข้อ		
ปลูกผัก	2	13.33
สวนผลไม้	2	13.33
ที่รกร้างไม่ใช้ประโยชน์	3	20.00
ทำนา	8	53.33
สถานที่ปลูกหญ้าหวายข้อ		
ในเขตชลประทาน	9	60.00
นอกเขตชลประทาน	6	40.00
สภาพพื้นที่ปลูกหญ้าหวายข้อ		
พื้นที่ยกร่อง	1	6.67
พื้นที่ว่าง	6	40.00
นาร้าง	8	53.33
แหล่งน้ำที่ใช้ปลูกหญ้าหวายข้อ		
น้ำบาดาล	1	6.67
ใช้น้ำชลประทาน	6	40.00
แหล่งน้ำธรรมชาติ (แม่น้ำ/ลำธาร/ห้วย/หนอง/คลอง/บึง)	8	53.33

2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อ อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง พบว่าการตัดสินใจปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อในนาข้าวส่วนใหญ่เนื่องจากเกษตรกรทุกรายเห็นว่าการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ เป็นที่ต้องการของตลาด มีจำหน่ายรองรับแน่นอน เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ (น้ำท่วมและภัยแล้ง) และจำหน่ายได้ราคาสูง รองลงมาคือ หญ้าพันธุ์หวายข้อดูแลง่าย ปัญหาน้ำท่วม และราคาผลผลิต(พืชหลัก) ตกต่ำ คิดเป็นร้อยละ 93.33 ขาดแคลนน้ำ/ภัยแล้ง คิดเป็นร้อยละ 53.33 ผลผลิตเฉลี่ย (พืชหลัก) เฉลี่ยต่อไรต่ำ คิดเป็นร้อยละ 40.00 ไม่มีพื้นที่ในการปลูกพืชหลัก คิดเป็นร้อยละ 20.00 ปัจจัยในการผลิตการปลูกพืชราคาสูง (เมล็ดพันธุ์, ปุ๋ย, ยาฆ่าแมลง) คิดเป็นร้อยละ 20.00 มีเงินทุนไม่เพียงพอในการปลูกพืชหลัก คิดเป็นร้อยละ 13.33 และปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชในการปลูกพืชหลัก คิดเป็นร้อยละ 6.67 ตามลำดับ

ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อในนาข้าวของเกษตรกร ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง รายละเอียดดังแสดงใน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 : ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจปลูกหญ้าหวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง

รายการ	จำนวน (n=15)	ร้อยละ
ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ		
ปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืชในการปลูกพืชหลัก	1	6.67
มีเงินทุนไม่เพียงพอต่อการปลูกพืชหลัก	2	13.33
ไม่มีพื้นที่เพียงพอในการปลูกพืชหลัก	3	20.00
ปัจจัยในการผลิตการปลูกพืชหลักราคาสูง (เมล็ดพันธุ์, ปุ๋ย, ยาฆ่าแมลง)	3	20.00
ผลผลิต (พืชหลัก) เฉลี่ยต่อไร่ต่ำ	6	40.00
ขาดแคลนน้ำ/ปัญหาภัยแล้ง	8	53.33
ปัญหาน้ำท่วม	14	93.33
ราคาผลผลิต (พืชหลัก) ตกต่ำ	14	93.33
หญ้าพันธุ์หวายข้อปล้องดูแลง่าย	14	93.30
หญ้าพันธุ์หวายเป็นที่ต้องการของตลาด	15	100.00
หญ้าพันธุ์หวายข้อมีจำหน่ายรองรับแน่นอน	15	100.00
หญ้าพันธุ์หวายข้อเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ (น้ำท่วมและภัยแล้ง)	15	100.00
หญ้าพันธุ์หวายข้อจำหน่ายได้ราคาสูง	15	100.00

ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ พลากร และคณะ (2558) ซึ่งศึกษาเรื่องการตัดสินใจปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่นาข้าวของเกษตรกรในอำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา และ สงัด (2550) ซึ่งศึกษาเรื่องการตัดสินใจปลูกอ้อยในพื้นที่นาของเกษตรกรในอำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งพบว่าปัญหาสำคัญที่ทำให้เกษตรกรตัดสินใจปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนในพื่นที่นาเนื่องจากราคาข้าวตกต่ำเป็นหลัก รองลงมาคือปัญหาภัยแล้ง และ ปัญหาปัจจัยการผลิตราคาแพง โดยเฉพาะค่าปุ๋ยเคมี และปัญหาการขาดแรงงาน ซึ่งการปลูกหญ้าหวายข้อในพื้นที่นาจึงมีความเหมาะสม โดยทั่วไปหญ้าหวายจะทนแล้งได้ดีมาก เกษตรกรมักปล่อยให้เติบโต ด้วยการอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติเป็นหลัก แต่อาจให้น้ำบ้างในช่วงฤดูแล้ง เพื่อให้มีหญ้าสำหรับโคกินการตัดหญ้าควรนำมาใช้ประโยชน์ครั้งแรก หลังปลูกหญ้าอายุ 60-70 วัน หลังจากนั้นควรตัดทุกๆ 30-45 วัน โดยตัดสูงจากพื้น 5-10 เซนติเมตร (มนัส, 2556)

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรในการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง

ผลการศึกษาพบว่าความพึงพอใจของเกษตรกรในการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อในพื้นที่นาข้าวของเกษตรกรในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง เกษตรกรมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดในด้านต่างๆ ดังนี้ (1) การปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อแก้ปัญหาน้ำท่วมขัง มีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.47 (2) การตลาดมีผลต่อการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ พบว่าการปลูกหญ้าหวายข้อปล้องแก้ปัญหาน้ำท่วมขังได้ มีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.53 (3) การปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ แก้ปัญหาภัยแล้ง มีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.67 (4) การใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์ พบว่า การปลูกหญ้าหวายข้อ เป็นการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.33 (5) การดูและรักษา พบว่า การปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อดูแลรักษาง่าย มีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.80 (6) ผลผลิต พบว่า การปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อให้ผลิตสูงมีคะแนนเฉลี่ย

ทั้งหมดเท่ากับ 4.26 ในระดับมากที่สุด (8) รายได้สูงขึ้น พบว่า การปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ ช่วยให้ครอบครัวมีรายได้เพิ่มขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.80 (9) คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น พบว่า การปลุกหญ้าพันธุ์หวายข้อ ช่วยให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.67 (10) การใช้พื้นที่ พบว่า การใช้พื้นที่ในการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ สามารถทดแทนการปลูกพืชหลักได้ดี มีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.73

ในขณะที่เกษตรกรมีความพึงพอใจระดับมากในด้านต่างๆ ดังนี้ (1) ปัญหาโรคและแมลง พบว่า การปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ ลดปัญหาโรคและแมลงได้ โดยมีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.13 และ (2) การปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง มีคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 3.60 ซึ่งหมายความว่า การปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ ให้ผลผลิตต่อเนื่องในระดับมากที่สุดและถึงระดับปานกลาง

ทั้งนี้ความพึงพอใจในการปลูกหญ้าหวายข้อในนาข้าวของเกษตร ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุงรายละเอียดดังแสดงใน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 : ความพึงพอใจของเกษตรกรในการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ ในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง

รายการ	ระดับคะแนนเฉลี่ย
การปลูกหญ้าหวายข้อแก้ปัญหาน้ำท่วมขังได้	4.47
การปลูกหญ้าหวายข้อมีความต้องการของตลาดสูง	4.53
การปลูกหญ้าหวายข้อแก้ปัญหาภัยแล้งได้	4.67
การปลูกหญ้าหวายข้อเป็นการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์	4.33
การปลูกหญ้าหวายข้อดูแลรักษาง่าย	4.80
การปลูกหญ้าหวายข้อลดปัญหาโรคระบาดและศัตรูพืชได้	4.13
การปลูกหญ้าหวายข้อให้ผลผลิตสูง	4.26
การปลูกหญ้าหวายข้อให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง	3.60
การปลูกหญ้าหวายข้อช่วยให้ครอบครัวมีรายได้เพิ่มขึ้น	4.80
การปลูกหญ้าหวายข้อช่วยให้มีคุณภาพชีวิตดีที่ดีขึ้น	4.47
การใช้พื้นที่ในการปลูกหญ้าสามารถทนแทนการปลูกพืชหลักได้ดี	4.73

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้พบว่าเกษตรกรเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 93.33 อายุเฉลี่ยอยู่ที่ 41 ปี นับถือศาสนาพุทธ คิดเป็นร้อยละ 93.33 อาชีพหลักเป็นเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 40 เป็นการทำสวนยางพารา ทำสวนปาล์มน้ำมัน เป็นต้น ทุกรายปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อเป็นอาชีพเสริม สภาพพื้นที่ก่อนปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ เป็นที่นามากที่สุด รองลงมาคือเป็นที่รกร้างไม่ใช้ประโยชน์ และ ปลูกผักและสวนผลไม้ ตามลำดับ สาเหตุในการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อทดแทนการปลูกพืชหลักเนื่องจากปัญหาน้ำท่วม ราคาผลผลิต (พืชหลัก) ขาดแคลนน้ำ/ภัยแล้ง ราคาพืชหลักตกต่ำ เกษตรกรทุกรายเห็นว่าข้อดีของการปลูกหญ้าพันธุ์หวายข้อ คือเป็นที่ต้องการของตลาด มีแหล่งจำหน่ายรองรับแน่นอน เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ (น้ำท่วมและภัยแล้ง) จำหน่ายได้ราคาสูง มีความพึงพอใจรวมในประเด็นต่างๆ ในระดับมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ขอขอบคุณเกษตรกรที่ปลูกหญ้าหวายข้อในพื้นที่นาข้าว ในหมู่ที่ 9 ตำบลนาปะขอ อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง ทุกราย ที่ให้ข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบคุณนางสาวกุลธิดา ผายพิมพ์ และนางสาวสายชล บุญช่วย นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตพืช ผู้ช่วยวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

โครงการพัฒนาแหล่งน้ำอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2552). **ปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพพื้นที่จังหวัดพัทลุง**. (Online): http://www.rid.go.th/royalproject/index.php?option.com . 29 มีนาคม 2562.

พลากร สัตย์ซื่อ และปุรวิชญ์ พิทยาภินันท์. (2558). **การตัดสินใจปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่นาข้าวของเกษตรกรในอำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา**. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. น.81-96.

พืชเกษตรไทย. (2556). **ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของหญ้าหวายข้อปล้อง.** (Online): http://puechkaset.com . 2 มกราคม 2563

มนัส ชุมทอง. (2556). **หญ้าหวายข้อ**. (Online): : http://uclid.blogspot.com/2013/02/whip-grass_21.html . 15 มกราคม 2563

ศูนย์บริการข้อมูลอำเภอ. (2556). **ข้อมูลพื้นฐานของอำเภอบางแก้วจังหวัดพัทลุง**. (Online): : http://www.amphoe.com/menu.php?mid=1&am=403&pv=34. 29 มีนาคม 2562.

สงัด ทองภูธรณ์. (2550). **การตัดสินใจปลูกอ้อยในพื้นที่นาของเกษตรกรในอำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เพื่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียนบริเวณพื้นที่อำเภอธารโต จังหวัดยะลา

Efficiency of antagonistic microorganism for inhibiting root rot disease in durian at Thanto district, Yala province

ฮากีมะฮ์ เจ๊ะโด[1], **อาจารย์นุรอัยนี หะยียูโซะ**[2*]

Hakimah Che'do[1], Nur-ainee Hayeeyusoh[2*]

บทคัดย่อ

การยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่เป็นสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียนด้วยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่แยกได้จากดินบริเวณสวนทุเรียน อ. ธารโต จ.ยะลา จำนวน 5 สวน ซึ่งได้ทำการคัดแยกเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าด้วยวิธีการ Tissue transplanting และทำการคัดแยกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากตัวอย่างดินด้วยวิธีการ spread plate โดยเพาะบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) และ Nutrient agar (NA) พบว่าเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่า 1 ไอโซเลท และจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั้งหมด 52 ไอโซเลท เมื่อนำเชื้อราปฏิปักษ์ (30 ไอโซเลท) และเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ (22 ไอโซเลท) ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ด้วยวิธีการ Dual culture พบว่าเชื้อราปฏิปักษ์ Ua3 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ได้ดีที่สุด (61.18%) รองลงมาคือ Ub2 (58.01%), Ud1 (55.81%) ตามลำดับ และเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ Bt2 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ได้ดีที่สุด (50.28%) รองลงมาคือ Bv2 (27.80%), Bu2 (24.72%) ตามลำดับ จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า เชื้อราปฏิปักษ์ Ua3, Ub2 และ Ud1 มีศักยภาพในการยับยั้งที่ดีที่สุดเหมาะสำหรับการนำมาใช้ในควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่เป็นสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียน ซึ่งถือว่าวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และเกษตรกร

คำสำคัญ: ต้นทุเรียน, โรครากเน่าโคนเน่า, จุลินทรีย์ปฏิปักษ์

[1]นักศึกษา สาขาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]อาจารย์ สาขาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** hakimah.c@yru.ac.th

Abstract

In Inhibition of Phytophthora sp., the causes of root rot disease in durian tree, antagonistic microorganisms were isolated from soil of 5 Durian orchards, in Thanto District, Yala Province, for experiment. Durian tree with symptoms of disease were sampling and analysed with tissue transplanting method. Antagonistic microorganisms from soil samples were isolated by spread plate method and culturing on Potato Dextrose Agar (PDA) and Nutrient agar (NA). Results were found 1 isolate of Phytophthora sp. and 52 isolates of antagonistic microorganism. Antagonistic fungi (30 isolate) and bacteria (22 isolate) were tested the effectiveness in inhibiting Phytophthora sp. with dual culture method. Antagonistic fungi were found Ua3 have the most effective in inhibiting the growth of Phytophthora sp., (61.18%) followed by Ub2 (58.01%), Ud1 (55.81%) respectively. Antagonistic bacteria Bt2 were the most effective (50.28%) followed by Bv2 (27.80%), and Bu2 (24.72%) respectively. The result showed that antagonistic fungi Ua3, Ub2 and Ud1 had the best potential for controlling Phytophthora sp., the cause of root rot in durian. Therefore, solving problem with biocontrol is an environmentally friendly method.

Keywords: Durian, Root rot disease, Antagonistic microorganisms

บทนำ

โรครากเน่าและโคนเน่าของพืชในต้นทุเรียน สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* sp. หรือเห็ดราใน Class Ascomycetes และ Basidiomycetes โรคนี้ระบาดมากในฤดูฝน หรือในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงและในสภาพอากาศที่มีความแปรปรวน จะแพร่ระบาดด้วยสปอร์ของเชื้อรา โดยเฉพาะต้นไม้ที่ปลูกในบริเวณที่มีความชื้นแฉะตลอดเวลา เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้พื้นที่การปลูกทุเรียนลดน้อยลงอย่างรวดเร็วในประเทศไทยจนทำให้ต้นทุเรียนได้รับความเสียหายและล้มตายไปจำนวนหลายต้น กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, (2550) โดยลักษณะอาการของโรคที่ปรากฏของพืชจะเห็นได้อย่างเด่นชัดก็คือ พบผิวเปลือกบริเวณโคนต้นมีอาการฉ่ำน้ำและมีน้ำยางสีน้ำตาลเข้มไหลออกมา เมื่อลอกเปลือกออกจะพบเนื้อเยื่อใต้เปลือกเป็นแผลสีน้ำตาลหรือเป็นลายริ้วเน่าเยิ้มเป็นบริเวณกว้างตามลำต้น เชื้อจะลุกลามอยู่ภายในทำให้เกิดแผลเน่าเยิ้มขยายใหญ่ไปตามลำต้น ราก รอบโคนต้น และลึกเข้าไปในท่อน้ำ ท่ออาหาร ตามมาด้วยต้นทรุดโทรม เหี่ยว ใบร่วงและยืนต้นตาย กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรการเกษตร, (2556) การแก้ปัญหาโรครากเน่าโคนเน่าจะมีอยู่หลายวิธี เช่นการใช้สารเคมีในการกำจัดโรค แต่วิธีนี้อาจใช้ได้ผลแค่เพียงในระยะเวลาสั้นๆเท่านั้น เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวกได้ผลรวดเร็ว และอาจตามมาด้วยการเกิดสารเคมีตกค้าง จนทำให้มีผลกระทบหลายๆอย่างตามมาด้วย ด้วยเหตุดังกล่าวได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชีววิธีในการควบคุมเชื้อที่เป็นสาเหตุโรค ด้วยเชื้อปฏิปักษ์ที่มีความสามารถในการสร้างสารยับยั้งและฆ่าเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่เป็นสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนได้ดีกว่าการใช้วิธีนี้จะไม่ทำให้เกิดสารเคมีตกค้างได้ อีกทั้งยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย นลินี ศิวากรณ์ ,ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา, สุธามาศ ณ น่าน, และปรีชาสุรินทร์. (2541)

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้เพื่อคัดแยกเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียน เพื่อคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียนในดินและบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคัดแยกเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียน เพื่อคัดแยกเชื้อปฏิปักษ์ในดิน และบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียนบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การคัดแยกเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่า *Phytophthora* sp. ดัดแปลง Ho and Jong, (1989)

คัดแยกเชื้อราสาเหตุโรคพืชจากต้นทุเรียนในส่วนที่เป็นเปลือกที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในบริเวณพื้นที่อำเภอธารโต มาทั้งหมด 5 สวน โดยใช้เทคนิค Tissue transplanting ตัดตัวอย่างส่วนที่แสดงอาการของโรคพืชขนาด 5×5 มิลลิเมตร แล้วนำไปแช่ในสารละลาย Clorox 10% นาน 5 นาที จากนั้นนำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) เสร็จแล้วนำเชื้อที่เลี้ยงไว้บนอาหาร PDA ไปบ่มในตู้บ่มเชื้อรา Incubeter ยี่ห้อ Memmert รุ่น IN110 เป็นเวลา 3-7 วัน เมื่อเชื้อเจริญได้เต็มที่ ให้นำเชื้อไปคัดแยกจนกว่าจะได้เชื้อที่บริสุทธิ์ แล้วนำไปตรวจสอบสัณฐานภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของเชื้อรา โดยทำการเทียบกับข้อมูลการคัดแยกเชื้อรา พัฒนา สนธิรัตน,ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน, ธนวัฒน์ กำแหงฤทธิรงค์, วิรัช ชูบำรุง, และ อุบล คือประโคน. (2537)

2. การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ดัดแปลงจาก Jayaram and Nagao, (2018)

ตักดิน 1 กรัม ผสมในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื่อ 9 มิลลิเมตร ทำการเจือจางแบบ 10 เท่า โดยหยดดินแขวนลอยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA, PDA เกลี่ยเชื้อให้ทั่วบริเวณหน้าอาหาร นำเชื้อที่เลี้ยงไว้บนอาหารไปบ่มในตู้บ่มเชื้อ ยี่ห้อ Binder รุ่น BD115 เป็นเวลา 2 วัน เมื่อเชื้อเจริญได้เต็มที่ ให้นำเชื้อไปแยกจนกว่าจะได้เชื้อที่ แล้วนำไปตรวจสอบสัณฐานภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ nikon รุ่น FE46100

3. การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรค ดัดแปลงจาก Nawrot-Chorabik, (2013)

ใช้ cork borrer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. และเชื้อราปฏิปักษ์ จากนั้นย้ายชิ้นส่วนวุ้นของเชื้อรา *Phytophthora* sp. และชิ้นส่วนวุ้นของเชื้อราปฏิปักษ์ วางบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในลักษณะตรงข้ามกันให้มีระยะห่าง 6 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเชื้อรา *Phytophthora* และเชื้อราปฏิปักษ์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นชุดการทดลองเปรียบเทียบ (Control) จำนวน 3 ครั้ง แล้วนำไปบ่ม Incubeter ยี่ห้อ Memmert รุ่น IN110 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน ใช้ Vernier caliper ยี่ห้อ SUMO รุ่น OKU 433 วัดรัศมีของโคโลนีเชื้อรา *Phytophthora* sp. ในจานทดสอบและจานควบคุม แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ (%) ในการยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อรา *Phytophthora* sp. (percent inhibition of radial growth – PIRG) PIRG = [(R1 - R2)/R1 x 100] กำหนดให้ R1 = ความยาวรัศมีโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ในจานควบคุม และ R2 = ความยาวรัศมีโคโลนีของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ในจานทดสอบ

4. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อยับยั้งเชื้อสาเหตุโรค ดัดแปลงจาก Shaikh Farah and Sahera, (2013)

นำ cork borer เจาะเส้นใยของเชื้อรา *Phytophthora* sp. วางลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยวางห่างจากขอบจาน 2.5 เซนติเมตร จากนั้นใช้ loop แตะเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ จากโคโลนี ลากเส้นตรงด้านตรงกันข้ามให้ห่างจากขอบจาน 2.5 เซนติเมตร ส่วนจานควบคุมไม่ต้องใช้เชื้อทดสอบ บ่มในตู้บ่ม Incubeter ยี่ห้อ Memmert รุ่น

IN110 ไว้ที่อุณหภูมิห้อง 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นใช้ Vernier caliper ยี่ห้อ SUMO รุ่น OKU 433 วัดรัศมีของโคโลนีเชื้อรา *Phytophthora* sp. ในจานทดสอบและจานควบคุม แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อ *Phytophthora* sp. (percent inhibition of radial growth=PIRG) โดยมีสูตรคำนวณ PIRG = [(R1 - R2)/R1 x 100]

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การคัดแยกเชื้อสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่า *Phytophthora* sp.

จากการคัดแยกเชื้อราสาเหตุโรค *Phytopthora* sp. พืชจากเปลือกของต้นทุเรียนที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา โดยใช้เทคนิค Tissue transplanting พบว่าสามารถเจอเชื้อ *Phytopthora* sp. ได้ ดังแสดงในภาพที่ 1



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 1. ลักษณะของเชื้อรา *Phytopthora* sp.

(ก) : Morphology ของเชื้อรา *Phytopthora* sp. ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีลักษณะเส้นสี ขาวฟูเล็กน้อย ผิวเรียบบนหน้าอาหาร

(ข) : ลักษณะของ Sporangium ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 1000 เท่า

(ค) : ลักษณะของ Oogonium ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 1000 เท่า

การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากดินบริเวณ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา

จากการคัดแยกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากดินในบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ด้วยวิธีการ Serial dilution spread plate สามารถคัดแยกได้ทั้งหมด 52 ไอโซเลท คือเชื้อรา 30 ไอโซเลท และแบคทีเรีย 22 ไอโซเลท ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. จำนวนไอโซเลทของเชื้อที่แยกได้ใน 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา

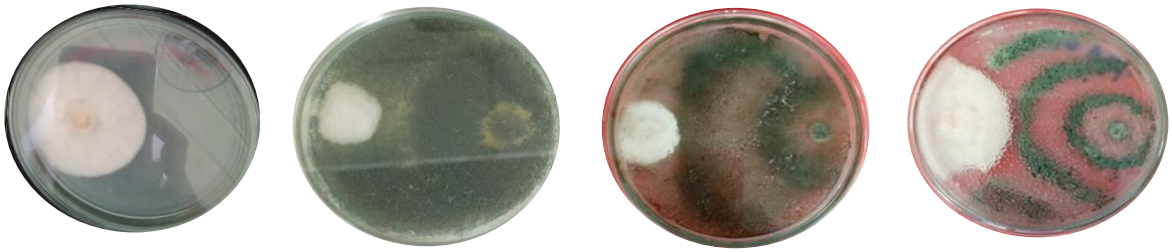
สถานที่เก็บตัวอย่าง	ไอโซเลทของเชื้อรา	ไอโซเลทของแบคทีเรีย
สวนที่ 1	Ua1, Ua2, Ua3, Ua4, Ua5	Bs1, Bs2, Bs3, Bs4, Bs5
สวนที่ 2	Ub1, Ub2, Ub3, Ub4, Ub5, Ub6, Ub7	Bt1, Bt2, Bt3
สวนที่ 3	Ud1, Ud2, Ud3, Ud4, Ud5, Ud6	Bu1, Bu2, Bu3, Bu4, Bu5, Bu6
สวนที่ 4	Uc1, Uc2, Uc3, Uc4	Bv1, Bv2, Bv3, Bv4, Bv5
สวนที่ 5	Ue1, Ue2, Ue3, Ue4, Ue5, Ue6, Ue7, Ue8	Bx1, Bx2, Bx3

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp.

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ที่แยกได้จากดินในบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต ด้วยวิธีการ Dual culture จากทั้งหมด 30 ไอโซเลท พบว่ามี 3 ไอโซเลทที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้ โดย Ua3 มีประสิทธิภาพการยับยั้ง*Phytophthora* sp. ดีที่สุด รองลงมาคือ Ub2 และ Ud3 เท่ากับ 61.18%, 58.01% และ 52.81% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2. และภาพที่ 2

ตารางที่ 2. ประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp.

ไอโซเลท	ขนาดเส้นผ่าศูนย์ของเชื้อ *Phytophthora* sp. (ชุดควบคุม)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์ของเชื้อ *Phytophthora* sp. (ชุดทดสอบ)	ประสิทธิภาพในการยับยั้งต่อการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* sp.
Ua3	94.3	36.6	**61.18%**
Ub2	94.3	39.6	58.01%
Ud1	94.3	44.5	52.81%



(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 2. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar

(ก) : Colony ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่เป็นชุดควบคุม (94.3)

(ข) : Colony ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. กับเชื้อราปฏิปักษ์ **Ua3** ที่เป็นชุดทดสอบ มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ (61.18%)

(ค) : Colony ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. กับเชื้อราปฏิปักษ์ **Ub2** ที่เป็นชุดทดสอบ มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ (58.01%)

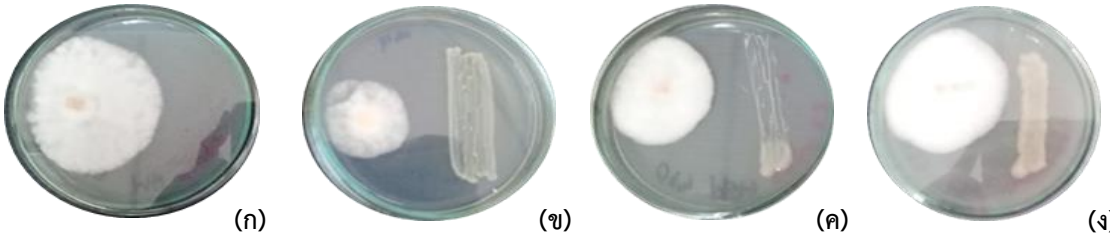
(ง) : Colony ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. กับเชื้อราปฏิปักษ์ **Ud1** ที่เป็นชุดทดสอบ มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ (52.81%)

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp.

จากการศึกษาประสิทธิภาพการของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ที่แยกได้จากดินในบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ด้วยวิธีการ Dual culture จากทั้งหมด 22 ไอโซเลท พบว่ามี 3 ไอโซเลทที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้ดีที่สุด โดย Bt2 มีประสิทธิภาพการยับยั้ง *Phytophthora* sp. ดีที่สุด รองลงมาคือ Bv2 และ Bu2 เท่ากับ 50.28%, 27.80% และ 24.72% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 3, 4

ตารางที่ 3. ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp.

สถานที่เก็บตัวอย่าง	ไอโซเลท	ขนาดเส้นผ่าศูนย์ของเชื้อ *Phytophthora* sp. (ชุดควบคุม)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์ของเชื้อ *Phytophthora* sp. (ชุดทดสอบ)	ประสิทธิภาพในการยับยั้งต่อการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* sp.
สวนที่1	Bs1	50.35	39	22.54%
	Bs2	50.35	41.25	18.07%
	Bs3	50.35	45.6	19.4%
	Bs4	50.35	43.6	13.40%
	Bs5	50.35	45.15	10.32%
สวนที่2	Bt1	50.35	50.15	10.39%
	Bt2	50.35	25.03	**50.34%**
	Bt3	50.35	49.1	12.48%
สวนที่3	Bu1	50.35	41.85	16.88%
	Bu2	50.35	37.9	**24.72%**
	Bu3	50.35	45.1	10.42%
	Bu4	50.35	49.1	12.50%
	Bu5	50.35	43.9	12.81%
	Bu6	50.35	40.15	20.25%
สวนที่4	Bv1	50.35	47	16.65%
	Bv2	50.35	36.35	**27.80%**
	BV3	50.35	47.35	15.95%
	Bv4	50.35	41.6	17.37%
	Bv5	50.35	38.55	23.43%
สวนที่5	Bx1	50.35	44.35	11.91%
	Bx2	50.35	42.95	14.69%
	Bx3	50.35	39.05	22.44%



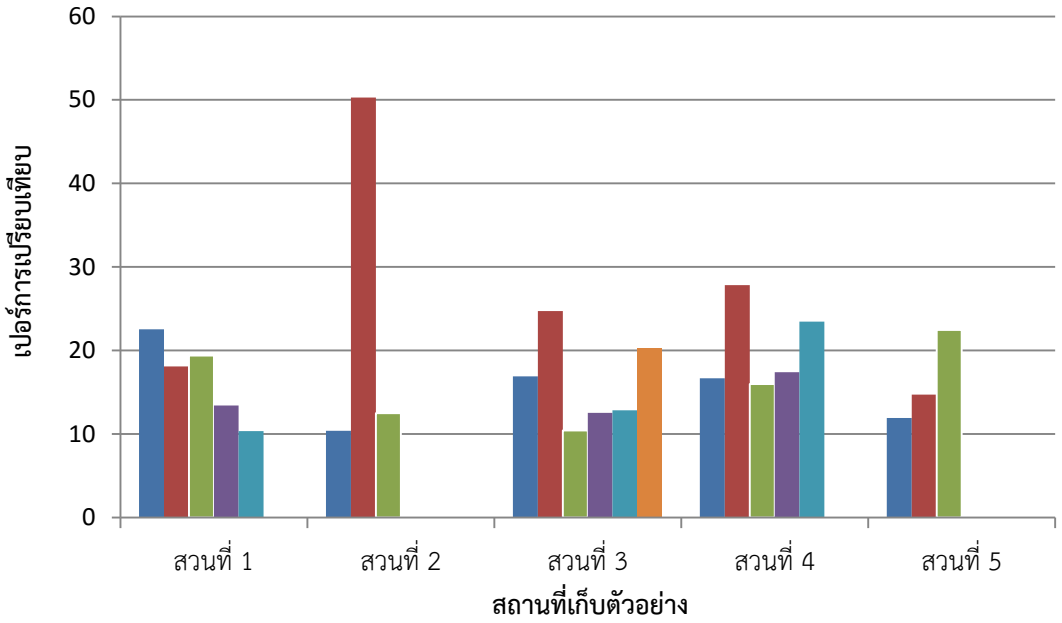
ภาพที่ 3. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อการยับยั้ง *Phytophthora* sp. ที่มีค่าการยับยั้งสูงสุด 5 ไอโซเลท จากทั้งหมด 22 ไอโซเลท บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar

(ก) : Colony ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่เป็นชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ (50.35)

(ข) : Colony ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. กับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ **Bt2** ที่เป็นชุดทดสอบ มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ (50.28%)

(ค) : Colony ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. กับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ **Bv2** ที่เป็นชุดทดสอบ มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ (27.80%)

(ง) : Colony ของเชื้อรา *Phytophthora* sp. กับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ **Bu2** ที่เป็นชุดทดสอบ มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ (24.72%)



ภาพที่ 4. การแสดงการเปรียบเทียบการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp.

อภิปรายผล

1. การคัดแยกเชื้อรา *Phytophthora* sp.

จากการคัดแยกเชื้อ *Phytophthora* sp. ที่ได้จากเปลือกของต้นทุเรียนในบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา พบว่าสามารถคัดแยก และเจอเชื้อ *Phytophthora* sp. จากเปลือกที่แสดงอาการของโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ho and Jong, (1989) ที่ได้ทำการแยกเชื้อจากเปลือกทุเรียนที่เป็นโรค และพบว่าสามารถคัดแยกเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้

2. การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

จากการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ได้จากดินในบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา พบว่าสามารถคัดแยก และเจอเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ได้ในดิน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jayaram and Nagao, (2018) ที่ได้ทำการแยกเชื้อจากดินด้วยวิธีการ Serial dilution spraed plate และพบว่าสามารถคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ได้

3. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp.

จากการศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ด้วยวิธีการ Dual culture พบว่าเชื้อราปฏิปักษ์สามารถยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nawrot-Chorabik and K, (2013) ที่ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อเชื้อ *Phytophthora* sp. โดยใช้วิธีการ Dual culture และพบว่าเชื้อราปฏิปักษ์สามารถยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp.ได้

4. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp.

จากการศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ*Phytophthora* sp. ด้วยวิธีการ Dual culture พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์สามารถยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shaikh Farah and Sahera, (2013) ที่ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อเชื้อ *Phytophthora* sp. โดยใช้วิธีการ Dual culture และพบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์สามารถยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้

สรุปผลการวิจัย

จากการคัดแยกเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่เป็นสาเหตุการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าในต้นทุเรียน และการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากดินในบริเวณพื้นที่ 5 สวน ที่อยู่ในขอบเขตอำเภอธารโต จังหวัดยะลา สามารถคัดแยกได้ทั้งหมด 52 ไอโซเลท เมื่อนำมาทำการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ด้วยวิธีการ Dual culture พบว่ามี 25 ไอโซเลท เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ 3 ไอโซเลท คือ Ua3 มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่ดีที่สุด อยู่ที่ รองลงมาคือ Ub2 และ Ud3 เท่ากับ 61.18%, 58.01% และ 52.81% ส่วนเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ จากทั้งหมด 22 ไอโซเลท พบว่ามี 3 ไอโซเลทที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้ดีที่สุด โดย Bt2 มีประสิทธิภาพการยับยั้ง*Phytophthora* sp. ดีที่สุด รองลงมาคือ Bv2 และ Bu2 เท่ากับ 50.28%, 27.80% และ 24.72% ตามลำดับ จากการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เชื้อราปฏิปักษ์ Ua3, Ub2 และ Ud1 มีศักยภาพในการยับยั้งที่ดีที่สุดเหมาะสำหรับการนำมาใช้ในควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* sp. มากกว่าการเลือกใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ เนื่องจากแบคทีเรียปฏิปักษ์มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่น้อยกว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อราปฏิปักษ์

คุณค่าทางวิชาการ

ควรให้มีการนำจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร โดยมีหลายวิธีการดังนี้ การคลุกเมล็ด การราดดิน การทา และการพ่น เป็นต้น เพราะการการใช้ชีววิธีในการควบคุมเชื้อที่เป็นสาเหตุโรค ด้วยเชื้อปฏิปักษ์ที่มีความสามารถในการสร้างสารยับยั้งและฆ่าเชื้อรา *Phytophthora* sp. ที่เป็นสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนได้ดีกว่าการเลือกใช้สารเคมี โดยสามารถศึกษาวิธีการเพิ่มเติมได้จาก นิพนธ์ ทวีชัย. (2553)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากอาจารย์ นุรอัยนี หะยียูโซะ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ อับดุลลาห์ โดลาห์ ดาลี อาจารย์ ดร. สุธิมา ปรีเปรม อาจารย์ คอสียาห์ สะลีอาจารย์ พูรกอนนี สาและ กรรมการที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ซูไบด๊ะ หะยีวาเงาะ ประธานหลักสูตร คุณพ่อและคุณแม่ ซึ่งให้คำแนะนำ คำปรึกษาในทุกๆเรื่อง ให้ความช่วยเหลือทุกครั้งที่เกิดปัญหา และตรวจสอบเอกสารให้ถูกต้องตลอดจนจัดหาเอกสารที่เป็นประโยชน์ ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2550). ระบบการจัดการคุณภาพ : GAP พืช ทุเรียนกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 69.

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2556).นโยบายและแนวทางการดำเนินงานส่งเสริมการเกษตร ปีงบประมาณ พ.ศ.2557. กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

นลินี ศิวากรณ์ ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา สุธามาศ ณ น่าน และปรีชาสุรินทร์. (2541). ศึกษาการควบคุมโรคของทานตะวันโดยชีววิธี. กองโรคพืชและจุลชีววิทยากรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กลุ่มวิจัยโรคพืชน้ำ มันและพืชไร่ตระกูลถั่ว, 39-52.

นิพนธ์ ทวีชัย. (2553). โรคพืชและการจัดการด้วยวิธีชีวภาพ. ในสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (เล่มที่ 35, หน้า 129-159). กรุงเทพฯ : โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว.

พัฒนา สนธิรัตน, ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน, ธนวัฒน์ กำแหงฤทธิรงค์, วิรัช ชูบำรุง และ อุบล คือประโคน. (2537). ดรรชนีโรคพืชในประเทศไทย. กลุ่มงานวิทยาไมโค กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 285.

Ho, H. H., and Jong, S. C. (1989). *Phytophthora erythroseptica*. Mycotaxon 36:73-90.

Jayaram, M. and Nagao, H. 2018. Potato dextrose agar with rose-Bengal and chloramphenicol: A new culture medium to isolate pathogenic Exophiala dermatitidis from the environment. Klimik Dergisi, 31(1), 11-15.

Nawrot-Chorabik, K. (2013). The use of interactions in dual cultures in vitro to evaluate the pathogenicity of fungi and susceptibility of host plant genotypes. Environmental Biotechnology – New Approaches and Prospective Applications. http://dx.doi.org/10.50772/

Shaikh Farah, T. and Sahera, N. (2013). In Vitro Assessment of antagonistic activitity of *Trichoderma* viride and *Trichoderma harzianum* against pathogenic fungi. Indian Journal of Applied Research 3: 57-59.

Waterhouse, G. M. (1963). Key to *Phytophthora* . Mycological Papers. 92, 1-22.

Wather, D. and Gindrat, D. (1988). Biological control of damping-off of sugarbeet and cotton with Chaetomium *globosum* or a fluorescent *Pseudomonas* sp. *Can*. J. *Microbiol*. 34, 631-637.

การคัดแยกแลกติกแอซิดแบคทีเรียที่สามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดจากกุ้งส้ม อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

Isolation of Lactic bacteria producing **γ**-aminobutyric acid from Kung-Som Chian Yai, Nakorn Si Thammarat

นางสาวมณฑกานต์ ทองสม[1*] นางสาววิไลวรรณ ไชยศร[2*] และนางสาวสิริกุล เพชรหวล[2*]

บทคัดย่อ

กุ้งส้มเป็นอาหารหมักที่ผลิตโดยการผสมกุ้งกับเกลือและน้ำตาลโตนด เก็บตัวอย่างกุ้งส้ม 7 ตัวอย่างจากจุดจำหน่าย อำเภอเชียรใหญ่ สามารถคัดแยกแบคทีเรียแลกติกจากตัวอย่างกุ้งส้มได้ 48 ไอโซเลท โดยทุกไอโซเลทมีรูปร่างท่อนสั้น ติดสีแกรมบวก และไม่สร้างเอนไซคะตาเลส ความสามารถของแบคทีเรียแลกติกที่แยกได้ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียโรค (*Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteric* และ *Staphylococcus aureus*) และการประเมินความปลอดภัยถูกทดสอบ พบว่าแบคทีเรียแลกติก 7 ไอโซเลท (L1, L2, L4, L5, L7, L46 และ L47) สามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคได้ แบคทีเรียแลกติกเหล่านี้ยังมีความไวต่อยาปฏิชีวนะ ไม่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง และไม่ผลิตสารไบโอจีนิกเอมีน การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดพบว่าแบคทีเรียแลกติก L2, L4, L5 และ L7 สามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดได้ โดยแบคทีเรียแลกติก L5 มีประสิทธิภาพในการผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดสูงสุด (1.12mg/ml) ไอโซเลท L2, L4, L5 และ L7 ถูกจำแนกด้วยวิธีการทางชีวเคมีพบว่าเป็นแบคทีเรียแลกติกสกุล *Lactobacillus* sp. ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นกล้าเชื้อในอาหารหมักได้

คำสำคัญ : กุ้งส้ม, แบคทีเรียแลกติก, แกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด

[1, 2]อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

*Corresponding author, E-mail: montakarn2008@hotmail.com

Abstract

Kung-Som is fermented food produced by mixing shrimp with salt and jaggery. Seven samples of Kung-Som were collected from Chian Yai district distribution point. Forty-eight isolates of lactic acid bacteria could be isolated from Kung-Som samples. All isolates were rod shape, gram positive and catalase negative. The ability of isolated lactic acid bacteria to inhibit pathogenic bacteria (*Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteric* and *Staphylococcus aureus*) and safety assessment were investigated. It was found that 7 lactic acid bacteria isolate (L1, L2, L4, L5, L7, L46 and L47) were able to inhibit pathogens. These isolates also showed sensitivity to antibiotics with no hemolysis to red blood cells and no production of biogenic amine. Studies on the efficiency for gamma-amino butyric acid production found that isolate L2, L4, L5 and L7 can produce GABA. Among these isolates, L5 exhibited highest efficiency for GABA production (1.12mg / ml). Isolate of L2, L4, L5 and L7 were identified using biochemical methods as genus *Lactobacillus sp.* which can be used as a starter in fermented foods.

Keywords: Kung-Som, Lactic bacteria, γ-aminobutyric acid

บทนำ

อาหารหมัก (Fermented food) เป็นอาหารที่อยู่คู่กับท้องถิ่นชาวใต้ซึ่งจะมีความหลากหลายของการบริโภคอาหารหมักไม่ว่าจะเป็นอาหารหมักจากพืชผัก เช่น หน่อไม้ดอง ผักเสี้ยนดอง ผักกาดดอง ผักหนามดอง อาหารหมักดองจากเนื้อสัตว์ เช่น ปลาส้ม กุ้งส้ม ปลาแป้งแดง หนางหมู หนางวัว ซึ่งล้วนแต่เป็นอาหารหมักที่อาศัยภูมิปัญญาท้องถิ่นในการการผลิต ในกระบวนการหมักนั้นจะต้องอาศัยจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญนั่นคือแบคทีเรียแลกติกซึ่งเป็นที่ยอมรับในเรื่องความปลอดภัย (Generally recognized as safe bacteria; GRAS status) แบคทีเรียแลกติกเป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลมและท่อน ไม่สร้างสปอร์ ไม่สร้างเอนไซม์คะตาเลส ทนต่อสภาวะเป็นกรดสูง สามารถเจริญได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย แบคทีเรียแลกติกถูกนำมาใช้ในการผลิตอาหารหมักและการถนอมอาหารจากผลิตผลทางการเกษตรหลายชนิด โดยแบคทีเรียแลกติกอาจมีอยู่ในวัตถุดิบ หรืออาจเติมแบคทีเรียแลกติกในรูปเชื้อตั้งต้น (Starter culture) เติมลงในอาหารภายใต้ภาวะควบคุม อย่างไรก็ตามแบคทีเรียแลกติกสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะรสชาติ เนื้อสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้แบคทีเรียแลกติกมีความสำคัญในการถนอมอาหารทำให้อาหารมีความเป็นกรด-ด่างลดต่ำลงในระหว่างการหมักนอกจากนี้ยังสามารถสร้างสารแบคเทอริโอซินซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค แบคทีเรียแลกติกบางสายพันธุ์สามารถเปลี่ยนสารกลูตาเมต (Glutamate) ให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายคือแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด และคาร์บอนไดออกไซด์ (Cho et al., 2011)

กรดแกมมาอะมิโนบิวไทริก (Gamma aminobutyric acid: GABA) มีสูตรโมเลกุลคือ $C_4 H_9 NO_2$ เป็นกรดอะมิโนประเภท non protein พบมากในระบบประสาทของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (Cho et al., 2011) ทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ในระบบประสาทส่วนกลางและยังเป็นสารสื่อประสาทประเภทยับยั้ง (Inhibitor) โดยทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมอง ช่วยให้สมองผ่อนคลาย นอนหลับสบาย ช่วยกระตุ้นต่อมไร้ท่อ (Anterior Pituitary) ผลิตฮอร์โมนช่วยในการเจริญเติบโต (HGH) เกิดการสร้างเนื้อเยื่อ (Kim and Kim, 2012) จากการศึกษาของKimura (2002) พบว่าการบริโภคแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดเป็นประจำในปริมาณ 0.3-300mg/kg จะช่วยลดความดันโลหิต สารแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดเป็นที่รู้จักกันมานานแล้วในหลายประเทศซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติในอาหารหลายประเภททั้งในพืช ผัก ผลไม้ รวมถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักเช่น เต้าหู้ กิมจิ (Cho et al., 2011; Kim and Kim, 2012) สารแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดในธรรมชาติมีปริมาณไม่คงที่ และอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการที่จะทำให้เกิดผลตามที่ผู้บริโภคคาดหวังได้ ดังนั้นจึงมีการเติมแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดลงใน ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับในปริมาณที่เพียงพอ (กาญจนา, 2555) ซึ่งในปัจจุบันมีการนำเอาแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดมาเติมลงในอาหารเพื่อคุณค่า มูลค่าให้แก่อาหาร มีรายงานวิจัยหลายฉบับที่ใช้แบคทีเรียแลกติกที่สามารถผลิตกาบาได้เป็นเชื้อตั้งต้นในการผลิต โดยแบคทีเรียแลกติกที่สามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดจากโมโนโซเดียมกลูตาเมต ได้แก่ *Lactobacillus plantarum*, *L. Brevis* และ *L. lactis* ด้วยภูมิศาสตร์ของจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่อยู่ติดกับทะเลมีภูมิปัญญาท้องถิ่นในการถนอมอาหารจากทะเล โดยนำกุ้งมาผลิตเป็นกุ้งส้มโดยเฉพาะพื้นที่เขาพระบาท อำเภอเชียรกุ้งใหญ่ มีการจำหน่ายกุ้งส้มเป็นอาชีพของคนในท้องถิ่น

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะคัดแยกแบคทีเรียแลกติกที่สามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดจากตัวอย่างกุ้งส้มที่จำหน่ายใน ตำบลเขาพระบาท อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

วิธีดำเนินการวิจัย

1.การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างกุ้งส้มจากจุดจำหน่ายกุ้งส้มบริเวณเขาพระบาท อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. การคัดแยกแบคทีเรียแลกติก

นำตัวอย่างกุ้งส้ม 20 g มาผสมกับ 180 ml ของ 0.85% NaCl ปั่นเป็นเนื้อเดียวกันด้วย Stomacher Lab-Blender ทำการเจือจางลำดับส่วน (10^{-1}–10^{-6}) นำมา pour-plated บนอาหาร De Man, Rogosa and Sharpe (MRS agar ที่เติม 1% แคลเซียมคาร์บอเนต และ 1.5% โซเดียมคลอไรด์) บ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง เลือกโคโลนีเดี่ยวๆที่มีลักษณะเป็นกระสวยฝังในเนื้อวุ้น มาตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นโดยทดสอบการติดสีแกรม และทดสอบการผลิตเอนไซม์คะตะเลสได้ หลังจากนั้นเก็บเชื้อใน 20% กลีเซอรอล เก็บที่อุณหภูมิ -20°C ไว้เป็น stock

3. การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียโดยวิธี agar well diffusion method

ทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคโดยใช้แบคทีเรียในกลุ่ม enteric pathogen ได้แก่ *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteric* และ *Staphylococcus aureus* โดยทำการเพาะเชื้อแบคทีเรียแลกติกในอาหาร

เหลว MRS ที่เติม 1.5% NaCl บ่มที่ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง ที่ 10,000 g เป็นเวลา 10 นาที ที่ 4°C นำส่วนใสด้านบนไปกรองด้วย membrane filter (0.22mm) ปรับ pH ของน้ำเลี้ยงเชื้อให้เป็นกลางหลังจากนั้นนำน้ำเลี้ยงเซลล์ไปหยดลงในหลุมของอาหาร TSA ที่ทำการเกลี่ยเชื้อแบคทีเรียทดสอบ(10^6 CFU/ml) ไว้ก่อนแล้ว นำไปบ่มที่ 37°C 24 ชั่วโมง วัดผลโดยการวัด inhibition zone

4. การทดสอบความปลอดภัยของแบคทีเรียแลกติก

4.1 ทดสอบการย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (Hemolytic activity)

นำแบคทีเรียแลกติกที่แยกได้ streak ลงบนจานอาหาร Columbia agar ที่ผสม 5% human blood บ่มที่อุณหภูมิ 37°C 48 ชั่วโมง สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบนอาหารว่ามีการแตกสลายของเม็ดเลือดแดงหรือไม่ หากมีการย่อยสลายเม็ดเลือดแดงแบบสมบูรณ์ (Beta-hemolysis) เกิดวงใสสีเหลืองรอบโคโลนี (Alpha-hemolysis) เกิดวงใสเขียวรอบโคโลนี (Gramma-hemolysis) โคโลนีของเชื้อไม่เปลี่ยนแปลง

4.2 ทดสอบการสร้างสารไบโอเจนิกเอมีน (Biogenic amine production)

Streak เชื้อแบคทีเรียแลกติกที่แยกได้ลงในอาหาร Niven agar ที่ประกอบไปด้วย 0.5% tryptone, 0.5% Yeast extract, 2% L-histidine monohydrochloride, 0.5% NaCl, 0.1% $CaCO_3$, 2.0% agar และ 0.006% bromocresol purple (pH 5.3) บ่มเป็นเวลา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 35°C เลือกโคโลนีที่เป็นสีน้ำเงินหรือม่วงตรวจสอบการสร้างไบโอเจนิกเอมีน โดยสังเกตการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์รอบๆ โคโลนีของเชื้อแบคทีเรียแลกติกที่นำมาทดสอบ

4.3 การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะ (Antibiotic resistant) โดยวิธี disc diffusion method

โดยวิธี disc diffusion method เกลี่ยเชื้อแบคทีเรียแลกติกลงบน MRS agar จากนั้นวาง Antibiotic discs ได้แก่ cephalexin, chloramphenicol, erythromycin, gentamicin, kanamycin, polymyxin, rifampicin, streptomycin และ tetracycline บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 37°C 24 ชั่วโมง สังเกตการเกิด Inhibition zones แปลผลเป็น resistant (R), moderately susceptible (MS) และ susceptible (S)

5. การทดสอบความสามารถในการผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดของแบคทีเรียแลกติกที่คัดแยกได้

เพาะเลี้ยงแบคทีเรียแลกติกในอาหารเหลว MRS ที่เติม 5% Monosodium glutamate (MSG) และ 1.5 % โซเดียมคลอไรด์ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง (ดัดแปลงวิธีจาก Kim and Kim, 2012) ตรวจสอบการผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดด้วยวิธี Paper chromatography (ดัดแปลงวิธีจาก Li et al., 2009) ทำการแยกเซลล์และน้ำเลี้ยงเชื้อออกจากกันโดยการปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 8,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที นำน้ำเลี้ยงเชื้อที่แยกได้ 2 ไมโครลิตร จุดลงบนกระดาษTLC โดยใช้ MSG และสารละลายมาตรฐานแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดเป็นตัวเปรียบเทียบ จากนั้นใช้สารละลายผสม [1-butanol : accetic acid : distilled water (5:3:2)] ที่ผสม 1.2% ninhydrin ในการแยกสารแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด นำแผ่น TLC ไปอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 นาที สังเกตตำแหน่งสีที่ปรากฏ

การวัดปริมาณแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดทำโดยการตัดแผ่นกระดาษโครมาโตกราฟฟีตรงตำแหน่งของแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดนำมาละลายในสารละลายผสม [75% Ethanol : 0.6% $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (38:2, v/v)] ที่อุณหภูมิ

40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาทีจากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย UV-Vis spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 512 นาโนเมตร ทำการคำนวณปริมาณแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน (standard curve) ที่ได้จากสารละลายแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ (ดัดแปลงวิธีจาก Li et al., 2009)

6. การพิสูจน์เอกลักษณ์แบคทีเรียแลกติกโดยวิธีการทางชีวเคมี

นำแบคทีเรียแลกติกที่สามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดได้มาศึกษาลักษณะ รูปราง การติดสีแกรม การสร่างเอนไซมคะตาเลต การผลิตกรด และกาซจากกลูโคส การเจริญเติบโตที่ที่ 6.5 และ 18% โซเดียมคลอไรด์ การเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลลเซียส และการเจริญเติบโตที่พีเอช 4.4 และ 9.6

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1.การเก็บตัวอย่างและการคัดแยกแบคทีเรียแลกติก

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างกุ้งส้มวางจำหน่ายระหว่างทางตำบลเขาพระบาท อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 7 ตัวอย่าง ซึ่งสามารถคัดแยกแบคทีเรียแลกติกได้ 48 ไอโซเลท เมื่อนำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าเป็นแบคทีเรียมีรูปร่างท่อนสั้น ย้อมติดสีแกรมบวก การจัดเรียงตัวแบบกระจาย ไม่สร้างเอนไซม์คะตาเลส



ภาพที่ 1 ลักษณะตัวอย่างกุ้งส้มที่เก็บตัวอย่างจากเขาพระบาท อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียโดยวิธี agar well diffusion method

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรค *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteric* และ *Staphylococcus aureus* ของแบคทีเรียแลกติกที่คัดเลือกได้ จำนวน 48 ไอโซเลท พบว่าแบคทีเรียแลกติกสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 4 ชนิดได้ โดยมีแบคทีเรียแลกติก 7 ไอโซเลท (L1, L2, L4, L5, L7, L46 และ L47) ที่มีวงใสของการยับยั้งมากกว่า 20 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1) การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคโดยแบคทีเรียแลกติกนั้นเนื่องจากแบคทีเรียแลกติกสามารถเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสที่เป็นส่วนประกอบปริมาณสูงในอาหาร MRS เป็นกรดแลกติก (กรดอินทรีย์) และบ่มในที่ไม่มีมีออกซิเจนทำให้แบคทีเรียแลกติกสามารถสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ (มลิวรรณ, 2542) กลไกการทำงานของกรดอินทรีย์เกิดจากกรดอินทรีย์ที่อยู่ในรูปไม่แตกตัวจะสามารถ

ซึมผ่านผนังเซลล์ของแบคทีเรียและเกิดการสะสม ทำให้ pH ภายในเซลล์สูงกว่าภายนอกเซลล์กรดอินทรีย์ที่สะสมภายในเซลล์จะแตกตัวให้ไฮโดรเจนอิออน (hydrogen ion) เป็นจำนวนมากและจะไปรบกวนกระบวนการเมทาบลิซึมของเซลล์แบคทีเรีย แบคทีเรียแลกติกสามารถผลิต extracellular product ที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคได้แก่ กรดแลกติก กรดอินทรีย์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไดอะซิทิลและแบคเทอริโอซิน

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคของแบคทีเรียแลกติก

ไอโซเลท	ขนาดของวงใสในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค (mm)			
	E. coli	*B. cereus*	*S. enteric*	*S. aureus*
L1	++	++	+++	+++
L2	+++	+++	+++	+++
L4	+++	+++	+++	+++
L5	+++	+++	+++	+++
L7	+++	++	++	++
L46	++	+++	+++	+++
L47	++	+++	+++	+++

หมายเหตุ Inhibition zone 10-15mm = +, 16-20mm = ++, 21-25mm = +++

3. การทดสอบความปลอดภัยของแบคทีเรียแลกติกที่คัดเลือกได้

จากการนำแบคทีเรียแลกติก 7 ไอโซเลท (L1, L2, L4, L5, L7, L46 และ L47) มาทดสอบความปลอดภัย พบว่าแบคทีเรียแลกติกทั้ง 7 ไอโซเลท มีความปลอดภัยโดยไม่มีการย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (Gramma-hemolysis) ไม่ผลิตสารไบโอจินิกเอมีน และไวต่อยาปฏิชีวนะ แสดงว่าแบคทีเรียแลกติกมีความปลอดภัย ไบโอเจนิกเอมีน และเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเมื่อบริโภคอาหารที่มีระดับของฮีสทามีนสูง จะมีผลทำให้เกิดอาการแพ้ที่เรียกว่า สคอมโบรทอกซิโคซิส (scombrotoxicosis) แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติการเป็นโพรไบโอติกมักดื้อต่อยาในกลุ่มยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน Streptomycin ไวต่อการตอบสนองยากลุ่มยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน tetracycline chloramphenicol (ไชวัฒน์ และศศิธร, 2553) การทนต่อยาปฏิชีวนะเป็นคุณสมบัติหนึ่งของโพรไบโอติกเนื่องจากในการเลี้ยงสัตว์แม้ผู้ผลิตจะหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะ แต่หากเกิดโรคขึ้นยังคงจำเป็นที่จะต้องใช้ยาปฏิชีวนะ ดังนั้นหากแบคทีเรียแลกติกมีความสามารถในการทนต่อยาปฏิชีวนะได้จึงเป็นการส่งเสริมคุณสมบัติการเป็นโพรไบโอติกที่ดียิ่งขึ้น (หทัยรัตน์, 2551)

4. การทดสอบความสามารถในการผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดของแบคทีเรียแลกติก

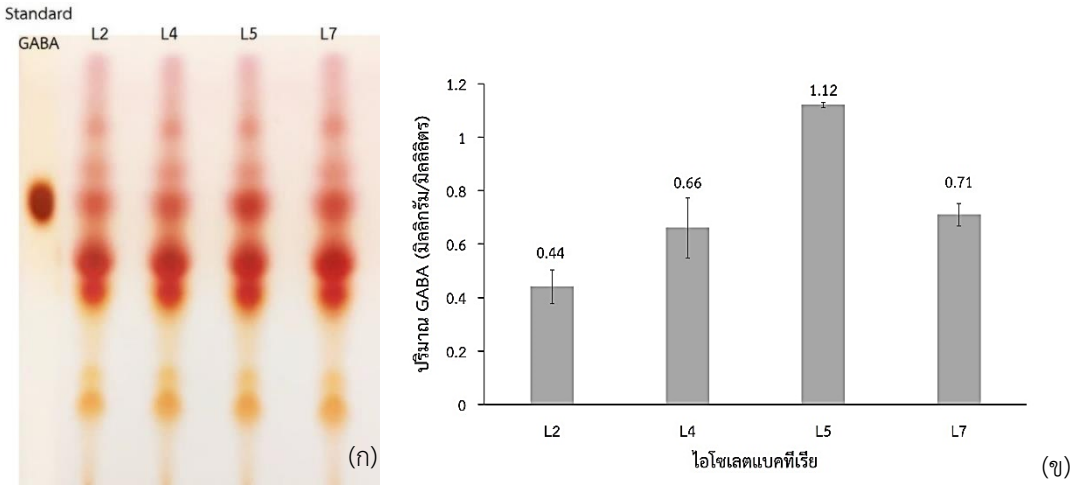
จากการนำแบคทีเรียแลกติกจำนวน 7 ไอโซเลท ได้แก่ L1, L2, L4, L5, L7, L46 และ L47 มาทดสอบความสามารถในการผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดพบว่า แบคทีเรียแลกติกจำนวน 4 ไอโซเลท คือ L2, L4, L5 และ L7 สามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดเท่ากับ 0.44, 0.66, 1.12 และ 0.17 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยแบคทีเรียแลกติก L5 สามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดได้สูงที่สุด (ภาพที่ 2) จากผลการศึกษาการผลิตสาร

แกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดสอดคล้องกับการศึกษาที่มีรายงานก่อนหน้าเกี่ยวกับผลิตสารแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดโดยเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติกที่คัดแยกจากอาหารหมักดองหลายชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์ปลาและกุ้งหมัก (Komatsuzaki et al., 2005, Thwe et al., 2011) และผักดองพื้นเมือง Paocai (Haixing et al., 2008) แกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด เป็นกรดอะมิโนที่ผลิตจากกระบวนการ decarboxylation ของกรดกลูตามิก ทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ประเภทยับยั้งในระบบประสาทส่วนกลาง มีประโยชน์ทางด้านการแพทย์ ลดความดัน ป้องกันเบาหวาน ช่วยให้สมองผ่อนคลาย และนอนหลับสบายและทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นต่อมไร้ท่อ

ตารางที่ 2 การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียแลกติก

	ความไวต่อยาปฏิชีวนะ									
แบคทีเรียแลกติก	Cephalexin	Chloramphenicol	Clindamycin	Erythromycin	Gentamycin	Kanamycin	Polymyxin	Rifampicin	Streptomycin	Tetracycline
L1	S	S	S	S	S	R	R	S	R	S
L2	S	S	S	S	R	R	R	S	R	S
L4	S	S	S	S	S	R	S	S	R	S
L5	S	S	S	S	S	R	R	S	R	S
L7	S	S	S	S	S	R	R	S	R	S
L46	S	S	S	S	R	R	R	S	R	S
L47	S	S	S	S	R	R	R	S	R	S

หมายเหตุ : S = ไวต่อยาปฏิชีวนะ R = ดื้อต่อยาปฏิชีวนะ



ภาพที่ 2 การผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดโดยแบคทีเรียแลกติกที่คัดแยกได้จากกุ้งส้มโดยวิธีการ TLC **(ก)** ปริมาณแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด (ข)

5. การพิสูจน์เอกลักษณ์แบคทีเรียแลกติกโดยวิธีการทางชีวเคมี

จากการพิสูจน์เอกลักษณ์ของแบคทีเรียแลกติกทั้ง 4 ไอโซเลท (L2, L4, L5 และL7) โดยวิธีการทางชีวเคมีเบื้องต้นพบว่าเป็นแบคทีเรียแลกติกในสกุล *Lactobacillus* sp. สอดคล้องกับการศึกษาของ Noraphat et al. (2010) คัดแยกแลกติกแอซิดแบคทีเรียจากกุ้งส้มจำนวน 10 ไอโซเลท ซึ่งมีคุณสมบัติการเป็นโพรโอติกสามารถทนน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้ เมื่อทำการพิสูจน์เอกลักษณ์พบว่าเป็นแบคทีเรียแลกติก *Lactobacillus plantarum*

ตารางที่ 2 การพิสูจน์เอกลักษณ์แบคทีเรียแลกติกเบื้องต้นด้วยวิธีการทางชีวเคมี

คุณสมบัติ	แบคทีเรียแลกติก			
	L2	L4	L5	L7
การติดสีแกรม	+	+	+	+
รูปร่าง	ท่อน	ท่อน	ท่อน	ท่อน
การหมักน้ำตาลกลูโคส	+	+	+	+
การเจริญที่อุณหภูมิ 10°C	-	-	-	-
การเจริญที่อุณหภูมิ 45°C	-	-	-	-
การเจริญใน 6.5% NaCl	+	+	+	+
การเจริญใน 18% NaCl	-	-	-	-
การเจริญที่ pH 4.4	+	+	+	+
การเจริญที่ pH 9.6	-	-	-	-

Lactobacillus sp. ที่คัดแยกได้จากกุ้งส้มสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้มีความปลอดภัย และสามารถผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดได้ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำ *Lactobacillus* sp. มาใช้เป็นหัวเชื้อได้ ซึ่งปัจจุบันมีความตื่นตัวในเรื่องของการดูแลสุขภาพกันมากขึ้นดังนั้นการนำแบคทีเรียแลกติกที่ผลิตแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดได้ไปประยุกต์ใช้ในอาหารจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดิน ปี 2561 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา พลอยศรี. 2555. GABA กับการผ่อนคลาย ความเครียด.จดหมายข่าว ชา, 2 (8): 8-10.

ไชยวัฒน์ ไชยสุต และ ศศิธร ศิริลุน. (2553). โพรไบโอติก:จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ. **วารสารสำนักการแพทย์ทางเลือก**. 3(3): 4-16.

มลิวรรณ ส่งเสริม. (2542). **การยับยั้ง *E. coli* O157: H7 และ *Listerria monocytogenes* ของแบคทีเรียแลกติกที่แยกได้จากนมและผลิตภัณฑ์นม**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

หทัยรัตน์ มุสิกสังข์. (2551). **การคัดเลือกแบคทีเรียแลกติกที่เป็นโปรไบโอติกในไก่และการเพิ่มการรอดชีวิตของเชื้อโดยการห่อหุ้ม.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Cho, Y.R., Ji Y.C. and Hae C.C. (2007). Production of gamma aminobutyric acid (GABA) by *Lactobacillus buchneri* isolated from kimchi and its neuroprotective effect on neuronal cells. **Journal of Microbiology and Biotechnology**. (17): 104–109.

Haixing L., Ting Q. and Yuseng C. (2009). Production of gamma-aminobutyric acid by *Lactobacillus brevis* NCL912 using fed-batch fermentation. **Microbial cell Factorie**. 9(85): 1-7.

Kim, M.J. and Kim, K.S. (2012). Isolation and Identification of γ-aminobutyric acid (GABA)- producing Lactic Acid Bacteria from Kimchi. **The official journal of The Korean Society for Applied Biological Chemistry**. (55): 777-785.

Komatsuzaki, N., Shima, J., Kawamotoa, S., Momosed, H. and Kimurab, T. (2005). Production of g-aminobutyric acid (GABA) by *Lactobacillus paracasei* isolated from traditional fermented foods. **Food Microbiol**. (22): 497–504.

Li, H., Qiu, T., Cao, Y., Yang, J. and Huang, Z. (2009). Pre-staining paper chromatography method for quantification of γ-aminobutyric acid. **Journal of chromatography A**. (1216): 5057-5060.

Noraphat, H., Nisit W.,Siriporn, R., Soottawat B., Aran H Kittikun and Suppasil, M. (2010). Probiotic lactic acid bacteria from *Kung Som*: isolation, screening, inhibition of pathogenic bacteria. **International Journal of Food & Science Technology**. 45(3): 594-601.

Komatsuzaki, N., Jun, S., Shinichi, K., Hiroh, M. and Toshinori, K. (2005). Production of γ -aminobutyric acid (GABA) by *Lactobacillus paracasei* isolated from traditional fermented foods. **Food Microbiology** (22), 497-504.

Haixing, L.I, Dandan, GAO, Yusheng, CAO, Hengyi, X.U. (2008). A high γ-aminobutyric acid-producing *Lactobacillus brevis* isolated from Chinese traditional. **Annalysis of Microbiology**. 58(4): 649-653.

Thwe, S.M., Kobayashi, T., Luan, T., Shirai, T., Onodera, M., Hamada-Sato, N. and Imada, C. (2011). Isolation, characterization, and utilization of gamma-aminobutyric acid (GABA)-producing lactic acid bacteria from Myanmar fishery products fermented with boiled rice. **Fisheries Science**. (77): 279–288.

ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกจากดินบ่อน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อ *Xanthomonas* sp. สาเหตุโรคแคงเกอร์พืชตระกูลส้ม

The efficiency of isolated bacteria from soil in hot spring for inhibition of *Xanthomonas* sp. the causal agent of bacterial canker of citrus

วิไลวรรณ ไชยศร[1*], ปัทมาพร ทองสุข[1], สุดารัตน์ วัฒนฤกษ์ [1], สิริกุล เพชรหวล[1]

บทคัดย่อ

Xanthomonas sp. เป็นเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคแคงเกอร์พืชตระกูลส้มที่เป็นปัญหาก่อให้เกิดความเสียหายให้กับแหล่งปลูกพืชตระกูลส้มของประเทศไทย งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียจากบ่อน้ำพุร้อนที่สามารถยับยั้งโรคแคงเกอร์ได้ ผลการศึกษาพบว่าการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียจากดินบ่อน้ำพุร้อนซึ่งมีอุณหภูมิ 75˚C ได้ 4 ไอโซเลท (BH-1, BH-2, BH-3 และ BH-1-1) ผลการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์ได้ 9 ไอโซเลท คือ LC1-2-2, LK2-2-1, PK3-1-1, LC2-1-1, LC3-1-1, LF2-2-1, LK-1-3-1, LF1-2-2 และ LF 3-3-1 กิจกรรมการยับยั้งเชื้อก่อโรคแคงเกอร์พืชใช้น้ำเลี้ยงเชื้อที่แยกจากบ่อน้ำพุร้อนทั้ง 4 ไอโซเลทที่ผ่านการทำปราศจากเชื้อ ซึ่งได้จากเลี้ยงเชื้ออาหาร NB บนเครื่องเขย่าความเร็ว 100 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง นาน 72 ชั่วโมง พบว่าไอโซเลท BH–2 ให้ผลการยับยั้งดีที่สุด โดยมีค่าวงใสการยับยั้งต่อเชื้อก่อโรคแคงเกอร์ไอโซเลท PK3-1-1, LC3-1-1, LC2-1-1 และ LF1-2-2 เท่ากับ 28, 32, 40 และ 42 มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลการจัดจำแนกจุลินทรีย์ด้วยเทคนิค 16s rDNA พบว่า LC2-1-1, LC3-1-1, LF1-2-2 และ PK3-1-1 จำแนกเป็น *Xanthomonas* sp. และ BH-2 จำแนกเป็น *Bacillus subtilis*

คำสำคัญ: แคงเกอร์, โรคพืช, แบคทีเรีย, บ่อน้ำร้อน, การยับยั้ง

Abstract

Xanthomonas sp. is a canker-causing bacteria that causes damage to citrus plant in Thailand. The objective of this research is to study isolation bacteria from hot springs that can inhibition of canker disease. The results showed that the isolation of bacteria from soil of hot spring, with a temperature of 75˚C, was 4 isolates (BH-1, BH-2, BH-3 and BH-1-1). The isolates of 9 canker pathogenic bacteria were LC1-2-2, LK2-2-1, PK3-1-1, LC2-1-1, LC 3-1-1, LF2-2-1, LK1-3-1, LF1-2-2 and LF3-3-1. The inhibition activity of canker plant pathogens by using sterile culture broth from 4 isolated bacteria from hot springs which cultivation in NB-medium on a 100 rpm of shaker at room temperature for 72 hours. BH-2 isolates provide the best inhibitory effect with clear zone for PK3-1-1, LC3-1-1, LC2-1-1 and LF1-2-2 of 28, 32 , 40 and 42 millimeters, respectively. The results of microbial classification using 16s rDNA technique found that LC2-1-1, LC3-1-1, LF1-2-2 and PK3-1-1 are *Xanthomonas* sp. and BH-2 is *Bacillus subtilis*.

Keywords: Canker, Plant disease, Bacteria, Hot spring, Inhibition

[1]สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช 80280 Tel. 075377443

Corresponding author, E-mail: chaisorn.w@gmail.com

บทนำ

โรคแคงเกอร์ของพืชตระกูลส้มมีสาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (synonym *X. campestris* pv. *citri*) เป็นโรคที่มีความสาคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายให้กับแหล่งปลูกพืชตระกูลส้มทั่วโลก (Gottwald *et al*., 2001) โรคแคงเกอร์ระบาดในประเทศไทยอย่างกว้างขวาง ประกอบกับในต่างประเทศออกกฎระเบียบการนำเข้าผลิตผลที่ปราศจากโรคแคงเกอร์ ดังนั้นจึงส่งกระทบโดยกับเกษตรกร เชื้อแบคทีเรียนี้สามารถเข้าทำลายส่วนของพืชที่อยู่เหนือพื้นดินตั้งแต่ ใบ กิ่งก้าน ผล หากมีการระบาดรุนแรงสามารถเข้าทำลายกิ่งและลำต้นได้ ทำให้ใบร่วง ต้นโทรม แคระแกร็น กิ่งแห้งตาย ผลผลิต ลดลง และต้นตายในที่สุด และเชื้อสาเหตุนี้สามารถอาศัยอยู่บนต้นมะนาวได้ทุกฤดูกาล โดยมากมักพบระบาดรุนแรงในฤดูฝน จากการศึกษาโรคแคงเกอร์ในประเทศไทยจัดเป็นพวก Canker A (Uematsu *et al*., 1993) การป้องกันกำจัดโรคแคงเกอร์ในปัจจุบันยังไม่มีสารเคมีที่มีประสิทธิภาพโดยตรงต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุนี้ ซึ่งโดยทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้สารประกอบคอปเปอร์ฉีดพ่นต่อเนื่องเป็นประจำ ทำให้ระบบนิเวศวิทยาถูกทาลายและมีสารประกอบคอปเปอร์ตกค้างในผลิตผลโดยต้องพ่นสารเคมี copper hydroxide อัตรา 15 – 20 กรัม ต่อน้า 20 ลิตร ทุก 7-10 วัน ต่อครั้ง อย่างสม่าเสมอ (ณัฏฐิมา, 2557) การควบคุมโรคทางเลือกโดยชีววิธีจึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่เกษตรกรและผู้บริโภคให้ความสนใจ เพราะนอกจากความปลอดภัยของผลิตผลแล้วยังอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย Kalita (1996) นักวิจัยชาวอินเดียรายงานการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์และราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อ *X. axonopodis* pv. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ พบว่า *Bacillus subtilis* มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาได้แก่ *Pseudomonas fluorescens* และ *Aspergillus terreus* ตามลาดับ นอกจากนี้ ประสิทธิภาพของ *Bacillus* sp. ในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคแคงเกอร์โดยพบว่า *B. subtilis* สายพันธุ์ TKS1-1 และ *B. amyloliquefaciens* สายพันธุ์ WG6-14 สามารถยับยั้ง *X. axonopodis* pv. *citri* ได้ดีที่สุด (Huang *et al*., 2012) สาหรับการควบคุมโรคแคงเกอร์โดยชีววิธีในประเทศไทย จิระเดช (2552) รายงานประสิทธิภาพของราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. และ *B. cereus* ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาวได้เป็นอย่างดี และ นลินีและคณะ (2556) การคัดแยกแบคทีเรียปฏิปักษ์จากธรรมชาติที่สามารถยับยั้งโรคแคงเกอร์ รวมทั้งพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์พร้อมใช้และใช้ง่ายจะเสริมประสิทธิภาพการควบคุมโรคแคงเกอร์ในระบบการผลิตมะนาวภายใต้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืน

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์จากพืชตระกูลส้มและแบคทีเรียปฏิปักษ์จากดินบ่อน้ำพุร้อนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับเชื้อก่อโรคแคงเกอร์พืชตระกูลส้ม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียจากดินบ่อน้ำพุร้อน

คัดเลือกแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคพืชจากดินบ่อน้ำพุร้อน ในตำบลวังหิน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเก็บตัวอย่างดินบริเวณบ่อน้ำพุร้อน ตำบลวังหิน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช บริเวณ บ่อน้ำพุใหญ่ (Big hot spring: BH:) ตัวอย่างดินเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาศึกษาคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ นำตัวอย่างดินมาเจือจางด้วยวิธี Soil serial dilution plate ที่ระดับความเข้มข้น 10^{0}-10^{-5} ด้วย น้ำเกลือ (0.85 เปอร์เซ็นต์) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นผสมตัวอย่างที่ได้ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer ยี่ห้อ LMS VT-3000L) นาน 5-10 นาที ดูดสารละลายตัวอย่างจากดินปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อแล้วทำการเกลี่ย (Spread plate) บนอาหาร NA (Nutrient agar) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง (ปัทมาพร และ สุดารัตน์, 2561) คัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่มีลักษณะโคโลนีที่แตกต่างกันมาทำการแยกเชื้อบนอาหารแข็ง

NA เพื่อให้ได้เชื้อที่บริสุทธิ์

2 ศึกษาคัดแยกแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์จากพืช

2.1การคัดแยกแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์

นำตัวอย่างใบมะนาว ผลมะนาวและใบส้มโอที่มีรอยโรคแคงเกอร์จากพื้นที่ตำบลบ้านชะอวด อำเภอจุฬาภรณ์ และตำบลเขาขาว อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เช็ดทำความสะอาดพื้นผิวด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 และล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 3 ครั้ง ตัดบริเวณกึ่งกลางที่มีรอยโรคตัวอย่างละ 3 ชิ้น ขนาด 5 × 5 มิลลิเมตร นำมาวางบนอาหาร NA (Nutrient agar) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง (ปัทมาพร และ สุดารัตน์, 2561) คัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่มีลักษณะโคโลนีแตกต่างกันมาทำการแยกเชื้อบนอาหารแข็ง NA เพื่อให้ได้ได้เชื้อที่บริสุทธิ์ แล้วนำเชื้อที่ได้ไปทดสอบย้อนกลับการเป็นเชื้อก่อโรคแคงเกอร์

2.2 การทดสอบย้อนกลับการเป็นแบคทีเรียที่ก่อโรคแคงเกอร์

นำไอโซเลทเชื้อที่แยกได้จากข้อ 2.1 มาทดสอบทดสอบย้อนกลับการเป็นเชื้อก่อโรคแคงเกอร์บนใบมะนาว โดยใช้เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 เช็ดทำความสะอาดบนใบมะนาวบนต้นมะนาวที่ไม่เป็นโรค จากนั้นใช้เข็มที่ปราศจากเชื้อแตะไอโซเลทเชื้อก่อโรคแคงเกอร์ที่คัดแยกได้ไปแตะที่ผิวใบมะนาว แล้วปิดปกคลุมด้วยถุงพลาสติกเพื่อป้องกันการปนเปื้อน ทิ้งไว้ 5 วันสังเกตลักษณะของเชื้อที่เกิดบนใบมะนาว (ปัทมาพร และ สุดารัตน์, 2561)

3 ศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากดินบ่อน้ำพุร้อนต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์ด้วยวิธี Agar well diffusion assay

นำแบคทีเรียที่คัดเลือกได้จากดินบ่อน้ำพุร้อนมาเลี้ยงในอาหาร NB (Nutrient broth) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อเป็นหัวเชื้อเริ่มต้น วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร (ยี่ห้อ Thermoscientific รุ่น Genesys 10s UV-VIS) ให้อยู่ในช่วง 0.5 – 0.6 นาโนเมตร จากนั้นถ่ายหัวเชื้อเริ่มต้น 5 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ที่มีอาหารเหลว NB ปริมาตร 45 มิลลิลิตร เลี้ยงบนเครื่องเขย่าที่มีความเร็ว 100 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง 30±2 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นถ่ายเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดเซนทริฟิวจ์นำไปปั่นเหวี่ยงแยกตะกอนเซลล์ด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง โดยมีความเร็วรอบเป็น 6000 รอบต่อนาที นาน 15 นาทีเพื่อแยกเอาเซลล์แบคทีเรียออก นำน้ำเลี้ยงที่ได้ไปทำปราศจากเชื้อโดยให้ความร้อนชื้น 110 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ปริมาตร 100 ไมโคลิตร ใส่ในหลุมอาหารแข็ง ที่มีการเกลี่ยเชื้อสาเหตุโรคแคงเกอร์ที่คัดแยกที่ได้ที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อสาเหตุโรคแคงเกอร์ในอาหารเหลว NB โดยปรับเชื้อเริ่มต้นทุกไอโซเลทให้มีค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ให้อยู่ในช่วง 0.5 – 0.6 นาโนเมตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง (ปัทมาพร และ สุดารัตน์, 2561) โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ และประสิทธิภาพในการยับยั้งโดยดูจากเส้นผ่านศูนย์กลางของขนาดวงใส

4. ศึกษาการจำแนกชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

จัดจำแนกเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกได้ด้วยวิธี 16s rDNA ด้วยเทคนิค PCR-DGGE (denaturing gradient gel electrophoresis) เป็นเทคนิคที่นำมาใช้ในการจำแนกลายพิมพ์ทางพันธุกรรม (fingerprinting)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียจากดินบ่อน้ำพุร้อน

จากการคัดแยกแบคทีเรียจากดินบ่อน้ำพุร้อน บ่อน้ำพุใหญ่(BH) ในตำบลวังหิน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช หลังจากการเลี้ยงเชื้อบนอาหาร NA (Nutrient agar) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

พบว่าสามารถยกเชื้อได้ 4 ไอโซเลท โดยมีลักษะโคโลนี ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยจากผลการทดลองสามารถยกเชื้อพบได้ 4 ไอโซเลทน่าจะเป็นเพราะด้วยลักษณะบ่อเป็นบ่อที่มีขนาดใหญ่ความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางของปากบ่อประมาณ 6 เมตร อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นบ่อลึกไม่สามารถตักดินก้นบ่อได้ ในการศึกษาจึงใช้ดินตะกอนบริเวณปากบ่อที่ระดับความลึก 30 เซ็นติเมตร จากระดับผิวน้ำซึ่งมีลักษณะเป็นตะไคร่น้ำเกาะตามดินขอบบ่อสีน้ำตาล ดินไม่ละเอียดมีตะกอนทรายไม่มีการทับถมของซากอินทรีย์ เช่น ใบไม้ และด้วยอุณหภูมิที่สูง 75 องศาเซลเซียส จึงส่งผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญอยู่ได้ (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียจาก ดินบ่อน้ำพุใหญ่ (BH)

ลำดับ	ไอโซเลท	ลักษณะของโคโลนีที่ปรากฏ
1	BH -1	โคโลนีรูปกลม มีสีขาวขุ่น มันเยิ้มผิวหน้าและขอบเรียบ
2	BH -2	โคโลนีรูปกลม มีสีเหลืองน้ำตาลขุ่น ผิวหน้าและขอบเรียบ
3	BH -3	โคโลนีรูปกลม มีสีขาวขุ่น มันเยิ้มผิวหน้าและขอบเรียบ
4	BH -1-1	โคโลนีรูปกลม มีสีขาวขุ่น มันเยิ้มผิวหน้าและขอบเรียบ

จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่บริเวณบ่อน้ำพุร้อนต้องมีการปรับตัวเพื่อทำหน้าที่ที่อุณหภูมิสูงได้ การเจริญของจุลินทรีย์ในน้ำพุร้อนถูกจำกัดด้วยความเข้มข้นของสารอินทรีย์และออกซิเจนที่ต่ำและยังขึ้นกับสภาพที่เป็นกรดหรือด่าง แบคทีเรียที่ทนอุณหภูมิสูงกว่า 75 องศาเซลเซียส มีอยู่บ้าง เช่น *Thermus* และ *Sulfolobus* ส่วน *Bacillus stearothermophilus* สามารถพบได้บริเวณบ่อน้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิระหว่าง 55-70 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำพุร้อนมีการปรับตัวเพื่อให้ระบบเมแทบอลิซึมสามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียสได้ เอนไซม์พวกนี้ไม่ถูกทำลายที่อุณหภูมิสูงๆ การเรียงตัวของกรดอะมิโนเป็นแบบไม่ปกติทำให้ได้โปรตีนที่มีความเสถียรที่อุณหภูมิสูง เยื่อหุ้มเซลล์มีสัดส่วนของสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและกรดไขมันที่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่เพื่อ ให้เซลล์ยังคงรักษาสภาพเป็นเยื่อเลือกผ่านสารได้ที่อุณหภูมิสูง (Rahmn *et al.,* 1994)

2. ผลการคัดแยกแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์จากพืช

จากการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบนใบมะนาว ผลมะนาว และใบส้มโอจากตัวอย่าง 2 พื้นที่ คือ พื้นที่ตำบลบ้านชะอวด อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช หลังจากการเลี้ยงเชื้อบนอาหาร NA (Nutrient agar) บ่มที่อุณหภูมิ 37องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่าสามารถยกเชื้อจากใบมะนาว (LC) ได้ 5 ไอโซเลท,ผลมะนาว (LF) ได้ 18 ไอโซเลท , และใบส้มโอ (PC) ได้ 8 ไอโซเลท ส่วนพื้นที่ตำบลเขาขาว อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช สามารถคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์จากใบมะนาว (LK) ได้ 7 ไอโซเลท, ใบส้มโอ (PK)

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียบนอาหาร NA

ลำดับ	ไอโซเลท	ลักษณะตัวอย่าง	เชื้อ/ลักษณะของโคโลนีที่ปรากฏ
1	LC1-2-2		โคโลนีรูปกลม มีสีขาวขุ่น ผิวหน้าและขอบเรียบ
2	LC2-1-1		โคโลนีรูปกลม มีสีเหลืองขุ่น มันเยิ้ม ผิวหน้าและขอบเรียบ
3	LC3-1-1		โคโลนีรูปกลม มีสีเหลืองขุ่น มันเยิ้ม ผิวหน้าและขอบเรียบ
4	LF1-2-2		โคโลนีรูปกลม มีสีขาวขุ่น มันเยิ้ม ผิวหน้าและขอบเรียบ
5	LF2-2-1		โคโลนีรูปกลม มีสีเหลืองขุ่น มันเยิ้ม ผิวหน้าและขอบเรียบ
6	LF3-3-1		โคโลนีรูปกลม มีสีขาวขุ่น มันเยิ้ม ผิวหน้าและขอบเรียบ
7	LK1-3-1		โคโลนีรูปกลม มีสีขาวขุ่น มันเยิ้ม ผิวหน้าและขอบเรียบ
8	LK2-2-1		โคโลนีรูปกลม มีสีขาวขุ่น มีลักษณะคล้ายเส้นใยผิวหน้าเป็นรอยย่น
9	PK3-1-1		โคโลนีรูปกลม มีสีเหลืองขุ่นหนืด ผิวหน้าและขอบเรียบ

ได้ 3 ไอโซเลท โดยลักษะโคโลนีดังแสดงในตารางที่ 2 ผลการทดสอบย้อนการเป็นแบคทีเรียก่อโรคพืชในใบมะนาวโดยนำไปทดสอบกับใบมะนาวที่ไม่เป็นโรคหลังการใส่เชื้อทดสอบนาน 5 วัน พบว่าเชื้อที่คัดแยกได้จากพืชเมื่อทดสอบย้อนกลับการเป็นเชื้อก่อโรคแคงเกกอร์ในใบมะนาวพบว่ามี 9 ไอโซเลท ที่ทำให้เกิดโรคแคงเกอร์ ประกอบด้วย 3 ไอโซเลทจากผลมะนาว คือ LF1-2-2, LF2-2-1, LF3-3-1, 2 ไอโซเลทจากใบมะนาวในตำบลเขาขาว คือ LK1-3-1, LK2-2-1, 3 ไอโซเลทจากใบมะนาวในตำบลบ้านชะอวด คือ LC1-2-2, LC2-1-1,LC3-1-1และ 1 ไอโซเลทจากใบส้มโอในตำบลเขาขาว คือ PK3-1-1 ให้ผลการเกิดโรคแคงเกอร์กับใบพืชที่ทดสอบโดยมีลักษณะใบที่เกิดโรค โดยมีลักษณะแผลรอยโรคบนใบมะนาวดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลการทดสอบย้อนกลับการเป็นเชื้อก่อโรคแคงเกอร์บนใบมะนาวหลังระยะเวลา 5 วันของการรับเชื้อก่อโรคของไอโซเลท LC1-2-2(a), LK2-2-1 (b), PK3-1-1 (c), LC2-1-1 (d), LC3-1-1 (e), LF2-2-1 (f), LK1-3-1 (g), LF1-2-2 (h) และ LF3-3-1 (i)

3.ผลของประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากดินบ่อนน้ำพุร้อนต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์ด้วยวิธี Agar well diffusion assay

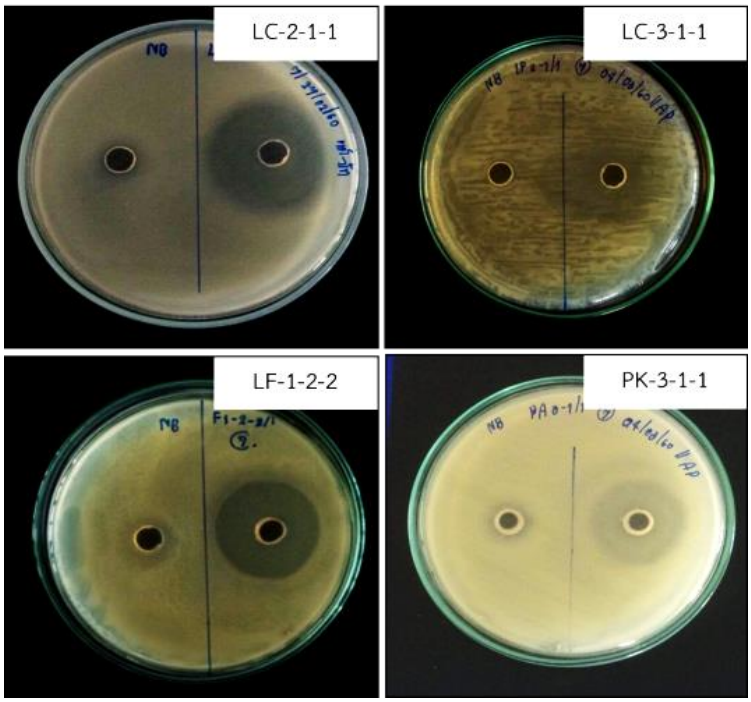
จากการทดลองเมื่อทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์ของพืชตระกูลส้มโดยใช้น้ำเลี้ยงเซลล์ที่ปราศจากเชื้อที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากดินบ่อน้ำพุร้อนทั้ง 4 ไอโซเลท ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคแคงเกอร์ที่คัดแยกได้และทดสอบยืนยันกลับการเป็นเชื้อก่อโรคพืชแล้วทั้ง 9 ไอโซเลท คือ LC1-2-2, LK2-2-1, PK3-1-1, LC2-1-1, LC3-1-1, LF2-2-1, LK1-3-1, LF1-2-2 และ LF3-3-1 หลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำเลี้ยงเซลล์ที่ปราศจากเชื้อที่ได้จากแบคทีเรียบ่อน้ำพุร้อนสามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคพืชได้ดังแสดงในตารางที่ 3 ไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อก่อโรคแคงเกอร์ในพืชได้ดีที่สุด คือ BH-2 โดยผลของขนาดวงใสเมื่อทดสอบด้วยสารยับยั้งBH-2 ต่อเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์ไอโซเลท PK3-1-1, LC3-1-1, LC2-1-1 และ LF1-2-2 เท่ากับ 28, 32, 40

และ 42 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าน้ำเลี้ยงจากไอเลต BH-2 มีประสิทธิภาพดีที่สุดจากแบคทีเรียบ่อน้ำพุร้อนที่คัดยกได้ทั้ง 4 ไอโซเลทเนื่องจากสามารถให้ผลการยับยั้งเชื้อก่อโรคแคงเกอร์ได้หลายไอโซเลทและให้วงใสของการยับยั้งที่กว้าง

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพในการยับยั้งโดยดูจากเส้นผ่านศูนย์กลางของขนาดวงใส (มิลลิเมตร) ในการยับยั้งเชื้อก่อโรคแคงเกอร์โดยใช้น้ำเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากบ่อน้ำพุร้อนที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 110องศาเซลเซียสนาน 15 นาที

ไอโซเลท	ขนาดวงใสการยับยั้ง (มิลลิเมตร)								
	LC1-2-2	LK2-2-1	PK3-1-1	LC2-1-1	LC3-1-1	LF2-2-1	LK1-3-1	LF1-2-2	LF3-3-1
BH -1	ND	ND	ND	8±0.2	7±0.24	ND	ND	7±0.15	ND
BH -2	ND	ND	28±0.3	40	32±0.31	ND	ND	42±0.32	ND
BH -3	ND	ND	ND	ND	7±0.18	ND	ND	ND	ND
BH -1-1	ND	ND	ND	ND	8±0.21	ND	ND	6±0.22	ND

หมายเหตุ ND: Not detect



ภาพที่ 2 การยับยั้งเชื้อก่อโรคแคงเกอร์โดยใช้น้ำเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากบ่อน้ำพุร้อนที่ผ่านการปราศจากเชื้อ 110 องศาเซลเซียสนาน 15 นาที

4. ผลการจัดจำแนกสายพันธุ์ของจุลินทรีย์

ผลการจัดจำแนกจุลินทรีย์ที่แยกได้โดยการเพิ่มจานวน 16s rDNA ด้วยเทคนิค PCR-DGGE (denaturing gradient gel electrophoresis) เป็นเทคนิคที่นำมาใช้ในการจำแนกลายพิมพ์ทางพันธุกรรม (fingerprinting) พบว่าเชื้อที่คัดแยกได้จากพืชเป็น LC2-1-1, LC3-1-1, LF1-2-2 และ PK3-1-1 เป็นเชื้อ *Xanthomonas* sp. โดย *Xanthomonas* sp. มีผลรายงานการวิจัยพบว่าเป็นเชื้อสาเหตุก่อโรคแคงเกอร์พืชพืชตะกูลส้ม และเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากบ่อน้ำร้อนไอโซเลท BH-2 คือเชื้อ *Bacillus subtilis*

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเชื้อ *Bacillus subtilis* BH-2 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Xanthomonas* sp. สาเหตุโรคแคงเกอร์โดยมีวงใสการยับยั้งในช่วงที่สูง โดยวงใสการยับยั้งสูงสุดเท่ากับ 42 มิลลิเมตร สอดคล้องกับการศึกษาแนวทางการป้องกันกำจัดโรคพืชโดยชีวภาพหรือชีววิธีการยับยั้งเชื้อก่อโรคแคงเกอร์ด้วยสารออกฤทธิ์จากจุลินทรีย์พบว่าแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สามารถป้องกันกำจัดโรคแคงเกอร์ของมะนาวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonasaxonopodis* pv. *Citri* (synonym *X. campestris*pv. *Citri*) (นลินีและคณะ, 2556) แบคทีเรีย *Bacillus* spp. สามารถควบคุมความรุนแรงของโรคที่เกิดจากเชื้อ*Xanthomonascampestris* pv. *Campestris* (Xcc) พบว่า *B. Megaterium* pv. *Cerealis* และ *B. Subtilis* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งมากที่สุดเท่ากับ 12.0 mm และ 12.7 mm ตามลำดับ (Monteiro *et al,* 2005) *Bacillus subtilis* ที่แยกได้จากผิวส้มมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการยับยั้งเท่ากับ 14.7 mm (Kalita *et al*, 1996)

สรุปผลการวิจัย

ดินบ่อน้ำพุร้อนเป็นแหล่งของแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพแหล่งหนึ่งที่น่าสนใจ โดยในการวิจัยครั้งนี้ *Bacillus subtilis* เป็นแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อเชื้อ *Xanthomonas* sp. ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคแคงเกอร์พืชตระกูลส้มที่คัดแยกได้จากต้นมะนาวและส้มโอที่เป็นโรคในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช *Bacillus subtilis* BH-2 ที่คัดแยกได้จากดินบ่อน้ำพุร้อนสามารถผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูง (110 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที) แต่ยังมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งเชื้อก่อโรคแคงเกอร์ (ขนาดวงใสการยับยั้ง 42 มิลลิเมตร) ซึ่งการใช้แบคทีเรียที่สามารถผลิตสารสารชีวภาพที่ทนความร้อนสูงจะส่งผลให้งานต่อการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ด้วยกระบวนการที่ง่ายและเกษตรกรสามารถทำเองได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

จิระเดช แจ่มสว่าง. (2552). การใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์เพื่อควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาว. **เคหะการเกษตร**. 33(7), 109-110.

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญผล. (2557). การพัฒนาชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 ในการควบคุมโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากเชื้อ *Ralstonia solanacearum*. **วิชาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร**. 32 (3): 234-251.

นลินี ศิวากรณ์ พจนา ตระกูลสุขรัตน์ และวสันต์ ผ่องสมบูรณ์. (2556). ศึกษาอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้จากเชื้อ *Bacillus subtilis* เพื่อป้องกันกาจัดโรคแคงเกอร์ของมะนาว. **รายงานผลงานวิจัยประจาปี 2556 สานักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.**

ปัทมาพร ทองสุข และ สุดารัตน์ วัฒนฤกษ์. (2561). ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกจากดินบ่อน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อ Xanthomonas sp. สาเหตุโรคแคงเกอร์พืชตระกูลส้ม. โครงงานวิจัยทางชีววิทยา สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏฏนครศรีธรรมราช.

Gottwald, T.R., G. Hughes, J.H. Graham, X. Sun, and T. Riley. (2001). The citrus canker epidemic in Florida: The scientific basis of regulatory eradication policy for an invasive species**.** **Phytopathology**, 91(7), 30-34.

Huang, T.P., Tzeng, D. D.S., Wong, A. C. L., Chen, C.H., Lu, K.M., Lee, Y.H., Huang, W.D., Hwang, B.F. and Tzeng, K.C. 2012. DNA polymorphisms and biocontrol of *Bacillus antagonistic* to citrus bacterial canker with indication of the interference of phyllosphere biofilms. PLoS ONE 7:e42124.

Kalita, P.L., Bora, C. and Bhagabati, K.N. (1996). Phylloplane microflora of citrus and their role in management of citrus canker. **Indian Phytopathology**, 49, 234-237.

Monteiro, L., Mariano, R.L.R. and Souto-Maior, A.M. (2005). Antagonism of Bacillus spp. against *Xanthomonas campestris* pv. *campestris.* **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48, 23-29

Rahman, R.N.Z.A., Ampon, C.N.R.K., Basri, M., Yunus, W. Md.Z.W.Y. and Selleh, A.B. (1994). Purification and characterization of heat stable alkaline protease from Bacillus stearothermophilus F1. **Appl. Microbiol. Biotechnology**. 40, 822-827.

Uematsu, T., Chuenchitt, S. Karnjanarat, S. Vivithajinda, S., Nabheaerong, S., Benjathikul, S., Nilmanee, S., Dhirabhava, W. and Buanghuwon, D. (1983). **Bacterial Diseases on Economic Crops in Thailand**. Topoical Agriculture Research Center, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan and Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand

ผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการต่อความหลากชนิดของแมลงน้ำ ในลำธารน้ำตกโตนปลิว จังหวัดสงขลา

Effects of Certain Environmental Factors to Species Diversity of Aquatic insects at Ton Pliew Waterfall. Songkhla province.

คทาวุธ ไชยเทพ[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากชนิดของแมลงน้ำในลำธารน้ำตกโตนปลิว อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึงมกราคม พ.ศ. 2556 โดยใช้กับดักแบบถุงอวนวาง เก็บตัวอย่างในสองบริเวณ คือบริเวณต้นน้ำและบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน ผลการศึกษาพบแมลงน้ำทั้งสิ้น 4 อันดับ มีจำนวนตัวรวมทั้งหมด 403 ตัว ได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาว แมลงหนอนปลอกน้ำ แมลงเกาะหิน และแมลงปอ ในบริเวณต้นน้ำพบแมลงชีปะขาว 5 วงศ์ แมลงหนอนปลอกน้ำ 8 วงศ์ แมลงเกาะหิน1 วงศ์ และแมลงปอ 1 วงศ์ มีจำนวนตัวรวมทั้งหมด 310 ตัว ส่วนในบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน พบตัวอ่อนของแมลงชีปะขาว 4 วงศ์ แมลงหนอนปลอกน้ำ 4 วงศ์ แมลงเกาะหิน 1 วงศ์ และแมลงปอ 1 วงศ์ มีจำนวนตัวรวมทั้งหมด 93 ตัว แมลงน้ำวงศ์ Teloganodidae วงศ์ Brachycentridae วงศ์ Psychomylidae วงศ์ Milopotamidae และวงศ์ Philopotamidae จะพบน้อยที่สุด และไม่พบเลยในบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน บริเวณต้นน้ำพบว่ามีจำนวนและความหลากชนิดมากกว่าในบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน ซึ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการมีผลต่อความหลากชนิดของแมลงน้ำ โดยเฉพาะแมลงน้ำในวงศ์ Perlidae และวงศ์ Euphaeidae มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความเร็วของกระแสน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเบส ความลึกของลำธาร ความกว้างของลำธาร และสภาพพื้นที่

คำสำคัญ: น้ำตกโตนปลิว, แมลงน้ำ, ความหลากชนิด

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla 90000, Thailand

E-mail: katawut.ch@skru.ac.th

Abstract

The study on diversity of aquatic insects in Ton Pliew Waterfall, Amphoe Rattaphum, Songkhla province. The study was undertaken between December 2012 to January 2013 by using a surber sampler. Sample collections were kept in upstream and downstream. The results showed of aquatic insects 4 order, such as Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera and Odonata, the total population 403 individuals. Upstream Found Ephemoroptera for 5 families, Trichoptera for 8 families, Plecoptera for 1 family and Odonata for 1 family had total population 310 individuals. But, in downstream found Ephemoroptera for 4 families, Trichoptera for 4 families, Plecoptera for 1 family and Odonata for 1 family had total population 93 individuals. Family Teloganodidae, family Brachycentridae, family Psychomylidae, family Milopotamidae, and family Philopotamidae found a little bit and can't find in downstream. In upstream had total numbers and variety of species more than downstream. Some the factor of physical had an effect for variety of aquatic insects especially in family Perlidae and family Euphaeidae had the relation to the statistical significance with water velocity, dissolved oxygen, water pH, temperature, depth, width and areas.

Keywords: Ton Pliew Waterfall, Aquatic insects, Species diversity

บทนำ

แมลงน้ำ (Aquatic insects) เป็นแมลงที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำหรือมีวงจรชีวิตส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำ บริเวณใกล้แหล่งน้ำหรือพื้นที่ที่มีความชื้นสูง พบได้ตามแหล่งน้ำทั่วไปทั้งตามธรรมชาติ เช่น ห้วย หนอง คลอง บึง น้ำตก บริเวณที่มีน้ำขังหรือแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำจืดและน้ำกร่อย พบได้น้อยในน้ำเค็ม แมลงน้ำจัดได้ว่าเป็นสัตว์หน้าดินจำพวกหนึ่งที่เป็นตัวบ่งชี้สภาวะแวดล้อมที่ดี โดยสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นของแมลงน้ำ โดยจะส่งผลกระทบต่อการกระจายตัวของแมลงน้ำในบริเวณนั้นๆ ด้วย (McCafferty and Provonsha,1981) มีความสำคัญในการหมุนเวียนพลังงานในแหล่งน้ำตามระบบโซ่อาหาร ช่วยในกระบวนการฟื้นฟูสภาพของน้ำ โดยจัดเป็นผู้กำจัดเศษซากพืชซากสัตว์ที่สะสมในน้ำทำให้น้ำไม่เน่าเสีย

ความหลากหลายของแมลงน้ำสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำได้ เนื่องจากแมลงน้ำแต่ละชนิดจะดำรงชีวิตอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพแตกต่างกัน ซึ่งสะดวกกว่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี อีกทั้งยังสามารถแสดงให้เห็นถึงระดับความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลง หรือสภาวะมลพิษในแหล่งน้ำได้

แมลงน้ำเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากแมลงน้ำมีคุณสมบัติที่สามารถนำไปใช้ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ แมลงน้ำมีขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ไวต่อการถูกรบกวนและฟื้นตัวได้ช้า น้ำตกโตนปลิว อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญ เป็นน้ำตกขนาดเล็กที่มีความอุดมสมบูรณ์ ที่เหมาะสำหรับการอยู่อาศัยของแมลงน้ำหลายชนิด ซึ่งเหมาะที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของแมลงน้ำและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

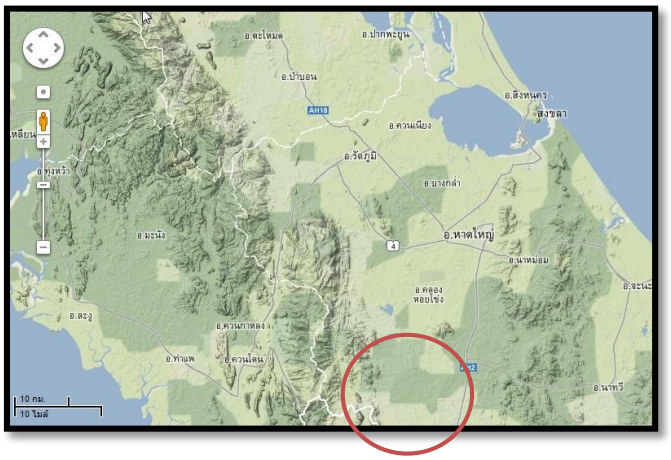
1.เพื่อศึกษาความหลากชนิดของแมลงน้ำในลำธารน้ำตกโตนปลิว

2.เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากชนิดของแมลงน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ทำการศึกษา

ลำธารน้ำตกโตนปลิว เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



ดังแปลงจาก http://goo.gl/maps/XkfMq

2. การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำ

2.1.กำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 2 บริเวณ คือบริเวณต้นน้ำจำนวน 5 จุด และบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน จำนวน 5 จุด ในแต่ละจุดจะเก็บตัวอย่างห่างกัน 10 เมตร (เก็บตัวอย่างทวนกระแสน้ำขึ้นไป) ทำการเก็บตัวอย่าง 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ระหว่างเดือนธันวาคม 2555 ถึงเดือนมกราคม 2556

2.2.วางถุงอวนวาง ขนาด 30x30 ตารางเซนติเมตร (ตาข่ายมีขนาด 300 ไมครอน) ให้ขนานไปกับพื้นท้องน้ำและพยายามวางให้ขอบของถุงอวนวางฝังลงไปในพื้นท้องน้ำ จากนั้นกวนตะกอนที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ของถุงอวนวาง เพื่อทำให้แมลง ที่หลบซ่อนตัวอยู่นั้นลอยไปตามกระแสน้ำและเข้าไปอยู่ในถุงดักที่ทำด้วยตาข่าย โดยถ้าในบริเวณ ที่วางถุงอวนวาง มีก้อนหินอยู่ก็ให้ใช้แปรงขนาดเล็กขัดเบาๆ เพื่อให้แมลงที่เกาะอยู่ลอยไปตามกระแสน้ำแล้วเข้าไปอยู่ในถุงดัก

2.3.นำตัวอย่างตะกอนที่เก็บได้เทใส่ในภาชนะ แล้วใช้แว่นขยายคัดแยกเอาเฉพาะแมลงน้ำใส่ในถุงพลาสติก และดองด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ พร้อมกับเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับวันที่เก็บ เวลาเก็บ บริเวณที่เก็บ เพื่อเป็นรายละเอียดเบื้องต้นก่อนนำไปจำแนก ในห้องปฏิบัติการศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2.4.ใช้กล้องสเตอริโอส่องดูลักษณะรูปร่าง และคัดเลือกแมลงน้ำเพื่อนำมาจัดจำแนกในระดับวงศ์ (Family) โดยคู่มือที่ใช้จำแนก ได้แก่ คู่มือจำแนกชนิดแมลงน้ำของนฤมล แสงประดับ (2548), Dennis M. Lehmkuhl. (1944), Michael Quigley. (1977), Williams, W.D. (1980) และ McCafferty, W.P. and Provonsha, A.V. (1981)

2.5.นำตัวอย่างแมลงที่จัดจำแนกแล้วมาใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง และเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ พร้อมทั้งติดฉลาก

3.การวัดปัจจัยทางกายภาพบางประการที่มีผลต่อความหลากชนิดของแมลงน้ำ

วัดค่าความเร็วกระแสน้ำ ความเป็นกรดเบสของน้ำ (pH) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) อุณหภูมิของน้ำ ความกว้างและความลึกของลำธาร รวมถึงสภาพพื้นที่

4.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.1 หาค่าดัชนีความหลากชนิดโดยใช้สูตรของ Shannon-Weiner diversity index ที่ได้ดัดแปลงแล้ว (Clarke and Warwick, 2001) มีสูตรดังนี้คือ

$$H' = - \sum P_i \log_e P_i$$

โดย H' คือ ดัชนีความหลากหลาย Shanon-Weiner

P_i คือ สัดส่วนของจำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหมด

* H' (base e $\log_e$ = 2.302585 H' (base 10 logs))

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับจำนวนวงศ์และจำนวนตัวของแมลงน้ำทุกวงศ์ในน้ำตกโตนปลิว โดยใช้ Spearman rank correlation

4.3 เปรียบเทียบจำนวนของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ระหว่างบริเวณต้นน้ำกับบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน โดยวิเคราะห์ความแตกต่าง Independent Samples Test ของโปรแกรมวิเคราะห์สถิติ.

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากชนิดของแมลงน้ำในลำธารน้ำตกโตนปลิว จังหวัดสงขลา โดยแบ่งการเก็บตัวอย่างเป็น 2 บริเวณ คือ บริเวณต้นน้ำและบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน พบแมลงน้ำรวมทั้งหมด 403 ตัว (ต้นน้ำ 310 ตัว และลำธารที่ผ่านชุมชน 93 ตัว) จัดจำแนกได้ 4 อันดับ ได้แก่ อันดับ Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว) อันดับ Trichoptera (แมลงหนอนปลอกน้ำ) อันดับ Plecoptera (แมลงเกาะหิน) และอันดับ Odonata (แมลงปอ) โดยจำแนกในระดับวงศ์ รวมได้ทั้งสิ้น 15 วงศ์ (ตารางที่ 1)

สำหรับความหลากชนิดของแมลงน้ำ พบว่าค่าดัชนีความหลากชนิดในบริเวณต้นน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน โดยในบริเวณต้นน้ำมีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 3.165 ส่วนบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชนมีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 1.124 อาจเป็นเพราะว่าบริเวณต้นน้ำมีคุณภาพน้ำดีกว่า สอดคล้องกับข้อมูลในตารางที่ 2 โดยเฉพาะค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำบริเวณต้นน้ำจะมีค่าสูงกว่าลำธารที่ผ่านชุมชน ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างยิ่งต่อแมลงน้ำ (Ward, 1992)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนแมลงน้ำแต่ละวงศ์ระหว่างบริเวณต้นน้ำกับบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน โดยใช้ Independent Samples Test พบว่า แมลงน้ำทั้ง 6 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Heptageniidae ในอันดับ Ephemeroptera

วงศ์ Hydropsychidae วงศ์ Molannidae วงศ์ Ecnomidae ในอันดับ Trichoptera วงศ์ Perlidae ในอันดับ Plecooptera และ วงศ์ Euphaeidae ในอันดับ Odonata ของทั้งสองบริเวณมีจำนวนตัวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) แสดงว่าลักษณะสภาพพื้นของแต่ละบริเวณที่มีผลต่อแมลงน้ำ

ยังพบแมลงน้ำในอันดับ Trichoptera มากที่สุดถึง 170 ตัว โดยบริเวณต้นน้ำพบ 129 ตัว และบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชนพบ 41 ตัว จำแนกได้รวม 8 วงศ์ โดยพบในวงศ์ Molannidae และวงศ์ Helicopsychidae มากที่สุด ที่เหลือพบในวงศ์ Psychomylidae ส่วนวงศ์ Brachycentridae วงศ์ Milopotamidae และวงศ์ Philopotamidae พบน้อยที่สุดและไม่พบในบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน แมลงน้ำในอันดับ Ephemeroptera พบทั้งหมด 167 ตัว โดยพบในบริเวณต้นน้ำ 119 ตัว และบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชนพบ 48 ตัว จำแนกได้รวม 5 วงศ์ โดยจะพบมากในวงศ์ Heptageniidae ส่วนวงศ์ Teloganodidae จะพบน้อยที่สุด และไม่พบเลยในบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน แมลงน้ำในอันดับ Plecoptera พบจำนวนตัวทั้งหมด 49 ตัว โดยในบริเวณต้นน้ำ 46 ตัว และบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน 3 ตัว จำแนกได้เพียง 1 วงศ์ สำหรับอันดับ Odonata พบจำนวนตัวน้อยที่สุด โดยพบจำนวนตัวรวมทั้งหมด 17 ตัว พบในบริเวณต้นน้ำ 16 ตัว และบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน 1 ตัว ซึ่งจำแนกได้เพียง 1 วงศ์เท่านั้น การที่พบแมลงน้ำในกลุ่ม Trichoptera และ Plecoptera จำนวนมากนั้นแสดงว่าคุณภาพของลำธารจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากแมลงน้ำทั้งสองกลุ่มนี้ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม (Ward, 1992)

จากการศึกษายังพบอีกว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่สัมพันธ์กับความหลากชนิดของแมลงน้ำ โดยเฉพาะแมลงน้ำในวงศ์ Perlidae และวงศ์ Euphaeidae มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพทุกปัจจัยที่ได้ทำการศึกษา ส่วนแมลงน้ำในวงศ์ Heptageniidae มีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และสภาพพื้นที่ แมลงน้ำในวงศ์ Hydropsychidae มีความสัมพันธ์กับความเร็วของน้ำ ความเป็นกรดเบส ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ความลึก ความกว้างของลำธาร และสภาพพื้นที่ แมลงน้ำในวงศ์ Molannidae มีความสัมพันธ์ กับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความกว้างของลำธาร และสภาพพื้นที่ แมลงน้ำในวงศ์ Ecnomidae มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดเบส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ความกว้างของลำธาร และสภาพพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ความหลากชนิดของแมลงน้ำในบริเวณต้นน้ำมีมากกว่าในบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน (ตารางที่ 3)

เนื่องจากช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างแมลงน้ำเป็นช่วงที่มีฝนตกหนัก อาจเป็นสาเหตุทำให้แมลงน้ำมีความหลากชนิดและจำนวนตัวของแมลงน้ำก็มีปริมาณน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ศุภฤกษ์ (2542) ที่พบว่า ฤดูกาลมีผลต่อจำนวนวงศ์รวม จำนวนตัวของแมลงน้ำในทุกอันดับ จำนวนของวงศ์ในแต่ละอันดับ และจำนวนตัวของแต่ละอันดับ ส่วนในฤดูร้อนจะมีจำนวนวงศ์รวมทั้งหมดมากกว่าในฤดูฝน จำนวนตัวของแมลงน้ำของทุกอันดับพบในฤดูร้อนมากกว่าในฤดูฝน ดังนั้นจะห็นได้ว่าฤดูกาลมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบ การกระจาย และสังคมของแมลงน้ำอย่างแน่นอน

ตารางที่ 1. ผลรวมของจำนวนตัวแมลงน้ำในแต่ละวงศ์ที่พบในบริเวณต้นน้ำ และบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน

กลุ่มตัวอย่าง	บริเวณต้นน้ำ	บริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน	รวม
จำนวนวงศ์ทั้งหมด	15	10	25
จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	310	93	403
Order Ephemeroptera			
Family Heptageniidae	84	29	113
Family Leptophebiidae	12	7	19
Family Baetidae	12	9	21
Family Teloganodidae	1	0	1
Family Ephemerellidae	10	3	13
Order Trichoptera			
Family Helicopsychidae	31	19	50
Family Hydropsychidae	24	4	28
Family Brachycentridae	1	0	1
Family Molannidae	43	15	58
Family Ecnomidae	27	3	30
Family Psychomylidae	1	0	1
Family Milopotamidae	1	0	1
Family Philopotamidae	1	0	1
Oder Plecoptera			
Family Perlidae	46	3	49
Order Odonata			
Family Euphaeidae	16	1	17

ตารางที่ 2. ค่าเฉลี่ยของปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่เกี่ยวข้องกับความหลากชนิดของแมลงน้ำในบริเวณต้นน้ำและบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	บริเวณต้นน้ำ	บริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน
ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)	0.70	0.59
ความเป็นกรดเบส	6.46	5.86
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	8.50	5.54
อุณภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	24.20	25.22
ความลึกของลำธาร (เมตร)	0.39	0.29
ความกว้างของลำธาร (เมตร)	6.65	8.31

ตารางที่ 3. ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการกับจำนวนวงศ์ และจำนวนตัวของแมลงน้ำทุกวงศ์ในลำธารน้ำตกโตนปลิว โดยใช้ Spearman rank correlation

(*=P<0.05, **=P<0.01)

กลุ่มตัวอย่าง	ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)	ความเป็นกรดเบส	ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	ความลึก (เมตร)	ความกว้าง (เมตร)	สภาพพื้นที่
จำนวนวงศ์ทั้งหมด	**0.340****	**0532****	**0.649****	**-0.401****	**0.441****	**-0.636****	**-0.754****
จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	0.004	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Order Ephemeroptera							
Family Heptageniidae	0.022	0.179	**0.257***	-0.159	0.142	-0.148	**-0.252***
Family Leptophebiidae	0.142	0.148	-0.078	-0.059	0.052	-0.106	-0.082
Family Baetidae	-0.132	0.034	0.082	0.091	0.073	0.082	-0.080
Family Teloganodidae	0.075	0.117	0.145	-0.120	0.108	-0.135	-0.120
Family Ephemerellidae	0.206	0.077	0.010	-0.122	0.119	-0.025	-0.060
Order Trichoptera							
Family Helicopsychidae	-0.213	-0.159	0.099	0.013	-0.080	-0.038	-0.115
Family Hydropsychidae	**0.247***	**0.294***	**0.432****	-0.183	**0.297***	**-0.382****	**-0.414****
Family Brachycentridae	-0.179	0.009	0.060	0.065	-0.207	-0.165	-0.120

ตารางที่ 3. (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่าง	ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)	ความเป็นกรดเบส	ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	อุณภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	ความลึก (เมตร)	ความกว้าง (เมตร)	สภาพพื้นที่
Family Molannidae	0.123	0.120	**0.333****	-0.116	0.157	**-0.327**-	**-0.263*-**
Family Ecnomidae	0.227	**0.300***	**0.417****	**-0.292***	0.149	**0.325****	**0.412****
Family Psychomylidae	-0.111	0.009	0.196	-0.120	-0.132	-0.072	-0.120
Family Milopotamidae	0.113	0.009	0.009	-0.120	-0.156	-0.159	-0.120
Family Philopotamidae	0.048	0.117	0.060	-0.120	0.201	-0.183	-0.120
Order Plecoptera							
Family Perlidae	**0.394****	**0.535****	**0.508****	**-0.748****	**0.433****	**-0.537****	**-0.606****
Order Odonata							
Family Euphaeidae	**0.329****	**0.306****	**0.336****	**-0.282***	**0.273***	**-0.250***	**-0.331****

ตารางที่ 4. ความแตกต่างของจำนวนแมลงน้ำในแต่ละวงศ์ระหว่างบริเวณต้นน้ำกับบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน โดยใช้ T-Test (*=P<0.05, **=P<0.01)

กลุ่มตัวอย่าง	บริเวณต้นน้ำ		บริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน		ค่า T
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
Order Ephemeroptera					
Family Heptageniidae	2.40	2.88	0.83	1.20	**2.978****
Family Leptophebiidae	0.34	0.72	0.20	0.47	0.976
Family Baetidae	0.34	0.87	0.26	0.85	0.416
Family Teloganodidae	0.03	0.16	0.00	0.00	1.000
Family Ephemerellidae	0.29	0.89	0.09	0.28	1.262
Order Trichoptera					
Family Helicopsychidae	0.89	1.32	0.60	1.21	0.940
Family Hydropsychidae	0.69	0.96	0.11	0.40	**3.237****
Family Brachycentridae	0.03	0.17	0.00	0.00	1.000
Family Molannidae	1.23	1.57	0.43	0.81	**2.671***
Family Ecnomidae	0.77	1.03	0.09	0.28	**3.792****
Family Psychomylidae	0.03	0.17	0.00	0.00	1.000
Family Milopotamidae	0.03	0.17	0.00	0.00	1.000
Family Philopotamidae	0.03	0.17	0.00	0.00	1.000
Order Plecooptera					
Family Perlidae	1.31	1.35	0.09	0.28	**5.286****
Order Odonata					
Family Euphaeidae	0.46	0.89	0.03	0.17	**2.811****

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากชนิดของแมลงน้ำในลำธารน้ำตกโตนปลิว โดยแบ่งการเก็บตัวอย่างเป็น 2 บริเวณ คือ บริเวณต้นน้ำและบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน พบแมลงน้ำรวมทั้งหมด 403 ตัว (ต้นน้ำ 310 ตัว และลำธารที่ผ่านชุมชน 93 ตัว) จัดจำแนกได้ 4 อันดับ ได้แก่ อันดับ Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว) อันดับ Trichoptera (แมลงหนอนปลอกน้ำ) อันดับ Plecoptera (แมลงเกาะหิน) และอันดับ Odonata (แมลงปอ) จำแนกในระดับวงศ์ รวมได้ทั้งสิ้น 15 วงศ์ ยังพบว่าค่าดัชนีความหลากชนิดในบริเวณต้นน้ำมีค่ามากกว่าบริเวณลำ

ธารที่ผ่านชุมชน โดยในบริเวณต้นน้ำมีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 3.165 ส่วนบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชนมีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 1.124 สำหรับผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนแมลงน้ำแต่ละวงศ์ระหว่างบริเวณต้นน้ำกับบริเวณลำธารที่ผ่านชุมชน โดยใช้ Independent Samples Test พบว่า แมลงน้ำทั้ง 6 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Heptageniidae ในอันดับ Ephemeroptera วงศ์ Hydropsychidae วงศ์ Molannidae วงศ์ Ecnomidae ในอันดับ Trichoptera วงศ์ Perlidae ในอันดับ Plecooptera และ วงศ์ Euphaeidae ในอันดับ Odonata ของทั้งสองบริเวณมีจำนวนตัวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

นฤมล แสงประดับ. 2548. **เอกสารประกอบการสอนวิชา 311 780 แมลงน้ำ**. เอกสารประกอบการสอน.สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์. 2542. **การเปลี่ยนแปลงสังคมของแมลงน้ำในฤดูกาลต่างๆ ในลำธารทางภาคใต้ของประเทศไทย**. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 21(2): 141-153.

Clarke, K.R. and Warwick, R.M. 2001. **Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** 2nd edition, PRIMER□E: Plymouth.

Dennis M. Lehmkuhl. 1944. **Pictured Key Nature Series: How To Know The Aquatic Insects**, Biology at Lowa Wesleyan University, Printed in the United States of America.

McCafferty, W.P. and Provonsha, A.V. 1981. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett Publishers, Inc.

Michael Quigley. 1977. **Invertebrates of Streams and Rivers: A Key to Identification, Head of Studies in Environmental Biology**, Printed in Great Britain, Colchester and London.

Williams, W. D. (1980). **Australian Freshwater Life, The Invertebrates of Australian Inland Water :**

Biology and Taxonomic information on its Australian Representatives, Printed in Hong Kong.

Ward, J.V. (1992). **Aquatic Insect Ecology 1**. Biology and Habitat. John Wiley & Sons, Printed in New York.

การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวในน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น โดยยีสต์ *Candida tropicalis* TISTR 5146

The Production of Single Cell Protein by Candida tropicalis TISTR 5146 Yeast on Concentrated Latex Wastewater from The Factory

ชุตินุช สุจริต[1*], มาโนช ชำเจริญ[2] , อเนก สาวะอินทร์[3]

Chutinut Sujarit[1*], Manoch Khamcharoen [2] and Aneak Sawain[3]

บทคัดย่อ

เมื่อศึกษาอัตราการเจือจางน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น โดยใช้น้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้นต่อน้ำกลั่นในอัตราส่วน ใช้อัตราส่วน 1:1 1:3 และ 1:5 เลี้ยงยีสต์ *Candida tropicalis* TISTR 5146 ในฟลาสก์บนเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่า *C. tropicalis* TISTR 5146 เจริญได้ที่ที่สุดในน้ำทิ้งอัตราการเจือจาง 1:5 กล้าเชื้อเริ่มต้นใช้ร้อยละ 10 เติมกากน้ำตาล ร้อยละ 5 ยีสต์สกัดร้อยละ 5 แมกนิเซียมเซัลเฟต 0.01 กรัม ไดแอมเนียมซัลเฟต 0.4 กรัม พีเอชเริ่มต้นที่ 5.5 ได้ปริมาณเซลล์ยีสต์ 2.67 กรัมต่อลิตร เมื่อนำยีสต์ *C. tropicalis* TISTR 5146 มาวิเคราะห์กรดอะมิโน พบว่า มีกรดอะมิโนที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต ซึ่งสามารถนำไปเสริมในอาหารสัตว์ได้

คำสำคัญ: การผลิตโปรตีนเซลล์เดียว, น้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้น และ *Candida tropicalis* TISTR 5146

---

[1]รองศาสตราจารย์ สาขาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

3 อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

[*]**Corresponding author, E-mail:** s.chutinut58@gmail.com

Abstract

This study showed Candida Tropicalis TISTR 5146 yeast could produce single cell protein on the concentrated latex wastewater in the factory and produced the essential amino acid. The wastewater was collected in the different ratio 1:1, 1:3, and 1:5. The greatest ratio of yeast growth in the condensed latex wastewater to the distilled water were 1.5. Candida tropicalis TISTR 5146 yeast had been prepared by mixing 10% of culture, 5% of molasses, 5% of extracted yeast, and 0.01 gram of Magnesium Sulphate. Candida tropicalis TISTR 5146 yeast was shaken in flask at 200 rounds per minutes (rmp). The yield of the yeast from the study after 72 hours at the room temperature was 2.67 grams per litre at pH 5.5. The researcher found that the amino acid in this study could applicable in animal supplementary.

Keywords: single cell protein, concentrated latex wastewater, *Candida tropicalis* TISTR 5146

บทนำ

ยางพาราถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย พบว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ความต้องการใช้ยางพาราของไทย เพิ่มขึ้นจาก 458,637 ตัน ปี 2533 เป็น 550,000 ตัน ในปี 2557 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.40 ต่อปี โดยเพิ่มขึ้นเนื่องจากการขยายฐานการผลิตของอุตสาหกรรมจากต่างประเทศ ทั้งอุตสาหกรรมยางล้อ และอุตสาหกรรมแบบจุ่ม เช่น ถุงมือยาง เป็นต้น การส่งออกยางพาราของไทยเพิ่มขึ้นจาก 2.84 ล้านตัน ในปี 2553 เป็น 3.80 ล้านตัน ในปี 2557 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.37 ต่อปี คาดว่าปริมาณการส่งออกยางพาราในตลาดโลกจะเพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาเนื่องจากคาดว่าอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางในจีนและอินเดียจะขยายตัวเพิ่มขึ้น (สำนักงานวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร , 2558) สิ่งที่เกิดขึ้นจากการผลิตในปริมาณที่มากย่อมส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมด้วยมลพิษอินทรีย์ทางน้ำในลักษณะที่เป็นจุด (point source) ในปริมาณมาก มลพิษดังกล่าวกระทบทางน้ำและอากาศ ส่งกลิ่นหมิ่นรบกวนต่อชุมชนรอบข้างและคูคลอง จากเหตการณ์ดังกล่าวได้มีการศึกษาเพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งโดยใช้ระบบบ่อหมักร่วมไร้อากาศผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพ (สุเมธ , 2558) การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวในน้ำทิ้งต่าง ๆ ได้แก่ นำยีสต์มาเลี้ยงในน้ำทิ้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ (Nooni, 1981) นำยีสต์ *Candida trop*icalis TISTR 5146 ในน้ำทิ้งปลาทูน่าแยกโปรตีนและไขมันที่เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:1 เติมกากน้ำตาลร้อยละ 5 พีเอชเริ่มต้น 5.5 ได้ปริมาณเซลล์ยีสต์ 11.51 กรัมต่อลิตร (ขุตินุช และคณะ . 2540) และ *C. tropicalis* TISTR 5146 เลี้ยงในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเพื่อผลิตโปรตีนเซลล์เดียว (ขุตินุช และคณะ, 2557) แนวโน้มในการบำบัดน้ำเสียโดยทางชีวภาพมีมากขึ้นและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การนำยีสต์ซึ่งเป็นตัวกระทำทางชีวภาพมาเพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์ และยีสต์จะใช้ปริมาณสารอินทรีย์ดังกล่าวในการเจริญเติบโตส่งผลให้มีการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวในตัวเซลล์ยีสต์นั้นเอง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีแนวคิดในการนำน้ำทิ้งของโรงงานน้ำยางข้นบ่อสุดท้ายนำมาผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาคุณลักษณะของน้ำทิ้งจากบ่อสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น บริษัทกว่างเขิ่นรับเบอร์ (ตรัง) จำกัด

วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำทิ้งน้ำสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น ได้แก่ วิเคราะห์หาซีโอดี ซีโอดี ปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย น้ำมันและกรีส รวมทั้งแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ ฟอสฟอรัส และซัลเฟต โดยทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐานน้ำทิ้งโรงงาน ส่งตรวจวิเคราะห์ ณ ศูนย์ปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

2. ศึกษาใช้ตัวกระทำทางชีวภาพในการลดปริมาณสารอินทรีย์

2.1 ตัวกระทำทางชีวภาพ

นำ *Candida topicalis* TISTR 5146 เลี้ยงในน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้น ในบ่อสุดท้าย โดยมีการเจือจางด้วยน้ำ ในอัตราส่วน คือ 1:0 , 1:1, 1:3 และ 1:5 ตามลำดับ ซึ่งบรรจุปริมาณ 50 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เลี้ยงบนเครื่องเขย่ามีความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง ในการศึกษาแต่ละชุดการทดลองเก็บตัวอย่างทุก 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง นำไปวัดค่าพีเอช น้ำหนักเซลล์แห้ง คัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

2.2 ศึกษาการเติมแหล่งกลูโคส โดยใช้ฟลาสก์ ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมในข้อ 2.1 โดยใช้สูตรพื้นฐานเป็น YM broth เติมแมกนิเซียมซัลเฟต 0.01 กรัม ไดแอมเนียมซัลเฟต 0.4 กรัม เติมยีสต์สกัด 5 กรัม พีเอชเริ่มต้นที่ 5.5 ได้มีการเติมกากน้ำตาล ปริมาณที่ศึกษา 3 ระดับ คือ ร้อยละ 1 , 5 และ 10 ตามลำดับ บ่มบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง สุ่มตัวอย่างทั้งฟลาสก์โดยสุ่มตัวอย่างทั้งฟลาสก์ทุก ๆ 12 ชั่วโมง จนครบ 96 ชั่วโมง โดยวางแผนการทดลอง CRD วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด CRD (Complete Randomize Design) การทดลองแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ดังในข้อที่ 1) วัดพีเอช และ น้ำหนักเซลล์แห้งที่มีปริมาณสูงสุด

3. นำเซลล์ยีสต์ที่จากข้อ 2.2 ทำให้แห้งโดยการอบที่อุณหภมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง หรืออบจนแห้ง นำมาส่งวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโน ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาสงขลา

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1.ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น สภาพของน้ำที่เก็บจากโรงงานน้ำยางข้น สภาพของน้ำที่ส่งตรวจมีสีเขียนอ่อน (ภาพที่ 1) ขุ่นเล็กน้อย พีเอช 6.75 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีกลิ่นแอมโมเนียน้อยมาก จากผลการวิเคราห์ทดสอบคุณภาพน้ำ ถือว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม มีปริมาณสารอินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณบีโอดี และ ไขมัน เท่ากับ 10.6 และ 145

มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ ซัลเฟอร์ ได้แก่ 8.45 , 5.05 และ 139 มิลลิกรัมต่อลิตร (ดังตารางที่ 1)



บ่อน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานยางข้น



ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้น

ภาพที่ 1 แหล่งน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นที่นำมาใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโรงงานน้ำยางข้นก่อนและหลังการเลี้ยงยีสต์ *C.tropicalis* TISTR 5146

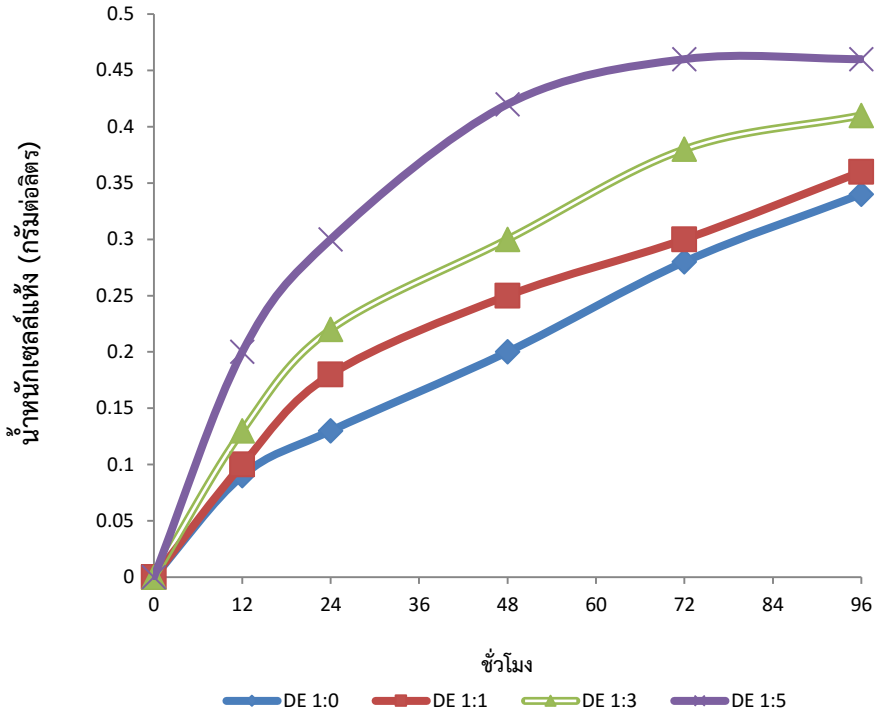
พารามิเตอร์	น้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นก่อนการเลี้ยงยีสต์	น้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นหลังการเลี้ยงยีสต์	ปริมาณลดลงร้อยละ
BOD (mg/L)	10.6	5.3	40.57
COD (mg/L)	145	80.45	55.48
TSS(mg/L)	72	55	76.39
TSD (mg/L)	1,172	780	66.55
TS (mg/L)	1,272	540	42.45
TKN (mg/L)	8.45	4.5	53.25
Oil and grasses (mg/L)	3.33	1.2	36.03
PO4-p(mg/L)	5.05	3.5	69.30
Sulfate(mg/L)	139	55	39.57

หมายเหตุ : ส่งตรวจวิเคราะห์ ณ ศูนย์ปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

2. ผลของใช้ตัวกระทำทางชีวภาพ *Candida tropicalis* TISTR 5146

2.1 ผลการใช้ *Candida tropicalis* TISTR 5146 ในน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น

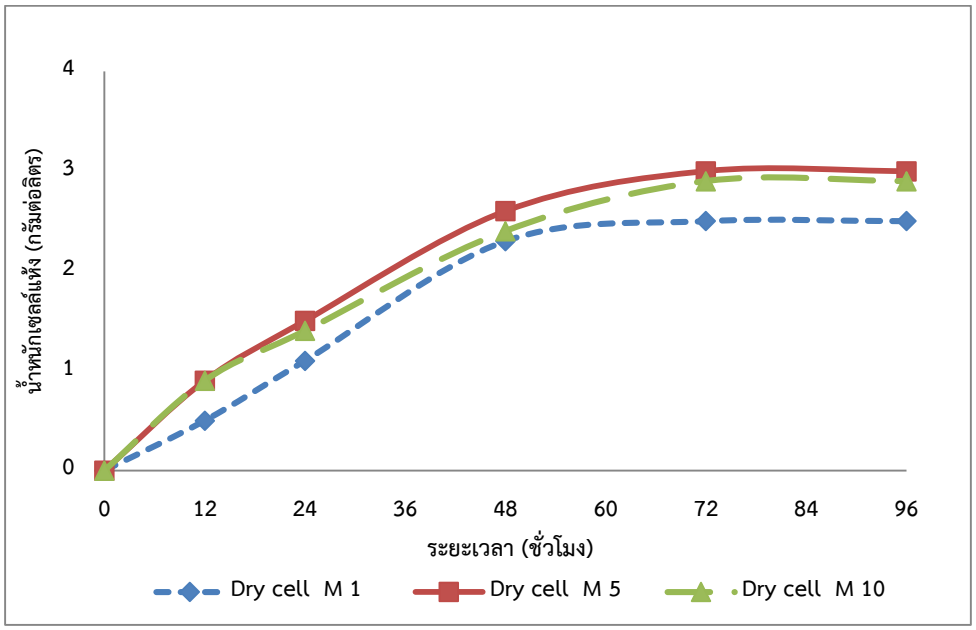
นำน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น มาเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อในการเลี้ยงยีสต์ *Candida tropicalis* TISTR 5146 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ดังตารางที่ 1) ถือได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งและมีปริมาณสารอินทรียไม่เกินปริมาณน้ำทิ้งโดยทั่วไป ดังนั้นนำน้ำทิ้งโรงงานข้น มาศึกษาการเจือจางอัตราส่วนการเจือจางน้ำทิ้งจากโรงงานต่อน้ำกลั่น ได้แก่ 1:0, 1:1, 1:3 และ 1:5 ตามลำดับ ใช้หัวเชื้อยีสต์เริ่มต้นร้อยละ 10 ซึ่งบรรจุปริมาณ 50 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เลี้ยงบนเครื่องเขย่ามีความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง ในการศึกษาแต่ละชุดการทดลองเก็บตัวอย่างทุก 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง นำไปวัดค่าพีเอช น้ำหนักเซลล์แห้ง คัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป พบว่า ยีสต์ *Candida tropicalis* TISTR 5146 เจริญได้ดีที่สุด เมื่อมีการเจือจางที่ระดับ 1:5 ช่วง 24-48 ชั่วโมง มีค่าน้ำหนักเซลล์แห้ง 0.3- 0.42 ถือได้ว่าเป็นช่วงการเจริญเติบโตที่สูงสุด (ภาพที่ 2) ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.3 โดยลดค่า COD ลงร้อยละ 40.57 ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 2 น้ำหนักเซลล์แห้งของ *Candida tropicalis* TISTR 5146 ในน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:0, 1:1, 1:3 และ1:5 บ่มบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง

2.2 ผลการเติมแหล่งกูลโคส

ได้นำมาเลี้ยงโดยการปรับอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของยีสต์ โดยเลี้ยงในฟลาสก์บนเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่า ยีสต์ *C. tropicalis* TISTR 5146 เจริญได้ที่ที่สุดเมื่อเจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:5 หัวเชื้อใช้ร้อยละ 10 เติม กากน้ำตาล ร้อยละ 1 5 และ 10 ยีสต์สกัดร้อยละ 5 แมกนิเซียมเซัลเฟต 0.01 กรัม ไดแอมเนียมซัลเฟต 0.4 กรัม พีเอชเริ่มต้นที่ 5.5 ดังภาพที่ 3 ได้ปริมาณเซลล์ยีสต์ 2.67 กรัมต่อลิตร สูงสุดเมื่อมีการเติมกลูโคสร้อยละ 5 พีเอชอยู่ในช่วง 5.5- 6.3 เมื่อนำ ยีสต์ *C. tropicalis* TISTR 5146 เมื่อวิเคราะห์กรดอะมิโน พบว่า มีกรดอะมิโนที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต ซึ่งสามารถนำไปเสริมในอาหารสัตว์ได้ ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 3 ผลการเติมกากน้ำตาลที่ระดับต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 1, 5 และ 10 ในน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้นโดยเจือจางน้ำกลั่นอัตราส่วนที่ 1:5 ยีสต์สกัดร้อยละ 5 แมกนิเซียมซัลเฟต 0.01 กรัม ไดแอมเนียมซัลเฟต 0.4 กรัม พีเอชเริ่มต้นที่ ในอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง

3.ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของยีสต์แห้งที่ได้จากการเลี้ยงน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้น

พบว่าจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเซลล์แห้ง พบว่า เซลล์ยีสต์ *C. tropicalis* TISTR 5146 มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น ร้อยละ 39.44, 0.26, 7.4 และ 1.10 ตามลำดับ และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกาย (essential amino acid : EAA) ครบทุกชนิด เช่น ไลซีน เมทไธโอนีน และ วาลีน เป็นต้น ส่วนกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นแก่ร่างกาย (non essential amino acid :NEAA) นั้นไม่พบซีสตีน ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่ง

สอดคล้องกับรายงานของ Faust และ Prave (1979) โดยทั่วไปโปรตีนเซลล์เดียว มักขาดกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ส่วนกรดอะมิโนของยีสต์ *C. tropicalis* TISTR 5146 เลี้ยงในน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้น พบว่ามีกรดอะมิโนครบทุกชนิด และมีกรดอะมิโนบางชนิดที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานกรดอะมิโนในแซลล์ยีสต์คือ ไลซีน ลิวซิน ไอโซลิซีน และ เมตไทโอนิน ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อนำยีสต์ไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อต่างกันย่อมส่งผลให้ปริมาณและกรดอะมิโนแตกต่างกัน จากการศึกษาของชุตินุช (2540) เลี้ยง *C. tropicalis* TISTR 5146 ในน้ำนึ่งปลาทู่น่าที่แยกโปรตีนและไขมันมีกรดอะมิโนบางค่าสูงกว่ามาตรฐานกรดอะมิโนในเซลล์ยีสต์ คือ ฮีลทิดีน ไลซีน ทรีโอนีน อาร์จีนีน เป็นต้น

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนในเซลล์ยีสต์ *Candida topicalis* TISTR 5146 ในสูตรอาหารน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานยางข้น ที่อุณหภูมิห้อง

Amino acid	FAO* reference protein	Content in yeast (g/16gN)
		C. tropicalis TISTR 5146
Lysine	4.2	9.15
Valine	4.2	2.23
Leucine	4.8	10.27
Isoleucine	4.2	11.20
Threonine	2.8	Not Detected
Methionine	2.2	7.94
Phenylalanine	2.8	9.73
Cystine	2.0	Not Detected
Alanine	--	16.38
Histidine	--	5.42
Tyrosine	--	6.50
Arginine	--	15.26
Glutaminc acid	--	3.49
Proline	--	2.94

ที่มา : ดัดแปลงจาก Rose และ Harrison (1971)*

- : ไม่มีกรดอะมิโน

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวในน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น โดยยีสต์ *Candida tropicalis* TISTR 5146 พบว่า อัตราการเจือจางน้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น โดยใช้น้ำทิ้งสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้นต่อน้ำกลั่นในอัตราส่วน ใช้อัตราส่วน 1:1 1:3 และ 1:5 เลี้ยงยีสต์ *Candida tropicalis* TISTR 5146 ในฟลาสก์บนเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่า *C. tropicalis* TISTR 5146 เจริญได้ที่ที่สุดในน้ำทิ้งอัตราการเจือจาง 1:5 กล้าเชื้อเริ่มต้นใช้ร้อยละ 10 เติมกากน้ำตาล ร้อยละ 5 ยีสต์สกัดร้อยละ 5 แมกนิเซียมเซัลเฟต 0.01 กรัม ไดแอมเนียมซัลเฟต 0.4 กรัม พีเอชเริ่มต้นที่ 5.5 ได้ปริมาณเซลล์ยีสต์ 2.67 กรัมต่อลิตร เมื่อนำยีสต์ *C. tropicalis* TISTR 5146 วิเคราะห์องค์ประกอบของเซลล์แห้ง พบว่า เซลล์ยีสต์ *C. tropicalis* TISTR 5146 มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น ร้อยละ 39.44, 0.26, 7.4 และ 1.10 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์กรดอะมิโน พบว่า มีกรดอะมิโนที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต ได้แก่ ไลซีน ลิวซิน ไอโซลิซีน และ เมตไทโอนิน ซึ่งสามารถนำไปเสริมในอาหารสัตว์ได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณบริษัทกว่างเชิ่นรับเบอร์ (ตรัง) จำกัด ให้ความอนุเคราะห์เรื่องน้ำทิ้งโรงงานยางข้นในบ่อน้ำทิ้งสุดท้ายเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง และ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มทร.ศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

ชุตินุช สุจริต. (2540). **การเลี้ยงยีสต์ในน้ำทิ้งปลาทูน่าหลังการแยกโปรตีนและไขมัน**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชุตินุช สุจริต อุไรวรรณ วัฒนกุล วัฒนา วัฒนกุล และสมรักษ์รอดเจริญ. (2557). **การลดปริมาณสารอินทรีย์โดยใช้ตัวกระทำทางชีวภาพในน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเพื่อผลิตโปรตีนเซลล์เดียว.รายงานวิจัย.** สำนักบริหารโครงการวิจันในอุดมศึกาและพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

สุเมธ ไชยประพันธ์ (2558). **การประยุกต์ใช้ระบบบ่อหมักร่วมไร้อากาศ สำหรับบำบัดน้ำเสียสหกรณ์โรงอบ/รมยางและทดแทนเชื้อเพลิงไม้ฟืนในการรมควันยางพาราแผ่น**. หมวดยางพารา. (Online. http://www.p2s.psu.ac.th/index.php/psu-research/2014-09-09-02-01-15/76-2015-08-03-02-37-51. 8 มกราคม 2561.

Faust U. and Prave P. (1979). Process alternatives in SCP-fermentation. **Proces. Biochem**. 14(November): 28-32.

Noonai, A. (1981). **Single cell protein production form spent suflte liquor** .Master’s. Thesis, Mahidol University.

Rose, A. S and Harrison, J. S. (1971). **The Yeast**. Vol. 2. New York : Academic Press.

การพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์พลูจากการคัดทิ้งโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมในชุมชน กรณีศึกษา:ชุมชนนาโอ่ ตำบลร่มเมือง อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง

The Development of processing the separated of betel leaf using participation in community : the Case Study of Na-O community, Rom Mueang sub-district, Mueang Phatthalung district, Phatthalung Province.

ณฐวรท บุญรัตนา[19*], ว่าที่ ร.ต.เกรียงไกร บรรจงเมือง[20]

Nathawarot Boonrattana, Acting Sub Lt. Kriangkrai Banjongmueang

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์สุขภาพจากใบพลูคัดทิ้งของชุมชนบ้านนาโอ่ โดยใช้เทคนิคการวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAP) และเทคนิค AIC เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การจัดเวทีเสวนา สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน ศึกษาพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์ และออกแบบตราสัญลักษณ์บรรจุภัณฑ์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้ 1) การสำรวจความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ พบว่า ชุมชนมีศักยภาพพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ น้ำมันพลู โลชันพลู 2) การพัฒนาตำรับ พบว่า วิธีการสกัดโดยใช้น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นเป็นตัวทำละลายแบบใช้ความร้อน มีลักษณะน้ำมันสีเขียวใสเหมาะสมสำหรับการพัฒนาตำรับน้ำมันนวดตัวและโลชันพลูตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 3) การการออกแบบตราสัญลักษณ์ พบว่า จากการจัดเวทีเสวนากลุ่มชุมชนเลือก ลายเส้นใบพลู และมีชื่อสินค้าเป็นคำว่า "Na-O"เป็นตราสัญลักษณ์บรรจุภัณฑ์ มีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ จดจำได้ง่าย บ่งบอกได้ถึงคุณสมบัติที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ได้ครบและชัดเจน

คำสำคัญ: กระบวนการมีส่วนร่วม, น้ำมันพลู, โลชันพลู

Abstract

This action research aimed to study and develop process the separated of betel leaf in Na-O community. By using PAP techniques (Participatory Action Research) and AIC techniques (Appreciation, influence, and control) in the workshop was hold up by discussion, development of products and package logo design. The data analysis was showed on descriptive statistics and content analysis. The results revealed that: 1) A survey of product development needs reveals that

[19] อาจารย์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์สุขภาพและสปา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[20] นักวิจัยอิสระ ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพและการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพร

*Corresponding author, E-mail: nathawarot.bo@gmail.com

the community has the potential to develop products: Massage oil and lotion. 2) The results of the development found that the extraction method using cold pressed coconut oil as a heat solvent that resembles clear green oil is suitable for the development of body massage oil and lotion betel toward the community product standard. 3) The results of the logo design found that from organizing a forum, community groups selected betel leaf lines and logo design product names “Na-O” have uniqueness, easily recognizable, clearly indicating all the important features of the product.

Keywords: Participatory Action, betel leaf oil, betel leaf lotion

บทนำ

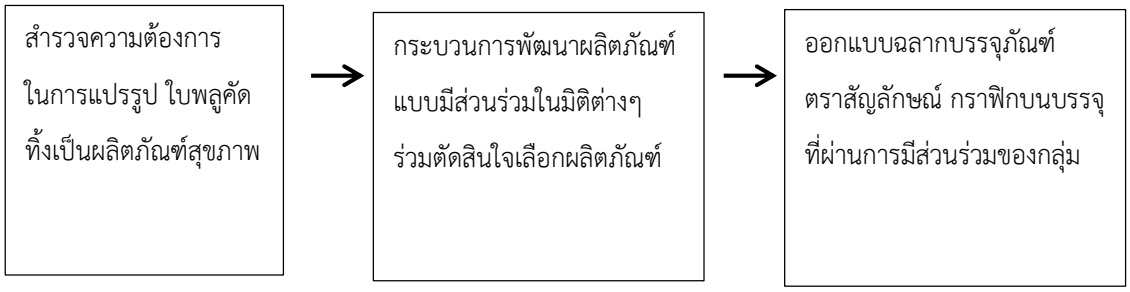
ใบพลู จัดพืชสมุนไพรที่มีการเร่งผลักดันให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชุมชนเพื่อการส่งออกไปประเทศจีนจำนวนมาก ส่งผลให้มีการขยายแหล่งเพาะปลูกในพื้นที่ ตำบลร่มเมือง อำเมืองเมืองพัทลุง จ.พัทลุง โดยการสนับสนุนของท้องถิ่นให้ใช้พื้นที่ว่างบริเวณบ้านปลูกพลูขายใบ ทางด้านเทศบาลร่มเมืองที่ต้องการสร้างอาชีพเสริมให้เกษตรกรใน 6 หมู่บ้าน กว่า 600 ครัวเรือนส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มเพื่อนำผลิตผลส่งจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศสร้างรายได้เข้าหมู่บ้าน ซึ่งว่างเว้นจากการทำสวนยางพาราอาชีพหลัก ด้วยส่งเสริมให้ปลูกพลูในพื้นที่ว่างของแต่ละครัวเรือน เพราะมองว่าปลูกรักษาง่าย อายุการให้ผลผลิตนานถึง 20 ปี "เมื่อเทศบาลเข้ามาส่งเสริมรวมทั้งหนุนให้มีการจัดตั้งเป็นกลุ่ม จึงทำให้ชาวบ้านในพื้นที่หันมาปลูกเพิ่มมากขึ้นแทบทุกครัวเรือน โดยประมาณ 7 เดือนก็สามารถเก็บใบจำหน่ายได้ ราคาจำหน่ายพลูส่งออกต่างประเทศ จำนวน 100 ใบ ราคา 50-70 บาท สร้างรายได้ต่อเดือนกว่า 1.2-1.5 หมื่นบาท ด้านนายสมพงษ์ ดอนเพ็งจันทร์ นายกเทศมนตรีตำบลร่มเมือง กล่าวว่า เทศบาลได้ส่งเสริมให้ชาวบ้านที่ปลูกพลูในพื้นที่ 6 หมู่บ้าน และให้รวมกลุ่มกันเพื่ออำนาจต่อรองราคากับพ่อค้าคนกลางที่เข้ามารับซื้อในพื้นที่ เป็นการการันตีความต้องการของตลาดว่าไม่มีสอดแทรกสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพจนทำให้เกิดปัญหาตลาดตีสินค้ากลับและยกเลิกการรับซื้อ อีกทั้งยังบอกว่า ในอนาคตเทศบาลมีนโยบายส่งเสริมให้ชาวบ้านทั้ง 9 หมู่บ้านใน ต.ร่มเมือง ปลูกพลูเป็นพืชเศรษฐกิจ เนื่องจากมีตลาดรองรับแน่นอน โดยเฉพาะเดือนตุลาคม-มกราคม เป็นช่วงตลาดที่ไต้หวันมีความต้องการมากที่สุด ซึ่งสามารถทำรายได้เข้าหมู่บ้านปีละไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาททีเดียว (กันยา ขำนุรักษ์ ,2557) โดยกลุ่มสัมมาชีพชุมชนบ้านนาโอ่ หมู่ที่ 4 ต.ร่มเมือง อ.เมือง จ.พัทลุง ที่มีอาชีพเสริมปลูกพลูเก็บใบขาย ซึ่งปลูกกันมานานจากรุ่นสู่รุ่น มีราคาสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรที่มีสวนพลูต่างดีใจ และเตรียมขยายการปลูกให้เพิ่มมากขึ้น บางรายต้องขยายพื้นที่โดยการโค่นล้มยางพารา เพื่อขยายแปลงปลูกใบพลูส่งออก สาเหตุที่ทำให้ใบพลูราคาสูงขึ้นเนื่องจากมีพ่อค้าจากประเทศจีน และไต้หวันมาเปิดตลาดรับซื้อในพื้นที่แต่จะมีการคัดแยกเลือกเอาเฉพาะใบพลูที่ได้มาตรฐานส่งออก ทำให้ใบพลูจำนวนมากเช่นกันที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานส่งออก (ปณิธาน นิลแก้ว , 2561)

ประธานกลุ่ม นายปณิธาน นิลแก้ว เล็งผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของการเพาะปลูกพลูจำนวนมากและเตรียมการรองรับใบพลูที่ถูกคัดทิ้ง เนื่องจากการส่งออกของใบพลูดังกล่าวจะมีการคัดขนาดใบ ลักษณะใบ ให้ได้มาตรฐานซึ่งทำให้มีใบพลูจำนวนมากที่ถูกคัดทิ้ง และกลุ่มชุมชนนาโอ่ ความสนใจผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตระดับชุมชน สามารถพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชน อย่างครบวงจร ตั้งแต่ การนำวัตถุดิบใบพลูจากการคัดทิ้ง (ต้นน้ำ) การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรรูปแบบต่างๆ เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ได้มาตรฐาน (กลางน้ำ) การจัดจำหน่ายก่อให้เกิดรายได้ และการสร้างเครือข่ายในชุมชน (ปลายน้ำ) จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัย การพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์พลูจากการคัดทิ้งโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมในชุมชน กรณีศึกษา:ชุมชนนาโอ่ ตำบลร่มเมือง อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์สุขภาพจากใบพลูคัดทิ้งของชุมชนบ้านนาโอ่ ตำบลร่มเมือง อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง

โดยมีกรอบกระบวนการวิจัยดังนี้



วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการใช้รูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) โดยศึกษาวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research) สถานที่เก็บข้อมูลและปฏิบัติการ ในพื้นที่ชุมชนบ้านนาโอ่ ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ผู้วิจัยได้พัฒนา/ดัดแปลง ขึ้นมาจากการทบทวนวรรณกรรม แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่างๆ ที่สอดคล้องและเหมาะสมกับบริบทของชุมชน โดยใช้เครื่องมือการทำงานที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความร่วมมือและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ในหลากหลายมุมมอง มุ่งประเด็นไปที่การมีส่วนร่วมในทุกกระบวนการ ในการสนทนากลุ่ม คือ ร่วมในการวางแผน (Planning) การมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรม (Implementation) การมีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์ (Utilization) การมีส่วนร่วมในการได้รับผลประโยชน์ (Benefit-sharing) และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ และใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview research) แบบกึ่งโครงสร้าง

ขั้นตอนที่ 1 ในการสำรวจความต้องการในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ ในประเด็นค้นหาผลิตภัณฑ์สุขภาพตามความต้องการของชุมชน เพื่อทำการพัฒนาการผลิตภัณฑ์ต้นแบบโดยใช้เทคนิค A-I-C (Appreciation, Influence, and Control) ตามขั้นตอนต่อไปนี้

(1) ขั้นเห็นคุณค่า (A: Appreciation) จัดเวทีให้ชาวบ้านเข้ามาพูดคุยถึงสภาพการณ์ ปัญหา และความต้องการในปัจจุบันและอนาคต

(2) ขั้นปฏิสัมพันธ์ (I: Influence) ในขั้นนี้ชาวบ้านจะต้องระบุสิ่งที่ทำให้บรรลุเป้าหมายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใบพลู และคัดเลือกผลิตภัณฑ์เป้าหมายตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ชุมชนสามารถผลิตได้เอง กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน ต้นทุนการผลิตไม่สูง และผลิตภัณฑ์สามารถขึ้นทะเบียนตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

(3) ขั้นควบคุม (C: Control)) มี 2 ขั้นตอนคือ การแสวงหาผู้รับผิดชอบ และขั้นวางแผนดำเนินงานโดยกำหนดกิจกรรมภายใต้โครงการต่างๆ วิธีดำเนินการ และผู้รับผิดชอบในแต่ละกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใบพลู

2.1 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างก่อนการสกัด นำตัวอย่างใบพลูล้างทำความสะอาดแล้วเช็ดให้แห้งแล้วนำไปหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อเตรียมสู่ขั้นตอนการสกัดสาร 2 วิธีการโดยใช้น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นเป็นตัวทำละลายแบบใช้ความร้อนและแบบการหมัก ใช้อัตราส่วน 1:1 ในการสกัดทั้ง 2 วิธี (1) สกัดด้วยวิธีการให้ความร้อน ดัดแปลงมาจากงานวิจัยการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากใบพลูด้วยคลื่นไมโครเวฟ (เกศสุคนธ์ มณีวรรณ,2561) เป็นเวลา 1 นาที 3 นาที และ 5 นาที เก็บในขวดทึบแสง (2) สกัดด้วยวิธีการหมักใช้ตัวทำลายละลายน้ำมันพืช เป็นเวลา 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน สารสกัดที่ได้กรองด้วยกระดาษกรอง

2.2 ขั้นตอนการพัฒนาสูตรตำรับน้ำมันนวดตัวตามประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำมันนวดตัวสำหรับสปา มาตรฐานเลขที่ มผช.๒๕๙/๒๕๕๓ และการพัฒนาตำรับโลชันจากงานวิจัยการพัฒนาโลชันฟักข้าวในชุมชน ตำบลพนมวังก์ อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง (ณฐวรท บุญรัตนา ,2559) และประเมินความคงตัวทางกายภาพสูตรตำรับโดยสังเกตลักษณะเนื้อครีม การแยกชั้น การตกตะกอนและกลิ่น ทดสอบความเป็นกรด- ด่าง (ดวงกมล เลียวกิตติกุลม และคณะ,2553)

ตารางที่ 1 สูตตำรับน้ำมันใบพลู

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (มิลลิลิตร)		
	ตำรับ1	ตำรับ2	ตำรับ3
น้ำมันแร่	77	72	67
น้ำมันมะพร้าว	14	14	14
น้ำมันงา	3	3	3
สารสกัด	5	10	15
กลิ่น	1	1	1

ตารางที่ 2 สูตตำรับโลชันพลู

ส่วนประกอบในตำรับ (g)	ตำรับ1	ตำรับ2	ตำรับ3
SODIUM POLYACRYLATE	1	2	2.5
DICAPRYLY ETHER	5	3	3
CANATION 70	10	12	15
สารสกัดใบพลู	3	5	7
PROPYLENE GLYCOL	10	10	15
DEIONIZE WATER	70.2	67.2	56.7
SODIUM STEAROYL GLUTAMATE	0.2	0.2	0.2
DMDM HYDANTOIN	0.5	0.5	0.5
PERFUME	0.1	0.1	0.1

วิธีการเตรียมตำรับโลชัน นำส่วนผสมใน SODIUM POLYACRYLATE, DICAPRYLYETHER, PROPYLENE GLYCOL มาผสมรวมกัน และกวนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันที่อุณหภูมิปกติพักไว้แล้วนำส่วนผสมใน DEIONIZE WATER, SODIUM STEAROYL GLUTAMATE, มาผสมรวมกัน และกวนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันที่อุณหภูมิปกติแล้วพักไว้ หลังจากนั้นนำมาผสมรวมกัน และกวนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เติมกลิ่นน้ำหอมและ DMDM HYDANTOIN

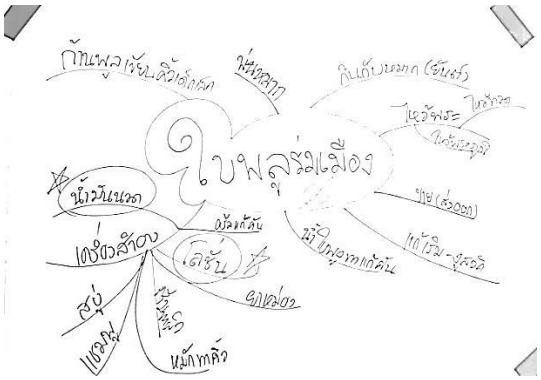
ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบตราสัญลักษณ์และฉลากบรรจุภัณฑ์

จัดเวทีระดมความคิดเห็น ในกิจกรรมการออกแบบตราสัญลักษณ์และฉลากบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus group) และวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ชุมชน คือ ประวัติศาสตร์ชุมชน

แผนที่เดินดิน แผนผังความคิด เพื่อค้นหาอัตลักษณ์ที่สำคัญของบ้านนาโอ่ สำหรับการสร้างตราสัญลักษณ์และฉลากบรรจุภัณฑ์

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์พลูจากการคัดทิ้งโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมในชุมชน จากการจัดเวทีประชุมเสวนากลุ่ม การสัมภาษณ์เชิงลึก ขั้นตอนในการสำรวจความต้องการและค้นหาผลิตภัณฑ์ต้นแบบให้สอดคล้องบริบทชุมชน พบว่า กลุ่มสัมมาชีพชุมชนนาโอ่ หมู่ที่ 4 ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง มีองค์ความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการใช้ประโยชน์ และชุมชนศักยภาพในผลิตผลิตภัณฑ์ใบพลู



ภาพที่ 1 แผนผังความคิดการคัดเลือกผลิตภัณฑ์

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นการใช้กระบวนการแบบมีส่วนร่วมโดยใช้เทคนิค A-I-C (Appreciation, Influence, and Control) ตามขั้นตอนพบว่า (1) ขั้นเห็นคุณค่า (A: Appreciation) จัดเวทีให้ชาวบ้านเข้ามาพูดคุยถึงสภาพการณ์ ความต้องการ ได้แก่ องค์ความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่น การใช้ประโยชน์จากใบพลูในด้านการรักษาโรค การบริโภค เป็นต้น ความต้องการในการสร้างผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้แก่ สบู่ก้อน, แชมพู, น้ำมันนวดตัว,เครื่องสำอาง โลชัน เป็นต้น (2)ขั้นปฏิสัมพันธ์ (I: Influence) ในขั้นนี้ชาวบ้านต้องคัดเลือกผลิตภัณฑ์เป้าหมายตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ชุมชนสามารถผลิตได้เอง กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน ต้นทุนการผลิตไม่สูง และผลิตภัณฑ์สามารถขึ้นทะเบียนตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (3)ขั้นควบคุม (C: Control) การแสวงหาผู้รับผิดชอบ

ผลสรุป ทางกลุ่มลงความคิดเห็น และคัดเลือกผลิตภัณฑ์ คือ น้ำมันนวดพลู และโลชันพลู เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้น และเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคได้

อย่างกว้างขว้าง และเลือกใช้สถานที่ศาลากลางหมู่บ้านกลุ่มสัมมาชีพชุมชนนาโอ่ หมู่ที่ 4 ทางกลุ่มมีการจัดทีมผู้รับผิดชอบฝ่ายผลิตโดยสลับสับเปลี่ยนหมุนเวียนคนภายในชุมชน

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลทางกายภาพการสกัดสารใบพลู 2 วิธี

ลักษณะทางกายภาพ	สกัดด้วยวิธีการให้ความร้อน			สกัดด้วยวิธีการหมัก		
	1 นาที	3 นาที	5 นาที	3 วัน	5 วัน	7 วัน
สี	เขียวใส	เขียวใส	เขียวเข้ม	เหลืองใส	เหลืองใส	เหลืองใส
กลิ่น	กลิ่นใบพลูอ่อน	กลิ่นใบพลูเข้ม	กลิ่นใบพลูไหม้	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
การแยกชั้น	ไม่การแยกชั้น	ไม่การแยกชั้น	ไม่การแยกชั้น	ไม่การแยกชั้น	ไม่การแยกชั้น	ไม่การแยกชั้น
pH	5.5	5.5	5.8	5	5	5

จากตารางที่ 3 พบว่า วิธีการสกัดด้วยวิธีการให้ความร้อนและวิธีการสกัดด้วยวิธีการหมัก ลักษณะทางกายภาพมองด้วยตาเปล่ามีลักษณะทางกายภาพที่ใกล้เคียงกัน โดยวิธีการสกัดสารด้วยวิธีการให้ความร้อนเป็นเวลา 3 นาที มีลักษณะสารสกัด สีเขียวใส กลิ่นใบพลูเข้ม ไม่แยกชั้น มีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับการนำไปพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์น้ำมันนวดตัว และโลชัน และตรงตามการตัดสินใจร่วมกันของชุมชน

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความคงตัวทางกายภาพตำรับโลชัน จำนวน 3 ตำรับ

ตำรับครีม	สี	การไหลของโลชัน	กลิ่น	การแยกชั้น	ค่าความเป็นกรด-ด่าง*	ความรู้สึกเวลาทาจากการสัมผัส
ตำรับที่ 1	ขาวมันวาว	+++	อ่อนๆ	ไม่แยกชั้น	5.90 + 0.02	Very good
ตำรับที่ 2	ขาวมันวาว	+++	อ่อนๆ	ไม่แยกชั้น	6.10 + 0.03	good
ตำรับที่ 3	ขาวมันวาว	++++	อ่อนๆ	ไม่แยกชั้น	6.12 + 0.03	good

*Mean + SD. (n= 3), nd = not determined

**Remark: +++= Very good, ++= Good, += Fair

จากตารางที่ 4 พบว่า ตำรับโลชันใบพลูทั้ง ทั้ง 3 ตำรับ เนื้อโลชันมีลักษณะความมันวาวในเนื้อ ทั้ง 3 ตำรับเท่ากัน ลักษณะการไหลที่ดี คือ ตำรับที่ 1, 2 และ3 ตามลำดับ แต่ตำรับที่ 3 มีการไหลของโลชันมากกว่าปกติ เนื่องจากมีความปริมาณของสารสกัดด้วยน้ำมันมะพร้าวในตำรับปริมาณมากกว่าตำรับที่ 1 และ 2 ทำให้มีส่วนประกอบในวัฏภาคน้ำมันมีมากกว่าวัฏภาคน้ำ ส่งผลให้ความคงตัวในตำรับลดลงและความรู้สึกเวลาทามีความเหนียวเหนอะกว่าตำรับที่ 1 และ2 ในส่วนของการทดสอบการแยกชั้น ไม่พบการแยกชั้นทั้ง 3 ตำรับ ค่าความเป็น

กรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.90-6.12 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี การทดสอบความรู้สึกขณะทาอยู่ในเกณฑ์ดี ทางกลุ่มชุมชนนาโอ่เลือกตำรับที่ 1 ที่มีความคงตัวดี และความรู้สึกเวลาทาจากการสัมผัสที่ดี

(A)  (B) 

ภาพที่ 2 (A) กิจกรรมถ่ายทอดอบรมเชิงปฏิบัติการผลิตโลชัน (B)ภาพผลิตภัณฑ์น้ำมันน้ำมันนวดตัว

จากภาพที่ 2 (A) กิจกรรมถ่ายทอดอบรมเชิงปฏิบัติการทำผลิตภัณฑ์โลชัน และน้ำมันนวดตัวสปา ตามเกณฑ์มาตรฐานชุมชน พบว่า ชุมชนนาโอ่มีความรู้มีเข้าใจ มีศักยภาพความสามารถปฏิบัติได้จริงจากการถ่ายทอดกระบวนการผลิตสู่ชุมชน สามารถคำนวณต้นทุน และราคาขายได้

ภาพที่ 3 การระดมความคิดเห็นการค้นหาอัตลักษณ์ของชุมชน



ภาพที่ 4 ฉลากบรรจุภัณฑ์น้ำมันนวดพลูและโลชันพลู ออกแบบโดย คุณพีระพล ไทบกลาง

จากภาพที่ 3 กิจกรรมการเข้าร่วมโครงการชุมชนท่องเที่ยว OTOP นวัตวิถี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 จังหวัดพัทลุง ณ โรงแรมชัยคณาธานี จ.พัทลุง ผลจากกิจกรรมการมีส่วนร่วมในการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus group) ถอดบทเรียน ประวัติศาสตร์ชุมชน ค้นหาเรื่องและความสำคัญในชุมชน พบว่าชุมชนนาโอ่มีอัตลักษณ์ของชุมชน ใช้สัญลักษณ์ของใบพลูเป็นตราสัญญาลักษณ์ ตัวอักษรภาษาอังกฤษ เพื่อความเป็นสากล และตัวอักษรที่จดจำได้ง่าย และลายเส้นใบพลูเป็นสัญลักษณ์ เรียบง่าย สบายตา สื่อความหมายได้ตรงตามความต้องการของกลุ่ม และส่งต่อให้ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ออกแบบทางด้านกราฟิกลงในบรรจุภัณฑ์

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่า ชุมชนบ้านนาโอ่ หมู่ที่ 4 ต.ร่มเมือง อ.เมือง จ.พัทลุง ชาวบ้านพูดคุยถึงสภาพการณ์ของการเพาะปลูกพลูส่งออกจำนวนมาก ทำให้ชาวบ้านตระหนักถึงจำนวนใบพลูที่คัดทิ้งจำนวนมากเช่นกัน จึงมีความต้องการแปรรูปใบพลูคัดทิ้ง เพื่อให้สามารถสร้างรายได้จากการแปรรูปใบพลูเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ โดยชุผู้วิจัยได้จัดเวทีประชุม โดยใช้เทคนิค A-I-C (Appreciation, Influence, and Control) เปิดประเด็นการสนทนากลุ่ม โดยการสำรวจองค์ความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่น การใช้ประโยชน์จากใบพลูในด้านการรักษาโรค การบริโภค และหาแนวทางการต่อยอดพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทางชุมชนมีความต้องการในการสร้างผลิตภัณฑ์คือ น้ำมันนวดตัวและโลชัน ทางกลุ่มคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ทรัพยากรพลูอย่างคุ้มค่าและต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้นทุนการผลิตราคาไม่สูง กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน และสามารถขึ้นทะเบียนตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขั้นตอนการการพัฒนาตำรับทั้งสองสูตร เลือกใช้วิธีการสกัดสารด้วยการให้ความร้อนใช้น้ำมันมะพร้าวเย็นเป็นตัวทำลายสารสกัดได้สีเขียวใส กลิ่นเฉพาะซึ่งตรงตามความต้องการของชุมชน คนในชุมชนมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิตได้เป็นอย่างดี ในส่วนของชุมชนช่วยกันแสดงความคิดเห็น ออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ใช้คำว่า Na-O เป็นตราสินค้าบนบรรจุภัณฑ์จดจำได้ง่าย บ่งบอกได้ถึงคุณสมบัติที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ได้ครบและชัดเจน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ในส่วนของขั้นตอนการออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งของโครงการชุมชนท่องเที่ยว OTOP นวัตวิถี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561 จังหวัดพัทลุง ทุนโครงการของมหาวิทยาลัยทักษิณ ซึ่งทำงานร่วมกับคณะวิจัยของหลักสูตรวิทยาศาสตร์สุขภาพและสปา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

เอกสารอ้างอิง

นงลักษณ์ จิ๋วจู. (2560). "การพัฒนาการแปรรูปพืชสมุนไพรตามภูมิปัญญาท้องถิ่นจากทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน กรณีศึกษา:บ้านโพธิ์พัฒนา ตำบลคณฑี อำเภอเมือง จังหวดกำแพงเพชร

ฝ่ายเทคโนโลยีพืชสมุนไพรและพืชอุตสาหกรรม. (2545) **น้ำมันพลู** (online). https://www.ku.ac.th, 23 พฤศจิกายน 2562.

ปัณณ์ณัช ธนัทพรรษรัตน์. (2558). การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนโดยใช้วิธีการวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม กรณีศึกษา :ผลิตภัณฑ์ของใช้ในครัวเรือน บ้านคลองเดื่อพัฒนา ตำบลท่ามะนาว อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ ปีที่ 7 ฉบับที่ 3 เดือน กรกฎาคม-กันยายน 2558. หน้า76-89

อุทัย ปริญญาสุทธินันท์. (2561). การจัดการชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณฐวรท บุญรัตนา, วิจิตรา อมรวิริยะชัย, เกรียงไกร บรรจงเมือง และกมล เนตินานนต์. (2559).การพัฒนาโลชันฟักข้าวในชุมชน ตำบลพนมวังก์ อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่26. วันที่ 26-29 พฤษภาคม 2559. ณ โรงแรมบุรีศรีภู บูติก อำเภอหาดใหญ่: สงขลา. 6 หน้า, 1278-1284

ดวงกมล เลียวกิตติกุลม วิภาวดี ชัยวิรัตนะ มานิตา หาญพานิชเจริญ ฉันทนา อารมย์ดี (2553) "การตั้งตำรับครีมที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากบัวบก"มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). ปีที่2 ฉบับที่ 4 (กรกฎาคม-ธันวาคม), 39-53

ขจรศักดิ์ วงศ์วิราช และอัจฉราภรณ์ มลิวงค์. (2554) "รูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นของกลุ่มวิสหากิจชุมชนนวดแผนไทยบ้านแม่ทะ ตำบลแม่ทะ อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง", ในการประชุมและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ "แม่โจ้-แพร่ วิจัยครั้งที่ 2" วันที่ 1-2 กันยายน 2554

สุภางค์ จันทวาณิช.(2531). *วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ, อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์, ณิชากร เจริญกุล และประภัสสร รักถาวร. 2547. ประสิทธิภาพของสารสกัดพลูและน้ำมันพลูในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนังบางชนิด. 3-6 กุมภาพันธ์ 2547 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เกศสุคนธ์ มณีวรรณ (2561). การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากใบพลูด้วยคลื่นไมโครเวฟ. แก่นเกษตร 46 ฉบับพิเศษ 1. (2561), 1230-1235.

พันธุศาสตร์เซลล์ของปลาวงศ์ปลากระทิง (Family Mastacembelidae) ในจังหวัดมหาสารคาม

Cytogenetics of Fish (Family Mastacembelidae) in Mahasarakham province.

ปริญญาศักดิ์ เจียระแม[1*] พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์[2] พันธิวา แก้วมาตย์[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาวงศ์ปลากระทิง ในจังหวัดมหาสารคาม 2 ชนิด ได้แก่ ปลาหลดจุด (*Macrognathus siamensis*) ปลากระทิง (*Mastacembelus armatus*) ชนิดละ 30 ตัวที่ทำมาใช้ในการศึกษามีความยาวมาตรฐาน 15.2 – 20.0 ซม. และ 24.0 – 35.0 ซม. โดยเตรียมโครโมโซมวิธีตรงจากเนื้อเยื่อไตกับเหงือกย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา การเตรียมโครโมโซมเพื่อศึกษาดัดแปลงจากวิธีของ Chen and Ebeling (1968) และ Nanda et al. (1995) ผลการศึกษาพบว่า ปลาหลดจุด มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n=48 ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 4 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 1 คู่ และแบบทีโลเซนตริก 19 คู่ สูตรคาริโอไทป์คือ 2n (48) = $L^{m}_{8} + L^{st}_{2} + M^{t}_{38}$ ปลากระทิง มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n=48 ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 6 คู่ แบบสับเมตาเซนตริก 1 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 2 คู่ และแบบทีโลเซนตริก 15 คู่ สูตรคาริโอไทป์คือ 2n (48) = $L^{m}_{12} + L^{sm}_{2} + M^{st}_{4} + M^{t}_{30}$

คำสำคัญ: วงศ์ปลากระทิง,พันธุศาสตร์เซลล์,โครโมโซม

Abstract

Cytogenetics of 2 specics of fish (Family Mastacembelidae) in Mahasarakham Province, i.e *Macrognathus siamensis* and *Mastacembelus armatus* were studied. 30 specimens of east species in standard length of 15.2 to 20.0 cm and 24.0 to 35.0 cm respectively, were investigated. Chromosome was prepared from kidney and gill tissues by conventional staining. Method of chromosome preparation was modified form Chen and Ebeling (1968) and Nanda et al. (1995). The results showed that the diploid chromosome number of *Macrognathus siamensis* was 2n=48. The chromosome types were of 4 pairs of metacentric, 1 pair of subtelocentric and 19 pairs of telocentric chromosomes. The karyotype formula was 2n (48) = $L^{m}_{8} + L^{st}_{2} + M^{t}_{38}$. The diploid chromosome number of *Mastacembelus armatus* was 2n=48. The chromosome types were of 6 pairs of metacentric, 1 pair of submetacentric 2 pairs of subtelocentric and 15 pairs of telocentric chromosomes. The karyotype formula was 2n (48) = $L^{m}_{12} + L^{sm}_{2} + M^{st}_{4} + M^{t}_{30}$.

Keywords: Family Mastacembelidae, Cytogenetics, Chromosome

[1*]วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรชีววิทยาศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม: ประธานกรรมการและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บทนำ

แม่น้ำชี เป็นแม่น้ำที่ยาวที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ความยาวประมาณ 765 กิโลเมตร มีต้นกำเนิดจากภูเขาพญาฝ่อ ในเขตอำเภอหนองบัวแดง จังหวัดชัยภูมิ ไหลผ่านพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร และไหลลงสู่แม่น้ำมูล ที่อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี วิถีชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ริมฝั่ง ได้ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำสายนี้นานัปการ เช่น การทำประมงพื้นบ้าน การเป็นแหล่งน้ำดิบผลิตน้ำประปา การเพาะปลูกพืชผลการเกษตร เลี้ยงสัตว์ รวมไปถึงเพื่อการท่องเที่ยว สำหรับประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปลาถือว่าเป็นวัตถุดิบชั้นเลิศในการประกอบอาหาร สามารถแปรรูปได้หลายอย่าง เช่นการนำมาหมักเป็นปลาร้า การทำปลาแดดเดียว ทำปลาส้ม ปลาจึงมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ ในชุมชนของคนลุ่มแม่น้ำ การหาปลาไม่เพียงแต่เป็นการหากินไปวันๆเท่านั้น การจับปลาหรือหาปลายังแสดงให้เห็นถึงการพึ่งพาอาศัยธรรมชาติและการเรียนรู้พฤติกรรมของปลาอีกด้วย วิธีการหาปลานั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น การหว่านแห ใส่รอบ ใส่ไซ ใส่เบ็ด ใส่มอง ฯลฯ แต่ละวิธีจะใช้แตกต่างกันตามพื้นที่และชนิดของปลา เช่นการหว่านแหในแม่น้ำหรือหนองบึง การใส่รอบใส่ไซในที่น้ำไหลเล็กน้อยหรือน้ำคลองที่ขนาดไม่ใหญ่ ในลุ่มแม่น้ำชีการหาปลาก็เหมือนกับอาชีพหลักของชาวบ้านเช่นกัน โดยปลาที่ได้นั้นอาจจะประกอบอาหารในครัวเรือนหรือถ้าได้ปลาปริมาณมาก อาจจะนำไปขาย หรือทำปลาร้า ปลาส้ม ปลาแห้ง ปลาย่าง พันธุ์ปลาในลุ่มน้ำชีมีอยู่หลากหลาย เช่น ปลาขาว ปลากด ปลาแขยง ปลาเนื้ออ่อน ส่วนปลาที่เป็นปลาเลี้ยงเชิงพาณิชย์ที่เลี้ยงในลำน้ำชี เช่น ปลานิล ปลาดุก ปัจจุบันจำนวนปลาในธรรมชาติได้ลดจำนวนลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เกิดปัญหานั้นส่วนมากก็เกิดมาจากมนุษย์ เช่น การสร้างเขื่อนหรือฝายกั้นทางน้ำ การใช้ยาฆ่าแมลงในการเกษตรกรรม ทำให้เกิดมลพิษ การเกิดขึ้นของโรงงานอุตสาหกรรมการเปลี่ยนวิธีการจับปลาเพื่อให้ได้ปลาในปริมาณมากและนำไปจำหน่าย จากการศึกษาโครงสร้างและการแพร่กระจายของประชากรปลาในแม่น้ำชี ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยอวนลากทับตลิ่ง กระแสไฟฟ้า และตาข่ายขนาดต่างๆ (20, 30, 40, 55, 70 และ 100 มิลลิเมตร) ผลจากการศึกษาพบพันธุ์ปลาในแม่น้ำชีรวม 24 วงศ์ 88 ชนิด พบวงศ์ปลาตะเพียนมากที่สุด 42 ชนิด (จารึก นาชัยเพิ่ม, 2549)

การศึกษาข้อมูลทางพันธุกรรม โดยเฉพาะการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์นั้น เป็นการศึกษาจำนวน รูปร่าง และการจัดเรียงตัวของโครโมโซมหรือคาริโอไทป์ ซึ่งข้อมูลการศึกษาทางด้านพันธุกรรมนี้ สามารถนำไปใช้ในการจำแนกชนิดของปลาได้ งานทางด้านพันธุศาสตร์เซลล์มีความสำคัญ ในแง่ของนักพัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์ และศึกษาถึงความผิดปกติของสิ่งมีชีวิตได้ ตัวอย่างที่สำคัญของงานที่ขาดความรู้ทางพันธุศาสตร์เซลล์ไม่ได้เลย คือการศึกษาตำแหน่งจากยีนบนโครโมโซม ซึ่งความรู้นี้จะเป็นพื้นฐานการปรับปรุงพันธุกรรม โดยเฉพาะด้านที่กำลังอยู่ในความสนใจมากในปัจจุบัน คืองานของพันธุวิศวกรรม สำหรับประโยชน์ในการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ในปลานั้น มีประโยชน์ในแง่ของการจัดจำแนก เพราะปลาบางชนิดมีลักษณะคล้ายกัน แต่เมื่อศึกษาคาริโอไทป์แล้วมีความแตกต่างกัน ทำให้ทราบว่าไม่ใช่ปลาชนิดเดียวกัน การนับจำนวนโครโมโซมเพียงอย่างเดียวก็อาจมีข้อผิดพลาดได้

เพราะปลาชนิดเดียวกันที่อาศัยในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทางภูมิศาสตร์ อาจมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน (สุภาพร สุกสีเหลือง, 2542)

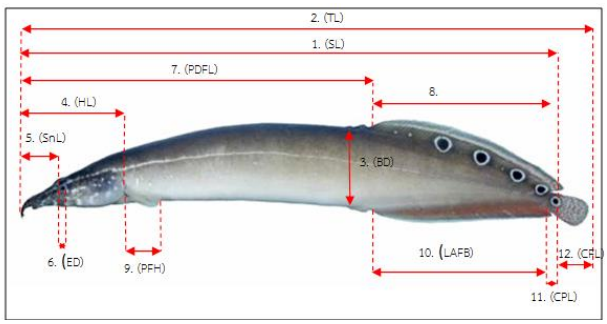
เนื่องจากปลาวงศ์ปลากระทิง (Family Mastacembelidae) ได้ลดปริมาณลงเป็นอย่างมาก และมีผู้ทำการศึกษาโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาวงศ์ปลากระทิง(Family Mastacembelidae) ค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปลาที่อยู่ในวงศ์ปลากระทิง (Family Mastacembelidae) คือ ปลาหลดจุด ปลากระทิง ในจังหวัดมหาสารคาม เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโครโมโซมและเปรียบเทียบนำไปใช้ร่วมกับการศึกษาอนุกรมวิธาน ด้วยการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (Convertional stain) จะได้ภาพที่ติดสีเข้มตลอดทั้งแท่ง ทำให้สามารถบอกจำนวนและชนิดของโครโมโซม ประจำชนิด (Species) นั้นได้ เพื่อตรวจสอบโครโมโซม เครื่องหมายและเอกลักษณ์ของปลาวงศ์ปลากระทิง ในจังหวัดมหาสารคาม และใช้รูปแบบของคาริโอไทป์ที่ได้ (Karyotype) มาจัดอิดิโอแกรมมาตรฐาน (Idiogram) และเปรียบเทียบนำไปใช้ร่วมกับการศึกษาอนุกรมวิธาน นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านการศึกษาพันธุศาสตร์ทางด้านอื่นๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการเก็บตัวอย่างปลาวงศ์ปลากระทิง (Family Mastacembelidae) ทั้ง 2 ชนิด ชนิดละ 30 ตัว โดยทำการเก็บตัวอย่างจาก ลำห้วย หนองน้ำ แม่น้ำชี และลำน้ำสาขาในจังหวัดมหาสารคาม ทำการรวบรวมข้อมูลทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพของพันธุ์ปลาวงศ์ปลากระทิง ในจังหวัดมหาสารคาม จากเอกสาร และงานวิจัยที่เผยแพร่ในฐานข้อมูลงานวิจัย และจากการสอบถามชาวบ้าน และชาวประมงในพื้นที่

1.1 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก (External mophology)

ตัวอย่างปลาชนิดละ 30 ตัว ที่จับได้นำมาเลี้ยงไว้ในตู้ปลาขนาด 40 × 70 × 50 ซม. ทำการให้ออกซิเจนตลอดเวลาจนบาดแผลตามลำตัว และครีบหางเป็นปกติ ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกเพื่อใช้ในการระบุชนิดของปลาหลดจุดและปลากระทิงจาก ชวลิต วิทยานนท์ (2547) ทำการวัดค่ามาตรฐานความยาวตามส่วนต่างๆของตัวปลา โดยดัดแปลงการวัดจาก Fischer and Whitehead (1974)



ภาพที่ 1 แสดงการวัดสัดส่วนภายนอกของปลาวงศ์กระทิง (Fischer and Whitehead, 1974)

(1) ความยาวมาตรฐาน (Standard length, SL) เป็นการวัดจากปลายสุดของจะงอยปากบน ไปจนถึงฐานครีบหางบริเวณตอนปลายของกระดูก

(2) ความยาวเหยียด (Total length, TL) เป็นการวัดจากปลายสุดของจะงอยปากบน ไปจนถึงปลายสุดของครีบหางลำตัวปลาต้องอยู่ในลักษณะตรงขณะทำการวัด

(3) ความลึก (Body depth, BD) เป็นการวัดช่วงที่ลึกหรือสูงที่สุดของตัวปลา โดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นบริเวณหน้าครีบหลังเป็นแนวดิ่งลงไปบริเวณส่วนท้องของปลา

(4) ความยาวหัว (Head length, HL) เป็นการวัดจากปลายสุดของจะงอยปาก ไปจนถึงปลายสุดของแผ่นปิดเหงือกซึ่งเป็นเนื้อเยื่อบางๆ

(5) ความยาวจงอยปาก (Snouth length, SnL) เป็นการวัดจากปลายสุดของจงอยปากบนไปจนถึงขอบหน้าสุดของเบ้าตา

(6) ความกว้างของตา (Eyediameter, ED) วัดขอบหน้าสุดของเบ้าตาถึงขอบหลังสุดของเบ้าตา

(7) ความยาวสวนหนาของครีบหลัง (Predorsal fin length, PDFL) เป็นการวัดจากปลายสุดของจะงอยปากบน ไปจนถึงฐานครีบหลังด้านหน้าสุด

(8) ความยาวของฐานครีบหลัง (Length of dorsal fin base, LDFB) วัดจากฐานครีบหลังด้านหน้าสุดไปจนถึงครีบหลังด้านท้ายสุด

(9) ความยาวครีบอก (Pectoral fin height, PFH) วัดจากฐานก้านครีบอกจนถึงปลายสุดของครีบอก

(10) ความยาวของฐานครีบก้น (Length of anal fin base, LAFB) วัดจากฐานก้านครีบก้นด้านหน้าสุดจนถึงฐานครีบก้นด้านท้ายสุด

(11) ความยาวระหว่างจุดเริ่มตนของครีบก้นถึงฐานของครีบหาง (Caudal peduncle length, CPL) วัดจากฐานครีบก้นด้านท้ายสุดไปจนถึงฐานครีบหาง

(12) ความยาวของครีบหาง (Caudal fin length, CFL) วัดจากฐานครีบหางจนถึงปลายสุดของครีบหาง

1.2 การศึกษาโครโมโซม

การศึกษาโครโมโซมเพื่อตรวจจำนวน และรูปร่างของโครโมโซมมีหลายวิธีแต่ละวิธีจะเลือกเอาเซลล์ระยะเมทาเฟส (metaphase) เพราะเป็นระยะที่มีโครโมโซมหดสั้นมากที่สุดเห็นลักษณะได้ชัดเจน เพื่อที่จะเก็บเกี่ยวเซลล์ในระยะเมทาเฟส ได้นำสารโคลชิชิน (colchicine) ซึ่งเป็นสารสกัดจากพืชสกุล *Colchicum* มาใช้เพื่อยับยั้งการสร้างสายใยสปินเดิล (spindle fiber) ทำให้เซลล์ที่มีการแบ่งตัวไม่สามารถเข้าสู่ระยะแอนาเฟส (anaphase) ได้ วิธีการเตรียมโครโมโซม แบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ วิธีโดยตรง (direct chromosome preparation) เป็นวิธีที่เลือกเอาเซลล์ในร่างกายที่กำลังมีการแบ่งตัวมาศึกษาโครโมโซม เป็นเซลล์ที่ยังอ่อน และยังมีการแบ่งตัวอยู่ตลอดเวลา เช่น

เซลล์เม็ดเลือดจากไขกระดูก (bone marrow) อีกวิธี คือ วิธีโดยอ้อม (indirect chromosome preparation) จะเลือกเซลล์ในร่างกายชนิดที่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ภายนอกร่างกาย (in vitro) ให้เซลล์มีการแบ่งตัว (อมรา คัมภิรานนท์, 2546)

1.2.1 การเตรียมโครโมโซม

เตรียมโดยวิธีทางตรง (direct method)

การเตรียมโครโมโซมโดยตรงจากอวัยวะส่วนที่เลือกคือ ไต และเหงือก เนื่องจากเป็น อวัยวะที่มีการแบ่งเซลล์ตลอดเวลา ดัดแปลงจากวิธีของ Chen and Ebeling (1968) และ Nanda *et al.* (1995) ดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักตัวปลาเพื่อทำการฉีดโคลชิซินความเข้มข้น 0.05% ปริมาณ 1 มล. ต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลอง

2. ฉีดโคลชิซินความเข้มข้น 0.05% เพื่อยับยั้งการทำงานของ spindle fiber ฉีดเข้าที่บริเวณช่องท้องของปลาทิ้งไว้ 1.30 ชั่วโมง

3. จากนั้นผ่าปลาแล้วนำไต และเหงือกมาสับให้ละเอียดร่วมกับ 0.075 M KCl ซึ่งทำให้เซลล์พองตัว (hypotonic solution) เพื่อที่โครโมโซมจะมีการกระจายตัวดี โดยการเติมสารละลาย จำนวน 6-8 มิลลิลิตร ลงในตะกอนเซลล์

4. บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ทำการผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าผสม (vortex mixture) เมื่อครบกำหนดทำการแยกเอา KCl ออก โดยนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,250 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำการดูดส่วนใสทิ้ง

5. ทำการตรึงเซลล์ (fixative) ที่มีอัตราส่วนของ methanol : glacial acetic acid เป็น 3 : 1 ใช้หลอดหยด โดยหยดน้ำยาตรึงเซลล์ทีละหยด พร้อมกับผสมเซลล์ให้เข้ากับสารละลาย เติมจนได้ปริมาตรประมาณ 8 มิลลิลิตร แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,250 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

6. จากนั้นทำการดูดส่วนน้ำยาตรึงเซลล์ด้านบนทิ้งไป ทำซ้ำ 2-3 รอบ จนได้สารละลายที่ใสและมีตะกอนขาวของเซลล์ที่ก้นหลอด

7. ดูดสารละลายตะกอนเซลล์ หยดลงสไลด์ที่สะอาดและเย็น โดยให้หยดสูงจากสไลด์ 2-3 ฟุต เพื่อให้เซลล์แตก และโครโมโซมแผ่กระจายดี ทำการผึ่งสไลด์ให้แห้ง

8. นำไปย้อมด้วยสีจิมซ่า 20% แช่สไลด์นาน 20-45 นาที ล้างสีออกด้วยน้ำประปาปล่อยไว้ให้แห้ง แล้วนำไปศึกษาโครโมโซมต่อไป

1.3 การตรวจสอบโครโมโซม จัดทำคาริโอไทป์ และอิดิโอแกรม

ประกอบด้วยขั้นตอนการตรวจสอบโครโมโซม จัดคาริโอไทป์ และสร้างอิดิโอแกรมมาตรฐานดัดแปลงจากวิธีการของกันยารัตน์ ไชยสุต (2532) และ Turpin and Lejeune (1965)

1.3.1 การตรวจสอบโครโมโซม

เลือกเซลล์ที่มีโครโมโซมระยะเมทาเฟส มีโครโมโซมไม่สั้นหรือยาวเกินไป และมีการกระจายตัวดี ไม่ซ้อนทับกัน มีจำนวนโครโมโซมครบ นำมาถ่ายภาพโครโมโซมโดยใช้เลนส์วัตถุ (objective lens) กำลังขยาย 100X โดยใช้ชุดถ่ายภาพที่ต่อกับกล้องจุลทรรศน์ หรือใช้กล้องดิจิตอล เพื่อตรวจนับจำนวนโครโมโซมจากภาพถ่ายโครโมโซมชนิดละ 100 เซลล์ ความถี่ของจำนวนโครโมโซมที่พบมากที่สุด จะเป็นค่าของจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ จากนั้นจับคู่โครโมโซมที่เหมือนกัน (homologous chromosome) และศึกษาโครโมโซมโดยการหาค่าความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว (long arm; Ll) ความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (short arm; Ls) และคำนวณหาความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (total length; LT, LT = Ll + Ls) คำนวณค่า relative length (RL) และ centromeric index (CI) เพื่อระบุชนิดของโครโมโซม และนำค่าที่ได้ไปใช้ประกอบในการจัดทำคาริโอไทป์ และอิดิโอแกรม

1.3.2 การจัดทำคาริโอไทป์โดยใช้รูปถ่ายที่ได้ในการจับคู่โครโมโซมที่เหมือนกัน

ตำแหน่งเซนโทรเมียร์ของโครโมโซมแต่ละแท่งในเซลล์ วัดค่าความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว ค่าความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น นำค่าที่ได้มาคำนวณหาความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง จัดเรียงคาริโอไทป์ ให้เรียงตามความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่จากมากไปหาน้อย ยกเว้นโครโมโซมเพศจะวางเป็นคู่สุดท้ายมุมล่างซ้ายเสมอ ต้องบอกหมายเลขของโครโมโซมแต่ละคู่ด้านล่าง วางแท่งโครโมโซมให้แขนข้างสั้นอยู่ด้านบน แขนข้างยาวอยู่ด้านล่าง

1.3.3 การจัดทำคาริโอไทป์มาตรฐาน

คาริโอไทป์เป็นการศึกษารายละเอียดของโครโมโซม โดยดูจากลักษณะที่มองเห็นจากโครโมโซม เครื่องหมายต่าง ๆ เช่น เซนโทรเมียร์ หรือรอยคอดที่หนึ่ง รอยคอดที่สองบนโครโมโซม และแถบสีบนโครโมโซม (band) ประกอบด้วยค่า RL และค่า CI ซึ่งบ่งบอกขนาด และรูปร่างโครโมโซมว่าเป็นชนิดเมทาเซนทริก ซับเมทาเซนทริก อะโครเซนทริก หรือเทโลเซนทริก ถ้ามีโครโมโซมเพียงสองชนิด คือ เมทาเซนทริก และซับเมทาเซนทริก จัดเป็นคาริโอไทป์แบบสมมาตร (symmetric karyotype) ถ้ามีโครโมโซมชนิดอะโครเซนทริกหรือเทโลเซนทริกอยู่ด้วย จัดเป็นคาริโอไทป์แบบไม่สมมาตร (asymetric karyotype) (อมรา คัมภิรานนท์, 2546)

1.3.4 การทำอิดิโอแกรมมาตรฐาน

อิดิโอแกรม คือ ไดอะแกรมแสดงคาริโอไทป์ ของโครโมโซม 1 ชุดแฮพลอยด์ ซึ่งประกอบด้วยโครโมโซมร่างกาย และโครโมโซมเพศ โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยความยาวของโครโมโซม รูปร่างของโครโมโซม และตำแหน่งเซนโทรเมียร์ การทำอิดิโอแกรมจากเทคนิคการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาใช้เซลล์ระยะเมทาเฟส ชนิดละ 10 เซลล์ นำมาจัดคาริโอไทป์ แล้ววัดความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว และแขนโครโมโซมข้างสั้นของโครโมโซมทุกคู่ด้วยไม้บรรทัดเวอร์เนียร์ (vernier) จัดทำภาพวาด อิดิโอแกรมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการนำค่าเฉลี่ย

ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่มาสร้างกราฟโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ให้แกนตั้ง (Y) เป็นความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ และแกนนอน (X) เป็นลำดับของโครโมโซมคู่ที่ใหญ่ที่สุดไปหาคู่ที่เล็กที่สุด ยกเว้นโครโมโซมเพศจัดเป็นคู่สุดท้าย แล้วนำมาปรับรูปร่างของโครโมโซมโดยใช้โปรแกรม Microsoft Word หรือ Microsoft Power Point

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างปลา 2 ชนิด ในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบปลาวงศ์ Mastacembelidae 2 สกุล 2 ชนิด คือ ปลาหลดจุด (*Macrognathus siamensis*) และปลากระทิง (*Mastacembelus armatus*)

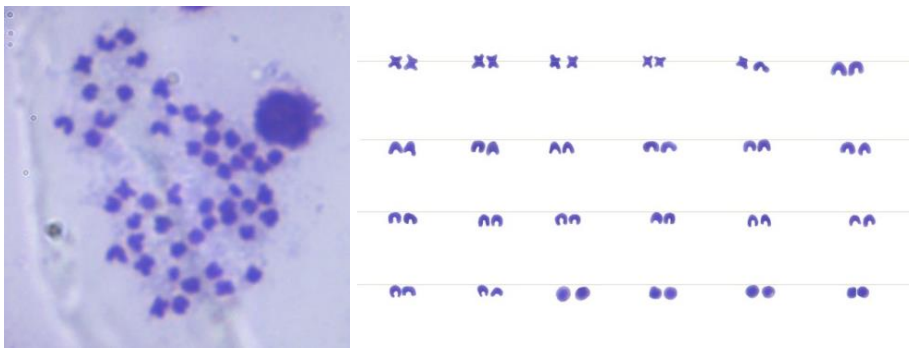
ผลการศึกษาค่ามาตรฐานตามสัดส่วนปลาหลดจุด พบว่าค่าความยาวมาตรฐาน (Standard length,SL) เฉลี่ยเท่ากับ 19.9±2.83 เซนติเมตร ความยาวเหยียด (Total length,TL) เฉลี่ยเท่ากับ 20.67±2.12 เซนติเมตร ความลึก (Body depth,BD) เฉลี่ยเท่ากับ 2.67±0.41 เซนติเมตร ความยาวหัว (Head length,HL) เฉลี่ยเท่ากับ 3.57±0.50 เซนติเมตร ความยาวจะงอยปาก (Snouth length,SnL) เฉลี่ยเท่ากับ 1.37±0.40 เซนติเมตร ความกว้างของตา (Eydiameter,ED) เฉลี่ยเท่ากับ 0.17±0.08 เซนติเมตร ความยาวส่วนหน้าของครีบหลัง (Predorsal fin height,PDFL) เฉลี่ยเท่ากับ 12.67±2.09 เซนติเมตร ความยาวของฐานครีบหลัง (Length of dorsal fin base,LDFB) เฉลี่ยเท่ากับ 6.73±1.19 เซนติเมตร ความยาวครีบอก (Pectoral fin height,PFH) เฉลี่ยเท่ากับ 1.23±0.37 เซนติเมตร ความยาวของฐานครีบก้น (Length of anal fin base,LAFB) เฉลี่ยเท่ากับ 7.02±1.61 เซนติเมตร ความยาวระหว่างจุดเริ่มต้นของครีบก้นถึงฐานของครีบหาง (Caudal peduncle length,PCL) เฉลี่ยเท่ากับ 0.17±1.61 เซนติเมตร ความยาวของครีบหาง (Caudal fin length,CFL) เฉลี่ยเท่ากับ 1.18±0.29 เซนติเมตร

ผลการศึกษาค่ามาตรฐานตามสัดส่วนปลากระทิง พบว่าค่าความยาวมาตรฐาน (Standard length,SL) เฉลี่ยเท่ากับ 31.3±5.15 เซนติเมตร ความยาวเหยียด (Total length,TL) เฉลี่ยเท่ากับ 32.47±5.27 เซนติเมตร ความลึก (Body depth,BD) เฉลี่ยเท่ากับ 3.33±0.26 เซนติเมตร ความยาวหัว (Head length,HL) เฉลี่ยเท่ากับ 4.87±0.88 เซนติเมตร ความยาวจะงอยปาก (Snouth length,SnL) เฉลี่ยเท่ากับ 2.25±0.27 เซนติเมตร ความกว้างของตา (Eydiameter,ED) เฉลี่ยเท่ากับ 0.35±0.16 เซนติเมตร ความยาวส่วนหน้าของครีบหลัง (Predorsal fin height,PDFL) เฉลี่ยเท่ากับ 20.78±3.20 เซนติเมตร ความยาวของฐานครีบหลัง (Length of dorsal fin base,LDFB) เฉลี่ยเท่ากับ 10.67±1.21 เซนติเมตร ความยาวครีบอก (Pectoral fin height,PFH) เฉลี่ยเท่ากับ 1.47±0.26 เซนติเมตร ความยาวของฐานครีบก้น (Length of anal fin base,LAFB) เฉลี่ยเท่ากับ 10.75±1.08 เซนติเมตร ความยาวระหว่างจุดเริ่มต้นของครีบก้นถึงฐานของครีบหาง (Caudal peduncle length,PCL) เฉลี่ยเท่ากับ 0±0 เซนติเมตร ความยาวของครีบหาง (Caudal fin length,CFL) เฉลี่ยเท่ากับ 1.47±0.64 เซนติเมตร

ผลการศึกษาโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาหลดจุดและปลากระทิง พบว่า ปลาหลดจุดและปลากระทิงมีโครโมโซมดิพลอยด์ 2n=48 ดังตารางที่ 1 ปลาหลดจุดประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 4 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 1 คู่ และแบบทีโลเซนตริก 19 คู่ สูตรคาริโอไทป์คือ 2n (48) = L^{m}_{8} + L^{st}_{2} + M^{t}_{38} ดังภาพที่ 2

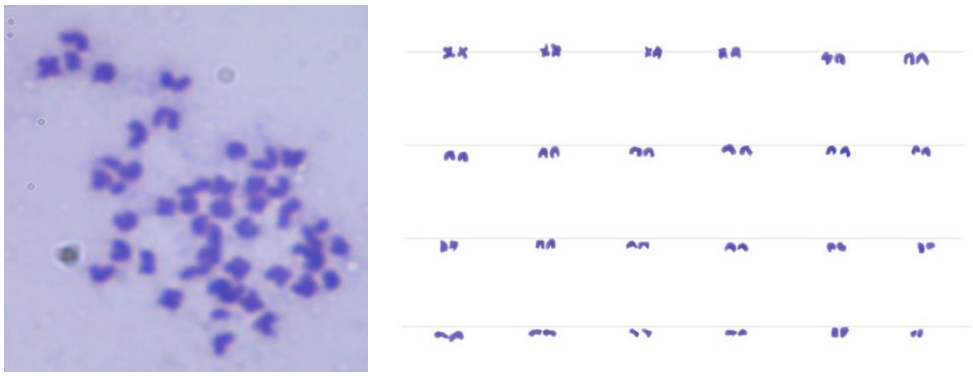
ตารางที่ 1 ตารางแสดงความถี่ในการกระจายตัวของโครโมโซมระยะเมตาเฟสของปลาหลดจุดและปลากระทิง

ชื่อปลา	จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์						รวม (เซลล์)
	45	46	47	48	49	50	
ปลาหลดจุด	1	5	3	38	2	1	50
ปลากระทิง	0	3	2	40	3	2	50



ภาพที่ 2 เซลล์ระยะเมทาเฟส และคาริโอไทป์ของปลาหลดจุด (*Macrognathus siamensis*) 2n = 48) โดยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

ปลากระทิง มีโครโมโซมดิพลอยด์ 2n=48 ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 6 คู่ แบบสับเมตาเซนตริก 1 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 2 คู่ และแบบทีโลเซนตริก 15 คู่ สูตรคาริโอไทป์คือ 2n (48) = L^{m}_{12} + L^{sm}_{2} + M^{st}_{4} + M^{t}_{30} ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 เซลล์ระยะเมทาเฟส และคาริโอไทป์ของปลากระทิง (*Mastacembelus armatus* 2n = 48) โดยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาวงศ์ปลากระทิง ในจังหวัดมหาสารคาม 2 ชนิด ได้แก่ ปลาหลดจุด (*Macrognathus siamensis*) ปลากระทิง (*Mastacembelus armatus*) ชนิดละ 30 ตัวที่ทำมาใช้ในการศึกษามีความยาวมาตรฐาน 15.2 – 20.0 ซม. และ 24.0 – 35.0 ซม. โดยเตรียมโครโมโซมวิธีตรงจากเนื้อเยื่อไตกับเหงือกย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา การเตรียมโครโมโซมเพื่อศึกษาดัดแปลงจากวิธีของ Chen and Ebeling (1968) และ Nanda et al. (1995)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอก ของปลาหลดจุดและปลากระทิง

ชนิด	ลักษณะสำคัญ	รูปภาพ
1. ปลาหลดจุด (*Macrognathus siamensis*)	ปลาหลดจุด มีรูปร่างเพรียวยาว ลำตัวแบนข้าง หัวและตามีขนาดเล็กจุดเด่นคือ ปากเล็กและมรจะงอยปากแหลมยาว มีครีบหางแยกออกจากครีบหลังและครีบท้องอย่างชัดเจน ก้านครีบเดี่ยวของครีบท้องเป็นหนามแหลมสั้นปลายแหลม และเกล็ดมีขนาดเล็ก	
2. ปลากระทิง (*Mastacembelus armatus*)	ปลากระทิงมีลำตัวเรียวยาว แบนข้างเล็กน้อย ครีบหลัง ครีบหาง และครีบก้นเชื่อมติดกัน ด้านหลังมีก้านครีบแข็งสั้นหลายอัน ตาเล็ก ครีบอกใหญ่ หัวมีลายตั้งแต่ปลายจะงอยปากคาดมาที่ตาถึงช่องปิดเหงือก ตัวมีสีน้ำตาลอมเหลืองหรือสีเทาอ่อน มีลายสีคล้ำเป็นวงศ์หรือเป็นลายเส้น มีลวดลายหลายแบบ ด้านท้องสีจาง ครีบคล้ำมีจุดสีเหลืองอ่อน	

ผลการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์พบว่า ปลาหลดจุด มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n=48 ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 4 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 1 คู่ และแบบทีโลเซนตริก 19 คู่ สูตรคาริโอไทป์คือ 2n (48) = $L^{m}_{8} + L^{st}_{2} + M^{t}_{38}$ ปลากระทิง มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n=48 ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 6 คู่ แบบสับเมตาเซนตริก 1 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 2 คู่ และแบบทีโลเซนตริก 15 คู่ สูตรคาริโอไทป์คือ 2n (48) = $L^{m}_{12} + L^{sm}_{2} + M^{st}_{4} + M^{t}_{30}$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร พันธิวา แก้วมาตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณหัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่

เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดามารดา ครูอาจารย์ พี่ๆเพื่อนๆที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

กันยารัตน์ ไชยสูต. 2532. **เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล *Zephyranthes*.** ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

จารึก นาชัยเพิ่ม และ คณะ. 2549. **โครงสร้างและการแพรกระจายของประชาคมปลาในอ่างเก็บน้ำ เขื่อนอุบลรัตน**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 59/2549. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง.

ชวลิต วิทยานนท์. 2548. **คู่มือปลาน้ำจืด** .พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร: สารคดี.

สุภาพร สุกสีหลือง. 2542. **มีนวิทยา: ICHTHYOLOGY.** บริษัทพิมพ์ดีจำกัด. กรุงเทพฯ.

อมรา คัมภิรานนท์. 2546. **พันธุศาสตร์ของเซลล์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Chen, T.R. and Ehbeling, A.W. 1968. Karyological evidence of female heterogamety in the mosquito fish. **Gambusia Affinis Copeia** 1: 70-75.

Fischer, W. and P.J.P. Whitehead (Ed.), 1974. **FAO species identification sheets for fishery purposes**. Eastern Indian Ocean (Fishing Area 57) and Western Central Pacific (Fishing Area 71). Vols. 1-4. FAO, Rome.

Nanda, I., Schsrtl, M. Fiechtinger, W., Schlupp, I., Parzefall, J. and Schmid, M. (1995). Chromosomal evidence for laboratory synthesis of triploid hybrid between the gynogenetic teleost Poecilia Formosa and its host species. **Journal of Fish Biology**. 47: 619-623.

Turpin, R. and Lejeune, J. (1965). **Les chromosome humains.** Cornell University : Gauthier-Villars.

ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดง

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* AND *ESCHERICHIA COLI* OF *HIBISCUS SADARIFFA* L. CRUDE EXTRACT

กัลยา บินดุเหล็ม[1], **กัญญารัตน์ เหยดอีน**[1], **สิริมาภรณ์ วัชรกุล**[2*]

Kanlaya Bindulem[1], Kanyarat Yedheen[1], Sirimaporn Watcharakul[2*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *Staphylococcus aureus* ATTC 25923 และ *Escherichia coli* ATTC 25922 ซึ่งเป็นสาเหตุของการติดเชื้อที่พบบ่อยบริเวณผิวหนัง โดยสกัดดอกกระเจี๊ยบแดงด้วยตัวทำละลายต่างชนิดทั้ง 95% เอทานอล และเมทานอลผสมน้ำ (อัตราส่วน 4:1) ซึ่งพบว่าร้อยละผลผลิตของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงที่สกัดด้วยเมทานอลผสมน้ำ (อัตราส่วน 4:1) มีปริมาณร้อยละ 13.54 ซึ่งมากกว่าร้อยละผลผลิตของดอกกระเจี๊ยบแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล โดยมีปริมาณร้อยละ 8.09 ศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงโดยวิธี disk diffusion method พบว่าสารสกัดหยาบที่สกัดจากตัวทำละลายเมทานอลผลมน้ำกลั่น (อัตราส่วน 4:1) มีความสามารถในการต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล โดยมีขนาดวงใส 17.82± 1.67 และ 20.63±1.97 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากนั้นทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรียโดยวิธี MIC และ MBC ซึ่งพบว่าสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่น (4:1) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีทั้ง *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 โดยมีค่ามีความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli* ATTC 25922 และ *S. aureus* ATTC 25923 เท่ากับ 50 mg/mL เท่ากัน ในขณะที่ค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิดมีปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดที่ 75 mg/mL

คำสำคัญ: กระเจี๊ยบแดง, สารต้านแบคทีเรีย, แบคทีเรียก่อโรค

[1]นักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** Sirimaporn.w@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was examine the antimicrobial activity of Roselle flower (*Hibiscus sabdariffal*) crude extract against bacterial pathogen *Staphylococcus aureus* ATTC 25923 and *Escherichia coli* ATTC 25922 which causing of skin infection. Roselle flower was extracted with different solvents, 95% Ethanol and Methanol mixed with water (ratio 4:1). The percent yield of crude methanol mixed with water extract of Roselle is 13.54% which higher than percent yield of crude 95% ethanol extract of rosella, 8.09%. Determination of the antibacterial activities of Roselle crude extract by disk diffusion method revealed that the methanol mixed water crude extract could inhibit *S. aureus* ATTC 25923 and *E. coli* ATTC 25922 which higher effective than 95% ethanol crude extract of roselle that represented an inhibition zone 17.82±1.67 mm. and 20.63±1.97 mm respectively. Determination of minimum inhibitory concentrations (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) with final concentration of Roselle extract between 0-250 mg/mL showed that methanol mixed with water extract of Roselle could inhibit bacterial growth both of *S. aureus* ATTC 25923 and *E. coli* ATTC 25922 were 50 mg/mL Moreover, a minimum bactericidal concentration were 75 mg/mL in both strains.

Keywords: *Hibiscus sabdariffal*, Antibacterial agent, Bacterial pathogen

บทนำ

แบคทีเรียก่อโรคหลายชนิดซึ่งบางชนิดเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นและเป็นเชื้อฉวยโอกาส เป็นสาเหตุหลักของการก่อโรคที่สำคัญและพัฒนาเป็นเชื้อดื้อยาเนื่องจากมีการใช้ยาปฏิชีวนะที่ไม่ถูกต้องและมากเกินความจำเป็น ทั้งอันตรายจากฤทธิ์ข้างเคียงและราคาที่สูง มีรายงานพบการติดเชื้อบริเวณผิวหนังในกลุ่มแบคทีเรีย Gram positive เช่น *S. aureus* และ Gram negative เช่น *E. coli* ในโรงพยาบาล

S. aureus และ *E. coli* เป็นเชื้อแบคทีเรียที่มีความสำคัญทางการแพทย์ เป็นแบคทีเรียประจำถิ่นที่พบได้ในร่างกายของมนุษย์โดย *S. aureus* พบได้ตามผิวหนังและรูจมูกเป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อที่ผิวหนัง บาดแผล และอาหารเป็นพิษส่วน *E. coli* พบได้ในระบบทางเดินอาหาร เป็นสาเหตุสำคัญของโรคติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ และเชื้อบางสายพันธุ์ก่อโรคอุจจาระร่วง (ภัทรชัย กีรติสิน, 2549)

ปัจจุบันทั่วโลกเริ่มให้ความสนใจการใช้ยาสมุนไพรเพื่อเป็นทางเลือกในการกำจัดเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ซึ่งประเทศไทยมีการใช้สมุนไพรตามตำรับยาแผนโบราณในการรักษาโรคติดเชื้อและให้ผลการรักษาเป็นที่น่าพอใจ แต่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนน้อย มีการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากธรรมชาติสมุนไพรพื้นบ้านที่หาได้ง่ายและพบได้ทั่วไปในท้องถิ่นนำมาใช้ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคมากมาย เช่น มะขามป้อมมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* (พัชราภรณ์ ฐิติวงศ์เศวต, 2559) ว่านหางจระเข้มีฤทธิ์ในการสมานแผลและช่วยยับยั้งแบคทีเรีย (Janpen andRoongtawan, 1990) มะกรูดมีฤทธิ์ในการยับยั้ง Staphylococci (พิทยา ภาภิรมย์, 2551) ขิงมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus, E. coli* และ *P. aeruginosa* ได้ (วารีรัตน์ หนูหีต, 2557) ในขณะที่เปลือกมังคุดมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *P. acnes* สาเหตุที่ก่อให้เกิดสิวและเชื้อ *S. aureus* (นุศวดี พจนานุกิจ, 2010)

และ ใบบัวบกมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *P. acnes* และเชื้อ *S. aureus* (นุศวดี พจนานุกิจ, 2010)

กระเจี๊ยบเป็นสมุนไพรที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งซึ่งพบได้ทั่วไปในท้องถิ่นและมีสรรพคุณทางยามากมาย นอกจากจะช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ลดไขมันในเส้นเลือด ลดความดันโลหิต ทำให้ผิวพรรณสดใสแล้วยังสามารถยับยังเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้ มีสารที่สำคัญหลายชนิด เช่น สารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound) และมีกรดอินทรีย์หลายกลุ่ม เช่น Ascorbic Acid, Citric Acid, Malic Acid และ Tartaric Acid กรดเหล่านี้ทำให้กระเจี๊ยบมีรสเปรี้ยว นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งรวมสารอาหารที่สำคัญ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก และวิตามิน ซึ่งสารประกอบฟีนอลิก สารแอนโทไซยานิน และวิตามินซี มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดริ้วรอย (นันท์นภัส เติมวงศ์, 2551)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจ ศึกษาของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงเพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *E. coli* โดยใช้ตัวทำละลาย 95% เอทานอลและเมทานอลผสมน้ำ (อัตราส่วน 4:1) เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ในการยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสกัดสารจากดอกกระเจี๊ยบแดง (กลีบเลี้ยง)

นำดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง (กลีบเลี้ยง) บดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น ชั่งตัวอย่างดอกกระเจี๊ยบแดงที่บดละเอียด 400 กรัม นำมาสกัดด้วยตัวทำละลาย เมทานอลผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน (4:1) และ 95% เอทานอล อัตราส่วนของดอกกระเจี๊ยบแดงต่อตัวทำละลายคือ (3.5:10) (สิทธิเดช ฐานบัญชา, 2550) แช่ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 96 ชั่วโมง จากนั้นก็นำมากรองด้วยผ้าขาวบางและกรองอีกครั้งด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 แล้วนำสารสกัดที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยภายใต้ความดันต่ำแบบหมุน (Rotary Evaporator) ที่ความเร็วรอบ 120 rpm อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป (เนตรนภิส วัฒนสุชาติ, 2549) บันทึกน้ำหนักสารสกัดที่ได้และคำนวณหาร้อยละผลผลิตจากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละผลผลิต (\%yield)} = \frac{\text{ปริมาณสารสกัดแห้งที่ได้ (กรัม)}\ 100}{\text{ปริมาณดอกกระเจี๊ยบแห้ง (กรัม)}}$$

2 ทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดต่อการต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922

2.1 ทดสอบการออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียโดยวิธี Disk Diffusion Method

เตรียมสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงที่ความเข้มข้น 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ในหลอดไมโครเซนติฟิวก์และนำไปทดสอบการยับยั้งเชื้อโดยวิธี Disc Diffusion Method โดยการถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ATTC 25922 และ *S. aureus* ATTC 25923 ลงบนอาหาร Mueller Hinton Agar (MHA) จากนั้นนำกระดาษกรองแผ่นกลม (Filter Paper Disc) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วหยดสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันปริมาตร 40 ไมโครลิตรต่อกระดาษกรองแผ่นกลม วางลงบนผิวหน้าอาหารที่มีเชื้อแบคทีเรียที่เตรียมไว้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำในแต่ละความเข้มข้นของ

สารสกัด บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลการทดลองโดยวัดขอบวงใสโดยให้ผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นกระดาษกรองแผ่นกลม บันทึกผลหน่วยเป็นมิลลิเมตร แล้วนำมาคำนวณหาบริเวณยับยั้ง (Inhibition zone)

2.2 ศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (Minimum Inhibition Concentration;MIC)

การทดสอบหาค่า MIC ของเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 ของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดง โดยดูดสารสกัดแต่ละความเข้มข้นที่ 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรใส่ลงใน 96 well plate sterile หลุมละ 20 ไมโครลิตร จากนั้นดูดอาหาร Mueller Hinton Broth (MHB) ใส่หลุมละ 160 ไมโครลิตร เชื้อ *E. coli* ATTC 25922 ที่ความเข้มข้น 10^6 CFU/ml ลงในหลุมที่มีสารสกัดและอาหารหลุมละ 20 ไมโครลิตร ทำซ้ำ 3 ครั้งและทำการทดสอบอีกครั้งแต่เปลี่ยนจากเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 เป็นเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 ทำการทดสอบ 3 ครั้งเช่นกันโดยใช้เชื้อแบคทีเรียและอาหารเป็น Positive Control นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง การอ่านผลค่า MIC สังเกตความขุ่นของเชื้อที่เกิดขึ้นในแต่ละหลุมเปรียบเทียบกับ Positive Control บันทึกผลโดยหลุมแรกที่ใสให้บันทึกค่าความเข้มข้นของสารสกัดในหลุมนั้นเป็นค่า MIC (ธนภพ โสตรโยมและคณะ, 2558)

2.3 ศึกษาถึงความเขมข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (Minimum bactericidal concentration; MBC)

การทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ (Minimum bactericidal concentration ; MBC) ของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงจากค่า MIC สามารถนำมาหาค่า MBC ได้โดยนำหลุมที่ไม่มีความขุ่นจากการทดสอบหาค่า MIC ไป Streak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Muller Hilton Agar ความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถฆ่าเชื้อได้จะสังเกตได้จากการที่เชื้อแบคทีเรียไม่มีการเจริญบนจานอาหารดังกล่าว

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. การสกัดสารจากดอกกระเจี๊ยบแดง

จากการนำดอกกระเจี๊ยบแดง (กลีบเลี้ยง) อบแห้งบดละเอียดแล้วนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% และตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่น (4:1) จากนั้นนำส่วนใสไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง Rotary Evaporator สารสกัดที่ทำการระเหยตัวทำละลายออกแล้ว นำไปหาปริมาณร้อยละของผลผลิต (% yield) ดังแสดงในตารางที่ 1

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณร้อยละของผลผลิตที่ได้จากการสกัดดอกกระเจี๊ยบแห้งด้วยเมทานอลผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน (4:1) ได้ปริมาณผลผลิตมากกว่าการสกัดด้วยเอทานอล 95% โดยร้อยละของผลผลิตของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงที่สกัดด้วยเมทานอลผสมกับน้ำกลั่น ในอัตราส่วน (4:1) สูงถึง 13.54% ในขณะที่กระเจี๊ยบแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% ได้ร้อยละผลผลิตของสารสกัดหยาบเพียง 8.09% จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าดอกกระเจี๊ยบแดงซึ่งมีสารที่สำคัญหลายชนิด เช่น สารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound) และมีกรดอินทรีย์หลายกลุ่ม เช่น Ascorbic acid, Citric acid, Malic acid และ Tartaric acid กรดเหล่านี้ทำให้กระเจี๊ยบมีรสเปรี้ยว นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งรวมสารอาหารที่

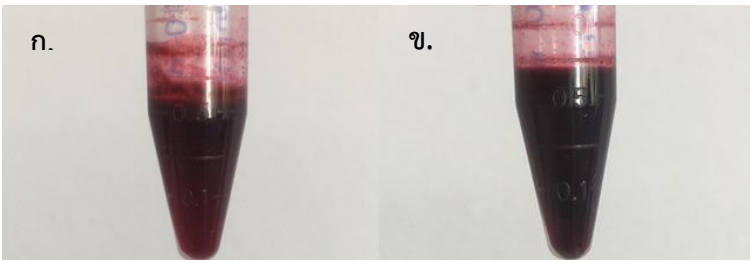
สำคัญโดยเฉพาะแคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก และวิตามิน ซึ่งสารประกอบฟีนอลิก สารแอนโทไซยานิน และวิตามินซี (นันท์นภัส เติมวงศ์, 2551) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความมีขั้วของตัวทำละลายที่แตกต่างกันมีผลทำให้การสกัดกลุ่มสารออกมาได้แตกต่างกัน น้ำมีขั้วมากที่สุดเมื่อผสมกับเมทานอลซึ่งมีขั้วปานกลางเมื่อสารทั้งสองชนิดผสมกันระหว่างน้ำและเมทานอลทำให้เกิดการชะสารจากกระเจี๊ยบแดงได้ดีทั้งที่มีขั้วมากและมีขั้วปานกลาง ทำให้ได้สารหลากหลายกลุ่ม ในขณะที่ 95% เอทานอลมีขั้วปานกลางชนิดเดียวชะสารได้กลุ่มสารที่มีขั้วปานกลางได้อย่างเดียว

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำ (4:1) ให้ร้อยละของผลผลิตมากกว่าตัวทำละลาย 95% เอทานอลอย่างเดียวดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ร้อยละของผลผลิตของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง (% yield)

ตัวทำละลาย	น้ำหนักของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบ (กรัม)		ร้อยละผลผลิตของสารสกัดหยาบ
	ก่อนสกัด	หลังการสกัด	
95% เอทานอล	400	32.36	8.09
เมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1)	400	54.18	13.54

ลักษณะของสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลาย 95% เอทานอล มีลักษณะคล้ายกับสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำ (4:1) ซึ่งสารสกัดมีสีแดง เหนียวหนืด มีกลิ่นคล้ายบ๊วย ในขณะที่สารสกัดที่ได้จากตัวทำละลาย 95% เอทานอล มีเนื้อหยาบกว่าสารสกัดที่ได้จากการสดักด้วยตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำ (4:1) (ภาพที่ 1)

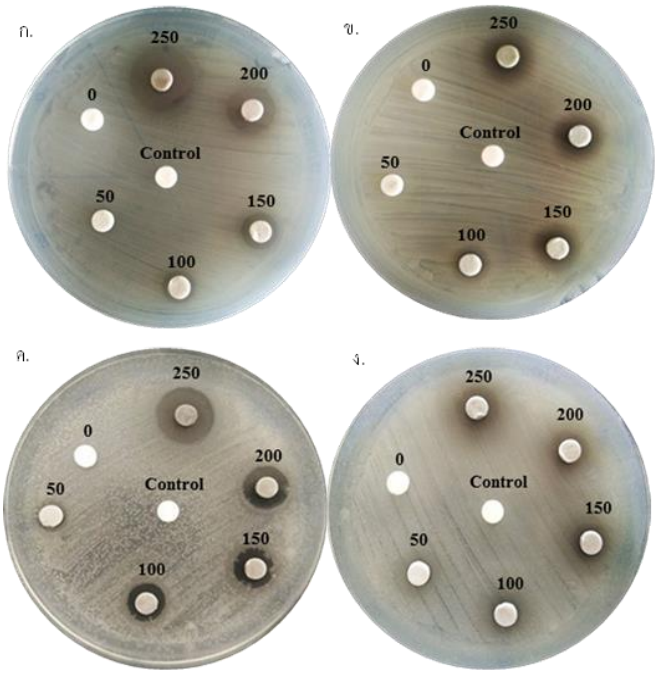


ภาพที่ 1. (ก.) สารสกัดดอกกระเจี๊ยบแดงแบบแห้งในตัวทำละลาย 95% เอทานอล และ (ข.) สารสกัดดอกกระเจี๊ยบแดงในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำ (4:1)

2. ผลการทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และเชื้อ *E. coli* ATTC 25922

จากผลการทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 โดยวิธี Disk diffusion method หลังจากบ่มเชื้อบนอาหาร MHA เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีวงใสเกิดขึ้นรอบแผ่น Paper Disc ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการต้านเชื้อของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงโดยวัดวงใสที่เกิดขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งแสดงผลการทดสอบความสามารถของสารสกัดหยาบโดยตัวทำละลาย 95% เอทานอล ในการต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

จากภาพจะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบโดยตัวทำละลาย 95% เอทานอล สามารถต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 ได้ดีกว่า *E. coli* ATTC 25922 ซึ่งดูจากวงใสขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นรอบ Paper Disc (ภาพที่ 2) ซึ่งให้ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับสารสกัดหยาบโดยตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่น (4:1) (ภาพที่ 2 ค,ง)



ภาพที่ 2. Disk diffusion method ทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อ *S. aureus* ด้วยสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล (ก) และเมทานอลผสมน้ำ (4:1) (ค) เปรียบเทียบกับการต้านเชื้อ *E. coli* ด้วยสารสกัดหยาบโดยตัวทำละลาย 95% เอทานอล และเมทานอลผสมน้ำ (4:1) ที่ความเข้มข้น 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

จากตารางที่ 2 ทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 ของสารสกัดหยาบดอกกระเจี๊ยบแดงในตัวทำละลาย 95% เอทานอล ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ตั้งแต่ 0 - 250 มก/มล จะเห็นได้ว่า ที่ความเข้มข้น 0 – 50 มก/มล ไม่พบวงใสเกิดขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดที่ความเข้มข้นต่ำไม่

สามารถต้านเชื้อได้ในขณะที่เพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดเป็น 100 – 250 มก/มล มีวงใสเกิดขึ้นและวงใสที่เกิดขึ้นมีขนาดใหญ่มากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดสูงขึ้น ในการทดสอบกับเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 วงใสมีขนาดใหญ่ที่สุดที่ความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 250 มก/มล ขนาด 15.07 ± 1.89 มม. ในขณะที่วงใสที่เกิดขึ้นเมื่อทดสอบกับเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 มีขนาด 8.75 ± 0.44 มม.

ตารางที่ 2. การทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียในตัวทำละลาย 95% เอทานอล ความเข้มข้น 0-250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยวิธี Disk diffusion method (Kirby-Bauer)

ความเข้มข้นของสารสกัดในตัวทำละลายเอทานอล 95% (mg/ml)	ขนาดของวงใส (mm)	
	S. aureus ATTC 25923 (mm)	*E. coli* ATTC 25922 (mm)
0	-	-
50	-	-
100	8.47 ± 0.58	7.28 ± 0.46
150	10.35 ± 1.46	7.62 ± 0.15
200	12.58 ± 0.67	7.85 ± 0.40
250	15.07 ± 1.89	8.75 ± 0.44

*วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณ Inhibition zone และแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD)

ตารางที่ 3. การทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำอัตราส่วน (4:1) ความเข้มข้น 0-250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยวิธี Disk diffusion method (Kirby-Bauer)

ความเข้มข้นของสารสกัดในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) (mg/ml)	ขนาดของวงใส (mm)	
	S. aureus ATTC 25923 (mm)	*E. coli* ATTC 25922 (mm)
0	-	-
50	8.05 ± 1.14	10.03 ± 0.20
100	10.02 ± 0.99	14.05 ± 1.42
150	10.45 ± 1.82	16.28 ± 0.40
200	13.53 ± 0.85	19.63 ± 4.46
250	17.82 ± 1.63	20.63 ± 1.97

*วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณ Inhibition zone และแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าที่ความเข้มข้น 50 mg/ml มีวงใสเกิดขึ้นและเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มสูงขึ้นขนาดของวงใสก็ใหญ่ขึ้นเช่นกัน จากการทดสอบความสามารถของสารสกัดในการต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 พบว่า วงใสที่ความเข้มข้นของสารสกัด 250 mg/ml มีขนาดใหญ่ถึง 17.87 ± 1.63 mm. ในขณะที่เมื่อทดสอบกับเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 วงใสที่ความเข้มข้นของสารสกัด 250 mg/ml มีขนาดใหญ่ถึง 20.63 ± 1.97 mm.

จากผลการทดลองพบว่าความสามารถในการต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 ของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเอทานอล 95% ที่ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 ได้ดีที่สุดโดยมีวงใสเกิดขึ้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.07 ± 1.89 mm ซึ่งสามารถต้านได้ดีกว่าเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 ซึ่งพบวงใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.75 ± 0.44 mm ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าพืชสมุนไพร *Psidium guajava* L. และ *Phyllanthus niruri* แสดงฤทธิ์ยับยั้งเฉพาะแบคทีเรียแกรมบวก (Valle, Andrade, Cabrera, & Rivera, 2015) ในขณะที่แบคทีเรียแกรมลบดื้อต่อสารสกัดเพราะแบคทีเรียแกรมลบมีเมมเบรนชั้นนอกที่มีไลโปโพลีแซคคาร์ไรด์ (Lipopolysacharide) เป็นองค์ประกอบมีหน้าที่ป้องกันสารไม่ให้เข้าสู่ภายในเซลล์ในขณะที่แบคทีเรียแกรมบวกไม่มีเมมเบรนชั้นนอก สารจึงเข้าสู่ภายในเซลล์ได้ง่ายกว่า (Shan, Cai, Brooks & Corke, 2007)

ในขณะที่ผลการทดลองความสามารถในการต้านเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 ของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) ที่ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถต้านเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 ได้ดีที่สุดโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสกว้างถึง 20.63 ± 1.97 mm ซึ่งแสดงว่าสารสกัดจากเมทานอลผสมน้ำสามารถต้านเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 ได้ดีกว่าเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส 17.82 ± 1.63 mm ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของสิทธิเดช (2551) พบว่าสารสกัดดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งที่สกัดโดยตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* ได้ดีกว่าเชื้อ *S. aureus* (สิทธิเดช ฐานบัญชา, 2551)

นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบ Phenolic compounds ที่พบในกระเจี๊ยบแดงแห้งซึ่งมีปริมาณสูงมีผลต่อการต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* และชนิดอื่น ๆ เช่น *S. aureus*, *P. aeruginosa* และ *Salmonella poona* ไดดี เนื่องจากสารประกอบ phenolic ทำปฏิกิริยากับเมทานอลและทำหน้าที่ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียซึ่งให้ผลต่อแบคทีเรียแกรมลบไดดีโดยมีผลลดระดับการหายใจระดับเซลล์ ของแบคทีเรียและมีผลในการทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรียทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ และเกิดการรั่วไหลของสารจนมีผลทำให้เซลล์แบคทีเรียถูกทำลาย (Moreira et al., 2005; Snigdha and Monika, 2013)

3. การศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (Minimum Inhibition Concentration ; MIC) และ (Minimum Bactericidal Concentration ; MBC)

การทดสอบหาค่า MIC ของเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 ของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง โดยทดสอบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้ 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรที่ความเข้มข้นสุดท้าย ของเชื้อ 10^6 CFU/ml ตามมาตรฐาน Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI) โดยเปรียบเทียบกับ Control การอ่านผลหาค่า MIC ให้สังเกตความขุ่นของเชื้อที่เกิดขึ้นในแต่ละหลุมเปรียบเทียบกับ Positive Control ดังแสดงในตารางที่ 3

การทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ (Minimum bactericidal concentration ; MBC) ของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงจากค่า MIC สามารถนำมาหาค่า MBC ได้โดยนำหลุมสุดท้ายที่ไม่ขุ่นจากการทดสอบหาค่า MIC นำไป Streak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MHA ความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถฆ่าเชื้อได้จะสังเกตได้จากการที่เชื้อแบคทีเรียไม่มีการเจริญบนจานอาหารดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 3

จากการทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อ (MBC) ของสารสกัดหยาบดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเอทานอล 95% นำมาทดสอบกับเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 พบว่าสารสกัดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อโดยมีค่า MIC ที่ความเข้มข้น 75 mg/ml และมีค่า MBC ที่ความเข้มข้น 100 mg/ml และจากการทดสอบกับเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 พบว่าสารสกัดหยาบยับยั้งการเจริญของเชื้อโดยมีค่า MIC ที่ความเข้มข้น 50 mg/ml และมีค่า MBC ที่ความเข้มข้น 75 mg/ml ดังตารางที่ 4 ให้ค่าการยับยั้งที่ใกล้เคียงกันสอดคล้องกับผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อ Disk diffusion method

จากการทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อ (MBC) นำสารสกัดหยาบดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) ที่ความเข้มข้น 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225 และ 250 mg/ml นำมาทดสอบกับเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 พบว่าสารสกัดหยาบยับยั้งการเจริญของเชื้อโดยมีค่า MIC ที่ความเข้มข้น 50 mg/ml และมีค่า MBC ที่ความเข้มข้น 75 mg/ml และจากการทดสอบกับเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 พบว่าสารสกัดหยาบยับยั้งการเจริญของเชื้อโดยมีค่า MIC ที่ความ เข้มข้น 50 mg/ml และมีค่า MBC ที่ความเข้มข้น 75 mg/ml ดังตารางที่ 4 ให้ค่าการยับยั้งที่ใกล้เคียงกันสอดคล้องกับผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อ Disk diffusion method

ตารางที่ 4. แสดงค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดหยาบจากดอกกระเจี๊ยบแดงที่สกัดโดยตัวทำละลาย 95% เอทานอลและตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) ในการยับยั้ง (MIC) และฆ่า (MBC) เชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922

จุลินทรีย์	MIC / MBC (mg/ml)			
	95% เอทานอล		เมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1)	
	MIC	MBC	MIC	MBC
S. aureus ATTC 25923	75	100	50	75
E. coli ATTC 25922	100	125	50	75

สรุปผลการทดลอง

สารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลาย 95% เอทานอลและสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) ได้ค่าร้อยละผลผลิตของสารที่แตกต่างกันคือสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) มีค่าร้อยละผลผลิตเท่ากับ 13.54% ซึ่งมีค่ามากกว่าสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลาย 95% เอทานอลเท่ากับ 8.09%

สารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลาย 95% เอทานอลและสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้งสองชนิด คือ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลาย 95% เอทานอลและสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) พบว่า สารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้งสองชนิดดีกว่าสารสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลาย 95% เอทานอล นอกจากนี้สารสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลาย 95% เอทานอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 ได้ดีกว่า *E. coli* ATTC 25922 ส่วนสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 ได้ดีกว่า *S. aureus* ATTC 25923

ค่า MIC และ MBC ของสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลาย 95% เอทานอลและสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) ต่อเชื้อ *S. aureus* ATTC 25923 และ *E. coli* ATTC 25922 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อและฆ่าเชื้อได้ทั้งสองชนิด ให้ค่าที่การยับยั้งที่ใกล้เคียงกัน โดยสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลาย 95% เอทานอลยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATTC

25923 ได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นต่ำสุด คือ 75 mg/ml และสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งในตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน (4:1) ยับยั้งเชื้อ *E. coli* ATTC 25922 ได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นต่ำ คือ 50 mg/ml

จากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์และพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ได้เช่น สบู่ต้านเชื้อแบคทีเรียจากกระเจี๊ยบแดงและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมาย

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากหลักสูตรจุลชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณ ดร.สิริมาภรณ์ วัชรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยที่กรุณาเสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง วิธีการ และขั้นตอนการศึกษาตลอดจนการตรวจทานแก้ไขงานวิจัยนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

คมแข พิลาสมบัติ และมณทินี ธีรารักษ์. (2557). **การใช้สารสกัดพืชพื้นเมืองไทยในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อเป็นสารต้านอนุมูลอิสระยืดอายุการเก็บรักษา และความปลอดภัยในการบริโภค.** คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก. (2553). **กระเจี๊ยบแดง สมุนไพรลดไขมันในเลือด 140 ชนิด.** พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: เซเว่นพริ้นติ้งกรุ๊ป, 41

ชนกันต์ จิตมนัส และสุฤทธิ์ สมบูรณ์ชัย. (2549). **การศึกษาแนวทางเพื่อพัฒนาปลานิลให้เป็นอาหารที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค.** กลยุทธการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในการผลิตปลานิลในเขตภาคเหนือเพื่อเป็นอาหารที่ปลอดภัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้, 1-54.

ธนภพ โสตรโยมและคณะ. (2558). **การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรีย *Escherichia coli* และ *Salmonella* ssp. ของสารสกัดหอมหัวใหญ่.** คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ (2547). ***Staphylococcus* และ *Escherichia* แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค.** พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: Noble print, 31 และ108

นพวัฒน์ เพ็งคำศรี. (2560). **กระเจี๊ยบแดงพืชสมุนไพรทางเลือกในการป้องกันโรค.** หน่วยการศึกษาต่อเนื่อง คณะเภสัชศาสตร์ สภาเภสัชกรรม, 1-10.

นิติพงษ์ ศิริวงศ์และเอกชัย ชูเกียรติโรจน์. (2009). **การดื้อยาปฏิชีวนะของ *Staphylococcus aureus* และแนวทางการควบคุม.** สงขลานครินทร์เวชสาร ปีที่ 27 ฉบับที่ 4, 347-358.

นุศวดี พจนานุกิจ. (2010). เปรียบเทียบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกมังคุดขมิ้นชันและใบบัวบก. **วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร** ปีที่ 18 ฉบับที่ 1, 1-9.

นันท์นภัส เติมวงศ์. (2551). ปริมาณรวมของสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีโนลิกส์ และวิตามินซีในผักและสมุนไพร. **วารสารก้าวทันโลก** วิทยาศาสตร์. 8 (1), 41-48.

ปิยะดา อาชายุทธการ. (2560). **ฤทธิ์ของสารสกัดจากมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม.

พัชราภรณ์ ฐิติวงศ์เศวต , เสาวลักษณ์ วงษ์จันลา และวิจิตรา จันดาวงศ์. (2559). สบู่ต้านเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบจากผลมะขามป้อม. **วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ** (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 8 ฉบับที่ 15, 27-39.

พิทยา ภาภิรมย์. (2551). ฤทธิ์ของน้ำมะนาว และน้ำมะกรูดต่อเชื้อสแตปฟิโลคอคไคที่ให้ผลบวกต่อการทดสอบโคแอคกุเลสที่แยกได้จากสุนัข. **วารสารวิจัย มข.** ปีที่ 13 ฉบับที่ 7, 866-872.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ เกียรติคุณ รัตนาปนนท์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2010). **กระเจี๊ยบแดง.** (Online). http://www.foodnetworksolution.com, 16 พฤศจิกายน 2561.

พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ สุนทร ดุริยะประพันธ์, ทักษิณ อาชวาคม, สายันต์ ต้นพานิช, ชลธิชา นิวาสประกฤติ และปรียานันท์ศรสูงเนิน. (2546). **ฟลาโวนอยส์และแอนโทไซยานินส์ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 12 (1) พืชสมุนไพรและพืชพิษ** เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: สหมิตรพริ้นติ้ง, 48-49

ภัทรชัย กีรติสิน. (2549). ***Staphylococcus* วิทยาแบคทีเรียการแพทย์.** พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหิดล วี.เจ.พริ้นติ้ง, 233

รองเดช และจุลจิตร์. (2016). **ฤทธิ์ต่านเชื้อแบคทีเรียของสารสกดัจากใบสะระแหน โดยตัวทำละลายเอทานอล.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร และภาควิชาทัศนมาตรศาสตร คณะสหเวชศาสตร มหาวิทยาลยันเรศวร พิษณุโลก.

วารีรัตน์ หนูหีต. (2557). **การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัสโดยใช้สารสกัดจากพืชตระกูลขิง.**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วุฒิกิจ ธนภูมิ และสมบรูณ์ เกียรตินันทน์. (2553). **กระเจี๊ยบแดง พืชสมุนไพรประเภทต้น** เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา, 13

สิทธิเดช ฐานบัญชา. (2550). **การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง และผลหนามแดง.** สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สัมฤทธิ์ หงส์ทิพย์ฉัตร. (2550). กระเจี๊ยบแดง. **วารสารศูนย์การศึกษาแพทย์ศาสตร์คลินิกโรงพยาบาลพระปกเกล้า** ปีที่ 24 ฉบับที่ 4, 301-303

สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. **กระเจี๊ยบ** (Online). www.medplant.mahidol.ac.th, 3 ธันวาคม 2561.

เอกชัย สร้อยน้ำ และคณะ. (2547). **การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมลบที่เป็นสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบในโคนม.** คณะสัตว์แพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาเกษตรศาสตร์.

อรอนงค์ สมทรัพย์ และคณะ (2562). **ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผลมะเปรียง.** คณะแพทย์ศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย นราธิวาสราชนครินทร์ ปีที่ 11 ฉบับที่ 2, 156-167

Adoum OA, Dabo NT, Fatope MO. **Bioactivities of some Savanna plants in the brine-shrimp lethality test and in vitro antimicrobial assay.** Int J Pharmacog 1997;35(5), 334-7.

Ashraf A. Mostafa, Abdulaziz A. Al-Askar, Khalid S. Almaary, Turki M. Dawoud, Essam N. Sholkamy, Marwah M. Bakr. Antimicrobial activity of some plant extracts against bacterial strains causing food poisoning diseases. **Saudi Journal of Biological Sciences**. 2018: (25), 361-366

Mullika Traidej Chomnawang , Suvimol Surassmo, Veena S. Nukoolkarn , Wandee Gritsanapan. (2005). กระเจี๊ยบมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม Campylobacter spp. และเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดสิว คือ *Propionibbacterium acnes* และ *Staphylococcus epidermidis*. **Journal of Ethnopharmacology**, 4-5

Da-Costa-Rocha ,Bernd Bonnlaender, Hartwig Sievers, Ivo Pischel, Michael Heinrich.(2014).**Hibiscus sabdariffa L.** – A phytochemical and pharmacological review Food Chemistry 165 (2014), 424–443

Janpen and Roongtawan. (1990). Application of Aloe Vera on Wound Healing**. Journal of Medicine and Health Sciences.** (Vol.22 No.3 December 2015)

Katarina Chiller, Bryan A. Selkin, and George J. Murakawa. (2001). **Skin Microflora and Bacterial Infections of the Skin.** JLD SYMPOSIUM PROCEEDINGS VLO.6, NO 3, 170-174.

Kumar, A., Shukla, R., Singh, P. and Dubey, N.D.(2010). **Chemical Composition, Antifungal and Antiaflatoxigenic Activities of Ocimum sanctum L. Essential Oil and Its Safety Assessment as Plant Based Antimicrobial**. Food and Chemical Toxicology 48, 539–543.

NSTFood. **กระเจี๊ยบแดง.** (Online). http://www.nstfood.com, 16 ธันวาคม 2561.

Olaleye and Mary Tolulope. (2007). Cytotoxicity and antibacterial activity of Methanolic extract of *Hibiscus sabdariffa* **Journal of Medicinal Plants Research** Vol. 1(1), pp. 009-013, August 2007 Available online at http://www.academicjournals.org/JMPR

Shan B., Cai Y-Z., Brooks J. D., & Corke H. (2007). The in vitro antibacterial activity of dietaryspice and medicinal herb extracts. International **Journal of Food Microbiology**, 117, 112-9.

Valle Jr, D. L., Andrade, J. I., Puzon, J. J. M., Cabrera, E. C., & Rivera, W. L. (2015). Antibacterial activities of ethanol extracts of Philippine medicinal Plants against multidrug-resistant bacteria. Asian Pacific **Journal of Tropical Biomedicine**, 5(7), 532-540.

ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้จากฟองน้ำทะเล

Antimicrobial Activity of Endophytic Bacteria Isolated from Marine Sponges

รัตนากร แก้วนิล[1] ศิขริน สุขเกษม[1] และสายใจ วัฒนเสน[2]*

Rattanakorn Keawnin[1] Sikarin Sukkasem[1]and Saijai Wattanasen[2]*

บทคัดย่อ

เอนโดไฟต์เป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นโดยไม่ทำอันตราย หรือส่งผลเสียต่อโฮสต์มีคุณสมบัติในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคของแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้จากฟองน้ำ จากตัวอย่างฟองน้ำทะเล จำนวน 7 ตัวอย่าง นำมาคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์โดยวิธีการ pour plate บนอาหาร marine agar สามารถคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์ได้ จำนวน 20 ไอโซเลท นำมาศึกษาความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค ด้วยวิธี agar spot พบว่ามีแบคทีเรียเอนโดไฟต์จำนวน 3 ไอโซเลทที่สามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์ *Candida albicans* TISTR 5779 ได้แก่ ไอโซเลท I021 I022 และ I094 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้ง เท่ากับ 6.56±1.07 6.22±1.01 และ 3.07±0.85 มิลลิเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าไอโซเลท I094 มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* ATTC25923 และ*Salmonella* Typhimurium ATTC 13311 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้งเท่ากับ 7.55±1.21 และ11.66±2.44 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ไอโซเลท I022 ยังสามารถยับยั้งการเจริญของ *Bacillus cereus* TISTR 678 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้งเท่ากับ 8.33±0.41 มิลลิเมตร จากการศึกษาพบว่าแบคทีเรียเอนโดไฟต์จากฟองน้ำมีศักยภาพนำไปศึกษาต่อเพื่อผลิตเป็นสารต้านจุลชีพได้

คำสำคัญ : แบคทีเรียเอนโดไฟต์, ฟองน้ำทะเล, จุลินทรีย์ก่อโรค

---

[1] นักศึกษาสาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2] อาจารย์สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*Corresponding author, E-mail: saijai.wa@skru.ac.th

Abstract

Endophyte are microoganisms that live within the organism without causing any symptoms of disease or harming the host. They produce several bioactive compounds. The aim of this study was to investigate the ability of endophytic bacteria isolated from sponges to inhibit the pathogenic microoganisms. Endophytic bacteria were isolated from 7 sea sponges using pour plate method on the marine agar. The total of 20 endophytic bacteria were obtained and further determined the ability to inhibit pathogenic microorganism by using agar spot. The results revealed that only 3 isolates such as I021, I022 and I094 showed the ability to inhibition the growth of. *Candida albicans* TISTR 5779 with the inhibition zone of 6.56 ± 1.07, 6.22 ± 1.01 and 3.07 ± 0.85 mm, respectively. Besides that, the isolate I094 was able to inhibit the growth of *Staphylococcus aureus* ATTC25923 and *Salmonella Typhimurium* ATTC 13311, with the inhibition zone of 7.55 ± 1.21 and 11.66 ± 2.44 mm, respectively while isolate I022 showed the inhibition growth of *Bacillus cereus* TISTR 678 with the inhibition zone of 8.33 ± 0.41 mm. The findings suggested that endophytic bacteria isolated from sponges have a good potential for further study and could be used as antimicrobial substance.

Keywords: Endophytic bacteria, Marine Sponges, Pathogenic microoganisms

บทนำ

เอนโดไฟต์ เป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ของจุลินทรีย์ หรือเนื้อเยื่อของโฮสต์โดยไม่ทำอันตรายหรือส่งผลเสียต่อโฮสต์ เป็นความสัมพันธ์แบบได้ประโยชน์ร่วมกันระหว่างเอนโดไฟต์ และโฮสต์ เอนโดไฟต์เป็นได้ทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และรา จุลินทรีย์กลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช หลายชนิดสามารถผลิตสารเมตาบอไลท์ที่ป้องกันเชื้อก่อโรคให้แก่พืช และสารเมตาบอไลท์ที่พบยังสามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคในคน และสัตว์ได้อีกด้วย โดยสารเมตาบอไลท์ที่เอนโดไฟต์สร้างขึ้น เป็นสารทุติยภูมิ ที่สามารถนำมาใช้ในทางเภสัชกรรม การแพทย์ รวมทั้งอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม (Strobel et al., 2004) จึงทำให้เอนโดไฟต์เป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ นักวิจัยจึงให้ความสนใจในการค้นหาสารออกฤทธิ์ต่าง ๆ รวมทั้ง สารที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ซึ่งยาต้านจุลชีพหลายชนิดที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นไม่สามารถรักษาโรคติดเชื้อที่ดื้อยาเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การค้นหายาต้านจุลชีพชนิดใหม่จึง ยังคงเป็นประเด็นที่สำคัญของนักวิจัยในปัจจุบัน แหล่งของสารออกฤทธิ์ทางสารชีวภาพที่สำคัญได้จากสิ่งมีชีวิต ทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ซึ่งมีอยู่หลากหลายและกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ ทั้งบนบก และทะเล โดยระบบนิเวศทางทะเลที่มีความซับซ้อน และหลากหลายจึงเป็นที่สนใจในการศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในทะเลอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งความหลากหลายของจุลินทรีย์ในทะเลมีอยู่

ทั้งบริเวณผิวน้ำ และลึกลงไปในทะเล และแถบชายฝั่งทะเล จึงทำให้จุลินทรีย์ในทะเลที่พบมีมากกว่าจุลินทรีย์ในน้ำจืด จุลินทรีย์ในทะเลมีบทบาทสำคัญในการย่อยสารอินทรีย์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของวัฏจักรไนโตเจน แหล่งที่อยู่ของจุลินทรีย์ในทะเลมีการดำรงชีวิตแบบอิสระ ในบริเวณต่าง ๆ ตามสภาพแวดล้อม เช่น บริเวณท้องน้ำ ตะกอน ผิวน้ำ หรือบางชนิดจะอาศัยอยู่บริเวณผิวนอก (Epibiotic) และภายใน (Endobiotic) ของสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล ได้แก่ ฟองน้ำ โดยฟองน้ำเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และมีโครงสร้างแบบง่าย ๆ ไม่มีลักษณะของเนื้อเยื่อที่แท้จริง มีลำตัวเป็นรูพรุน และมีท่อน้ำกระจายอยู่ทั่วตัว ฟองน้ำทะเลมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเลในแง่ของการปรับปรุงคุณภาพของน้ำทะเลให้สะอาดขึ้น ช่วยกำจัดตะกอนสารอินทรีย์ในทะเล ฟองน้ำทะเลยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (สุเมตต์ ปุจฉาการ, 2551) โดยฟองน้ำทะเลบางชนิดมีแบคทีเรียที่อาศัยอยู่อย่างจำเพาะ เนื่องจากฟองน้ำทะเลมีความสามารถในการกินอาหารแบบกรองจึงสามารถคัดเลือกแบคทีเรียที่ปะปนอยู่ในทะเลได้ นอกจากนี้ฟองน้ำทะเลบางชนิดยังเลี้ยงแบคทีเรียไว้เป็นอาหารของตนเองในระบบท่อ และสร้างสารต้านจุลชีพขึ้นมาเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารของตนถูกแย่งจากแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ จึงเป็นสาเหตุให้แบคทีเรียอยู่ร่วมกับฟองน้ำแต่ละชนิดได้ (ปิยะเนตร พึ่งพา, 2554) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะคัดแยกแบคทีเรียจากฟองน้ำ และศึกษาความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด เพื่อได้ทราบถึงความหลากหลายของจุลินทรีย์ในฟองน้ำรวมทั้งการนำไปสู่การพัฒนา และโอกาสในการค้นพบยาต้านจุลชีพต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างฟองน้ำทะเล

เก็บตัวอย่างฟองน้ำจากบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดสตูล จำนวน 7 ตัวอย่าง นำมาใส่ในถุงพลาสติกปราศเชื้อโดยที่บรรจุน้ำทะเลบริเวณที่เก็บตัวอย่าง รัดปากถุงเก็บไว้ในกล่องควบคุมอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์ ในห้องปฏิบัติการ

2 การคัดแยกเอนโดไฟติกแบคทีเรียจากตัวอย่างฟองน้ำทะเล

นำตัวอย่างฟองน้ำทะเล มาล้างให้สะอาด โดยแช่ใน 95 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์ เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นล้างด้วยน้ำทะเลปราศจากเชื้อ เป็นเวลา 3-5 วินาที นำไปบดให้ละเอียด แล้วเติมน้ำทะเลปราศจากเชื้อเพื่อทำการเจือจาง ก่อนนำไปคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์บนอาหาร Marine Agar (MA) โดยวิธีการ Pour Plate (ดัดแปลงจาก Pongpaichit et al., 2006) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-7 วัน สังเกตการเจริญของเชื้อบนอาหาร MA คัดเลือกโคโลนีที่มีลักษณะแตกต่างกัน นำไปทำให้บริสุทธิ์ เก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

3 การทดสอบการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค ด้วยวิธี Agar Spot

นำแบคทีเรียที่คัดแยกได้มาทดสอบคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อก่อโรค ได้แก่ *Escherichia coli* ATTC 25922 *Staphylococcus aureus* ATTC25923 *Candida albicans* TISTR 5779 *Bacillus cereus* TISTR 678 และ *Salmonella* Typhimurium ATTC 13311 ด้วยวิธี agar spot (ชุลีพร ชำนาญค้า, 2560) โดยนำจุลินทรีย์ก่อโรคมาทำให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ บนอาหาร NA จากนั้นนำไปเลี้ยงในอาหาร Nutrient Broth (NB) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำมาปรับความขุ่นให้ได้ 0.5 McFarland สำหรับเชื้อแบคทีเรีย และ 0.2 McFarland สำหรับเชื้อยีสต์ จากนั้นทำการ swab เชื้อโดยใช้ไม้พันสำลีปราศจากเชื้อบนอาหาร NA ที่มีส่วนผสมของ 3% NaCl ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้งประมาณ 10-15 นาที ใช้ไม้จิ้มฟันที่ปราศจากเชื้อแตะเชื้อโคโลนีบริสุทธิ์ของแบคทีเรียที่คัดแยกได้นำมา spot บนอาหาร NA ที่มีส่วนผสมของ 3% NaCl โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สังเกตบริเวณวงใสรอบ ๆ โคโลนีของเชื้อทดสอบ บันทึกผล

4 การจัดจำแนกแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคเบื้องต้น

ทำการจัดจำแนกแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ ตามหนังสือ Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (Williams and Wilkins, 1994)

ผล และอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการเก็บตัวอย่าง และการคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์

จากการเก็บตัวอย่างฟองน้ำทะเล บริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดสตูล จำนวน ด้วยตัวอย่าง ประกอบ 7 ฟองน้ำทะเลชนิดต่าง ๆ ดังตัวอย่างในภาพที่1 โดยจากการสำรวจความหลากหลายของฟองน้ำในพื้นที่เก็บตัวอย่าง พบว่ามีฟองน้ำประมาณ 7 ชนิด จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างฟองน้ำแต่ละชนิดโดยปริมาณที่เก็บให้เพียงพอที่จะนำมาทำการคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์โดยวิธีการ pour plate บนอาหาร marine agar ผลการศึกษาพบว่า สามารถคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์ได้ทั้งหมด ไอโซเลท ซึ่งแบคทีเรียส่วนใหญ่แยกได้จากฟองน้ำทะเลสีดำมากที่สุด 20 จำนวน 8 ไอโซเลท จากฟองน้ำทะเลสีส้ม ฟองน้ำทะเลสีเขียว และฟองน้ำทะเลท่อพุ่มสีแดง น้อยที่สุด จำนวน ท จากการนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีตัวอย่างละ 1 ไอโซเลเรียที่คัดแยกได้ แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้มีลักษณะโคโลนีแตกต่างกัน จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้ นวน 13 ไอโซเลท กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมบวก จำนวน 7 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรียแกรมลบ จำ โดยมีลักษณะเป็นรูปท่อน จำนวน 11 ไอโซเลท และรูปกลม จำนวน 9 ไอโซเลท ซึ่งแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยก ได้จากฟองน้ำในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาของHandayani และคณะ)2015) ซึ่งคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์จากฟองน้ำทะเล *Haliclona fascigera* พบว่าสามารถคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์ได้ทั้งหมด 26 ไอโซเลท ทั้งนี้อาจเนื่องจากชนิด และจำนวนของตัวอย่าง ปริมาณของตัวอย่าง ตลอดจนวิธีการที่นำมาใช้ในการคัดแยก ซึ่งอาจมีผลต่อปริมาณของเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้ นอกจากนี้ยังพบว่าแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้จากฟองน้ำ มีจำนวนที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการคัดแยกเชื้อราเอนโดไฟต์จากสาหร่ายทะเล

จำนวน 8 สายพันธุ์ ของ อามีนา สาแม และคณะ)2560) ซึ่งพบว่าสามารถคัดแยกเชื้อราเอนโดไฟท์ทั้งหมดได้ถึง 82 ไอโซเลต



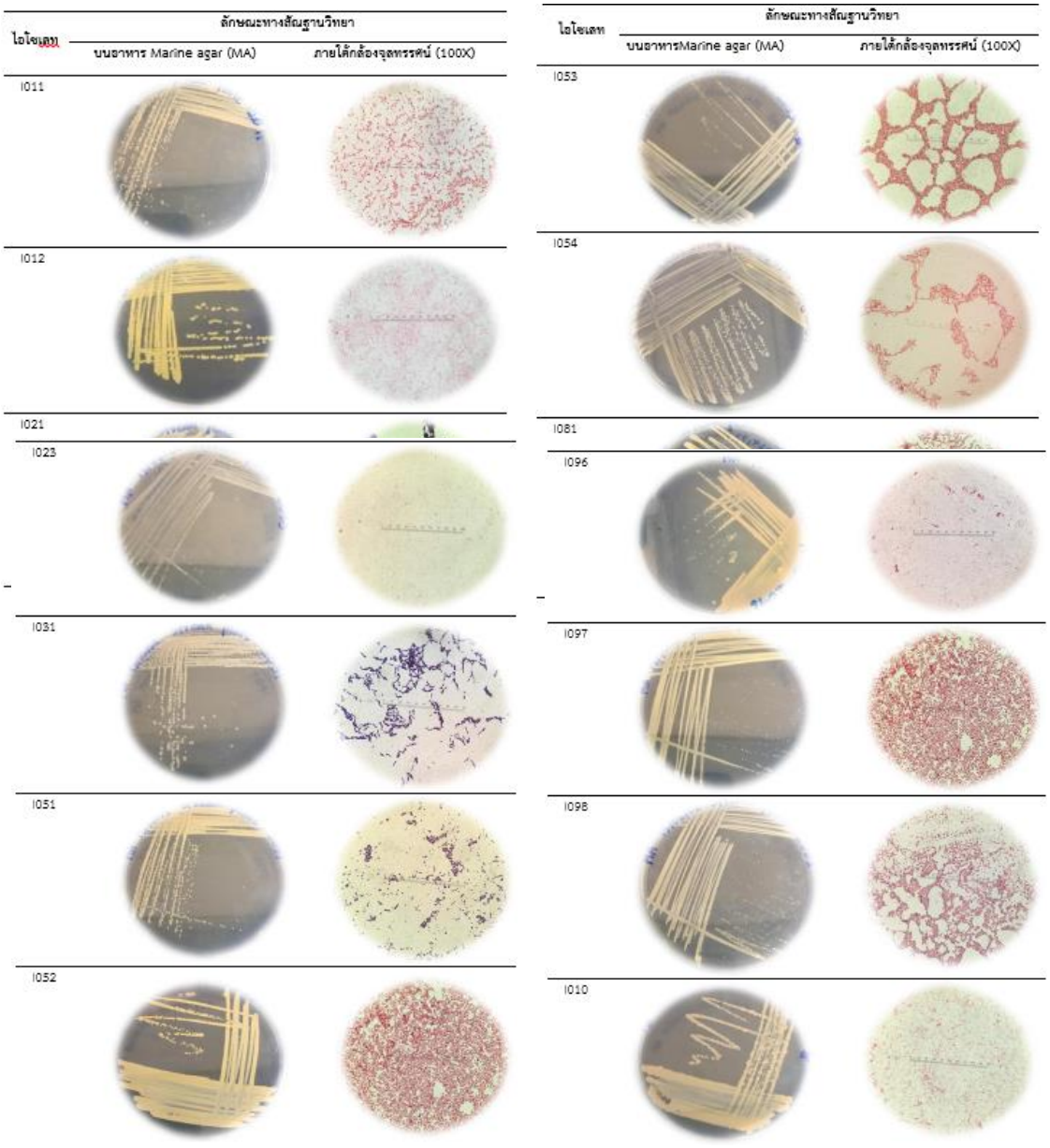
ภาพที่ 1 ตัวอย่างฟองน้ำทะเล : ฟองน้ำทะเลสีดำ (ก), ฟองน้ำทะเลสีฟ้า (ค), ฟองน้ำทะเลสีน้ำตาล (ง)

2. ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค

จากการนำแบคทีเรียเอนโดไฟต์ ที่คัดแยกได้ทั้ง 20 ไอโซเลท มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *E. coli* ATTC 25922, *S. aureus* ATTC25923, *C. albicans* TISTR 5779, *B. cereus* TISTR 678 และ *S.* Typhimurium ATTC 13311 ด้วยวิธี agar spot ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2 โดยพบว่าแบคทีเรียที่คัดแยกได้ทุกไอโซเลทไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli* ATTC 25922 ได้ โดยพบว่ามีแบคทีเรียที่คัดแยกได้เพียง 3 ไอโซเลท เท่านั้นที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคที่นำมาทดสอบ และแบคทีเรียที่คัดแยกได้ที่เหลือจำนวน 17 ไอโซเลท ไม่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคที่นำมาทดสอบ สังเกตได้จากการเกิดวงใสรอบ ๆ โคโลนีของแบคทีเรียที่นำมาทดสอบ (ภาพที่ 2) ได้แก่ ไอโซเลท I022 มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *B. cereus* TISTR 678 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสของการยับยั้งเท่ากับ 8.33±0.41 มิลลิเมตร ในขณะที่ ไอโซเลท I094 มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้ง *S. aureus* ATTC25923 และ *S.* Typhimurium ATTC 13311 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้ง เท่ากับ 7.55±1.21 และ 11.66±2.44 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของยีสต์ *C. albicans* TISTR 5779 พบว่ามีแบคทีเรียที่คัดแยกได้มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของยีสต์ *C. albicans* TISTR 5779 จำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท I021, I022 และ I094 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสของการยับยั้งเท่ากับ 6.56±1.07 มิลลิเมตร, 6.22±1.01 มิลลิเมตร และ 3.07±0.85 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3 และตารางที่ 2) จากผลการศึกษาที่ได้พบว่าแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้จากฟองน้ำมีความสามารถในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคได้เช่นเดียวกับการศึกษาของ Handayani และคณะ (2015) ที่พบว่าแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้จากฟองน้ำทะเล *Haliclona fascigera* จำนวน 12 ไอโซเลทสามารถยับยั้ง

การเจริญของแบคทีเรีย Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งตั้งแต่ 11.1±0.17 ถึง 15.17±0.76 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังมีรายงานการการศึกษาของ Bibi และคณะ (2018) ซึ่งคัดแยกแบคทีเรียเอนโดไฟต์จากฟองน้ำได้ทั้งหมด 95 ไอโซเลท พบว่าแบคทีเรียที่คัดแยกได้จำนวน 27 ไอโซเลท (28.4%) ที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในคนได้แก่ *P. aeruginosa, S. aureus, E. coli* และ *E. faecalis* ในขณะที่พบว่ามีแบคทีเรีย 19 ไอโซเลท (20%) ที่พบมีศักยภาพในการยับยั้งทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา จากรายงานที่ผ่านมาพบว่าแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้จากฟองน้ำมีศักยภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้หลากหลายซึ่งอาจกลายเป็นแหล่งของสารปฏิชีวะที่สำคัญต่อไปในอนาคต

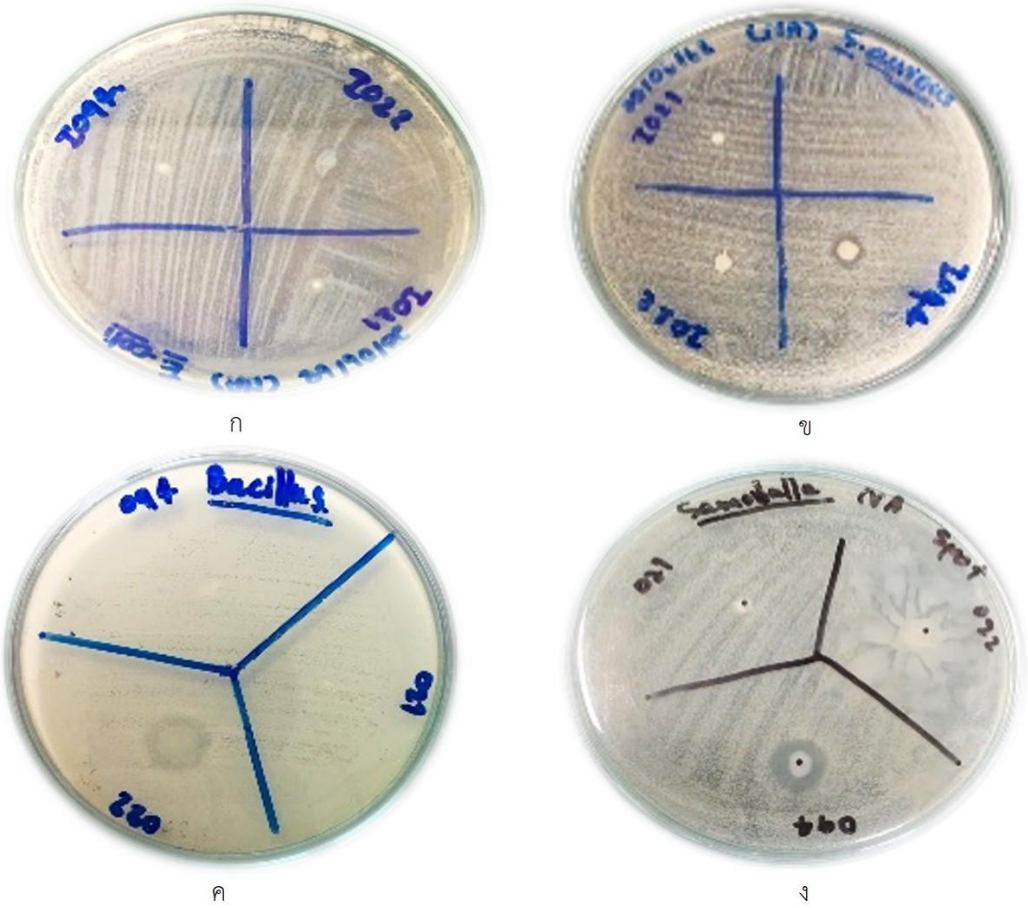
ตารางที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้จากตัวอย่างฟองน้ำ



ตารางที่ 2 ความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคที่คัดแยกได้จากฟองน้ำทะเล

Isolates	เส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้ง (มิลลิเมตร)				
	S. aureus	*E. coli*	*C. albican*	*B. cereus*	*S. Typhimurium*
I021	-	-	6.56±1.07	-	-
I022	-	-	6.22±1.01	8.33±0.41	-
I094	7.55±1.21	-	3.07±0.85	-	11.66±2.44

หมายเหตุ : (-) คือ ไม่มีความสามารถในการยับยั้ง



ก ข ค ง

ภาพที่ 2 ลักษณะวงใสในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคของแบคทีเรียเอนโดไฟต์

: *E. coli* (ก), *S. aureus* (ข), *B. cereus* (ค) และ *S.* Typhimurium (ง)



ภาพที่ 3 ลักษณะวงใสในการยับยั้งเชื้อ *C. albicans* ของแบคทีเรียเอนโดไฟต์

ตารางที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคุณสมบัติทางชีวเคมีเบื่องต้นของไอโซเลท I021, I022 และI094

Characteristic or Test	I021	I022	I094
Gram stain	positive	positive	positive
Shape	cocci	Rods	Rods
Spore forming	-	-	-
Catalase	-	+	-
D-Glucose	-	-	+
Acid fast	ND	-	-
Starch hydrolysis	ND	+	ND
Hemolysis	gamma	ND	ND
Bile esculin	+	ND	ND
Motility	-	+	+
Citrate	+	-	-
Casein	-	-	-
Gelatin	-	-	-
Nitrate reduced to nitrite	-	-	-
D-Mannitol	-	-	-
Tyrosine	-	-	-

หมายเหตุ : ND คือ Not Determined

3. ผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา และคุณสมบัติทางชีวเคมี

จากการนำแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคทั้ง ไอโซเลท มาศึกษาลักษณะ 3 ทางสัณฐานวิทยาและการศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีเบื้องต้น ผลที่ได้แสดงดังตารางที่3 โดยพบว่าแบคทีเรียทั้ง 3 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรียแกรมบวก โดยไอโซเลท IMีรูปร่างกลม มีคุณสมบัติในการย่อยสลายเม็ดเลือดแดงได้ 021 แหล่งคาร์บอน ในขณะที่ ไอโซเลทสามารถใช้ซิเตรทเป็นIMีรูปร่างเป็นท่อน เคลื่อนที่ได้ สร้างเอนไซม์คะตะเลส 022 และอไมเลสในการย่อยแป้งได้ ส่วนไอโซเลทIMีรูปร่างเป็น 094ท่อน เคลื่อนที่ได้ สามารถใช้น้ำตาลกลูโคส อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดของสารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีอยู่จึงทำให้ไม่สามารถทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีได้ทั้งหมด จึงทำให้ไม่สามารถจัดจำแนกได้ว่าเป็นแบคทีเรียในจีนัสใด ดังนั้นจึงอาจจะต้องมีการนำไปศึกษาต่อเพื่อจัดจำแนก หรืออาจใช้วิธีการทางชีววิทยาโมเลกุลในการจัดจำแนกซึ่งจะให้ผลที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

4. สรุปผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างฟองน้ำทะเล บริเวณชายฝั่งทะเล อุทยานธรณี จังหวัดสตูล ซึ่งเป็นฟองน้ำทะเลทั้งหมด 7 ตัวอย่าง นำมาคัดแยกเอนโดไฟติกแบคทีเรียได้ 20 ไอโซเลท เมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค พบว่ามีเชื้อเอนโดไฟติกแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคได้ทั้งหมด 3 ไอโซเลท โดย ไอโซเลท I021, I022 และ I094 มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *Candida albicans* TISTR 5779 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส ในการยับยั้งเท่ากับ 6.56±1.07 mm, 6.22±1.01 mm และ 3.07±0.85 mm ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ไอโซเลท I022 มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *Bacillus cereus* TISTR 678 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส ในการยับยั้งเท่ากับ 8.33±0.41 mm และ ไอโซเลท I094 มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella* Typhimurium ATTC 13311 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส ในการยับยั้งเท่ากับ 7.55±1.21 และ 11.66±2.44 ตามลำดับ แต่แบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่คัดแยกได้ทุกไอโซเลทไม่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 เมื่อนำแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่มีความสามาถในการยับยั้งเชื้อก่อโรคมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีพบว่ายังไม่สามารถจัดจำแนกได้ว่าเป็นแบคทีเรียในจีนัสใด ซึ่งจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบหลักสาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชุลีพร ชำนาญคำ จิราวรรณ์ เมืองนาค และสิรินาฎ เนติศรี. (2560). การคัดแยกแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีคุณสมบัติยับยั้งแบคทีเรียชนิดอื่น จากแหนมในจังหวัดสกลนคร. วารสาร ทรม. อีสาน

ปิยะเนตร พึ่งพา. (2554). การศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียที่อยู่ร่วมกับฟองน้ำทะเลจากบริเวณหมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี. สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (วทม.) หน้า 1-104.

สุเมตต์ ปจุฉาการ. (2551). ความหลากหลายของชนิดฟองน้ำทะเล บริเวณหมู่เกาะพีพีจังหวัดกระบี แหล่งที่มาฝ่ายวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล. สถาบันวิทยาศาสตร์ ทางทะเล, มหาวิทยาลัยบูรพา. หน้า 1-40.

อามีนา สาแม, อัษฎาวุธ หิรัญรตัน์, สมพงศ์ โอทอง, พฤทฐิภร ศุภพล และนุกูล อินทระสังขา. (2560). สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของราเอนโดไฟท์ที่แยกจากสาหร่ายทะเล ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 45 เล่มที่ 4 หน้า 793-804.

Bibi, F., Akkhtar, S., Al-Sofyani, A., Yasir, M., Kensarah, A. E. and Azhar, E.I. 2018. Genet. Mol. Res. 17 (2): gmr 16039910. 1-15.

Handayani, D., Sandrawaty, N., Murniati, M. and Regina, R. (2015). Screening of Endophytic Bacteria Isolated from Marine Sponge Heliclona fascigera for Inhibition Against Clinical Isolates of Methicillin Resistant Staphylococcus aureus (MRSA). J. App Pharm Sci, 5 (09): 139-142.

Williams and Wilkins Prss. (1994). Bergey's Manual of Determinative Bacteriology

Strobel G, Daisy B, Castillo U, Harper J. 2004. **Natural products from endophytic microorganisms.** department of Plant Sciences, Montana State University, Bozeman, Montana 59717, USA. 257

คุณสมบัติของแบคทีเรียทนร้อนที่คัดแยกได้จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

Properties of Thermotolerant Bacteria Isolated from Khao Chaison Hot Spring, Phatthalung Province

นูรีญา สันสบู่[1], สายใจ วัฒนเสน[2*]

Nuriya Sansabu[1], Saijai Wattanasen[2*]

บทคัดย่อ

บ่อน้ำร้อนเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ได้หลากหลายชนิด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของแบคทีเรียทนร้อนที่คัดแยกได้จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง โดยเก็บตัวอย่างดินและเศษอินทรีย์วัตถุจำนวน 12 ตัวอย่าง นำมาคัดแยกแบคทีเรียด้วยวิธี spread plate บนอาหาร nutrient agar สามารถคัดแยกแบคทีเรียได้ทั้งหมด 47 ไอโซเลท นำไปทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์ โดยวิธี spot agar พบแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์ อะไมเลส เซลลูเลส ไลเปส และโปรติเอส จำนวน 27, 23, 10 และ5 ไอโซเลท ตามลำดับ คัดเลือกแบคทีเรียที่ให้ค่าความสามารถในการย่อยสลาย (Hydrolysis capacity; HC value) สูงสุดของแต่ละเอนไซม์นำไปทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค โดยวิธี agar well diffusion พบว่าไอโซเลท NS39 สามารถยับยั้งการเจริญของ *Bacillus cereus* TISTR 678 และ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ได้โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเท่ากับ 34.45 ± 2.33 และ 14.80 ± 0.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ NS34 และNS35 สามารถยับยั้ง *B. cereus* TISTR 678 ได้ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเท่ากับ 15.55 ± 0.35 และ13.6 ± 0.57 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ NS15 สามารถยับยั้ง *S. aureus* ATCC 25923 ได้ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเท่ากับ 22.80 ± 10.18 มิลลิเมตร จากผลการศึกษาพบแบคทีเรียจากบ่อน้ำร้อนสามารถสร้างสารเมแทบอไลต์ที่นำไปประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรมได้

คำสำคัญ: บ่อน้ำร้อน, แบคทีเรียทนร้อน, เอนไซม์

[1]นักศึกษาสาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]Corresponding author, E-mail : saijai.wa@skru.ac.th

Abstract

Hot spring is a source of microorgnisms that can produce several enzymes. This research aim was to study the properties of thermotolerant bacteria isolated from Khao Chaison hot spring, Phatthalung province. Twelve samples of soil and sediment were collected and the thermotolerant bacteria were isolated by using spread plate method on nutrient agar. The results revealed that 47 isolates of thermotolerant bacteria were obtained and further examined the ability to produce enzymes. It was found that the bacteria produced enzymes of 27, 23, 10 and 5 isolates for amylase, cellulase, lipase and protease, respectively. The bacteria with the highest hydrolysis capacity were seledted to evaluate the ability against pathogenic bacteria by using agar well diffusion method. The results showed that the NS39 isolate was able to inhibit *B. cereus* TISTR 678 and *S. aureus* ATCC 25923*S* with the inhibition zone of 34.45 ± 2.33 and 14.80 ± 0.14 mm, respectively while the NS34 and NS35 isolates could inhibit *B. cereus* TISTR 678 with the inhibition zone of 15.55 ± 0.35 and 13.6 ± 0.57 mm, respectively. In addition, the *S. aureus* ATCC 25923 could be inhibited by the NS15 isolate with the inhibition zone of 22.80 ± 10.18 mm. Therefore, this study results found that the isolated bacteria from hot spring can produce metabolite, which can be used for the industrial applications.

Keywords : Hot spring, Thermotolerant bacteria, enzyme

บทนำ

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลาย เป็นแหล่งของเอนไซม์ สารเคมี ยาปฏิชีวนะ สารไบโอโพลีเมอร์ รวมทั้งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง หรือนำมาพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร อาหาร อุตสาหกรรม และทางด้านการแพทย์ (สุเทพ ไวครุฑธา, 2561) จุลินทรีย์มักพบกระจายตัวทั่วไปสามารถดำรงชีวิตและเจริญได้ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันขึ้นกับจุลินทรีย์แต่ละชนิด ดังนั้นการคัดแยกจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันจึงทำให้โอกาสพบจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลายแตกต่างกันด้วย แบคทีเรียทนร้อนเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่พบว่าสามารถเจริญในช่วงอุณหภูมิ 45-60 องศาเซลเซียส สามารถพบได้จากน้ำพุร้อน ดินจากน้ำพุร้อน หรือสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการกระทำของภูเขาไฟหรือการเคลื่อนของเปลือกโลก ซึ่งการที่แบคทีเรียกลุ่มนี้เจริญได้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง แสดงว่ามีกระบวนการเมทาบอลิซึมแตกต่างไป โดยเฉพาะการสร้างเอกตร้าเซลลูลาร์เอนไซม์ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นและปล่อยเอนไซม์ออกมานอกเซลล์ มีทั้งเอนไซม์อะไมเลส เซลลูเลส ไคติเนส เพคติเนส ไซยาเนส โปรติเอส ไลเปส และดีเอ็นเอโพลิเมอร์เรส ซึ่งการที่เอนไซม์ออกมานอกเซลล์ทำให้สะดวกต่อการแยกและการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์นำมาผลิตเพื่อใช้ในการศึกษาหรือใช้ในอุตสาหกรรม นอกจากนี้การที่เอนไซม์เหล่านี้มีคุณสมบัติทน

ต่อความร้อน ทำให้เอนไซม์นั้นมีความเสถียรที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมีความสำคัญในอุตสาหกรรม และกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งใช้อุณหภูมิสูงๆ (Sing *et al*.,2011) นอกจากการสร้างสารเอกตร้าเซลลูลาร์เอนไซม์ได้หลายชนิดแล้วแบคทีเรียทนร้อนยังสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิดทั้งนี้ขึ้นกับแหล่งที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์นั้นโดยเฉพาะบริเวณน้ำพุร้อน มีรายงานการศึกษาค้นพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพใหม่ๆที่มีความสำคัญทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Pednekar *et al*., 2011) โดยบริเวณน้ำพุร้อนเป็นบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมต่างจากดินทั่วๆไป จึงเป็นแหล่งที่น่าจะพบความหลากหลายของแบคทีเรียชนิดต่างๆ และยังเป็นที่น่าสนใจของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมากเนื่องจากสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนร้อนนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพได้มากมาย โดยเฉพาะแบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* sp. ซึ่งมีศักยภาพในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรีย ฟังไจ โปรโตซัว และไวรัส (Stein, T *et al*., 2005) นอกจากนี้แบคทีเรียทนร้อน *Bacillus* sp. ยังเป็นแหล่งของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมแป้งและการผลิตสารให้ความหวาน การใช้ Taq DNA Polymerase ที่ได้จากแบคทีเรียชอบร้อน *Thermus aquaticus* ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในหลอดทดลอง (Brock and Madigan, 1991) เป็นต้น บ่อน้ำร้อนเขาชัยสน จังหวัดพัทลุงมีอุณหภูมิอยู่ที่ 51 องศาเซลเซียส และมีการทับถมของดินตะกอนและแร่ธาตุที่อุดมสมบูรณ์จึงเป็นแหล่งที่น่าสนใจศึกษาเพื่อคัดแยกแบคทีเรียทนร้อนที่มีศักยภาพในการผลิตเอนไซม์และศึกษาคุณสมบัติในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและทางการแพทย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง และการคัดแยกแบคทีเรียทนร้อน

เก็บตัวอย่างดินตะกอน และเศษอินทรีย์วัตถุจากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง โดยก่อนเก็บตัวอย่างจะบันทึกลักษณะทางกายภาพของบ่อน้ำร้อนโดยการวัดค่า pH, ความขุ่น, การนำไฟฟ้า และอุณหภูมิของน้ำภายในบ่อ จากนั้นจึงทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอน และเศษอินทรียวัตถุจากบ่อน้ำ โดยการใช้ช้อนที่ปราศจากเชื้อตักตะกอนดินจากก้นบ่อ รวมทั้งอินทรีย์วัตถุที่ลอยอยู่ในบ่อใส่ในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ เก็บไว้ในกล่องรักษาอุณหภูมิ ก่อนจะนำมาคัดแยกแบคทีเรียทนร้อนในห้องปฏิบัติการทันที โดยการนำตัวอย่างมาทำการเจือจางด้วยสารละลาย 0.85% NaCl ให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจากนั้นนำไปคัดแยกแบคทีเรียทนร้อนด้วยวิธี spread plate บนอาหาร nutrient agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนอาหาร คัดเลือกแบคทีเรียที่มีลักษณะโคโลนีแตกต่างกัน แล้วนำไปทำให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อศึกษาคุณสมบัติในการผลิตเอนไซม์ และคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคต่อไป

2. การศึกษาความสามารถในการผลิตเอกตร้าเซลลูลาร์เอนไซม์เบื้องต้น

นำแบคทีเรียที่คัดแยกได้มาทำให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร nutrient agar จากนั้นนำไปทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์ต่าง ๆ ด้วยวิธี agar spot ลงบนอาหารแต่ละชนิดได้แก่ carboxymethyl cellulose agar, starch agar, tributyrin agar และskim milk agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง คัดเลือกแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์โปรติเอส และไลเปสจากการเกิดวงใสรอบ ๆ โคโลนีของเชื้อ การ

ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสจากการเกิดวงใสจากการย้อมสี congo red 0.1% 15 นาที จากนั้นจึงเทสารละลายออก และเทสารละลาย sodium chloride ความเข้มข้น 1 N จนท่วมทิ้งไว้ 15 นาที แล้วเทออก สำหรับการผลิตเอนไซม์อะไมเลสทดสอบโดยเทสารละลายไอโอดีนให้ท่วมแล้วเทออก สังเกตบริเวณวงใส คำนวณหาความสามารถในการย่อยสลายของเอนไซม์แต่ละชนิด(Hydrolysis capacity; HC value) (Hendricks *et al*., 1995) จากอัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อ

3. ศึกษาคุณสมบัติของแบคทีเรียที่คัดแยกได้ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค

คัดเลือกแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์ที่ดีที่สุดจำนวน 10 ไอโซเลท นำไปศึกษาคุณสมบัติในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ จากการทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli* ATCC 2592 *S. aureus* ATCC 25923 *B. cereus* TISTR 678 และ *K. pneumoniae* TISTR 1843 โดยวิธี agar well diffusion (Mounyr *et al*., 2016) โดยนำแบคทีเรียที่ต้องการทดสอบเลี้ยงในอาหาร nutrient broth ปรับความขุ่นให้ได้ 0.5 McFarland ปิเปตสารละลายเชื้อที่ได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำมาเลี้ยงในอาหาร nutrient broth ปริมาตร 50 มิลลิลิตร นำไปเขย่าที่ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 8000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนใสที่ได้ไปทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค โดยนำไปเพาะเลี้ยงในอาหาร trypticase soy broth เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ปรับนำมาความขุ่นให้ได้ 0.5 McFarland จากนั้นใช้ไม้พันสำลีปราศจากเชื้อจุ่มสารละลายเชื้อที่ได้เกลี่ยให้ทั่วบนผิวหน้าอาหาร trypticase soy agar ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้งประมาณ 5-10 นาที จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.6 เซนติเมตรเจาะบนอาหาร 4 หลุมต่อจาน ค่อยๆ หยดส่วนใสของสารละลายเชื้อปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลุมทดสอบทิ้งไว้ให้สารละลายซึมผ่านเข้าเนื้อวุ้น ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง คำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้ง

4. การจัดจำแนกเชื้อแบคทีเรียทนร้อนเบื้องต้น

คัดเลือกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคที่ดีที่สุดนำมาจัดจำแนกแบคทีเรียเบื้องต้นจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีตามหนังสือ Bergey's manual of determinative bacteriology (Holt, 1994)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ลักษณะทางกายภาพของบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง

บ่อน้ำร้อนเขาชัยสนเป็นแอ่งน้ำร้อนที่มีน้ำร้อนจากใต้ดินพุ่งขึ้นมาผ่านตามช่องเปิดใต้ดินที่อุณหภูมิสูงไหลมาขังอยู่ในแอ่งเกิดอยู่บริเวณเชิงเขาหินปูนเขาชัยสนอายุเพอร์เมียน โดยบ่อน้ำร้อนจะมีน้ำที่ใส ไม่มีกลิ่นของกำมะถัน พบสาหร่ายเขียว เหลือง มีผลึกคาร์บอนเนตสีจางเล็กน้อย โดยรอบของบ่อมีธรรมชาติที่สวยงามและอุดมสมบูรณ์มีอุณหภูมิอยู่ที่ 51 องศาเซลเซียสมีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7.50 มีค่าความขุ่นเท่ากับ 0.48 และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 327 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร

2. ผลการคัดแยกแบคทีเรียทนร้อนเบื้องต้น

จากการเก็บตัวอย่างตะกอนดินและเศษอินทรีย์วัตถุในน้ำจำนวน 12 ตัวอย่าง นำมาคัดแยกแบคทีเรียโดยวิธี spread plate บนอาหาร nutrient agar บ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง พบว่าลักษณะโคโลนีของเชื้อที่ขึ้นบนอาหารมีทั้งขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีตั้งแต่ 1.0 ถึง 3.5 มิลลิเมตร โดยโคโลนีมีสีแตกต่างกันตั้งแต่สีขาว สีครีมจนถึงสีเหลือง ผิวหน้าโคโลนีมีทั้งลักษณะมันวาว เยิ้มและสะท้อนแสง บางโคโลนีมีลักษณะด้านและทึบแสง (ภาพที่ 1) โดยคัดแยกแบคทีเรียที่มีลักษณะโคโลนีที่แตกต่างกันได้ทั้งหมด 47 ไอโซเลท นำไปศึกษาคุณสมบัติในการผลิตเอนไซม์ และคุณสมบัติในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคต่อไป



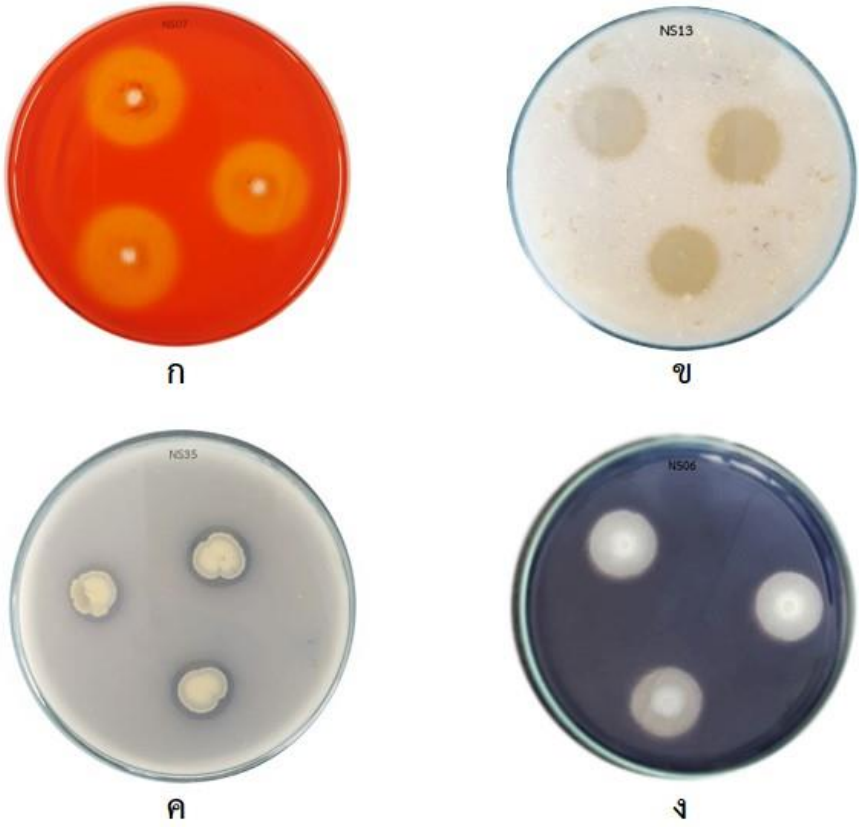
ก ข

ภาพที่ 1 ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียจากการ spread plate (ก) และโคโลนีบริสุทธิ์ (ข) บนอาหาร nutrient agar

3. ผลการศึกษาความสามารถในการผลิตเอกตร้าเซลลูลาร์เอนไซม์ของแบคทีเรียที่คัดแยกได้

จากการนำแบคทีเรียที่คัดแยกได้ทั้งหมด 47 ไอโซเลท มาทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์ 4 ชนิด ได้แก่ เอนไซม์ เซลลูเลส โปรติเอส ไลเปส และเอนไซม์อะไมเลส ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่ามีแบคทีเรียที่สามารถผลิตเอนไซม์อย่างน้อย 1 ชนิด จำนวน 41 ไอโซเลท โดยพบจำนวน 27 ไอโซเลท สามารถผลิตเอนไซม์อะไมเลสจากการเกิดวงใสของการย่อยสลายแป้งบนอาหาร starch agar ภายหลังการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน (ภาพที่ 2 ง) ซึ่งมีค่าความสามารถในการย่อยสลาย (HC valules) อยู่ระหว่าง 1.02±0.02 ถึง 3.97±0.34 พบแบคทีเรียที่สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสจากการย่อยสลาย carboxy methyl cellulose บนอาหาร carboxy methyl cellulose agar (ภาพที่ 2 ก) จำนวน 23 ไอโซเลท โดยมีค่าความสามารถในการย่อยสลายอยู่ระหว่าง 1.12±0.05 ถึง 4.58±0.54 แบคทีเรียที่สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปสจากการย่อยไขมันบนอาหาร tributyrin agar (ภาพที่ 2 ค) จำนวน 10 ไอโซเลท โดยมีความสามารถในการย่อยสลายอยู่ในช่วง 1.01±0.01 ถึง 1.33±0.27 ในขณะที่แบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์โปรติเอสพบได้น้อยที่สุดเพียง 5 ไอโซเลท ที่เกิดวงใสจากการย่อยโปรตีนบนอาหาร skim milk agar (ภาพที่ 2 ข) โดยมีความสามารถในการย่อยสลายอยู่ระหว่าง 1.26±0.23 ถึง

4.38±1.39 ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นการทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์เบื้องต้นเท่านั้นโดยความสามารถในการผลิตเอนไซม์ของแบคทีเรียแต่ละชนิดส่วนใหญ่มักจะวัดจากค่ากิจกรรมของเอนไซม์ ดังเช่นการศึกษาของชฎาพร และคณะ (2558) ทำการคัดแยกแบคทีเรียทนร้อนจากดินในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่าสามารถคัดแยกได้ทั้งหมด 63 ไอโซเลท โดยไอโซเลท LDP-1.4 ให้ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสสูงสุดเท่ากับ 0.218 อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาของนาซีฟะ เจะอาแว (2558) พบว่าแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่คัดแยกได้จากน้ำพุร้อนคลองท่อม จังหวัดกระบี่ มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์โปรติเอสได้สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 38 ผลิตเอนไซม์ไลเปสได้ร้อยละ 16 ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าแบคทีเรียที่คัดแยกได้ส่วนใหญ่ผลิตเอนไซม์อะไมเลส และเซลลูเลส ทั้งนี้อาจเนื่องจากสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถคัดแยกแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์ที่แตกต่างกันด้วย จากรายงานการศึกษาของ Marwan jawad msarah และคณะ (2018) คัดแยกแบคทีเรียทนร้อนที่ผลิตเอกตร้าเซลลูลาร์เอนไซม์จากน้ำพุร้อนซุงไกคลาห์ ประเทศมาเลเซีย พบเป็นแบคทีเรียแกรมบวกรูปแท่งสามารถเติบโตได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 30 องศาเซลเซียส ถึง 60 องศาเซลเซียส pH อยู่ในช่วง 6-9 โดยมีความสามารถในการผลิตเอกตร้าเซลลูลาร์เอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เอนไซม์อะไมเลส ไลเปส เพคติเนส เซลลูโลส โปรตีเอส และไซลาเนส นอกจากนี้มีรายงานพบว่าแบคทีเรียจากน้ำพุร้อนและยังสามารถผลิตเอนไซม์อื่นๆ ได้แก่ ไฮดานโตอิเนส อะกาเลส เป็นต้น (ศิริลักษณ์ นามวงษ์, 2553; ซัลไลลา และคณะ, 2560)



ภาพที่ 2 ลักษณะโซนใสรอบๆ โคโลนีของแบคทีเรียที่คัดแยกได้บนอาหารชนิดต่าง ๆ : carboxy methyl cellulose agar (ก), skim milk agar (ข), tributyrin agar (ค), starch agar (ง)

4. ผลการศึกษาคุณสมบัติของแบคทีเรียที่คัดแยกได้ในการยับยั้งเชื้อก่อโรค

จากผลการทดสอบการผลิตเอนไซม์ของแบคทีเรียที่คัดแยกได้ คัดเลือกแบคทีเรียที่ให้ค่าความสามารถในการย่อยสลายสูงสุดของแต่ละเอนไซม์จำนวน 10 ไอโซเลท นำมาศึกษาคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *E. coli* ATCC 25922 *S. aureus* ATCC 25923 *B. cereus* TISTR 678 และ *K. pneumoniae* โดยวิธี agar well diffusion พบว่า แบคทีเรียที่คัดแยกได้ไม่มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli* ATCC 25922 และ *K. pneumonia* ในขณะที่ไอโซเลท NS15 มีความสามารถในการยับยั้ง *S. aureus* ATCC 25923 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางในการยับยั้งเท่ากับ 22.80 ± 10.18 ไอโซเลท NS34 และ NS35 มีความสามารถในการยับยั้ง *B .cereus* TISTR 678 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางในการยับยั้งเท่ากับ 15.55 ± 0.35 และ 13.6 ± 0.57 ตามลำดับ ส่วนไอโซเลท NS39 พบว่า สามารถยับยั้งเชื้อได้ทั้ง *S. aureus* ATCC 25923 และ *B. cereus* TISTR 678 โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางในการยับยั้งเท่ากับ 34.45 ± 2.33 และ 14.80 ± 0.14 ตามลำดับ (ภาพที่ 3 และ ตารางที่ 2) จากผลการศึกษาเทียบกับการศึกษาของ Davis และคณะ (2018) ซึ่งศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคของแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากดินในเมืองโคชิ ประเทศอินเดีย พบว่าสามารถคัดแยกแบคทีเรียได้ 8 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรียแกรมบวกทั้งหมดเมื่อนำมาทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้แก่ *S. aureus*, *K. pneumonia*, *Enterococcus* sp., *P. aeruginosa*, *E. coli* และ *Acinetobacter* sp พบว่าแบคทีเรียที่คัดแยกได้ไม่มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย *P. aeruginosa* *E. coli* *Acinetobacter* sp. และ *K. pneumonia* ในขณะที่ไอเลต S1A1 และ S7A3 สามารถยับยั้ง *S. aureus* *Enterococcus* sp. โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางในการยับยั้งเท่ากับ 20.98 และ 27.08 มม. ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ความสามารถในการย่อยสลายของเอนไซม์แต่ละชนิดของแบคทีเรียทนร้อนที่คัดแยกได้

Isolate	Hydrolysis capacity values			
	cellulase	Protease	lipase	Amylase
NS01	3.84±0.81	0	0	0
NS02	0	0	0	2.16±0.35
NS03	1.29±0.10	0	0	0
NS04	2.48±0.36	0	0	1.97±0.31
NS05	0	0	0	2.16±0.02
NS06	0	0	0	3.50±0.96
NS07	4.58±0.54	0	1.10±0.12	0
NS08	1.9±0.52	0	0	2.19±0.76
NS09	2.14±0.63	0	0	2.49±0.48
NS10	1.97±0.06	0	0	1.10±0.04
NS11	3.18±0.49	0	0	2.88±0.38
NS12	1.12±0.05	0	0	0
NS13	5.21±1.48	4.38±1.39	1.09±0.02	1.18±0.09
NS14	0	0	0	0
NS15	4.08±0.26	0	1.10±0.08	0
NS16	0	0	0	0
NS17	0	0	0	0
NS18	1.71±0.49	0	1.33±0.27	1.38±0.16

NS19	2.12±0.60	0	0	1.28±0.27
NS20	1.93±0.24	0	0	0
NS21	1.92±0.13	1.55±0.40	0	0
NS22	3.15±0.58	0	0	0
NS23	2.79±0.47	0	1.04±0.02	1.02±0.02
NS24	1.54±0.16	0	0	1.07±0.06
NS25	1.91±0.28	0	0	0
NS26	1.85±0.11	0	0	1.59±0.00
NS27	3.28±0.38	0	0	1.70±0.57
NS28	0	0	1.03±0.37	2.35±0.12
NS29	0	0	0	1.13±0.24
NS30	0	0	0	3.19±0.39
NS31	0	0	0	0
NS32	0	0	0	1.79±0.73
NS33	0	0	0	1.13±0.14
NS34	0	3.00±0.83	1.13±0.07	3.40±0.76
NS35	0	2.69±0.89	1.29±0.27	0
NS36	2.14±0.86	0	1.10±0.08	1.27±0.19
NS37	0	0	0	1.74±0.23
NS38	0	0	0	1.68±0.49
NS39	0	0	0	3.97±0.34
NS40	2.60±0.44	1.26±0.23	1.01±0.01	1.08±0.11
NS41	0	0	0	1.84±0.35

หมายเหตุ: (0) คือ ไม่มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์



ภาพที่ 3 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 ของ NS39 โดยวิธี agar well diffusion

ตารางที่ 2 ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคของแบคทีเรียทนร้อนที่คัดแยกได้บนอาหาร trypticase soy agar

โดยวิธี agar well diffusion

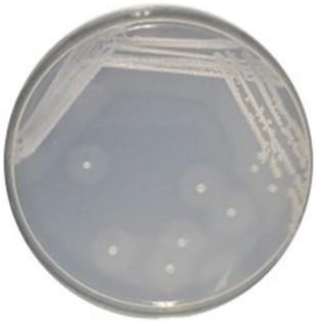
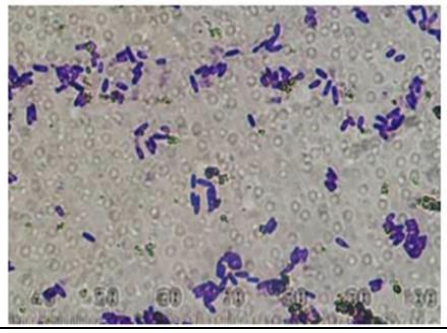
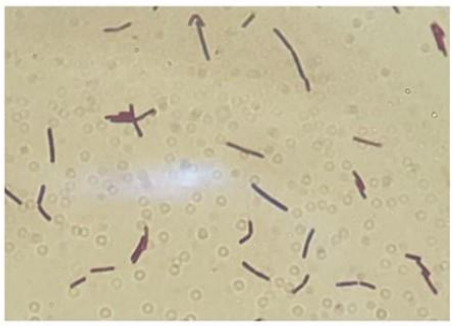
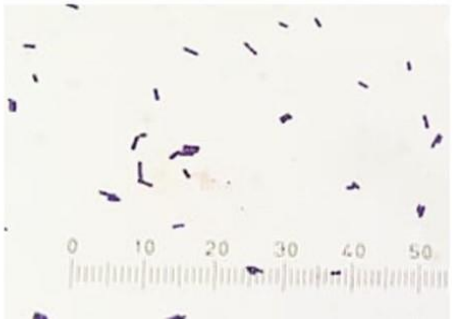
หมายเหตุ: (0) คือ ไม่มีการยับยั้ง

ไอโซเลท	Inhibition zone (mm)			
	E. coli ATCC 25922	*S. aureus* ATCC 25923	*B. cereus* TISTR 678	*K. pneumoniae* TISTR 1843
NS15	0	22.80 ± 10.18	0	0
NS34	0	0	15.55 ± 0.35	0
NS35	0	0	13.6 ± 0.57	0
NS39	0	34.45 ± 2.33	14.80 ± 0.14	0

5. ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียทนร้อนที่คัดแยกได้

จากการนำแบคทีเรียที่ให้ผลในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 4 ไอโซเลท ได้แก่ NS15 NS34 NS35 และNS39 มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคุณสมบัติทางชีวเคมีเบื้องต้นแสดงดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4 พบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างเป็นท่อนทั้ง 4 ไอโซเลท จากการศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมี พบว่าแบคทีเรียทั้ง 4 ไอโซเลทสามารถเคลื่อนที่ได้ โดยให้ผลการทดสอบ VP เป็นบวก ไม่สามารถใช้ citrate เป็นแหล่งคาร์บอนได้ พบแบคทีเรีย 2 ไอโซเลทที่สามารถสร้างเอนไซม์อะไมเลสโดยให้ผลบวกในการทดสอบการย่อยสลายแป้ง นอกจากนี้เชื้อทั้ง 4 ไอโซเลท สามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ โดยให้ผลบวกในการทดสอบ nitrate reduction และจากการทดสอบการใช้น้ำตาลทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ glucose, fructose, lactose, maltose และ sucrose พบว่า ทั้ง 4 ไอโซเลทสามารถใช้น้ำตาล sucrose เป็นแหล่งคาร์บอนได้ ในขณะที่มี 1 ไอโซเลทที่สามารถใช้น้ำตาล glucose เป็นแหล่งคาร์บอน และมีแค่ 1 ไอโซเลท ที่สามารถใช้น้ำตาล lactose ได้ จากการนำผลที่ได้ไปจัดจำแนกแบคทีเรียตามหนังสือ Bergey's manual of determinative bacteriology (Holt, 1994) พบว่ายังไม่สามารถบ่งชี้ชนิดของแบคทีเรียทั้ง 4 ไอโซเลทได้ อย่างไรก็ตามจากรายงานการศึกษาของ Wadetwar และ Patil (2011) พบว่าแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากดินส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ในกลุ่ม *Bacillus* sp. ซึ่งเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สามารถผลิตเอนไซม์ได้ดี (Qader *et al*., 2006) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้อาจจะต้องมีการศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีรวมทั้งคุณสมบัติทางชีววิทยาโมเลกุลเพิ่มเติมเพื่อจัดจำแนกแบคทีเรียในระดับสปีชีส์ต่อไป

ตารางที่ 3 ตัวอย่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียทนร้อนที่คัดแยกได้จากบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน จ. พัทลุง

ไอโซเลท	ลักษณะทางสัณฐานวิทยา	
	ลักษณะโคโลนี บนอาหาร nutrient agar	รูปร่าง และการติดสี ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (100X)
NS15		
NS34		
NS35		
NS39		

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียทนร้อนที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค

ไอโซเลท	NS15	NS34	NS35	NS39
gram staining	+ve	+ve	+ve	+ve
shape	Rod	Rod	Rod	Rod
motility	+	+	+	+
catalase	-	-	-	-
oxidase	+	+	+	+
gelatin hydrolysis	-	-	+	-
starch hydrolysis	-	+	-	+
indole production	-	-	-	-
MR test	+	+	-	-
VP test	+	+	+	+
citrate utilization	-	-	+	-
glucose	-	+	-	-
fructose	-	-	-	-
lactose	+	-	-	-
maltose	-	-	+	-
sucrose	+	+	-	-
nitrate reduction	+	+	+	+
urease production	+	+	+	-
TSI	K/A	A/A	A/A	K/A
coagulase test	-	-	-	-

สรุปผลการวิจัย

จากตัวอย่างดิน และเศษอินทรีย์วัตถุบ่อน้ำร้อนเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง นำมาคัดแยกแบคทีเรียทนร้อนได้ทั้งหมด 47 ไอโซเลท พบแบคทีเรียที่สามารถผลิตเอนไซม์ได้จำนวน 41 ไอโซเลท โดยสามารถผลิตเอนไซม์ อะไมเลสได้สูงสุด จำนวน 27 ไอโซเลท มีค่า HC values ตั้งแต่ 1.02±0.02 ถึง 3.97±0.34 รองลงมาผลิตเอนไซม์เซลลูเลส จำนวน 23 ไอโซเลท มีค่า HC values ตั้งแต่ 1.12±0.05 ถึง 4.58±0.54 ผลิตเอนไซม์ไลเปส จำนวน 10 ไอโซเลต มีค่า HC values ตั้งแต่ 1.01±0.01 ถึง 1.33±0.27 โดยพบแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์โปรติเอสได้น้อยที่สุดเพียง 5 ไอโซเลต โดยมีค่า HC values ตั้งแต่ 1.26±0.23 ถึง 4.38±1.39 ทั้งนี้พบแบคทีเรียที่มีความสามาถในการผลิตเอนไซม์ทั้ง 4 เอนไซม์ได้จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ NS13 และ NS40 จากการนำแบคทีเรียที่ให้ค่า HC values สูงสุดของแต่ละเอนไซม์ จำนวน 10 ไอโซเลท มาศึกษาคุณสมบัติในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค พบเพียง 4 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้ โดยไอโซเลท NS39 สามารถยับยั้งการเจริญของ *B. cereus* TISTR 678 และ *S. aureus* ATCC 25923 ได้โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเท่ากับ 34.45 ± 2.33 และ 14.80 ± 0.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ ไอโซเลท NS34 และNS35 สามารถยับยั้ง *B.*

cereus TISTR 678 ได้ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเท่ากับ 15.55 ± 0.35 และ13.6 ± 0.57 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ NS15 สามารถยับยั้ง *S. aureus* ATCC 25923 ได้ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเท่ากับ 22.80 ± 10.18 มิลลิเมตร จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้นพบว่า แบคทีเรียทั้ง 4 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรียแกรมบวกรูปท่อน อย่างไรก็ตามจากคุณสมบัติทางชีวเคมีที่ทดสอบยังไม่สามารถจัดจำแนกได้ถึงระดับสปีชีส์ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป จากผลการวิจัยพบว่าแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากบ่อน้ำร้อนมีคุณสมบัติในการผลิตเอนไซม์ได้หลายชนิด และบางไอโซเลทนอกจากจะมีคุณสมบติในการผลิตเอนไซม์แล้วยังมีคุณสมบัติในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคได้อีกด้วย ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในด้านอุตสาหกรรมและทางการแพทย์

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลเขาชัยสนที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่าง และหลักสูตรชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชฎาพร ผิวทอง สุดารัตน์ ทองแดง และสัมฤทธิ์ ประวิทย์ธนา. 2558. การคัดเลือกแบคทีเรียทนร้อนที่มีสมบัติในการผลิตเซลลูเลสเพื่อการย่อยสลายชานอ้อย. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2015 วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2558 ณ อาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ชัลไลลา แวมะยี ศุภารัตน์ สุทธิมุสิก มณฑล เลิศวรปรีชา วิชุดา กล้าเวช. (2560). "การคัดเลือกและแยกแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการสร้างเอนไซม์กลุ่มเซลลูโลไลติกจากทางเดินอาหารของหนอนนก". **วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**. 9(18), 63-72

นาซีฟ๊ะ เจะอาแว. (2558). **คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาและการคัดแยกแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสโปรติเอสและไลเปสจากบ่อน้ำพุร้อนเค็มคลองท่อม จังหวัดกระบี่**. รายงานการวิจัย หลักสูตรชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ศิริลักษณ์ นามวง. (2553). ศักยภาพของแบคทีเรียทนเค็มและแบคทีเรียชอบเค็มปานกลางทางเทคโนโลยีชีวภาพ. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 15, 122-132.

สุเทพ ไวครุฑธา. (2561). การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรจุลินทรีย์. ออนไลน์ http://www.sa.ac.th/biodiversity/contents/articles/suteap/suteap1_01.html. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2562.

Brock, T.D. and M.T. Madigan. (1991) .Biology of Microorganisms, 6th edition,Prentice-Hall,Englewood Cliffs, NJ, 874 pp. cellulose-utilizing bacteria in soil, Applied and Environmental Microbiology, vol. 61 (5);

Davis RAH, Plaisance EP, Allison DB (2018) Complementary hypotheses on contributors to the obesity epidemic. Obesity. 26, 17-21.

Hendricks, C. W., Doyle J. D., and Hugley, B. (1995). A new solid medium for enumerating

Holt, J.G., Krieg, P.H.A., Sneath, J.T., Stanley, J.T. and Williams, S.T. (1994). Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. (9th ed.), Williams & Wilkins, Co., Baltimore Mounyr Balouiri.

Marwan Jawad Msarah, Izyanti Ibrahim, Wan Syaidatul Aqma Wan Mohd Noor. (2018) Isolation of thermophilic bacteria producing extracellular enzyme from sungai klah hot spring, Malaysia. JournalMalaysian Applied Biology 7, 269-275.

Mounyr Balouiri Moulay SadikiSaad Koraichilbnsouda.(2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. Journal of Pharmaceutical Analysis. 6(2), 71-79. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095177915300150

Pednekar, P., Jain, R., and Mahajan, G. (2011). Anti-infective Potential of Hot-spring Bacteria. J Glob Infect Dis. Jul-Sep; 3(3), 241–245.

Qader SA, Bano S, Aman A, Syed N, Azhar A. (2006). Enhanced production and extracellular activity of commercially important amylolytic enzyme by a newly isolated strain of Bacillus sp. AS1. Turkey J Biochem 31, 137-142.

Singh S, Ballou DP, Banerjee R . (2011). Pre-steady-state kinetic analysis of enzyme-monitored turnover during cystathionine β-synthase-catalyzed H(2)S generation. Biochemistry 50(3), 419-25.

Stein, T., Heinzmann, S., Dusterhus, S., Borchert, S., and Entian, K.-D. (2005). Expression and functional analysis of subtilinimmunity genes spaIFEGin the subtilin-sensitive hostBacillussubtilisMO1099. J Bacteriol187, 822–828.

Wadetwar RN, Patil AT. (2013). Isolation and characterization of bioactive actinomycetes from soil in and around Nagpur. Int. J. Pharm. Sci. Res. 4(4), 1428-1433.

การแพร่กระจายของแบคทีเรียทั้งหมด และ *Staphylococcus aureus* ในซูชิ

Prevalence of Total Bacteria and *Staphylococcus aureus* in Sushi

สุไรญา หมะดอหะ[1] นุรมา มามุ [2] และ พูรกอนนี สาและ[3]

Suraiya Madorha[1] Nurma Mamu[2] and Phurkonni salaeh[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาการแพร่กระจายของแบคทีเรียทั้งหมด และ *Staphylococcus aureus* ในซูชิที่วางจำหน่ายบริเวณใกล้มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือน พฤศจิกายน 2562 จำนวน 40 ตัวอย่าง ด้วยวิธี direct plate count ผลการศึกษาพบว่ามีการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด (Total count Bacteria) ในตัวอย่างซูชิที่มีค่าเกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปี 2549 จำนวน 31 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 75.60) ซึ่งมีจำนวน 9 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 22.50) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และพบการปนเปื้อนของ *S. aureus* ในตัวอย่างซูชิที่มีค่าเกินเกินเกณฑ์ จำนวน 23 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 57.50) ซึ่งมีจำนวน 17 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 42.50) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จากผลการศึกษานี้จึงแสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของ *S. aureus* และในส่วนของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในซูชินั้นยังมีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานทางจุลชีววิทยา ดังนั้นการบริโภคซูชิยังมีความเสี่ยงที่สูงต่อการเกิดโรคติดต่อทางอาหาร เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการดำเนินการที่ดีในเรื่องสุขอนามัยของอาหารเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนในซูชิ

คำสำคัญ : แบคทีเรียทั้งหมด *Staphylococcus aureus* ซูชิ

---

[1] วท.บ (จุลชีววิทยา), นักศึกษา, หลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2] วท.บ (จุลชีววิทยา), นักศึกษา, หลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3] M.Sc. (จุลชีววิทยา), อาจารย์หลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศษสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding author, E-mail: phurkonni.s@yru.ac.th, furqannisalaeh@gmail.com

ABSTRACT

The Prevalence of Total Bacteria and *Staphylococcus aureus* in Sushi from local shops near Yala Rajabhat University during June to November 2019. Forty sample were collected by direct plate count. The result showed that amounts of the total bacteria (Total count Bacteria) in Sushi that 31 samples (75.60%) were higher than the standard recommended by the Department of Medical Sciences, 2006 for ready-to-eat food. 9 samples (22.50%) for ready-to-eat food had microbiological quality within acceptable limits. And result showed that amounts of *S. aureus* in Sushi that 23 samples (57.50%) were higher than the standard. 17 samples (22.50%) for ready-to-eat food had microbiological quality within acceptable limits. The results of the present study indicated that bacterial contamination of all the tested Sushi, *S. aureus* and total amounts of bacteria had the value higher than those of the microbiological standard. Therefore Sushi customer need to enforce good food hygiene practices to avoid contamination of seasoning Sushi.

Keywords : Total Bacteria, *Staphylococcus aureus*, Sushi

บทนำ

อาหารญี่ปุ่นนับเป็นอาหารต่างชาติอีกอย่างหนึ่งซึ่งกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากข้อมูลจากองค์การส่งเสริมการค้าต่างประเทศของญี่ปุ่น (JETRO) (Kasikorn Research Center, 2007) เคยประมาณการจำนวนร้านอาหารญี่ปุ่นที่เปิดในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ.2550 มีจำนวนถึง 660 แห่ง ซึ่งถือเป็นประเทศที่มีจำนวนร้านอาหารญี่ปุ่นมากเป็นอันดับ 5 ของโลกหากไม่นับประเทศญี่ปุ่น ล่าสุดในปี พ.ศ.2557 องค์การส่งเสริมการค้าต่างประเทศของญี่ปุ่นมีการประมาณการจำนวนร้านอาหารญี่ปุ่นในประเทศไทยเพิ่มขึ้นเป็นมากกว่า 1,806 แห่ง (The Nation. Business news, 2015) อาหารประเภทนี้จึงถือว่ามีความสำคัญกับการบริโภคของคนไทยจำนวนมาก

ซูชิหรือข้าวปั้นเป็นอาหารญี่ปุ่นประเภทหนึ่งที่คนไทยรู้จักและนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย หาซื้อได้ง่ายไม่ว่าจะเป็นในห้างสรรพสินค้าหรือแม้แต่ตลาดนัดทั่วไป ราคาจะมีความแตกต่างกันไปตามขนาดและสถานที่ที่จำหน่าย ซูชิเป็นอาหารญี่ปุ่นที่ชาวต่างชาติส่วนใหญ่รู้จักกันดี โดยมักเข้าใจว่าหมายถึงข้าวปั้นหน้าปลาดิบ แต่ในความเป็นจริงแล้วข้าวที่นำมาทำเป็นซูชิ ไม่จำเป็นต้องอยู่ในรูปข้าวปั้นหน้าปลาดิบเสมอไป ซูชิเป็นข้าวที่ปรุงรสด้วยน้ำส้มสายชูและเกลือ สิ่งที่วางบนซูชิไม่จำเป็นต้องเป็นปลาอาจเป็นสัตว์ทะเลชนิดอื่นๆ เช่น หอยต่างๆ กุ้งหรือไข่ปลานอกจากนี้ยังรวมถึงผักต่างๆ ไข่ทอด สาหร่ายทะเล (ชมนาด และ วรวุฒิ, 2548; สุดสายชล และคณะ, 2554)

นอกจากนี้ซูชิยังเป็นอาหารที่มีความเสี่ยงจากการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคจากวัตถุดิบที่ใช้และสิ่งแวดล้อมโดยรอบโดยเฉพาะจากผู้สัมผัสอาหารที่เป็นผู้ปั้นข้าว เนื่องจากซูชิเป็นอาหารที่จำเป็นต้องใช้มือสัมผัส ระหว่างกระบวนการปรุงประกอบ และมักมีส่วนประกอบที่ไม่ผ่านการปรุงประกอบด้วยความร้อนซึ่งเป็นเหตุให้จุลินทรีย์เจริญเพิ่มจำนวนได้หากปนเปื้อนอีกทั้งมีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคระหว่างการรอจำหน่าย ดังนั้นการปฏิบัติของผู้สัมผัสอาหารและสภาวะแวดล้อมในร้านที่จำหน่ายจึงมีความสำคัญต่อความปลอดภัยของซูชิที่จำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคทั้งนี้ร้านซูชิที่จำหน่ายในประเทศไทยมีทั้งร้านที่จำหน่ายเป็นร้านถาวรภายในอาคาร ทั้งในห้างสรรพสินค้าโรงแรม หรือร้านอาหาร ซึ่งมีความพร้อมในด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆที่เอื้อต่อการจัดการระบบสุขาภิบาลอาหารในร้านส่วนอีกประเภทเป็นร้านจำหน่ายประเภทแผงลอยหรือร้านค้าตามตลาดนัด ซึ่งส่วนใหญ่มักมีสภาพที่ไม่เอื้อต่อการจัดการสุขาภิบาลอาหารที่ดีในร้านและการจำหน่ายซูชิ (จิตตานันท์ และคณะ, 2558)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้สนใจตรวจสอบการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด และ *S. aureus* ในซูชิที่วางจำหน่ายบริเวณใกล้มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเฝ้าระวังการแพร่กระจายของแบคทีเรียทั้งหมด และ *S. aureus* ในซูชิ

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่างซูชิ

เก็บตัวอย่างซูชิ จำนวน 40 ตัวอย่างจากร้านที่วางจำหน่ายบริเวณใกล้มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

แบคทีเรียอ้างอิง

แบคทีเรียอ้างอิงได้แก่ *Staphylococcus aureus* ATCC43300

การตรวจหาแบคทีเรีย

การตรวจหาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (BAM, 2002)

ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อแล้วเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอ์ จำนวน 90 มิลลิลิตร แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำ เป็นเวลา 1 นาที นำไปตั้งทิ้งในตู้เย็น 30 นาที แล้วทำการเจือจางให้เป็น 1: 10, 1:100 และ 1:1000 ตามลำดับโดยใช้สารละลาย ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ดูดตัวอย่างที่เจือจางไว้ อย่างละ 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว แล้วเติมอาหาร PCA ประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าจานเพาะเชื้อเบาๆแล้วตั้งทิ้งวุ้นให้แข็งตัว และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วทำการตรวจนับจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน 30-300 โคโลนี

การตรวจหา *Staphylococcus aureus* (ดัดแปลงจาก มณฑล และคณะ, 2549)

ชั่งตัวอย่างซูชิ 25 กรัม ใส่ถุงพลาสติกปลอดเชื้อเติม 0.1% Peptone water ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องตีผสมอาหาร เป็นเวลา 2 นาที จะได้ ระดับความเจือจาง 10^{-1} จากนั้นปิเปตตัวอย่าง 1

มิลลิลิตร ลงใน 0.1% Peptone water ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย Vortex ได้ระดับความเจือจาง 10^{-2} จากนั้นทำการเจือจางต่อไปจนได้ระดับความเจือจาง 10-3 เมื่อได้ความเจือจางที่ต้องการแล้วปิเปตตัวอย่างลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol salt agar (MSA) 3 จาน จานละ 0.4 มิลลิลิตร, 0.3 มิลลิลิตร และ 0.3 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมปลอดเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง รวมทั้งขีดแยก *S. aureus* ATCC43300 บนอาหาร MSA เพื่อเปรียบเทียบ ลักษณะโคโลนีจะเป็นสีเหลือง อาหาร MSA เปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีเหลือง แล้วนำไปย้อมสีแกรมจะติดสีม่วง แกรมบวก รูปร่างกลม เรียงตัวคล้ายพวงองุ่น และทดสอบชีวเคมี โดยที่ catalase และ coagulase เป็นบวก

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การแพร่กระจายของแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างซูชิ

จากการสุ่มตัวอย่างซูชิ จำนวน 40 ตัวอย่างจากร้านที่วางจำหน่ายบริเวณใกล้มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด ประกอบด้วยซูชิหน้าต่างๆ จำนวน 17 หน้า ได้แก่ ซูชิหน้าสาหร่าย ซูชิหน้าสลัดกลม ซูชิหน้าไข่นกกระทา ซูชิหน้าหอยแมลงภู่ ซูชิหน้าปูอัด ซูชิหน้าไข่หวาน ซูชิหน้าโบโลน่า ซูชิหน้าทูน่าปูอัด ซูชิหน้าไข่กุ้ง ซูชิหน้าเห็ดขาว ซูชิหน้าปูอัดสาหร่าย ซูชิหน้าปลาหมึก ซูชิหน้าหัวปลาหมึก ซูชิหน้าสลัดกลมห่อสาหร่าย ซูชิหน้าก้ามปู ซูชิหน้ากุ้งลวก และซูชิหน้าไข่มังกร พบว่ามีการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด (Total count Bacteria) ในตัวอย่างซูชิที่มีค่าเกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปี 2549 จำนวน 31 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 75.60) และมี 9 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 22.50) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังตารางที่ 1 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปี 2549 กำหนดว่าอาหารพร้อมบริโภคทั่วไป จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า $1x10^6$ CFU/g ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบสูงสุด เท่ากับ $4.8x10^{10}$ CFU/g ในซูชิหน้าสาหร่าย และที่พบน้อยที่สุด เท่ากับ $4.2x10^2$ CFU/g ในซูชิหน้าไข่มังกร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ประเสริฐ และ อมรรัตน์ (2557) พบว่ามีการายงานการติดเชื้อจุลชีพที่ก่อให้เกิดพยาธิสภาพต่อผู้บริโภค เช่นแบคทีเรีย และหนอนพยาธิ จากการรับประทานซูชิและซาชิมิ และ จากงานวิจัยของสุดสายชล และคณะ (2554) และ จิตตานันท์ และคณะ (2558) พบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์เช่น จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย *S. aureus* และ *Bacillus cereus* ในปริมาณที่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากซูชิเป็นอาหารที่มีความเสี่ยงจากการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคจากวัตถุดิบที่ใช้และสิ่งแวดล้อมโดยรอบโดยเฉพาะจากผู้สัมผัสอาหารที่เป็นผู้ปั้นข้าว นอกจากนี้ซูชิเป็นอาหารที่จำเป็นต้องใช้มือสัมผัสระหว่างกระบวนการปรุงประกอบ และมักมีส่วนประกอบที่ไม่ผ่านการปรุงประกอบด้วยความร้อนซึ่งเป็นเหตุให้จุลินทรีย์เจริญเพิ่มจำนวนได้หากปนเปื้อนอีกทั้งมีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคระหว่างการรอจำหน่าย จิตตานันท์ และคณะ (2558)

การแพร่กระจายของ *S. aureus* ในตัวอย่างซูชิ

จากการสุ่มตัวอย่างซูชิ จำนวน 40 ตัวอย่าง จากร้านที่วางจำหน่ายบริเวณใกล้มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของ *S. aureus* ประกอบด้วยซูชิหน้าต่างๆ จำนวน 17 หน้า ได้แก่ ซูชิหน้าสาหร่าย ซูชิหน้าสลัดกลม ซูชิหน้าไข่นกกระทา ซูชิหน้าหอยแมลงภู่ ซูชิหน้าปูอัด ซูชิหน้าไข่หวาน ซูชิหน้าโบโลน่า ซูชิหน้าทูน่าปูอัด ซูชิหน้าไข่กุ้ง ซูชิหน้าเห็ดขาว ซูชิหน้าปูอัดสาหร่าย ซูชิหน้าปลาหมึก ซูชิหน้าหัวปลาหมึก ซูชิหน้าสลัดกลมห่อสาหร่าย ซูชิหน้าก้ามปู ซูชิหน้ากุ้งลวก และซูชิหน้าไข่มังกร พบว่า การปนเปื้อนของ *S. aureus* ในตัวอย่างซูชิที่มีค่าเกินเกินเกณฑ์ จำนวน 23 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 57.50) และมี 17 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 42.50) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังตารางที่ 1 ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปี 2549 ที่กำหนดว่าอาหารทั่วไปที่มิใช่อาหารควบคุมต้องมีปริมาณ *S. aureus* ไม่เกิน 100 CFU/g ปริมาณที่พบ *S. aureus* สูงสุดที่ เท่ากับ $2.75x10^3$ CFU/g คือ ซูชิหน้าสาหร่าย และชิหน้าสลัดห่อสาหร่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของสุดสายชล และคณะ (2554) และงานวิจัยของ Fang *et al*. (2003) ที่พบ *S. aureus* ในข้าวที่ใช้ทำซูชิร้อยละ 31 แต่ปริมาณที่พบยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สำหรับเชื้อ *S. aureus* ที่ตรวจพบการปนเปื้อนในอาหารนั้นจะบ่งบอกถึงการไม่ควบคุมความสะอาด และสุขอนามัยของผู้ประกอบอาหารในขั้นตอนการเตรียม เช่น ไม่มีการสวมถุงมือ เพราะ *S. aureus* มักปนเปื้อนตามผิวหนัง จมูก มือ และส่วนต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ และสัตว์เลือดอุ่น และยังพบในอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหารอีกด้วย เช่น มีด เขียง และจาน (Doyle *et al*., 1997) ดังนั้นผู้ที่ประกอบอาหารหรือผู้ที่สัมผัสกับอาหารหากไม่ล้างมือหรือล้างอุปกรณ์ในการประกอบอาหารให้สะอาดนั้น แบคทีเรียที่อยู่ตามพื้นผิวของภาชนะเมื่อสัมผัสกับอาหารจะมีความเสี่ยงมากในการปนเปื้อนข้ามหรืออาจปนเปื้อนโดยตรงจากมือของผู้ประกอบอาหารก็เป็นได้ (Chen *et al*., 2001; Montville*t al*., 2002; Zhao *et al*., 1998) ถึงแม้ว่าข้าวและหน้าของซูชิจะมีการทำให้สุกด้วยความร้อนแล้วก็ตาม ความร้อนดังกล่าวสามารถทำลายจุลินทรีย์ต่างๆ รวมทั้งแบคทีเรียที่สำคัญที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ในระดับหนึ่ง แต่หลังจากนั้นหากมีการควบคุมที่ไม่ถูกสุขลักษณะจุลินทรีย์ดังกล่าวจะมีการเพิ่มจำนวนได้ หรืออาจจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้ามจากวัตถุดิบหรือขั้นตอนที่ยังไม่ได้ฆ่าเชื้อได้ ดังนั้นจึงต้องมีการแยกห้องหรือบริเวณการผลิตในขั้นตอนก่อนและหลังการฆ่าเชื้อออกจากกัน โดยอาหารที่ผ่านความร้อนแล้วต้องรีบทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว หรือทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่เกิน 30นาที มิเช่นนั้น *S. aureus* อาจจะเพิ่มจำนวนมากขึ้น (Bonnell, 1994)

ตารางที่ 1 ปริมาณ แบคทีเรียทั้งหมด และ *S. aureus* ที่ปนเปื้อนในซูชิหน้าต่างๆจากร้านที่วางจำหน่ายบริเวณใกล้มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ตัวอย่างที่	ซูชิหน้าต่างๆ	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (CFU/g)	จำนวนเชื้อ *S. aureus* (CFU/g)
1	ซูชิหน้าสาหร่าย	$5.8x10^{6}$	$3.56x10^{2}$
2	ซูชิหน้าสาหร่าย	$3.8x10^{10}$	$2.75x10^{3}$
3	ซูชิหน้าสาหร่าย	$4.8x10^{10}$	$2.86x10^{2}$
4	ซูชิหน้าสาหร่าย	$6.4x10^{9}$	$1.99x10^{2}$
5	ซูชิหน้าสลัดกลม	$3.7x10^{7}$	$9.00x10^{1}$
6	ซูชิหน้าสลัดกลม	$4.8x10^{6}$	$2.99x10^{2}$
7	ซูชิหน้าสลัดกลม	$2.5x10^{4}$	$2.00x10^{1}$
8	ซูชิหน้าสลัดกลม	$1.5x10^{4}$	$5.00x10^{1}$
9	ซูชิหน้าไข่นกกระทา	$7.4x10^{6}$	$8.00x10^{1}$
10	ซูชิหน้าไข่นกกระทา	$1.9x10^{6}$	$2.5x10^{1}$
11	ซูชิหน้าไข่นกกระทา	$4.6x10^{6}$	$1.56x10^{2}$
12	ซูชิหน้าไข่นกกระทา	$7.8x10^{6}$	$1.15x10^{3}$
13	ซูชิหน้าหอยแมลงภู่	$2.5x10^{7}$	$2.56x10^{2}$
14	ซูชิหน้าปูอัด	$8.5x10^{6}$	$2.00x10^{1}$
15	ซูชิหน้าปูอัด	$2.3x10^{10}$	$5.00x10^{1}$
16	ซูชิหน้าไข่หวาน	$7.6x10^{6}$	$8.00x10^{1}$
17	ซูชิหน้าไข่หวาน	$22.6x10^{6}$	$3.30x10^{2}$
18	ซูชิหน้าไข่หวาน	$17.4x10^{7}$	$1.24x10^{2}$
19	ซูชิหน้าโบโลน่า	$4.5x10^{4}$	$5.00x10^{1}$
20	ซูชิหน้าทูน่าปูอัด	$6.4x10^{8}$	$3.37x10^{2}$
21	ซูชิหน้าไข่กุ้ง	$1.6x10^{10}$	$2.24x10^{2}$
22	ซูชิหน้าไข่กุ้ง	$6.4x10^{7}$	$6.00x10^{1}$
23	ซูชิหน้าไข่กุ้ง	$2.1x10^{10}$	$5.00x10^{1}$
24	ซูชิหน้าเห็ดขาว	$6.4x10^{9}$	$1.56x10^{2}$
25	ซูชิหน้าเห็ดขาว	$3.9x10^{9}$	$1.15x10^{3}$
26	ซูชิหน้าปูอัดสาหร่าย	$6.4x10^{6}$	$6.00x10^{1}$
27	ซูชิหน้าปูอัดสาหร่าย	$1.5x10^{3}$	$5.00x10^{1}$

ตัวอย่างที่	ซูชิหน้าต่างๆ	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (CFU/g)	จำนวนเชื้อ *S. aureus* (CFU/g)
28	ซูชิหน้าปูอัดสาหร่าย	$2.5x10^3$	$6.00x10^1$
29	ซูชิหน้าปูอัดสาหร่าย	$10.5x10^8$	$6.00x10^1$
30	ซูชิหน้าปลาหมึก	$4.4x10^9$	$5.00x10^1$
31	ซูชิหน้าปลาหมึก	$4.5x10^8$	$1.16x10^2$
32	ซูชิหน้าปลาหมึก	$8.0x10^8$	$1.75x10^3$
33	ซูชิหน้าหัวปลาหมึก	$6.5x10^4$	$2.16x10^2$
34	ซูชิหน้าหัวปลาหมึก	$8.0x10^8$	$1.29x10^2$
35	ซูชิหน้าสลัดห่อสาหร่าย	$5.0x10^7$	$2.56x10^2$
36	ซูชิหน้าสลัดห่อสาหร่าย	$4.1x10^8$	$2.75x10^3$
37	ซูชิหน้าก้ามปู	$7.4x10^6$	$2.06x10^2$
38	ซูชิหน้ากุ้งลวก	$5.5x10^4$	$8.00x10^1$
39	ซูชิหน้ากุ้งลวก	$7.5x10^3$	$1.99x10^2$
40	ซูชิหน้าไข่มังกร	$4.2x10^2$	$1.00x10^1$

สรุปผลการวิจัย

จากการตรวจสอบการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด และ *S. aureus* ในซูชิที่วางจำหน่ายบริเวณใกล้มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือน พฤศจิกายน 2562 จำนวน 40 ตัวอย่าง ด้วยวิธี direct plate count ผลการศึกษาพบว่ามีการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด (Total count Bacteria) ในตัวอย่างซูชิที่มีค่าเกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปี 2549 จำนวน 31 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 75.60) ซึ่งมีจำนวน 9 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 22.50) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และพบการปนเปื้อนของ *S. aureus* ในตัวอย่างซูชิที่มีค่าเกินเกินเกณฑ์ จำนวน 23 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 57.50) ซึ่งมีจำนวน 17 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 42.50) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จากผลการศึกษานี้จึงแสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของ *S. aureus* และในส่วนของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในซูชินั้นยังมีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานทางจุลชีววิทยา ดังนั้นการบริโภคซูชิยังมีความเสี่ยงที่สูงต่อการเกิดโรคติดต่อทางอาหาร เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการดำเนินการที่ดีในเรื่องสุขอนามัยของอาหารเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนในซูชิ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจากอาจารย์พูรกอนนี สาและ และคณาจารย์ เจ้าหน้าที่หลักสูตรจุลชีววิทยาทุกท่านที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษาในทุกๆ เรื่อง ให้ความช่วยเหลือทุกครั้งที่เกิดปัญหา และตรวจเอกสารให้ถูกต้องตลอดจนจัดหาเอกสารที่เป็นประโยชน์ ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่ง

ขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ และช่วยสนับสนุนด้านการเงิน การลงทุนตลอดจนระยะเวลาการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาจุลชีววิทยาทุกคน ที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือเสมอจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2549). *เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยา*. วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2561, เข้าถึงได้จาก http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/BQSF/File/VARITY/ LAW.HTM

ชมนาด ศีติสาร และวรวุฒิ จิราสมบัติ. (2548). *วิวัฒนาการอาหารญี่ปุ่นในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: คณะอักษรศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิตตานันท์ ทองประเสริฐ พิศิษฐ์ วัฒนสมบูรณ์ พิพ์ฒน์ ลักษมีจรัลกุล และชัชวาล สิงกันต์. (2558). *ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและการปนเปื้อนแบคทีเรียชี้วัดในซูชิจากร้านจำหน่ายในอาคารและร้ายภายนอกอาคาร*. กรุงเทพฯ: วารสารสาธารณสุข คณะสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุดสายชล หอมทอง จิราพร ตันวุฒิบัณฑิต ณัฐชนาภัทธ ดังก้อง อำไพ บุตรงาม และบุณฑริกา นิลโนรี. (2554). *การแพร่กระจายของ Staphylococcus aureus และ Bacillus cereus ในซูชิ*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Bacteriological Analytical Manual Online. (2002). *Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria*. *USFDA*. 10 pp. (http://www.cfsan.fda.gov)

Bonnell, A. D. (1994). *Quality Assurance in Seafood Processing*. New York: Chapman Hall.

Chen, Y. H., Jackson, K. M., Chea, F. P., & Schaffner, D.W. (2001). Quantification and variability analysis of bacterial cross-contamination rates in common food service tasks. *Journal of Food Protection*, 64, 72-80.

Doyle, M.P., Beuchat, L.R., & Montville, T.J. (1997). *Food Microbiology Fundamentals and Frontiers.* Washington D.C.: ASM Press.

Fang, T. J., Wei, Q. K., Liao, C. W., Hung, M. J., & Wang, T. H. (2003). Microbiological quality of 18 0Ceady-to-eat food products sold in Taiwan.*International Journal of Food Microbiology*, 80,241-250.

Kasikorn Research Center. *Japanese Food Restaurant Business in 2007*. Available at https://www.kasikornresearch.com/TH/K-EconAnalysis/Pages/View Summary.aspx?docid=9057, accessed May 15, 2019.

Montville, R., Chen, Y. H., & Schaffner, D. W. (2002). Risk assessment of hand washing efficacy using literature and experimental data. *International Journal of Food Microbiology*, 73, 305-313.

Zhao, P., Zhao, T., Doyle, M. P., Rubino, J. R., & Meng, J. (1998). Development of a model for evaluation of microbial cross-contamination in the kitchen. *Journal of Food Protection*, 61, 960-963.

ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากเปลือกมะนาว (*Citrus aurantifolia* (christm)) ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus, Escherichia coli และ Pseudomonas aeroginosa*

The Efficiency of Crude Extract Lemon Peels (*Citrus aurantifolia* (christm)) On Antibacterial Activity of *Staphylococcus aureus, Escherichia coli and Pseudomonas aeruginosa*

อดุลย์สมาน สุขแก้ว[1*], รอยฮาน แวนาแว[2] ,หาฟีซู ดือราแม[2], มูฮำมัดคอยรี หะยีบากา[1], รูฮัยซา ดือราแม[3]

Adulsman Sukkaew[1*], Royhan Waenawae[2], Hafisu Deramae[2], Muhammadkhoiree Hayeebaka[1], Ruhaisa Deramae[3]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้สารสกัดโพลีฟีนอลทั้งหมดจากเปลือกมะนาวโดยใช้เอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ เมทานอล และน้ำ เป็นตัวทำละลาย แล้วนำมาทดสอบฤทธิ์การต้านแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ *Staphylococcus aureus, Escherichia coli และ Pseudomonas aeroginosa* พบว่า สารสกัดเปลือกมะนาวที่สกัดด้วยเมทานอลให้ปริมาณสารสกัดสูงสุดเท่ากับ 18.23±0.49 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกมะนาวแห้ง และให้ปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 1,924.77±2.05 มิลลิกรัมสมมูลต่อกรัมของน้ำหนักสารสกัดหยาบจากเปลือกมะนาวแห้ง 1 กรัม และสามารถต้านเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด เท่ากับ 30.43±0.41 มิลลิเมตร

คำสำคัญ: โพลีฟีนอล เปลือกมะนาว ฤทธิ์การต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus Escherichia coli Pseudomonas aeruginosa*

---

[1]อาจารย์สาขาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

[2]นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

[3]อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

[*]**Corresponding author, E-mail:** adulsman.s@yru.ac.th

Abstract

Objective of this study was application of total polyphenol extracts from lemon peels were added 80 percent ethanol, methanol and water as a solvent by using *Staphylococcus aureus Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* were tested for antimicrobial activity. The extracts of lemon peels extracted with methanol gave a highest extract content of 18. 23±0. 49 percent of dry lemon weight. And the total polyphenol content is equal to the maximum 1,924.77±2.05 Mg equivalent per gram of crude extracts from dried lime crust 1 g. And the highest resistance activity of *S. aureus* value as 30.43±0.41mm.

Keywords: Polyphenol, Lemon peel, Resistance bacteria, *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa*

บทนำ

มะนาว เป็นพืชผลทางการเกษตรที่มีผลต่อเศรษฐกิจประเทศไทย โดยส่วนใหญ่มักนิยมใช้น้ำมะนาวในอุตสาหกรรมอาหารและครัวเรือน เพื่อการปรุงแต่งกลิ่น รสชาด อาหารให้น่ารับประทานมากขึ้น โดยทั่วไปมักนิยมนำน้ำมะนาวมาผลิตเป็นอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม การที่ประชากรมีการบริโภคน้ำมะมนาวส่งให้ให้มีเปลือกมะนาวที่เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งและไม่ใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก ได้มีรายงานวิจัยก็ได้ศึกษาการผลิตแพคตินจากเปลือกมะนาว โดยใช้ในการสกัดเอนไซม์แพคติเนสเพื่อใช้เป็นแหล่งคาร์บอน โดยการย่อยแพคตินในกระบวนการหมักแบบอาหารแข็ง และสกัดน้ำมันจากเปลือกมะนาวเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ เป็นต้น และในบางรายงานวิจัยได้มีการแยกสารจากเปลือกมะนาวเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์และเภสัช โดยพบสารกลุ่ม limonene , myrcene, และ n-dodecano ในปริมาณที่สูง แต่ยังไม่เคยมีรายงานการวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้สารสกัดในการต้านแบคทีเรียกลุ่ม *Staphylococcus aureus Escherichia coli Pseudomonas aeruginosa* ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้เป็นเชื้อเจ้าถิ่นที่พบทั่วไปในร่างกาย เช่น ทางเดินหายใจ ผิวหนัง ทางเดินอาหาร เป็นต้น และแบคทีเรีย *S. aureus E. coli* และ *P. aeruginosa* เป็นแบคทีเรียก่อโรค สามารถทำให้เกิดโรคได้ทั้งคนและสัตว์ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่อยู่ในโรงพยาบาล มีโอกาสติดเชื้อชนิดนี้ได้ง่ายและรุนแรง เช่น การติดเชื้อในแผลไฟไหม้และแผลจากสาเหตุอื่นๆ มีผลทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลาย และเสียชีวิตได้ ซึ่งแบคทีเรียทั้งสามชนิดมีมากในโรงพยาบาล อาหาร เครื่องดื่ม และมักส่งผลต่อผู้ป่วยโดยตรง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจการนำเปลือกมะนาวมาใช้ประโยชน์โดยการคัด เลือกวิธีการสารสกัดที่ดีที่สุดจากเปลือกมะนาวโดยตัวทำละลายต่างชนิด หลังจากนั้นทดสอบฤทธิ์ประสิทธิภาพการต้านแบคทีเรีย *S. aureus, E. coli* และ *P. aeruginosa*

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือ/อุปกรณ์ และสารเคมี

เครื่องมือ/อุปกรณ์

- เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary vacuum evaporator) - เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) - เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) -หม้อนึ่งความดันไอ

(Autoclave) -ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) - เครื่องเขย่าสารละลาย (Universal shaker) - ตู้ปลอดเชื้อ (Biological safety cabinets) -โถดูดความชื้น (Desiccator) –จานเพาะเลี้ยงเชื้อพลาสติกปลอดเชื้อ -กระดาษกรองขนาด 6 มิลลิเมตร (Paper discs 6mm)

สารเคมี

- Folin-Ciocalteu phenol reagent - Methyl alcohol (Methanol) (C_2H_4O)
- Ethyl alcohol (Ethanol) (C_2H_6O) 95 เปอร์เซ็นต์ - Dimethyl sulfoxide (DMSO) $(CH_3)_2SO$

2. แหล่งที่มาของตัวอย่าง

เปลือกมะนาว จากตลาดเทศบาล ตำบลยะรัง อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ของเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562

3. การสกัดสารจากเปลือกมะนาว

เก็บรวบรวมตัวอย่างเปลือกมะนาวโดยเลือกใช้เปลือกที่มีสีเขียว นำเปลือกมาล้างน้ำ แล้วนำมาหั่นให้มีขนาดเล็กลง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 16 ชั่วโมง แล้วบรรจุถุงพลาสติกที่ผนึกถุงแบบสุญญากาศ จากนั้นทำการสกัดสารโดยนำตัวอย่างที่อบแห้งมาบดให้ละเอียด ร่อนให้มีขนาดเท่าๆ กันด้วยตะแกรงขนาด 100 Mesh แล้วสกัดโดยใช้ตัวอย่าง 15 กรัม เติมเอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 120 มิลลิลิตร เขย่าในที่มืด ความเร็วรอบ 90 รอบต่อนาที เป็นเวลา 60 ชั่วโมง นำมากรองด้วยผ้าขาวบางและหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที นำส่วนใสไประเหยด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ส่วนการสกัดด้วยน้ำและเมทานอลทำเช่นเดียวกับวิธีข้างต้นแทนการใช้เอทานอล แล้วนำไประเหยด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 90 และ 55 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วเก็บตัวอย่างในขวดสีชาห่อพาราฟินที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก อดุลย์สมาน และคณะ, 2554)

4. การตรวจหาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดจากสารสกัดเปลือกมะนาว

วิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteau Colorimetry (AOAC, 1990) ใช้กรดแกลลิกเป็นสารละลายมาตรฐาน และรายงานผลเป็นน้ำหนัก มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัดเปลือกมะนาวแห้ง 1 กรัม (mg gallic acid equivalents/g dry of lemon peel extract)

วิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดโดยใช้วิธี Colorimetric assay (AOAC, 1990) ใช้คาทิชินเป็นสารละลายมาตรฐานและรายงานผลเป็นน้ำหนัก มิลลิกรัมสมมูลของคาเทชินต่อน้ำหนักสารสกัดเปลือกมะนาวแห้ง 1 กรัม (mg catechin equivalents/g dry of lemon peel extract)

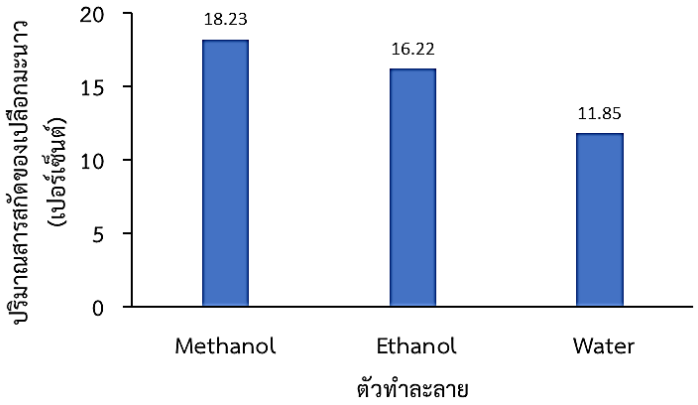
5. การศึกษาฤทธิ์การต้าน *S. aureus, E. coli และ P. aeruginosa*

นำแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 3 สายพันธุ์ มาเลี้ยงใน Nutrient broth (NB) บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ปรับความขุ่น แล้ว spread แบคทีเรียที่ใช้ทดสอบลงบน plate อาหาร Mueller-Hinton agar (MHA) จากนั้นคีบแคปซูลของสารสกัดนำมาวางบนอาหารในจานเพาะเลี้ยงเก็บในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที แล้วนำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง วัดขนาดเคลียร์โซนที่เกิดขึ้น ใช้ Tetracycline ความเข้มข้น 30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น Positive control และ DMSO ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ (V/V) เป็น Negative control (อดุลย์สมาน และคณะ, 2554)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลของปริมาณน้ำหนักของสารสกัดจากเปลือกมะนาวด้วยเมทานอล เอทานอล และน้ำ

เมื่อนำตัวอย่างเปลือกมะนาวมาหาปริมาณน้ำหนักแห้งของเปลือกมะนาวด้วยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่ามีน้ำหนักเท่ากับ 73.26±0.75 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำตัวอย่างดังกล่าวไปสกัดสารด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เมทานอล เอทานอล และน้ำ พบว่ามีปริมาณสารสกัดหยาบเท่ากับ 18.23±0.49, 16.22±0.65 และ 11.85±0.71 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกมะนาวแห้ง ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปริมาณสารสกัดหยาบของเปลือกมะนาวที่สกัดด้วยเมทานอล เอทานอล และน้ำ

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณสารสกัดที่สกัดได้จากการใช้ตัวทำละลายเป็น เมทานอล เอทานอล และน้ำมีปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่การใช้น้ำเป็นตัวทำละลายส่งผลให้ปริมาณสารที่แยกออกมากมีปริมาณที่น้อยกว่าการใช้ตัวทำละลายข้างต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นจะพบว่าตัวทำละลายที่ใช้สกัดจะมีผลต่อปริมาณของสารที่สกัดได้จากเปลือกมะนาว ซึ่งการที่สามารถสกัดสารได้ในปริมาณที่สูง อาจเป็นไปได้ว่า สารเหล่านั้นมีสภาพการมีขั้วตัวทำละลาย และอายุของเปลือกมะนาวที่ใช้สำหรับการสกัดสารแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของศิวาพร และ ณัฏฐนี (2553) ที่ได้ศึกษาการสกัดสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากเปลือกฝรั่ง ซึ่งพบว่าการใช้ตัวทำละลายเมทานอลกับเอทานอลให้ปริมาณสารสกัดกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดที่ใกล้เคียงกันเท่ากับ 11.14 กับ 10.89 เปอร์เซ็นต์ แต่จะต่างกับการใช้น้ำที่ให้ปริมาณสารสกัดกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดเพียง 3.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์มีความสำคัญต่อการแยกสารกลุ่มที่ต้องการ โดยพบว่าเปลือกมะนาวที่สกัดด้วยเมทานอลให้ค่าร้อยละของสารสกัดแห้งและปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือ เอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตามลำดับ และเมื่อสังเกตสีของสารสกัดจะพบว่าการใช้เอทานอล และเมทานอล ในการสกัดสารในเปลือกมะนาว พบลักษณะสีของสารสกัดออกเป็นสีเหลืองออกน้ำตาลอ่อนแต่ในขณะเดียวกัน การใช้น้ำจะมีลักษณะสีออกเป็นสีน้ำตาลเข้ม

ผลของสารสกัดต่อปริมาณโพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์

การใช้เปลือกมะนาวแล้วสกัดด้วยเมทานอล เอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ แล้วนำสารสกัดหยาบมาตรวจปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด พบว่ามีปริมาณเท่ากับ 1,924.77±2.05, 1,652.36±0.85 และ 1,031.62±0.72 มิลลิกรัมสมมูลต่อกรัมของน้ำหนักสารสกัดหยาบจากเปลือกมะนาวแห้ง 1 กรัม ตามลำดับ โดยให้เป็นปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 1,265.47±0.96, 1,113.64±2.28 และ758.34±0.69 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักสารสกัดหยาบจากเปลือกมะนาวแห้ง 1 กรัม ส่วนปริมาณฟลาโวนอยทั้งหมดเท่ากับ 659.96±1.90, 545.33±2.82 และ 280.88±0.60 มิลลิกรัมสมมูลของคาเทชินต่อน้ำหนักสารสกัดหยาบจากเปลือกมะนาวแห้ง 1 กรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในเปลือกมะนาวในแต่ละสภาวะที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (เมทานอล และเอทานอล) และน้ำ จะมีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งเหตุผลเกิดขึ้นเพราะสภาพขั้วของสารสกัดกับตัวทำละลายที่มีความใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังมีรายงานของ วรรณทิชา และ เพ็ญแข (2545) ที่ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารกลุ่มฟลาโวนอยด์จากเปลือกมะนาว โดยพบว่า สารฟลาโวนอยด์เป็นสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพทั้งด้านการป้องกันและรักษาโรคและมีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งอนุมูลอิสระนี้เป็นผลให้เกิดโรคหลายชนิดในมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตันและโรคมะเร็ง ทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของวิตามินเอ และวิตามินซี ช่วยส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกัน ป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด ป้องกันโรคภูมิแพ้ นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดได้ด้วย สารฟลาโวนอยด์ยังเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ โดยสารส่วนเกินจะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ จึงไม่มีพิษและผลข้างเคียงใดๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ก็มีผลการทดลองที่สอดคล้องกัน คือพบปริมาณสารฟลาโวนอยด์ที่สูงเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ในผลการทดลองก็มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ อดุลย์สมาน และคณะ (2554) ที่ได้ศึกษาการใช้สารสกัดเมล็ดมะม่วง (*Mangifera indica* L.) ร่วมกับกรดแลคติกเพื่อลดแบคทีเรียในเนื้อสัตว์ ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาก็เป็นไปในทำนองเดียวกันคือการที่ใช้ตัวทำละลายกลุ่มแอลกอฮอล์มีผลต่อการที่ให้ได้ปริมาณสารที่สูงกว่าการสารโดยใช้น้ำ ซึ่งในอนาคตต่อไป ถ้าหากมีการสกัดสารให้บริสุทธิ์ก็อาจเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางเภสัชและการแพทย์ที่มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์ได้

ผลของสารสกัดต่อฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย

ในการศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus, E. coli* และ *P. aeruginosa* พบว่าการใช้สารสกัดที่ใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายมีฤทธิ์การต้านแบคทีเรีย *S. aureus, E. coli* และ *P. Aeruginosa* โดยมีขนาดเคลียร์โซน เท่ากับ 30.43±0.41, 14.35±0.21 และ 19.17±0.51 มิลลิเมตร ดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดเลือกมะนาวที่สกัดด้วยเมทานอล เอทานอล และน้ำ ด้วย เมื่อใช้ Tetracycline 30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Positive Control) และ DMSO 70 เปอร์เซ็นต์ (Negative Control) เป็นตัวควบคุม

แบคทีเรีย	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจากสารสกัดเปลือกมะนาว (มิลลิเมตร)			Tetracycline 30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
	เมทานอล	เอทานอล	น้ำ	
S. aureus	30.43±0.41^{c}	27.17±0.61^{b}	14.52±0.84^{a}	30.17±0.52
E. coli	14.35±0.21^{c}	13.25±0.54^{b}	11.25±0.65^{a}	16.21±0.44
P. aeruginosa	19.17±0.51^{c}	17.25±0.44^{b}	8.23±0.81^{a}	24.25±0.52

* DMSO 70 เปอร์เซ็นต์ (V/V) ไม่มีผลในการยับยั้งแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ

อักษรกำกับในแนวนอนต่างกันเป็น a, b, c แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

การที่ผลการทดลองเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากกระบวนการที่จุลินทรีย์ถูกยับยั้งหรือทำลายได้ เนื่องจากปัจจัยด้านต่างๆ ซึ่งเกิดจากการทำลายที่ผนังเซลล์หรือการยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ พบว่าผนังเซลล์ของ *S. aureus, E. coli และ P. aeruginosa* ถูกทำลาย โดยสารกลุ่มโพลีฟีนอลบางชนิดไปยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียที่กำลังเจริญเติบโต มีผลทำให้เกิดเป็นโพรโทพลาสต์ (photoplast) ซึ่งถ้าไม่เลี้ยงไว้ในสภาพที่เหมาะสม เซลล์จะแตกได้ นอกจากนี้ยังส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ยอมให้สารผ่าน ซึ่งในเยื่อหุ้มเซลล์มีสมบัติยอมให้สารอาหารผ่านเข้าสู่เซลล์ ถ้าเยื่อหุ้มเซลล์นี้ถูกทำลายจะมีผลทำให้ชะงักการเจริญเติบโตของเซลล์ และทำให้เซลล์ตายได้ ซึ่งสารกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ มีความสามารถที่ไปเปลี่ยนแปลงสมบัตินี้ของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้องค์ประกอบต่างๆ ภายในเซลล์รั่วไหลออกมา ในสารกลุ่มโพลีฟีนอลสามารถยับยั้งการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก โดยสารกลุ่มดังกล่าวมีผลในการยังยั้งการสังเคราะห์ DNA และ RNA โดยจะไปขัดขวางการสร้าง พิวรีนและไพริมิดีน และไปขัดขวางการรวมตัวของนิวคลีโอไทด์เข้าเป็นกรดนิวคลีอิก ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์ทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมผิดปกติไป และทำให้เซลล์ถูกทำลายได้ในที่สุด (Ahmad et al., 2006 ;Caputo et. al., 2018) ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบคทีเรียชนิด *S. aureus* ถูกต้านได้ดีกว่า *E. coli และ P. aeruginosa* ตามกลไกที่ได้กล่าวแล้วในข้างต้น ในการศึกษาปริมาณสารโพลีนอลทั้งหมดจากเปลือกมะนาวที่ผ่านการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่างชนิดกันคือ เมทานอล เอทานอล และน้ำ ให้ปริมาณสารสกัดแห้งเท่ากับ 2,235.41±24.05, 1,894.36±21.85 และ 1,109.62±9.72 มิลลิกรัมสมมูลต่อกรัมของน้ำหนักสารสกัดหยาบจากเปลือกมะนาวแห้ง 1 กรัม ตามลำดับ โดยผลการศึกษาพบว่าการนำสารสกัดเปลือกมะนาวที่สกัดด้วยเมทานอลมีประสิทธิภาพการต้านแบคทีเรียก่อโรคทั้งสามชนิดที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ตัวทำละลายชนิดอื่น ในการสกัดสารจากเปลือกมะนาวอาจศึกษาวิธีการสกัดที่หลากหลายมากขึ้น และอาจสกัดสารโดยทำการตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารที่ผ่านการแยกได้ เพื่อใช้ในการทดสอบกับกลุ่มจุลินทรีย์อื่นๆ ตลอดจนการพัฒนา

ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดให้อยู่ในรูปสารละลายที่สมบูรณ์ สเปรย์ หรือ ฟิล์ม เพื่อสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้าน เกษตร การแพทย์ และอุตสาหกรรมอาหารต่อไปได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

วรรณทิชา ลาภศิริ และ เพ็ญแข วันไชยธนวงศ์ (2545). **การสกัดสารฟลาโวนอยด์ จากเปลือกมะนาว**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิวาพร ศิวเวช และ ณัฏฐินี ใจสะอาด (2553). "การสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันฝรั่ง". **การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 51**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 112-119.

สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์, สุเมธ ตันตระเธียร, ชื่นจิต ประกิตชัยวัฒนา และจันทร์ประภา อิ่มจงใจรัก. (2551) **ประสิทธิภาพของสารต้านการเจริญของจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเมล็ดมะม่วง**. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อดุลย์สมาน สุขแก้ว, สุเมธ ตันตระเธียร และสุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์. (2554). "การใช้สารสกัดเมล็ดมะม่วง (*Mangifera indica* L.) ร่วมกับกรดแลคติกเพื่อลดแบคทีเรียในเนื้อสัตว์." **การประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 7**. มหาวิทยาลัยราชภัพระนคร,1161-1172 น.

Ahmad, M.M., Rehman S.U., Anjum, F.M. and Sultan, J.I. (2006). Genetic variability to essential oil composition in four citrus fruit species. **Pakistan Journal of Botany**, 38(2), 319-324.

AOAC. (1990). Official methods of analysis. 17th ed. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.

Caputo, L., Quintieri, L., Cavalluzzi, M. M., Lentini, G., and Habtemariam, S. (2018). Antimicrobial and Antibiofilm Activities of Citrus Water- Extracts Obtained by Microwave- Assisted and Conventional Methods. **Biomedicines**, *6*(2), 70-75.

ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ด้วยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่แยกได้จากดินในเขตพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา

Efficacy inhibition of *Phytophthora* sp. by antagonistic microorganism from soil in Betong district, Yala Province

ซูรียา สาและ[1]*, มูสลีนี เปาะแต[2] และคอสียาห์ สะลี[3]

Sureeya Saleah[1*], Muslinee Pok-tae[2] and Khosiya Sali[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกเชื้อรา *phytophthora* sp. จากบริเวณรอยโรคในต้นทุเรียนโดยใช้วิธี tissue transplanting และคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากดินบริเวณรอบต้นทุเรียนด้วยวิธี Serial dilution spread plate โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา และศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ด้วยวิธี Dual technique จากการศึกษาสามารถคัดแยกเชื้อราโรคพืชมีลักษณะเส้นใยสีขาว ฟู สปอร์แรงเจียมมีลักษณะคล้ายลูกแพร์ ส่วนปลายมีลักษณะเป็นตุ่ม ซึ่งเป็นลักษณะของเชื้อ *Phytophthora* sp. สามารถคัดแยกเชื้อราปฏิปักษ์ 3 ไอโซเลท และแบคทีเรีย 51 ไอโซเลท ทุกไอโซเลทถูกนำมาศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. โดยเชื้อราไอโซเลท Fg1 มีประสิทธิภาพดีที่สุด (42.25%) รองลงมาคือ ไอโซเลท Fg2 (28.98%) และ Fg3 (25.74%) พบเชื้อแบคทีเรีย จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท Bt12, Bt21, Bt23, Bt1 และ Bt11 (ร้อยละ 17.02, 12.55, 12.05, 7.85 และ 7.01 ตามลำดับ) เชื้อราปฏิปักษ์ถูกนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่ามีลักษณะคล้ายเชื้อรา *Trichoderma* sp. จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเชื้อราไอโซเลท Fg1 ที่คัดแยกได้มีศักยภาพที่จะนำมาเป็นเชื้อปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* sp. สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของต้นทุเรียน

คำสำคัญ: ทุเรียน, โรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียน, *Phytophthora* sp., จุลินทรีย์ปฏิปักษ์

[1]นักศึกษา หลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษา หลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]อาจารย์ หลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding author, E-mail: sureeya.sa@yru.ac.th

Abstract

The aim of this study were to isolated *phytophthora* sp. from Lesions on durian trees using tissue transplanting method and antagonistic microbes from rhizosphere soil by serial dilution spread plate. The samples were collecd from durian field located in Betong District, Yala Province and to investigate the potential of antagonistic microorganism against *Phytophthora* sp. using dual culture method. In this study, 3 isolates of the fungi and 51 isolates of bacteria were isolated. All the antagonistic microbes were sorted to test the effectiveness in inhibiting *Phytophthora* sp. The results indicate that the isolate fungi Fg1 were the most effective (42.25%), followed by Fg2 (28.98%) and Fg3 (25.74%). While the 5 isolates bacteria is isolate Bt12, Bt21, Bt23, Bt1, and Bt11 with inhibitory efficiencies of 17.02, 12.55, 12.05, 7.85 and 7.01 respectively. The antagonistic fungi were identifying by morphology characteristic, the results showed similar properties to *Trichoderma* sp. The study showed that fungal isolates Fg1 have potential to be antagonistic for controlling *Phytophthora* sp., the cause of Root rot of durian.

Keywords: Durian, Root rot and stem rot , *Phytophthora* sp., Antagonistic microorganism

บทนำ

ทุเรียนเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยที่มีการปลูกกันมากในภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศ โดยปี 2560 มีพื้นที่ปลูกทุเรียน 836,190 ไร่ เป็นพื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 643,138 ไร่ ผลผลิตรวม 663,123 ตัน และปริมาณการขายผลผลิตรวมทั้งประเทศ 661,731 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ซึ่งในปัจจุบันมีแนวโน้มการขยายพื้นที่ปลูกทุเรียนอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากราคาผลผลิตทุเรียนสูง (Economics, 2015) ส่วนการส่งออกมีแนวโน้มทางการตลาดที่ดี โดยปริมาณการส่งออกทุเรียนสดในปี 2559 มูลค่า 5.56 ล้านบาท และปัญหาส่วนใหญ่ของการปลูกทุเรียนคือ การเข้าทำลายของเชื้อโรคและแมลง โดยเฉพาะโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* sp. ซึ่งจะเป็นปัญหาสำคัญที่สุดในการปลูกทุเรียน เนื่องจากสปอร์ของรา *Phytophthora* sp. สามารถพักตัวอยู่ในดินในรูปของคลาไมโดสปอร์ (chlamydospore) ที่สามารถทนสภาพแวดล้อมได้ดี ทำให้เชื้อราชนิดนี้มีชีวิตอยู่ในดินได้นาน(สุจินต์, 2561) รากลุ่มนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรครากเน่า โคนเน่า ใบร่วง และรอยไหม้ของพืชหลายชนิด เช่น ยางพารา อาโวกาโด มะม่วง วานิลา มะเขือเทศ สับปะรด มะละกอ ส้ม ทุเรียน และกล้วยไม้ เป็นต้น (บุษราคัม และคณะ, 2555) การแพร่ระบาดของเชื้อโรครุนแรงในฤดูฝน โดยเชื้อ *Phytophthora* sp. จะเข้าทำลายต้นทุเรียนทางรากหรือโคนต้นระดับดิน และเชื้อจะเข้าสู่ระบบท่อน้ำของ

ลำต้น เมื่อเชื้อโรคเจริญเติบโต ก็จะแพร่กระจายไปทั่วต้น (systemic infections) ทำให้รากแก้ว และรากฝอยถูกทำลายเน่าเป็นสีน้ำตาล ทำให้ต้นทุเรียนทรุดโทรมและตายในที่สุด

การควบคุมโรคโดยใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรค มักจะได้ผลในระยะแรก เนื่องจากสารเคมีอาจทำให้เกิดการดื้อยาได้ ดังนั้นการนำจุลินทรีย์โยเฉพาะกลุ่มเชื้อปฏิปักษ์มาใช้เพื่อควบคุมเชื้อราโรคพืช จึงน่าจะเป็นทางเลือกที่สามารถนำมาควบคุมโรคพืชได้อย่างยั่งยืนในอนาคต จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดมีคุณสมบัติในการควบคุมทางชีวภาพ เช่น *Penicillum striatisporum* (Ma, *et al*., 2008) *Chaetonium* sp. (Hung, 2015) โดยเฉพาะเชื้อกลุ่ม *Bacillus* sp. รายงานการวิจัยหลายฉบับแสดงให้เห็นว่าเชื้อในสกุล *Bacillus* sp. มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อโรคหลายชนิด รวมทั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ที่เป็นสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่า เช่น *B. amyloliquefaciens* HK34 (Lee, *et al*., 2015) *B. safensis, B. subtilis, B. macauensis* (Shouan, *et al*., 2010) ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการคัดแยกเชื้อราและแบคทีเรียปฏิปักษ์ในท้องถิ่น และทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. เพื่อนำไปศึกษาการนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาโรครากเน่าและโคนเน่า เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมี และลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การคัดแยกเชื้อ *Phytophthora* sp. จากรอยโรคในต้นทุเรียน

เก็บตัวอย่างชิ้นส่วนของรากที่เน่าเป็นสีน้ำตาลและส่วนของลำต้นที่เปลือกด้านในมีสีน้ำตาลแดงในพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุยายน พ.ศ. 2562 โดยจะใช้มีดที่ฆ่าเชื้อตัดส่วนรากและส่วนลำต้นที่มีรอยโรค จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และปิดปากถุงให้สนิท นำตัวอย่างมาแยกเชื้อที่ห้องปฏิบัติการด้วยวิธี tissue transplanting โดยมีวิธีปฏิบัติดังนี้ นำตัวอย่างของรากและลำต้นที่มีรอยโรคมาล้างให้สะอาด จากนั้นตัดให้มีขนาด 1 เซนติเมตร นำไปฆ่าเชื้อที่ผิวด้วย Clorox ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง จากนั้นวางชิ้นส่วนบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยทุกขั้นตอนให้ปฏิบัติด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน เลือกโคโลนีที่มีลักษณะเส้นใยสีขาวฟูแล้วนำมาศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเชื้อราชนิดนี้มีเส้นใยแบบไม่มีผนังกั้น สปอร์แรงเจียมมีลักษณะเหมือนลูกแพร์ จากนั้นทำการแยกเชื้อซ้ำจนได้เชื้อบริสุทธิ์ เก็บรักษาในหลอดอาหารเพื่อเป็น stock culture (อภาพร และเกวลิน, 2557)

การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินบริเวณส่วนทุเรียนในพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ในช่วงเดือนเมษายถึงกันยายน พ.ศ. 2562 โดยใช้ที่เจาะเก็บดินบริเวณรอบรากต้นทุเรียน ประมาณ 50 กรัม โดยขุดให้ลึกลงไปประมาณ 5-10 เซนติเมตร บรรจุในถุงพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และปิดปากถุงให้สนิท จากนั้นแช่ไว้ในกระติกน้ำแข็งเพื่อนำมาคัด

แยกเชื้อที่ห้องปฏิบัติการโดยวิธี dilution spread plate โดยการเพาะเลี้ยงบนอาหาร Nutrient agar (NA) และบ่มที่อุณหภูมิ35 องศาเซลเซียส ส่วนเชื้อราเพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA และบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นสังเกตลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เจริญ และนำเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียไปคัดแยกต่อให้บริสุทธิ์ แล้วนำไปศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ทัศนาพร และคณะ, 2555) โดยรหัส Bt เป็นไอโซเลทของเชื้อแบคทีเรีย และรหัส Fg เป็นไอโซเลทของเชื้อรา

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราด้วยเทคนิค slide culture โดยใช้เชื้อราที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน นำไปทำ slide culture จากนั้นนำเชื้อราที่เลี้ยงบนสไลด์ที่บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน มาหยดสี lactophenol cotton blue แล้วนำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า เพื่อศึกษาลักษณะของเชื้อราปฏิปักษ์ ส่วนเชื้อแบคทีเรียศึกษาด้วยวิธีการย้อมสีแบบแกรม (Gram's stain) โดยศึกษาจากโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่เลี้ยงบนอาหาร NA เป็นเวลา 24 ชัวโมง บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นำมาย้อมสีแบบแกรมแล้วไปศึกษาภายใต้กล้องเพื่อดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp.

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์โดยเลี้ยงเชื้อรา *Phytophthora* sp. และเชื้อราปฏิปักษ์ที่คัดแยกได้บนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณขอบโคโลนีเชื้อราทั้งสองชนิด จากนั้นย้ายชิ้นส่วนวุ้นของเชื้อราปฏิปักษ์ และชิ้นวุ้นของเชื้อรา *Phytophthora* sp. วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในลักษณะตรงข้ามกันให้มีระยะห่าง 6 เซนติเมตร สำหรับจานเลี้ยงเชื้อที่เป็นชุดทดลองที่เป็นตัวเปรียบเทียบ (Control) จะเลี้ยงเชื้อรา *Phytophthora* sp. เพียงอย่างเดียว โดยแต่ละชุดทดลองจะทำจำนวน 2 ซ้ำ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นนำมาวัดขนาดโคโลนีของเชื้อรา แล้วนำมาคำนวณหาร้อยละการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. (Percent inhibition of redial growth-PIRG) (ทัศนาพร และคณะ, 2555) โดยใช้สูตร

$$\text{PIRG} = \left(\frac{R_C - R_T}{R_C}\right) X100$$

R_C = ค่าเฉลี่ยของรัศมีเชื้อรา *Phytophthora* sp.ในกรรมวิธีควบคุม

R_T = ค่าเฉลี่ยของรัศมีเชื้อรา *Phytophthora* sp.ในกรรมวิธีทดสอบ

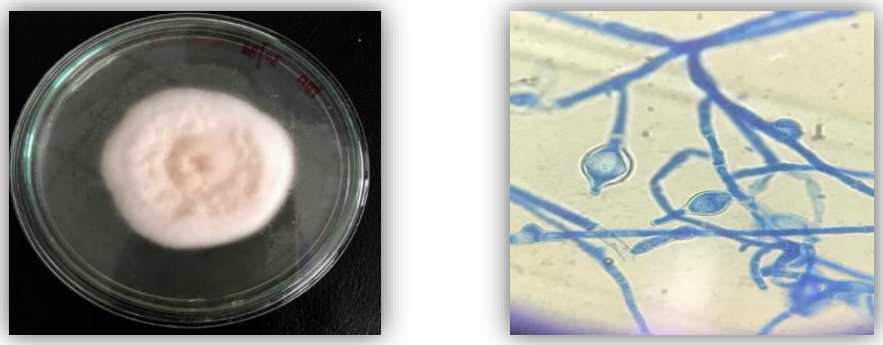
การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp.

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อปฏิปักษ์โดยการเลี้ยงเชื้อรา *Phytophthora* sp. บนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำ Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อ แล้วนำมาวางตรงกลางอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และใช้ loop ที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้วแตะโคโลนีเดี่ยวของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่เลี้ยงบนอาหาร NA ที่บ่มไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ขีดลงบนจานเลี้ยงเชื้อที่วางเชื้อรา *Phytophthora* sp. แล้ว โดยขีดเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ให้มีความยาว 1 เซนติเมตร จำนวน 1 ขีด ห่างจากเชื้อรา 6 เซนติเมตร บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นนำมาวัดขนาดโคโลนีของเชื้อา และนำมาคำนวณร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Phytophthora* sp. (Percent inhibition of redial growth-PIRG) (สูตรเดียวกับการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์) (ทัศนาพร และคณะ, 2555)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

การคัดแยกเชื้อรา *Phytophthora* sp.

จากการคัดแยกเชื้อรา *Phytophthora* sp. จากตัวอย่างดินและลำต้นของต้นทุเรียนในพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา สามารถคัดแยกเชื้อรา *Phytophthora* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีลักษณะเส้นใยภายนอกสีขาวฟู (ภาพที่ 1A) และลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบส่วนของสปอร์แรงเจียม มีลักษณะคล้ายลูกแพร์ และส่วนปลายของสปอร์แรงเจียมจะมีลักษณะเป็นตุ่ม ดังภาพที่ 1B.



A B

ภาพที่ 1 ลักษณะของเชื้อ *Phytophthora* sp.

A. ลักษณะเส้นใยภายนอกของเชื้อราของ *Phytopthora* spเจริญบนอาหาร . PDA บ่มเป็นเวลา 7 วัน มีลักษณะสีขาว ฟู ผิวเรียบ
B. ลักษณะของสปอร์แรงเจียมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 400X

การคัดแยกเชื้อราและแบคทีเรียปฏิปักษ์

การคัดแยกเชื้อราและแบคทีเรียปฏิปักษ์จากตัวอย่างดินบริเวณรอบรากต้นทุเรียนในพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา จำนวน 5 พื้นที่ ได้แก่พื้นที่ บ้านกุนุงจนอง บ้านอัยเยอร์เวง บ้านนากอ บ้านตะเนาะแมเราะ และบ้านวังใหม่ สามารถแยกเชื้อราได้จำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท Fg1, Fg2 และ Fg3 โดยเชื้อไอโซเลท Fg1 ที่เจริญบนอาหาร PDA มีลักษณะเส้นใยสีเขียวเข้ม สปอร์สีขาว ส่วนไอโซเลท Fg2 มีลักษณะเส้นใยสีเขียวเข้ม สปอร์สีขาว เจริญเป็นวงแหวน และไอโซเลท Fg3 ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA สีเขียวอ่อน สปอร์สีขาว และคัดแยกแบคทีเรียได้ จำนวน 51 ไอโซเลท ซึ่งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาดังแสดงในตารางที่ 1

การคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp.

นำเชื้อราปฏิปักษ์จำนวน 3 ไอโซเลท มาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ด้วยวิธีการ Dual culture พบว่าเชื้อราทั้ง 3 ไอโซเลท สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้ โดยเชื้อราที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งสูงสุดคือไอโซเลท Fg1 เท่ากับ 42.25% (ตารางที่ 2) รองลงมาคือไอโซเลท Fg2 เท่ากับ 28.98% และไอโซเลทที่มีการยับยั้งน้อยที่สุดคือไอโซเลท Fg3 เท่ากับ 25.74% ดังภาพที่ 2

การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp.

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ที่แยกได้จากดินในบริเวณพื้นที่เบตง จังหวัดยะลา จำนวน 51 ไอโซเลท ด้วยวิธีการ Dual culture พบแบคทีเรียจำนวน 5 ไอโซเลท ที่มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* sp. คือ ไอโซเลท Bt1, Bt11, Bt12, Bt21 และ Bt23 (ภาพที่ 3) โดยแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพการในการยับยั้งได้สูงที่สุด Bt12 มีประสิทธิภาพการยับยั้งเท่ากับ 12.55% รองลงมาคือไอโซเลท Bt21, Bt23 เท่ากับ 12.55% 12.05% ตามลำดับ และไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งน้อยที่สุดคือไอโซเลท Bt1, Bt11 เท่ากับ 7.85% 7.01% ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างดินในบริเวณรอบรากต้นทุเรียนในพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา

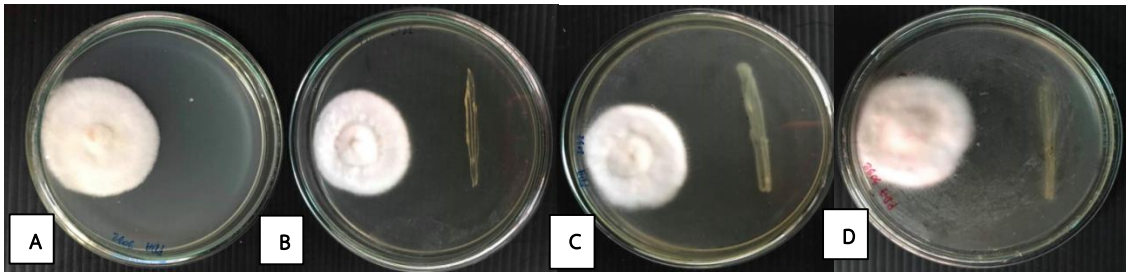
การติดสีแกรม	รูปร่าง	ลักษณะโคโลนี			ไอโซเลท
		สี	รูปร่าง	ขอบ	
ลบ	กลม	ขาวขุ่น	กลม	เรียบ	Bt3, Bt7, Bt14, Bt34, Bt39, Bt46, Bt48
ลบ	ท่อน	ขาวขุ่น	กลม	เรียบ	Bt1, Bt29, Bt30, Bt37, Bt38, Bt40, Bt44
บวก	กลม	ขาวขุ่น	กลม	เรียบ	Bt47
บวก	ท่อน	ขาวขุ่น	กลม	เรียบ	Bt8, Bt18, Bt33, Bt35, Bt36, Bt41, Bt42, Bt43, Bt45, Bt49
บวก	ท่อน	ขาวขุ่น	กลม	หยัก	Bt32
ลบ	กลม	ขาว	กลม	เรียบ	Bt2, Bt27
บวก	กลม	ขาว	กลม	เรียบ	Bt20, Bt21
บวก	ท่อน	ขาว	กลม	เรียบ	Bt22, Bt25
ลบ	กลม	เหลือง	กลม	เรียบ	Bt10, Bt11, Bt17, Bt28
บวก	กลม	เหลือง	กลม	เรียบ	Bt4, Bt5, Bt6, Bt9, Bt12, Bt13, Bt15, Bt16, Bt19, Bt23, Bt24, Bt26, Bt31, Bt50
บวก	ท่อน	เหลือง	กลม	เรียบ	Bt51

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp.

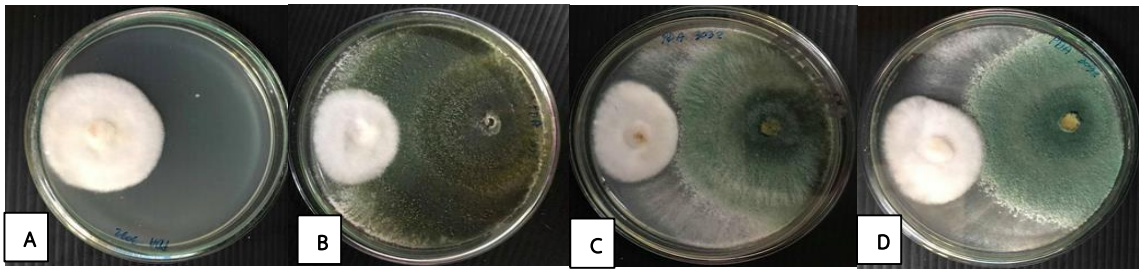
แบคทีเรียปฏิปักษ์		เชื้อราปฏิปักษ์	
ไอโซเลท	ประสิทธิภาพการยับยั้ง (%)	ไอโซเลท	ประสิทธิภาพการยับยั้ง (%)
Bt1	7.85	Fg1	42.25
Bt11	7.01	Fg2	28.98
Bt12	17.02	Fg3	25.74
Bt21	12.55		
Bt23	12.05		

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

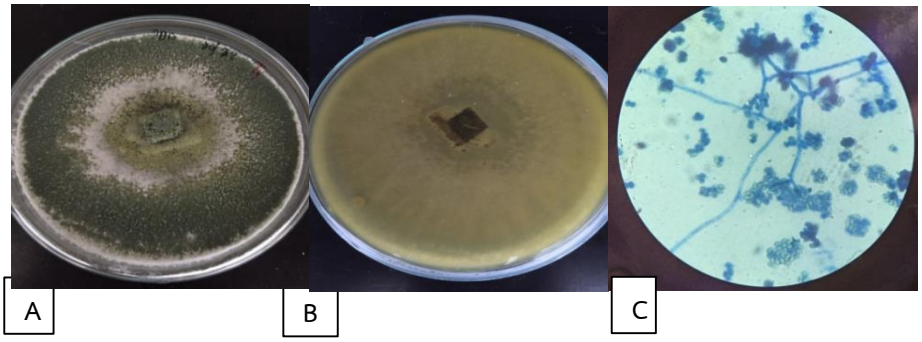
เชื้อราที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงที่สุด จำนวน 3 ไอโซเลทที่คัดแยกได้ถูกนำมาศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา โดยการเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำไปทำ slide culture จากนั้นตรวจดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท Fg1 มีเส้นใยแบบไม่มีผนังกั้น สปอร์ลักษณะกลม และเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีสีเขียวเข้ม สปอร์สีขาว (ภาพที่ 3) ส่วนไอโซเลท Fg2 มีเส้นใยแบบมีผนังกั้น และลักษณะเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อสีเขียวเข้ม และมีวงรอบ ลักษณะของสปอร์สีขาว (ภาพที่ 4) และไอโซเลท Fg3 มีเส้นใยแบบมีผนังกั้น และสปอร์มีลักษณะกลม ลักษณะเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีสีเขียวและมีวงรอบหรือวงแหวน และสปอร์สีขาว ดังภาพที่ 5



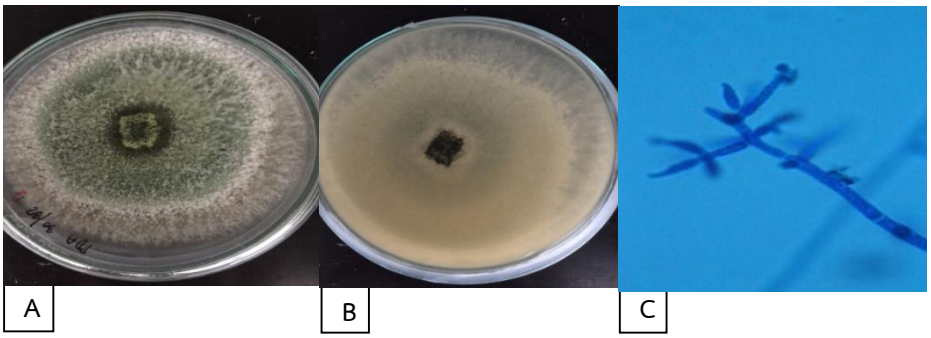
ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ด้วยวิธี Dual culture บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA
(A. ชุดควบคุม B. เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ Bt12 C. เชื้อแบคทีเรียฏิปักษ์ Bt21 D. เชื้อแบคทีเรียฏิปักษ์ Bt23)



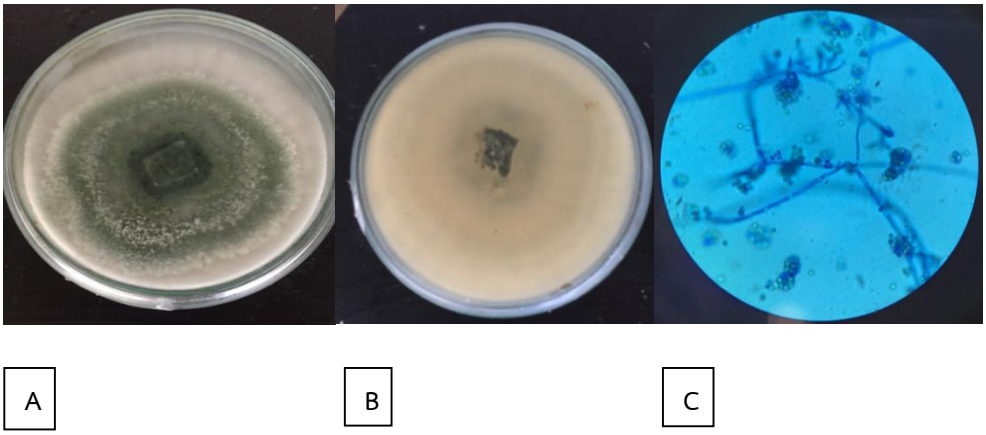
ภาพที่ 3 ประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ด้วยวิธี Dual culture บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA
A. ชุดควบคุม B. เชื้อราปฏิปักษ์ Fg1 C. เชื้อราปฏิปักษ์ Fg2 D. เชื้อราปฏิปักษ์ Fg3



ภาพที่ 4 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท Fg1 (A. ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA, B. ภาพเชื้อราด้านหลัง และ C. ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 400x)



ภาพที่ 5 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท Fg2 (A. ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA, B. ภาพเชื้อราด้านหลัง และ C. ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 400x)



ภาพที่ 6 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท Fg3 (A. ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA, B. ภาพเชื้อราด้านหลัง และ C. ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายภาพ 400x)

จากการศึกษาการคัดแยกเชื้อรา *Phytophthora* sp. จากตัวอย่างลำต้นและรากทุเรียนที่มีรอยโรครากเน่าโคนเน่า โดยวิธี tissue transplanting บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA สามารถคัดแยกเชื้อที่มีเส้นใยสีขาว และมีลักษณะฟูเล็กน้อย และศึกษาลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเชื้อรา *Phytophthora* sp. จะมีลักษณะคล้ายลูกแพร์ มีการสร้างสปอร์แรงเจียมและตรงปลายจะมีปุ่ม ซึ่งเป็นส่วนเปิดปล่อยให้ซูโอสปอร์ออกสู่ภายนอก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอมรรัตน์ และคณะ (2555) และการทดสอบคุณสมบัติการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อ *Phytophthora* sp. ด้วยวิธี Dual culture ของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้ พบเชื้อแบคทีเรียจำนวน 5 ไอโซเลท และเชื้อราจำนวน 3 ไอโซเลท และพบว่าเชื้อรามีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้ดีที่สุด ได้แก่ ไอโซเลท Fg1 เท่ากับ 42.25% รองลงมาคือ ไอโซเลท Fg2 เท่ากับ 28.98% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวาริน และคณะ (2550) ที่รายงานเช่นเดียวกันว่าเชื้อรามีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้ดีที่สุด และพบเชื้อแบคทีเรียจำนวน 5 ไอโซเลท โดยไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งดีที่สุดคือ ไอโซเลท Bt12 เท่ากับ 12.55% รองลงมาคือไอโซเลท Bt21, Bt23 เท่ากับ 12.55% 12.05% ตามลำดับ และไอโซเลทที่ยับยั้งน้อยที่สุดคือไอโซเลท Bt1, Bt11 เท่ากับ 7.85% 7.01% ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าจะสอดคล้องกับงานวิจัยของวาริน และคณะ (2550) เช่นกัน

จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของเชื้อราทั้ง 3 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท Fg1, Fg2 และ Fg3 โดยเลี้ยงบนอาหารเชื้อ PDA เป็นเวลา 7 วัน เพื่อศึกษาลักษณะเส้นใยภายนอกและเพาะเลี้ยงเชื้อราบน slide culture เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท Fg1 มีลักษณะเส้นใยภายนอกมีสีเขียวเข้ม มีสปอร์สีขาว และผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีเส้นใยแบบมีผนังกั้น สปอร์มีลักษณะกลม ซึ่งเป็นลักษณะที่สอดคล้องกับรายงานของสุภาภรณ์ และคณะ (2559) ที่อธิบายเกี่ยวกับเชื้อ *Trichoderma koningi* ส่วนเชื้อราไอโซเลท Fg2 พบว่าลักษณะเส้นใยภายนอกมีลักษณะสีเขียวเข้มและฟูเล็กน้อย และมีลักษณะเส้นใยวงรอบ เมื่อตรวจดูลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีเส้นใยแบบมีผนังกั้นก้านชูสปอร์ที่ปลายสุดค่อนข้างยาว สปอร์มีลักษณะกลม ซึ่งมีลักษณะสัณฐานวิทยาเหมือนกับเชื้อรา *Trichoderma viridae* (สุภาภรณ์ และคณะ, 2559) ในขณะที่เชื้อราไอโซเลท Fg3 พบว่าลักษณะเส้นใยภายนอกมีลักษณะสีเขียวเส้นใยรอบนอกสีขาว และมีลักษณะวงรอบหรือวงแหวน เมื่อศึกษาลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีเส้นใยแบบมีผนังกั้น สปอร์มีลักษณะกลม ซึ่งเป็นลักษณะเช่นเดียวกับที่อธิบายเกี่ยวกับเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ของสุภาภรณ์ และคณะ (2559)

สรุปผลการวิจัย

ศึกษาการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากตัวอย่างดินบริเวณรอบรากต้นทุเรียนในพื้นที่อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ด้วยวิธี Soil dilution สามารถแยกเชื้อราได้ จำนวน 3 ไอโซเลท คือ Fg1, Fg2 และ Fg3 และเชื้อแบคทีเรีย จำนวน 51 ไอโซเลท จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp ด้วยวิธี Dual culture พบเชื้อราจำนวน 3 ไอโซเลท และแบคทีเรียจำนวน 5 ไอโซเลท ที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา

Phytophthora sp. โดยพบว่า เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท Fg1 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora* sp. ได้ดีที่สุด มีค่าการยับยั้งเท่ากับ 42.25% รองลงมาคือ ไอโซเลท Fg2 และ Fg3 มีค่าการยับยั้งเท่ากับ 28.98 และ 25.74% ตามลำดับ ส่วนแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งดีที่สุด คือ ไอโซเลท Bt12 มีค่าการยับยั้งเท่ากับ 17.02% ส่วนผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราทั้ง 3 ไอโซเลท พบว่ามีลักษณะเส้นใยภายนอกสีเขียวเข้ม สปอร์สีขาว และลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีเส้นใยแบบมีผนังกั้น สปอร์มีลักษณะกลม เป็นคุณสมบัติคล้ายเชื้อรา *Trichoderma* sp.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ในการสนับสนุนงบประมาณ และหน่วยงานกรมการเกษตรยะลาที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2546). **ข้อมูลพืชเศรษฐกิจ**. กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (Online). http://www.doa.go.th/research/attachment.php, 13 กุมภาพันธ์ 2562.

บุษราคัม อุดมศักดิ์, สุรีย์พร บัวอาจ, ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล และอมรรัตน์ ภู่ไพบูลย์. (2555). การคัดเลือกและทดสอบสายพันธุ์ *Bacillus* ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora parasitica*. **กรมวิชาการเกษตร**. 885-898.

ทัศนาพร ทัศคร, ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล, ธารทิพย ถาสบุตร, และพีระวรรร พัฒนาวิภาส. (2555). การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm. สาเหตุโรคยางไหล. **กรมวิชาการเกษตร**. 899-919.

วาริน อินทนา, มนตรี อิสรไกรศีล, ศุภลักษณ์ เศรษฐกุลช, ประคอง เย็นจิตต์, และทักษิณ สุวรรณโน. (2550). ประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา ฮาซิเอนั่ม สายพันธ์กลายในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการลดปริมาณเชื้อราไฟทอพทอร่า พาล์มมิโวร่าในสวนทุเรียน. **วิทยาสารกำแพงแสน**. 5(3), 1-9**.**

สุจินต์ จันทรสาด. (2561). **โรคไฟทอปธอราในทุเรียน**, บทความ (Online). https://www.duynam-icsee\ds.com, วันที่ 12 มกราคม 2562.

สุภาภรณ์ เอี่ยมเข่ง, นิรัตน์ หนูทอง, และสุนัสดา โสรัตน์สะ. (2559**).** การคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. เพื่อควบคุมโรคโคนเน่าแก่นตะวันทีเกิดจากเชื้อ *Sclerotium rolfsii***.วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**. 3(ฉบับพิเศษ), 21-28.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ตารางรายละเอียดทุเรียน (online). http://www.oae.go.th/, วันที่ 12 มกราคม 2562.

อภาพร โมธิยอด, และเกวลิน ดุณาศักดากุล. (2557). การชักนำให้เกิดความต้านทานโรครากเน่าไฟทอปธอราในสตรอว์เบอร์รีที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วย เชื้อแอกติโนไมซิสต์เอนโดไฟต์. **วารสารเกษตร**. 30(3), 213-222 .

อมรรัตน์ ภูไพบูลย์, พีระวรรณ พัฒนวิภาส และยุทธศักดิ์ เตจียมไชยศรี. (2555). ผลของสารป้องกันกำจัดโรคพืช metalaxyl ต่อการเจริญของ รา *Phytophthora palmivora*. **กรมวิชาการเกษตร**. 1163-1174.

Economic News. (1995). Agricultural Economic News. Department of Agricultural Economics. **Ministry of Agriculture and Co-operation**. 40(450), 36-38.

Lee D. B., Dutta S., Ryu H., Yoo S. and Suh D. (2015). Induction of systemic resistance in Panax ginseng against *Phytophthora cactorum* by native *Bacillus amyloliquefaciens* HK34. **Journal of Ginseng Research**. 1-8.

Hung M. P., Wattanachai P. and Poaim S. (2015). Biological control of *Phytophthora palmivora* Causing Root Rot of Pomelo Using *Chaetomium* sp. **Microbiology**. 43 (1) 63-70.

Shouan Zhang, Thomas L. White, Miriam C. Martinez, John A. Mclnroy and Joseph w. Kloepper. (2010). Evaluation of plant growth-promoting rhizobacteria for control of Phytophthora blight on squash under greenhouse conditions. **Biological control**. 53 : 129-135.

Yan Ma, Zni-zhou Chang, Jiamg-tao Zhao and Ming-guo Zhou. (2008). Antifungal activity of *Penicillium striatisporum* Pst10 and its biocontrol effect on *Phytophthora* root rot of chilli pepper. **Biological control**. 44:24-31.

คุณสมบัติบางประการของเอนไซม์อะไมเลสจาก *Bacillus* sp.AC39

Partial characterization of amylase from *Bacillus* sp.AC39

เชาวนีพร ชีพประสพ[1*], นันธิดา ลิ่มเสฎโฐ[2]

Chaowaneeporn Cheppprasop[1*], Nunthida Limsettho[2]

บทคัดย่อ

อะไมเลสเป็นหนึ่งในเอนไซม์ที่มีบทบาทที่สำคัญทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพในปัจจุบัน การศึกษาในครั้งนี้เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติบางประการของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจาก *Bacillus* sp.AC39 โดยตรวจวัดการเกิดสีกับสาร DNS จากการศึกษาเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบพบว่าค่าพีเอชและอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์เป็น 9.0 และ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยคงสภาพการทำงานได้ดีในสภาวะพีเอชที่เป็นด่าง (8.0-10.0) และอุณหภูมิ 40 ถึง 50 องศาเซลเซียส นอกจากนี้พบว่า Ca^{2+} จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ (กิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสสัมพัทธ์ 126.25 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่ถูกยับยั้งการทำงานมากที่สุดโดย Co^{2+} รองลงมา คือ Mg^{2+} และ Cu^{2+} ตามลำดับ การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจาก *Bacillus* sp. AC39 สามารถถูกพัฒนาเป็นตัวเร่งทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์สำหรับการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมในอนาคตได้

คำสำคัญ: อะไมเลส, *Bacillus* sp., ปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์

Abstract

Nowadays, amylases are one of the most important enzymes for biotechnology. The present study was concerned about the partial characterization of crude amylases from *Bacillus* sp.AC39. The assay reactions were monitored by DNS colorimetric method. The studies on crude amylases have been revealed that optimum pH and temperature of enzyme activity were 9.0 and 50°C, respectively. Enzyme remained stable in the alkaline pH region of 8-10 and temperature region of 40–50 °C. The enzyme could be activated by Ca^{2+} (relative amylase activity 126.25%). It was strongly inhibited by Co^{2+}, followed by Mg^{2+} and Cu^{2+}, respectively. On the basis of this finding, it has been suggested that amylase from *Bacillus* sp. AC39 could be developed as a biocatalyst that would be useful for industrial application in the future.

Keywords: amylase, *Bacillus* sp., factors affecting of enzyme activity

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]อาจารย์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** chaowaneeporn.ch@skru.ac.th

บทนำ

อะไมเลส (EC 3.2.1.1) เป็นเอนไซม์ซึ่งทำหน้าที่ย่อยโมเลกุลของแป้งให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เดกซ์ทริน และพอลิเมอร์ขนาดเล็กที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็นองค์ประกอบ เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมหลาย ๆ ด้านเช่น อุตสาหกรรมขนมปังเพื่อปรับปรุงคุณภาพรสชาติ กลิ่น และความพรุนของขนมปัง ในอุตสาหกรรมสิ่งทอจะใช้ในการกำจัดแป้งก่อนการนำผ้าเข้าสู่ขั้นตอนการทำความสะอาด และการย้อมสี ในอุตสาหกรรมอาหารจะใช้ในการย่อยแป้งเป็นน้ำเชื่อมกลูโคสเข้มข้น ผลิตแป้งที่มีคุณภาพดี และทำให้เกิดเดกซ์ทรินในระหว่างการอบ ในอุตสาหกรรมกระดาษสำหรับการย่อยแป้งดิบและการเคลือบกระดาษ และใช้ใส่ในผงซักฟอกเพื่อช่วยให้มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดดีขึ้น (Singh and Rani, 2014) เอนไซม์อะไมเลสที่ผลิตได้โดยเชื้อจุลินทรีย์เป็นที่ต้องการมากกว่าเอนไซม์อะไมเลสที่ได้มาจากพืชและสัตว์ เนื่องจากมีอัตราการผลิตที่สูง ง่ายในการใช้งาน รวมทั้งมีจำนวนจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ได้ (Tanyildizi and Elibol, 2005) ปัจจุบันเอนไซม์อะไมเลสได้มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมมากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ ของตลาดเอนไซม์ในโลกและมีการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Abdullah *et al*., 2014) ได้มีการนำเอนไซม์อะไมเลสที่ผลิตจากจุลินทรีย์มาใช้ในกระบวนการเกิดแซคคาริฟิเคชัน (Saccharification) เป็นขั้นตอนการย่อยแป้งให้เป็นโมเลกุลของน้ำตาลแทนการใช้สารเคมีอย่างสมบูรณ์ กระบวนการเกิดแซคคาริฟิเคชันเป็นกระบวนการที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง ดังนั้นเอนไซม์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมนี้ก็ควรที่จะสามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ดี นอกจากนี้เอนไซม์อะไมเลสยังใช้เสริมในผงซักฟอกซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นสภาวะที่เป็นด่างสูงด้วยเช่นกัน (Asad *et al*., 2011) *Bacillus* เป็นสกุลหนึ่งของแบคทีเรียที่เป็นที่รู้จักกันดีและมีชื่อเสียงสำหรับการผลิตเอนไซม์อะไมเลส เช่น *B. stearothermophilus*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *B. licheniformis* และ*B. amyloliquefaciens* (Sivaramakrishnan *et al*., 2006) จากการคัดแยกแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลสจากแหล่งที่มีการผลิตข้าวเกรียบในจังหวัดปัตตานี ซึ่งในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบจะใช้แป้งเป็นส่วนประกอบหลัก ดังนั้นบริเวณที่ทำการศึกษาจึงเป็นแหล่งที่มีการทับถมของเศษซากของแป้งจากกระบวนการผลิต จึงมีความสนในเนื่องจากคาดว่าน่าจะเป็นแหล่งของแบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์อะไมเลสเพื่อย่อยสลายแป้งในดินได้ และจากการนำตัวอย่างดินมาทำการคัดแยกแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลสได้ดีที่สุดคือ *Bacillus* sp. AC39 โดยทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเอนไซม์ออกสู่ภายนอกเซลล์พบว่าสามารถผลิตเอนไซม์ได้ดีเมื่อทำการเลี้ยงในอาหารเหลวที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พีเอช 7.0 หลังจากทำการเลี้ยงเป็นเวลา 36 ชั่วโมง (เชาวนีพร ชีพประสพ และคณะ, 2555)

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาสมบัติบางประการของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบ ที่ผลิตโดย *Bacillus* sp. AC39 ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช และการคงสภาพ รวมทั้งไอออนของโลหะที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นพื้นฐานสำหรับการนำเอนไซม์ชนิดนี้ไปพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในกระบวนการเกิดแซคคาริฟิเคชัน รวมทั้งอุตสาหกรรมผงซักฟอก

วิธีดำเนินการวิจัย

1 เชื้อจุลินทรีย์

แบคทีเรียที่ใช้ในการศึกษาคือ *Bacillus* sp. AC39

2 การผลิตเอนไซม์

ทำการเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลวที่ประกอบด้วย starch 61.67 มิลลิโมลาร์ peptone 40.93 มิลลิโมลาร์ yeast extract 72.91 มิลลิโมลาร์ KH_2PO_4 0.37 มิลลิโมลาร์ $MnCl_2{\bullet}4H_2O$ 0.08 มิลลิโมลาร์ $MgSO_4{\bullet}7H_2O$ 1.01 มิลลิโมลาร์ $CaCl_2{\bullet}2H_2O$ 0.34

มิลลิโมลาร์ และ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.04 มิลลิโมลาร์ ปรับพีเอชเป็น 7.0 และบ่มเชื้อในเครื่องเขย่าที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง จากนั้นทำการหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จึงนำสารละลายเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบ (supernatant) ที่ได้ไปทำการวิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์ ในรูปของกิจกรรมเอนไซม์สัมพัทธ์

3. การตรวจหากิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส

ตรวจหากิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสโดยใช้ส่วนใส (supernatant) 0.5 มิลลิลิตร เติม 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำแป้ง ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เติม DNS (3,5-dinitro salicylic acid) 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับหลอดควบคุมที่นำส่วนใสไปบ่มก่อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นจึงนำไปเติม DNS 1 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็นและเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร เช่นเดียวกัน

1 หน่วยเอนไซม์อะไมเลส (ยูนิต) หมายถึง กิจกรรมการย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาลกลูโคส 1 ไมโครโมล ในเวลา 1 นาที ภายใต้สภาวะที่กำหนด

4. ผลของพีเอชต่อกิจกรรมและการคงสภาพของเอนไซม์อะไมเลส

ศึกษาผลของพีเอชที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบ โดยนำสารละลายส่วนใส (supernatant) ที่ได้จากข้อ 2 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มกับ 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำแป้ง ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ที่มีการปรับ พีเอชเป็น 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10, 11 และ 12 เป็นเวลา 15 นาที (จำนวน 3 ซ้ำ) จากนั้นทำการวิเคราะห์หากิจกรรมสัมพัทธ์ของเอนไซม์อะไมเลส ในขณะที่การศึกษาการคงสภาพของเอนไซม์อะไมเลสจะใช้เวลาในการศึกษา ณ พีเอชข้างต้น ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

5. ผลของอุณหภูมิต่อกิจกรรมและการคงสภาพของเอนไซม์อะไมเลส

ศึกษาผลของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบ โดยนำสารละลายส่วนใส (supernatant) ที่ได้จากข้อ 2 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มกับ 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำแป้ง ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ที่มีการปรับพีเอชเป็น 9.0 นำเอนไซม์ไปบ่มที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันคือ 37, 40, 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (จำนวน 3 ซ้ำ) จากนั้นทำการวิเคราะห์หากิจกรรมสัมพัทธ์ของเอนไซม์อะไมเลส ในขณะที่การศึกษาการคงสภาพของเอนไซม์อะไมเลสจะใช้เวลาในการศึกษา ณ อุณหภูมิข้างต้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

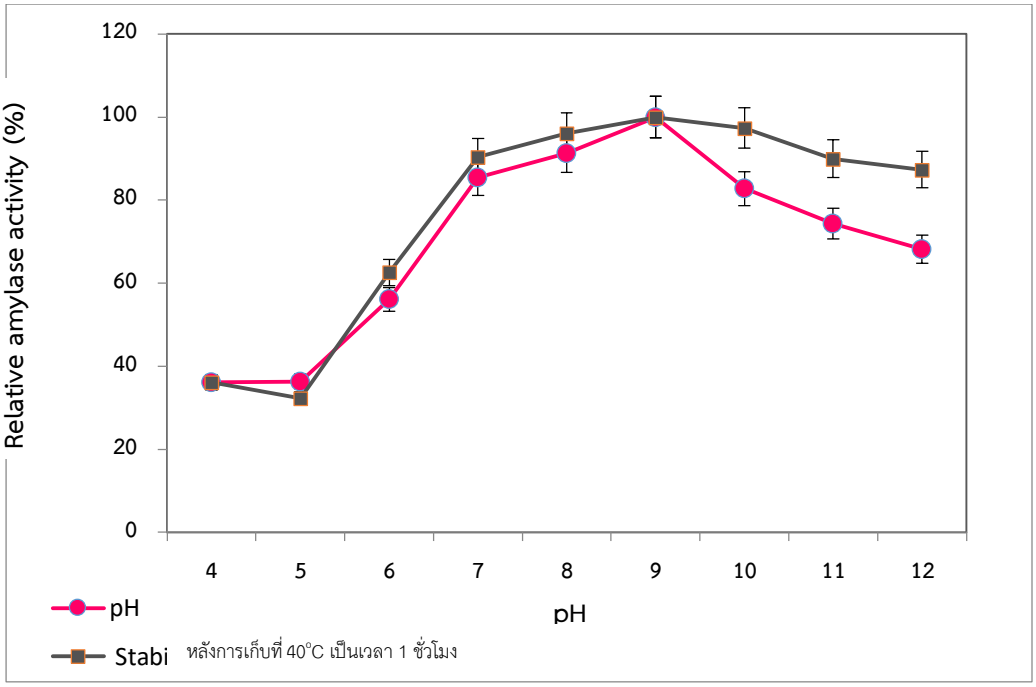
6. ผลของไอออนของโลหะหนักต่อกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส

ศึกษาผลของไอออนของโลหะหนักต่อกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบ นำส่วนใส (supernatant) จากข้อ 2 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มกับ 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำแป้ง ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ที่ปรับพีเอชเป็น 9.0 และผสมอยู่กับสารละลายของ $CaCl_2$, $FeSO_4$, $NiCl_2$, $MnCl_2$, $BaCl_2$, $CuSo_4$, $MgCl_2$ และ $CoSo_4$ ที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ เพื่อเป็นการศึกษาผลของไอออน Ca^{2+}, Fe^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Ba^{2+}, Cu^{2+}, Mg^{2+}และ Co^{2+} ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (จำนวน 3 ซ้ำ) จากนั้นไปทำการตรวจหากิจกรรมสัมพัทธ์ของเอนไซม์อะไมเลส

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลของพีเอชต่อกิจกรรมและการคงสภาพของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจาก *Bacillus* sp. AC39

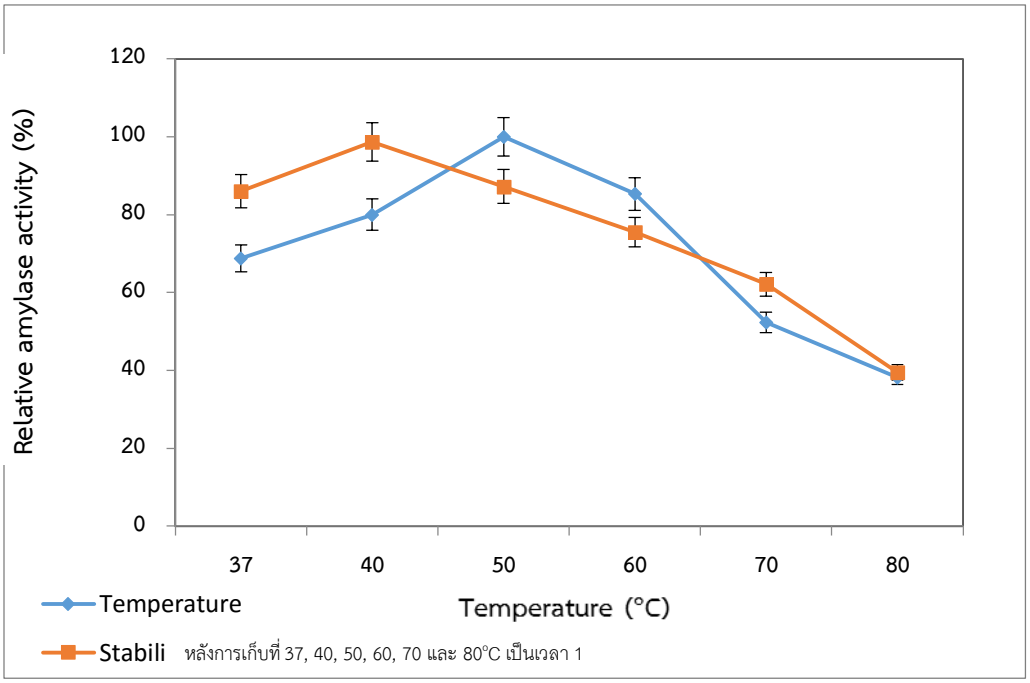
ผลของพีเอชต่อกิจกรรมและการคงสภาพของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจาก *Bacillus* sp. AC39 แสดงในภาพที่ 1 พบว่าที่พีเอช 4.0 และ 5.0 เอนไซม์จะมีค่ากิจกรรมน้อยและค่อย ๆ มีค่ากิจกรรมเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มค่าเอชเป็น 6.0, 7.0 และ 8.0 จนเมื่อเพิ่มค่าพีเอชเป็น 9.0 เอนไซม์จะมีกิจกรรมสูงสุด ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจาก *Bacillus* sp. AC39 สามารถทำงานได้ดีในสภาวะพีเอชที่เป็นกลางและทำงานได้ดีที่สุดในสภาวะพีเอชที่เป็นด่าง รวมทั้งสามารถคงสภาพกิจกรรมได้ดีในสภาวะที่เป็นด่าง (พีเอช 8.0-10.0) เช่นเดียวกัน ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยความสามารถการคงสภาพของกิจกรรมเอนไซม์จะต่ำในสภาวะที่เป็นกรด (พีเอช 4.0-5.0) และเป็นกลาง (พีเอช 6.0-7.0) ผลของการศึกษาครั้งนี้บ่งบอกอย่างชัดเจนว่าอะไมเลสสกัดหยาบจากเชื้อสายพันธุ์นี้เป็นเอนไซม์ที่ชอบสภาวะด่าง ซึ่งเป็นกลุ่มของเอนไซม์ที่มีความสำคัญในเชิงอุตสาหกรรมที่นิยมใช้เป็นสารเติมแต่งในอุตสาหกรรมซักล้าง ความสามารถในการคงสภาพของกิจกรรมเอนไซม์นี้สามารถเปรียบเทียบได้กับเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจาก *Bacillus methylotrophicus* สายพันธุ์ P11-2 (Xie *et al*., 2014) หรืออะไมเลสจาก *Bacillus licheniformis* MTCC1483 ที่คงสภาพการทำงานในสภาวะด่างได้ดีเป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่พีเอช 6.0-10.0 (Dahiya and Rathi, 2015)



ภาพที่ 1 ผลของพีเอชต่อกิจกรรมและการคงสภาพของเอนไซม์อะไมเลสจาก *Bacillus* sp. AC39 ณ ค่าพีเอชต่าง ๆ ตั้งแต่ 4.0 ถึง 12.0 ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

2. ผลของอุณหภูมิต่อกิจกรรมและการคงสภาพของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจาก *Bacillus* sp. AC39

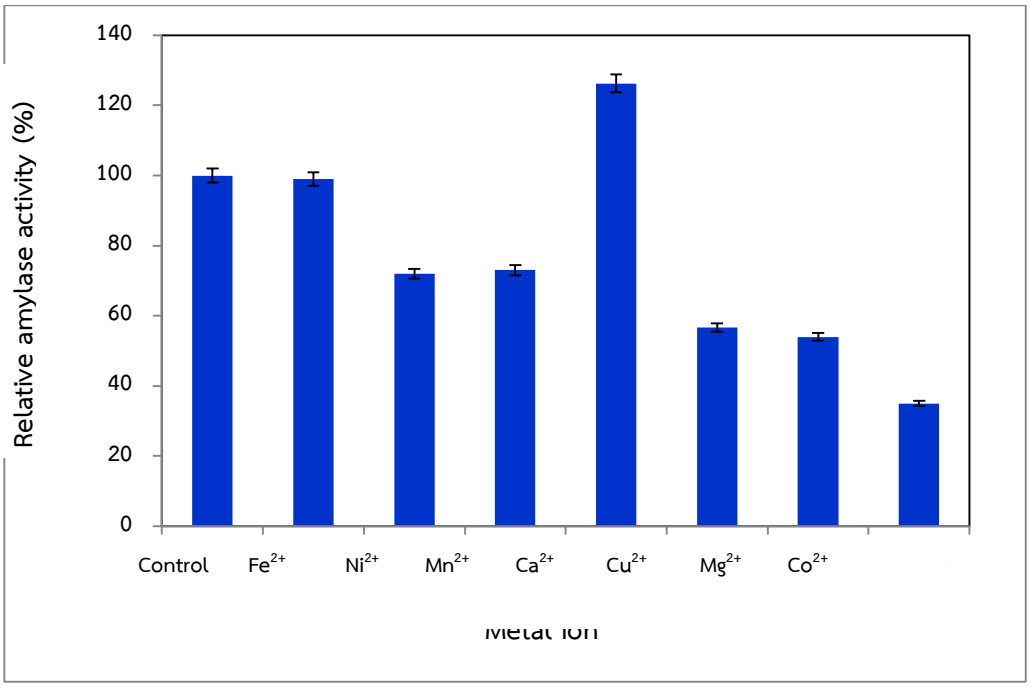
จากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันตั้งแต่ 37 ถึง 80 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2) ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ อะไมเลสจาก *Bacillus* sp. AC39 ผลปรากฏว่ากิจกรรมของเอนไซม์จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จนกระทั่งให้ค่ากิจกรรมสูงสุดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเป็น 60 องศาเซลเซียส พบว่าเอนไซม์ยังคงมีกิจกรรมมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ โดยกิจกรรมจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 70 และ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการศึกษานี้เช่นเดียวกับกิจกรรมของเอนไซม์จาก *Bacillus* sp. ที่คัดแยกจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร (Saxenal and Singh, 2011) และใกล้เคียงกับกิจกรรมของเอนไซม์จาก *Bacillus subtilis* ซึ่งมีค่ากิจกรรมเอนไซม์สูงสุดที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส (Al-Johani *et al*., 2017) ในขณะที่การศึกษาการคงสภาพของเอนไซม์ในแต่ละอุณหภูมิเพื่อเป็นแนวทางให้ทราบว่าเอนไซม์สามารถคงสภาพการทำงานได้ในระดับอุณหภูมิที่สูงมากเท่าใด เนื่องจากการคงสภาพการทำงานของเอนไซม์ที่อุณหภูมิสูง ๆ นั้นเป็นอีกหนึ่งความสำคัญต่อเศรษฐกิจในการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม (Deb et al., 2013) จากผลการศึกษาพบว่าเอนไซม์สามารถคงสภาพกิจกรรมได้ดีที่อุณหภูมิ 37-40 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิเหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์คือ 50 องศาเซลเซียส การคงสภาพกิจกรรมของเอนไซม์จะเริ่มลดลง อย่างไรก็ตามพบว่า ณ อุณหภูมินี้เอนไซม์ยังคงสามารถทำงานได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นการคงสภาพของเอนไซม์จะลดลง แสดงว่าเอนไซม์ชนิดนี้มีความสามารถคงกิจกรรมในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ซึ่งจากผลที่ปรากฏพบว่ามีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับเอนไซม์อะไมเลสจาก *Rhizobium* sp. strain INPA R-926 (Oliveira *et al*., 2010) หรือเอนไซม์อะไมเลสจาก *Bacillus amyloliquefaciens* P-001



ภาพที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่อกิจกรรมและการคงสภาพของเอนไซม์อะไมเลสจาก *Bacillus* sp. AC39 ที่พีเอช 9.0 และอุณหภูมิต่าง ๆ ตั้งแต่ 37 ถึง 80 องศาเซลเซียส

3. ผลของไอออนของโลหะต่อกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส

ไอออนของโลหะมีความสำคัญต่อกิจกรรมของเอนไซม์โดยจะทำหน้าที่เป็นโคแฟคเตอร์ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของเอนไซม์ที่ทำให้โครงรูปของสารตั้งต้นของเอนไซม์มีความเสถียรภาพจนสามารถเข้าจับกับเอนไซม์ที่บริเวณเร่งได้ มีผลให้เกิดการเร่งความเร็วของการปฏิกิริยาระหว่างเอนไซม์กับสารตั้งต้น (Bano *et al*., 2009) การทำงานของเอนไซม์ อะไมเลสส่วนใหญ่ผลของไอออนของโลหะจะมีบทบาทที่สำคัญ โดยพบว่าไอออนของโลหะที่มีผลกระตุ้นการทำงานได้แก่ Ca^{2+}, Mg^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Zn^{2+} (Pandey *et al*., 2000) และจากการศึกษาผลของไอออนของโลหะคือ Ca^{2+}, Fe^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Cu^{2+}, Mg^{2+} และ Co^{2+} ที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส ก *Bacillus* sp. AC39 พบว่าไอออนของ Co^{2+}, Cu^{2+} และ Mg^{2+} จะมีผลยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ ในขณะที่ Ca^{2+} มีผลกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ ดังนั้น Ca^{2+} จึงเป็นไอออนโลหะที่ทำหน้าที่เป็นโคแฟคเตอร์ของเอนไซม์ชนิดนี้ ซึ่งเอนไซม์อะไมเลสจากแบคทีเรียหลาย ๆ สายพันธุ์ ที่กิจกรรมของเอนไซม์ถูกกระตุ้นด้วย Ca^{2+} เช่น เอนไซม์อะไมเลสจาก *Bacillus* sp. สายพันธุ์ SMIA-2 (Carvalho *et al*., 2008), *Bacillus amyloliquefaciens* P-001 (Deb *et al*., 2013) และ *Geobacillus* sp. nov (Febriani *et al*., 2019) เป็นต้น



ภาพที่ 3 ผลของไอออนของโลหะหนักต่อกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสจาก *Bacillus* sp. AC39

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจาก *Bacillus* sp. AC39 พบว่าที่พีเอช 9.0 กิจกรรมของเอนไซม์จะมีค่าสูงสุด และเอนไซม์สามารถคงสภาพกิจกรรมได้เป็นอย่างดีในสภาวะที่เป็นด่าง เมื่อทำการเก็บเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในขณะที่ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส กิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจะ

มีค่าสูงสุด แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทั้งกิจกรรมเอนไซม์และการคงสภาพของเอนไซม์จะมีค่าลดลง แสดงให้เห็นว่าเอนไซม์อะไมเลสสกัดหยาบจาก *Bacillus* sp. AC39 มีศักยภาพสูงสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรมผงซักฟอกได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

เชาวนีพร ชีพประสพ, อาซีย๊ะ สาลาเม็ง และวิไลตา กานา. (2555). "ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเอนไซม์อะไมเลสจากแบคทีเรีย." **ในการประชุมวิชาการระดับชาติ Thailand Research Symposium 2012. การประชุมจัดโดย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ**, คอนเว็นชั่นเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลล์, กรุงเทพ.

Abdullah, R., Shaheen, N., Iqtedar, M., Naz, S. and Iftikhar, T. (2014). Optimization of cultural conditions for the production of alpha amylase by *Aspergillus Niger* (BTM-26) in solid state fermentation. **Pakistan Journal of Botany**. 46(3), 1071–1078.

Al-Johani, N.B., Al-seeni, M.N. and Ahmed, Y.M. (2017). Optimization of alkaline **α**-amylase production by thermophilic *Bacillus subtilis*. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative medicines**. 14(1), 288-301.

Asad, W., Asif, M. and Rasool, S.A. (2011). Extracellular enzyme production by indigenous thermophilic bacteria: partial purification and characterization of □-amylase by *Bacillus* sp. WA21. **Pakistan Journal of Botany**. 43(2), 1045–1052.

Bano, S., Quder, S.A., Aman, A. and Azhar, A. (2009). Partial purification and some properties of **α**-amylase from *Bacillus subtilis* KIBGE-HAS. **Indian Journal of Biochemistry & Biophysics**. 46, 401-404.

Carvalho; R.V., Côrrea, T.L.R, Silva; J.C.M., Oliveira Mansur; L.R.C., Martins, M.L.L. (2008). Prpperties of an amylase from thermophilic *Bacillus* sp. **Brazilian Journal of Microbiology**. 39, 102-107

Dahiya, P. and Rathi, B. (2015). Characterization and application of alkaline **α**-amylase from *Bacillus licheniformis* MTCC1483 as a detergent additive. **International Food Research Journal**. 22(3), 1294-1298.

Deb, P., Talukdar, S.A., Mohsina, K., Sarker, P.K. and Sayem, S.A. (2013). Production and partial characterization of extracellular amylase enzyme from *Bacillus amyloliquefaciens* P-001. **SpringerPlus**. 2, 1-12.

Febriani, Rayyana, Ulya, M., Oesman, F., Akhmaloka, Iqbalsyah, T.M. (2019). Low molecular weight alkaline thermostable **α**-amylase from *Geobacillus* sp. nov. **Heliyon** 5, 1-7.

Oliveira, A.N., Oliveira, L.A. and Andrade, J.S. (2010). Partial characterization of amylases of two Indigenous Central Amazonian Rhizobia strains. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. 53(1), 35-45.

Pandey, A., Nigam, P., Soccol, CR., Soccol, VT., Singh, D. and Mohan, R. (2000). Advances in microbial amylases. **Biotechnology and Applied Biochemistry**. 31:135-152.

Saxenal, R. and Singh, R. (2011). Amylase production by solid-state fermentation of agro-industrial wastes using *Bacillus* sp. **Brazilian Journal of Microbiology**. 42(4), 1334-1342.

Singh, P. and Rani, A. (2014). Isolation and partial characterization of amylase producing *Bacillus* sp. from soil. **International Journal of Pharm Tech Research**. 6(7), 2064-2069.

Sivaramakrishnan, S., Gangadharan, D., Madhavan, KN., and Pandey, A. (2006). Solid culturing of *Bacillus amyloliquefaciens* for alpha amylase production. **Food Technology and Biotechnology**. 44(2), 269-274.

Tanyildizi, M.s. and Elibol, M. (2005). Optimization of **α**-amylase production by *Bacillus* sp. using response surface methodology. **Process Biochemistry**. 40(7), 2291-2296.

Xie, F., Quan, S., Liu, D., Ma, H. and Li, F. (2014). Purification and characterization of a novel **α**-amylase from a newly isolated *Bacillus methylotrophicus* strain P11-2. **Process Biochemistry**. 49, 47–53.

ความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ของนักเรียนสายสามัญและสายวิชาชีพ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

DEMAND OF CONTINUE STUDYING IN THE DEPARTMENTS OF FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, SRU. FOR STUDENTS OF GENERAL EDUCATION AND VOCATIONAL EDUCATION IN SURATTHANI PROVINCE

อาดือนา นิโด[1*], สุวรรณา พลภักดี[2]

Aduena Nido[1*], Suwanna Ponpakdee[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความต้องการศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนสายสามัญและสายวิชาชีพในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนสายสามัญระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน คณิต-วิทย์ คณิต-ศิลป์ และนักเรียนสายวิชาชีพระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 4,965 คน ขนาดตัวอย่าง 382 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบหลายขั้นตอน โดยใช้แบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.937 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบ ได้แก่ ที และการวิเคราะห์ค่าแปรปรวนทางเดียว

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี เนื่องจากไม่มีสาขาวิชาที่ต้องการ ต้องการเลือกเรียนในคณะอื่นกับมีที่เรียนแล้ว และอยู่ไกลบ้าน ความต้องการศึกษาต่อคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 สาขาแรก ได้แก่ สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม ลำดับที่ 2 ได้แก่ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาเคมี และสาขาวิชาพืชศาสตร์ ลำดับที่ 3 สาขาวิชาชีววิทยา สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และสาขาวิชาพืชศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาต่อเพื่อหางานทำ เพื่อการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นไป และเพื่อใช้ความรู้ประกอบอาชีพส่วนตัว

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนโดยภาพรวมและรายด้านมีความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ปัจจัยด้านคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ ปัจจัยด้านสถานที่ ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านกระบวนการเรียน และปัจจัยด้านการรู้จักมหาวิทยาลัย

คำสำคัญ: ปัจจัยตัดสินใจ, ศึกษาต่อ, ระดับอุดมศึกษา, นักเรียนสายสามัญและวิชาชีพ

---

[1]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

[2]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

* **Aduena Nido, E-mail:** aduena.nido@gmail.com

Abstract

The purposes of the research are to explore on the desire to study in Faculty of Science and Technology of the study and Vocational student and the impact factors of the desire to study in Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University (SRU.). The questionnaire with reliability 0.937 is employed to collect the data. The questionnaire is distributed to 382 respondents throughout the multi-stage sampling method. The basic statistic used for data analysis include frequency, percentage, mean and standard deviation .The hypothesis is tested by using t-test and One Way ANOVA.

The findings of the research showed that the majority of the sample would not desire to continue studying in Faculty of Science and Technology, SRU. May be due to it does not has a department that they preferred. As well as the students have decided to study in the other faculty and some already had university for learning. The other reason is because the distance obstacle. They are interested in the department of Community Health, and the department of Industrial Management Technology is the first priority. The second is the department of Environmental Health, department of Chemistry, and department of Plant Science. The third is the department of Biology, department of Aquaculture Technology and department of Plant Science. Their objectives of the study is to find a good jobs and to apply the knowledge for their career.

The factors affecting to the demand for further study in the Faculty of Science and Technology, SRU. overall is at the medium level that sort by descending as follows is physical characteristics factor, location factor, cost factor, personal factor, learning process factor and factor of getting know the University.

Keywords: Factors, Decisions, Further Study, Higher Education Level

บทนำ

การศึกษาเป็นรากฐานของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การพัฒนาด้านการศึกษาเป็นแนวทางที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาบุคลากรในประเทศ โดยเฉพาะการศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีบทบาทสำคัญในการสร้างนวัตกรรม (Innovation) ซึ่งก็คือการเรียนรู้การผลิตและการประยุกต์ใช้จากความคิดใหม่ให้เกิดผลทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม ในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 - 2559) ได้เน้นถึงการศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปีการศึกษา 2559 ได้ตั้งเป้าหมายการผลิตบัณฑิต โดยมีสัดส่วนการรับนักศึกษาในกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพและกลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ เป็น 40 ต่อ 10 ต่อ 50 เท่ากับจำนวนนักศึกษาที่รับเป็น 235,412 คน ต่อ 58,853 คน ต่อ 294,266 คน ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแผนอุดมศึกษาระยะยาว 15 ปี ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2551 - 2565) (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2551)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี เป็นหน่วยงานของรัฐหน่วยงานหนึ่งที่มีพันธกิจ และภารกิจต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่ปัจจุบันนักเรียนที่เลือกเรียนคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแนวโน้มมีจำนวนลดลง จากปีการศึกษา 2560 มีนักศึกษาแรกเข้าจำนวน 705 คน ส่วนในปีการศึกษา 2562 มีนักศึกษาแรกเข้าจำนวน 463 คน ลดลงจำนวน 242 คน คิดเป็นร้อยละ 34.33 (คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) จากปรากฏการณ์ดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีของนักเรียนสายสามัญและสายวิชาชีพ จากสถาบันการศึกษาในจังหวัดสุราษฎร์ธานีว่ามีการตัดสินใจศึกษาต่อหรือไม่อย่างไร และเหตุผลในการเลือกศึกษาต่อและไม่เลือกศึกษาต่อ พร้อมปัจจัยที่ผลต่อความต้องการศึกษาต่อของนักเรียนเหล่านั้น เพื่อคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถวางแผนการจัดการหลักสูตรทางการศึกษาและนโยบายต่าง ๆ ด้านการจัดการของคณะให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ที่ต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะนำมาซึ่งผลประโยชน์ต่อทั้งสองฝ่ายคือคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและผู้ต้องการศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความต้องการศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนสายสามัญและสายวิชาชีพในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี คณะผู้วิจัยดำเนินการตามขั้น ดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนสายสามัญระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน คณิต-วิทย์ คณิต-ศิลป์ และนักเรียนสายวิชาชีพระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 50 โรงเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 4,965 คน และกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามสูตรของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane Taro, 1973 อ้างใน ยุทธ ไกรยวรรณ์, 2550) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 382 คน โดยอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถาม ดำเนินการสร้างโดยศึกษาค้นคว้ากรอบแนวคิด ทฤษฎี จาก ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการสร้างแบบสอบถาม ซึ่งลักษณะข้อคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามแนวของลิเคิร์ท หลังจากให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาแล้ว ดำเนินการทดลองใช้กับนักเรียนสายสามัญระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Coefficient Alpha) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.937 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดถึงจะนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยคณะผู้วิจัยจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง แบบสอบถามที่สร้างแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของนักเรียน ได้แก่ เพศ ที่อยู่ปัจจุบัน แผนการเรียน เกรดเฉลี่ยสะสม อาชีพของผู้ปกครอง รายได้เฉลี่ยรวมต่อเดือนของครอบครัว จำนวนพี่น้องที่ครอบครัวต้องรับผิดชอบภาระค่าเล่าเรียนในปัจจุบัน และการกู้ยืมกองทุน กยศ. เป็นแบบสอบถามชนิดเลือกตอบ จำนวน 8 ข้อ และแบบเติมคำ จำนวน 3 ข้อ

ตอนที่ 2 ความต้องการในการเลือกสาขาวิชาและเหตุผลในการเลือกเรียนและไม่เลือกเรียน เป็นแบบสอบถามชนิดเลือกตอบ จำนวน 3 ข้อ และแบบเติมคำ จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยด้านคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านค่าใช้จ่าย ด้านสถานที่ ด้านการรู้จักมหาวิทยาลัย ด้านกระบวนการเรียน ด้านบุคลากร และด้านลักษณะทางกายภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลคณะผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของนักเรียนชั้น ม.6 และ ปวช. 3 ด้วยค่าความถี่และค่าร้อยละ (%)

2. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยค่าเฉลี่ย (Mean, $\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลส่วนบุคคลของนักเรียนกับความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยค่า t-test

4. วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวด้วยค่า One Way ANOVA.

ผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เป็นหญิง อาศัยอยู่ในอำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี กำลังศึกษาอยู่ในแผนการเรียน วิทย์-คณิต เกรดเฉลี่ยสะสมระหว่าง 2.51 – 3.00 ผู้ปกครองเป็นเกษตรกร มีรายได้เฉลี่ยรวมต่อเดือนของครอบครัว 10,000 – 20,000 บาท มีจำนวนพี่น้องที่ครอบครัวต้องรับผิดชอบภาระค่าเล่าเรียนในปัจจุบัน 2 คน ไม่กู้ยืมกองทุน (กยศ.) และไม่ต้องศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื่องจากไม่มีสาขาวิชาที่ต้องการ ต้องการเลือกเรียนในคณะอื่น กับมีที่เรียนแล้วและอยู่ไกลบ้าน ส่วน 3 สาขาแรกที่นักเรียนต้องการเลือกศึกษาต่อมากที่สุดของลำดับที่ 1 ได้แก่ สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม 3 สาขาแรกของลำดับที่ 2 ได้แก่ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาเคมี และสาขาวิชาพืชศาสตร์ และ 3 สาขาแรกของลำดับที่ 3 ได้แก่ สาขาวิชาชีววิทยา สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และสาขาวิชาสาขาวิชาพืชศาสตร์ วัตถุประสงค์ของการศึกษาต่อคือเพื่อหางานทำ

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน ได้แก่ ด้านคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านลักษณะทางกายภาพ ด้านสถานที่ ด้านค่าใช้จ่าย ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการเรียน และด้านการรู้จักมหาวิทยาลัย ตามลำดับ

ปัจจัยด้านคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ หางานทำง่ายเป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน และมีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับ ตามลำดับ ส่วนมีสาขาวิชาหลากหลายให้เลือกอยู่ในระดับมาก

ปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายมีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าค่าเล่าเรียน ค่าลงทะเบียนผ่อนชำระได้อยู่ในระดับมาก ส่วนค่าใช้จ่ายส่วนตัวอื่น ๆ และค่าหน่วยกิตและค่าธรรมเนียมต่าง ๆ เหมาะสม อยู่ในระดับปางกลาง

ปัจจัยด้านด้านสถานที่ มีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกข้อ ได้แก่ ความสะดวกในการติดต่อ เช่น ติดต่อผ่านทางเว็บไซท์หรือการลงทะเบียนออนไลน์ สถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยอยู่ใกล้บ้านหรือที่พักอาศัย และระยะเวลาและความสะดวกในการเดินทาง ตามลำดับ

ปัจจัยด้านการรู้จักมหาวิทยาลัย มีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกข้อ ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากมหาวิทยาลัยโดยตรง เช่น ทางเวบไซต์ Road show วิทยุ และแผ่นป้ายโฆษณา คำแนะนำจากอาจารย์ฝ่ายแนะแนวที่โรงเรียน และคำแนะนำจากรุ่นพี่ จากผู้ปกครอง ตามลำดับ

ปัจจัยด้านกระบวนการเรียน มีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกข้อ ได้แก่ การเรียนแบบค้นคว้าด้วยตนเอง การเรียนที่เน้นความรู้ลึกซึ้งในทฤษฎี และการเรียนที่เน้นการปฏิบัติจริง ตามลำดับ

ปัจจัยด้านบุคลากร มีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกข้อ ได้แก่ เจ้าหน้าที่มีมนุษย์สัมพันธ์อันดี ยิ้มแย้มแจ่มใส พูดจาสุภาพและให้บริการเป็นอย่างดี อาจารย์มีคุณวุฒิ และมีชื่อเสียงที่ดี และความเอาใจใส่ของอาจารย์ที่มีต่อนักเรียน ตามลำดับ

ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ มีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกข้อ ได้แก่ สถานที่สวยงาม บรรยากาศในมหาวิทยาลัยเหมาะสมกับการเรียน ความครบครันของสาธารณูปโภค เช่น Wifi น้ำดื่ม ตู้เอทีเอ็ม และระบบการรักษาความปลอดภัยที่ดี ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยส่วนบุคคลของนักเรียนกับความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนสายสามัญและสายวิชาชีพในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่านักเรียนที่มีเพศต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายมีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่มีอาชีพของผู้ปกครองต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายมีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่มีรายได้เฉลี่ยรวมต่อเดือนของครอบครัวต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายมีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่มีจำนวนพี่น้องที่ครอบครัวต้องรับผิดชอบภาระค่าเล่าเรียนในปัจจุบันต่างกัน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านค่าใช้จ่ายและด้านการรู้จักมหาวิทยาลัยมีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่มีการกู้ยืมเงิน (กยศ.) ต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย ด้านสถานที่ ด้านการรู้จักมหาวิทยาลัย ด้านกระบวนการเรียน ด้านบุคลากร และด้านลักษณะทางกายภาพ มีความสำคัญต่อความต้องการศึกษาต่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี เนื่องจากไม่มีสาขาวิชาที่ต้องการ ต้องการเลือกเรียนในคณะอื่นกับมีที่เรียนแล้ว และอยู่ไกลบ้าน ความต้องการศึกษาต่อคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 สาขาแรก ได้แก่ สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม ลำดับที่ 2 ได้แก่ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาเคมี และสาขาวิชาพืชศาสตร์ ลำดับที่ 3 สาขาวิชาชีววิทยา สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และสาขาวิชาพืชศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาต่อเพื่อหางานทำ เพื่อการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นไป และเพื่อใช้ความรู้ประกอบอาชีพส่วนตัว

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการศึกษาต่อในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนโดยรวมและรายด้านมีความสำคัญอยู่ในระดับปานกลางเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ ปัจจัยด้านคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ ปัจจัยด้านสถานที่ ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านกระบวนการเรียน และปัจจัยด้านการรู้จักมหาวิทยาลัย

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลที่ได้จากการวิจัยสามารถอภิปรายในประเด็นที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยด้านภาพรวมพบว่านักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการศึกษาต่อโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่าปัจจัยด้านคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือด้านลักษณะทางกายภาพและสุดท้ายคือด้านสถานที่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีมีชื่อเสียงมานานรวม 42 ปี โดยพัฒนามาจากวิทยาลัยครูสุราษฎร์ธานีได้เปิดสอนนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา 2519 ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงตั้งแต่ปีการศึกษา 2521 เปิดสอนระดับปริญญาตรีตั้งแต่ปีการศึกษา 2523 และระดับบัณฑิตศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา 2547 ซึ่งสอดคล้องกับณัชชา สุวรรณวงศ์ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา (ระบบโควตา) พบว่าด้านภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัย ด้านหลักสูตร และด้านความเป็นส่วนตัวมีผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

2. ปัจจัยด้านคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าคณะมีสาขาวิชาหลากหลายให้เลือกอยู่ในระดับมาก ส่วนหางานทำง่ายเป็นที่ต้องการของตลาดแรงงานและมีชื่อเสียงอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเปิดหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตทั้งหมด 17 สาขาวิชาและหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต 1 สาขาวิชา ซึ่งสอดคล้องกับศศิวิมล แสนเมือง (2554) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตั้งใจเลือกมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีของนักเรียนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง พบว่าปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัย ด้านหลักสูตร และด้านเหตุผลส่วนตัวมีผลต่อการตั้งใจเลือกเรียนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. ปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าค่าเล่าเรียน ค่าลงทะเบียนผ่อนชำระได้อยู่ในระดับมาก ส่วนค่าใช้จ่ายส่วนตัวอื่น ๆ และค่าหน่วยกิตและค่าธรรมเนียมต่าง ๆ เหมาะสมอยู่ในระดับปางกลาง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเก็บค่าละทะเบียนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับคณะอื่น ๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราฎร์ธานีและมหาวิทยาลัยอื่น ๆ นอกจากนี้ค่าลงทะเบียนผ่อนชำระได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับเชิดพงษ์ ขีระจิตต์ และคณะ (2559) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนกรับใหญ่ว่องกุศลกิจพิทยาคม พบว่าปัจจัยด้านค่าเล่าเรียนและแหล่งทุนมีผลต่อการเลือกเรียนมหาวิทยาลัยของนักเรียนในระดับมากที่สุด

4. ปัจจัยด้านสถานที่โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกข้อเรียงตามลำดับดังนี้ ความสะดวกในการติดต่อ สถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยอยู่ใกล้ที่พักอาศัยและระยะเวลาและความสะดวกในการเดินทาง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนาเว็บไซต์ให้ทันสมัยอยู่เสมอ รวมทั้งมหาวิทยาลัยได้ปรับปรุงระบบการลงทะเบียนออนไลน์ทำให้สามารถอำนวยความสะดวกแก่ผู้รับบริการได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับวรัทยา ธนูธรรมาคุณ (2556) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจส่งบุตรหลานเข้าศึกษาในโรงเรียนวัดบ้านไร่ ตำบลมาบโป่ง อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี พบว่าผู้ปกครองต้องการให้โรงเรียนจัดบริการต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนประกอบกิจกรรมทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนด้วยความปลอดภัยอยู่ในระดับมาก

5. ปัจจัยด้านการรู้จักมหาวิทยาลัยโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกข้อเรียงตามลำดับดังนี้ ข้อมูลที่ได้จากมหาวิทยาลัยโดยตรง คำแนะนำจากอาจารย์ฝ่ายแนะแนวที่โรงเรียน คำแนะนำจากรุ่นพี่และจากผู้ปกครอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีช่องทางการให้ข้อมูลแก่บุคคลทั่วไปหลายช่องทาง และยังมีโครงการนำข้อมูลของคณะไปนำเสนอในสถานศึกษาต่าง ๆ (Road show) ทำให้นักเรียนได้รับข้อมูลจากคณะโดยตรง ซึ่งไม่สอดคล้องกับอเนก ณะชัยวงค์ (2553) ได้ศึกษาความคิดเห็นต่อการตัดสินใจศึกษาต่อของนักศึกษาภาคปกติในระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกศึกษาต่อของนักศึกษาคือคำแนะนำของบิดามารดาอยู่ในระดับมาก และด้านเหตุผลส่วนตัวรองลงมา

6. ปัจจัยด้านกระบวนการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกข้อเรียงตามลำดับดังนี้ การเรียนแบบค้นคว้าด้วยตนเอง การเรียนที่เน้นความรู้ลึกซึ้งในทฤษฎี และการเรียนที่เน้นการปฏิบัติจริง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีหลากหลายสาขาวิชาทั้งวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ การเรียนการสอนจะให้ความสำคัญกับการค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับณัชชา สุวรรณวงศ์ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานจังหวัดนครราชสีมา พบว่าเป็นมหาวิทยาลัยที่มีความโดดเด่นด้านการเรียนการสอนในระดับมากที่สุด

7. ปัจจัยด้านบุคลากรโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง

ทุกข้อเรียงตามลำดับดังนี้ เจ้าหน้าที่มีมนุษย์สัมพันธ์อันดี ยิ้มแย้มแจ่มใส พูดจาสุภาพและให้บริการเป็นอย่างดี อาจารย์มีคุณวุฒิมีชื่อเสียงที่ดี และความเอาใจใส่ของอาจารย์ที่มีต่อนักเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีมีโครงการอบรมเกี่ยวกับการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพให้กับเจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งไม่สอดคล้องกับศิรภัสสร์ อินทรพาณิชย์ (2553) ได้ศึกษาความต้องการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดชัยภูมิ พบว่าด้านบุคลากรและด้านกระบวนการให้บริการมีผลต่อการเลือกเรียนในระดับอุดมศึกษาของนักเรียนในระดับมาก

8. ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับปานกลางทุกข้อเรียงตามลำดับดังนี้ สถานที่สวยงาม บรรยากาศในมหาวิทยาลัยเหมาะสมกับการเรียน ความครบครันของสาธารณูปโภค และระบบการรักษาความปลอดภัยที่ดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดสถานที่ได้สวยงามทำให้บรรยากาศเหมาะสมกับการเรียน ซึ่งไม่สอดคล้องกับศิรภัสสร์ อินทรพาณิชย์ (2553) ได้ศึกษาความต้องการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดชัยภูมิ พบว่าปัจจัยด้านการสร้างและนำเสนอลักษณะทางกายภาพมีความสำคัญมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือจากบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทวรรณ ช่างคิด ที่กรุณาให้คำแนะนำแง่คิดต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ยิ่งในระหว่างดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณโรงเรียนมัธยมศึกษา และสถาบันการศึกษาสายวิชาชีพในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ได้ให้ความร่วมมือและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการการอุดมศึกษา,สำนักงาน. (2551). **กรอบแผนอุดมศึกษาระยะยาว 15 ปี ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2551 – 2565)**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). **รายงานการประเมินตนเองเพื่อรับการติดตามตรวจสอบและประเมินผลงานคณบดี (9 ตุลาคม 2561 – 30 กันยายน 2562)**. สุราษฎร์ธานี: พิมพ์ที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

เชิดพงษ์ ขีระจิตต์ และคณะ. (2559). "ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกรับใหญ่ว่องกุศลกิจพิทยาคม." ใน **เอกสารรายงานการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 3 ประจำปี 2559**. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยปทุมธานี, 25-30.

ณัชชา สุวรรณวงศ์. (2560), **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา (ระบบโควตา)**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

ยุทธ ไกรยวรรณ์. (2550). **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สือเสริมกรุงเทพ.

วรัทยา ธนูธรรมาคุณ. (2556). **ปัจจัยที่มทีผลต่อการตัดสินใจส่งบุตรหลานเข้าศึกษาในโรงเรียนวัดบ้านไร่ ตำบลมาบโป่ง อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศิรภัสสร์ อินทรพาณิชย์. (2553). **ได้ศึกษาความต้องการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดชัยภูม**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ.

ศศิวิมล แสนเมือง. (2554). **ศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยทีส่งผลต่อการตั้งใจเลือกมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีของนักเรียนที่มีผลการเรียนดี ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง**. วิทยานิพนธ์การจัดการมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อเนก ณะชัยวงค์. (2553). **การศึกษาความคิดเห็นต่อการตัดสินใจศึกษาต่อของนักศึกษาภาคปกติ ในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

พฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสงขลา

Facial Cosmetics Buying Behavior of Students in the University, Songkhla Province

ธนพร อิสระทะ[1]*, เสาวลักษณ์ ทองทรัพย์[2]

Thanaporn Issarata[1*], Saowalak tongsub[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างจะได้จากการคำนวณทั้งสิ้น 385 คน และผู้วิจัยได้ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิเพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดีและครอบคลุม ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 77.70 อายุส่วนใหญ่ 22 ปี คิดเป็นร้อยละ 25.45 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนพบว่าน้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 35.58 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของนักศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เริ่มใช้เครื่องสำอางบำรุงใบหน้าตั้งแต่อายุระหว่าง 13 – 15 ปี คิดเป็นร้อยละ 59.22 และคิดว่าเครื่องสำอางบำรุงใบหน้ามีความสำคัญมากที่สุดเพื่อใช้ในการสร้างภาพลักษณ์ให้ดูดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 47.27 โดยซื้อเฉลี่ย 2 ครั้ง/เดือน คิดเป็นร้อยละ 51.16 แต่ละครั้งจะซื้อราคาไม่เกิน 500 บาท คิดเป็นร้อยละ 45.19 นักศึกษามักจะเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าจากห้างสรรพสินค้า คิดเป็นร้อยละ 58.44 โดยมีดารา นักแสดงเป็นผู้ที่มีอิทธิพลต่อการซื้อ คิดเป็นร้อยละ36.88 โดยผ่านการเสพข้อมูลข่าวสารจากอินเตอร์เน็ตมากที่สุด ร้อยละ 67.27 และยังนิยมเลือกใช้เครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของประเทศไทยเพราะคิดว่าของไทยใช้ดีที่สุด ร้อยละ 39.74

คำสำคัญ: พฤติกรรมการเลือกซื้อ, เครื่องสำอางบำรุงใบหน้า, นักศึกษามหาวิทยาลัย

---

[1] อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2] นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

***Corresponding author, E-mail:** thanaporn.is@skru.ac.th

Abstract

The objectives of this research are to study the facial cosmetics buying behavior of students in the university, Songkhla Province. The data were collected by questionnaires and analyzed by descriptive statistics. The samples consist of 385 people, females (77.70%), mostly of age 22 years old (25.45%), average income was less than 5,000 baht per month (35.58%). The research founded that most of the respondents there were started using facial cosmetics since the age of 13 - 15 years old (59.22%). The attitudes for using facial cosmetics to important because can help and improve personality (47.27%). Frequencies of buying behavior average 2 times per month (51.16%) and buying less than 500 baht at a time (45.19%). The attitudes for using facial cosmetics buying behavior mostly buy from the department store (58.44%) that were influenced by actors or beauty influencers on the internet (67.27%). Thailand's product brands were a good and suitable choice for using facial cosmetics because of good prices and suitable for Thai's skin (39.74%).

Keywords: Buying behavior, Facial cosmetics, Students in the University

บทนำ

เครื่องสำอางนับได้ว่าเป็นสินค้าอุปโภคบริโภคที่ได้รับความนิยมและมีบทบาทที่สำคัญในการเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตประจำวันมากขึ้น ขณะเดียวกันพลังจากโซเชียลมีเดียทำให้ผู้คนใส่ใจภาพลักษณ์ของตนเองมากขึ้นในทุกๆเพศ ไม่เพียงแต่เฉพาะกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นผู้หญิงเท่านั้น ยังรวมไปถึงกลุ่มเพศชายและเพศที่สามอีกด้วย พฤติกรรมของผู้บริโภคจะให้ความสำคัญและมีความต้องการในสินค้าประเภทเครื่องสำอางมากขึ้นมากกว่าทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ตลาดเครื่องสำอางในประเทศไทยมีแนวโน้มขยายตัวได้อย่างต่อเนื่อง โดยผลวิจัยตลาดเครื่องสำอางและความงามในไทย พบว่าตลาดยังมีศักยภาพในการเติบโต จากสถิติภาพรวมของตลาดมีมูลค่าสูงถึง 57,000 ล้านบาท เติบโต 3.8% ในปีที่ผ่านมา เมื่อเจาะดูแต่ละกลุ่มพบว่ากลุ่มดูแลผิวหน้า หรือ Face Care เป็นสัดส่วนสูงสุดถึง 40% รองลงมากลุ่มแฮร์แคร์ 33% กลุ่มเมคอัพ 16% และกลุ่มบอดี้แคร์ 11% (กันตาร์ เวิร์ลพาแนล, 2561) การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องสำอางนำเข้าจากต่างประเทศกลุ่มอาเซียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยบูรพาพบว่า นักศึกษามีพฤติกรรมการเลือกสินค้าประเภทบำรุงผิวพรรณ (Skin care) และสถานที่ซื้อเครื่องสำอางส่วนใหญ่ คือ ห้างสรรพสินค้า และสื่อสังคมออนไลน์มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องสำอางนำเข้าจากประเทศกลุ่มอาเซียน (ฐนิตา ตู้จินดา, 2559) เช่นเดียวกับการศึกษาพฤติกรรมในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าจะอยู่ระดับ Counter Brand ของธันวา ธีรธรรมธาดา พบว่าความถี่ในการซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าโดยเฉลี่ยน้อยกว่า 1 ครั้งต่อเดือน ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยต่อครั้งประมาณ 1,000-5,000 บาท (ธันวา ธีรธรรม

ธาดา, 2558) และการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อเครื่องสำอางบำรุงผิวหน้าของผู้ชายในกรุงเทพมหานคร พบว่า ส่วนใหญ่เลือกซื้อเครื่องสำอางจากห้างค้าปลีกสมัยใหม่ ราคาที่ซื้อต่อชิ้นไม่เกิน 500 บาท และซื้อเครื่องสำอางประเภทครีมทาบำรุงผิวหน้า (กลางวัน กลางคืน ตามลำดับ) (อภิวิชญ์ ภวมัย, 2553) และจากการส่องพฤติกรรมชาวโซเชียลในตลาดเครื่องสำอาง ผลวิจัยชี้คนรุ่นใหม่เน้นดูแลตัวเองและห่วงสวย โดยมักจะนิยมแท็กและค้นหากลุ่มคำในหมวดเครื่องสำอางประเภทผลิตภัณฑ์ดูแลผิวหน้า ติด 1ใน 5 ของการค้นหา (โธธ โซเชียล, 2560) เมื่อผู้บริโภคนิยมใช้เครื่องสำอางบำรุงใบหน้ามากขึ้นก็ส่งผลให้มีการผลิตเครื่องสำอางออกจำหน่ายแข่งขันกันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งมีทั้งการผลิตเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ ได้มาตรฐาน ถูกสุขลักษณะ และการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน การระมัดระวังอันตรายจากเครื่องสำอางสามารถทำได้โดยเลือกซื้อเครื่องสำอางจากผู้ผลิตจำหน่ายที่เชื่อถือได้ มีการระบุ ชื่อ ที่อยู่ของผู้ผลิตอย่างชัดเจน และหากมีสารเคมีที่มีฤทธิ์แรงผสมอยู่ก็จะต้องมีเลขทะเบียนเครื่องสำอางอยู่ด้วย ควรดู ฉลากให้ถี่ถ้วนเสมอ ไม่ควรซื้อเครื่องสำอางที่เร่ขายในราคาถูก เพราะอาจได้รับเครื่องสำอางที่ไม่ได้มาตรฐาน อันตรายจากการใช้เครื่องสำอางไม่ได้มาตรฐานจะทำให้เกิดการแพ้ ผื่นแดง ผิวหน้าดำ ผิวบางลง เมื่อใช้ไปในเวลานานๆ

จากที่มาข้างต้นทำให้เล็งเห็นว่าเครื่องสำอางเขามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้นโดยเฉพาะกลุ่มวัยรุ่นซึ่งอยู่ในช่วงที่สนใจรูปลักษณ์ของตนเองเพื่อให้เป็นที่ดึงดูดของเพศตรงข้ามขณะเดียวกันอันตรายจากการใช้เครื่องสำอางที่ไม่ได้มาตรฐานก็มีจำนวนมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงอยากศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลาเพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางที่ได้มาตรฐานและเป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้ประกอบการได้ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้า

วิธีดำเนินการวิจัย

พฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative) ใช้วิธีการเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยมีลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
   1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา
   กลุ่มตัวอย่าง คำนวณโดยการใช้สูตร (Taro Yamane)

จากการคำนวณ $$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้แทนประชากร

N คือ จำนวนประชากร

e คือ ค่าความคาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง (กำหนดเท่ากับ 0.05)

แทนค่า $n = \frac{10247}{1+(10247)(0.05)^2}$

$= 384.9722$

$= 385$

ดังนั้น ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 385 คน

1.2 เมื่อได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างแล้วผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การสุ่มแบบชั้นภูมิ)Stratified Random sampling) โดยใช้คณะและชั้นปีในการแบ่งชั้นภูมิ ดังตาราง

สูตรการกระจายสัดส่วน $nh = \frac{Nh \times n}{N}$

เมื่อ nh แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการในแต่ละชุมชน

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ต้องการศึกษา

Nh แทน จำนวนประชากรในแต่ละชุมชน

N แทน จำนวนประชากรทั้งหมด

ตารางที่ 1 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามคณะและชั้นปี

คณะ	ชั้นปีที่1		ชั้นปีที่2		ชั้นปีที่3		ชั้นปีที่4		ชั้นปีที่5		รวม	
	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
1.คณะครุศาสตร์	279	10	234	9	253	10	215	8	232	9	1213	46
2.คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	555	21	438	16	519	19	570	22	-	-	2082	78
3.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	380	14	358	13	356	13	541	20	-	-	1635	60
4.คณะวิทยาการจัดการ	858	32	725	27	672	25	778	29	-	-	3033	113
5.คณะเทคโนโลยีการเกษตร	186	7	168	6	186	7	215	8	-	-	755	28
6.คณะศิลปกรรมศาสตร์	204	8	146	6	130	5	138	6	-	-	618	25
7.คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	303	12	306	12	160	6	142	5	-	-	911	35
รวม	**2765**	**104**	**2375**	**89**	**2276**	**85**	**2599**	**98**	**232**	**9**	**10247**	**385**

1.3 จากนั้นใช้การสุ่มอย่างเป็นระบบ (Systematic sampling) โดยนำรหัสนักศึกษาในแต่ละคณะมาจัดเรียงลำดับกำหนดหมายเลขตามบัญชีรายชื่อของประชากร โดยต้องการสุ่มตัวอย่าง 385 คน จากประชากรทั้งหมด 10,247 คน คำนวณช่วงของการสุ่มได้ 10,247/385 เท่ากับ 27 จากนั้นทำการสุ่มหาตัวสุ่มเริ่มต้น โดยวิธีการจับฉลาก หมายเลข 1 – 27 ได้หมายเลข 8 ดังนั้นจึงเลือกสุ่มลำดับเลขที่ของรหัสนักศึกษาในแต่ละคณะ ในลำดับที่ 8, 35, 62,.... ตามลำดับ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม โดยแบ่งโครงสร้างแบบสอบถามออกเป็น 2 ส่วน

- ส่วนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป
- ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้า

3. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- การศึกษาค้นคว้าหนังสือ เอกสารทางวิชาการ โดยศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม
- ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ พร้อมทั้งพิจารณาความถูกต้องชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยมีค่า IOC > 0.5
- นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมานำไปทดลอง (Try-out) ทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability Test) ที่ระดับค่าความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Coefficient Alpha)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- ผู้วิจัยทำแบบสอบถามออนไลน์ส่งผ่านอีเมลไปยังกลุ่มตัวอย่างที่ได้คัดเลือกไว้และให้กลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูลผ่านระบบออนไลน์
- ผู้วิจัยตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์อีกครั้งแล้วลงรหัสข้อมูลในคอมพิวเตอร์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) โดยใช้ตารางแจกแจง และร้อยละ (Percentage)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับการตอบแบบสอบถามจำนวนทั้งสิ้น 385 ชุด โดยนำมาวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป และส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้า ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	86	22.30
	หญิง	299	77.70
	รวม	**385**	**100**
อายุ	18 ปี	13	3.33
	19 ปี	91	23.63
	20 ปี	89	23.11
	21 ปี	85	22.07
	22 ปี	98	25.45
	23 ปี	9	2.33
	รวม	**385**	**100**
ศาสนา	พุทธ	263	68.31
	อิสลาม	122	31.68
	รวม	**385**	**100**
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	น้อยกว่า 5,000 บาท	137	35.58
	5,000 – 7,000 บาท	116	30.12
	7,001 – 9,000 บาท	55	14.28
	9,000 บาทขึ้นไป	77	20.00
	รวม	**385**	**100**
สังกัดคณะ	คณะครุศาสตร์	46	11.94
	คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	78	20.25
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	60	15.58
	คณะวิทยาการจัดการ	113	29.35
	คณะเทคโนโลยีการเกษตร	28	7.27
	คณะศิลปกรรมศาสตร์	25	6.49
	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	35	9.09
	รวม	**385**	**100**

จากตารางที่ 2 พบว่าลักษณะข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 77.70 และเพศชายร้อยละ 22.30 อายุส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่างคือ 22 ปี คิดเป็นร้อยละ 25.45 ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ68.31 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนพบว่า น้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 35.58 และส่วนใหญ่จะสังกัดคณะวิทยาการจัดการ ร้อยละ 29.35

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของนักศึกษา มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา

พฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้า	จำนวน (คน)	ร้อยละ
คุณเริ่มใช้เครื่องสำอางบำรุงใบหน้าตั้งแต่อายุเท่าใด		
ต่ำกว่า 13 ปี	50	12.98
13 – 15 ปี	228	59.22
16 – 18 ปี	81	21.03
19 – 21 ปี	26	6.75
รวม	**385**	**100**
คุณคิดว่าเครื่องสำอางบำรุงใบหน้ามีความสำคัญกับคุณเพียงใด		
มากที่สุด	247	64.15
มาก	75	19.48
ปานกลาง	49	12.72
น้อย	11	2.85
น้อยที่สุด	3	0.77
รวม	**385**	**100**
เหตุผลในการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้า		
เพื่อสร้างภาพลักษณ์ให้ดีขึ้น	182	47.27
เพื่อสร้างความมั่นใจ	131	34.02
เพื่อทดลองของใหม่	35	9.09
เพื่อนหรือคนรู้จักแนะนำ	37	9.61
รวม	**385**	**100**
คุณมักซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าอย่างไร		
ยี่ห้อเดียว	72	18.70
หลายยี่ห้อ	166	43.11
ไม่แน่นอน	147	38.18
รวม	**385**	**100**
คุณซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าบ่อยเพียงใด		
1 ครั้ง/เดือน	80	20.77
2 ครั้ง/เดือน	197	51.16
3 ครั้ง/เดือน	71	18.44
มากกว่า 4 ครั้ง/เดือน	37	9.61
รวม	**385**	**100**
ราคาที่คุณซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้า/ครั้ง		

พฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้า	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่า 500 บาท	174	45.19
501 – 1,000 บาท	152	39.48
1,001 – 1,500 บาท	59	15.32
รวม	**385**	**100**
คุณมักซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าจากที่ใด		
ห้างสรรพสินค้า	225	58.44
ร้านขายเครื่องสำอาง	63	16.36
ร้านค้าทั่วไป	39	10.12
อินเตอร์เน็ต	58	15.06
รวม	**385**	**100**
บุคคลใดมีอิทธิพลในการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของคุณ		
ตนเอง	81	21.03
ดารา นักแสดง	142	36.88
ผู้เชี่ยวชาญ	41	10.64
บุคคลในครอบครัว	19	4.93
เพื่อนหรือคนรู้จัก	69	17.92
สื่อโฆษณา	33	8.57
รวม	**385**	**100**
คุณได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าจากที่ใดมากที่สุด		
บุคคลรอบข้าง	82	21.29
เคาน์เตอร์เครื่องสำอาง	36	9.35
สื่อสิ่งพิมพ์	8	2.07
อินเตอร์เน็ต	259	67.27
รวม	**385**	**100**
เครื่องสำอางบำรุงใบหน้าจากประเทศใด ที่คุณมีความรู้สึกว่าใช้ดีที่สุด		
ไทย	153	39.74
เกาหลี	123	31.94
ญี่ปุ่น	109	28.53
รวม	**385**	**100**

จากตารางที่ 3 พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความสนใจและเริ่มใช้เครื่องสำอางบำรุงใบหน้าตั้งแต่อายุระหว่าง 13 – 15 ปี คิดเป็นร้อยละ 59.22 โดยคิดว่าเครื่องสำอางบำรุงใบหน้ามีความสำคัญมากที่สุดเพื่อใช้ในการสร้าง

ภาพลักษณ์ของตนเองให้ดูดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 47.27 ซึ่งสอดคล้องกับภาพรวมของตลาดเครื่องสำอางที่พบว่า กลุ่มดูแลผิวหน้า หรือ Face Care มีสัดส่วนการตลาดสูงสุดถึง 40% (กันตาร์ เวิร์ลดพาแนล, 2561) โดยมักจะเลือกซื้อหลายยี่ห้อมากกว่ายี่ห้อเดียว คิดเป็นร้อยละ 43.11 และซื้อเฉลี่ย 2 ครั้ง/เดือน คิดเป็นร้อยละ 51.16 และแต่ละครั้งจะซื้อในราคาไม่เกิน 500 บาท คิดเป็นร้อยละ 45.19 ซึ่งเป็นราคาที่นักศึกษาสามารถจ่ายได้จากรายรับที่นักศึกษาได้รับในแต่ละเดือน นักศึกษามักจะเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าจากห้างสรรพสินค้า คิดเป็นร้อยละ 58.44 เป็นแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธันวา ธีรธรรมธาดา ที่พบว่าส่วนใหญ่มักจะเลือกซื้อเครื่องสำอางจากห้างค้าปลีกสมัยใหม่ (ธันวา ธีรธรรมธาดา, 2558) โดยมีดารา นักแสดงเป็นผู้ที่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อ คิดเป็นร้อยละ36.88 ผ่านการเสพข้อมูลข่าวสารจากอินเตอร์เน็ตมากที่สุด ร้อยละ 67.27 และยังคงนิยมเลือกใช้เครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของประเทศไทยเพราะคิดว่าของไทยใช้ดีที่สุด ร้อยละ 39.74

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา พบว่าส่วนใหญ่เริ่มใช้เครื่องสำอางบำรุงใบหน้าตั้งแต่อายุระหว่าง 13 – 15 ปี และคิดว่าเครื่องสำอางบำรุงใบหน้ามีความสำคัญมากที่สุดเพื่อใช้ในการสร้างภาพลักษณ์ให้ดูดีขึ้น โดยซื้อเฉลี่ย 2 ครั้ง/เดือน แต่ละครั้งจะซื้อในราคาไม่เกิน 500 บาท นักศึกษามักจะเลือกซื้อเครื่องสำอางบำรุงใบหน้าจากห้างสรรพสินค้า โดยมีดารา นักแสดงเป็นผู้ที่มีอิทธิพลต่อการซื้อ ผ่านการเสพข้อมูลข่าวสารจากอินเตอร์เน็ตมากที่สุด และยังนิยมเลือกใช้เครื่องสำอางบำรุงใบหน้าของประเทศไทยเพราะคิดว่าของไทยใช้ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิจัยทุกท่านที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และที่สำคัญขอขอบคุณนักศึกษาที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กันตาร์ เวิร์ลดพาแนล. (2561). **เจาะลึกตลาดเครื่องสำอาง และความงามในไทย ยุคที่ผู้บริโภคต้องการสวยเร่งด่วน** (Online). https://brandinside.asia/mkt-gantar-research-1/,1 เมษายน 2561.

ฐนิตา ตู้จินดา. (2559). **ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องสำอางนำเข้าจากประเทศกลุ่มอาเซียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยบูรพา**, งานนิพนธ์หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการธุรกิจโลก วิทยาลัยพาณิชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธันวา ธีรธรรมธาดา. (2558). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้า (Facial Skincare) ระดับ Counter Brand ของผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร**, รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

โธธ โซเชียล. (2560). **ส่องพฤติกรรมชาวโซเชียลในตลาดเครื่องสำอาง-ของใช้ส่วนตัว ผลวิจัย ชี้คนรุ่นใหม่เน้นดูแลตัวเองและห่วงสวย** (Online). https://positioningmag.com/?p=1139135, 1 เมษายน 2561.

อภิวิชญ์ ภวมัย. (2553). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อเครื่องสำอางบำรุงผิวหน าของผู้ชายในกรุงเทพมหานคร**, สารนิพนธ์ บธ.ม. (การตลาด). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Factors affecting the decision to study in Faculty of science and technology at Rajamangala University of Technology Srivijaya

พัชรินทร์ เต็งมีศรี[1]*, กัญทร ยินเจริญ[2], วสันต์ หะยีห์ยะยา[2] และชฎาพร เกลี้ยงจันทร์[2]

สาขาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทั้งหมด 10 สาขาวิชาที่เข้าศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2560 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 239 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามมีทั้งหมด 2 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป และตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียน มี 6 ด้าน ได้แก่ ด้านภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัย ด้านหลักสูตรการเรียนการสอน ด้านอาจารย์ผู้สอน ด้านอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม ด้านการประชาสัมพันธ์ และด้านค่านิยมและการประกอบอาชีพ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไสใหญ่ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าคะแนน เฉลี่ยสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ ด้านภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัย ด้านหลักสูตรการเรียนการสอน และด้านอาจารย์ผู้สอน ตามลำดับ

คำสำคัญ การตัดสินใจ ศึกษาต่อ อุดมศึกษา

---

[1]เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

*Corresponding author, E-mail: jeabttmed1@gmail.com

Abstract

This study was aimed to examine factors affecting the decision to study in Faculty of science and technology at Rajamangala University of Technology Srivijaya. The samples of this study comprise of 239 first year students of the educational year of 2017 from 10 programs of Faculty of science and technology at Rajamangala University of Technology Srivijaya. All data were collected by a questionnaire and analyzed by mean, standard deviation (S.D.). The result of the study revealed Factors affecting the decision to study in the overall were high level. The first, second and third highest being the image of the university, learning and teaching and quality of instructors respectively.

Keywords: Decisions, Further Study, Higher Education Level

บทนำ

การศึกษาเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาชาติให้เจริญก้าวหน้า เนื่องจากการศึกษาช่วยพัฒนาความรู้ ความสามารถ พฤติกรรม และคุณธรรมของบุคคล ทั้งยั้งพัฒนาคนให้เป็นคนที่มีคุณภาพ (วารุณี รักด้วง, 2554) ซึ่งสังคมไทยในปัจจุบันมีการแข่งขันสูง หน่วยงานต่างๆ จึงมีการคัดสรรบุคลากรที่มีคุณภาพเข้าไปร่วมงาน เพื่อเป็นแรงผลักดันองค์กรให้เจริญเติบโตและดำรงอยู่ในได้ในสภาวการณ์ของสังคมปัจจุบัน บุคคลที่มีความรู้ความสามารถสูงจึงมักมีโอกาสในการทำงานในหน่วยงานที่มีคุณภาพ จึงส่งผลให้บุคคลเกิดความกระตือรือร้นในการศึกษาในระดับอุดมศึกษา เพื่อพัฒนาตนเองให้มีความรู้ความสามารถ นำไปสู่การแข่งขันในการเลือกอาชีพที่ดีแก่ตนเอง (หทัยกาญจน์ สิทธิศักดิ์, 2559, วารุณี รักด้วง, 2554,2560)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช เป็นสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษา เพื่อส่งเสริมวิชาการและวิชาชีพชั้นสูงที่เน้นการปฏิบัติ ทำการสอน การวิจัย ให้บริการทางวิชาการแก่สังคม ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยมุ่งหวังให้ผู้สำเร็จการศึกษามีโอกาสในการประกอบอาชีพและศึกษาต่อด้านวิชาชีพที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนใน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ซึ่งจะทำให้ทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา การปรับปรุงหลักสูตรและการบริหารงานภายใน ตลอดจนเป็นแนวทางในการประชาสัมพันธ์เพื่อจูงใจผู้ที่ต้องการจะศึกษาต่อ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาทุกสาขาวิชาในปีการศึกษา 2560 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทั้งหมดจำนวน 239 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาทุกสาขาวิชาในปีการศึกษา 2560 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทั้งหมดจำนวน 239 คน

ตารางที่ 1 สถิตินักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปี 1 ปีการศึกษา 2560 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1
1. สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม (4 ปี)	3
2. สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย (4 ปี)	32
3. สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ (4 ปี)	10
4. สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ (4 ปี)	14
5. สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร (4 ปี)	32
6. สาขาวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ (4 ปี)	14
7. สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม (4 ปี)	3
8. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (4 ปี)	29
9. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (เทียบโอน)	98
10. สาขาการยางและพอลิเมอร์ (เทียบโอน)	7
รวม	**239**
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เก็บข้อมูล	**239**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษา ทฤษฎีและแนวคิดต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นแบบสอบถามปลายปิดและปลายเปิด ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ อายุ เพศ ภูมิลำเนา รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ปกครอง สถานศึกษา และผลการเรียน ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบ (Check List)

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเรียน ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่

1. ด้านภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัย จำนวน 4 ข้อ
2. ด้านหลักสูตรการเรียนการสอน จำนวน 6 ข้อ
3. ด้านอาจารย์ผู้สอน จำนวน 4 ข้อ
4. ด้านอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ข้อ
5. ด้านการประชาสัมพันธ์ จำนวน 4 ข้อ
6. ด้านค่านิยมและการประกอบอาชีพ จำนวน 9 ข้อ

ซึ่งผู้วิจัยกำหนดค่าน้ำหนักคะแนนเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบ เกณฑ์การให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน มากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน มาก

คะแนน 3 หมายถึง มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน ปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน น้อย

คะแนน 1 หมายถึง มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน น้อยที่สุด

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดการวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้

1. ศึกษาหลักการ แนวคิด และทฤษฎีต่างๆ จากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเรียน แล้วกำหนดขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบสอบถาม
2. ศึกษาแนวทางการสร้างแบบสอบถาม จากตำราและเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบสอบถาม
3. สร้างแบบสอบถาม แบ่งเป็น 3 ตอน และพิจารณาเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ขอบเขตการวิจัย และกรอบแนวคิดการวิจัย
4. นำแบบสอบถามเสนอที่ปรึกษาโครงการเพื่อขอคำแนะนำ ปรับปรุง แก้ไข
5. ปรับปรุง แก้ไขแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของที่ปรึกษาโครงการ และตรวจสอบความถูกต้อง
6. นำแบบสอบถามที่แก้ไขแล้วทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มตัวอย่าง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่า (Alpha-Coefficient) โดยวิธีการของ Cronbach โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS
7. นำแบบสอบถามที่ผ่านการทดลองใช้และแก้ไขแล้วเสนอที่ปรึกษาโครงการ เพื่อตรวจสอบฉบับสมบูรณ์
8. จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบสอบถามไปให้นักศึกษา จำนวน 239 คน เพื่อตอบแบบสอบถาม จากนั้นรวบรวมแบบสอบถามและตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบในแบบสอบถาม บันทึกข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติและเขียนสรุปรายงานการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ดังนี้

1. ใช้ค่าร้อยละ (Percentage) เพื่อแสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

2. ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Diviation) เพื่อแสดงระดับของการตัดสินใจเลือกเรียนในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามสูตรหาอันตรภาคชั้น

ค่าเฉลี่ย		ระดับการตัดสินใจ
4.21 – 5.00	หมายถึง	มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน มากที่สุด
3.41 – 4.20	หมายถึง	มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน มาก
2.61 – 3.40	หมายถึง	มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน ปานกลาง
1.81 – 2.60	หมายถึง	มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน น้อย
1.00 – 1.80	หมายถึง	มีความสำคัญต่อการเลือกเรียน น้อยที่สุด

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

นักศึกษาจำนวน 239 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 163 คน คิดเป็นร้อยละ 68.2 และเพศชาย จำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 31.8 พื้นฐานการศึกษา จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมาจบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 98 คน คิดเป็นร้อยละ 41 ผลการเรียน (ก่อนเข้าเรียนที่คณะฯ) ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 2.51-3.00 จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 37.2 รองลงมามีผลการเรียนระหว่าง 2.01-2.50 จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 27.6 ผลการเรียนระหว่าง 3.01-3.50 จำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 23.8 ผลการเรียน 3.50 ขึ้นไป จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ผลการเรียนต่ำกว่า 2.00 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8 ตามลำดับ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ปกครองส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 10,001-15,000 บาท จำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 30.5 รองลงมามีรายได้ระหว่าง 15,001-20,000 บาท จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 28.9 มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 18 และมีรายได้ระหว่าง 20,001-25,000 บาท จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ตามลำดับ

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียน

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเรียนในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ในภาพรวมมีระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมาก โดยส่วนใหญ่เห็นว่าปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ ปัจจัยด้านหลักสูตรการเรียนการสอน และด้านอาจารย์ผู้สอน ตามลำดับ

1. ด้านภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัย ประเมิน 4 ข้อ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$= 4.03, S.D. = 0.83) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ ซึ่งในข้อเป็นมหาวิทยาลัยของรัฐที่มีชื่อเสียงมานาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$= 4.10, S.D. = 0.97) รองลงมาคือ เป็นมหาวิทยาลัยที่เปิดสอนหลากหลายสาขาวิชา และเป็นมหาวิทยาลัยที่มีความโดดเด่นด้านเทคโนโลยี ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจาก มหาวิทยาลัยฯ มีชื่อเสียงมายาวนานและมีความเป็นเลิศทางวิชาการซึ่งเป็นภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยฯ อันจะช่วยทำให้เกิดการจดจำการบอกถึงคุณลักษณะเด่นของมหาวิทยาลัยฯ รวมทั้งก่อให้เกิดความภาคภูมิใจเมื่อได้เข้ามาศึกษาและสำเร็จการศึกษาออกไป อีกทั้งบัณฑิตที่จบการศึกษาเป็นที่ยอมรับจากตลาดแรงงานหรือได้รับการยอมรับจากสถานประกอบการ สอดคล้องกับการศึกษาของ ณัชชา สุวรรณวงศ์ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา (ระบบโควตา) ประจำปีการศึกษา 2560 พบว่านักเรียน นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อค่าเฉลี่ยรายข้อใน อันดับที่ 1 คือ เป็นมหาวิทยาลัยของรัฐที่มีชื่อเสียงมานาน

2. ด้านหลักสูตรการเรียนการสอน ประเมิน 6 ข้อ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$= 3.93, S.D. = .88) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ ซึ่งในข้อหลักสูตรที่เปิดสอนเน้นทางด้านสาขาวิชาชีพ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$= 4.03, S.D. = 0.82) รองลงมาคือ หลักสูตรที่เปิดสอนมีคุณภาพและมีจำนวนหน่วยกิตที่เหมาะสม และมีระบบรับนักเรียนแบบโควตาหรือรับตรง ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีหลักสูตรที่เปิดสอนเน้นทางด้านสาขาวิชาชีพ อีกทั้งยังเปิดสอนหลากหลายหลักสูตรให้นักศึกษาได้เลือกเรียนได้ตรงตามความต้องการ ได้แก่ หลักสูตรภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร หลักสูตรชีววิทยาประยุกต์ หลักสูตรเทคโนโลยีน้ำมันปาล์มและโอลิโอเคมี หลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหการ หลักสูตรเทคโนโลยีการยาง หลักสูตรการแพทย์แผนไทย และหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งทุกหลักสูตรได้จัดการเรียนการสอนโดยเน้นอัตลักษณ์บัณฑิตนักปฏิบัติ จึงส่งผลให้สามารถผลิตบัณฑิตให้เป็นที่ยอมรับจากตลาดแรงงานหรือได้รับการยอมรับจากสถานประกอบการ สอดคล้องกับการศึกษาของ ธันยากร ช่วยเพื่อนทุกข์ (2557) พบว่า โดยเห็นว่ามหาวิทยาลัยมีหลักสูตรที่เมื่อเรียนจบแล้วสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นได้ เป็นความสำคัญอันดับแรก รองลงมาคือนักศึกษามีความเอมั่นในประสิทธิภาพของหลักสูตรที่เปิดสอน และมีสาขาวิชาหลากหลายให้เลือกเรียน

3. ด้านอาจารย์ผู้สอน ประเมิน 4 ข้อ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$= 3.90, S.D. = .89) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ส่วนใหญ่มีระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งในข้ออาจารย์ผู้สอนมีความรู้ ความชำนาญ และเชี่ยวชาญในวิชาที่สอน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$= 3.99, S.D. = 0.99) รองลงมาคือ อาจารย์ผู้สอนจบจากสถาบันการศึกษาที่มีชื่อเสียง และอาจารย์ผู้สอนเป็นบุคคลที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับทั่วไปในวงการศึกษา ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ รจเลข สายคำ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยในการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตภาคเหนือตอนล่าง พบว่า ชื่อเสียงหรือคุณภาพของอาจารย์ผู้สอนในสถาบัน มีผลต่อระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมาก รองมาจากชื่อเสียงหรือการเป็นที่ยอมรับในสังคมของสถาบัน

4. ด้านอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม ประเมิน 3 ข้อ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$= 3.80, S.D. = 0.96) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ ซึ่งในข้อมีสภาพแวดล้อมกว้างขวางร่มรื่น และสวยงามมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$= 3.90, S.D. = 0.92) รองลงมาคือ มีห้องเรียนและห้องปฏิบัติการที่ทันสมัยและมีอุปกรณ์การเรียนการสอนที่มีความพร้อม ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากมหาวิทยาลัยตั้งอยู่ติดถนนใหญ่ สามารถเดินทางไปมาได้สะดวก มีพื้นที่กว้างขวาง สภาพอากาศดีและสภาพแวดล้อมร่มรื่น สอดคล้องกับการศึกษาของ รจเลข สายคำ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยในการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตภาคเหนือตอนล่าง พบว่า ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมของสถาบันอยู่ในระดับมาก โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมความร่มรื่นภายในสถาบัน ความทันสมัยของอาคารเรียน ความพร้อมและความทันสมัยของอุปกรณ์สำหรับการเรียนการสอน

5. ด้านการประชาสัมพันธ์ ประเมิน 4 ข้อ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.63, S.D. = 1.03) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ ซึ่งในข้อได้รับข้อมูลจากการประชาสัมพันธ์ทางเว็บไซต์และสื่อสังคมออนไลน์ และได้รับข้อมูลจากรุ่นพี่ที่เรียนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากัน ($\bar{x}$= 3.68) รองลงมาคือ ได้รับข้อมูลจากการประชาสัมพันธ์ไปยังโรงเรียนโดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากมีการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งทางเว็บไซต์และสื่อสังคมออนไลน์ ซึ่งทำให้นักศึกษาเข้าถึงข้อมูลการประชาสัมพันธ์ได้ง่ายและรวดเร็ว และมีการประชาสัมพันธ์ในโรงเรียนโดยตรง นอกจากนี้รุ่นพี่ยังเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับนักศึกษาทำให้ได้รับข้อมูลที่ต้องการอย่างชัดเจน สอดคล้องกับการศึกษาของ ดวงฤทัย แก้วคำ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ของนักศึกษามหาวิทยาลัยในเขตดุสิต พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าด้านการประชาสัมพันธ์โดยรวมส่งผลต่อการตัดสินใจ เลือกเข้าศึกษาต่ออยู่ในระดับมาก ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับมหาวิทยาลัยที่มีการประชาสัมพันธ์แจ้งข้อมูล ข่าวสารการรับสมัครนักศึกษา เนื้อหาการประชาสัมพันธ์ที่มีความครบถ้วน

6. ด้านค่านิยมและการประกอบอาชีพ ประเมิน 9 ข้อ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.21, S.D. = 1.20) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมาก 4 ข้อ ได้แก่ เป็นสาขาวิชาที่ได้การ

ยกย่องจากสังคม หลักสูตรที่เปิดสอนตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน เป็นสถานศึกษาใกล้บ้าน และบิดามารดา หรือผู้ปกครองแนะนำ นอกจากนี้มีระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับน้อย 2 ข้อ ได้แก่ รุ่นพี่แนะนำ และเลือกเรียนตามเพื่อนที่สนิท สอดคล้องกับการศึกษาของ รจเลข สายคำ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยในการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตภาคเหนือตอนล่าง พบว่า ที่ตั้งของสถาบันอยู่ใกล้บ้านเป็นปัจจัยข้อหนึ่งที่มีผลการต่อการเลือกศึกษาซึ่งมีค่าการประเมินอยู่ในระดับมาก และจากการพิจารณาประเด็นรายข้อเพิ่มเติมพบว่าบิดามารดาหรือผู้ปกครอง เป็นบุคคลใกล้เคียงที่มีผลต่อนักศึกษาในระดับมากเป็นอันดับที่ 1 ต่อการตัดสินใจเลือกเรียน ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ ณัชชา สุวรรณวงศ์ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา (ระบบโควตา) ประจำปีการศึกษา 2560 พบว่า รุ่นพี่เป็นผู้แนะนำให้เลือกเรียนในมหาวิทยาลัยอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นอับดับ 1 รองลงมาคือ ผู้ปกครองของนักเรียนแนะนำให้เลือกเรียนในมหาวิทยาลัยอยู่ในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนเงินงบประมาณเงินรายได้ – วิจัยสถาบัน ประจำงบประมาณ 2561 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

ณัชชา สุวรรณวงศ์. (2560). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา (ระบบโควตา) ประจำปีการศึกษา 2560.** งานบริหารงานทั่วไป สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

ดวงฤทัย แก้วคำ และวิมลพรรณ อาภาเวท. (2559). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ของนักศึกษามหาวิทยาลัยในเขตดุสิต.** วารสารเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มทร.พระนคร. 1(2), 42-49.

ธันยากร ช่วยเพื่อนทุกข์. (2557). **ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเรียนในระดับอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ของนักศึกษาปริญญาตรี.** รายงานการวิจัยทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

รจเรข สายคำ และวัฒนา พัดเกตุ. (2560). **ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา และความสนใจเข้าศึกษาต่อในคณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตภาคเหนือตอนล่าง.** นเรศวรวฺิย ครั้งที่ 13: วิจัยและนวัตกรรมขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม. 1348-1358

วารุณี รักด้วง. (2559). **ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรบริหารธุรกิจ ที่มหาวิทยาลัยสยาม.** สารนิพนธ์ หลักสูตรบริหารธุรกจิมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม.

หทัยกาญจน์ สิทธิศักดิ์. (2559). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาเอก หลักสูตรบริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต** ของนักศึกษาปริญญาโท มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านบริหารธุรกิจราชมงคลพระนคร และการนำเสนอผลงานวิจัยเชิงสร้างสรรค์ การจัดการธุรกิจและเทคโนโลยีดิจิทัล, (293-307). วันศุกร์ที่ 16-17 ธันวาคม พ.ศ.2559.

การศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์

A study of factors with teaching and learning management in mathematics curriculum.

นางสาวภัทรพิชชา แก้วศรีขาว[*] , นางสาวนฤมล ภูภักดี

Miss Patpitcha Kaewsrikhaw and miss narumon pupakdee

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาภาคปกติ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ลงทะเบียนภาคการศึกษา 1/2560 ในมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา มีขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 146 คน โดยศึกษาทั้งประชากร จากนั้นผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คือ ปัจจัยด้านผู้สอน โดยมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.36 , S.D. = 0.59) รองลงมาคือ ปัจจัยด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.17 , S.D. = 0.62) ปัจจัยด้านรายวิชาในหลักสูตร โดยมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.13 , S.D. = 0.64) ปัจจัยด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน โดยมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก($\bar{X}$ = 4.08 , S.D. = 0.67) และปัจจัยด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ โดยมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.69 , S.D. = 0.76)

คำสำคัญ: การศึกษาปัจจัย , การจัดการเรียนการสอน , หลักสูตร

---

[1]อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[*]Corresponding author, E-mail: Patpitcha.k@yru.ac.th

Abstract

This research aimed to study factors in teaching and learning of Mathematics program and study the students' suggestion and recommendation for teaching and learning development of Mathematics program, faculty of Science, technology and agriculture, Yala Rajabhat University. The samples of this study were 146 Mathematics students who enroll as weekday students in the first semester of academic year 2018. The purposive sampling method was used to select the group of samples. The questionnaire regarding factors in teaching and learning of Mathematics program was distributed to the samples. Basic statistics including percentage, mean, and standard deviation were used to analyze the data.

The results revealed that factors affecting teaching and learning management of Mathematics program, faculty of Science, technology and agriculture, Yala Rajabhat University include instructor factor with comments at a high level ($\bar{X}$ = 4.36 , S.D. = 0.59) , teaching strategies and activities with comments at a high level ($\bar{X}$ = 4.17 , S.D. = 0.62), courses with comments at a high level ($\bar{X}$ = 4.13 , S.D. = 0.64) , teaching and learning evaluation and assessment with comments at a high level ($\bar{X}$ = 4.08 , S.D. = 0.67), and learning materials support with comments at a high level ($\bar{X}$ = 3.69 , S.D. = 0.76).

Keywords: study factors, The teaching and learning, curriculum.

บทนำ

การจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาเป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาคนเพื่อเข้าสู่วิชาชีพ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศ (สำนักมาตรฐานอุดมศึกษา. 2545) ดังพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 ในหมวด 6 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 และมาตรา 24 เน้นการจัดการศึกษาที่ยึดผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามความถนัด เต็มศักยภาพโดยฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการจากประสบการณ์จริง ให้คิดเป็นทำเป็น รักการอ่าน เกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง เกิดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนต้องมีรูปแบบที่หลากหลายเพื่อนให้สนองความต้องการของผู้เรียนรายบุคคลได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษานั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้เรียนเมื่อสำเร็จการศึกษาออกไปแล้วจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในภาคส่วนต่าง ๆ ของสังคม

พันธกิจหลักของผู้สอนระดับอุดมศึกษานั้น มีหน้าที่จัดการเรียนการสอน การวิจัย การบริการวิชาการ และการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ทั้งนี้ผู้สอนส่วนใหญ่ที่สอนในระดับอุดมศึกษาสำเร็จการศึกษาจากสาขาวิชาต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ และไม่ได้ศึกษาวิชาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์การสอนมาก่อน ทำให้อาจมีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องทักษะในการจัดการเรียนการสอน หรือเทคนิควิธีการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งแนวโน้มของการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาในปัจจุบันให้ความสำคัญในเรื่อง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยอาศัยปรัชญาการสอนและทฤษฎีการเรียนรู้ การพัฒนาสื่อประกอบการสอน และการวัดและประเมินผล (รังสีจันท์ สุวรรณสทิศกร, 2555)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญในการปรับปรุงและการพัฒนาในการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาให้ตรงกับความต้องการของนักศึกษา โดยผู้วิจัยสนใจศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 5 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านรายวิชาในหลักสูตร ปัจจัยด้านผู้สอน ปัจจัยด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ปัจจัยด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน และปัจจัยด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ เพื่อนำข้อเสนอแนะของนักศึกษามาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเพื่อตอบสนองความต้องการของนักศึกษาอย่างแท้จริง

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง การศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

การวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาโดยการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาภาคปกติ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ลงทะเบียนภาคการศึกษา 1/2560 ในมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ซึ่งมีจำนวนนักศึกษา คือ 146 คน โดยศึกษาทั้งประชากร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของการศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ คือ ปัจจัยด้านรายวิชาในหลักสูตร ปัจจัยด้านผู้สอน ปัจจัยด้านวิธีการสอน

และกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน และปัจจัยด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วน โดยกำหนดระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบคำถามปลายเปิด

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบสอบถามของการศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ การเข้าเรียนต่อภาคการศึกษา โดยการแจกแจงความถี่ และค่าร้อยละ และนำเสนอในรูปแบบตารางและแปลผลโดยการบรรยาย

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของการการศึกษาปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ โดยการคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และนำเสนอในรูปแบบตารางและแปลผลโดยการบรรยาย ซึ่งจะแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 162)

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา และนำเสนอในรูปแบบของการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่
   - การแจกแจงความถี่
   - ค่าความถี่
   - ค่าร้อยละ
2. สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
   - การหาค่าร้อยละ (Percentage)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การจำแนกข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นนักศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 คือ จำแนกตามเพศ และจำนวนครั้งในการเข้าเรียนต่อภาคการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	20	13.70
หญิง	126	86.30
รวม	**146**	**100.00**
2. การเข้าเรียนต่อภาคการศึกษา		
น้อยกว่า 5 ครั้ง	1	0.68
5 – 12 ครั้ง	3	2.06
มากกว่า 12 ครั้งขึ้นไป	142	97.26
รวม	**146**	**100.00**

จากตารางที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 86.30 และมีการเข้าเรียนต่อภาคการศึกษามากกว่า 12 ครั้งขึ้นไป จำนวน 142 คน คิดเป็นร้อยละ 97.26

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ จำแนกเป็นรายด้าน

ปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	แปลผล	S.D.
1. ด้านรายวิชาในหลักสูตร	4.13	มาก	0.64
2. ด้านผู้สอน	4.39	มาก	0.59
3. ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน	4.17	มาก	0.62
4. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน	4.08	มาก	0.67
5. ด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้	3.69	มาก	0.76
รวม	**4.09**	**มาก**	**0.66**

จากตารางที่ 2 พบว่าระดับความพึงพอใจของนักศึกษา ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยภาพรวมนักศึกษามีพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.09 , S.D. = 0.66) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านผู้สอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.39 , S.D. = 0.59) รองลงมาคือด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.17 , S.D. = 0.62) ด้านรายวิชาในหลักสูตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.13 , S.D. = 0.64) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.08 , S.D. = 0.67) และด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.69 , S.D. = 0.76)

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน

1. อยากให้อาจารย์แจ้งผลหลังการสอบทุกครั้ง
2. อยากให้มีวิธีการสอนที่หลากหลาย
3. อยากให้มีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย
4. อยากให้มีการปลูกฝังจิตวิญญาณความเป็นครู
5. อยากให้มีหนังสือ ตำรา หนังสือที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้หลากหลายและมากกว่านี้
6. อยากให้อาจารย์ทบทวนก่อนการสอบปลายภาค
7. อาจารย์แต่งกายเรียบร้อย
8. อาจารย์พูดจาสุภาพอ่อนโยน
9. อาจารย์น่ารัก มีความเป็นกันเอง และสามารถเข้าถึงได้ง่าย

อภิปรายผลการวิจัย

ปัจจัยของการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา พบว่าด้านรายวิชาในหลักสูตร ด้านผู้สอน ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน และด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.09 , S.D. = 0.66) และยังพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจด้านผู้สอนของอาจารย์สูงที่สุด ($\bar{X}$ = 4.39 , S.D. = 0.59) เพราะหลักสูตรคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลามีการคัดเลือกและแต่งตั้งอาจารย์ในสาขาอย่างรอบคอบและรัดกุม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วาสน์ระรวย อินทรสงเคราะห์ (2553 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษา ความพึงพอใจของนักศึกษาวิทยาลัยราชพฤกษ์ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งวิทยาลัยเทคโนโลยีภูเก็ตที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอน พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านการสอนของอาจารย์ ด้านสื่อการสอนและอุปกรณ์การสอน ด้านการวัดและประเมินผล ด้านบุคลิกลักษณะของอาจารย์ และด้านประโยชน์ที่นักศึกษาได้รับจากการเรียนในรายวิชานั้น ในภาพรวมอยู่ในระดับมากทุกสาขาวิชา โดยนักศึกษามีความพึงพอใจด้านบุคลิกลักษณะของอาจารย์สูงที่สุด เมื่อพิจารณาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอน จำแนกตามสาขาวิชา ในภาพรวมแต่ละสาขา พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากทุก

สาขาวิชา และเมื่อพิจารณาจำแนกเป็นรายด้าน พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากทุกด้าน จากการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอนในแต่ละสาขาวิชา พบว่าระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอนแต่ละสาขาวิชาในด้านต่าง ๆ แตกต่างกันเกือบทุกด้าน ยกเว้นด้านสื่อการสอนและอุปกรณ์การสอนที่ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาทุกสาขาวิชาไม่แตกต่างกัน การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยราชพฤกษ์ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งวิทยาลัยเทคโนโลยีภูเก็ตกับความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอน

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินบำรุงการศึกษาประจำปีการศึกษา 2561 คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการตอบแบบสอบถาม ขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรในสำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ช่วยเหลือในการทำวิจัยนี้จนประสบความสำเร็จด้วยดี และขอขอบพระคุณมารดาและครอบครัวที่เป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

วาสน์ระรวย อินทรสงเคราะห์. (2553). ความพึงพอใจของนักศึกษาวิทยาลัยราชพฤกษ์ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งวิทยาลัย เทคโนโลยีภูเก็ตที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอน. ภูเก็ต: วิทยาลัยราชพฤกษ์ ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง วิทยาลัยเทคโนโลยีภูเก็ต.

รังสีจันท์ สุวรรณสทิศกร.(2555). รายงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อ การจัดการเรียนการสอนรายวิชา LSC 305 การจัดการผู้ขายปัจจัยการผลิตสัมพันธ์.

การยอมรับและการรับรู้ประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Acceptance and Perceived Benefits of Freshmen Welcoming Activities in Songkhla Rajabhat University

เยาวลักษณ์ เตี้ยนวน[1*], อัยนูร ยูโซะ[2]

Yaowalak Teanuan[*], Aiun Yuso[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับและการรับรู้ประโยชน์ต่อกิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ปีการศึกษา 2562 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 350 คน ใช้การเลือกตัวอย่างแบบชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม 3 ตอน ได้แก่ 1) ข้อมูลส่วนบุคคล 2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับกิจกรรมรับน้องและการรับรู้ประโยชน์ต่อกิจกรรมรับน้อง 3) แบบวัดความเครียด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณา ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า 1) นักศึกษาส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง ร้อยละ 57.71 นับถือศาสนาอิสลาม ร้อยละ 51.14 มีความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมรับน้องคิดเป็นร้อยละ 65.43 โดยยินดีเข้าร่วมกิจกรรมรับน้องด้วยความเต็มใจ คิดเป็นร้อยละ 64.29 2) นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มีการยอมรับในรูปแบบและมาตรการควบคุมป้องกันกิจกรรมรับน้องอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$= 3.31, SD=0.55) และการรับรู้ประโยชน์จากกิจกรรมรับน้องอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.79, SD=0.77) 3) นักศึกษาส่วนใหญ่มีระดับความเครียดโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$= 1.64, SD = 0.82) คิดเป็นร้อยละ 60.93 ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบกิจกรรมรับน้องที่เหมาะสมและสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

คำสำคัญ: การยอมรับ, การรับรู้ประโยชน์, กิจกรรมรับน้อง

---

[1]อาจารย์ประจำหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[2]นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

[*]**Corresponding author, E-mail:** yaowalak.te@skru.ac.th

Abstract

This study was a survey research. The researcher aimed to study acceptance and perceived benefits of freshmen welcoming activities in Songkhla Rajabhat University. The 350 new SKRU students were selected using stratified sampling method. The data was collected by using questionnaires which were 1) Personal information, 2) Opinions about the acceptance and Perceived Benefits of freshmen welcoming activities, and 3) Stress test. The data was analyzed by using descriptive statistics percentage, mean and standard deviation. The results were found that: 1) Most of the freshmen (57.71) were female, Islamic religion (51.14 %). The freshmen are interested in joining the welcoming activities (65.43 %) by willing to participate in activities to welcoming activities was 64.29 % 2) The freshmen accepted the form and the preventive control measures of the welcoming activities in a moderate level ($\bar{X}$ = 3.31, SD=0.55) and perceived benefits of freshmen welcoming activities at a high level ($\bar{X}$ = 3.79,SD=0.77) 3) Most of the freshmen appraised a medium level of stress ($\bar{X}$ = 1.64, SD = 0.82) at a percentage of 60.93. The study results could be determined to develop guidelines for Proper and creative welcoming activities of the freshmen at SKRU.

Keywords: Acceptance, Perceived benefits, Freshmen welcoming activities

บทนำ

กิจกรรมรับน้องเป็นกิจกรรมที่นักศึกษาเข้าใหม่ต้องพบเจอ ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมรับน้อง แต่ละที่แตกต่างกันมีทั้งแบบสร้างสรรค์และไม่สร้างสรรค์ โดยเฉพาะรูปแบบรับน้องที่เรียกว่า ระบบ SOTUS เป็นระบบที่ใช้การขู่ ตะโกน การสั่งการจากรุ่นพี่เพื่อให้เกิดความกดดันแก่นักศึกษาเข้าใหม่ ซึ่งรูปแบบดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับวิธีการรับน้องที่รุนแรงเกินขอบเขต รวมไปถึงการทำอนาจารทางเพศและทำร้ายร่างกาย เป็นต้น เป็นภาพสะท้อนความตกต่ำของกิจกรรม ซึ่งมีผลต่อภาวะสุขภาพจิตของนักศึกษาเข้าใหม่ ก่อให้เกิดความเครียด ความวิตกกังวล มีผลต่อการเรียนและการใช้ชีวิตได้ จากข้อมูลมหาวิทยาลัยในต่างประเทศยังได้รายงานถึงความเป็นไปได้ของการฆ่าตัวตายของนักศึกษา อันเนื่องมาจากหวาดกลัวจากการต้องเข้าร่วมกิจกรรมที่พวกเขาไม่เต็มใจด้วย (ธนพันเดชอุปการ, 2550) แต่อย่างไรก็ตามกิจกรรมรับน้องแบบสร้างสรรค์ เป็นกิจกรรมที่ดี สร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างเพื่อน รุ่นพี่ และสถาบัน ทำให้นักศึกษาเข้าใหม่ได้เข้าใจและปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของคนทั่วไปที่ระบุว่า การจัดกิจกรรมรับน้องที่สร้างสรรค์ มีประโยชน์ต่อตัวรุ่นน้องและสังคม คิดเป็นร้อยละ 61.31 รองลงมาให้สถาบันการศึกษาออกมาตรการป้องกันการรับน้องที่ชัดเจน และมีการรับน้องแบบโปร่งใสโดยให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วม คิดเป็นร้อยละ 33.78 และร้อยละ 26.03 ตามลำดับ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2561)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาถือว่ากิจกรรมของนักศึกษาเป็นกิจกรมที่เพิ่มพูนประสบการณ์ การใช้ชีวิตกิจกรรมประชุมเชียร์และรับน้องใหม่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลานั้น มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นักศึกษามีความเป็นระเบียบวินัย มีความอดทน รู้จักช่วยเหลือผู้อื่น และทำให้มีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษารุ่นพี่และรุ่นน้อง การจัดกิจกรรมและน้องใหม่ จะจัดกิจกรรมภายใต้ประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ขององค์การกิจกรรม

นักศึกษาจะมีการลงมติเห็นชอบให้จัดกิจกรรมดังกล่าวได้ (สำนักส่งเสริมและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2562) โดยรูปแบบการรับน้องใหม่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลานั้นมีหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรับน้องใหม่เชิงสร้างสรรค์ให้ทำกิจกรรมจิตอาสาและเสริมสร้างความสามัคคี แต่พบว่ายังแอบมีการรับน้องแบบการข่มขู่บังคับ และใช้การตะโดน สั่งให้น้องทำตาม มีการลงโทษน้องในแบบต่างๆ ซึ่งมหาวิทยาลัยได้ออกกฎระเบียบและมาตรการลงโทษการรับน้องที่ไม่ถูกต้องไว้แล้ว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการยอมรับและการรับรู้ต่อประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เพื่อนำไปพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ และตอบโจทย์ความต้องการของนักศึกษาได้

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มประชากร/ กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาเรื่อง การยอมรับ และการรับรู้ประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research Design) ประชากรกลุ่มเป้าหมาย เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 (ภาคปกติ) มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ทั้ง 7 คณะ จำนวน 2,788 คน คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการหาจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และกำหนดระดับความคาดเคลื่อนของการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 0.05 ดังนี้

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2}$$

เมื่อกำหนด

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้แทนประชากร

N = จำนวนประชากร

E = ความคาดเคลื่อนของการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (กำหนด 0.05)

$$n = \frac{2788}{1+2788(0.05)^2}$$

$$n = 349.81$$

ดังนั้น ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 350 คน ในการเก็บข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลจากนักศึกษาครอบคลุมทุกคณะ และทุกชั้นปี

จึงใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบการแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Sampling) โดยใช้คณะในการแบ่งชั้นภูมิ กำหนดกลุ่มตัวอย่างแต่ละคณะแบบสัดส่วน ดังตารางที่ 1

ตารางที่1 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามคณะ

คณะ	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
ครุศาสตร์	343	43
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	597	75
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	396	50
วิทยาการจัดการ	849	106
เทคโนโลยีการเกษตร	176	22
ศิลปกรรมศาสตร์	150	19
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	277	35
รวม	**2,788**	**350**

ที่มา: ระบบบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา (2562)

จากนั้นใช้การสุ่มอย่างเป็นระบบ (Systematic sampling) โดยนำรหัสนักศึกษาในแต่ละคณะมาจัดเรียงลำดับกำหนดหมายเลขตามบัญชีรายชื่อของประชากร โดยต้องการสุ่มตัวอย่าง 350 คน จากประชากรทั้งหมด 2,788 คน คำนวณช่วงของการสุ่มได้ 2,788/ 350 เท่ากับ 8 จากนั้นทำการสุ่มหาตัวสุ่มเริ่มต้น โดยวิธีการจับฉลากหมายเลข 1 – 8 ได้หมายเลข 2 ดังนั้นจึงเลือกสุ่มลำดับเลขที่ของรหัสนักศึกษาในแต่ละคณะ ในลำดับที่ 2, 10, 18,.... ตามลำดับ) โดยงานวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยเป็นผู้เก็บแบบสอบถามเอง แต่เพื่อลดอคติ (bias) ที่อาจทำให้ผลการวิจัยคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการให้กลุ่มตัวอย่างให้ข้อมูลผ่านการทำแบบสอบถามออนไลน์ Google forms โดยจัดส่งลิงค์ให้นักศึกษาเข้าตอบผ่านทางอีเมลของมหาวิทยาลัย (รหัสนักศึกษา@parichat.skru.ac.th) สุ่มจนได้จำนวนแบบสอบถามครบตามกำหนด ทั้งนี้เพื่อเป็นการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่างและเป็นไปตามจริยธรรมการวิจัย ในการตอบแบบสอบถามจะไม่มีการระบุชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม และหากกลุ่มตัวอย่างไม่เต็มใจ/ ไม่ยินดีตอบแบบสอบถาม สามารถยกเลิกได้ทันที โดยไม่มีผลต่อการเรียน และการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัยใดใดทั้งสิ้น

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามที่ผู้ศึกษาได้พัฒนา/ ดัดแปลงขึ้นมาจากการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่างๆที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC > 0.7 ทุกข้อ และมีการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability Test) ที่ระดับค่าความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Coefficient Alpha) ของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 ซึ่งประกอบด้วย 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา คณะ ความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมรับน้อง และความเต็มใจเข้าร่วมกิจกรรมรับน้อง โดยเป็นแบบสอบถามให้เลือกตอบและเติมข้อมูล

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับกิจกรรมรับน้องและการรับรู้ประโยชน์ต่อกิจกรรมรับน้อง ลักษณะการวัดเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ (น้อยที่สุด-น้อย-ปานกลาง-มาก-มากที่สุด)

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับแบบประเมินความเครียด (ST5) (กรมสุขภาพจิต, 2562) จำนวน 5 ข้อ ลักษณะการวัดเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ (แทบไม่มี – เป็นบางครั้ง – บ่อยครั้ง - เป็นประจำ) โดยให้คะแนน 0 – 3 การแปลผล

- ช่วงค่าคะแนน 0 - 4 แปลผล เครียดน้อย
- ช่วงค่าคะแนน 5 - 7 แปลผล เครียดปานกลาง
- ช่วงค่าคะแนน 8 - 9 แปลผล เครียดมาก
- ช่วงค่าคะแนน 10 - 15 แปลผล เครียดมากที่สุด

การวิเคราะห์ผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Portable PASW Statistics version 18 มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยสถิติที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติที่ใช้ ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยเกณฑ์ค่าคะแนนที่ใช้ในการวิเคราะห์และการแปลผลของแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับกิจกรรมรับน้องและการรับรู้ประโยชน์ต่อกิจกรรมรับน้อง ดังนี้

- ช่วงค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 ระดับความคิดเห็น น้อยที่สุด
- ช่วงค่าคะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 ระดับความคิดเห็น น้อย
- ช่วงค่าคะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 ระดับความคิดเห็น ปานกลาง
- ช่วงค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 ระดับความคิดเห็น มาก
- ช่วงค่าคะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 ระดับความคิดเห็น มากที่สุด

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการยอมรับและการรับรู้ต่อประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 57.71 มีอายุอยู่ในช่วง 18 – 19 ปี คิดเป็นร้อยละ 79.43 นับถือศาสนาอิสลามและศาสนาพุทธ คิดเป็นร้อยละ 51.14 และ 48.86 ตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาคณะวิทยาการจัดการ คิดเป็นร้อยละ 30.29 รองลงมาเป็นนักศึกษาคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คิดเป็นร้อยละ 21.41 และ 14.20 ตามลำดับ ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่มีความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมรับน้องคิดเป็นร้อยละ 65.43 และเต็มใจเข้าร่วมกิจกรรมรับน้องด้วยความสมัครใจ คิดเป็นร้อยละ 64.29

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการยอมรับกิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ลำดับ	การยอมรับกิจกรรมรับน้อง	$\bar{X}$	SD	แปลผล
รูปแบบการรับน้อง				
1	การตะคอกน้องใหม่ ขู่ ใช้เสียงดัง	1.21	0.81	น้อยที่สุด
2	การให้น้องแต่งกายด้วยชุดประชุมเชียร์	3.42	0.91	ปานกลาง
3	การแสดงความสามารถของน้องใหม่ด้วยความสมัครใจ	4.53	0.79	มากที่สุด
4	การสอนน้องร้องเพลง	3.65	0.95	มาก
5	การสอนน้องบูม ร้องเพลง	4.07	0.95	มาก
6	การอบรมน้องเรื่องการแต่งเครื่องแบบ นักศึกษา	3.49	1.22	ปานกลาง
7	การอบรมน้องเรื่องมารยาทต่างๆ	4.12	0.96	มาก
8	การมอบหมายให้หารายชื่อเพื่อน/รุ่นพี่	3.01	1.36	ปานกลาง
9	การลงโทษโดยให้วิดพื้น	2.27	0.96	น้อย
10	การลงโทษโดยให้สก๊อตจั้ม	1.80	0.40	น้อย
11	การลงโทษโดยการให้นอนราบกับพื้นหญ้า	1.78	0.41	น้อย
12	การจัดกิจกรรมรับน้องต่อเนื่องนานหลายวัน	1.76	0.43	น้อย
13	การจัดกิจกรรมในช่วงเวลา 18.00-22.00 น.	1.91	0.28	น้อย
14	การพาน้องใหม่เดินรอบมหาวิทยาลัยเป็นหมู่คณะ	3.69	1.11	มาก
15	การเปิดตัวพี่อบรม/พี่สอนร้องเพลง	3.40	1.28	ปานกลาง
16	การผูกข้อมือน้องใหม่	3.29	1.20	ปานกลาง
17	การเปิดตัวสายรหัส	3.42	1.31	ปานกลาง
18	การทำกิจกรรม walk rally ในบริเวณรอบมหาวิทยาลัย	3.83	1.06	มาก
19	กิจกรรมบายศรีสู่ขวัญ	3.92	1.00	มาก
20	การเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาน้องใหม่	4.05	1.00	มาก
21	การทำกิจกรรมสันทนาการร่วมกัน ระหว่างรุ่นพี่และรุ่นน้องหลังเสร็จสิ้น การประชุมเชียร์	3.92	0.97	มาก
22	การบำเพ็ญประโยชน์	3.97	1.01	มาก
23	การเข้าค่ายพักแรม	3.70	1.00	มาก

ลำดับ	การยอมรับกิจกรรมรับน้อง	$\bar{X}$	SD	แปลผล
24	การเดินขึ้นเขาตังกวน	3.98	1.01	มาก
25	การบังคับให้รุ่นน้องเข้าร่วมกิจกรรม	1.33	0.47	น้อยที่สุด
26	การบังคับฝืนใจให้กระทำโดยรุ่นพี่อย่างไม่มีเหตุผล	1.41	0.49	น้อยที่สุด
มาตรการควบคุมกิจกรรมรับน้อง				
27	กิจกรรมรับน้องของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาอยู่ภายใต้ควบคุมของกองพัฒนานักศึกษา และคณาจารย์	3.86	1.01	มาก
28	ห้ามรุ่นพี่ละเมิดมาตรการที่วางไว้	3.96	1.00	มาก
29	กำหนดวันเวลาเข้าร่วมกิจกรรมรับน้องอย่างชัดเจน และควรทำกิจกรรมรับน้องภายในเวลาที่กำหนดเท่านั้น ถ้าฝ่าฝืนรุ่นพี่จะได้รับโทษตามที่วางไว้	3.97	0.99	มาก
30	รุ่นน้องมีสิทธิ์ขัดคำสั่งของรุ่นพี่ โดยใช้คำประกาศของกองพัฒนานักศึกษา	3.80	1.07	มาก
31	รุ่นพี่พูดตะคอก ขู่เข็ญทำให้ตกใจ คุก 1 เดือน	3.80	1.13	มาก
32	รุ่นพี่กระทำเป็นเหตุให้รุ่นน้องเสียชีวิต คุก 10 ปี	3.74	1.11	มาก
33	รุ่นพี่มีการลงไม้ลงมือทำร้ายร่างกาย คุก 2 ปี	3.87	1.16	มาก
34	รับน้องมีการบาดเจ็บสาหัส คุก 3 ปี	3.79	1.11	มาก
35	รุ่นน้องต้องการกลับ แต่รุ่นพี่ไม่ให้กลับ คุก 3 ปี	3.83	1.17	มาก
	ภาพรวม	**3.31**	**0.55**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ 2 พบว่า การศึกษาข้อมูลการยอมรับกิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีการยอมรับในรูปแบบและมาตรการควบคุมป้องกันของกิจกรรมรับน้องในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$= 3.31, SD=0.55) โดยมีความคิดเห็นยอมรับรูปแบบการจัดกิจกรรมรับน้องที่อยู่ในระดับมากที่สุดคือ การแสดงความสามารถของน้องใหม่ด้วยความสมัครใจ ($\bar{X}$= 4.53, SD=0.79) รองลงมาคือ การอบรมน้องเรื่องมารยาทต่าง ๆ และการสอนน้องบูม ร้องเพลง ($\bar{X}$= 4.12, SD=0.96, $\bar{X}$= 4.07, SD=0.95) ตามลำดับ ส่วนการจัดกิจกรรมกิจกรรมรับน้องที่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลายอมรับได้น้อยที่สุด 3 ลำดับแรกคือ การตะคอกน้องใหม่ ขู่ ใช้เสียงดัง ($\bar{X}$= 1.21, SD=0.81) รองลงมาคือ การบังคับให้รุ่นน้องเข้าร่วมกิจกรรม และการบังคับฝืนใจให้กระทำโดยรุ่นพี่อย่างไม่มีเหตุผล ($\bar{X}$=1.33, SD=0.47, $\bar{X}$= 1.41, SD=0.49) ตามลำดับ

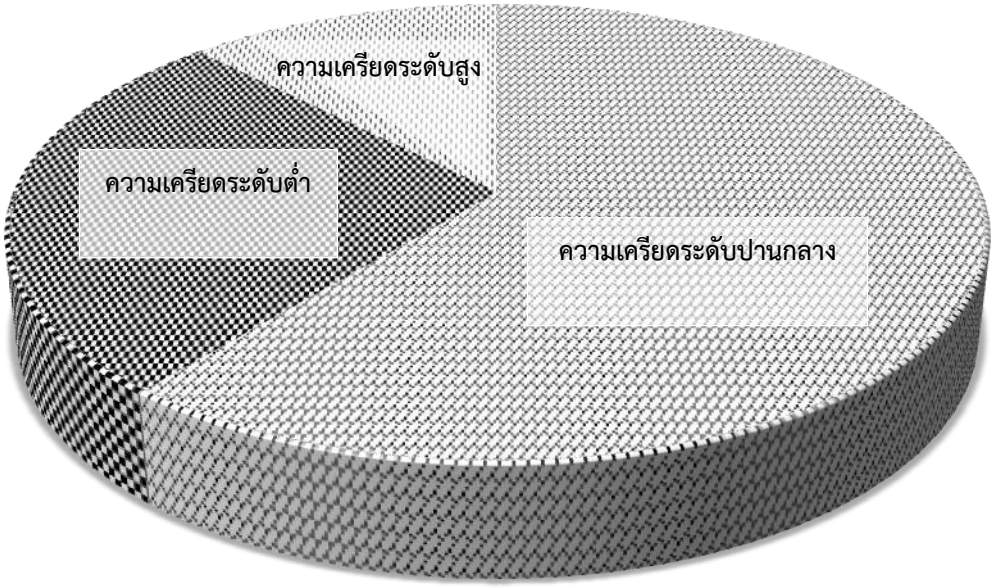
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการรับรู้ประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ลำดับ	การรับรู้ต่อประโยชน์กิจกรรมรับน้อง	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1	ก่อให้เกิดความรักและเป็นส่วนหนึ่งของคณะ/ มหาวิทยาลัย	3.83	1.02	มาก
2	ก่อให้เกิดความเคารพรุ่นพี่	3.79	1.02	มาก
3	ก่อให้เกิดความสามัคคีระหว่างน้องใหม่	3.91	0.98	มาก
4	ก่อให้เกิดความรู้สึกผูกพันฉันท์พี่น้อง	3.78	0.98	มาก
5	มีความรู้สึกที่ต้องการช่วยเหลือเกื้อกูล ซึ่งกันและกัน	3.93	0.99	มาก
6	ก่อให้เกิดความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น	3.86	0.94	มาก
7	รู้จักการให้อภัย	3.90	1.01	มาก
8	ฝึกความมีวินัยอดทน อดกลั้น	4.04	0.94	มาก
9	สามารถปรับตัวเข้ากับผู้อื่น และ สิ่งแวดล้อมได้	3.94	0.99	มาก
10	ได้ทำความรู้จักเพื่อนและรุ่นพี่	3.87	0.95	มาก
11	ก่อให้เกิดความอับอาย ขุ่นแค้น เจ็บใจ	3.64	1.14	มาก
12	ก่อให้เกิดความกลัวรุ่นพี่	3.73	1.06	มาก
13	ทำให้ผู้ปกครองเป็นห่วง	3.80	1.10	มาก
14	ส่งผลกระทบต่อด้านร่างกาย เช่น เจ็บป่วย	3.67	1.11	มาก
15	ส่งผลกระทบด้านจิตใจ เช่น ความเครียด ความกดดันต่าง ๆ	3.91	1.14	มาก
16	ส่งผลกระทบด้านการละเมิดสิทธิส่วนบุคคล	3.74	1.00	มาก
17	ส่งผลกระทบด้านการเรียน เช่น หลับในห้องเรียน เข้าห้องเรียนสาย เป็นต้น	3.70	1.16	มาก
	ภาพรวม	**3.79**	**0.77**	**มาก**

ซึ่งจากตารางที่ 3 พบว่าการรับรู้ประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีการรับรู้ประโยชน์กิจกรรมรับน้องในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.79, SD=0.77) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักศึกษามีการรับรู้ประโยชน์ของกิจกรรมรับน้องมากที่สุดคือ กิจกรรมรับน้องช่วยให้นักศึกษาฝึกความมีวินัยอดทน อดกลั้น นักศึกษามีการรับรู้ประโยชน์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.04, SD=0.94) รองลงมาคือช่วยให้นักศึกษาสามารถปรับตัวเข้ากับผู้อื่นและสิ่งแวดล้อมได้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.94, SD=0.99) และก่อให้เกิดความสามัคคีระหว่างน้องใหม่อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.91, SD=0.98)

และจากการศึกษาความเครียดของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ผ่านแบบวัดความเครียด ST 5 ของกรมสุขภาพจิต ในช่วง 2 สัปดาห์หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมรับน้อง พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความเครียดโดยรวมอยู่ในระดับปาน

กลาง ($\bar{X}$ = 1.64, SD = 0.82) คิดเป็นร้อยละ 60.93 รองลงมาคือ มีความเครียดโดยรวมอยู่ในระดับต่ำและระดับสูง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 26.74 และ 12.33 ตามลำดับ รายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ร้อยละระดับความเครียดในภาพรวมของนักศึกษาชั้นปีที่ 1

อภิปรายผล

การยอมรับและการรับรู้ประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา คณะผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้คือ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมรับน้องด้วยความเต็มใจ แต่ต้องเป็นกิจกรรมที่สร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริภา จันทร์เกื้อและคณะ (2556) ได้ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการประชุมเชียร์และรับน้องใหม่ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยพบว่ากลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนักศึกษามีความสนใจเข้าร่วมโดยไม่มีการบังคับ ถ้าหากเป็นกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์ ส่วนการยอมรับกิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีการยอมรับในรูปแบบและมาตรการควบคุมป้องกันของกิจกรรมรับน้องในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีความคิดเห็นยอมรับรูปแบบการจัดกิจกรรมรับน้องที่อยู่ในระดับมากที่สุดคือ การแสดงความสามารถของน้องใหม่ด้วยความสมัครใจ รองลงมาคือ การอบรมน้องเรื่องมารยาทต่าง ๆ และการสอนน้องบูม ร้องเพลง ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพิมพ์ สารักษ์ (2556) ได้ศึกษาเรื่องความคิดเห็นนักศึกษาต่อการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยพบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดของการยอมรับรูปแบบกิจกรรมรับน้อง และมาตรการการรับน้อง 3 อันดับแรก 1) ได้แก่ การทำกิจกรรมรับน้องสันทนาการ เชิงสร้างสรรค์ 2) การสอนบูมร้องเพลง 3) การอบรมเรื่องการแต่งกายเครื่องแบบนักศึกษา ตามลำดับ ส่วนการจัดกิจกรรมกิจกรรมรับน้องที่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลายอมรับได้น้อยที่สุด 3 ลำดับแรกคือ การตะคอกน้องใหม่ ขู่ใช้เสียงดัง รองลงมาคือ การบังคับให้รุ่นน้องเข้าร่วมกิจกรรม และการบังคับฝืนใจให้กระทำโดยรุ่นพี่อย่างไม่มีเหตุผล ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมรับน้องของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาอยู่ในการกำกับควบคุมดูแลโดยกอง

พัฒนานักศึกษาผ่านการดูแลในระดับคณะ หลักสูตร และอาจารย์ที่ปรึกษา เน้นการจัดกิจกรรมรับน้องแบบสร้างสรรค์ แม้จะยังคงมีระบบSOTUSอยู่บ้าง แต่รูปแบบกิจกรรมเป็นกระบวนการทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) (รุ่งอรุณ พรเจริญ และคณะ, 2560) ซึ่งกระบวนการนี้ทำให้นักศึกษามีประสบการณ์และสามารถลงมือปฏิบัติให้เกิดผลสำเร็จได้ ในแต่ละกิจกรรมพยายามสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม ฝึกความอดทน ความมีระเบียบวินัย ก่อเกิดการสร้างความสามัคคีในหมู่คณะ แต่อย่างไรก็ตามการแสดงออกในรูปแบบออกคำสั่ง บังคับโดยใช้คำพูดหรือกริยาที่ไม่เหมาะสม ก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้ตัวนักศึกษาเข้าใหม่กลัวกิจกรรมรับน้อง (อมรเทพ สีนวนสูง, 2559) เนื่องจากปัจจุบันมีข่าวการรับน้องที่รุนแรงเกินกว่าเหตุ รุ่นพี่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ จนเป็นเหตุให้รุ่นน้องได้รับบาดเจ็บหรืออาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ และจากการศึกษาการรับรู้ประโยชน์กิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีการรับรู้ประโยชน์กิจกรรมรับน้องในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภลักษณ์ ร่วมจิตร (2556) ที่พบว่าความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีเกี่ยวกับการรับรู้ต่อประโยชน์กิจกรรมรับน้อง ของข้อดี และข้อเสียอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจาก นักศึกษาเข้าใจวัตถุประสงค์ของการเข้าร่วมกิจกรรม และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่บีบคั้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินความเครียดของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ผ่านแบบวัดความเครียด ST 5 ของกรมสุขภาพจิต ในช่วง 2 สัปดาห์หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมรับน้อง พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความเครียดโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง

สรุปผล

จากการศึกษาการยอมรับและการรับรู้ประโยชน์ต่อกิจกรรมรับน้องของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีการยอมรับในรูปแบบและมาตรการควบคุมป้องกันของกิจกรรมรับน้อง ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.31, SD=0.55) โดยมีความคิดเห็นยอมรับรูปแบบการจัดกิจกรรมรับน้องที่อยู่ในระดับมากที่สุดคือ การแสดงความสามารถของน้องใหม่ด้วยความสมัครใจ ($\bar{X}$ = 4.53, SD=0.79) รองลงมาคือ การอบรมน้องเรื่องมารยาทต่าง ๆ และการสอนน้องบูม ร้องเพลง ($\bar{X}$ = 4.12, SD=0.96, $\bar{X}$ = 4.07, SD=0.95) ตามลำดับ ส่วนการจัดกิจกรรมรับน้องนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลายอมรับได้น้อยที่สุด 3 ลำดับแรกคือ การตะคอกน้องใหม่ ขู่ ใช้เสียงดัง ($\bar{X}$ = 1.21, SD=0.81) รองลงมาคือ การบังคับให้รุ่นน้องเข้าร่วมกิจกรรมและการบังคับฝืนใจให้กระทำโดยรุ่นพี่อย่างไม่มีเหตุผล ($\bar{X}$ =1.33, SD=0.47, $\bar{X}$ = 1.41, SD=0.49) ตามลำดับ นักศึกษามีการรับรู้ประโยชน์กิจกรรมรับน้องในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.79, SD=0.77) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักศึกษามีการรับรู้ประโยชน์ของกิจกรรมรับน้องมากที่สุดคือ กิจกรรมรับน้องช่วยให้นักศึกษาฝึกความมีวินัยอดทน อดกลั้น นักศึกษามีการรับรู้ประโยชน์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.04, SD=0.94) รองลงมาคือช่วยให้นักศึกษาสามารถปรับตัวเข้ากับผู้อื่นและสิ่งแวดล้อมได้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.94, SD=0.99) และก่อให้เกิดความสามัคคีระหว่างน้องใหม่อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.91, SD=0.98) และจากการศึกษาความเครียดของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ผ่านแบบวัดความเครียด ST 5 ของกรมสุขภาพจิต ในช่วง 2 สัปดาห์หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมรับน้อง พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความเครียดโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 1.64, SD = 0.82) คิดเป็นร้อยละ 60.93 รองลงมาคือ มีความเครียดโดยรวมอยู่ในระดับต่ำและระดับสูง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 26.74 และ 12.33 ตามลำดับ ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบกิจกรรมรับน้องที่เหมาะสมและสร้างสรรค์

สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่อนุญาตให้เก็บข้อมูลวิจัย และขอขอบคุณคณะวิจัยทุกท่านที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลวิจัย ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และที่สำคัญขอขอบคุณนักศึกษาเข้าใหม่ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามทำให้ผลการวิจัยสมบูรณ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2562). **แบบประเมินความเครียด (ST5)** (Online). https://www.dmh.go.th/ test/qtest5/. 28 พฤษภาคม 2562.

ธนพัน เดชอุปการ. (2550). **การรับน้องใหม่ในอเมริกา** (Online). http://oknation.nationtv.tv/blog /political4/2007/11/24/entry-1. 1 กรกฎาคม 2561.

พรพิมพ์ สารักษ์. (2556). **การศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ระบบบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. (2562). **กองพัฒนานักศึกษา** (Online). http://std-aff.skru.ac.th/ snk/B-WebSnkH5/index2.php. 25 พฤษภาคม 2562.

รุ่งอรุณ พรเจริญ นุชนารถ ผ่องพุฒิ และทรงสิริ วิชิรานนท์. (2560). ความพึงพอใจของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. **วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.** 11 (2), 130-141.

ศิริภา จันทร์เกื้อ จารุวรรณ สกุลคู และจตุพล ยงศร. (2556). ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการประชุมเชียร์และรับน้องใหม่ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. **วารสารศิลปศาสตร์.** 5(2), 72 - 86

ศุภลักษณ์ ร่วมจิตร. (2556). **ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.** ปริญญานิพนธ์ สาขาการบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้าโพล). (2561). **ประเพณีการรับน้อง ควรมีต่อไป?** (Online). http://nidapoll.nida.ac.th/index.php?op=polls-detail&id=609. 1 กรกฎาคม 2562.

สำนักส่งเสริมและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. (2562). **รายชื่อนักศึกษาใหม่ประจำปีการศึกษา 2562 ภาคปกติ** (Online). http://regis.skru.ac.th/std_ name/webpage/index01.php. 1 กรกฎาคม 2562.

อมรเทพ สีนวนสูง. (2559). ความคิดเห็นต่อการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. **วารสารVeridian E-Journal,Silpakorn University สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ.** 9 (1), 1053 - 1065.

คุณภาพชีวิตในการทำงานด้านโลจิสติกส์ของพนักงานขับรถบรรทุก ในจังหวัดนครศรีธรรมราช

Quality of Life in Logistics Work of Truck Drivers in Nakhon Sri Thammarat

อรปวีณ์ โภคาวัฒนา[1*], มัลลิกา อินพรหม[2]

Onpawee Phokawattana[1*], Malika Inprom[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องคุณภาพชีวิตในการทำงานด้านโลจิสติกส์ของพนักงานขับรถในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปของอาชีพ ลักษณะการทำงาน และเพื่อให้เห็นถึงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาปรับปรุง การสร้างศักยภาพในการทำงานของพนักงานขับรถบรรทุก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือพนักงานขับรถบรรทุกที่มีสถานประกอบการในพื้นที่ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 100 คน จำนวน 30 สถานประกอบการ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นผู้ชายซึ่งอยู่ในช่วงอายุ 31-40 ปี รายได้ 10,001-20,000 บาท/เดือน ระดับการศึกษาอยู่ในช่วงมัธยมศึกษา ไม่เคยประสบอุบัติเหตุระหว่างการทำงาน มีประสบการณ์ในการทำงาน 3-4 ปี ลักษณะการว่าจ้างจะเป็นพนักงานประจำ ระยะเวลาทำงานในแต่ละวันอยู่ที่ 6-8 ชม. ผลการสัมภาษณ์ของผู้ประกอบการพบว่า มีระดับความพึงพอใจที่พนักงานขับรถบรรทุกทำงานได้ดีตามเป้าหมายที่บริษัทกำหนด มีการวางแผนการขนส่งสินค้า ส่วนใหญ่จะมีการจัดอบรมให้กับพนักงานทุกปี ผู้ประกอบการต้องการพนักงานขับรถบรรทุกที่มี 1. บุคลิกน่าเชื่อถือ 2.สุภาพเรียบร้อย 3.มีความรับผิดชอบ 4.ปฏิบัติตามระเบียบของบริษัท 5.ไม่ยุ่งเกี่ยวกับยาเสพติด

คำสำคัญ : คุณภาพชีวิตในการทำงาน , พนักงานขับรถบรรทุก , โลจิสติกส์

[*]**Corresponding author, E-mail:** mimew_onpawee@hotmail.com

Abstract

The research on the quality of life in the logistics work of the driver in Nakhon Sri Thammarat aimed to study the general conditions of the profession features and to examined problems and suggestions for increase the potential for truck drivers. The tools used in this research were questionnaires and interview. The sample group used in the research was truck drivers in Nakhon Sri Thammarat Province, 100 drivers in 30 companies. Data analysis results show that most of the respondents are men ,aged 31-40 years, earning 10,001-20,000 bath/month. Education level is in the secondary level. Never had an accident during work and have 3-4 years working experience, hiring as a permanent employee, the duration of work each day was 6-8 hours.

The result of the entrepreneurs interviewing found that there are satisfy that the truck drivers perform well in accordance with the company's goals. Have product transportation planning. Most will have training for employees every year. The operator needs a truck driver who has 1. Trustworthy personality 2. Polite 3. Responsibility 4. Follow the regulations of the company. 5. Do not interfere with drugs

Keywords: Quanlity of working life, Truck Drivers, Logistics

บทนำ

การขนส่งเปรียบเสมือนเส้นโลหิตใหญ่ของระบบเศรษฐกิจของประเทศเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของประชาชนทุกคน ซึ่งบริษัทการขนส่งในประเทศไทยมีอัตราการเติบโตซึ่งเป็นจากการขยายตัวของการบริโภคในอาเซียน การขยายตัวด้านการขนส่งภายในประเทศพบว่าการขนส่งโดยรถบรรทุกนั้นได้รับความนิยมมากที่สุดประมาณ 80% ของการใช้บริการทั้งหมด (กรมการขนส่งทางบก,2558) ดังนั้น เพื่อให้ระบบการขนส่งทางถนนโดยรถบรรทุกมีคุณภาพ สินค้าที่ส่งถึงมือผู้บริโภคอย่างรวดเร็วและมีความปลอดภัยทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ พนักงานขับรถบรรทุกสินค้า

ในช่วงปี 2560-2564 เพื่อให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนากำลังบุคคล 20 ปีของกระทรวงแรงงาน แต่ที่ผ่านมาบุคลากรที่เข้าสู่การทำงานกลับไม่ใช่บุคคลที่สำเร็จการศึกษาตรงตามวุฒิการศึกษาโดยตรง ในขณะที่รายได้ที่มากทำให้คนจากสาขาวิชาชีพอื่นพร้อมที่จะเปลี่ยนสายงานเข้ามาทำงานด้านนี้ นอกจากนี้ คนที่สำเร็จการศึกษาจากสาขาโลจิสติกส์โดยตรงบางส่วนไม่สามารถใช้งานได้ (กระทรวงแรงงาน,2559)

จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีการกระจายสินค้า เนื่องจากเป็นศูนย์กลางในการขนส่งสินค้าของภาคใต้ ทั้งยังมีการขนส่งโดยรถบรรทุกเป็นจำนวนมาก และสิ่งที่ขาดไม่ได้คือพนักงานขับรถบรรทุกสินค้าที่กำลังเป็นที่ต้องการมากอยู่ในขณะนี้ แต่ชีวิตการทำงานบนท้องถนนของพนักงานขับรถบรรทุกสินค้าไม่ใช่เรื่องที่จะปฏิบัติกันได้ เป็นเรื่องที่เข้าข่ายเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด ดังนั้นพนักงานขับรถบรรทุกสินค้าที่บริษัทหรือ

โรงงานต้องการจะต้องเป็นบุคคลที่เข้าใจถึงสภาพการทำงาน และสามารถมีบทบาทในการช่วยลดอุบัติเหตุได้ด้วยการตระหนักถึงสภาพการจ้างงานที่ดีและปลอดภัย คนขับรถจะต้องชำนาญในการขับดูแลรถให้พร้อมใช้งาน

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้มีแนวความคิดและเห็นความจำเป็นที่จะต้องศึกษาแนวทาง การเพิ่มศักยภาพของพนักงานขับรถบรรทุกสินค้า ในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งผู้ประกอบการและพนักงานขับรถบรรทุก เพื่อให้ผู้ประกอบการได้พนักงานขับรถบรรทุกสินค้าที่มีศักยภาพที่ดี และยังได้ช่วยสร้างการมีศักยภาพให้กับพนักงานขับรถบรรทุกสินค้าทำให้พนักงานขับรถบรรทุกสินค้ามีความต้องการต่อผู้ประกอบการมากขึ้น

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับคุณภาพชีวิตในการทำงานที่ส่งผลต่อการทำงานด้านโลจิสติกส์ของพนักงานขับรถบรรทุก จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. เพื่อให้เห็นถึงปัญหาและเสนอแนะแนวทางการพัฒนาปรับปรุง สร้างศักยภาพการทำงานของพนักงานขับรถบรรทุก จังหวัดนครศรีธรรมราช

วิธีดำเนินการวิจัย

การกำหนดประชากรและสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ พนักงานขับรถบรรทุกและผู้ประกอบการโรงงานขนาดใหญ่ (L) ที่มีเงินลงทุนมากกว่า 200 ล้านบาท หรือมีคนงานมากกว่า 200 คน ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 42 สถานประกอบการ ใน 14 อำเภอ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม,2561) เนื่องจากทราบจำนวนประชากร ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากสูตร Taro Yamane (1973, อ้างถึงใน ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2557) โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.10 จะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 สถานประกอบการ โดยคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของสถานประกอบการในแต่ละอำเภอด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงการคำนวณขนาดกลุ่มตัวออย่างโรงงานขนาดใหญ่ (L) ของแต่ละอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

อำเภอใน จังหวัดนครศรีธรรมราช	ขนาดประชากร แต่ละกลุ่ม	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง แต่ละกลุ่ม
เมืองนครศรีธรรมราช	3	2
ฉวาง	3	2
พิปูน	1	1
ชะอวด	1	1
ทุ่งสง	14	10

อำเภอใน จังหวัดนครศรีธรรมราช	ขนาดประชากร แต่ละกลุ่ม	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง แต่ละกลุ่ม
นาบอน	6	4
ทุ่งใหญ่	4	3
ปากพนัง	1	1
สิชล	1	1
ขนอม	2	1
ถ้ำพรรณรา	1	1
จุฬาภรณ์	1	1
พระพรหม	3	2
ช้างกลาง	1	1
รวม	**42**	**30**

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากพนักงานขับรถบรรทุก จำนวน 100 คน โดยเก็บข้อมูลเฉลี่ยกลุ่มละ 3 – 4 คน และเก็บข้อมูลเชิงลึกจากผู้ประกอบการ จำนวน 30 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 2 เครื่องมือ ประกอบด้วย คือ 1.แบบสัมภาษณ์ใช้สำหรับสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ 2.แบบสอบถามใช้สำหรับสอบถามพนักงานขับรถบรรทุก โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม

แบบสอบถามจะแบ่งเป็น 4 ส่วน ซึ่งได้แสดงรายละเอียดไว้ดังนี้

แบบสอบถามส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ รายได้ สถานภาพ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงาน และประเภทรถบรรทุกที่ขับ

แบบสอบถามส่วนที่ 2 : สอบถามเกี่ยวกับรูปแบบของผลตอบแทนที่พนักงานขับรถต้องการ/ลักษณะการจ้างงานของคนขับบรรทุกได้แก่ ลักษณะการจ้างกำหนดเวลาในการทำงานแต่ละวัน ชั่วโมงการทำงานต่อวัน และจำนวนคนขับรถสำรองระหว่างเดินทาง โดยผู้วิจัยอ้างอิงการสร้างแบบสอบถามในขั้นตอนนี้จากแบบสอบถามของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม ซึ่งเป็นตัวอย่างในการตั้งคำถามที่ครอบคลุมเรื่องการทำงานของผู้มีอาชีพขับรถบรรทุกมากที่สุดอีกทั้งผู้วิจัยได้ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและพบว่าลักษณะการว่าจ้างงานและการทำงานมีผลต่อพฤติกรรมในการขับขี่ จึงเห็นว่าควรมีคำถามลักษณะดังกล่าวสอดแทรกในแบบสอบถามของการวิจัยครั้งนี้

แบบสอบถามส่วนที่ 3 : การบังคับใช้กฎและข้อระเบียบของบริษัท ได้แก่ การตรวจความพร้อมของสภาพรถบรรทุก พนักงานขับรถบรรทุกและคุณลักษณะการแต่งกายของพนักงานขับรถบรรทุก

แบบสอบถามส่วนที่ 4 : สอบถามความคิดเห็นจากพนักงานขับรถบรรทุกเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามฉบับร่างและนำปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อดูความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of item Objective Congruence : IOC) หลังจากนั้นได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับพนักงานขับรถบรรทุก จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 30 ชุด และคำนวณค่าความเชื่อมั่น (Reliability Test) ของแบบสอบถาม โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งผลการประเมินพบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ .0.78

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่และร้อยละเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของพนักงานขับรถบรรทุก
2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับคุณภาพชีวิต

ในการทำงานด้านโลจิสติกส์ของพนักงานขับรถบรรทุก ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้จะใช้ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นของพนักงานขับรถบรรทุกที่มีสถานประกอบการเป็นโรงงานขนาดใหญ่ (L) ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวนทั้งหมด 100 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของพนักงานขับรถบรรทุก

ข้อมูลทั่วไป		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	98	98
	หญิง	2	2
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	5	5
	20-30 ปี	40	40
	31-40 ปี	50	50
	40 ปีขึ้นไป	5	5
สถานภาพ	โสด	32	32
	อยู่ด้วยกัน	52	52
	หย่าร้าง	10	10
	แยกกันอยู่	6	6
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	24	24
	มัธยมศึกษา	57	57
	อนุปริญญา	16	16
	ปริญญาตรี	3	3

ข้อมูลทั่วไป		จำนวน	ร้อยละ
รายได้จากการทำงาน	8,000 – 10,000 บาท	13	13
	10,001 – 20,000 บาท	46	46
	20,001 – 30,000 บาท	35	35
	30,000 บาท ขึ้นไป	6	6
พนักงานขับรถสำรองในการเดินทาง	มีพนักงานขับรถสำรอง	16	16
	ไม่มีพนักงานขับรถสำรอง	84	84
ชั่วโมงในการทำงาน/วัน	4-6 ชั่วโมง	10	10
	6-8 ชั่วโมง	52	52
	8-10 ชั่วโมง	29	29
	10 ชั่วโมงขึ้นไป	9	9
ช่วงระยะเวลาในการทำงาน	08.00-17.00 น.	29	29
	08.00-17.00 น. และล่วงเวลาตามตารางงาน	14	14
	ไม่ระบุเวลาที่แน่นอนขึ้นกับตารางงาน	57	57

จากตารางที่ 2 พบว่า พนักงานขับรถบรรทุกส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ซึ่งอยู่ในช่วงอายุ 31 - 40 ปี จะมีรายได้จากการทำงานส่วนใหญ่เดือนละ 10,001 - 20,000 บาท/เดือน พนักงานขับรถบรรทุกเกือบทุกคนจะมีครอบครัวอยู่ด้วยกัน ส่วนผลของการได้รับผลตอบแทนจะนำไปดูแลจุนเจือครอบครัว พนักงานขับรถจะมีระดับการศึกษามัธยมศึกษาเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะการว่าจ้างพนักงานขับรถบรรทุกจะจ้างเป็นพนักงานประจำเป็นส่วนใหญ่ และระยะเวลาการทำงานในของแต่ละวันจะไม่ระบุเวลาที่แน่นอนขึ้นกับคำสั่งของบริษัท ส่วนชั่วโมงในการทำงานจะทำงาน 6 - 8 ชั่วโมงต่อวัน และจะไม่มีพนักงานขับรถสำรองในการเดินทาง

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการบังคับใช้กฎและข้อระเบียบของบริษัท

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการบังคับใช้กฎและข้อระเบียบของบริษัท

การบังคับใช้กฎและข้อระเบียบของบริษัท		จำนวน	ร้อยละ
การตรวจสภาพรถ	มี	88	88
	ไม่มี	5	5
	ไม่ทราบ	7	7
การแต่งกาย	ชุดยูนิฟอร์มของบริษัท	77	77
	ชุดทั่วไป	23	23
การตรวจสุขภาพประจำปีของพนักงาน	มี	43	43
	ไม่มี	57	57

การบังคับใช้กฎและข้อระเบียบของบริษัท		จำนวน	ร้อยละ
การฝึกอบรมของพนักงานขับรถบรรทุก	1 ครั้ง / ปี	46	46
	2 ครั้ง / ปี	36	36
	มากกว่า 2 ครั้ง/ปี	7	7
	ไม่เคยมีการฝึกอบรม	11	11

จากตารางที่ 3 พบว่า บริษัทมีการตรวจสภาพรถอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งถ้าตรวจพบว่ารถไม่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ทางบริษัทจะมีการสั่งซ่อมทันทีและได้จัดให้มีการนำรถไปตรวจสภาพที่กรมการขนส่งทางบก สำหรับการแต่งกายขณะปฏิบัติงานส่วนใหญ่จะมีการใส่เครื่องแบบของบริษัท มีการตรวจสภาพความพร้อมทางด้านร่างกายซึ่งจะเป็นการตรวจวัดสายตาและพบแพทย์เพื่อตรวจสุขภาพประจำปี นอกจากนี้ ทางบริษัทยังได้มีการจัดการฝึกอบรมให้แก่พนักงานขับรถ 1 ครั้งต่อปี

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับคุณภาพชีวิตในการทำงานด้านการฝึกอบรมของพนักงานขับรถบรรทุก

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับคุณภาพชีวิตในการทำงานด้านการฝึกอบรมของพนักงานขับรถบรรทุก

ลักษณะประชากรศาสตร์		การฝึกอบรมให้แก่พนักงานขับรถบรรทุก (ครั้ง/ปี)				รวม	Chi square	Sig
		1 ครั้ง/ปี	2 ครั้ง/ปี	มากกว่า 2 ครั้ง/ปี	ไม่เคยมีการจัดอบรม			
เพศ	ชาย	46	34	7	11	98	3.628	0.305
	หญิง	0	2	0	0	2		
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	5	0	1	0	6	14.712	0.099
	20-30 ปี	17	18	1	0	40		
	31-40 ปี	23	17	5	0	50		
	40 ปีขึ้นไป	1	1	0	0	4		
รายได้	8,000 – 10,000 บาท	9	0	3	0	13	34.672	0.000*
	10,001 – 20,000 บาท	21	11	4	0	46		
	20,001 – 30,000 บาท	15	20	0	0	35		
	30,000 บาท ขึ้นไป	1	5	0	0	6		
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	8	8	4	4	24	16.410	0.059
	มัธยมศึกษา	32	17	2	6	57		
	อนุปริญญา	5	10	0	1	16		
	ปริญญาตรี	1	1	1	0	3		

จากตารางที่ 4 พบว่า รายได้มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตในการทำงานด้านการฝึกอบรมของพนักงานขับรถบรรทุก อย่างนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 กล่าวได้ว่าพนักงานขับรถบรรทุกที่มีรายได้ 8,000 – 10,000 บาท 10,001 – 20,000 บาท20,001 – 30,000 บาท และ 30,000 บาท ขึ้นไป มีคุณภาพชีวิตในการทำงานด้านการฝึกอบรมแตกต่างกัน

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้ประกอบการ พบว่า ผู้ประกอบการมีระดับความพึงพอใจในระดับหนึ่งพนักงานขับรถบรรทุกต้องทำงานได้ดีตามเป้าหมายที่บริษัทกำหนด มีการวางแผนการขนส่งสินค้าล่วงหน้า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะให้พนักงานขับรถบรรทุกแต่งกายด้วยชุดสุภาพ และส่วนน้อยที่มีชุดยูนิฟอร์มให้แก่พนักงานขับรถบรรทุก สถานประกอบการส่วนใหญ่จะมีการจัดอบรมให้กับพนักงานทุกปีและมีสถานประกอบการส่วนน้อยที่ไม่มีการจัดอบรมให้กับพนักงาน ผู้ประกอบการต้องการพนักงานขับรถบรรทุกที่มี 1.บุคลิกน่าเชื่อถือ 2.สุภาพเรียบร้อย 3.มีความรับผิดชอบ 4.ปฏิบัติตามระเบียบของบริษัท และ 5.ไม่ยุ่งเกี่ยวกับยาเสพติด เป็นต้น

อภิปรายผลการวิจัย

การทำงานของพนักงานขับรถบรรทุก เช่น การจัดส่งสินค้าตามสถานที่ต่างๆให้ตรงเวลาที่กำหนดก็ไม่มีปัญหาในเรื่องนี้ มีการเลือกเส้นทางการจัดส่งที่เหมาะสมในการจัดส่งเพื่อความรวดเร็ว สินค้ามีการป้องกันความเสียหายไม่ให้เกิดความเสียหายจากการขนส่ง และเพื่อให้มีความพร้อมในการทำงาน ก่อนการทำงานทุกครั้งมีการดูตารางการทำงานก่อนการปฏิบัติงาน ภาพรวมของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการให้คะแนนเรื่องของ การทำงานของพนักงานขับรถบรรทุกนั้นภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยผลการศึกษาที่ได้รับครั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของอัญชลี ใจดี (2554) ศึกษาเรื่อง สภาพการจ้างของพนักงานขับรถบรรทุกสินค้าในจังหวัดปราจีนบุรีมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อตกลงระหว่างบริษัทกับพนักงานเกี่ยวกับวิธีการทำงาน วันเวลาทำงาน การทำงานล่วงเวลา ค่าตอบแทนการทำงาน สวัสดิการและความปลอดภัยในการทำงาน ค่าเที่ยว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2562 เป็นงานวิจัยพื้นฐานเพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ ในการศึกษาคุณภาพชีวิตของพนักงานขับรถบรรทุกภายในจังหวัดนครศรีธรรมราช ตลอดจนผลการวิจัยสามารถนำไปประกอบในการเรียนการสอนในรายวิชาการจัดการโลจิสติกส์ ในสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงแรงงาน. (2559) **แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาทรัพยากรบุคคลของกระทรวงแรงงาน ฉบับที่ 3** (พ.ศ. 2560-2564)

กรมการขนส่งทางบก. (2558.) **แผนยุทธศาสตร์กรมการขนส่งทางบก พ.ศ.2559 – 2563**

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2561). **ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช** (Online) . http://reg.diw.go.th/executive/prov2.asp?prov=80, 18 มกราคม 2562

ไทยรัฐออนไลน์. (2560) กระทรวงแรงงาน วางยุทธศาสตร์ 5 ปี พัฒนาคนโลจิสติกส์ 1.7 แสนคน เข้าถึงได้ จาก https://www.thairath.co.th/content/899826 (สืบค้นวันที่ 26 ธันวาคม 2561)

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2557). **การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS** (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนสามัญบิสซิเนสอาร์แอนด์ดี.

ธีรพล ชินโน. (2550) **ปัญหาและแนวทางการพัฒนาบุคลากรด้านการขนส่งทางถนนให้มีประสิทธิภาพ กรณีศึกษา พนักงานขับรถพ่วง 18 ล้อบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์** งานนิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต , สาขาวิชาการจัดการขนส่งและโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย

บุษยาณี จันทร์เจริญสุข. (2538) อ้างถึง เฮคแมน และ ซัทเทิล (Heckman & Suttle, 1977, p. 14 หน้า 11) ใน **ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพชีวิตงานกับความผูกพันองค์กร ศึกษากรณีข้าราชการสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**.วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขารัฐศาสตร์, บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พณณกร ทองหลิ้ม. (2555) "เปรียบเทียบการบังคับใช้มาตรการด้านการขนส่งของผู้ประกอบการขนส่งขนาดเล็กและขนาดใหญ่" **วารสาร Veridain F Jour Su.** ปีที่7 , ฉบับที่ 1 (มกราคม-เมษายน) : 506-524

รวีพรรณ ลี้ภัยเจริญ. 2556. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของพนักงานขับรถบรรทุกในจังหวัดสระบุรี.** ปริญญานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศุภโชติ ไชยโชติ. (2554**) ความพึงพอใจในการทำงานของพนักงานขับรถบรรทุกของ บริษัท บุญประเสริฐศุภโชติขนส่ง จำกัด จังหวัดเชียงใหม่** บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อัญชลี ใจดี. (2554) **สภาพการจ้างของพนักงานขับรถบรรทุกสินค้าในจังหวัดปราจีนบุรี** สารนิพนธ์ การศึกษาตามหลักสูตร พัฒนาแรงงานและสวัสดิการมหาบัณฑิต วิชาสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เครื่องร่อนผลกระบก

WILD ALMOND OF MECHANICAL PEELING

อาภาพล มหาวีระ[1*] นครินทร์ ศรีปัญญา[1] กอบกุล นงนุช[2] และพิมพ์นิภา รัตนจันทร์[3]

Apapol Mahaveera[1*] Nakarin Sripanya[1] Khobkul Nongnutch[2] and Pimnipa Ruttanajan[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์นำเมล็ดกระบกนำไปกะเทาะเปลือกเพื่อนำเอาเนื้อเมล็ดภายในไปจำหน่ายอันเป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกร ระยะเวลาที่จะเก็บเมล็ดกระบกมากะเทาะได้จะต้องรอให้ผลสุกก่อนและย่อยสลายให้เหลือเมล็ดเพียงเปลือกที่คล้ายไม้จึงสามารถนำมากะเทาะเปลือกได้ แต่ต้องรอเป็นระยะเวลาหลายเดือนถึงจะย่อยสลาย ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้คิดออกแบบเครื่องร่อนผลกระบกขึ้นมาเพื่อลดระยะเวลาการย่อยสลายด้วยธรรมชาติ ซึ่งเครื่องร่อนผลกระบกใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า นำมาใช้เป็นตัวขับในการทำงานของเครื่องร่อนผลกระบก โดยมีขนาดของถังกว้าง 50 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ซึ่งจะมีระบบป้องกันความปลอดภัยอยู่ติดกับตัวเครื่องร่อนผลกระบก จากการทดลองร่อนผลกระบกสุกแบบแห้งช่วงน้ำหนัก 6 กิโลกรัม จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดและใช้เวลาในการร่อนผลกระบกเพียง 5 นาที 31 วินาทีต่อรอบการทดลอง จะได้เมล็ดกระบกประมาณ 2,872 เมล็ดต่อชั่วโมง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเครื่องร่อนผลกระบกสามารถนำช่วยในการลดระยะเวลาย่อยสลายด้วยธรรมชาติได้

คำสำคัญ: ผลกระบก, เครื่องร่อน

---

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Industry and Technology Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Sub-district Pang khon , District Pamg Khon , Province sakon nakhon 47160, Thailand

[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

[2]Department of Science and Mathematics, Faculty of Industry and Technology Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Sub-district Pang khon , District Pamg Khon , Province sakon nakhon 47160, Thailand

[3]สาขาวิชาการตลาด คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลาง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

[3] Department of Marketing, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Isan, Sub-district in the city, District city, Province Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

[*]**Corresponding author, E-mail:** konggola.ma@gmail.com

Abstract

The objective of this research is to wild almond seeds to be peeled in order to bring the seeds inside to sell is creating income, namely farmers. The time for harvesting of the wild almond seeds must be done before having to the fruit to ripen and decompose until the seeds are only the bark that resembles a tree so they can be cracked. But had to wait for several months to decompose. The research team therefore considered the design of the wild almond of mechanical peeling reduce the time of natural degradation. Which the wild almond of mechanical peeling motor uses 1 hp. Used as a driver in the operation of the machine the size of the tank is 50 cm. wide and 60 cm. high. Which will have a safety protection system next to the wild almond of mechanical peeling. From the experiment of wild almond ripe 6 kilograms. Will have the best efficiency and time about 5 minute 31 minutes per trial round of gliding wild almond and will receive about 2,872 seeds per hours. It can be seen that the wild almond of mechanical peeling can help to reduce the time to decompose with nature.

Keywords: Wild almond , Mechanical peeling

บทนำ

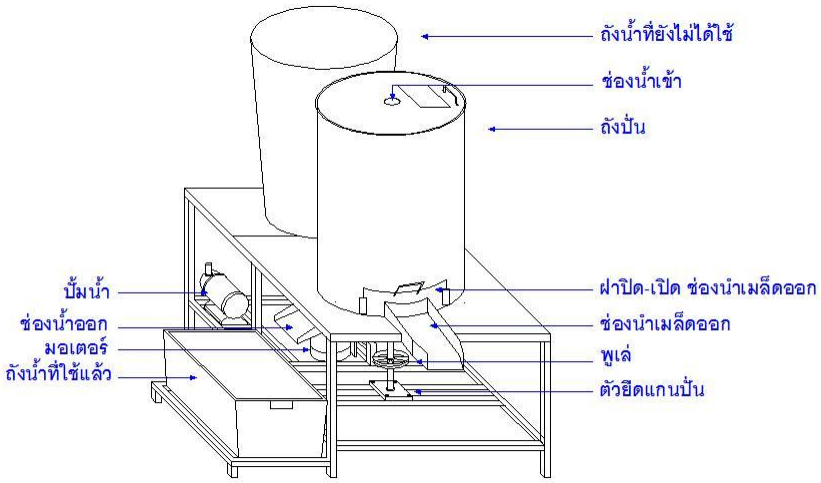
กระบกเป็นไม้ยืนต้นที่สามารถทนความแห้งแล้งได้ดี มักพบได้ในป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ที่หัวไร่ปลายนา ลักษณะของผลเป็นทรงกลมรีคล้ายกับผลมะม่วงขนาดเล็ก โดยผลอ่อนจะมีสีเขียว แต่เมื่อสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ในผลมีเนื้อหุ้มเมล็ดที่มีเปลือกแข็งโดยมีเนื้อในเมล็ดเป็นสีขาวอัดแน่นอยู่ ซึ่งเนื้อในเมล็ดกระบกเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยธาตุอาหารแคลเซียมและเหล็ก [งานประชาสัมพันธ์ กองกลาง สำนักงานมหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. "ประโยชน์จากมะมื่น เพื่อเป็นสารช่วยทางยา อาหาร และเครื่องสำอาง". (ภกญ.รศ.ดร.พาณี ศิริสะอาด คณะเภสัชศาสตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.prcmu.cmu.ac.th. [8 ต.ค. 2013].] ซึ่งจะช่วยบำรุงกระดูกและฟันได้เป็นอย่างดีและนิยมใช้น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดของกระบกนำมาผลิตเป็นสบู่และเทียนไขได้ ผลสุกที่ร่วงหล่นสามารถนำมาใช้เป็นอาหารของสัตว์ เช่น วัว ควาย รวมไปถึงสัตว์เคี้ยวเอื้องอื่นๆ

ปัจจุบันเกษตรกรยังสามารถเก็บกระบกมากะเทาะเปลือกนำเมล็ดภายในกระบกไปจำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้ แต่กว่าจะสามารถเก็บเมล็ดกระบกไปกะเทาะเปลือกได้นั้น จะต้องรอให้ผลกระบกสุกและย่อยสลายให้เหลือเพียงเปลือกแข็งหุ้มเมล็ดก่อนระยะเวลาที่จะย่อยสลายตามธรรมชาติอย่างน้อย เดือน จึงสามารถนำเมล็ดกระบกมา 6 เทาะได้แต่ถ้าหากมีกระบวนการที่ช่วยย่อยสลายได้เร็วขึ้นก็จะทำให้เกษตรกรสามารถเก็บผลกระบกมากะเทาะกระเปลือกเพื่อจำหน่ายเพิ่มรายได้เร็วขึ้น

ทีมผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะการสร้างเครื่องร่อนผลกระบกที่สามารถแยกส่วนที่เป็นเนื้อจากผลกระบกและเมล็ดกระบกเพื่อเป็นการลดระยะเวลาในการย่อยสลายของเปลือกกระบกและสามารถนำไปต่อยอดในทางอุตสาหกรรมได้

วิธีดำเนินการวิจัย

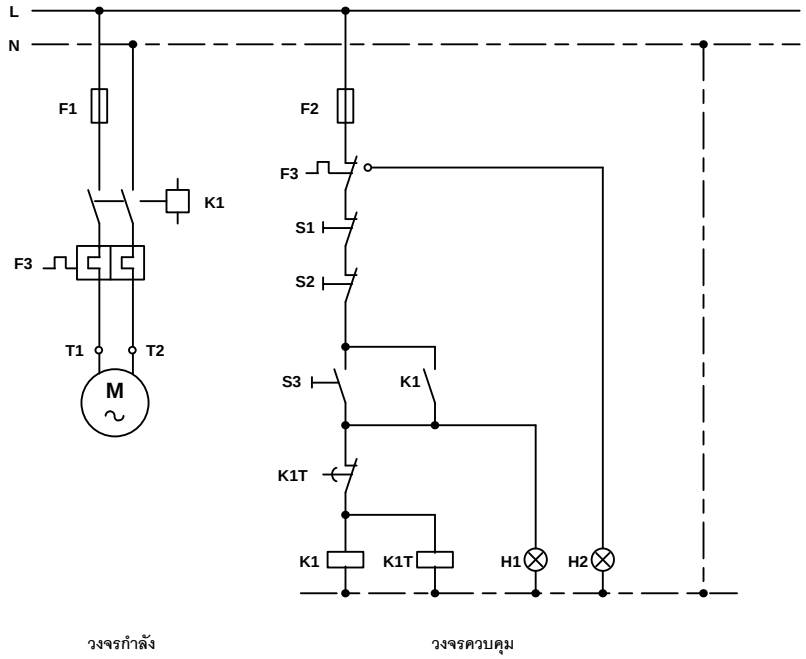
1. ออกแบบโครงสร้างเครื่องร่อนผลกระบก



รูปที่ แบบโครงสร้างเครื่องร่อนกระบก 1

จากรูปที่ 1 ทำการออกแบบโครงสร้างเครื่องร่อนผลกระบกแล้ว ต่อมาเป็นขั้นตอนของการออกแบบโครงเครื่องร่อนผลกระบก โดยการออกแบบโครงสร้างฐานนั้นเราต้องมีความรอบคอบในการออกแบบโครงเครื่องเป็นอย่างมาก เพราะเราต้องคำนึงถึงความแข็งแรง การรับน้ำหนักได้ดี ซึ่งระบบโครงสร้างฐาน ทำการออกแบบโครงสร้างฐาน โดยจะมีแกนกลางที่ฐานเครื่องเพื่อรับน้ำหนักทั้งหมด ในส่วนวางถังเก็บน้ำจะยึดติดโครงสามด้าน ส่วนวางถังปั่นจะยึดติดกับโครงสามด้าน เช่นเดียว ตำแหน่งวางมอเตอร์ปั่นจะอยู่ด้านล่าง

2. วงจรควบคุมมอเตอร์ และวงจรกำลัง



รูปที่ 2 วงจรการควบคุมมอเตอร์

หลักการทำงานของวงจร การทำงานของวงจรมี 2 สถานะ คือ

1) เริ่มทำงาน กดสวิตช์ S2 กระแสจาก L ไหลผ่าน F2 หน้าสัมผัส F3 หน้าสัมผัส S1, S2 เข้าขดลวดสนามแม่เหล็ก K1 ครบวงจรที่ N เมื่อ K1 ทำงาน ในวงจรกำลังหน้าสัมผัสหลักของ K1 เปลี่ยนเป็น N.C. ต่อวงจรให้มอเตอร์ทำงาน ในวงจรควบคุม หน้าสัมผัสช่วยของ K1 แถวที่ 2 จะต่อวงจรให้ขดลวดสนามแม่เหล็ก K1 คงสภาพการทำงาน (self-holding) ต่อไปได้ เมื่อปล่อยมือจาก S2 หน้าสัมผัสช่วยของ K1 แถวที่ 3 ต่อวงจรให้หลอดสัญญาณ H1 ในแถวที่ 3 สว่าง และมีรีเลย์ตั้งเวลา K1T ในการทำงานสั่งให้มอเตอร์หยุดการทำงานขณะที่ไม่มีผู้ควบคุมขณะเครื่องทำงานอยู่

2) หยุดการทำงานของเครื่องร่อนกระบกมอเตอร์ กดสวิตช์ S1 จะทำการตัดการทำงานของเครื่องร่อนกระบกทั้งหมด ที่จ่ายไปยังขดลวดสนามแม่เหล็ก K1 ทำให้ K1 หยุดทำงาน หน้าสัมผัสจะกลับสภาวะเดิม มอเตอร์หยุดทำงาน หลอดสัญญาณ H1 ก็จะดับ

3) เมื่อเกิดการลัดวงจร โอเวอร์โหลด F3 จะทำงาน โดยตัดวงจรการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรควบคุมและหลอดไฟ H2 ในแถวที่ 4 ติดสว่าง

3. การเลือกใช้มอเตอร์และการทดรอบของพู่เลย์

สำหรับการเลือกใช้ขนาดมอเตอร์เพื่อการขับเคลื่อนจะเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เฟส 1ขนาด 1 แรงม้า ความเร็วรอบอยู่ที่ 1,473 รอบต่อนาที สำหรับการทดรอบของพู่เลย์เพื่อเพิ่มกำลังแรงบิดให้สามารถร่อนผลกระบกได้เร็ว ซึ่งใช้พู่เลย์ปลายกำลังขนาด 10 นิ้ว และพู่เลย์ต้นกำลังมีขนาดอยู่ที่ 3 นิ้ว ดังนั้นความเร็วรอบของสายพานที่ใช้ในตัวเครื่องร่อนกระบกอยู่ที่ ประมาณ 560 รอบต่อนาที

4. วิธีดำเนินการทดลอง

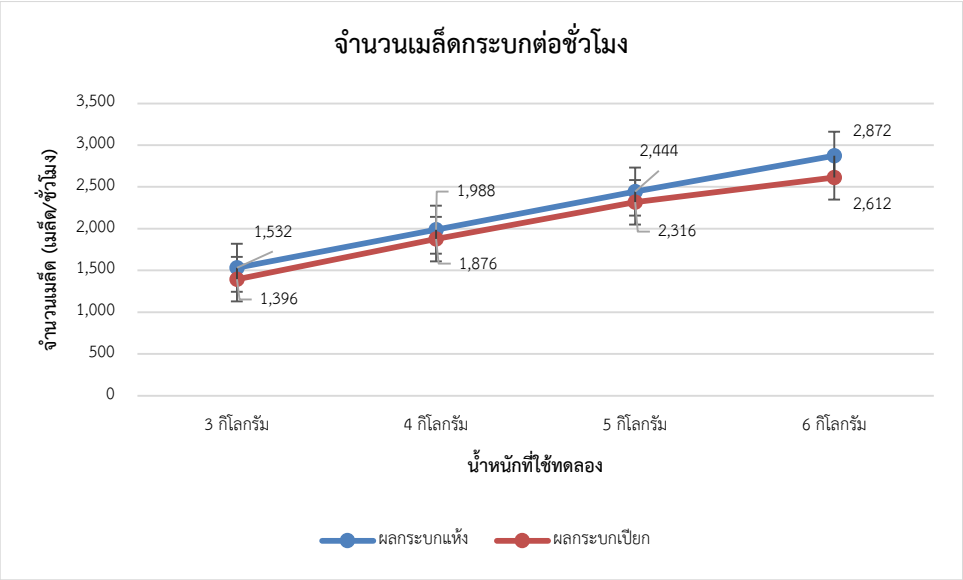
วิธีการดำเนินการทดลองเครื่องร่อนผลกระบกจะแบ่งตัวอย่างการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มการทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 ทำการทดลองร่อนผลกระบกแบบผลกระบกเปียก โดยจะนำผลกระบกที่สุกไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ก่อนนำเข้าเครื่องร่อนผลกระบกที่จะทำการทดลอง และกลุ่มที่ 2 ทำการทดลองร่อนผลกระบกแบบผลกระบกแห้ง โดยจะนำผลกระบกที่เก็บมานำเข้าเครื่องร่อนผลกระบก ในการเตรียมทดลองแต่ละรอบจะใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 6 นาทีต่อรอบการทดลอง ดังนั้นในระยะเวลา 1 ชั่วโมงจะทำการทดลองได้ 10 การทดลอง โดยแบ่งช่วงน้ำหนักการทดลองออกเป็น 4 ช่วงน้ำหนัก คือ 3, 4, 5 และ 6 กิโลกรัม

5. หลักการทำงานเครื่องร่อนผลกระบก

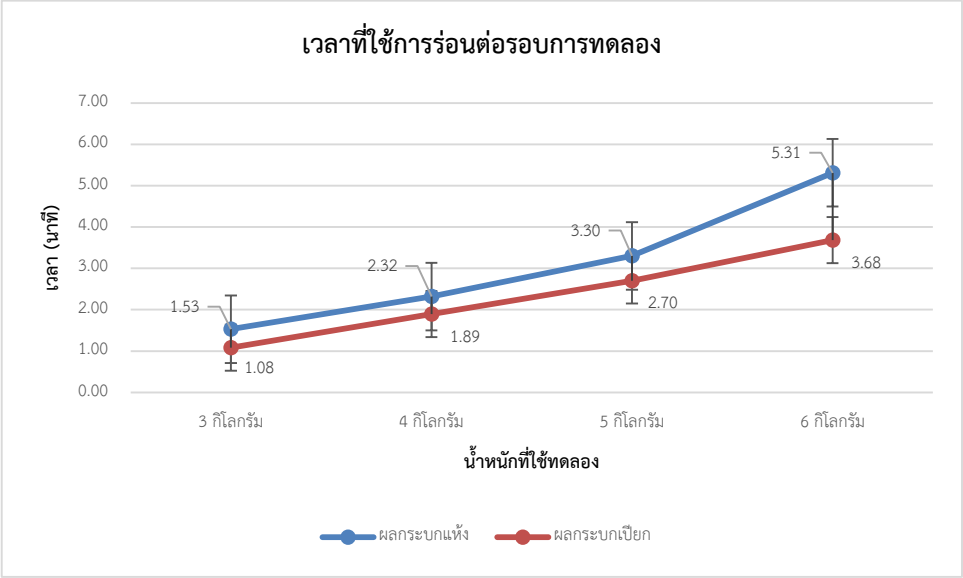
การทำงานของเครื่องร่อนผลกระบก เมื่อนำผลกระบกที่ชั่งน้ำหนักแล้วไม่เกิน 6 กิโลกรัม เทลงถังร่อนและเปิดวาล์วน้ำฉีดเพื่อช่วยหล่อลื่นและกดสวิตช์การทำงาน หลังจากนั้นมาสังเกตดูน้ำที่ร่อนลูกกระบก ว่าถ้าหากน้ำยังเป็นสีขุ่นอยู่ หรือมีเศษของผลกระบกติดอยู่หมายความว่าผลกระบกยังร่อนไม่เสร็จ แต่ถ้าหากว่าน้ำที่ไหลออกมาใสๆ และไม่มีเศษเนื้อผลกระบกหมายความว่าผลกระบกร่อนเสร็จแล้ว จากนั้นก็ยกฝาถังขึ้น เครื่องร่อนผลกระบกจะหยุดการทำงานทันที เพราะว่าที่ฝาของถังเปิด-ปิด จะมีระบบป้องกันความปลอดภัยอยู่ เพราะถ้าหากมีการเปิดตัวฝาถังขณะทำงานระบบก็จะสั่งตัดการทำงานทันที

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบและทำการสร้างเครื่องร่อนผลกระบกซึ่งนำมาสู่การทดลอง เพื่อทดลองว่าเครื่องร่อนผลกระบกที่ได้ออกแบบและทำการสร้างนั้นสามารถที่จะนำมาใช้ได้ประสิทธิภาพ ซึ่งได้ทำการทดลองกับผลกระบกที่สุกใหม่ ซึ่งรูปแบบการทดลองการร่อนแบบผลกระบกเปียกและแบบผลกระบกแห้งโดยแบ่งช่วงน้ำหนักการทดลองออกเป็น 4 ช่วงน้ำหนัก คือ 3, 4, 5 และ 6 กิโลกรัม ได้ผลดังนี้



รูปที่ 3 แสดงจำนวนเมล็ดที่ได้จากการร่อนผลกระบก



รูปที่ 4 แสดงเวลาที่ใช้ในการร่อนผลกระบก

จากผลการทดลองการร่อนผลกระบกสุกโดยแบ่งการทดลองเป็น 2 กลุ่มการทดลอง คือ ผลกระบกแห้งและผลกระบกเปียกได้ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 3 แสดงจำนวนเมล็ดที่ได้จากการร่อนผลกระบกต่อชั่วโมง และในรูปที่ 4 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการร่อนผลกระบกต่อรอบการทดลอง ดังนั้นจากทดลองผลกระบกแห้งกับผลกระบกเปียกเทียบจากเวลาที่ใช้ในการร่อนผลกระบกมีค่าระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันแต่เปรียบเทียบจำนวนปริมาณเมล็ด

กระบกมีจำนวนที่แตกต่างกัน แต่ผลการทดลองที่เห็นชัดเจนช่วงน้ำหนัก 6 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในร่อนผลกระบกแห้งมากกว่าการร่อนผลกระบกเปียก และจากผลการทดลองที่ช่วงน้ำหนักของผลกระบกแห้ง 5 กิโลกรัม ได้เมล็ดกระบกจำนวน 2,444 เมล็ด คือ ช่วงระยะเวลาการทดลองผลที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ใช้ในการร่อนผลกระบกต่อรอบการทดลอง ได้จำนวนเมล็ดกระบกไม่แตกต่างกัน

สรุป

จากการทดลอง จะพบว่าการร่อนผลกระบกสุกแบบเปียกจะใช้ระยะเวลาในการร่อนน้อยกว่าผลกระบกสุกแบบแห้ง และได้ปริมาณเมล็ดกระบกน้อยกว่า และผลกระบกที่ได้จะมีกลิ่นเหม็นและมีเศษจากการร่อนมากกว่าแบบแห้ง ซึ่งการทดลองจะเห็นได้ว่าผลกระบกแบบเปียกด้วยการนำไปแช่น้ำนั้นยังทำให้สิ้นเปลืองและเสียเวลามากขึ้นกว่าเดิม เพราะว่าการที่ไม่แช่น้ำนั้นก็จะใช้ระยะเวลาในการร่อนเปลือกของผลกระบกแตกต่างกันเพียงแค่นิดเดียว และยังได้เมล็ดกระบกที่ดีกว่าอีกด้วยทั้งไม่มีกลิ่น และยังไม่สิ้นเปลืองเวลาในการที่นำผลกระบกมาแช่น้ำอีกด้วย เพราะว่าขณะที่ทำการร่อนก็มีการนำน้ำมาใช้ช่วยในการร่อนอยู่แล้วซึ่งก็ร่อนกระบกได้ดีเหมือนกัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่ต้องนำผลกระบกไปแช่น้ำ ซึ่งการร่อนผลกระบกสุกนั้นไม่จำเป็นต้องไปคัดแยกให้เสียเวลาสามารถร่อนได้ทันที ดังนั้นผลจากการทดลองแต่ละช่วงน้ำหนัก ภายในระยะเวลา 1 ชั่วโมง สามารถทำการทดลองได้ 10 การทดลอง ทดลองร่อนผลกระบกที่ช่วงน้ำหนัก 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองร่อนผลกระบกแบบแห้งได้จำนวนเมล็ดกระบกเฉลี่ย 1,396 เมล็ดต่อชั่วโมง และร่อนผลกระบกแบบเปียกได้จำนวนเมล็ดกระบกเฉลี่ย 1,532 เมล็ดต่อชั่วโมง ทดลองร่อนผลกระบกที่ช่วงน้ำหนัก 4 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองร่อนผลกระบกแบบแห้งได้จำนวนเมล็ดกระบกเฉลี่ย 1,988 เมล็ดต่อชั่วโมง และร่อนผลกระบกแบบเปียกได้จำนวนเมล็ดกระบกเฉลี่ย 1,876 เมล็ดต่อชั่วโมง ทดลองร่อนผลกระบกที่ช่วงน้ำหนัก 5 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองร่อนผลกระบกแบบแห้งได้จำนวนเมล็ดกระบกเฉลี่ย 2,44 เมล็ดต่อชั่วโมง และร่อนผลกระบกแบบเปียกได้จำนวนเมล็ดกระบกเฉลี่ย 2,316 เมล็ดต่อชั่วโมง ทดลองร่อนผลกระบกที่ช่วงน้ำหนัก 6 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองร่อนผลกระบกแบบแห้งได้จำนวนเมล็ดกระบกเฉลี่ย 2,872 เมล็ดต่อชั่วโมง และร่อนผลกระบกแบบเปียกได้จำนวนเมล็ดกระบกเฉลี่ย 2,612 เมล็ดต่อชั่วโมงดังนั้นจากการทดลองร่อนผลกระบกแบบแห้งที่ช่วงน้ำหนัก 6 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลา 5.31 นาทีต่อรอบ ได้จำนวนเมล็ดกระบกเฉลี่ย 2,872 เมล็ดต่อชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณ รายจ่ายประจำปี 2562 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน โดยคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และคณะ.(2561). “การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเมล็ดกระบกแบบต่อเนื่อง.” **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี**. 20 สิงหาคม. 119-128.

ภกญ.รศ.ดร.พาณี ศิริสะอาด.(2556). งานประชาสัมพันธ์ กองกลาง สำนักงานมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ประโยชน์จากมะมื่น เพื่อเป็นสารช่วยทาง ยา อาหาร และเครื่องสำอาง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.prcmu.cmu.ac.th. [8 ต.ค. 2013].

ไพวัลย์ ปัญญาแก้ว. (2560). **การพัฒนากระบกไทยสู่อาเซียน**. [Online]. Available : http://tdc.thailis.or.th .

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ (2560). **การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเมล็ดกระบกแบบต่อเนื่อง**. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ไพวัลย์ ปัญญาแก้ว. (2560). **การประดิษฐ์เครื่องลอกเมล็ดกระบก**. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

ไพวัลย์ ปัญญาแก้ว. (2560). **การประดิษฐ์เครื่องกะเทาะเมล็ดกระบก**. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

ระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Geographic Information System for Southern Border Research and Development Institute, Yala Rajabhat University

นูไรดา เส็งดอละ[1*], ซูนีตา มะเซ็งบางี[2], นโรดม กิตติเดชานุภาพ[3]
Nuraida Sengdolah[1*], Suneeta Masengbagi[2], Narodom Kittidachanupap[3]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาได้ศึกษาสำรวจวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยชุมชนลำพญาเข้ามามีส่วนร่วมเพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจและด้านการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ โดยจะทำการบันทึกและจัดเก็บโดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยจัดการฐานข้อมูลของระบบ โดยมีเป้าหมายสำคัญคือ เพื่อให้การเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล (Store)และการดึงข้อมูลออกจากฐานข้อมูล (Retrieve) เป็นไปได้ ด้วยความสะดวกสบาย (Convenience) และมีประสิทธิภาพ (Efficiency) โดยให้ความมั่นใจกับผู้ใช้ ได้ว่าข้อมูลของระบบจะมีความคงสภาพ (Integrity) และมีความต้องกัน (Consistency)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 2) เพื่อประเมินคุณภาพระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ในการพัฒนาระบบเลือกใช้ MySQL เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบและจัดการฐานข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 2) ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าคุณภาพอยู่ในระดับคุณภาพมาก มีค่าเฉลี่ย = 3.73 และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับคุณภาพมาก มีค่าเฉลี่ย = 4.16

คำสำคัญ : พิกัดพันธุกรรมพืช,ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์,พันธุกรรมพืช

[1,2]นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[3]อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

*Corresponding author, E-mail: nuraida.se@yru.ac.th

Abstract

Currently, the Biodiversity Research Center, Yala Rajabhat University has conducted a survey and research on biodiversity and local wisdom by Lam Phaya community to participate in order to create understanding and survey of biodiversity. It will be recorded and stored using geographic information technology, a software that helps manage the database of the system. With the main goal of to enable data collection to the database (Store) and retrieving data from the database (Retrieve) with convenience. (Convenience) and efficiency (Efficiency) by providing confidence to users. It can be said that the data of the system will be integrity and consistency. (Consistency)

This research aims to analyze, design, and develop a system for the Biological Diversity Center, the Southern Research and Development Institute (SRDI). It was also for evaluating both the quality of the system and the satisfaction of the users. MySQL has been employed as a tool in developing the system and managing the data. The results show that the system for the Biological Diversity Center, the Southern Research and Development Institute The quality of the system has been evaluated by the experts at the level of excellent (Mean = 3.73). And the users' satisfaction toward the system was ranked at the level of excellent (Mean = 4.16)

Keywords: plant genetic information, geographic information, plant genetic

บทนำ

สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ตั้งอยู่ที่อาคาร 4 ชั้น 2 เป็นส่วนราชการ 1 วิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่พัฒนามาจากศูนย์วิจัย และบริการการศึกษา และสำนักวิจัย และบริการวิชาการ ซึ่งตั้งขึ้นเป็นหน่วยงานเล็กๆ ตามภารกิจหน้าที่ของวิทยาลัยครู ยะลาก่อนมี พระราชบัญญัติ สถาบันราชภัฏยะลา พ. ศ. 2538 สำนักวิจัยและบริการ วิชาการมีฐานะเป็นศูนย์วิจัย และบริการการศึกษา ต่อมาเมื่อรัฐบาลได้เสนอร่าง พระราชบัญญัติ สถาบันราชภัฏ พ.ศ.2538 ประกาศใช้จึงเปลี่ยนชื่อเป็นสำนักวิจัย และบริการวิชาการ ต่อมามีพระราชบัญญัติ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา พ. ศ. 2547 มาตรา 10 ให้มหาวิทยาลัย แบ่งส่วนราชการออกเป็น 7 ส่วนราชการ หนึ่งในส่วนราชการดังกล่าว ก็จัดตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้ เพื่อทำหน้าที่ ส่งเสริมการวิจัย อาจารย์ ข้าราชการ บุคลากรนักศึกษา บริการทางวิชาการ ถ่ายทอดเทคโนโลยีและ ทำนุบำรุง ศิลปะวัฒนธรรม สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพตั้งอยู่ที่ตำบลลำพญาอำเภอเมืองจังหวัดยะลามีพื้นที่วิจัยบริเวณหุบเขาลำพญาในเขตเทือกเขาสันกาลาคีรีซึ่งมีสภาพป่าดงดิบ ชื้นหรือป่าฝนเขตร้อนมีระดับความสูง 500-700 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางบริเวณยอดเขาเป็นพื้นที่ป่าสงวนที่มีความอุดมสมบูรณ์บริเวณที่ราบเป็นพื้นที่เกษตรกรรมโดยมีการปลูกพืชเศรษฐกิจเช่นทุเรียนลองกองมังคุดส้มแขกและยางพาราส่วนพื้นที่ลุ่มมีการทำนาข้าวและบางบริเวณเป็นพลุขนาดเล็กมีต้นสาคูจำนวนมากซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาและสัตว์น้ำขนาดเล็กที่หลากหลายชนิด
(รุ้งลาวัณย์ จันทรัตนา, 2556)

ปัจจุบันศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาได้ศึกษาสำรวจวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยชุมชนลำพญาเข้ามามีส่วนร่วมเพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจและด้านการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ โดยจะทำการบันทึกและจัดเก็บโดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยจัดการฐานข้อมูลของระบบ โดยมีเป้าหมายสำคัญคือ เพื่อให้การเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล (Store)และการดึงข้อมูลออกจากฐานข้อมูล (Retrieve) เป็นไปได้ ด้วยความสะดวกสบาย (Convenience) และมีประสิทธิภาพ (Efficiency) โดยให้ความมั่นใจกับผู้ใช้ ได้ว่าข้อมูลของระบบจะมีความคงสภาพ (Integrity) และมีความต้องกัน (Consistency)

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ได้มีผู้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ไว้ดังนี้

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วย ระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้ พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย (ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย:, 2551)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เป็นการจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ข้อมูลและแผนที่ในระบบ GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปตารางข้อมูลและฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์ กับข้อมูลเชิงพื้นที่ สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS ได้นอกจากนี้ GIS ยังเป็นชุดของเครื่องมือที่มีความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล (อ้างอิง :วรเดช จันทรศร และสมบัติ อยู่เมือง)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือระบบสารสนเทศระบบหนึ่งที่นาเทคโนโลยีด้าน คอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเข้าข้อมูลการจดเก็บการสืบค้นการประมวลผลและการแสดงผลข้อมูลแผนที่ (Geographic data) โดยข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้ โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) (จินตนา อมรสงวนสิน:, 2554)

วิธีดำเนินการวิจัย

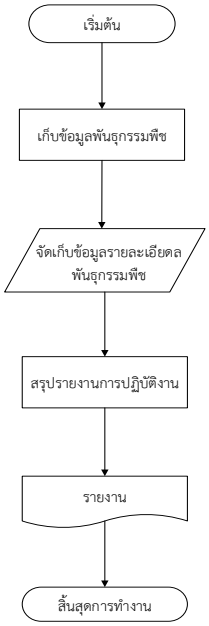
1.ขั้นตอนการศึกษาและกำหนดปัญหา

ในการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ผู้พัฒนาได้ศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบงานเดิม มีขั้นตอนการทำงาน ดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาระบบงาน

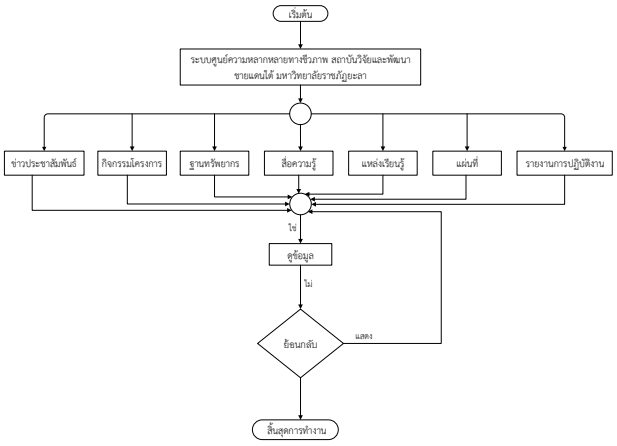
ในการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยศึกษาความเป็นไปได้ของความต้องการของผู้ใช้ระบบ และต้องการความสะดวกสบายในการใช้งานระบบ เพื่อสร้างความพึงพอใจการใช้กับผู้ใช้ระบบให้กับผู้ใช้ รวมทั้งการลดภาระการใช้กระดาษแล้วหันมาใช้เทคโนโลยีการจัดการกับงานที่ผู้ใช้ต้องการ ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการกับระบบงานและการใช้งานระบบ

จากการที่ได้ศึกษาความต้องการของผู้ใช้ระบบงาน สามารถอธิบายการทำงานของระบบงานเดิม ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Flow chart การทำงานของระบบงานเดิม

จากการที่ได้ศึกษาความต้องการของผู้ใช้ระบบงาน สามารถอธิบายการทำงานของระบบงานเดิม ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Flow chart การทำงานของระบบงานใหม่

1.2 กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงาน

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการทำงานของระบบงานที่ต้องการพัฒนาทำให้ผู้วิจัยทราบถึงข้อมูลต่างๆ ขอบข่ายงานและความสามารถในการทำงานของระบบที่ต้องการพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการจะใช้ระบบงานมานำเสนอปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1) กระบวนการทำงาน

(1) การแสดงข้อมูลไม่ชัดเจน

(2) รายงานผลข้อมูลไม่มีประสิทธิภาพ

(3) ไม่มีฐานข้อมูล

2) เจ้าหน้าที่

(1) หลงลืมการเก็บข้อมูล

(2) บักทึกข้อมูลไม่ชัดเจน

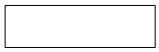
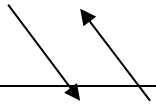
3) เครื่องมือ

(1) ยังไม่มีระบบสารสนเทศ

(2) การจัดเก็บอยู่ในรูปแบบเอกสารง่ายต่อการศูนย์หายยากต่อการค้นหา

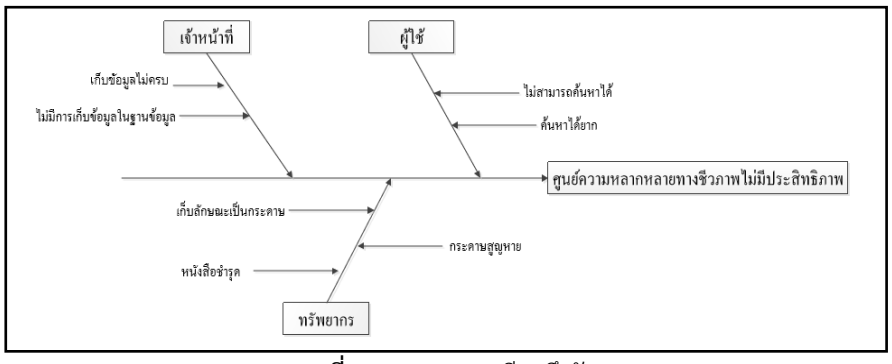
ปัญหาดังกล่าวข้างต้นสามารถเขียนเป็น Cause and Effect Diagram ของระบบงาน โดยสัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายได้ดังนี้ระบบงาน ได้ ตารางที่ 1 โดยสัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ Cause-and-Effect Diagram

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
	สัญลักษณ์ของบุคคล องค์การ หรือระบบงาน
	เส้นตรงลากยาวในแนวนอน แสดง Primary Problem
	เส้นตรงที่ลากทำมุม 45 องศากับเส้น Primary Problem คือ เส้นตรงที่แสดงถึงสาเหตุ (Cause)
	เส้นที่ลากในแนวนอน โดยเชื่อมยังเส้นสาเหตุ (Cause) คือ เส้นที่แสดงถึงสาเหตุรอง (Secondary Cause)

จากปัญหาของระบบงานเดิมสามารถเขียนและอธิบาย Cause and Effect Diagram ของระบบงานได้ ดังภาพที่ 3

1.3 กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงาน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงรายละเอียดถึงปัญหา

2. ขั้นตอนการศึกษาและกำหนดปัญหา

2.1 ศึกษาระบบงาน

ในการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยศึกษาความเป็นไปได้ของความต้องการของผู้ใช้ระบบ และต้องการความสะดวกสบายในการใช้งานระบบ เพื่อสร้างความพึงพอใจการใช้กับผู้ใช้ระบบให้กับผู้ใช้ รวมทั้งการลดภาระการใช้กระดาษแล้วหันมาใช้เทคโนโลยีการจัดการกับงานที่ผู้ใช้ต้องการ ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการกับระบบงานและการใช้งานระบบ ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงาน

2.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบงาน

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการทำงานของระบบงานที่ต้องการพัฒนาทำให้ผู้วิจัยทราบถึงข้อมูลต่างๆ ขอบข่ายงานและความสามารถในการทำงานของระบบที่ต้องการพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการจะใช้ระบบงานมานำเสนอปัญหาและอุปสรรคต่างๆ

3. ขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้

3.1 ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค (Technical Feasibility)

ในการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จะใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบ คือ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ (โน้ตบุ๊ก) ในการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์นั่นคือ โปรแกรม Visual studio code ในการเขียนสคริปต์ของตัวโปรแกรมหรือระบบงาน เป็นการใช้ภาษา PHP ในการเขียนสคริปต์และฐานข้อมูล My SQL ในการจัดการฐาน และในเรื่องของการออกแบบระบบงานใช้โปรแกรม Adobe Photoshop ในการออกแบบเพื่อให้ระบบงานเกิดความสวยงาม น่าใช้งานมากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีทั้งหมดที่ได้กล่าวไปนั้นเป็นเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่น มีประสิทธิภาพสูง ดังนั้นความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคจึงเป็นไปได้สูง

3.2 ความเป็นไปได้ด้านการปฏิบัติงาน (Operational Feasibility)

การพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ในการปฏิบัติงานของ ระบบทำง่ายขึ้น เรียกใช้ง่ายขึ้น ไม่เกิดความซับซ้อน ทำให้ผู้ใช้ระบบงานสามารถลดปัญหาของการ ใช้ระบบที่ยุ่งยากซับซ้อนได้ เพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้ในการงานระบบแทนการจัดการงานด้วยมือ และยังสามารถช่วยลดปัญหาของการใช้ทรัพยากรกระดาษให้น้อยลง ดังนั้นความเป็นไปได้ ในการปฏิบัติงานจึงเป็นไปได้สูงที่ระบบงานสร้างความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้

3.3 ความเป็นไปได้ด้านเวลา (Time Feasibility)

ระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา เป็นระบบงานที่มีขนาดเล็กใช้การพัฒนา จึงใช้เวลาน้อยในการพัฒนา โดยกำหนดเวลาไว้ในการพัฒนาระบบงานอยู่ที่ประมาณ 4 เดือนที่จะต้องพัฒนาระบบงานให้เสร็จสมบูรณ์ตามที่ได้กำหนดเวลาไว้ ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงที่การพัฒนาระบบงานจะสำเร็จ

4. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ

เมื่อผู้พัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ได้ศึกษาระบบงานเดิม ศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบงานเดิมตลอดจน สภาพปัญหา อุปสรรค และผลลัพธ์ของระบบงานที่สร้างนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการและสร้างความสะดวกในการใช้งานระบบให้แก่ผู้ใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Information Gathering)

การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องและข้อมูลที่มีอยู่ ในระบบประกอบด้วย กระบวนการทำงาน (Processes) ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Data) และกลุ่มบุคคลที่มี อิทธิพลส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบ (Boundaries)

5. ขั้นตอนการออกแบบระบบ

ในขั้นตอนการออกแบบ ผู้พัฒนาได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการ ออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input Design) และขั้นตอนการออกแบบผลลัพธ์ (Output Design)สามารถแสดงได้

5.1 การออกแบบโปรแกรม

ในการออกแบบระบบผู้วิจัยได้มีการใช้แผนภาพการออกแบบหน้าเว็บไซต์ในการช่วยแสดงให้เห็นถึงการออกแบบหน้าเว็บไซต์ของแต่ละหน้าเว็บทั้งหมด ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนาหน้าเว็บไซต์ได้อย่าง มีขั้นตอน

6. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารต่างๆ และนำความรู้ที่ได้มาพัฒนาโปรแกรมผู้วิจัยใช้เครื่องมือช่วยในการพัฒนาได้แก่ ฐานข้อมูล MySQL ภาษา PHP, HTML เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ได้ง่าย เป็นโปรแกรมที่สามารถหาได้ง่ายติดตั้งง่าย

6.1 การศึกษาเอกสาร

ผู้ศึกษาได้ศึกษาข้อมูล และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบซึ่งประกอบ ด้วย การศึกษาแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) คำอธิบายการประมวลผลข้อมูล (Process Description) พจนานุกรมข้อมูล (Data

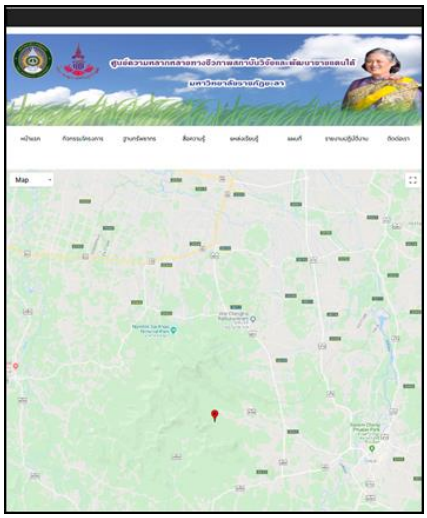
Dictionary) รูปแบบจอภาพที่ใช้บันทึกหรือแสดงข้อมูล (Screen Layouts) และรูปแบบรายงาน (Report Layouts) รวมทั้งเอกสารที่เป็นแหล่งข้อมูลต่างๆทำให้ผู้ศึกษาพัฒนาระบบเข้าใจในระบบมากยิ่งขึ้น

6.2 การออกแบบโปรแกรม

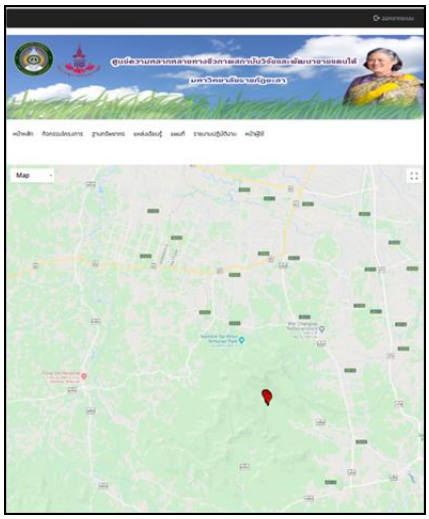
ในการออกแบบโปรแกรมผู้ศึกษาได้มีการใช้แผนภาพผังงานในการช่วยแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยรวม ซึ่งจะทำให้ผู้ศึกษาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้อย่างมีขั้นตอน และเป็นการเพิ่มความถูกต้องของระบบงานใหม่อีกด้วย

6.3 การเขียนโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรม ผู้พัฒนาใช้เครื่องมือช่วยในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งได้แก่ โปรแกรม Macromedia Dreamweaver คือ เป็นโปรแกรมสร้างโฮมเพจแบบเสมือนจริง โดยไม่ต้อง เขียนภาษา HTML เอง หรือที่ศัพท์เทคนิคเรียกว่า "WYSIWYG" เราสามารถใช้หน้าจอเสมือนจริงของ Dreamweaver ในการทำเว็บเพจได้เลย โดยใช้เครื่องมือต่างๆในการออกแบบหน้าจอ และ สามารถใช้ภาษา PHP ซึ่งเครื่องมือตัวนี้เป็นเครื่องมือในการช่วยพัฒนาชุดคำสั่ง ซึ่งมีความสะดวกในการเขียนภาษา PHP และเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล คือ MySQL ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 เป็นหน้าจอการแสดงข้อมูลแผนที่ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับรู้ข้อมูลเส้นทางศึกษาธรรมชาติ หุบเขาลำพญา



ภาพที่ 5 เป็นหน้าจอการแสดงข้อมูลแผนที่พิกัดพันธุกรรมพืช สำหรับเจ้าหน้าที่

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาและทดสอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา (Biodiversity Center System, Southern Border Research and Development Institute, Yala Rajabhat University) ผู้ศึกษาได้ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนและกระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ตั้งแต่การศึกษารูปแบบการดำเนินงานของระบบเดิม ศึกษาปัญหาและความต้องการทั้งผู้ใช้ระบบและผู้พัฒนาระบบ การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ การดำเนินการพัฒนาโปรแกรมและทดสอบระบบ การติดตั้งเพื่อทดลองการใช้งานจริง และการติดตามผลการทำงานของระบบภายหลังจากเริ่มมีการใช้งาน อีกทั้งมีการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จนสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งสามารถนำเสนอข้อมูลได้จากการพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการศึกษา
2. อภิปรายผลการศึกษา
3. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการศึกษา

การจัดทำระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทำงาน สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบคือ MySQL, ภาษา PHP, XAMPP, Host 405965009.student.yru.ac.th ซึ่งระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา สามารถนำไปใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดเก็บ ตามวัตถุประสงค์ 3 ข้อ (1) เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบงานเดิม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบงานใหม่ เป็นการอำนวยความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้ทั่วไป เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ ในการพัฒนาครั้งนี้ผู้พัฒนาได้ใช้โปรแกรม PHP ใช้เซิร์ฟเวอร์ Xampp เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลนักศึกษา ข้อมูลเจ้าหน้าที่ ข้อมูลพันธุกรรมพืชและสามารถรายงานข้อมูลต่างๆ เช่น รายงานข้อมูลพันธุกรรมพืช (2) เพื่อประเมินคุณภาพของระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ผลจากการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับคุณภาพดี ($\overline{X}$ =3.73) (3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ผลจากการประเมินคุณความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับคุณภาพดี ($\overline{X}$ =4.16)

2. อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการริเริ่มจากการศึกษาข้อมูลต่างๆ และทำการออกแบบและพัฒนาจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ อาจเนื่องมาจากความประสบผลสำเร็จทางด้านการวิเคราะห์และออกแบบระบบที่สามารถทำได้ดี และจากผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจ คือ ระบบมีความน่าเชื่อถือ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบระบบที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ส่วนผลประเมินคุณภาพระบบโดยผู้ใช้งานระบบ ซึ่งผลปรากฏว่าผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจต่อกระบวนการทำงานของระบบในระดับดี ทั้งนี้เนื่องมาจากระบบงานใหม่สามารถแสดงผลลัพธ์ข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บ ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการจัดทำระบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ในตอนนี้และความต้องการใช้ระบบในอนาคตสามารถ สรุปข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

1.3.1 ระบบยังไม่สามารถทำงานได้เสร็จสมบูรณ์ มีปรับแก้ใหม่เล็กน้อย
1.3.2 ปรับแก้ E-R diagram ให้สมบูรณ์มากขึ้นกว่าเดิม
1.3.3 โทนสีภายในระบบ ต้องเหมาะสมและไปในทางเดียวกันกว่าเดิม

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือความกรุณาและคำแนะนำสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่ายผู้ทำวิจัยรูสึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์ ดร. นโรดม กิตติเดชานุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้ความรู้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะทางวิชาการ และสนับสนุนในดานต่างๆ พร้อมทั้งตรวจทานแก้ไขงานวิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์ ซอและ เกปันอาจารย์ผู้ควบคุมการศึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางในการทำโครงการให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ในหลักสูตรคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาให้สามารถมีความรู้ในการศึกษาและทำโครงการ

ขอขอบผู้เชียวชาญด้านโปรแกรม ทุกท่าน ที่ได้สละเวลาประเมินระบบ ทำให้ระบบนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์ในการัดโครงการครั้งนี้และได้ส่งเสียค่าเล่าเรียนในระดับในระดับอุดมศึกษาโดยตลอดมิได้ขาดตกบทพร่องและยังเป็นที่ปรึกษาในการเล่าเรียน

จากบุคคลที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่คอยให้การสนับสนุนให้คำปรึกษา แนะนำตลอดชี้แนะจนข้าพเจ้าได้ระบบบริหารจัดการงานสถาบันพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาชายแดนใต้

สุดท้ายนี้ คุณงามความดีต่างๆที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบคุณงามความดีดังกล่าวแด่บุคคลที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

เอกสารอ้างอิง

จินตนา อมรสงวนสิน. (2554). **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS).** หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์.

รุ้งลาวัณย์ จันทรัตนา. (2556). **ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ.** ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย:, 2551

สุวิช ถิระโครต. (2554). **เว็บไซต์:ทฤษฎีและหลักการ.** มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วรเดช จันทรศร และสมบัติ อยู่เมือง. (2551). **ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

