



รายงานการวิจัย

ปริมาณผลผลิต และคุณภาพของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4
ภูมิภาคของประเทศไทย

**Yield and Quality of 8 Varieties of Napier Grass
(*Pennisetum purpureum*) in 4 Regions of Thailand**

ผศ.ดร. งามอาจ	อินทร์สังข์
ผศ. วรรณะ	ม้าเฉียว
นายชาติชาย	โยเหลา
นางสาวจำเนียน	เป็กเครือ

โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจาก
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2547

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ปริมาณผลผลิต และคุณภาพของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2547 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาทั้งระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาสัตวศาสตร์ทั้งใน 4 วิทยาเขตของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย และขอขอบคุณคณะวิชาสัตวศาสตร์ทั้ง 4 วิทยาเขตของมหาวิทยาลัยทั้ง 4 แห่งที่ได้ให้การสนับสนุนทรัพยากรสิ่งของและบุคลากรในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณแผนกโคนมที่ได้อนุญาตให้สถานที่ในการทำการศึกษาปลูกหญ้าเนเปียร์และแผนกอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ที่ได้อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการวิเคราะห์ให้ได้ค่าผลการวิเคราะห์ที่สามารถนำเสนอในครั้งนี้ได้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนางสาวจารุณี อิ่มเอิบ ผู้ช่วยนักวิจัยประจำโครงการวิจัยที่วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ใต้ใหญ่ ที่ได้พิมพ์ และจัดเรียบเรียงรูปเล่มจนแล้วเสร็จดังเช่นที่ปรากฏอยู่

อนึ่ง ผลงานวิจัยนี้อาจจะมีส่วนที่ขาดตกบกพร่องอยู่บ้าง ซึ่งคณะผู้วิจัยขอน้อมรับในความผิดดังกล่าว และหากผู้อ่านสามารถให้ข้อเสนอแนะในจุดบกพร่องใดๆให้ทราบก็จะเป็นพระคุณอย่างสูง ความดีงามทั้งหลายที่หากจะมีจากการวิจัยนี้คณะผู้วิจัยขอมอบแก่ เกษตรกรผู้เป็นกระดูกสันหลังของชาติทุกคนที่ได้ทำหน้าที่ของตัวเองจนสามารถผลิตอาหารทั้ง ข้าว เนื้อ นม ไข่ และอาหารทุกอย่างที่สามารถหล่อเลี้ยงพลโลกได้มีกินกันอย่างมีความสุขโดยทั่วหน้ากันจนถึงทุกวันนี้

คณะผู้วิจัย

14 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
บทคัดย่อ	1
บทนำ	2
ความสำคัญของปัญหา	2
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	4
ลักษณะทั่วไปของหญ้าเนเปียร์	4
พันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย	4
หญ้าเนเปียร์ธรรมดา (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Common)	4
หญ้าเนเปียร์แคระ (Mott dwarf elephant grass)	5
หญ้าเนเปียร์ยักษ์ (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. King grass)	6
หญ้าเนเปียร์ลูกผสม (<i>Pennisetum purpurcophoides</i> cv. Hybrid)	7
หญ้าเนเปียร์ไต้หวัน (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Taiwan A 25)	7
หญ้าเนเปียร์เมอคิวรอน (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Merckiron)	8
การใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์เพื่อเป็นอาหารสัตว์	9
วิธีการวิจัย	12
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	24
สรุปผลการทดลอง	56
เอกสารอ้างอิง	58

ตารางที่		หน้า
1	Mean value of fresh yield/culmp of 8 cultivars of Napier grass cut every 45 days throughout a year at Pitsanuloak Campus, Rajamangala University Technology Lanna from September 2004 to October 2005 (g)	30
2	Mean value of fresh weight of 8 cultivars of Napier grass cut 45 day throughout 5 cutting cycle at Central region of Thailand in Phatumtanee Campus of Rajamangala University of Technology Thanyaburee (g/culmp)	32
3	Mean value of yield of 8 cultivars of Napier grass cut every 45 day in North eastern part at Rajamangals University of Technology Esan Surin Campus. (g/culms/cut)	33
4	Mean value of yield of 8 varieties of Napier grass planted in southern of Thailand at Nakhonsithamarat Saiyia campus of Rajamangala University of Technology Srivijaya during 4 Feb 2004 – 23 December 2004 (g/culmp/ cut)	34
5	Mean value of a year - round yield of 8 cultivars of Napier grass in 4 Regions of Thailand (g/culmp/ cut)	37
6	Mean value of number of tillers per culmp of 8 cultivars of Napier grass throughout a year-round production in 4 Regions of Thailand	38
7	Mean value of height of 8 cultivars of Napier grass at 45 days cutting age throughout a year - round production in 4 Regions of Thailand	40
8	Mean value of the number of survived stubble per plot of 8 cultivars of Napier grass at Nakhosithammarat Campus, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Southern part of Thailand.	41
9	Influences of Frequency of cutting on weight, height, number, diameter and long of internode of stem of 8 cultivars of Napier grass	44

ตารางที่		หน้า
10	Influences of Frequency of cutting on weight, length and number of leaf/ stem and on width of leaf sheet as well as on total tiller weight of 8 cultivars of Napier grass.	45
11	Mean value of fresh yield (kg/culmp) and number of tiller of 8 cultivars of Napier grass cut at 2 different first cutting ages and at 4 different cutting heights of the previous and the regrowth cut.	47
12	Least square mean of number of tiller and yield of first regrowth of 8 cultivars of Napier grass at different first cutting age and height of cutting.	48
13	Mean value of pH, dry matter and cell-wall content of 8 cultivars of Napier grass ensiled with 4 different methods (%)	51
14	Chemical composition and properties of 8 cultivars of Napier grass silage cut at 4 different cutting age (% DM Basis)	54
15	Ruminal degradation parameters of the dry matter of 8 cultivars of ensiled Napier grass cut at 4 different cutting ages.	55

ภาพที่		หน้า
1	The vascular bundle of the node of 8 cultivars of Napier grass	26
2	The vascular bundle of the internode of 8 cultivars of Napier grass	27
3	Chromosomes of Dwarf Napier grass (100X)	28
4	Nucleus and chromosomes of Napier grass	29
5	Dendrogram obtained by the closes neighboring method, from the Mahalanobis distance, for 21 accessions of <i>Pennisetum</i> spp. of the Germplasm Bank of Embrapa Gado de Leite. UFLA. Lavras, MG, Brazil,	29
6	Mean value of fresh yield/culmp of 8 cultivars of Napier grass cut every 45 days throughout one year at Pitsanulok campus, Rajamangala University Technology Lanna from September 2004 to October 2005 (g)	31
7	Mean value of fresh weight of 8 cultivars of Napier grass cut every 45 day throughout 5 cutting cycle at Central region of Thailand in Phatumtanee Campus of Rajamangala University of Technology Thanyaburee (g/culms)	32
8	Mean value of yield of 8 varieties of Napier grass planted in southern of Thailand at Nakhonsithamarat at Saiyia campus of Rajamangala University of Technology Srivijaya during 4 Feb 2004 – 23 December 2004 (g/culmp/ cut)	35
9	Mean value of yield of 8 cultivars of Napier grass planted in Southern of Thailand during February – December 2004	35
10	Mean value of a year - round yield of 8 cultivars of Napier grass in 4 Regions of Thailand (g/culmp/ cut)	37
11	Mean value of number of tillers per culmp of 8 cultivars of Napier grass throughout a year-round production in 4 Regions of Thailand	39
12	Mean value of height of 8 cultivars of Napier grass at 45 days cutting age throughout a year - round production in 4 Regions of Thailand	40

ภาพที่		หน้า
13	Mean value of the number of survived stubble of each plot of 8 cultivars of Napier grass at Nakhosithammarat Campus, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Southern part of Thailand	42
14	Number of survived stubble of 8 cultivars of Napier grass at Nakhosithammarat Campus, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Southern part of Thailand	42
15	Napier grass silage	50
16	A Typical of a good quality of Napier grass silage cut at 4 different cutting age and ensiled with 5% molasses	53

ปริมาณผลผลิต และคุณภาพของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย

Yield and Quality of 8 Varieties of Napier Grass (*Pennisetum purpureum*) in 4 Regions of Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณผลผลิตและคุณภาพของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย ดำเนินการโดยการรวบรวมสายพันธุ์จำนวน 8 สายพันธุ์ขึ้นในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ใต้ใหญ่ แล้วส่งท่อนพันธุ์หญ้าทั้ง 8 สายพันธุ์ไปให้วิทยาเขตพิษณุโลก วิทยาเขตสุรินทร์ และวิทยาเขตปทุมธานี เพื่อศึกษาปริมาณผลผลิตและคุณภาพของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์เป็นเวลา 1 ปี โดยปลูกหญ้าในแปลงปลูกและทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อครบอายุการตัด โดยได้ทำการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ในด้าน ลักษณะของโครงสร้างของระบบลำเลียง (Vascular bundle) และศึกษาเกี่ยวกับลักษณะและจำนวนของโครโมโซม ศึกษาปริมาณผลผลิตหญ้าแต่ละสายพันธุ์ในแต่ละภูมิภาค ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของต้น และใบ ตลอดจนการศึกษาถึงการพัฒนการใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้วยกรรมวิธีการหมัก พบว่าหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์มีความแตกต่างของจำนวนและลักษณะการกระจายตัวของโครงสร้างมัดท่อน้ำ ท่ออาหาร ทั้งบริเวณข้อและปล้อง แต่ไม่สามารถนับและจัดทำ Karyotype ของโครโมโซมได้ และเมื่อศึกษาการให้ผลผลิตของหญ้าในแต่ละภูมิภาคก็พบว่า หญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ให้ผลผลิตผันแปรไปตามภูมิภาคต่างๆ โดยมีแนวโน้มว่าหญ้าเนเปียร์เมอร์คิวรอน และหญ้าเนเปียร์ธรรมดา มีค่าผลผลิตเฉลี่ยแล้วดีกว่าสายพันธุ์อื่นๆ และเมื่อนำผลผลิตมาหมักด้วยกรรมวิธีการหมักที่ต่างกัน ก็พบว่าหญ้าเนเปียร์หมักทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิตหญ้าหมักที่มีคุณสมบัติของหญ้าที่ดี มีค่าองค์ประกอบทางเคมี และค่าความเป็นประโยชน์ที่เป็นค่าศักยภาพการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนที่ผันแปรไปตามสายพันธุ์และกรรมวิธีการถนอม โดยพบว่า หญ้าเนเปียร์แคระมีค่าศักยภาพการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนดีที่สุด

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

หญ้าเนเปียร์ (Napier Grass: *Pennisetum purpureum*) เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา ได้นำเข้ามาในประเทศไทยเมื่อประมาณ 70 ปีที่แล้ว (ธำรงค์ศักดิ์ และคณะ, 2539) และได้ทำการปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารของโค-กระบือในประเทศไทยตลอดมา จนได้กระจายไปทั่วประเทศทำให้สามารถพบเห็นหญ้าเนเปียร์ได้ทั่วไปเสมือนหนึ่งกับเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศไทยชนิดหนึ่ง เนื่องจากหญ้าเนเปียร์เป็นหญ้าที่ให้ผลผลิต/ไร่/ปีที่สูงที่สุดสามารถให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงประมาณ 1.9-3.5 ถึง 2.9-4.3 ตันของน้ำหนักแห้ง/ปี (ธำรงค์ศักดิ์ และคณะ, 2539) ขึ้นอยู่กับพันธุ์ (ทิพา และคณะ 2532¹, กานดา และคณะ 2537) ปริมาณการใส่ปุ๋ยเช่นปุ๋ยคอก (จूरिटน์, และคณะ 2528) ปุ๋ยไนโตรเจน (จूरिटน์, และคณะ 2529; ทิพา และคณะ 2532) ความถี่ของการให้น้ำ (ทิพา และคณะ 2535) ระยะปลูก (อร่าม และคณะ 2542) และอายุการตัด (ทิพา และคณะ 2537²) และปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นๆ ส่วนในด้านคุณภาพนั้นพบว่าหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในประเทศไทยนั้น มีค่าเฉลี่ยของโปรตีนสูงถึง 9.1% (ธำรงค์ศักดิ์ และคณะ, 2539) ดังนั้นพืชอาหารสัตว์ชนิดนี้จึงได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์ทางด้านสัตวศาสตร์และทางด้านพืชอาหารสัตว์เป็นอย่างมากในการมุ่งพัฒนาการผลิตในทุกๆด้าน ทั้งทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ การปลูก การจัดการการผลิตและปัจจัยการผลิต ตลอดจนการใช้ประโยชน์โดยวิธีการต่างๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นการหาแนวทางในการเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากปริมาณชีวมวลที่ได้จากการผลิตของหญ้าชนิดนี้ให้มากที่สุด ซึ่งในบรรดานักวิทยาศาสตร์ในหลายๆแขนงเหล่านี้ นักปรับปรุงพันธุ์พืช นับเป็นกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่มีบทบาทสำคัญมากกลุ่มหนึ่ง เนื่องจากได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ โดยทำการคัดเลือกและผสมพันธุ์หญ้าเนเปียร์พันธุ์ต่างๆขึ้นจนได้หญ้าเนเปียร์ลูกผสมสายพันธุ์ต่างเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามเนื่องหญ้าเนเปียร์ลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆเหล่านั้น ผู้ผสมและคัดเลือกพันธุ์ได้ดำเนินการผสมและคัดเลือกพันธุ์เพื่อให้ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมการผลิตที่ดีที่สุดแก่สถานที่ที่ทำการคัดเลือกพันธุ์นั้นๆเท่านั้น ซึ่งพันธุ์ที่ดีที่สุดของสภาพแวดล้อมหนึ่งจึงอาจจะเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ดีกับอีกสภาพแวดล้อมการผลิตหนึ่ง หรือกับสภาพการใช้ประโยชน์อีกแบบหนึ่งก็ได้

ดังนั้นเพื่อเป็นการหาคำตอบจากปัญหาดังกล่าว การทำการทดสอบพันธุ์หญ้าเนเปียร์ลูกผสมสายพันธุ์ต่างในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและด้านคุณภาพของผลผลิตหญ้าแต่ละสายพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมการผลิต จึงน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สามารถให้คำตอบจากปัญหานี้ได้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ การเจริญเติบโต และปริมาณผลผลิต ของหนุ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภาคของประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของอายุการตัดต่อปริมาณ คุณภาพองค์ประกอบทางเคมี และค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของ หนุ้าเนเปียร์หมัก 8 สายพันธุ์ ใน 4 ภาคของประเทศไทย
3. เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณของสารเสริมต่อปริมาณ คุณภาพ องค์ประกอบทางเคมี และค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของหนุ้าเนเปียร์หมัก 8 สายพันธุ์ ใน 4 ภาคของประเทศไทย

การตรวจเอกสาร

หญ้าเนเปียร์ (Napier grass) มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ (*Pennisetum purpureum*) เป็นพืชดั้งเดิมของแอฟริกาเขตร้อน นำเข้ามาในประเทศไทยครั้งแรกจากประเทศมาเลเซีย เมื่อ ปี พ.ศ. 2472 โดย นาย R. P. Jones (สายัณห์, 2540) ปัจจุบันแพร่กระจายไปทั่วในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนของโลก เนื่องจากหญ้าเนเปียร์ สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี และมีคุณภาพสูงสามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลายในบริเวณเขตร้อน (Kahindi *et al.*, 2006) เนื่องจากเป็นหญ้าที่สามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยเมล็ด จึงได้มีการปรับปรุงพันธุ์จนได้หลายสายพันธุ์ และได้เข้ามาปลูกในประเทศไทยแล้วไม่น้อยกว่า 8 สายพันธุ์ ได้แก่ เนเปียร์ธรรมดา หลังจากนั้นได้มีการนำเข้าอีกหลายชนิด เช่น เนเปียร์ลูกผสม เนเปียร์แคระ เนเปียร์ไต้หวัน เนเปียร์เมอคิวรอน เนเปียร์บาน่า และเนเปียร์แทนกันซิม่า เป็นหญ้าที่ทนแล้งดี เหมาะสำหรับปลูกในที่ที่ฝนตก 1,000 มิลลิเมตร ขึ้นไปปรับตัวได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ขึ้นได้ดีทุกภาคของประเทศไทย (วัลลภและประวัตร์, 2524; สายัณห์, 2540)

ลักษณะทั่วไปของหญ้าเนเปียร์

หญ้าเนเปียร์เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี เป็นหญ้าประเภทกอตั้งตรง ลำต้นค่อนข้างสูงและมีขนาดใหญ่แข็งแรง (อารีย์, 2526; สายัณห์, 2540) ใบยาวเรียวยาวคล้ายอ้อยเจริญเติบโตในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูง เป็นหญ้าที่มีลำต้นใต้ดินเป็นแบบเหง้า (rhizome) (เฉลิมพล, 2530) ลำต้นสูงจากพื้น 3 เมตร (บุญฤา, 2528; สายัณห์, 2540) ใบมีสีเขียวอ่อนกว้างและมีเส้นกลางใบขนาดใหญ่ ก้านใบ (leaf sheath) มีขนาดเล็กน้อย นุ่ม ลื่นใบเป็นวงพาย มีขนสีขาวแข็ง ไม่มีเยื่อใบ (auricle)

พันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

หญ้าเนเปียร์ธรรมดา (*Pennisetum purpureum* cv. Common)

แหล่งดั้งเดิมอยู่ในแอฟริกาเขตร้อนในเขตประเทศอูกันดา บางครั้งจึงเรียกว่า Uganda grass นำเข้าเมืองไทยโดย นาย อาร์ พี โจนส์ นำเข้ามาจากมาเลเซียในปี พ.ศ. 2472 (สายัณห์, 2548)

หญ้าเนเปียร์ธรรมดาคือพันธุ์ที่มีอายุหลายปี มีลำต้นใต้ดินแบบเป็นเหง้า (rhizome) ลำต้นสูงจากพื้นดิน 180-240 เซนติเมตรตั้งตรงขึ้นไป ใบมีสีเขียวอ่อน กว้างและมีเส้นกลางใบขนาดใหญ่ กาบใบ (leafsheath) มีขนเล็กๆ นุ่ม ลื่นใบ เป็นวงแคบๆ มีขนสีขาวแข็ง ไม่มีเยื่อใบ (auricle) ขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น ประมาณ 1-2 เซนติเมตร แต่ละต้นจะมีจำนวนข้อประมาณ 15 - 20 ข้อ ใบมีสีเขียวอ่อน ยาว 70-90 เซนติเมตร กว้าง 2 - 3 เซนติเมตร (อารีย์, 2526) ช่อดอกเป็นแบบ spike กลายๆ (spike – like) รูปทรงกระบอก ก้านของช่อดอกมีขนอ่อนสีขาวเล็กน้อย แต่ละ spikelet มีหางยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ในหนึ่งกิโกรัมมีเมล็ด 3 ล้านเมล็ด (สาขันธ์, 2540; วิรัช และคณะ 2539) ช่อดอกมีสีเหลืองยาว 15-22 เซนติเมตร หนา 2-3 เซนติเมตร ดิคมลัดน้อยมากเมล็ดมีขนาดเล็กและไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงขยายพันธุ์ด้วยส่วนของลำต้นมากกว่าการใช้เมล็ด (ธีรพงศ์ และคณะ , 2539)

หญ้าเนเปียร์ธรรมดาเหมาะกับการปลูกในบริเวณที่มีฝนตกเฉลี่ย 1,000 มิลลิเมตรขึ้นไป จึงเป็นหญ้าที่ทนแล้งได้ดีเนื่องจากมีระบบรากแข็งแรงและยังลึกลงไปดิน หญ้าเนเปียร์ขึ้นได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย ส่วนมากปลูกเพื่อใช้สำหรับตัดสด (green-chop) ให้สัตว์กิน หญ้าเนเปียร์ไม่ทนต่อสภาพที่มีน้ำค้างแข็ง ปรับตัวได้ดีในที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง แต่ไม่ทนดินเค็ม

เนื่องจากหญ้าเนเปียร์ธรรมดามีระบบรากแข็งแรงและลึก จึงสามารถดูดอาหารธาตุได้มาก ทำให้หญ้าชนิดนี้ให้ผลผลิตได้สูงมาก อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 25-40 ซ. อุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตคือที่ระดับ 15 ซ. หรือเฉลี่ยในเดือนที่อากาศหนาวมากที่สุด 11.5-5.4 ซ. (สาขันธ์, 2548) ขึ้นได้ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึง 2,000 เมตร ไม่ทนต่อน้ำขัง จากการทดลองที่บริเวณแหลมผักเบี้ย พบว่า ในบริเวณที่น้ำขังหญ้าไม่ตายแต่ไม่เจริญเติบโต ใบมีสีเหลือง

นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีคุณค่าทางอาหารสูงอีกด้วย สัตว์ชอบกิน ใช้ทำหญ้าหมักได้ดีมาก หญ้าเนเปียร์ปลูกร่วมได้ดีกับถั่วเซนโตร ถั่วกลายจีน และถั่วคลิทเรีย ในอินดิสดะวันตก หญ้าเนเปียร์คงอยู่ได้ถึง 6 ปี ในสภาพการเพาะเลี้ยงโดยใช้อัตราสัตว์ 0.8 ตัวต่อไร่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม และ 0.6 ตัวต่อไร่ในเดือนที่เหลือ (สาขันธ์, 2548)

หญ้าเนเปียร์แคระ (Mott dwarf elephant grass) *Pennisetum purpureum* cv. Mott

เป็นหญ้าที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นจากประเทศสหรัฐอเมริกา รัฐฟลอริดา (Macoon *et al.*, 2002) ได้จากการผสมตัวเองของหญ้าเนเปียร์พันธุ์เมอร์คิวรอน (Merkeron) ในปี 1941 โดย G. W Burton และ W. W. Hanna ได้คัดเลือกจากลูกซึ่งได้จากการผสมตัวเองของหญ้าเมอร์คิวรอน และใช้เชื้อ Tift N75 ในทะเบียนพันธุ์กรรม ซึ่งต่อมาได้ตั้งชื่อว่า พันธุ์ Mott (สาขันธ์, 2548)

ประเทศไทยได้นำเข้ามาจากอเมริกา โดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนม แห่งประเทศไทย (อ.ส.ค) ในปี 2531 และกรมปศุสัตว์ ในปี 2532 จัดเป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี เจริญเติบโตคล้ายหญ้าเนเปียร์ธรรมดา แต่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ลำต้นจะเตี้ยกว่าหญ้าเนเปียร์ธรรมดา โดยมีลำต้นสูงประมาณ 150-170 เซนติเมตร (สาขันธ์, 2540) เป็นหญ้ากอตั้งที่ให้ผลผลิตแห้งสูง มีสัดส่วนของใบมากกว่าลำต้น มีการแตกหน่อจากใต้ดิน มีใบขนาดใหญ่ ปลายใบชี้ตรงและมีขนเล็กน้อย มีระบบ

รากแข็งแรง และมีเหง้าใต้ดิน ข้อที่อยู่ใกล้ชิดผิวดินจะมีรากเจริญเติบโตออกมาจากข้อของลำต้น มีปล้องสั้นๆ มักจะเกิดขึ้นในกรณีที่ปล่อยหญ้าทิ้งไว้นานโดยไม่มีการตัด ข้อดอกเป็นแบบ Spike ยาว 10-22 เซนติเมตร ออกดอกเพียงครั้งเดียว ในตอนปลายเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม ส่วนสายพันธุ์ที่กรมปศุสัตว์ได้นำเข้ามาจะมีความสูงของลำต้น 260-320 เซนติเมตร ส่วนปลายใบจะโค้งลงบนดิน และในระยะที่พืชยังมีอายุน้อยจะแผ่ราบไปตามผิวดิน โดยมีใบที่มีขนาดเล็กกว่า และมีขนหนาแน่น ด้านบนใบ ปล้องค่อนข้างยาวกว่า ออกดอกเร็วประมาณเดือนสิงหาคม ข้อดอกยาวประมาณ 15-27 เซนติเมตร (อรวรรณ, 2538)

การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมคล้ายคลึงกับหญ้าเนเปียร์ม่วงเหล็ก ยกเว้นในสภาพอากาศเย็น เช่น ในเขต subtropic ของประเทศญี่ปุ่น พบว่า หญ้าเนเปียร์ม่วงเหล็กอยู่รอดได้ดีกว่าหญ้าเนเปียร์พันธุ์ม็อท (สายพันธ์, 2548) สามารถปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิและอากาศแถบร้อนชื้น ขึ้นได้ดีในดินหลายชนิดตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียว ชอบดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ทนแล้งได้ดีมากเพราะมีระบบรากแข็งแรงและเหง้าใต้ดินขนาดใหญ่ ทนต่อสภาพน้ำขังแต่เจริญเติบโตไม่ดี ทนทานต่อการแทะเล็ม มีคุณค่าทางอาหารสูง ด้านทานต่อโรคและแมลง

ผลผลิตและคุณค่าทางอาหาร จากการศึกษาของ สุวนารถ และคณะ (2537) แสดงให้เห็นว่าหญ้าเนเปียร์แคะให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งใกล้เคียงกับหญ้าเนเปียร์ธรรมดา โดยให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งได้ 13.0 ตันต่อไร่ ภายหลังการตัดทุกๆ 3 สัปดาห์ รวม 9 ครั้ง เมื่อคิดเป็นสัดส่วนของใบต่อลำต้น พบว่าหญ้าเนเปียร์แคะมีค่าเท่ากับ 1.4-7.0 สูงกว่าหญ้าเนเปียร์ธรรมดา แต่คุณค่าทางอาหารในแง่ของระดับโปรตีนยังคงสูงแม้ว่าหญ้าจะมีอายุมากกว่า 8 สัปดาห์ (สายพันธ์, 2540)

หญ้าเนเปียร์ยักษ์ (*Pennisetum purpureum* cv. King grass)

หญ้าเนเปียร์ยักษ์เป็นหญ้าที่นำเข้ามาจากอินโดนีเซียในปี พ.ศ. 2533 โดย นายชาญชัย มณีคุณุศล เป็นหญ้าที่มีลำต้นเป็นกอค่อนข้างตั้งตรง (Erect type) คล้ายอ้อย (ธีรศักดิ์และคณะ, 2539) มีลำต้นอวบใหญ่สูง เมื่อโตเต็มที่จะมีความสูงมากกว่า 350 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวอ่อน มีขนยาวและนุ่มกว่าหญ้าเนเปียร์อื่นๆ ใบมีขนาดใหญ่กว้าง 4-5 เซนติเมตร ยาว 90-100 เซนติเมตร (สมศักดิ์, 2544) เหมาะสำหรับปลูกบริเวณที่มีน้ำฝนเฉลี่ยมากกว่า 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป ทนแล้งได้ดีพอสมควร เนื่องจากมีระบบรากที่แข็งแรงและหยั่งลึกลงไปใต้ดิน นอกจากนี้ยังสามารถดูดธาตุอาหารได้มากทำให้ผลผลิตสูงเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทราย ดินเหนียว แต่ต้องการดินที่มีการระบายน้ำดี (ธีรศักดิ์และคณะ, 2539)

หญ้าเนเปียร์ยักษ์เป็นหญ้าที่ขึ้นได้ดีในดินหลายชนิดตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียว ชอบดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงและดินต้องมีการระบายน้ำได้ดี หญ้าเนเปียร์ยักษ์ทนแล้งได้ดีเพราะมีระบบรากลึก ไม่ชอบบริเวณร่มเงา

หญ้าเนเปียร์ยักษ์ เป็นหญ้าที่ให้ผลผลิตสูง เมื่อเทียบกับหญ้าเนเปียร์ชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทย กล่าวคือให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,608 กก.ต่อไร่ สูงกว่าหญ้าเนเปียร์แคะพันธุ์ม้อทและเนเปียร์ธรรมดา ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,403 และ 2,422 กก.ต่อไร่ต่อปี (กานดาและคณะ, 2539) หญ้าเนเปียร์ยักษ์เหมาะสมกับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าหญ้าเนเปียร์ธรรมดาและเนเปียร์แคะพันธุ์ม้อท มีระดับโปรตีนใกล้เคียงกับหญ้าเนเปียร์ธรรมดาแต่ต่ำกว่าหญ้าเนเปียร์แคะพันธุ์ม้อท โดยมีระดับโปรตีนเท่ากับ 10.3 , 10.4 และ 11.8 % สำหรับหญ้าเนเปียร์ยักษ์ เนเปียร์ธรรมดาและเนเปียร์แคะพันธุ์ม้อท ในขณะที่มีค่า NDF และ ADF เท่ากับ 76.0 และ 44.5 % ซึ่งสูงกว่าหญ้าเนเปียร์แคะแต่ใกล้เคียงกับหญ้าเนเปียร์ธรรมดา (กานดา และคณะ 2539)

หญ้าเนเปียร์ลูกผสม (*Pennisetum purpurcophoides* cv. Hybrid)

หญ้าเนเปียร์ลูกผสมเป็นหญ้าที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างเนเปียร์ธรรมดากับหญ้าชนิดอื่น เช่น หญ้า bajra หรือหญ้าไ่มูก เป็นหญ้าที่นำเข้ามาจากอินเดียโดยนายยาน (ภาสกร) คณานุรักษ์ในปี พ.ศ. 2504 ต่อมาได้มีการนำเข้ามาอีกในปี 2505, 2506 และ 2507 โดยนายยอด วัฒนสินธุ์ นายอินทรีย์ จันทรสติชัย และนายเฉลิม สุกปลั่ง ตามลำดับ (สายพันธ์, 2548)

หญ้าเนเปียร์ลูกผสมสายพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยได้รับการผสมพันธุ์ขึ้นที่สถาบันการเกษตรของอินเดีย (India Agricultural Research Institute) เป็นลูกผสมระหว่างหญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum*) กับหญ้าไ่มูก (*Pennisetum americanum*) เมื่อปี ค.ศ. 1961 มีหลายสายพันธุ์และสายพันธุ์หนึ่งที่ทำให้ผลผลิตสูงเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปคือ cv. Hybrid (สมศักดิ์, 2544) เป็นหญ้าประเภทกอตั้ง ที่มีการแตกกอดี มีการแตกกอและระบบรากดีกว่าหญ้าเนเปียร์ธรรมดา ถึง 50 % ใบมีขนาดใหญ่ สีเขียว มีขนตามใบและที่กาบใบ ใบอ่อนนุ่มไม่เหนียว ขอบใบแหลม ลำต้นมีลักษณะอวบ และมีน้ำมาก มีสารพวกเชื้อใยต่ำ มีอายุหลายปี ชอบอากาศร้อน และต้องการน้ำน้อยกว่าหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์อื่น มีความสามารถที่ทนต่อภูมิอากาศที่ร้อนได้ เจริญเติบโตได้ดีในแถบที่มีดินร่วนซุย ซึ่งมีการชลประทานเข้าถึง มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีอีกด้วย และหญ้าชนิดนี้จะให้ผลผลิตและมีคุณค่าทางอาหารสูงที่สุดในช่วงระยะ 3 ปี (บุญฤา, 2528)

หญ้าเนเปียร์ไต้หวัน (*Pennisetum purpureum* cv. Taiwan A 25)

หญ้าเนเปียร์ไต้หวันสายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยเป็นสายพันธุ์ A 25 เป็นหญ้าที่นำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น โดยสายพันธ์ ทัดศรี ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2536 ในโครงการแลกเปลี่ยนพันธุ์ระหว่างมหาวิทยาลัยมิยาซากิ ประเทศญี่ปุ่น และ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำมาปลูกครั้งแรกที่สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (สายัณห์, 2548)

หญ้าเนเปียร์ได้หวั่นที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยคือ เนเปียร์ได้หวั่น A 25 ลักษณะทั่วไปคล้ายเนเปียร์ยักษ์มากกว่าเนเปียร์อื่นๆ ทั้งความสูงของลำต้น สีใบและขนาดของใบ ต้นสูงประมาณ 200 - 350 เซนติเมตร ต้นเกลี้ยงไม่มีขนแข็ง กาบใบมีขนยาวและดอกมักมีสีแดงเมื่อมีอายุมากขึ้น ใบสีเขียวอ่อน เช่นเดียวกับเนเปียร์ยักษ์ ใบกว้าง 3-5 เซนติเมตร ยาว 90-100 เซนติเมตร มีขนดก นุ่มแต่น้อยกว่าเนเปียร์ยักษ์ (สมศักดิ์, 2544)

หญ้าเนเปียร์เมอคิวรอน (*Pennisetum purpureum* cv. Merkiron)

หญ้าเนเปียร์เมอคิวรอน นำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น โดย ดร.สายัณห์ ทัดศรี ในปี พ.ศ. 2536 เป็นหญ้าเนเปียร์ประเภทกอ ต้นตั้งสูงประมาณ 300 ซม. หลังการปลูก 12 สัปดาห์ ใบมีความกว้าง 2.2 ซม. ยาว 103 ซม. ช่อดอกมีสีเหลือง (สายัณห์, 2548)

หญ้าเนเปียร์เมอคิวรอนมีลักษณะคล้ายกับหญ้าเนเปียร์ธรรมดา แต่ความสูงและขนาดของต้นจะเล็กกว่า ต้นมีขนแข็งปกคลุม เช่นเดียวกับเนเปียร์ธรรมดาแต่มีปริมาณมากกว่าความสูงของต้นประมาณ 200–250 เซนติเมตร กาบใบไม่มีขน สีเขียวอ่อน ปลายใบมักจะชี้ตรง การแตกกอหลังจากการปลูก หลังจากนั้นก็จะปักกิ่งตรง (สมศักดิ์, 2544) ใบออกสีแดงเป็นมันหรือเกือบมันให้ผลผลิตสูงนิยมปลูกกันมากในอเมริกาใต้ หมู่เกาะอินเดียตะวันตก และส่วนอื่น ๆ ของโลก เมอคิวรอนให้ผลผลิตของน้ำหนัสด 40–50 ตัน/เฮกตาร์ เมื่อทำการตัดทุก ๆ 35 – 40 วัน (เฉลิมพล, 2530)

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 25-40 °C. หญ้าเมอคิวรอนไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง ชอบขึ้นในดินที่มีหน้าดินลึกและมีความอุดมสมบูรณ์ สามารถทนร่มเงาได้บ้าง แต่ให้ผลผลิตดีที่สุดในที่โล่งแจ้ง ออกดอกในช่วงปลายเดือนธันวาคม

หญ้าเมอคิวรอนมีวิธีการปลูกคล้ายคลึงกับหญ้าเนเปียร์ธรรมดา โดยการใช้ส่วนของลำต้นสำหรับการขยายพันธุ์ ระยะปลูกควรเป็นระยะระหว่างแถวกว้าง 75X75 ซม. โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เช่น ในบริเวณภาคกลาง แต่ถ้าเป็นบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือควรใช้แถวแคบ

จากการศึกษาของ ภัทธวรรณ (2540) ที่สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ พบว่าในช่วงฤดูร้อน (เม.ย. - มิ.ย.) ให้ผลผลิตสูงสุด 3,500 กก. ต่อไร่ ในช่วงฤดูฝน (มิ.ย. - ต.ค.) ให้ผลผลิต 1,344 กก.ต่อไร่ ในขณะที่ในช่วงฤดูหนาวให้ผลผลิต 569 กก.ต่อไร่ โดยมีปริมาณโปรตีนและโพแทสเซียมลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น โดยมีระดับโปรตีนระหว่าง 10.1-14.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.19-0.21 เปอร์เซ็นต์และโพแทสเซียม 1.40–2.07 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูหนาวโปรตีนค่อนข้างสูงกว่าในช่วง

ฤดูฝน โดยมีค่าระหว่าง 10.2–21.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีค่าใกล้เคียงกัน (ภัทรวารรณ และคณะ 2540)

การปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มเหลือต่อประมาณ 20–30 ชม. ควรนำสัตว์ออกแล้วควรพักแปลงโดยใช้เวลา 30–40 วัน แล้วจึงปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มอีกครั้ง ทิพาและคณะ (2537)

การใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์เพื่อเป็นอาหารสัตว์

การใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์ก็เป็นประเด็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากหญ้าเนเปียร์เป็นหญ้าที่เจริญเติบโตเร็วมาก ซึ่งถ้าหากปลูกหญ้าเนเปียร์ไว้ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ก็สามารถตัดได้ภายหลังการปลูกประมาณ 56 วันซึ่งเป็นช่วงที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ดี และสามารถตัดได้ทุกๆ 30 วันหลังจากการตัดครั้งแรก (ธีรพงศ์ และคณะ 2539) แต่ถ้าเกษตรกรมีแปลงปลูกหญ้าขนาดใหญ่ อาจจะมีหญ้าเนเปียร์บางส่วนไม่ถูกใช้ประโยชน์ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวได้ เป็นผลให้หญ้าบางส่วนมีอายุมากเกินไป ซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการตัดหญ้าก่อนหรือหลังจากช่วงเวลาที่เหมาะสมนั้น จะมีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตหญ้าเนเปียร์ด้วย เนื่องจากช่วงเวลาหรือจุดที่คุณภาพความเป็นพืชอาหารสัตว์ที่ดีที่สุดของหญ้าเนเปียร์ในด้านองค์ประกอบทางเคมี และความเหมาะสมต่อสัตว์ในด้านการย่อยได้มีค่าอยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งเท่านั้น เช่นเดียวกับปริมาณผลผลิตใบและลำต้นรวม และสัดส่วนของใบและลำต้นที่เหมาะสมก็มีค่าอยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งเช่นกันและการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์ก่อนหรือหลังจุดนี้ไปแล้ว จึงเป็นที่มาของความสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งทางตรงและทางอ้อม เนื่องจากพืชอาหารสัตว์ที่มีอายุน้อยๆ มักจะมีส่วนประกอบภายในเซลล์ (Cell content) ซึ่งได้แก่ โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุ (Holmes, 1980) และมีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) และผนังเซลล์ (Cell wall: NDF) (Rinne *et al.*, 1997^{1,2}) ที่สูงกว่า แต่มีปริมาณวัตถุแห้ง (Dry matter) ต่ำกว่า ในขณะที่พืชอาหารสัตว์ที่มีอายุมากขึ้นมีค่าดังกล่าวกลับเป็นไปในทางตรงกันข้าม และที่สำคัญที่สุดคือส่วนของผลผลิตโดยเฉพาะลำต้นที่มีอายุมากเกินไปนั้นมีความแข็งมากสัตว์ไม่สามารถกินได้ และเมื่อนำผลผลิตหญ้างดังกล่าวไปเลี้ยงสัตว์ อาจจะถูกปฏิเสธ หรือแม้ว่าสัตว์สามารถกินได้ แต่ค่าการย่อยได้ของหญ้าที่มีอายุมากดังกล่าวย่อมมีค่าต่ำกว่าหญ้าที่มีอายุการตัดที่เหมาะสมสัตว์จึงใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์ได้น้อย ทำให้มีโอกาที่จะให้ผลผลิตได้น้อย ตามปริมาณและคุณค่าของอาหารที่ได้ ดังนั้นปัญหาเรื่องอายุการตัดที่มีต่อปริมาณและคุณภาพของหญ้าเนเปียร์ถูกผสมผสานพันธุ์ต่างในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยจึงได้นำมาเป็นโจทย์วิจัยในประเด็นถัดมา

ในการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์ของเกษตรกรที่พบเห็นได้ทั่วไปนั้นพบว่าเกษตรกรนิยมตัดหญ้าเนเปียร์สดให้สัตว์กินเมื่อหญ้ามียุคที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปนิยมตัดที่อายุ 56-60 วัน

หลังปลูก หลังจากนั้นจึงสามารถตัดได้ทุก ๆ 30 วัน (ธีรารักษ์ และคณะ, 2539) ซึ่งวิธีการใช้หญ้าเนเปียร์โดยการตัดสดให้สัตว์กินนี้ เป็นวิธีที่ปฏิบัติที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป จนเรียกได้ว่าเป็นวิธีการที่เป็นแบบฉบับ (conventional method) ของวิธีการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์เป็นอาหารสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์โดยวิธีนี้มีข้อจำกัดในการบริหารจัดการในด้านการใช้ประโยชน์เพื่อให้ได้หญ้าเนเปียร์ที่มีอายุตัดที่มีคุณค่าความเป็นพืชอาหารสัตว์ที่ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากหญ้าเนเปียร์จะเจริญเติบโตได้ดีมากในช่วงฤดูฝน ถ้าหากปลูกหญ้าเนเปียร์ในแปลงปลูกที่มีขนาดใหญ่ ทำให้มีผลผลิตหญ้ามากเกินกว่าความต้องการใช้ในช่วงเวลานั้นๆ จึงเป็นผลให้หญ้าบางส่วนที่ตัดเมื่อเลยช่วงอายุที่เหมาะสมไปแล้วมีส่วนประกอบของผนังเซลล์ (Cell wall) โดยเฉพาะส่วนประกอบที่เป็นลิกนินเพิ่มขึ้น (Holmes, 1981; Wilson and Hatfield, 1997; Boudet, 1998) เป็นผลให้สัตว์มีปริมาณการกินได้ (Jung and Allen, 1995) และการย่อยได้ของหญ้าลดลง (Jung and Vogel, 1986; Jung and Allen, 1995; Rinne *et al* 1997^u, Wilson and Hatfield, 1997) นอกจากนี้หญ้าที่ตัดที่อายุมาก ๆ มักจะมีส่วนของลำต้นที่แข็งแรงมากเนื่องจากการสะสมของลิกนินเพิ่มขึ้นในระหว่างการพัฒนาของลำต้น (Jung and Allen, 1995; Wilson and Hatfield, 1997) เพื่อให้สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอก ทั้งลม ฝน และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้ แต่การสร้างความแข็งแรงให้กับตัวเองของพืชดังกล่าวกลับเป็นอุปสรรคทั้งต่อมนุษย์ในการใช้ประโยชน์จากพืชในอุตสาหกรรมกระดาศ และต่อสัตว์ทั้งต่อสัตว์กินพืช (Herbivorous animals) โดยตรง และต่อคุณค่าของอาหารในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (Jung and Ni, 1998) ซึ่งความรุนแรงของอุปสรรคดังกล่าวนี้สามารถบรรเทาให้น้อยลงได้ด้วยการจัดการ (Manipulation) ในด้านการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ ด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสม และหนึ่งในหลายๆทางเลือกที่เป็นไปได้คือการแปรรูปหญ้าเนเปียร์สดโดยอาศัยกระบวนการหมักเพื่อผลิตเป็นหญ้าเนเปียร์หมัก (Napier grass silage) ซึ่งในการผลิตหญ้าเนเปียร์หมักเพื่อใช้เป็นอาหารโคในต่างประเทศได้มีการดำเนินการมานานแล้ว โดยเฉพาะประเทศในเขตร้อนชื้นแถบเส้นศูนย์สูตร (Equator) บางประเทศ เช่น ใน ศรีลังกา (Panditharatne *et al.*, 1986) ในประเทศคิวบา (Ojeda and Caceres, 1984; Esperance and Diaz, 1985; Ojeda *et al.*, 1989; Rodriguez *et al.*, 1989) ในบราซิล (Vilela *et al.*, 1982; Lavezzo *et al.*, 1983) ใน Venezuela (Dixon and Escobar, 1984) และในประเทศ Kenya (Brown and Chavalimu, 1985) โดยที่ถึงแม้ว่าการวิจัยในแต่ละเรื่องจากแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้จะมีจุดประสงค์การวิจัยที่ต่างกัน ในหลายๆลักษณะก็ตาม แต่งานวิจัยจากหลายๆงานดังกล่าวนี้ทั้งหมดต่างก็มีเป้าหมายร่วมกันที่สำคัญอยู่ประการหนึ่ง คือเพื่อที่จะเก็บถนอมหญ้าเนเปียร์สดเพื่อไว้ใช้ในช่วงที่ขาดแคลนโดยอาศัยกรรมวิธีการหมักโดยมุ่งเน้นทำการศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่กระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตหญ้าเนเปียร์ที่ได้ภายหลังจากการหมัก ซึ่งได้แก่อิทธิพลของอายุการตัดและขนาดของท่อนหญ้าหมักสับ (Panditharatne *et al.*, 1986) อิทธิพลของสารเสริมชนิดต่าง ๆ (Panditharante *et al.*, 1986; Ojeda and Caceres, 1984; Vilela *et al.*, 1982) การใช้

สารเคมีที่เป็นกรดหรือด่างบางชนิด (Vilela, 1982; Dixon *et al.*, 1983; Lavezzo *et al.*, 1983; Dixon and Escobar, 1984; Dixon and Parra, 1984; Panditharatne, *et al.*, 1986) รวมทั้งอิทธิพลของการทำให้หญ้าเนเปียร์สดแห้งที่ระดับต่างๆ ก่อนการหมัก (Rodriguez *et al.*, 1989, Lavezzo *et al.*, 1983) หรือแม้แต่อิทธิพลของความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ (Lavezzo *et al.*, 1983) และเมื่อได้ประมวลผลข้อสรุปจากหลายๆงานวิจัยทั้งหมดเหล่านี้ทำให้ได้ข้อสรุปที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งว่าการใช้สารเสริมที่เป็นแหล่งพลังงาน (energy sources) ของจุลินทรีย์ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในกระบวนการหมักเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง แต่การใช้สารเคมีที่เป็นกรดและด่างบางชนิดเพื่อควบคุมสภาวะการหมักนั้นยังคงมีความแตกต่างกันอยู่บ้างในระหว่างผลการทดลองแต่ละการทดลอง

นอกจากหญ้าหมักจะมีความสำคัญเพื่อเป็นการถนอมพืชอาหารสัตว์ในช่วงที่มีพืชอาหารสัตว์ชนิดนั้นๆ ในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งเป็นจำนวนมากเกินความต้องการแก่การใช้ตามปกติในแต่ละวันและเก็บถนอมไว้ใช้ในช่วงแล้งหรือช่วงที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์นั้นๆ แล้ว ในด้านคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีหลายๆอย่างของหญ้าหมักก็เป็นสิ่งที่ส่งงูใจให้มีการผลิตหญ้าหมักมากขึ้นด้วยเช่นกัน จากการศึกษาในหลายๆพืชหมักพบว่า พืชหมักหลายชนิดมีค่าวัตถุแห้ง (Dry matter) พลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolisable energy) การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรีย์วัตถุ (Dry matter and organic matter digestibility) และค่าความสามารถในการต้านการเปลี่ยนแปลงของกรด (Buffering capacity) เพิ่มขึ้น (McDonald *et al.*, 1991) อย่างไรก็ตามสำหรับข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตพืชหมักในประเทศไทยเรานั้นยังจำกัดอยู่แต่เพียงชนิดของพืชหมักบางชนิดเท่านั้น เช่น ข้าวโพดหมัก (สมคิด และคณะ 2536, บุญเสริม และคณะ 2543, ชาญชัย 2544) ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตหญ้าเนเปียร์หมักยังมีในระดับที่น้อยมาก ถึงแม้กรมปศุสัตว์จะให้ข้อมูลว่าหญ้าเนเปียร์เป็นหญ้าที่มีความเหมาะสมในการผลิตเป็นหญ้าหมักชนิดหนึ่ง (ธารงศักดิ์ และคณะ, 2539) แต่เมื่อพิจารณาจากเงื่อนไขและปัจจัยสำคัญของการทำพืชหมักเพื่อให้ได้พืชหมักที่มีคุณภาพดีตามที่ระบุไว้โดยบุญเสริม และคณะ (2543) รวมทั้งข้อพิจารณาในการจัดการและการผลิตข้าวโพดหมักที่แนะนำโดย ชาญชัย (2544) แล้วพบว่าการวิจัยถึงชนิดและปริมาณของสารเสริมพืชหมัก (silage additive) ในหญ้าเนเปียร์เป็นเรื่องที่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่สามารถใช้ได้ทางปฏิบัติของเกษตรกรต่อไป

วิธีการวิจัย

1. การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของโครงสร้างลำต้น และโครโมโซมของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์

การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของโครงสร้างลำต้นของหญ้าเนเปียร์

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับการเตรียมสไลด์ได้แก่ ดันอ่อนหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ ตะกร้าสำหรับใส่อุปกรณ์ บีกเกอร์ ขนาด 200 ml. ไซมิดโคน แผ่นสไลด์และแผ่นแก้ว ปิดแผ่นสไลด์ (Cover glass) จานแก้ว (Petri disk) หลอดหยดสาร (dropper) ขนาด 2 มิลลิลิตร พู่กัน น้ำยาเคลือบเล็บ สีย้อมชนิด Glacial violet
2. กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยาย 4 x 100 เท่า
3. กล้องบันทึกภาพระบบดิจิตอล (Sony Cyber – shot DSC-P72)

วิธีการ

ใช้ตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์มาใช้ในการเตรียมสไลด์ โดยใช้ดันอ่อน ตำแหน่งข้อ และปล้องที่ 6 เพื่อทำการเลือนเนื้อเยื่อ สำหรับทำสไลด์ โดยใช้ไซมิดโคนเลือนทั้งบริเวณข้อ และปล้อง โดยวิธีการเลือนด้วยมือเปล่า (The methods of cutting freehand section) ตามวิธีการของ Carlton (1961) และทำการย้อมสี (Glacial violet) แล้วใช้กล้องจุลทรรศน์ขนาด 100X และ 400X เพื่อดูโครงสร้างของระบบลำเลียงของหญ้าทั้ง 8 สายพันธุ์แล้วทำการบันทึกภาพ

การศึกษาลักษณะและรูปร่างของโครโมโซมของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์

อุปกรณ์

1. ท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์เพื่อใช้ในการเตรียมราก
2. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมเนื้อเยื่อ ได้แก่ ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 ml สารละลายโคลชิซิน 0.01 เปอร์เซ็นต์ กรดเกลือเข้มข้น 5 % แอลกอฮอล์ 70 และ 95 เปอร์เซ็นต์ และ กลacial acetic
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสไลด์ การดู และบันทึกภาพโครโมโซม ได้แก่ แผ่นสไลด์และแผ่นปิดสไลด์ หลอดหยด ดินสอ-ปากกา กระดาษทิชชู กล้องจุลทรรศน์ เวอร์เนีย สีย้อม อะซิโต ออซิน (aceto orcein)

วิธีการ

ใช้วิธีการศึกษาตามวิธีของ Sharma and Sharma (1980) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมราก

- ตัดรากอ่อนจากท่อนพันธุ์ที่เตรียมไว้มาแช่น้ำ ทิ้งไว้นาน 3-5 วัน

2. การเตรียมเนื้อเยื่อ

1. ใช้ส่วนปลายของรากมาแช่ในสารละลายโคลชิซิน 0.01 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง
2. นำปลายรากมาแช่ในน้ำยาคงสภาพเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. ถายน้ำยาคงสภาพ ออกแล้วนำรากมาแช่ใน แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (สามารถเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อใช้ในการศึกษาได้เป็นเวลา 1 เดือน)

3. การเตรียมเซลล์ปลายราก

1. นำปลายรากมาตัดส่วนปลายวางบนแผ่นสไลด์ แล้วหยดด้วยกรดเกลือ (hydrochloric) 5% ทิ้งไว้นาน 10 นาที
2. ซับกรดออกให้หมด แล้วย้อมด้วยสี อะซิโตออสีน แล้วทิ้งไว้นานประมาณ 10 นาที
3. ปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์แล้วใช้หัวแม่มือบีบปลายรากเบาๆ
4. ใช้กระดาษทิชชูห่อแผ่นปิดสไลด์แล้วใช้แท่งดินสอหรือปากกาเคาะให้เซลล์กระจาย
5. นำแผ่นสไลด์ไปดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 100 เท่า
6. เลือกเซลล์ที่ Nucleus มีการกระจายดี สามารถมองเห็นโครโมโซมได้ชัดเจน แล้วนำไปบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพชนิดดิจิทัล
7. ลอกลายโครโมโซมด้วยกระดาษลอกลาย แล้วจัดทำ Karyotype ของ Chromosome

2. การศึกษาผลผลิตของเห็ดนางเป็ยร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย

อุปกรณ์

1. ท่อนพันธุ์เห็ดนางเป็ยร์จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ เห็ดนางเป็ยร์บ้านา เห็ดนางเป็ยร์ธรรมดา แทนกันชิม ยักษ์ ได้หวัน แคระ เมอคิวรอน และเห็ดนางเป็ยร์ลูกผสม สายพันธุ์ละ 640 ท่อน รวมทั้งสิ้น 5,120 ท่อน แบ่งเป็น 4 ส่วนๆ ละ 1,280 ท่อน(สำรอง 25%) เพื่อใช้ปลูกในแต่ละภูมิภาคทั้ง 4 ภูมิภาคของประเทศไทย โดยใช้ท่อนพันธุ์ที่เก็บรวบรวมจากวิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไล่ใหญ่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งสง จ. นครศรีธรรมราช
2. แปลงปลูกขนาด 0.8 X 40 เมตร จำนวนภูมิภาคละ 8 แปลง แต่ละแปลงแบ่งเป็นแปลงขนาด 0.8X4 เมตร จำนวน 10 แปลงย่อย
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูก การบำรุงรักษา และการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่ จอบ กรรไกร บัวรดน้ำ ระบบให้น้ำแบบ sprinkler เคียวตัดหญ้า ถังพ่นฆ่า เวิร์เน็ย-เคลิปเปอร์ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี

(46-0-0) เทปวัตรระยะ ช้อนปลูก เครื่องชั่ง มีดคัตเตอร์ แก้ว ตาชั่งในล่อนสีฟ้า และแผ่นซาแลน สำหรับกันแนวรั้ว เสารั้วชนิดปูนซีเมนต์และชนิดไม้ เชือกฟาง ถุงพาสติกเก็บตัวอย่าง เครื่องชั่ง พิกัดสุทธิ 15 กิโลกรัม ปากกาเขียน white board ชนิดถาวร และแบบกรอกบันทึกผลผลิต

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

4.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์โดยระบบ Weende (Weende system of analysis) ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีนรวม เยื่อใยรวม ไขมันรวม และเถ้า

4.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์โดยระบบ Van Soest ซึ่งได้แก่ชุดวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยชนิด ควบแน่นไอน้ำหมุนเวียน (Refluxing apparatus)

วิธีการ

1. การเตรียมท่อนพันธุ์และถุงแพะชำ

ใช้ท่อนพันธุ์ขนาดประมาณ 10-15 เซนติเมตร ซึ่งมีตา ท่อนละ 2-3 ตา ซึ่งได้จาก แปลงรวบรวมท่อนพันธุ์ที่มีอายุมากกว่า 6 เดือน และใกล้เคียงกันทุกๆ สายพันธุ์ เพื่อใช้สำหรับแพะชำในถุงแพะชำ ขนาด 12 X 12 นิ้ว ซึ่งบรรจุวัสดุปลูกที่ใช้ดินปลูกผสมกับปุ๋ยคอกในสัดส่วนดินต่อปุ๋ยคอกประมาณ 5:1 โดยปักชำท่อนพันธุ์ลงในถุงๆละ 1 ท่อน ทำการบำรุงรักษาท่อนพันธุ์จนมีอายุครบ 21 วัน จึงทำการย้ายไปปลูกในแปลงปลูก

2. การปลูกหญ้าในแปลงปลูก

ทำการคัดเลือกหญ้าเนเปียร์จากทุกแพะชำที่ได้เพื่อจำนวนตายไปแล้ว 25% โดยคัดเลือกต้นที่มีความสม่ำเสมอมากที่สุดจำนวนสายพันธุ์ละ 160 ต้น ในแต่ละภูมิภาคเพื่อปลูกในแปลงปลูกจำนวน 10 แปลงย่อย แปลงละ 16 ต้น ใช้ระยะปลูกระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถว เป็น 0.5 X 0.75 เซนติเมตร ทำการให้น้ำเพื่อรักษาระดับความชื้นให้อยู่ในระดับความชื้นสนาม (Field capacity) ทำการใส่ปุ๋ยเคมี (46-0-0) หลังจากตัดในแต่ละครั้งจำนวน 5 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละครั้ง

3. การศึกษาปริมาณผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์

โดยการตัดหญ้าเนเปียร์ทุกต้นหลังจากการปลูกครั้งแรก 45 วัน จากนั้นทำการตัดทุกๆ 45 วัน จนครบ 1 ปี ซึ่งมีจำนวนตัดจำนวน 8 ครั้ง เพื่อศึกษาจำนวนผลผลิตเฉลี่ย/ต้น ในแต่ละสายพันธุ์ในรอบ 1 ปี

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) มี 8 treatments และ 4 replications ซึ่งมีแบบหุนทางสถิติ (Statistical model) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้คือ

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

โดยที่

Y_{ij} = ค่าสังเกตของหน่วยทดลองที่ได้รับ treatment ที่ i ซ้ำที่ j เมื่อ $j = 1, \dots, r$

μ = Overall mean

τ_i = Treatment effect

ε_{ij} = Residual error

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาถึงอิทธิพลของ Treatment ที่มีต่อปริมาณผลผลิตของหญ้าที่ศึกษาโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และหากพบอิทธิพลของทรีตเมนต์ ก็จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test: DMRT (Steel and Torrie, 1981)

3. การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย

การศึกษาการแตกหน่อของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์

อุปกรณ์

ใช้อุปกรณ์จากการวิจัยในโครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการ

ทำการนับจำนวนหน่อที่เจริญจากการตัดในแต่ละครั้ง เพื่อนำเสนอเป็นจำนวนการแตกหน่อของแต่ละกอ และทำการคำนวณค่าเฉลี่ย เป็นค่าเฉลี่ยต่อกอ ของหญ้าทั้ง 8 สายพันธุ์ ใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย

การศึกษาความสูงของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์

อุปกรณ์

ใช้อุปกรณ์จากการวิจัยในโครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการ

ทำการวัดความสูงของหญ้าเนเปียร์ทุกกอก่อนทำการตัด โดยวัดจากตำแหน่งรอยที่จะตัดจนถึงปลายใบที่ยาวที่สุดของแต่ละกอ แล้วนำมาเฉลี่ยเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละสายพันธุ์

การศึกษาจำนวนกอที่รอดตายในแต่ละครั้งหลังการตัด

อุปกรณ์

ใช้อุปกรณ์จากการวิจัยในโครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการ

นับจำนวนต้นที่ให้ผลผลิตที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละครั้ง แล้วนำมาเฉลี่ยเป็นค่าเฉลี่ย/แปลงของหญ้าแต่ละสายพันธุ์ในการตัดแต่ละครั้ง

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) มี 8 treatments และ 4 replications ซึ่งมีแบบหุนทางสถิติ (Statistical model) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้คือ

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

โดยที่

Y_{ij} = ค่าสังเกตของหน่วยทดลองที่ได้รับ treatment ที่ i ซ้ำที่ j เมื่อ $j = 1, \dots, r$

μ = Overall mean

τ_i = Treatment effect

ϵ_{ij} = Residual error

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาถึงอิทธิพลของ Treatment ที่มีต่อลักษณะต่างๆที่ศึกษาโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และหากพบอิทธิพลของทรีตเมนต์ ก็จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test: DMRT (Steel and Torrie, 1981)

การศึกษาอิทธิพลของความถี่ในการตัดต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์

อุปกรณ์

1. หญ้าเนเปียร์ในแปลงรวบรวมพันธุ์ จำนวน 8 สายพันธุ์ๆ ละ 3 แปลง แต่ละแปลงมี 16 ต้น ซึ่งได้ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้ว และได้ทำการให้ปุ๋ยเรียบร้อยแล้วทุกๆแปลง จนมีอายุ

ครบที่จะใช้ศึกษาที่ 30 45 และ 60 วัน หลังจากการตัดครั้งก่อนเพื่อใช้สำหรับศึกษาอิทธิพลของ ความถี่ (อายุ) ของการตัดต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของหญ้าทั้ง 8 สายพันธุ์

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ใช้อุปกรณ์จากการ วิจัยเช่นเดียวกับโครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการ

1. ปลูกหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ๆ ละ 3 แปลงๆ ละ 16 ต้น ในแปลงปลูกขนาด 0.8 X 3.0 เมตร โดยใช้ระยะปลูก 0.5 X 0.75 เมตร จนมีอายุครบ 60 วัน จึงทำการตัดผลผลิตโดยไม่ได้ศึกษาปริมาณ ผลผลิต

2. การบำรุงรักษาต้นตอหญ้า (Stubble) ในแปลงโดยการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยยูเรีย และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อถึงอายุการตัดที่ต่างกัน 3 ระยะคือ 30 45 และที่ 60 วัน โดยสุ่มตัวแทนมาในแต่ละ ระยะ และแต่ละสายพันธุ์ๆ ละ 50 ต้น เพื่อใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต นำ ผลผลิตจากการตัดในแต่ละระยะมาศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตทั้งของลำต้น ใบ และ ผลผลิตรวม เถลี่ย/ต้น โดยการวัด น้ำหนักรวม ต้น และใบของแต่ละต้น ความยาวและน้ำหนักของ ต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้น จำนวนข้อ และความยาวของปล้อง ความยาวและน้ำหนักของใบ จำนวนใบ ความกว้างของแผ่นใบ และจำนวนต้นเถลี่ย/กอ ของหญ้าทั้ง 8 สายพันธุ์ที่อายุการตัดทั้ง 3 ระยะ

แผนการทดลอง

ใช้วิธีการทดลองแบบ 3 x 8 Factorial experiment ตามแผนการทดลองแบบ Completely randomized design: CRD มีจำนวน 50 replications ซึ่งมีแบบหุ่นทางสถิติ (Statistical model) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้คือ

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}, \quad \begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, a \\ j &= 1, 2, \dots, b \\ k &= 1, 2, \dots, r \end{aligned}$$

เมื่อ

Y_{ijk} = ค่าสังเกตของหน่วยทดลองที่ K ซึ่งได้รับ treatment combination ของ ระดับที่ i ของปัจจัย A และของระดับที่ j ของปัจจัย B เมื่อ $k = 1, 2, \dots, r$

μ = Overall mean

A_i = อิทธิพลของปัจจัย A ที่ระดับ j เมื่อ $i = 1, 2, \dots, a$

B_j = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย B ที่ระดับ j เมื่อ $j = 1, 2, \dots, b$

AB_{ij} = อิทธิพลร่วม AB

ϵ_{ijk} = Residual error

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาถึงอิทธิพลของ Treatment ที่มีต่อลักษณะต่างๆที่ศึกษาโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และหากพบอิทธิพลของทรีตเมนต์ ก็จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test: DMRT (Steel and Torrie, 1981)

การศึกษาอิทธิพลของอายุการตัดครั้งแรกและความสูงของรอยตัดต่อการเจริญใหม่ และการให้ผลผลิต (regrowth yield) ของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์

อุปกรณ์

1. หญ้าเนเปียร์จำนวน 8 สายพันธุ์ ในแปลงปลูกขนาด 0.8 X 3.0 เมตร สายพันธุ์ละ 4 แปลงๆละ 16 ต้น
2. ใช้อุปกรณ์เช่นเดียวกันกับการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าในการทดลองที่

2

วิธีการ

1. ปลูกหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ในแปลงปลูกพันธุ์ละ 4 แปลง บำรุงรักษาจนครบกำหนดอายุตัดที่ต่างกัน 2 ระยะกันคือที่ 70 และ 105 วัน (10 และ 15 สัปดาห์) แล้วจึงทำการตัดผลผลิตหญ้า โดยตัดให้มีมีความสูงจากพื้นต่างกัน 4 ระดับ คือตัดติดพื้น (0 เซนติเมตร) และตัดสูงจากพื้น 15 30 และ 45 เซนติเมตร ตามลำดับ
2. นำผลผลิตที่ได้ไปศึกษาน้ำหนักเฉลี่ย/ กอ และจำนวนต้น เฉลี่ย/ กอ ของผลผลิตหญ้าที่ตัดก่อนการศึกษา (previous cut yield) และใช้ค่าที่ได้ในการปรับค่าผลผลิตของการเจริญใหม่ (regrowth yield)
3. บำรุงรักษาแปลงหญ้าโดยการให้น้ำ และรดน้ำ จนถึงอายุ 45 วัน จึงทำการตัดหญ้าที่เกิดจากการเจริญใหม่ครั้งแรก (first regrowth) ที่เกิดจากการตัดครั้งแรกที่ต่างกันที่ 70 และ 105 และตัดในระดับความสูงที่ต่างกันที่ 0 15 30 และ 45 เซนติเมตร เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตจากการเจริญใหม่ครั้งแรก (first regrowth yield)
4. ศึกษาผลผลิตทั้งโดยวิธีวัดโดยตรง และโดยการหาค่าปรับ โดยใช้ผลผลิตก่อนการตัดเป็นตัวปรับ เพื่อศึกษาจำนวนหน่อเฉลี่ย/ กอ และน้ำหนักสดเฉลี่ย/ กอของผลผลิตหญ้าทั้ง 8 สายพันธุ์

แผนการทดลอง

การศึกษาความแตกต่างของปริมาณผลผลิตก่อนการตัด(previous cut yield) เพื่อศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์ อายุเมื่อตัดครั้งแรก และ ความสูงของรอยตัดที่มีต่อ ผลผลิต และการแตกกอ โดยใช้วิธีการทดลองแบบ 2x4x8 Factorial experiment ตามแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ซึ่งรูปแบบทางสถิติ (Statistical model) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ศึกษานี้คือ

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

เมื่อ

Y_{ijkl} = ค่าสังเกตของหน่วยทดลองที่ l ซึ่งได้รับ treatment combination ของระดับที่ i ของปัจจัย A ของระดับที่ j ของปัจจัย B และ ของระดับที่ k ของปัจจัย C เมื่อ l = 1, 2, ..., r

μ = Overall mean

α_i = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย A ที่ระดับ i เมื่อ $i = 1, \dots, a$

β_j = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย B ที่ระดับ j เมื่อ $j = 1, \dots, b$

γ_k = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย C ที่ระดับ k เมื่อ $k = 1, \dots, c$

$\alpha\beta_{ij}$ = อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย A และ B ที่ระดับ ij

$\alpha\gamma_{ik}$ = อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย A และ C ที่ระดับ ik

$\beta\gamma_{jk}$ = อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย B และ C ที่ระดับ jk

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$ = อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย A, B และ C ที่ระดับ ijk

ε_{ijkl} = Residual error

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และหากพบว่ามียิทธิพลอันเนื่องมาจากปัจจัยที่ศึกษา ก็จะทำการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test: DMRT (Steel and Torrie, 1981)

การศึกษาความแตกต่างของปริมาณผลผลิตจากการตัดต้นที่เจริญใหม่ครั้งแรก (first regrowth yield) เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยด้านสายพันธุ์ อายุเมื่อตัดครั้งแรก และ ความสูงของรอยตัดที่มีต่อปริมาณผลผลิต และการแตกหน่อ โดยใช้วิธีการทดลองแบบ 2x4x8 Factorial experiment ตามแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) แต่ใช้ผลผลิตและจำนวนหน่อจากการตัดครั้งแรกเป็นตัวแปรร่วม ซึ่งรูปแบบทางสถิติ (Statistical model) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ศึกษานี้คือ

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + \beta(X_{ijkl} + \bar{X}) + \varepsilon_{ijkl}$$

เมื่อ Y_{ijkl} = ค่าสังเกตจาก treatment ที่ ijk ซ้ำที่ l เมื่อ $l = 1, \dots, r$
 X_{ijkl} = ค่า covariates จาก treatment ijk ซ้ำที่ l เมื่อ $l = 1, \dots, r$
 μ = Overall mean
 $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรร่วม (covariates)
 A_i = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย A ที่ระดับ i เมื่อ $i = 1, \dots, a$
 B_j = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย B ที่ระดับ j เมื่อ $j = 1, \dots, b$
 C_k = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย C ที่ระดับ k เมื่อ $k = 1, \dots, c$
 β = ค่า slope (regression) ที่ใช้ในการปรับค่าอิทธิพลเนื่องจาก X ให้กับ Y
 ε_{ijkl} = Residual error

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of covariance: ANCOVA) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว (adjusted mean หรือ least square mean) โดยใช้วิธีการประมวลผลด้วยการใช้ General linear model procedure: GLM ใน Proc step ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS ตามวิธีการที่แนะนำโดยมนต์ชัย(2544)

4. การศึกษาการพัฒนารูปแบบการใช้ประโยชน์เพื่อการปรับปรุงคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการและ การใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์

การศึกษาอิทธิพลของอายุการตัดและการถนอมโดยการหมักด้วยกรรมวิธีต่างๆ เพื่อให้ได้หญ้าหมักคุณภาพดี

อุปกรณ์

1. หญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ที่ตัดเมื่ออายุครบ 45 วัน จำนวนแปลงละ 2 กอ จากทั้งหมดสายพันธุ์ละ 10 แปลงทั้ง 8 สายพันธุ์ รวม 160 กอ เพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับทำหญ้าหมัก
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมพืชหมักได้แก่ กรรไกรตัดกิ่งไม้ ถังพลาสติกสีดำชนิดเนื้อหนา ขางวงสำหรับผูกปิดปากถุงหญ้าหมัก กากน้ำตาล รำละเอียด และมันเส้นบด
3. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีตามระบบ Weende และ Van Soest

วิธีการ

1. สุ่มตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตจากทุกๆ แปลงๆ 2 กอ รวมหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ๆละ 10 แปลง จำนวนทั้งหมด 160 ตัวอย่างเพื่อใช้ในการหมัก
2. ชั่งน้ำหนักสดของหญ้าแต่ละกอ แล้วทำการหั่นหญ้าให้เป็นท่อนสั้นๆ ขนาด 1 นิ้ว และทำการหมักในถุง ขนาด 22 X 30 นิ้ว
3. ทำการหมักตัวอย่างหญ้าด้วยกรรมวิธีที่ต่างกัน 4 กรรมวิธี คือ
 - หมักโดยไม่ใส่สารเสริมการหมัก
 - หมักโดยเสริมด้วยกากน้ำตาล 5%
 - หมักโดยเสริมด้วยกากน้ำตาล 5%ร่วมกับรำ 5%
 - หมักโดยเสริมด้วยกากน้ำตาล 5%ร่วมกับมันสำปะหลังเส้นบด 5%
4. เมื่อครบกำหนด 21 วัน จึงทำการชั่งน้ำหนักผลผลิตหญ้าหมักแล้ว เก็บตัวอย่างหญ้าหมักไปศึกษาคุณภาพ โดยการวัด pH ดมกลิ่น และชิม และประเมินลักษณะความเป็นหญ้าหมักที่ดีจากการสัมผัส
5. ใช้ตัวอย่างหญ้าหมักไปอบแห้งที่ 65 องศา และบดผ่านตะแกรงขนาด 5 และ 1 มิลลิเมตร เพื่อใช้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการประเมินค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมน
6. ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยระบบ Weende (Naumann and Basler, 1976)
7. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยระบบ Van Soest (Goering and Van Soest, 1970)

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ Split plot Design ที่จัด Main plot ให้แก่ Main Unit Treatment ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) โดยศึกษาใน 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 (factor A) คือสายพันธุ์ของหญ้าเนเปียร์ที่มี 8 สายพันธุ์ และ ปัจจัยที่ 2 (factor B) คือกรรมวิธีการหมักหญ้าซึ่งมี 4 กรรมวิธี ซึ่งรูปแบบทางสถิติ (Statistical model) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้คือ

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{k(i)} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

โดยที่

Y_{ijk} = ค่าสังเกตของหน่วยทดลองที่ได้รับ treatment combination ที่ ij ซ้ำที่ k เมื่อ $k = 1, \dots, r$

μ = Overall mean

α_i = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย A (main unit effect A) ที่ระดับ i เมื่อ $i = 1, \dots, a$

β_j = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย B (sub unit effect B) ที่ระดับ j เมื่อ $j = 1, \dots, b$

$\alpha\beta_{ij}$ = อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย A และ B (interaction effect AB) ที่ระดับ ij

δ_k = Main unit error

ϵ_{ijk} = Sub unit error

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และหากพบว่ามีอิทธิพลอันเนื่องมาจากสายพันธุ์ของหญ้าและจากปัจจัยอื่นๆ ที่ศึกษา ก็จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test: DMRT (Steel and Torrie, 1981)

การศึกษาอิทธิพลของอายุการตัดและกรรมวิธีการถนอมโดยการหมักด้วยกรรมวิธีต่างๆ ที่มีต่อค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนของหญ้าหมัก

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างหญ้าหมักที่ผ่านการบดและใช้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากการทดลองในข้อ 4.1 แล้ว
2. โคเจาะกระเพาะ (rumen fistulated cows) ชนิดมีฝาเปิด จำนวน 4 ตัว
3. ถุงไนลอนที่เป็นไนลอนชนิด Nylon Woven Continuous Filament Cloth ซึ่งผลิตโดย Lockertex Filtration Products and Service ที่มีขนาดของถุง 10 x 14 ซม. และมีขนาดรูพรุน = per 114 L/dm²/min @200 Pa ที่ใช้วิธีการเย็บถุงแบบปิดร้อน (heat sealed) ผลิตโดย International Feed Resources Unit แห่ง Macaulay Research Institute ณ Craigiebuckler เมือง Aberdeen, Scotland
4. อุปกรณ์สำหรับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ และในตัวโค ได้แก่ เครื่องชั่งวิเคราะห์เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องซักผ้าสำหรับใช้ล้างถุง ตู้อบสำหรับใช้ออบแห้ง สายไนลอนและถุงตาข่ายสำหรับห่อหุ้มถุงที่ผูกเข้ากับสายไนลอนแล้ว

วิธีการ

1. ใช้ตัวอย่างหญ้าหมักที่ผ่านการบดและใช้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีแล้วใช้เพื่อการศึกษาค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนด้วยเทคนิคถุงไนลอน (Nylon bag technique) (Ørskov and McDonald, 1979)
2. นำค่าที่ได้จากการศึกษาค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งของตัวอย่างในกระเพาะรูเมนไปคำนวณค่าศักยภาพการสลายตัว (Potential degradation) และค่าคงที่การสลายตัวในกระเพาะรูเมน (ruminal degradation parameters) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Fit curve) (Chen, 2006)

แผนการทดลอง

ใช้วิธีการทดลองแบบ 4x8 factorial experiment ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design: RCBD โดยใช้โคเจาะกระเพาะจำนวน 4 ตัวเป็น block จำนวน 4 block ซึ่งรูปแบบทางสถิติ (Statistical model) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้คือ

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + \alpha\beta_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของ treatment combination ที่ jk , ซ้ำที่ i เมื่อ $i=1, \dots, r$

μ = Overall mean

ρ_i = อิทธิพลเนื่องจาก Block ที่ i เมื่อ $i = 1, \dots, r$

α_j = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย A (Main effect A) ที่ระดับ j เมื่อ $j = 1, \dots, a$

β_k = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย B (Main effect B) ที่ระดับ k เมื่อ $k = 1, \dots, b$

$\alpha\beta_{jk}$ = อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย A และ B (interaction AB) ที่ระดับ jk

ε_{ijk} = residual error

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาถึงอิทธิพลของ Treatment ที่มีต่อลักษณะต่างๆที่ศึกษาโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และหากพบอิทธิพลของทรีตเมนต์ ก็จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparison) โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test: DMRT (Steel and Torrie, 1981)

สถานที่ทำการศึกษา

โดยทำการศึกษาและเก็บข้อมูล ในวิทยาเขตได้แก่ วิทยาเขตพิษณุโลก วิทยาเขตสุรินทร์ วิทยาเขตปทุมธานี และวิทยาเขตนครศรีธรรมราช ซึ่งสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (เดิม) และทำการวิเคราะห์ทางเคมี การศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ และการวิเคราะห์ผลทางสถิติที่ วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ไลไฮญ่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำการวิจัย

เริ่มดำเนินการตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2546 - 30 กันยายน 2549

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของโครงสร้างลำต้นและโครโมโซมของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์

การจัดเรียงตัวของระบบลำเลียงท่อน้ำและท่ออาหาร

ท่อน้ำ (Xylem) และท่ออาหาร (Phloem) ที่จัดเรียงตัวกันเป็นมัดท่อน้ำ ท่ออาหาร (vascular bundle) ของหญ้าเนเปียร์ ทั้ง 8 สายพันธุ์ ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีลักษณะแตกต่างกันทั้งบริเวณข้อ (Figure 1) และบริเวณปล้อง (Figure 2) ในแต่ละสายพันธุ์ดังนี้

ลักษณะของการกระจายตัวและการจัดเรียงตัวของมัดท่อน้ำท่ออาหารบริเวณข้อ ของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ (Figure 1) ซึ่งพบว่าหญ้าเนเปียร์ในทุกสายพันธุ์มีการจัดเรียงตัวของมัดท่อน้ำและท่ออาหารบริเวณข้อที่หนาแน่นมากและกระจายอยู่ทั่วทั้งลำต้น แต่จะมีความหนาแน่นมากบริเวณด้านข้างรอบๆลำต้น และลดลงในบริเวณกึ่งกลาง (core) ของลำต้น ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีโครงสร้างของเนื้อเยื่อประเภท ground tissue อยู่มากกว่า และในการจัดเรียงตัวของท่อน้ำท่ออาหารบริเวณข้อของหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ก็มีความแตกต่างกันโดยที่หญ้าเนเปียร์ธรรมดา และบาน่า มีความหนาแน่นของจำนวนมัดท่ออาหารค่อนข้างมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ

ลักษณะของการกระจายตัวและการจัดเรียงตัวของมัดท่อน้ำ ท่ออาหารบริเวณปล้อง ของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ (Figure 2) ซึ่งพบว่ามีจำนวนมัดท่อน้ำ ท่ออาหารบริเวณนี้มีการจัดเรียงตัวกันกระจัดกระจายกว่าบริเวณข้อ และมีความหนาแน่นบริเวณรอบๆ ด้านข้างของลำต้นมากกว่าตำแหน่งบริเวณแกนกลางลำต้น ซึ่งเป็นบริเวณที่มีเนื้อเยื่อพื้นฐาน (ground tissue) อยู่เป็นจำนวนมาก

ขนาดของกลุ่มเซลล์ที่รวมกันเป็นมัดท่อน้ำและท่ออาหารของหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ก็มีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยที่หญ้าเนเปียร์ยักษ์ หญ้าเนเปียร์ลูกผสม และแทนกันชิมามีขนาดของมัดท่ออาหารที่ใหญ่มาก ในขณะที่ท่ออาหารของหญ้าเนเปียร์ไต้หวันมีขนาดเล็ก และมีความแตกต่างไปจากสายพันธุ์อื่นๆ คือส่วนที่เป็นมัดท่อน้ำของหญ้าชนิดนี้จะมี annular vessel ที่โตกว่า pitted vessel มาก และมีมัดท่ออาหารเล็กกว่าชนิดอื่นๆ อย่างชัดเจน นอกจากนี้ขนาดและลักษณะของท่อน้ำของหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ก็มีลักษณะแตกต่างกัน ทั้งบริเวณข้อ และหญ้าปล้อง

เช่นกัน โดยที่หมู่บ้านเปียร์แคระ เนเปียร์ธรรมดา เนเปียร์ยักษ์ และบาน่า มีขนาดของมัดท่อน้ำขนาดใหญ่ และเห็นได้อย่างชัดเจน

เนื่องจากมัดท่อน้ำ ท่ออาหารเป็นโครงสร้างที่พืชใช้ขนส่งน้ำจากรากไปยังใบ ลำต้น และส่วนอื่นๆ ของพืชที่ต้องการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ และมัดท่ออาหารเป็นเส้นทางการขนส่งสารอาหารที่พืชสังเคราะห์เพื่อส่งไปเลี้ยงส่วนต่างๆของพืช หรือส่งไปเก็บสะสมไว้ในดิน ใบ ดอก ราก ผล หรือเมล็ดของพืช ดังนั้นเพื่อให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ดังกล่าวกับกลไกทางสรีระวิทยาในการเจริญเติบโตของหมู่บ้านเปียร์ จึงสมควรจะศึกษาถึงรายละเอียดของโครงสร้างดังกล่าวที่สัมพันธ์กับคุณค่าและความเป็นประโยชน์ของหมู่บ้านเปียร์ที่มีโครงสร้างดังกล่าวในเชิงลึกต่อไปในอนาคตด้วย

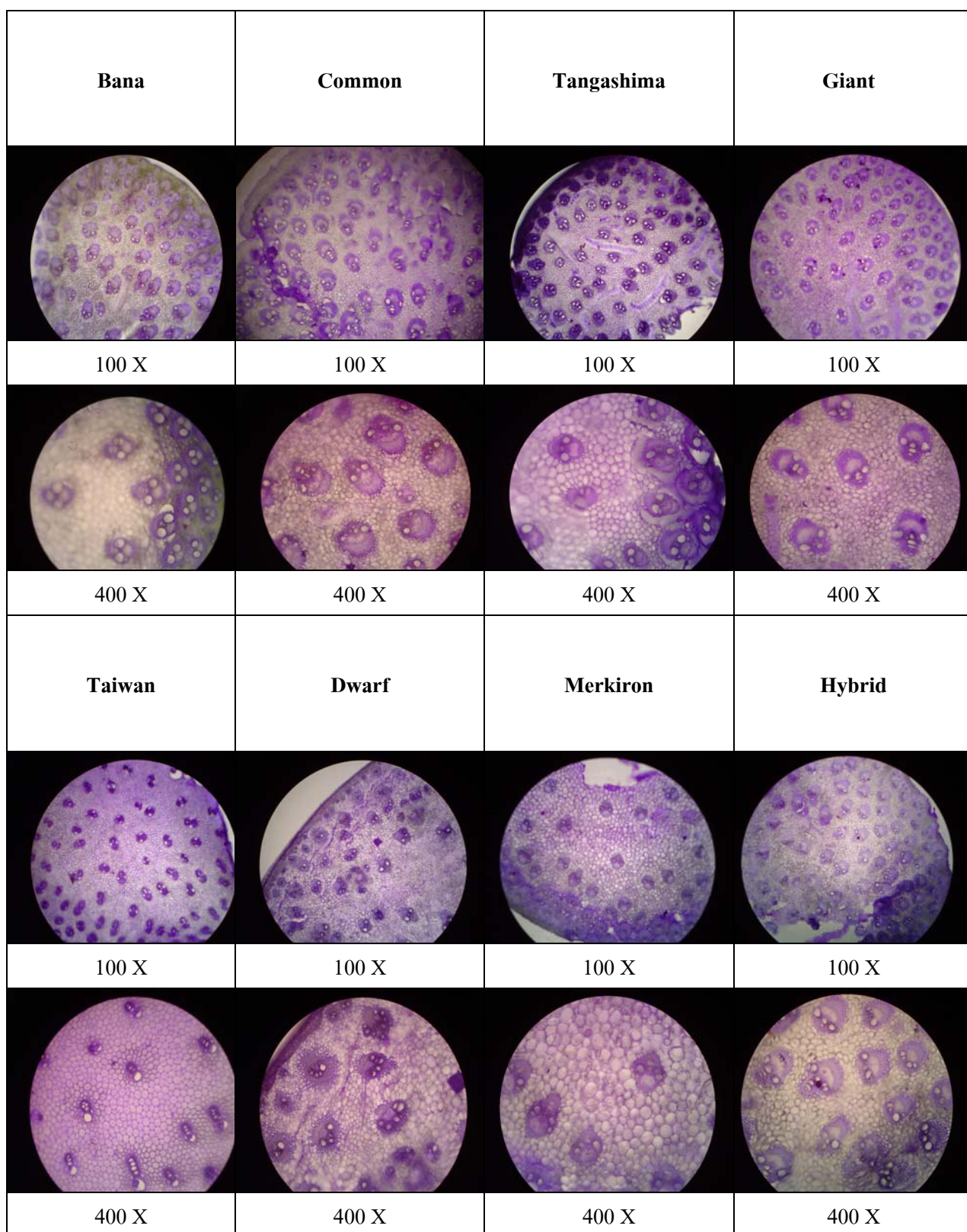


Figure 1: The vascular bundle of the node of 8 cultivars of Napier grass.

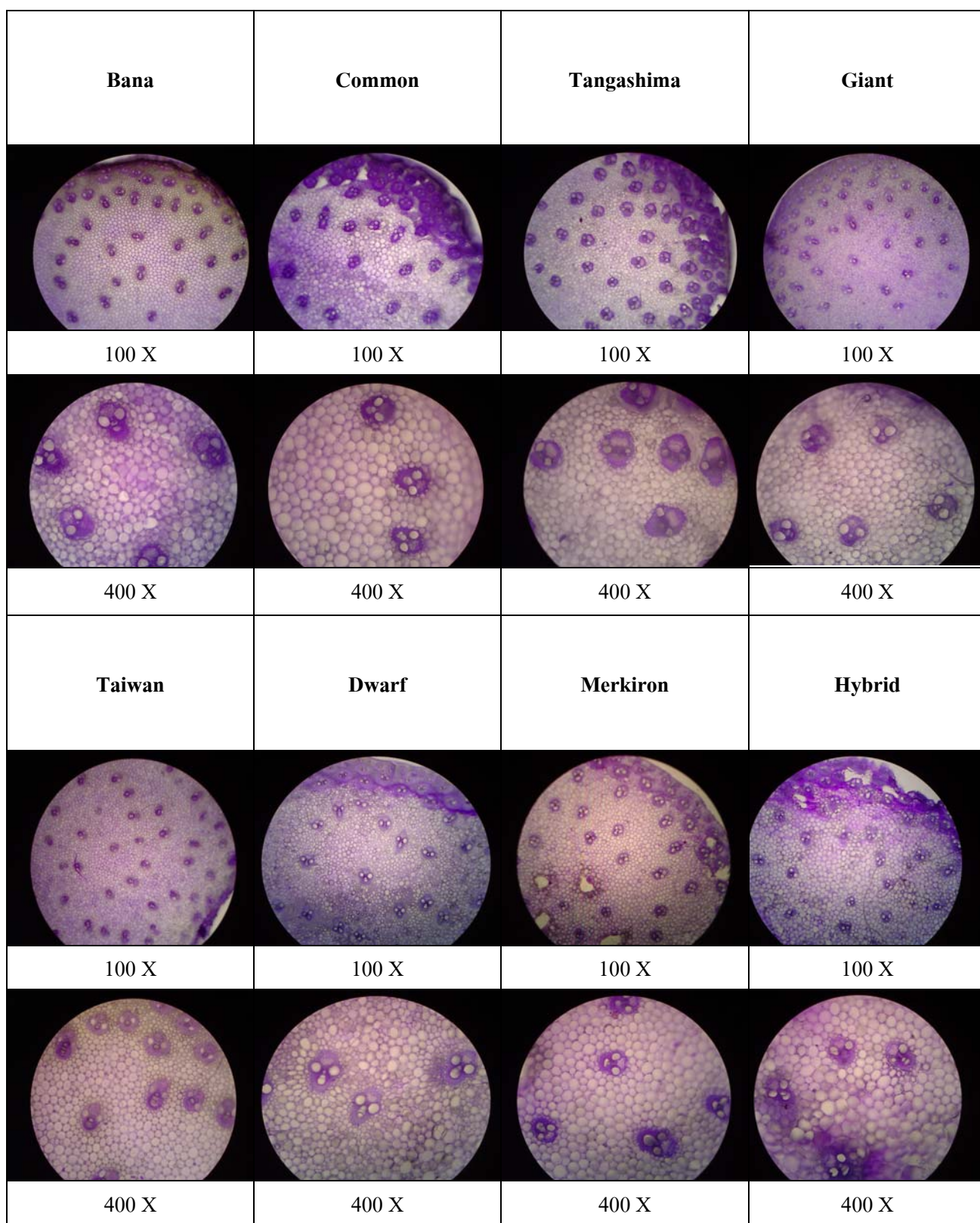


Figure 2: The vascular bundle of the internode of 8 cultivars of Napier grass.

จำนวนโครโมโซมและ Karyotype ของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์

เนื่องจากหญ้าเนเปียร์ที่ใช้ศึกษาครั้งนี้จำนวน 8 สายพันธุ์ เป็นหญ้าเนเปียร์ธรรมดา (*Pennisetum purpureum*) เพียง 1 สายพันธุ์ ที่เหลืออีก 7 สายพันธุ์เป็นลูกผสมที่เกิดจากการใช้ *P. purpureum* ผสมกับพืชอาหารสัตว์ชนิดอื่นๆ และโดยส่วนใหญ่หญ้าเนเปียร์ *P. purpureum* มีจำนวนโครโมโซม ($2n$) = 28 แต่เมื่อมีการผสมข้ามระหว่าง species ก็เป็นผลให้จำนวนโครโมโซมของหญ้าแต่ละสายพันธุ์ผันแปรไปมีทั้งที่มีจำนวนโครโมโซม ($2n$) เป็น 21, 28, 36, 42 และ 54 คู่ (Techio *et al.*, 2002) และด้วยเพราะว่าขนาดของโครโมโซมของหญ้าเนเปียร์มีขนาดเล็กมาก ประกอบกับคณะผู้วิจัยยังขาดประสบการณ์และทักษะในการเตรียมเซลล์ที่ดี จึงสามารถตรวจพบและบันทึกภาพผลการศึกษาจำนวนโครโมโซมได้เพียงจากหญ้าเนเปียร์แคระเท่านั้น (Figure 3) ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างโครโมโซมที่เล็กและยังกระจายตัวกันไม่มากพอที่จะสามารถเห็นเป็นรูปร่างของโครโมโซมเพื่อจัดทำ Karyotype ของโครโมโซมได้ ในขณะที่โครโมโซมของหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์อื่นๆ บางสายพันธุ์ (Figure 4) ก็พบว่าโครโมโซมยังเกาะกันอยู่เป็นก้อนในนิวเคลียส (Nucleus) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจจะต้องใช้เวลาในการพัฒนาเทคนิคที่ใช้ในการศึกษารูปร่างโครโมโซมหญ้าเนเปียร์อีกระยะหนึ่ง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถสืบค้นความสัมพันธ์ทางเครือญาติของหญ้าเนเปียร์ที่มีอยู่ในธนาคารเชื้อพันธุ์ (Germplasm Bank) ทั้ง 21 สายพันธุ์ได้แล้ว (Figure 5)

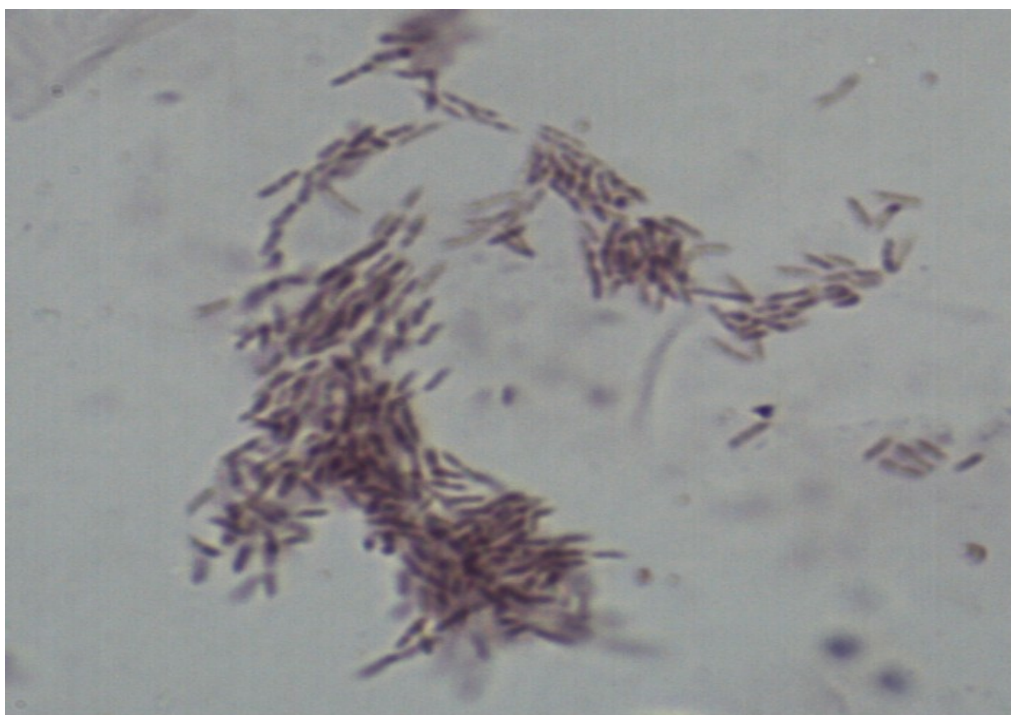


Figure 3: Chromosomes of Dwarf Napier grass (100X)

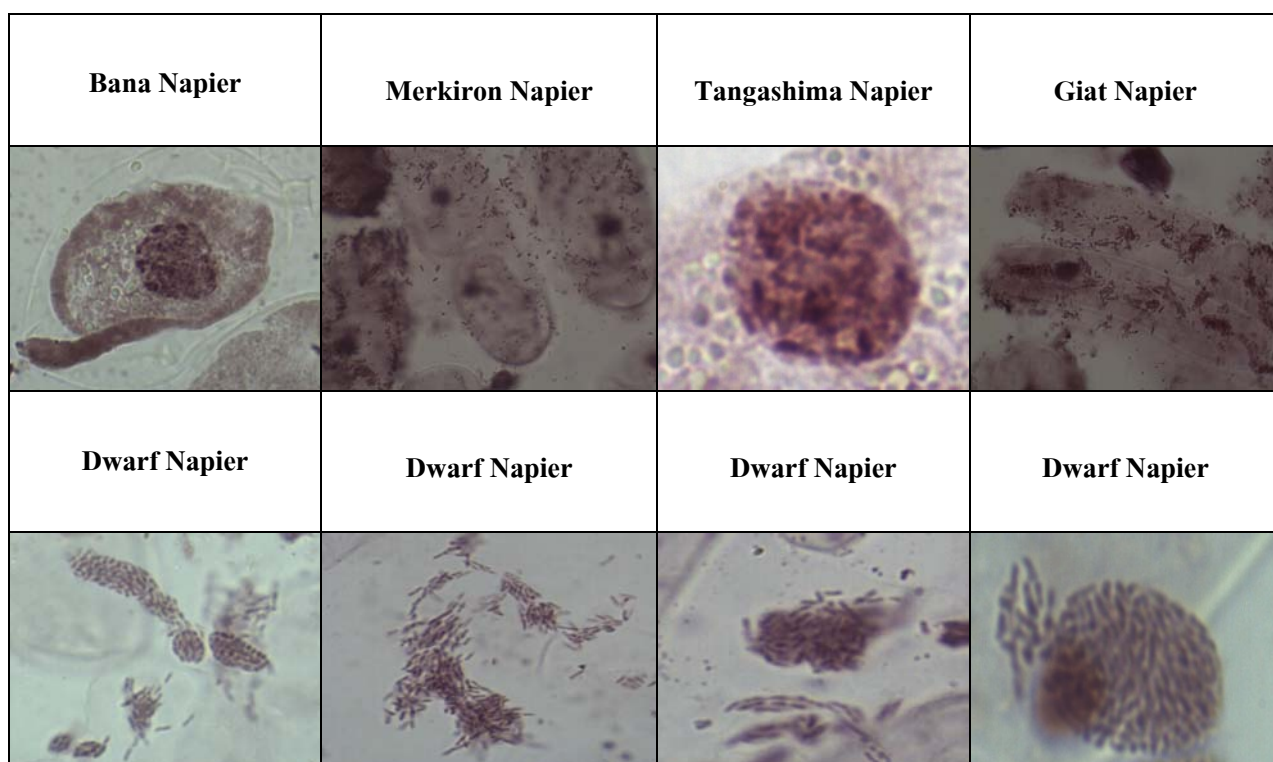


Figure 4 Nucleus and chromosomes of Napier grass.

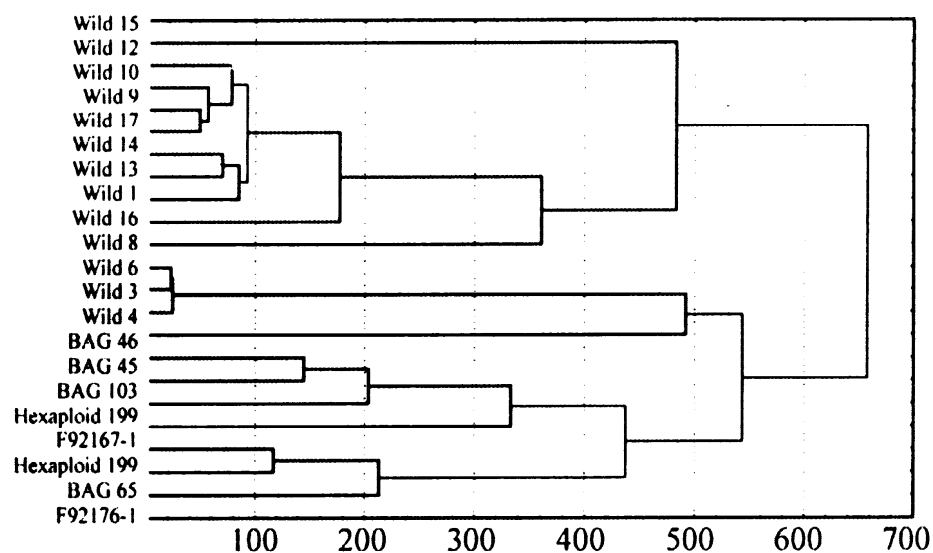


Figure 5: Dendrogram obtained by the closes neighboring method, from the Mahalanobis distance, for 21 accessions of *Pennisetum* spp. of the Germplasm Bank of Embrapa Gado de Leite. UFLA. Lavras, MG, Brazil,

Source: Techio *et al.*, (2002)

2. ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย

2.1. ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ที่ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทย

ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในวิทยาเขตพิษณุโลก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มีผลผลิตแต่ละสายพันธุ์ในการตัดทุกๆ 45 วัน จำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งพบว่าผลผลิตหญ้าเนเปียร์ทุกสายพันธุ์จะมีค่าสูงเฉพาะในช่วงฤดูฝนเท่านั้น แต่พอถึงช่วงฤดูหนาวและช่วงแล้ง ผลผลิตหญ้าทุกสายพันธุ์ลดลงเป็นอย่างมาก (Figure 6) และเมื่อเลยช่วงแล้งไปแล้วผลผลิตค่อยๆ สูงขึ้นอีกครั้ง จนถึงหน้าหนาวจึงมีลักษณะเป็นไปในทำนองเดียวกันในทุกสายพันธุ์ และเป็นที่น่าสังเกตว่าผลผลิตเฉลี่ย/กอ/ครั้งที่ตัดของหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในภูมิภาคนี้มีค่าต่ำกว่าหญ้าสายพันธุ์เดียวกันที่ปลูกในภูมิภาคอื่นเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของอากาศเป็นสำคัญ

Table 1: Mean value of fresh yield/culmp of 8 cultivars of Napier grass cut every 45 days throughout a year at Pitsanulook Campus, Rajamangala University Technology Lanna from September 2004 to October 2005 (g)

Variety	Number of cut and cutting date										Average
	1 st Cut	2 nd Cut	3 rd Cut	4 th Cut	5 th Cut	6 th Cut	7 th Cut	8 th Cut	9 th Cut	10 th Cut	
	13/9/47	28/10/47	12/12/47	27/1/48	15/3/48	29/4/48	13/6/48	28/7/48	11/9/48	27/10/48	
Bana	1,198.89 ^D	1,619.44 ^B	150.56 ^{CD}	273.33 ^E	787.78 ^A	381.67 ^{AB}	523.33 ^C	577.78 ^C	977.78 ^E	1,248.89 ^{AB}	773.94
Common	1,287.22 ^{BC}	1,346.11 ^C	135.00 ^D	538.89 ^A	871.11 ^A	400.00 ^A	587.22 ^{CB}	638.89 ^B	1,106.67 ^D	1,143.89 ^{BC}	805.50
Tangashima	1,237.22 ^{CD}	1,163.33 ^E	208.33 ^B	359.44 ^C	873.33 ^A	395.00 ^{AB}	577.78 ^C	678.89 ^B	1,203.89 ^{CD}	1,087.22 ^C	778.44
Giant	1,362.78 ^{AB}	1,255.56 ^D	185.00 ^{BC}	522.22 ^A	814.44 ^A	406.11 ^A	740.00 ^A	777.78 ^A	1,423.33 ^A	1,097.22 ^C	858.44
Taiwan	1,442.22 ^A	1,802.78 ^A	191.11 ^B	370.56 ^C	858.33 ^A	351.11 ^A	650.00 ^B	694.44 ^B	1,447.22 ^A	1,286.11 ^A	909.39
Dwarf	907.78 ^F	761.11 ^G	130.56 ^D	309.44 ^D	665.56 ^B	272.22 ^C	522.22 ^C	570.56 ^C	1,283.33 ^{BC}	610.00 ^E	603.28
Merkiron	1,108.89 ^E	1,274.44 ^D	313.89 ^A	527.78 ^A	665.56 ^B	344.44 ^B	731.67 ^A	788.89 ^A	1,377.78 ^{AB}	1,186.67 ^{ABC}	832.00
Hybrid	1,068.33 ^E	1,084.44 ^F	183.33 ^{BC}	409.44 ^B	593.33 ^B	258.33 ^C	430.56 ^D	481.67 ^D	780.56 ^F	823.33 ^D	611.33
SEM	28.94	11.82	6.45	32.19	14.93	19.87	16.82	34.39	27.65	28.94	42.521

A, B, C, D, E, F = Means in the same column with different superscript differ significantly (P<0.01)

SEM = Standard error of mean

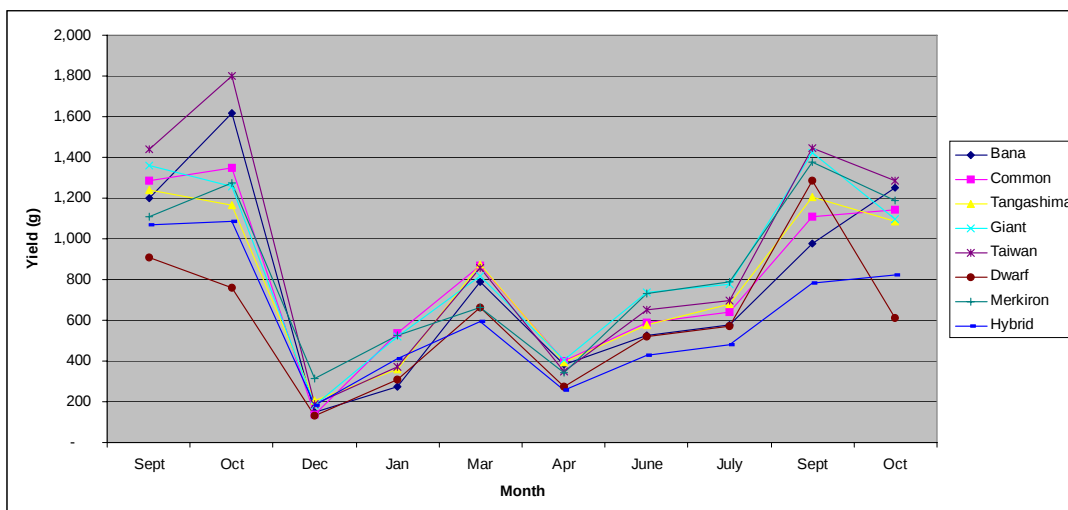


Figure 6: Mean value of fresh yield/culmp of 8 cultivars of Napier grass cut every 45 days throughout one year at Pitsanulok campus, Rajamangala University Technology Lanna from September 2004 to October 2005 (g)

2.2. ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ที่ปลูกในภาคกลางของประเทศไทย

ค่าเฉลี่ยของผลผลิตหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่ภาคกลางภายใน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในเขตอำเภอรังสิต จังหวัดปทุมธานี แสดงไว้ใน Table 2 ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิตเฉลี่ย/กอ/ การตัดในแต่ละครั้งทุกๆ 45 วัน ที่มากกว่า 3,000 กิโลกรัมทุกครั้ง ยกเว้นเฉพาะในครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สภาพดินกรดในกลุ่มดินในรังสิตก็ไม่ได้มีผลทำให้ผลผลิตหญ้าเนเปียร์ต่ำแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังพบว่าหญ้าเนเปียร์ลูกผสมสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์อื่นๆ (Figure 7) ซึ่งแตกต่างไปจากผลผลิตหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในภูมิภาคอื่นๆ โดยเฉพาะในภาคใต้ที่หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ดังกล่าวให้ผลผลิตต่ำที่สุด นอกจากนี้ผลผลิตหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ จากการตัดทั้ง 5 ครั้งก็มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นจากผลผลิตที่ตัดเมื่อครบ 45 วันแรกในทุกครั้งต่อมาและไม่ได้ผันแปรตามฤดูกาลเช่นเดียวกับภาคเหนือ ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของหญ้าเนเปียร์ในการใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในภาคกลางได้เป็นอย่างดี

Table 2: Mean value of fresh weight of 8 cultivars of Napier grass cut 45 day throughout 5 cutting cycle at Central region of Thailand in Phatumtanee Campus of Rajamangala University of Technology Thanyaburee (g/culmp)

Variety	No. of Cutting					Average
	1 st Cut	2 nd Cut	3 rd Cut	4 th Cut	5 th Cut	
Bana	2,779.84 ^{AB}	4,369.43 ^A	3,848.54 ^B	4,639.40 ^{AB}	4,478.18 ^{AB}	4,023.077
Common	2,702.68 ^B	4,056.09 ^B	3,897.75 ^B	4,625.74 ^{AB}	4,285.35 ^{BC}	3,913.522
Tangashima	2,304.98 ^C	3,523.06 ^C	3,437.01 ^C	3,758.58 ^C	3,589.60 ^E	3,322.645
Giant	2,976.63 ^{AB}	4,297.78 ^{AB}	3,943.26 ^B	4,324.28 ^B	4,064.86 ^{CD}	3,921.36
Taiwan	2,346.89 ^C	3,612.93 ^C	3,569.08 ^C	3,878.48 ^C	3,675.44 ^E	3,416.562
Dwarf	2,947.18 ^{AB}	4,218.96 ^{AB}	3,999.50 ^B	4,918.65 ^A	4,379.87 ^{AB}	4,092.833
Merkiron	2,805.83 ^{AB}	4,163.49 ^{AB}	3,781.14 ^B	4,308.40 ^B	3,986.24 ^D	3,809.02
Hybrid	3,065.98 ^A	4,285.27 ^{AB}	4,237.73 ^A	4,950.98 ^A	4,660.71 ^A	4,240.132
SEM	91.94	87.37	70.68	124.32	97.96	132.511

A, B, C, D, E = Means in the same column with different superscript differ significantly (P<0.01)

SEM = Standard error of mean

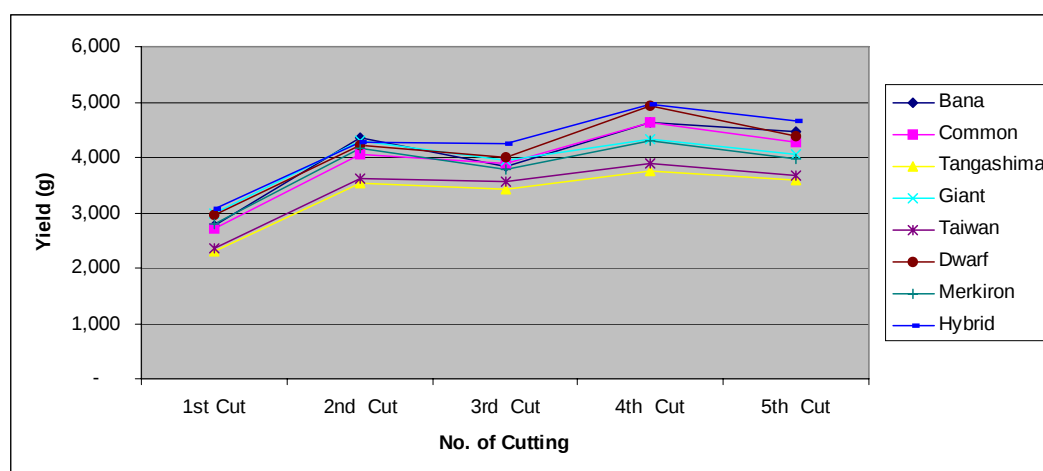


Figure 7: Mean value of fresh weight of 8 cultivars of Napier grass cut every 45 day throughout 5 cutting cycle at Central region of Thailand in Phatumtanee Campus of Rajamangala University of Technology Thanyaburee (g/culms)

2.3. ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ผลผลิตหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ เฉลี่ย/กอ/ครั้งที่ตัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งปลูกใน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ แสดงไว้ใน Table 3 ซึ่งพบว่าผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) ซึ่งหญ้าเนเปียร์ธรรมดาให้ผลผลิตสูงที่สุด ขณะที่หญ้าเนเปียร์ได้หวานให้ผลผลิตต่ำสุด

Table 3: Mean value of yield of 8 cultivars of Napier grass cut every 45 day in North eastern part at Rajamangals University of Technology Esan Surin Campus. (g/culms/cut)

Cultivar	Yield
Bana	3,608.3 ^{AB}
Common	4,866.7 ^A
Tangashima	3,350.0 ^{AB}
Giant	3,508.3 ^{AB}
Taiwan	2,291.7 ^B
Dwarf	3,341.7 ^{AB}
Merkiron	3,733.3 ^{AB}
Hybrid	2,791.7 ^B
SEM	586.61

^{A, B} = Means with different superscript differ significantly ($P < 0.01$)

SEM= Standard error of mean

2.4. ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ที่ปลูกในภาคใต้ของประเทศไทย

ผลผลิตน้ำหนักรากสดของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์เฉลี่ย/กอ ที่ปลูกในวิทยาเขต นครศรีธรรมราช ระหว่างวันที่ 26 กันยายน 2546- 20 มกราคม 2548 ซึ่งเป็นผลผลิตเฉลี่ยของการตัด ทุกๆ 45 วัน จำนวน 8 ครั้ง แสดงไว้ใน Table 4 ซึ่งพบว่าผลผลิตเฉลี่ย/กอ ในการตัดแต่ละครั้ง แตกต่างกัน ($P<0.01$) และเมื่อเฉลี่ยแล้ว พบว่าหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์เมอคิวรอนให้ผลผลิตเฉลี่ย/กอ สูงที่สุด คือ เท่ากับ 6,577.57 กรัม/ กอ/ การตัด 1 ครั้ง และหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ไต้หวัน ธรรมดา ยักษ์ แทนกันชิมมา แคระ บาน่า และหญ้าเนเปียร์ลูกผสม ให้ผลผลิตเฉลี่ยรองลงมาตามลำดับ ซึ่งมี ค่าเฉลี่ยเป็น 5,833.59, 5,540.65, 5,370.04, 5,119.23, 4,901.42, 4,716.07 และ 3,546.61 กรัม/ กอ/ การตัด 1 ครั้ง ตามลำดับ และพบว่าผลผลิตจะสูงในการตัดครั้งแรกๆ และค่อยๆ ลดลงในระยะหลังๆ (Figure 8) ทั้งนี้เนื่องจากการตายของต้นเกิดขึ้น อย่างไรก็ดีเมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่นๆ แล้ว พบว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิตหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ที่ปลูกในภาคใต้ยังมีค่าสูงกว่าภูมิภาคอื่นๆ

Table 4: Mean value of yield of 8 cultivars of Napier grass planted in southern of Thailand at Nakhosithammarat Saiyai campus of Rajamangala University of Technology Srivijaya during 4 Feb 2004 – 23 December 2004 (g/culmp/ cut)

Cultivars	Number of Defoliation								Average
	1 st Cut	2 nd Cut	3 rd Cut	4 th Cut	5 th Cut	6 th Cut	7 th Cut	8 th Cut	
	4 Feb 04	22 Mar 04	7 May 04	22 Jun 04	7 Aug 04	22 Sep 04	7 Nov 04	23 Dec 04	
Bana	7,716.09 ^{bc}	7,337.58 ^{cd}	4,880.54 ^{AB}	4,455.78 ^c	4,084.91 ^c	5,498.54 ^{bcd}	1,728.80 ^d	2,026.36 ^{AB}	4,716.07 ^d
Common	4,062.55 ^d	6,885.82 ^{cd}	6,665.33 ^A	6,125.80 ^{ab}	7,123.98 ^a	7,770.54 ^a	3,026.93 ^c	2,664.21 ^A	5,540.65 ^{bc}
Tangashima	7,603.03 ^c	6,066.51 ^d	4,435.92 ^B	5,236.08 ^{bc}	5,794.01 ^b	7,294.60 ^{ab}	2,620.01 ^c	1,903.66 ^B	5,119.23 ^{bcd}
Giant	6,539.80 ^c	8,373.34 ^{bc}	5,238.07 ^{AB}	6,424.96 ^a	6,111.51 ^{ab}	5,580.12 ^{bcd}	2,560.90 ^c	2,131.63 ^{AB}	5,370.04 ^{bcd}
Taiwan	9,140.44 ^{ab}	10,008.45 ^b	4,698.89 ^{AB}	5,696.92 ^{ab}	6,130.50 ^{ab}	5,581.21 ^{bcd}	3,140.39 ^{bc}	2,271.91 ^{AB}	5,833.59 ^{ab}
Dwarf	4,005.01 ^d	4,391.86 ^c	5,738.01 ^{AB}	6,775.17 ^a	6,525.62 ^{ab}	5,139.19 ^{cd}	3,887.30 ^{ab}	2,749.20 ^A	4,901.42 ^{cd}
Merkiron	9,360.46 ^a	12,097.21 ^a	6,657.87 ^A	5,938.84 ^{ab}	5,596.45 ^b	6,067.57 ^{abc}	4,216.12 ^a	2,686.03 ^A	6,577.57 ^a
Hybrid	4,448.16 ^d	4,030.06 ^c	4,229.40 ^B	4,309.72 ^c	3,779.70 ^d	4,192.10 ^d	1,657.30 ^d	1,727.12 ^B	3,546.61 ^c
SEM	514.76	592.75	633.46	345.56	409.39	588.05	279.83	239.89	275.87

a, b, c, d = Means in the same column with different superscript differ significantly ($P<0.01$)

A, B, C = Means in the same column with different superscript differ significantly ($P<0.05$)

SEM = Standard error of mean

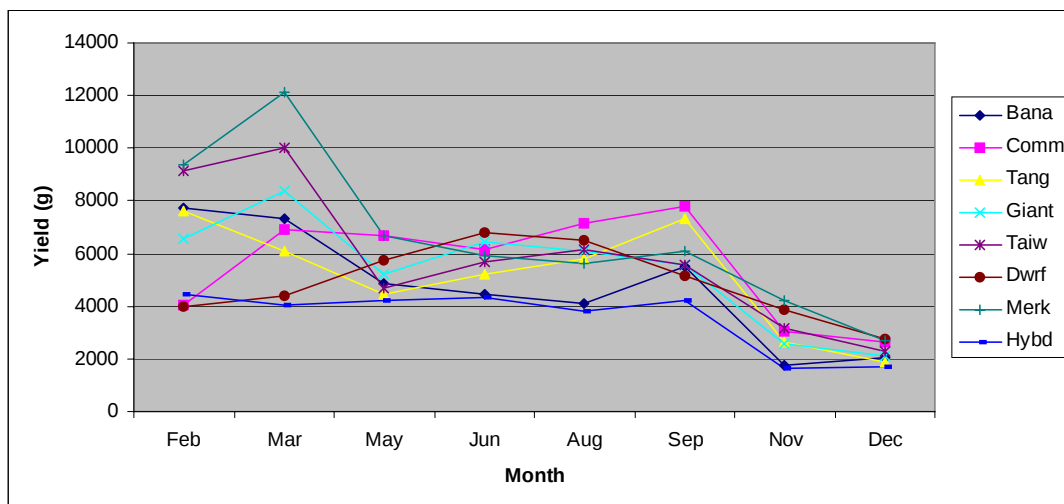


Figure 8: Mean value of yield of 8 varieties of Napier grass planted in southern of Thailand at Nakhonsithamarat at Saiyia campus of Rajamangala University of Technology Srivijaya during 4 Feb 2004 – 23 December 2004 (g/culmp/ cut)

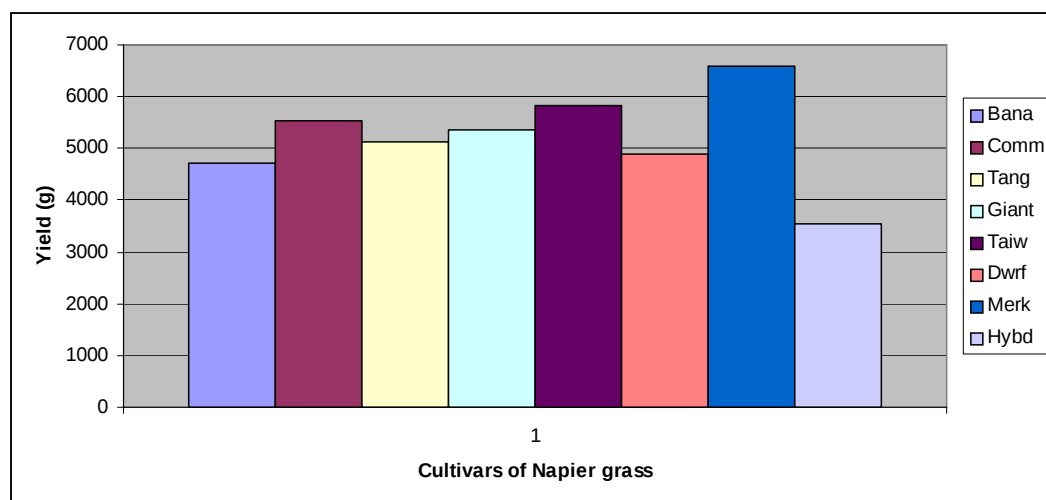


Figure 9: Mean value of yield of 8 cultivars of Napier grass planted in Southern of Thailand during February – December 2004

ดังนั้นเมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตเฉลี่ย/ กอ/ การตัดในแต่ละครั้งของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาค (Table 5) ซึ่งพบว่าผลผลิตภายในแต่ละภาคก็มีความผันแปรตามปัจจัยสภาพแวดล้อม ในแต่ละฤดูกาล ซึ่งมีปัจจัยสำคัญมาจาก ความชื้นความอุดมสมบูรณ์และสภาพของดิน อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ความยาวของช่วงแสง และปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืชที่มีความผันแปรในแต่ละฤดูกาลของแต่ละภูมิภาค และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างภูมิภาคทั้ง 4 ภาคของประเทศก็มีความแตกต่างในด้าน การให้ผลผลิตที่เด่นชัด ซึ่งพบว่าภาคใต้ของประเทศไทยเป็นเขตที่หญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ตอบสนองต่อการให้ผลผลิตมากที่สุด โดยเฉพาะสายพันธุ์เมอร์คิวรอน ได้หวัน และหญ้าเนเปียร์ธรรมดา ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อกอที่สูงที่สุด และรองลงมาตามลำดับใน 3 อันดับแรก (Table 6) อย่างไรก็ตามแม้ว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิตดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยที่ทำการศึกษาดลองเป็นเวลานาน 1 ปีก็ตาม แต่เนื่องจากการจัดการทุกอย่างอยู่ภายใต้สภาพควบคุม เช่นการการกำจัดวัชพืช การให้น้ำ การให้ปุ๋ยที่ดีกว่าในสภาพธรรมชาติ ซึ่งขาดความสม่ำเสมอและต้องแข่งขันกับวัชพืช ดังนั้นหากเป็นในสภาพการผลิตที่แท้จริงที่การจัดการไม่ได้เข้มข้น (intensive) อย่างในแปลงทดลอง ผลผลิตที่ได้ อาจจะต่ำกว่านี้ก็ได้ ทั้งนี้เพราะหากคำนวณปริมาณผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ย/พื้นที่/ การตัด 1 ครั้ง ของหญ้าเนเปียร์ บานา ธรรมดา แทนกันขิมายักษ์ ได้หวัน แคระ เมอร์คิวรอน และลูกผสม ที่ปลูกในภาคใต้ในวิทยาเขตนครศรีธรรมราช มีค่าเป็น 19,470, 22,880, 21,140, 22,175, 24,090, 20,240, 27,162 และ 14,646 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง หรือคิดเป็นผลผลิตตลอดทั้งปีเป็น 154,160, 183,038, 169,120, 177,400, 192,720, 161,920, 217,296 และ 130,880 กิโลกรัม/ไร่/ปี ซึ่งคิดเป็นเนื้อวัตถุแห้ง (หญ้าสดมีเนื้อวัตถุแห้งประมาณ 20% วัตถุแห้ง) ได้เท่ากับ 3,895, 4,576, 4,228, 4,435, 4,818, 4,048, 5,432 และ 2,929 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และเมื่อคำนวณเป็นผลผลิตวัตถุแห้งเฉลี่ย/ไร่/ปี เป็น 31,160, 36,608, 33,823, 35,480, 38,543, 32,384, 43,459 และ 23,433 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ไร่/ปี ซึ่งนับเป็นผลผลิตที่สูงมากเมื่อเทียบกับผลผลิตหญ้าชนิดอื่น แต่ผลผลิตในสภาพแปลงปลูกในธรรมชาติที่แท้จริงนั้นด้วยเพราะมีสภาพแวดล้อมหลายๆอย่างที่ไม้อาจควบคุมได้ โดยเฉพาะวัชพืชและแมลงศัตรูพืช รวมทั้งไล่เดือนฝอยที่มีผลทำให้ผลผลิตที่แท้จริงอาจจะลดลงกว่าที่คำนวณได้

Table 5: Mean value of a year - round yield of 8 cultivars of Napier grass in 4 Regions of Thailand (g/culmp/ cut)

Cultivars	Regions/ City				Average
	North	North east	Central	South	
	Pithsanuloak	Surin	Phatumthanee	Nakhosithammarat	
Bana	975.01	2,235.06	2,076.64	3,894.95	2,285.24
Common	1055.30	3,014.50	2,020.09	4,575.96	2,666.46
Tangashima	1016.30	2,075.05	1,715.09	4,227.92	2,258.59
Giant	1128.72	2,173.12	2,024.13	4,435.06	2,440.26
Taiwan	1190.66	1,419.50	1,763.56	4,817.90	2,297.91
Dwarf	753.62	2,069.89	2,112.64	4,048.03	2,246.05
Merkiron	918.80	2,312.49	1,966.14	5,432.35	2,657.45
Hybrid	892.42	1,729.21	2,188.68	2,929.11	2,020.57
Average	991.35	2,128.60	1,983.37	4,332.93	2,359.07

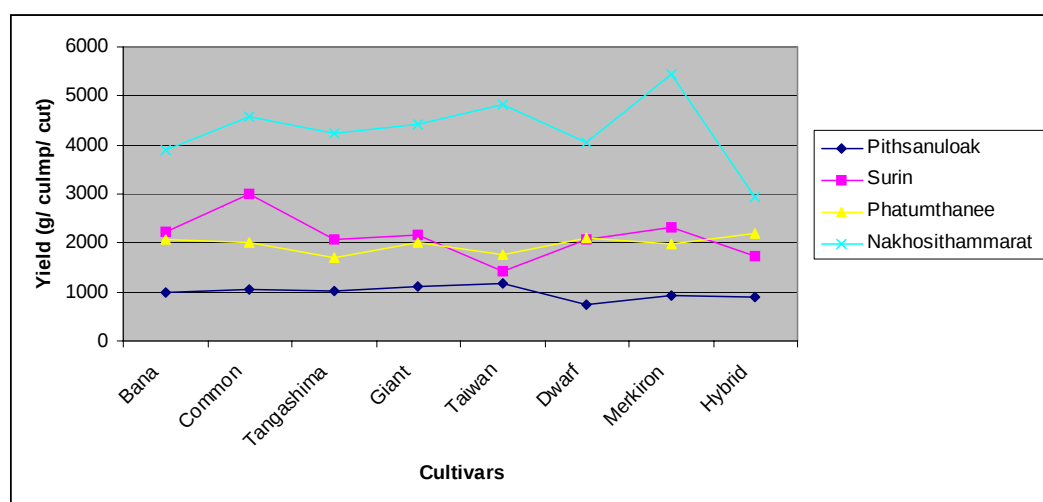


Figure 10: Mean value of a year - round yield of 8 cultivars of Napier grass in 4 Regions of Thailand (g/culmp/ cut)

3. การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย

3.1 การแตกหน่อของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาค

เนื่องจากหญ้าเนเปียร์มีการเจริญเป็นกอใหญ่ (Culmp) ซึ่งเป็นการเจริญจากต้นตอ(Stubble) ที่ปลูกเพียง 1 ต้น และจะมีการแตกหน่อ (Tillering) บริเวณข้อเป็นหน่อเล็กๆที่พร้อมจะเจริญทดแทนหน่อเก่าที่ตัดไปใช้ประโยชน์และต้นตอแต่ละต้นก็มีอายุเพียงระยะเวลาหนึ่งก็จะตายไป และจะมีหน่อใหม่ขึ้นมาทดแทน ดังนั้นภายหลังจากตัดในแต่ละครั้ง จึงมีต้นตอที่ตัดบางต้นอาจจะตายไป ในขณะที่เดียวกันก็จะมีหน่ออ่อน (Creeping Rhizome) เจริญขึ้นมาทดแทนเป็นอย่างนี้เรื่อยๆไป และด้วยเพราะเป็นหญ้าที่มีระบบรากที่แข็งแรง เนื่องจากมีระบบรากที่ฝังลึกจึงช่วยสนับสนุนให้กอหญ้าเนเปียร์ขยายขนาดโตขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บเกี่ยว ซึ่งในเรื่องของการแตกหน่อ (Tillering) ของหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ในแต่ละภูมิภาคก็ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ด้วย ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาผลผลิตที่ได้ด้วย ซึ่งพบว่าจำนวนการแตกหน่อของหญ้าทั้ง 8 สายพันธุ์ ในแต่ละภูมิภาคก็มีความแตกต่างกันด้วยเหตุผลเดียวกันกับการให้ผลผลิต อย่างไรก็ตาม จำนวนหน่อ จากการตัดในแต่ละครั้ง ในระหว่างสายพันธุ์อาจจะแตกต่างกันไปตามปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย ซึ่งมีรายละเอียดแสดงไว้ใน Table 6

Table 6: Mean value of number of tillers per culmp of 8 cultivars of Napier grass throughout a year-round production in 4 Regions of Thailand

Cultivars	Regions/ City			
	North	North east	Central	South
	Pithsanulok	Surin	Phatumthanee	Nakhosithammarat
Bana	14.36 ^{DE} ± 0.66	10.50 ^{CD} ± 4.46	14.95 ± 4.51	10.14 ± 3.51
Common	16.70 ^{BC} ± 0.94	18.00 ^A ± 8.39	14.96 ± 4.87	16.66 ± 5.82
Tangashima	15.91 ^{BC} ± 0.82	12.17 ^{BCD} ± 1.94	14.70 ± 4.41	12.40 ± 4.70
Giant	13.47 ^{EF} ± 1.21	13.83 ^{ABC} ± 2.71	14.70 ± 4.57	12.70 ± 4.11
Taiwan	15.20 ^{CD} ± 1.10	7.00 ^D ± 2.28	15.40 ± 4.82	15.30 ± 4.42
Dwarf	20.17 ^A ± 4.00	17.17 ^{AB} ± 4.83	15.39 ± 4.93	17.17 ± 5.28
Merkiron	17.06 ^B ± 0.70	12.33 ^{BCD} ± 2.66	14.95 ± 4.43	15.20 ± 3.59
Hybrid	12.58 ^F ± 0.19	8.50 ^{CD} ± 2.66	14.90 ± 4.52	13.69 ± 7.74
SEM	1.013	0.708	0.928	1.013
	N=10	N=6	N=5	N=8

A, B, C, D = Means in the same column with different superscript differ significantly (P<0.01)

SEM = Standard error of mean

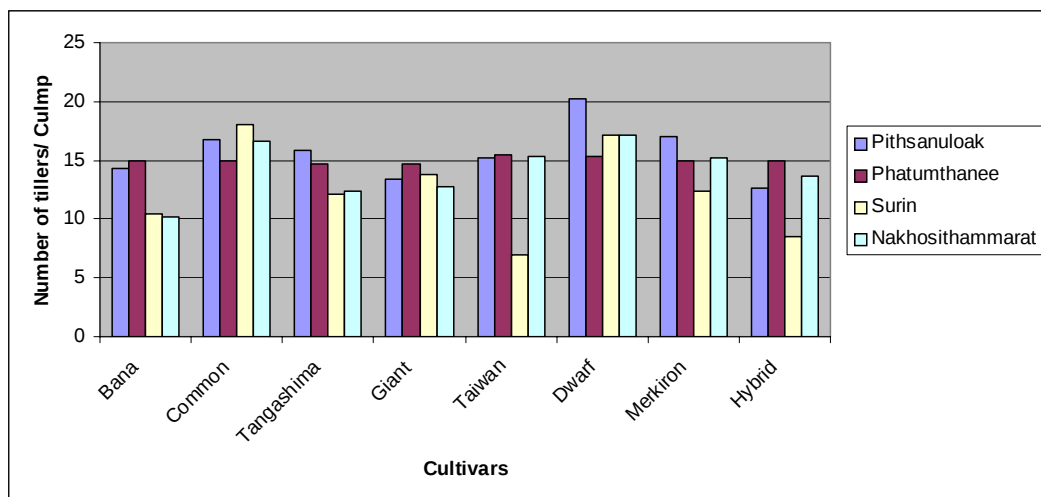


Figure 11: Mean value of number of tillers per culm of 8 cultivars of Napier grass throughout a year-round production in 4 Regions of Thailand

3.2 การศึกษาความสูงของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์

เนื่องจากหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ได้รับการคัดเลือกและผสมพันธุ์เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นผลให้แต่ละสายพันธุ์มีลักษณะทางกายภาพ โดยเฉพาะขนาดความสูงของลำต้นเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ต่างกัน

ทางด้านการใช้เป็นอาหารสัตว์นั้น เนื่องจากความสูงเป็นอุปสรรคในการใช้ประโยชน์ได้ของพืชได้ด้วย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ หากเลือกใช้วิธีการใช้ประโยชน์โดยการปล่อยแทะเล็ม ดังนั้นจึงได้ศึกษาความสูงเฉลี่ยของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ในทุกๆอายุการตัดที่ 45 วันตลอดเวลา 1 ปี ในทั้ง 4 ภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งมีผลแสดงไว้ใน Table 7 ซึ่งพบว่าความสูงของหญ้าที่วัดจากรอยแผลตัดจนถึงปลายใบที่ยาวที่สุดของแต่ละต้นของหญ้าเนเปียร์ระหว่างสายพันธุ์และระหว่างภูมิภาคมีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่หญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในภาคเหนือมีแนวโน้มจะมีความสูงของลำต้นที่น้อยที่สุด แต่หญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในภาคอีสานมีความสูงของลำต้นสูงที่สุด

Table 7: Mean value of height of 8 cultivars of Napier grass at 45 days cutting age throughout a year - round production in 4 Regions of Thailand

Cultivars	Regions/ City			
	North	North east	Central	South
	Pithsanulook	Surin	Phatumthanee	Nakhosithammarat
Bana	142.57 ^C ± 1.61	266.58 ^{AB} ± 20.10	164.25 ^D ± 3.89	203.28 ± 38.03
Common	155.05 ^A ± 2.84	255.06 ± 17.36	163.85 ^D ± 36.44	222.47 ± 18.01
Tangashima	142.20 ^B ± 2.93	281.50 ^A ± 10.33	191.52 ^{BC} ± 2.24	212.66 ± 31.36
Giant	157.02 ^A ± 3.01	276.91 ^A ± 13.09	236.39 ^A ± 6.44	197.17 ± 34.36
Taiwan	140.84 ^C ± 1.92	275.33 ^A ± 21.57	182.93 ^{CD} ± 1.23	209.46 ± 35.52
Dwarf	82.52 ^E ± 2.45	202.00 ^C ± 6.27	165.71 ^D ± 6.52	174.20 ± 28.56
Merkiron	134.82 ^D ± 2.98	278.75 ^A ± 14.30	175.38 ^{CD} ± 0.45	200.10 ± 39.67
Hybrid	145.43 ^B ± 1.83	271.50 ^{AB} ± 12.40	207.84 ^B ± 4.00	196.46 ± 23.50
SEM	0.250	2.532	2.693	6.379
	N=10	N=6	N=5	N=8

A, B, C, D = Means in the same column with different superscript differ significantly (P<0.01)

SEM = Standard error of mean

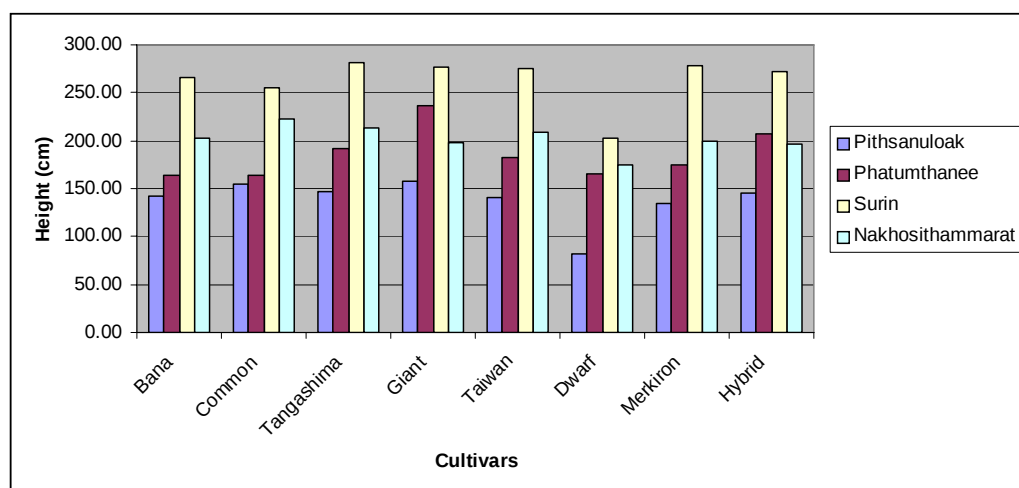


Figure 12: Mean value of height of 8 cultivars of Napier grass at 45 days cutting age throughout a year - round production in 4 Regions of Thailand.

3.3 การศึกษาจำนวนกอที่รอดตายในแต่ละแปลง

เนื่องจากหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน จึงมีการตายของต้นตอบางส่วน ภายหลังจากตัดในแต่ละครั้ง ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลของสายพันธุ์ที่มีชีวิตรอด ภายหลังจากตัดในแต่ละครั้ง ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาการคัดเลือกสายพันธุ์อีกแนวทางหนึ่งได้ ดังนั้นจึงได้ศึกษาจำนวนต้นที่เหลืออยู่ภายหลังจากการตัดในแต่ละครั้ง ของแต่ละแปลงปลูก ซึ่งปรากฏว่า

Table 8: Mean value of the number of survived stubble per plot of 8 cultivars of Napier grass at Nakhosithammarat Campus, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Southern part of Thailand.

Parameter	Number of survived stubble/ plot								Average
	1 st Cut	2 nd Cut	3 rd Cut	4 th Cut	5 th Cut	6 th Cut	7 th Cut	8 th Cut	
	4 Feb 04	22 Mar 04	7 May 04	22 Jun 04	7 Aug 04	22 Sep 04	7 Nov 04	23 Dec 04	
Bana	15.7 ^A	15.4 ^a	15.4 ^a	15.0 ^a	14.4 ^{ab}	13.6 ^{ab}	13.0 ^{ab}	12.7 ^{abc}	14.4 ^{ab}
Common	16.0 ^A	16.0 ^a	16.0 ^a	15.3 ^a	15.0 ^a	14.7 ^a	14.5 ^a	13.5 ^a	15.0 ^a
Tangashima	16.0 ^A	16.0 ^a	15.7 ^a	14.8 ^a	13.7 ^{ab}	13.3 ^{ab}	12.0 ^b	11.2 ^{ab}	14.0 ^{ab}
Giant	16.0 ^A	16.0 ^a	15.7 ^a	15.0 ^a	14.7 ^a	14.5 ^a	14.1 ^a	13.1 ^{ab}	14.8 ^a
Taiwan	14.2 ^B	14.1 ^b	13.8 ^b	13.3 ^a	13.0 ^b	12.2 ^b	11.7 ^b	11.1 ^c	12.9 ^{bc}
Dwarf	16.0 ^A	15.8 ^a	15.5 ^a	15.4 ^a	15.0 ^a	14.3 ^a	14.0 ^a	14.1 ^a	14.9 ^a
Merkiron	16.0 ^A	16.0 ^a	16.0 ^a	15.6 ^a	15.2 ^a	14.8 ^a	14.6 ^a	14.4 ^a	15.3 ^a
Hybrid	15.5 ^A	14.7 ^{ab}	13.4 ^b	12.4 ^b	11.1 ^c	9.90 ^c	9.2 ^c	8.3 ^d	11.8 ^c
SEM	0.37	0.42	0.45	0.53	0.55	0.55	0.57	0.65	0.51

a, b, c, d, e = Means in the same column with different superscript differ significantly (P<0.01)

A, B = Means in the same column with different superscript differ significantly (P<0.05)

SEM = Standard error of mean

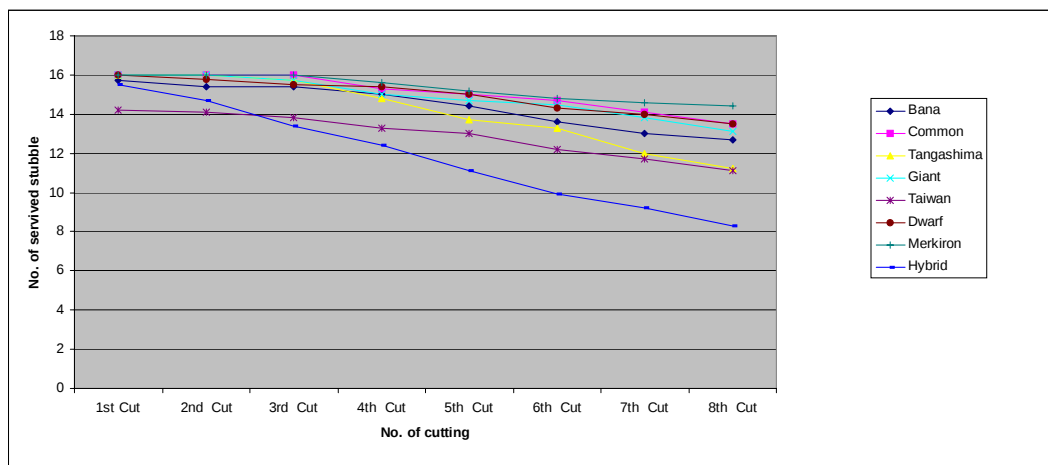


Figure 13: Mean value of the number of survived stubble of each plot of 8 cultivars of Napier grass at Nakhosithammarat Campus, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Southern part of Thailand

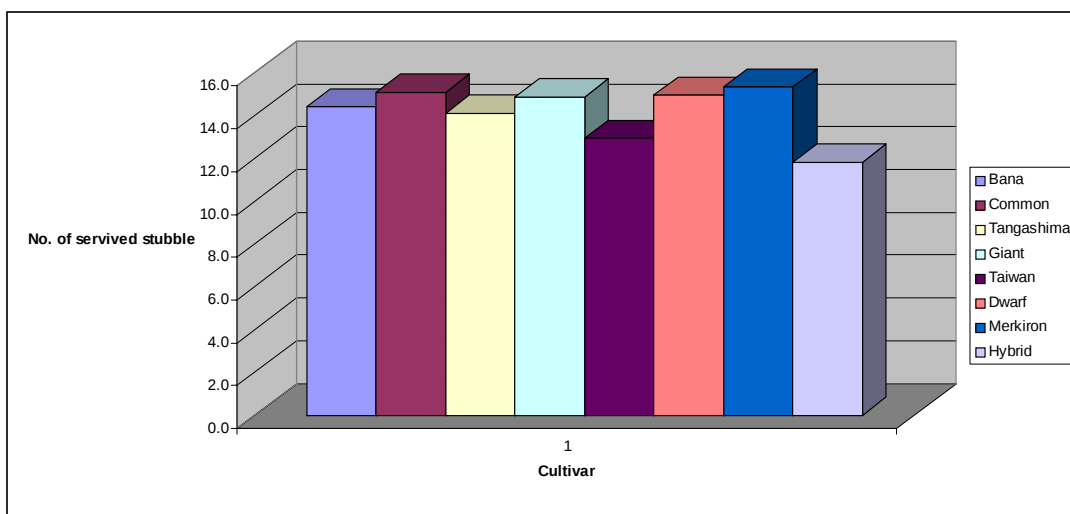


Figure 14: Number of survived stubble of 8 cultivars of Napier grass at Nakhosithammarat Campus at Sai-Yai , Rajamangala University of Technology Srivijaya, Southern part of Thailand

3.4 อิทธิพลของความถี่ในการตัดต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์

จากคำแนะนำของกรมปศุสัตว์เกี่ยวกับการปลูกและการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ระบุว่าควรตัดหญ้าเนเปียร์หลังจากการปลูกไปแล้ว 60 วัน และตัดทุกๆ 45 วัน ในระยะต่อมา แต่เนื่องจากหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มาด้วยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน จึงสามารถตั้งข้อสงสัยจากคำแนะนำข้างต้นได้ว่า หากตัดเว้นระยะห่าง น้อย หรือมากกว่า 45 วันแล้วจะมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของหญ้าหรือไม่ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของความถี่ในการตัดที่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต และปริมาณ ผลผลิตที่ได้ของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ด้วย โดยจัดให้มีการตัดที่มีทั้งน้อยกว่าและมากกว่า 45 วัน เป็น 30, 45 และ 60 วันตามลำดับ ซึ่งพบว่าหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ที่ตัดทุกๆ 30 45 และ 60 วัน มีค่าปริมาณผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ย/ ต้น ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ความสูง จำนวน ข้อ และปล้อง และค่าความยาวปล้องแตกต่างกัน ($P<0.01$) (Table 9) รวมทั้งมีค่าน้ำหนัก จำนวน และความยาวของใบ และความกว้างของกาบใบ ในแต่ละสายพันธุ์และแต่ละความถี่การตัดที่ แตกต่างกัน ($P<0.01$) ด้วยเช่นกัน (Table 10) ซึ่งพบว่าหญ้าเนเปียร์บาน่า มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น ที่สูงที่สุด และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ เมอร์คิวรอน แทนกันชิม่า ลูกผสม ธรรมชาติ แคระ และเนเปียร์ ใต้หวัน มีค่าน้ำหนักสดรวมทั้งต้น รองลงมาตามลำดับ ($P<0.01$) และการตัดหญ้าที่ความถี่นานกว่า ก็จะให้ผลผลิตที่สูงกว่า ($P<0.01$) แต่หากพิจารณาเฉพาะน้ำหนักใบ เฉลี่ย/ต้น พบว่า หญ้าเนเปียร์ ยักษ์ให้ใบที่มีน้ำหนักเฉลี่ย/ต้น สูงที่สุด รองลงมาคือ บาน่า แทนกันชิม่า ลูกผสม เมอร์คิวรอน แคระ ธรรมชาติ และเนเปียร์ใต้หวัน ตามลำดับ ($P<0.01$) และการตัดที่เว้นระยะความถี่นานกว่าก็จะ ให้น้ำหนักใบที่มากกว่าด้วยเช่นกัน ($P<0.01$) อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของผลผลิตใบและต้น และผลผลิตรวมต้น และใบของหญ้าในแต่ละความถี่ของการตัดมีความ แม่นยำ และเป็นประโยชน์ต่อการใช้ประกอบการพิจารณาว่าจะเลือกผลิตหญ้าชนิดใด และมีความถี่ ในการตัด เพื่อใช้ประโยชน์เมื่อใดนั้น จำเป็นต้องคำนวณปริมาณผลผลิตสุทธิที่ได้จากแต่ละสาย พันธุ์และจากความถี่ในแต่ละการตัดในรอบปีมาเปรียบเทียบกันด้วย

Table 9: Influences of Frequency of cutting on weight, height, number, diameter and long of internode of stem of 8 cultivars of Napier grass.

Parameter	Stem measurement				
	Weight (g)	Height (cm)	Diameter (cm)	Number of internode	Long of internode (cm)
Cultivars (A)					
Bana	108.31 ^a	187.55 ^b	1.19b ^c	8.23 ^b	10.05 ^d
Common	79.65 ^{cd}	192.42 ^a	1.12 ^d	7.68 ^c	14.00 ^a
Tangashima	79.65 ^c	188.03 ^b	1.15 ^{cd}	7.56 ^c	11.72 ^b
Giant	95.84 ^b	174.34 ^c	1.19 ^{bc}	7.48 ^c	9.94 ^d
Taiwan	55.31 ^e	154.77 ^e	1.03 ^d	7.02 ^d	9.80 ^d
Dwarf	45.39 ^f	126.27 ^f	13.1 ^a	6.40 ^e	8.31 ^e
Merkiron	82.39 ^c	186.86 ^b	1.19 ^{bc}	9.02 ^a	11.16 ^c
Hybrid	72.10 ^d	170.42 ^d	1.21 ^b	7.49 ^c	11.55 ^{bc}
SEM	2.893	1.256	0.016	0.120	0.156
Cutting age (B)					
30	40.26 ^c	128.37 ^c	1.15 ^b	4.75 ^c	9.31 ^c
45	70.75 ^b	171.61 ^b	1.18 ^a	7.19 ^b	11.82 ^a
60	120.35 ^a	217.77 ^a	1.19 ^a	10.89 ^a	11.32 ^b
A*B	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
SEM	1.772	0.768	0.010	0.073	0.095

a, b, c, d, e, f = Means in the same column of same factor with different superscript differ significantly

(P<0.01)

SEM = Stand error of mean

Table 10: Influences of Frequency of cutting on weight, length and number of leaf/ stem and on width of leaf sheet as well as on total tiller weight of 8 cultivars of Napier grass.

Parameter	Leave measurement				Total tiller weight
	Weight of	Length of	No. of leaf	Width of Leaf	
	Leaf	Leaf		sheet	
Cultivars (A)					
Bana	54.04 ^a	103.37 ^a	9.95 ^b	3.73 ^a	167.76 ^a
Common	32.90 ^c	95.38 ^b	9.76 ^{bc}	2.82 ^c	110.75 ^e
Tangashima	44.31 ^b	101.90 ^a	10.34 ^a	2.77 ^c	123.58 ^{cd}
Giant	56.80 ^a	90.68 ^c	10.52 ^a	3.26 ^b	157.66 ^b
Taiwan	32.78 ^c	82.97 ^d	8.74 ^d	2.32 ^d	77.64 ^f
Dwarf	33.82 ^c	79.25 ^e	8.38 ^e	2.13 ^e	79.86 ^f
Merkiron	43.99 ^b	97.58 ^b	9.64 ^c	2.73 ^c	128.00 ^c
Hybrid	44.00 ^b	97.66 ^b	9.48 ^c	2.91 ^c	117.87 ^{de}
SEM	1.153	0.958	0.104	0.065	3.433
Cutting age (B)					
30	27.05 ^c	79.22 ^c	8.13 ^c	2.50 ^c	66.21 ^c
45	39.12 ^b	95.36 ^b	9.15 ^b	2.78 ^b	110.62 ^b
60	62.32 ^a	106.22 ^a	11.53 ^a	3.27 ^a	184.33 ^a
A*B	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
SEM	0.703	0.585	0.064	0.039	2.092

a, b, c = Means in the same column of same factor with different superscript differ significantly (P<0.01)

SEM = Stand error of mean

3.5 การศึกษาอิทธิพลของอายุการตัดครั้งแรก และความสูงของการตัด ต่อการเจริญใหม่ และการให้ผลผลิต (regrowth yield) ของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ภายใต้สภาพแวดล้อมในเขตร้อนชื้นแถบภาคใต้ของประเทศไทย

แม้ว่าจะมีคำแนะนำให้ตัดหญ้าเนเปียร์ได้ภายหลังจากการปลูกครั้งแรก 60 วัน หรือประมาณ 8 สัปดาห์แล้วก็ตาม แต่เกษตรกรส่วนหนึ่งยังเชื่อว่า หากพืชยังไม่สามารถสะสมอาหารไว้ในลำต้นได้มากพอ อาจจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตใหม่ (regrowth) ของหน่อ (tiller) และตอ (stubble) ไม่ดีเท่าที่ควร จึงอาจจะส่งผลให้ต้นตอเดิมตายได้ง่าย หรืออาจให้ผลผลิตของการเจริญ (regrowth yield) ที่ไม่ดีได้ ดังนั้นจึงได้ทดสอบประเด็นข้อสงสัยนี้ โดยการเพิ่มระยะเวลาการตัดครั้งแรกหลังการปลูกเป็น 10 และ 15 สัปดาห์ (70 และ 105 วัน) เพื่อพิจารณาว่าหากเพิ่มระยะเวลามากขึ้นใน 2 ระยะ นี้จะมีผลทำให้การเจริญใหม่หลังจากการตัดครั้งแรกที่ต่างกันทั้ง 2 ระยะ จะเป็นผลให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันหรือไม่ นอกจากนี้เพื่อหาค่าอิทธิพลของปริมาณผลผลิตครั้งก่อนที่มีต่อผลผลิตของการเจริญใหม่ จึงทำการปรับค่าปริมาณผลผลิตใหม่ โดยผลผลิตครั้งก่อนด้วย โดยใช้ผลผลิตครั้งก่อนเป็นตัวแปรร่วม (covariate) และใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (analysis of covariance: ANCOVA) แทนการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ที่ใช้ตามปกติ ซึ่งพบว่าผลผลิตของหญ้าที่ได้จากการตัดก่อนที่จะใช้ศึกษา (previous cut yield) ระหว่างสายพันธุ์ของหญ้า ($P < 0.01$) ระหว่างระดับความสูงของรอยตัด ($P < 0.05$) และระหว่างอายุการตัดครั้งแรก ($P < 0.05$) มีความแตกต่างกัน (Table 11) ในขณะที่จำนวนหน่อ/ กอ ของหญ้าที่ตัดก่อนที่จะใช้ศึกษาอิทธิพลของปัจจัยอายุการตัดครั้งแรก และระดับความสูงของรอยตัดระหว่างสายพันธุ์ของหญ้าก็มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) ด้วยเช่นกัน แต่ระหว่างปัจจัยความสูงของรอยตัดและระหว่างปัจจัยอายุเมื่อตัดครั้งแรก ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) และเมื่อศึกษาถึงปริมาณผลผลิต และจำนวนหน่อ/ กอ ของหญ้าที่เจริญใหม่ (regrowth yield) ภายหลังจากการตัดครั้งแรก ที่ระดับความสูง และที่อายุการตัดครั้งแรกที่ต่างกัน ก็พบว่าผลผลิตหญ้าที่เจริญใหม่ครั้งแรก (first regrowth yield) ระหว่างสายพันธุ์ของหญ้า ระหว่างระดับความสูงของรอยตัด และระหว่างระดับของอายุการตัดครั้งแรกที่ต่างกันมีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ในขณะที่ จำนวนหน่อ/ กอ ของหญ้าที่เจริญขึ้นมาใหม่ครั้งแรก (first regrowth tiller) ทั้งระหว่างสายพันธุ์ ระหว่างระดับความสูงของรอยตัด และระหว่างระดับของอายุเมื่อตัดครั้งแรกที่แตกต่างกันก็มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) ด้วยเช่นกัน (Table 11) อย่างไรก็ตามเมื่อทำการปรับค่าปริมาณผลผลิต และจำนวนแตกหน่อ เกล็ด/ กอ ของหญ้าที่เจริญใหม่ (regrowth yield and number of regrowth tiller) โดยใช้ค่าปริมาณผลผลิต และจำนวนหน่อ/ กอ ก่อนการตัดเป็นตัวแปรร่วมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ก็จะพบว่าปริมาณผลผลิตเกล็ด/ กอ ($P < 0.01$) และจำนวนหน่อ เกล็ด/ กอ ($P < 0.05$) มีความแตกต่างกันทั้งจากปัจจัย สายพันธุ์ ความสูงของรอยตัด และจากปัจจัยอายุเมื่อตัดครั้งแรก (Table 12)

Table 11: Mean value of fresh yield (kg/culmp) and number of tiller of 8 cultivars of Napier grass cut at 2 different first cutting ages and at 4 different cutting heights of the previous and the regrowth yield.

Parameter	Previous cut yield		First regrowth yield	
	Yield	No. of Tiller	Yield	No. of Tiller
Variety (A)				
Bana	2.19 ^b	4.03 ^d	0.70 ^B	8.25 ^{bc}
Common	1.02 ^e	8.56 ^a	0.38 ^E	9.16 ^a
Tangashima	1.71 ^d	5.20 ^c	0.62 ^{BC}	9.08 ^{ab}
Giant	2.04 ^{bc}	3.87 ^d	0.56 ^C	7.16 ^d
Taiwan	1.77 ^{cd}	5.04 ^c	0.53 ^{CD}	8.12 ^c
Dwarf	1.61 ^d	6.37 ^b	0.44 ^{ED}	7.94 ^{cd}
Merkiron	2.88 ^a	8.83 ^a	1.20 ^A	9.75 ^a
Hybrid	0.57 ^f	3.36 ^d	0.17 ^F	4.81 ^e
SEM	0.101	0.332	0.036	0.303
Height of cutting (cm) (B)				
0	2.10 ^A	5.59	0.68 ^A	8.97 ^a
15	1.69 ^B	5.45	0.55 ^B	8.39 ^a
30	1.70 ^B	6.12	0.64 ^A	7.7 ⁶
45	1.39 ^C	5.78	0.42 ^C	7.02 ^c
A*B	0.0001	0.0532	0.0001	0.0001
SEM	0.07	0.235	0.026	0.151
Cutting age (Days) (C)				
70	1.56 ^B	5.76	0.64 ^A	10.03 ^a
105	1.88 ^A	5.56	0.51 ^B	6.04 ^b
A*C	0.0019	0.6569	0.0001	0.0004
B*C	0.0001	0.3227	0.0001	0.4717
A*B*C	0.0010	0.2758	0.0001	0.0001
SEM	0.005	0.166	0.018	0.214

^{A, B} = Means in the same column of same factor with different superscript differ significantly (P<0.05)

^{a, b, c} = Means in the same column of same factor with different superscript differ significantly (P<0.01)

SEM= Standard error of mean

Table 12: Least square mean of number of tiller and yield of first regrowth of 8 cultivars of Napier grass at different first cutting age and height of cutting.

Parameter	No. of tiller	Yield/ Culmp (Kg)
Cultivar		
Bana	9.64 ^A	0.65 ^b
Common	7.96 ^{AB}	0.46 ^c
Tangashima	5.84 ^B	0.62 ^b
Giant	8.32 ^{AB}	0.52 ^{bc}
Taiwan	8.40 ^A	0.53 ^{bc}
Dwarf	9.28 ^A	0.46 ^c
Merkiron	8.98 ^A	1.07 ^a
Hybrid	7.84 ^{AB}	0.30 ^d
Height of cutting (cm)		
0	9.00 ^{AB}	0.64 ^a
15	9.49 ^A	0.56 ^a
30	7.54 ^{AB}	0.64 ^a
45	7.09 ^B	0.46 ^b
Cutting age (Days)		
70	10.58 ^A	0.65 ^a
105	5.99 ^B	0.50 ^b

A, B = Means in the same column of same factor with different superscript differ significantly (P<0.05)

a, b, c = Means in the same column of same factor with different superscript differ significantly (P<0.01)

4. การพัฒนารูปแบบการใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการและ การใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์

4.1 การศึกษาอิทธิพลของอายุการตัดและการถนอมโดยการหมักด้วยกรรมวิธีต่างๆ เพื่อให้ได้หญ้าหมักที่มีคุณภาพดี

ถึงแม้ว่ารูปแบบการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์จะมีความเหมาะสมกับการตัดแล้วเอาไปให้สัตว์กินในคอก (cut and carry) ในรูปของพืชสด (soiling) ก็ตาม แต่เนื่องจากหญ้าเนเปียร์ให้ผลผลิตที่เป็นปริมาณชีวมวลจำนวนมาก และเนื่องจากช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ เฉลี่ย/ พื้นที่/ ปี แต่ละสายพันธุ์ก็มีความเหมาะสมอยู่แค่ช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ เท่านั้น ดังนั้นหากทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าในเวลาเดียวกันก็จะได้ผลผลิตในรูปสดจำนวนมากที่อาจจะไม่สามารถใช้ได้หมดในเวลานั้นๆ จึงจำเป็นต้องหากรรมวิธีในการใช้ประโยชน์แบบอื่นที่ไม่เฉพาะแต่ในรูปแบบของการใช้เป็นพืชสดเท่านั้น ซึ่งพบว่า การเก็บถนอมด้วยการหมักเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมกับการเก็บถนอมหญ้าที่มีลำต้นใหญ่ สูญเสียน้ำจากลำต้นได้ช้า อย่างหญ้าเนเปียร์ที่ไม่เหมาะสมที่จะทำหญ้าแห้ง แต่เนื่องจากการหมักนั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์อาจจะเหมาะสมกับรูปแบบการเก็บถนอมด้วยกรรมวิธีการหมักที่ต่างกัน ได้ จึงได้ทดสอบอิทธิพลของกรรมวิธีการหมักต่อคุณภาพและองค์ประกอบทางโภชนาการและการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 8 สายพันธุ์ด้วย ซึ่งพบว่า ผลผลิตหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 8 สายพันธุ์ที่ผ่านกรรมวิธีการหมักโดยไม่ใช้สารเสริม เสริมด้วยกากน้ำตาล 5% เสริมกากน้ำตาลและรำ 5% และเสริมด้วยกากน้ำตาลและมันสำปะหลังบด 5% ให้คุณภาพที่เป็นสี และกลิ่นของหญ้าหมักที่ไม่แตกต่างกัน คือมีสีเขียวอมเหลืองที่คล้ายๆ กัน (Figure 15) และมีกลิ่นและรสเปรี้ยวในระดับที่ใกล้เคียงกันด้วย และเมื่อทดสอบ pH ก็มีค่าอยู่ระหว่าง 3.46 - 4.11 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งจากปัจจัยสายพันธุ์ และจากปัจจัยกรรมวิธีการถนอม (Table 13) ในขณะที่ปริมาณเนื้อวัตถุแห้ง เฉลี่ย/ กอ ของผลผลิตหญ้าหมัก พบว่ามีความแตกต่างกัน ($P<0.01$) ทั้งจากปัจจัยสายพันธุ์ของหญ้าและกรรมวิธีการถนอม ซึ่งพบว่าหญ้าเนเปียร์บาน่ามีปริมาณเนื้อวัตถุแห้งของหญ้าหมัก เฉลี่ย/ กอ สูงที่สุด รองลงมาคือ เมอร์คิวรอน ยักษ์ ธรรมชาติ แทนกันชิม่า ได้หวัน ลูกผสม และหญ้าเนเปียร์แคระ ตามลำดับ (Table 13) และการหมักด้วยกรรมวิธีการใช้กากน้ำตาลร่วมกับมันเส้น ให้ผลผลิตปริมาณเนื้อวัตถุแห้งของหญ้าหมัก เฉลี่ย/ กอ สูงที่สุด รองลงมาคือหมักด้วยกากน้ำตาลผสมรำข้าว กากน้ำตาลอย่างเดียว และหมักโดยไม่ใช้สารเสริมใดๆเลย ตามลำดับ ($P<0.01$) (Table 13) ค่าระดับเชื้อใยผนังเซลล์ (NDF) ของผลผลิตหญ้าเนเปียร์หมักแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน ทั้งจากปัจจัยสายพันธุ์ของหญ้า ($P<0.01$) และกรรมวิธีการถนอม ($P<0.01$) โดยพบว่าหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ เมอร์คิวรอน มีปริมาณ NDF ภายหลังการหมักสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ รองลงมาได้แก่ บาน่า

ยักษ์ แทนกันขิมา ธรรมดา ได้หวั่น ลูกผสม และหญ้าเนเปียร์แคะ ตามลำดับ (Table 13) เช่นเดียวกับกรรมวิธีการหมักที่ต่างกันก็มีผลต่อปริมาณ NDF ของผลผลิตหญ้าหมักที่ต่างกัน โดยที่กรรมวิธีการหมักแบบไม่ต้องใช้สารเสริมมีผลทำให้ค่าปริมาณ NDF สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ รองลงมาคือ หมักโดยใช้กากน้ำตาล กากน้ำตาลร่วมกับรำข้าว 5% และ กากน้ำตาลร่วมกับมันเส้น 5% ตามลำดับ (Table 13) ซึ่งพบว่าการหมักหญ้าเนเปียร์ด้วยกากน้ำตาลผสมมันเส้นให้ค่า NDF ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ มาก และเมื่อศึกษาถึงอิทธิพลของสายพันธุ์และกรรมวิธีการหมักต่อค่าระดับ เยื่อใยลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber: ADF) ก็พบว่าทั้งปัจจัยจากสายพันธุ์ของหญ้า ($P < 0.01$) และกรรมวิธีการถนอม ($P < 0.01$) ต่างก็มีผลทำให้ระดับค่า ADF ในหญ้าหมักแตกต่างกัน โดยที่หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ลูกผสมมีค่าระดับเยื่อใย ADF สูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ได้หวั่น แคะ เมอร์คิวรอน ยักษ์ ธรรมดา แทนกันขิมา และหญ้าเนเปียร์บ้านา ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีการหมักแบบธรรมดา มีผลทำให้ค่าระดับ ADF สูงกว่า กรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งได้แก่ หมักด้วยน้ำตาล 5% กากน้ำตาลผสมรำข้าว 5% และหมักด้วยน้ำตาลผสมมันเส้น 5% ตามลำดับ (Table 13)

ในส่วนของอิทธิพลของสายพันธุ์และกรรมวิธีการหมักต่อค่าปริมาณลิกนิน (Acid detergent lignin: ADL) ของหญ้าเนเปียร์ก็พบว่า ทั้งอิทธิพลของสายพันธุ์และกรรมวิธีการถนอม ไม่ได้มีผลทำให้ค่าระดับ ADL แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ซึ่งค่า ADL ของตัวอย่างหญ้าหมักในทุกสายพันธุ์ และจากทุกกรรมวิธีการถนอมมีค่า ADL อยู่ระหว่าง 4.77 – 5.58 โดยมีค่าเฉลี่ย 5.12 % (Table 13) ซึ่งจากการศึกษานี้ทำให้สามารถเลือกใช้กรรมวิธีการหมักที่ให้คุณภาพและผลผลิตหญ้าหมักที่ดีได้ โดยพิจารณาเลือกการหมักด้วยกากน้ำตาลที่ 5% เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่มีผลทำให้ค่า pH กึ่งกลางระหว่างการเสริมกากน้ำตาลผสมรำข้าวและกากน้ำตาลผสมมันเส้น และ ไม่ได้สนับสนุนให้จุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ที่ย่อยเยื่อใย มากจนเป็นผลทำให้เยื่อใยผนังเซลล์ลดลงมากเกินไป รวมทั้งกรรมวิธีการหมักก็ไม่ยุ่งยาก จึงเลือกศึกษาการหมักหญ้าที่ตัดที่อายุต่างกันในการศึกษาขั้นต่อไป



Figure 15: Napier grass silage

Table 13: Mean value of pH, dry matter and cell-wall content of 8 cultivars of Napier grass ensiled with 4 different methods (%)

Parameter	pH	DM	NDF	ADF	ADL
Cultivar (A)					
Bana	3.79 ^{ab}	1,033.39 ^a	60.07 ^a	37.89 ^b	4.77
Common	3.83 ^a	673.32 ^{bc}	56.63 ^c	39.56 ^b	5.22
Tangashima	3.85 ^a	648.4 ^{bc}	57.73 ^{bc}	39.40 ^b	4.96
Giant	3.71 ^{bcd}	752.17 ^b	59.77 ^{ab}	39.79 ^b	4.96
Taiwan	3.75 ^{abc}	640.89 ^{bc}	56.35 ^c	50.53 ^a	4.91
Dwarf	3.64 ^d	486.33 ^c	53.10 ^d	50.52 ^a	5.35
Merkiron	3.68 ^{cd}	969.96 ^a	60.24 ^a	49.88 ^a	5.58
Hybrid	3.76 ^{abc}	643.81 ^{bc}	56.22 ^c	53.31 ^a	5.17
SEM	0.021	66.490	0.569	1.143	0.233
Ensiling method (B)					
Common	4.08 ^a	536.44 ^b	66.43 ^a	47.79 ^a	4.98
Molas 5	3.68 ^b	624.58 ^b	60.28 ^b	45.94 ^a	5.08
Mol + R5	3.63 ^c	850.64 ^a	54.78 ^c	45.46 ^a	5.21
Mol + C5	3.61 ^c	915.52 ^a	48.58 ^d	41.25 ^b	5.18
SEM	0.09	46.84	0.40	0.81	0.16
A* B	0.0001	0.2938	0.0003	0.0036	0.5307

a, b, c, d = Means in the same column with different superscript differ significantly (P<0.01)

SEM = Standard error of mean

4.2 การศึกษาอิทธิพลของอายุการตัด ของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ที่มีต่อคุณสมบัติองค์ประกอบทางเคมี และค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนของผลผลิตหญ้าหมัก

เนื่องจากคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 8 สายพันธุ์ที่ได้จากการศึกษาก่อนหน้านี้ทำการตัดที่อายุ 45 วันเท่าๆกัน แต่เนื่องจากทั้งปริมาณและคุณภาพของการให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์แต่ละสายพันธุ์ไม่ได้มีรูปแบบที่เหมือนกันในทุกสายพันธุ์ โดยเฉพาะปัจจัยอายุการตัดของแต่ละสายพันธุ์ ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตของการเจริญใหม่ (regrowth yield) ที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นเพื่อให้ได้คำตอบว่าสายพันธุ์ใดเหมาะสมที่จะทำการหมักเมื่อมีอายุเท่าใด จึงได้ทำการทดสอบอิทธิพลของอายุการตัดของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์ที่มีต่อคุณสมบัติองค์ประกอบทางเคมี และค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนของหญ้าหมักด้วย ซึ่งพบว่าผลผลิตหญ้าหมักที่ได้จากทุกสายพันธุ์มีลักษณะและคุณสมบัติความเป็นหญ้าหมักที่ดี คือมีสีเขียวอมเหลือง (Figure 16) มีกลิ่นหอม รสเปรี้ยว ในระดับที่ใกล้เคียงกัน เมื่อวัดระดับระดับ pH ก็พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 3.79-4.30 ($P<0.01$) ซึ่งเป็นค่าระดับ pH ของหญ้าหมักที่ดี โดยหญ้าเนเปียร์ลูกผสมเนเปียร์แคระ และเนเปียร์เมอร์คิวรอน มี pH เกินกว่า 4 ในขณะที่อีก 5 สายพันธุ์ ระดับ pH มีค่าต่ำกว่า 4 ในทุกๆ สายพันธุ์ และเมื่อพิจารณาอายุการตัดก็พบว่า ยิ่งมีอายุการตัดมากขึ้น pH ของผลผลิตหญ้าหมักก็จะยิ่งสูงขึ้นโดยที่หญ้าเนเปียร์ที่ตัดที่อายุ 60 วัน จะให้ผลผลิตหญ้าหมักที่มี pH ต่ำที่สุด ($P<0.01$) (Table 14) ค่าระดับเถ้าของตัวอย่างหญ้าเนเปียร์หมักระหว่างสายพันธุ์และกรรมวิธีหมักมีค่าแตกต่างกัน ($P<0.01$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 8.39 – 10.54 และพบว่าหญ้าเนเปียร์ที่ตัดเมื่ออายุมากขึ้นมีค่าของ ระดับอนินทรีย์สารลดลง ในขณะที่ค่าโปรตีนรวมของหญ้าหมักทั้ง 8 สายพันธุ์มีค่าอยู่ในช่วง 10.69- 12.30 ($P<0.01$) และหญ้าที่ตัดที่อายุน้อยกว่าจะมีค่าโปรตีนรวมที่สูงกว่า ($P<0.01$) ส่วนค่าระดับไขมันรวมในระหว่างสายพันธุ์ของหญ้า ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.67-1.91 ($P>0.05$) แต่พบว่าหญ้าหมัก ซึ่งตัดที่อายุต่างกันมีค่าองค์ประกอบไขมันต่างกันที่ต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่หญ้าซึ่งตัดเมื่ออายุน้อยๆ ที่ 30 วัน มีค่าไขมันที่สูงกว่า และจะมีค่าลดลงเมื่อพืชหมักมีอายุมากขึ้น

ค่าปริมาณเยื่อใยรวม (crude fiber: CF) ของหญ้าเนเปียร์หมักทั้ง 8 สายพันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 22.32 – 26.46 เปอร์เซ็นต์ โดยที่หญ้าเนเปียร์หมักแทนกันชิมามีค่าระดับเยื่อใยหายาส่งที่สุด ขณะที่หญ้าเนเปียร์บานามีค่าเยื่อใยหายาต่ำที่สุด ($P<0.01$) และค่าระดับเยื่อใยหายาในพืชหมักที่ตัดจากหญ้าที่ต่างอายุกันก็มีความแตกต่างกัน ($P<0.01$) ด้วยเช่นกัน โดยพบว่าค่าปริมาณเยื่อใยจะสูงขึ้นเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น ในขณะที่ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ง่าย (Nitrogen free extract: NFE) มีค่าแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ และหญ้าเนเปียร์ที่อ่อนกว่า จะมีค่า NFE มากกว่า ($P<0.01$) ค่าปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์ทั้งในรูป เยื่อใยผนังเซลล์ทั้งหมด (Neutral detergent fiber: NDF) เยื่อใยลิโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber: ADF) และปริมาณลิกนิน (Acid detergent lignin: ADL) ก็มีความผันแปรระหว่างสายพันธุ์ของหญ้า โดยที่หญ้าเนเปียร์ยักษ์มีค่า

NDF สูงที่สุด ขณะที่เนเปียร์ธรรมดามีค่า ADF และ ADL สูงที่สุด ($P < 0.01$) ในขณะที่พืชหมักที่มีอายุมากขึ้น จะมีค่าปริมาณเชื้อใย NDF, ADF และ ADL เพิ่มขึ้น ตามอายุ กล่าวคือ พืชหมักซึ่งตัดที่อายุ 75 วัน ก็มีปริมาณ NDF, ADF และ ADL สูงที่สุด ($P < 0.01$)

เมื่อใช้ตัวอย่างที่ใช้ศึกษาคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมี เพื่อการประเมินค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมน (Ruminal degradability) โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (nylon bag technique) พบว่าผลผลิตหญ้าเนเปียร์หมักที่ต่างสายพันธุ์กันมีค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งทั้งส่วนที่ละลายน้ำได้ง่าย (a) ส่วนที่ไม่ละลายน้ำแต่สามารถถูกย่อยสลายได้ (b) ค่าศักยภาพการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (POTDG) ค่าประสิทธิภาพการย่อยสลาย (effective degradability) ที่อัตราเร็วการไหลผ่าน (passage rate) 0.02 (ed1), 0.05 (ed2) และ 0.08 (ed3) fraction/ hr และค่าระยะเวลาที่ใช้ในการเริ่มต้นการย่อยสลาย (lag time) ที่แตกต่างกัน ($P < 0.01$) และการตัดหญ้าที่พืชหมักที่อายุต่างกันก็มีผลทำให้ค่าดังกล่าวรวมทั้งค่าอัตราเร็วคงที่ของการสลายตัวของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายน้ำแต่สามารถถูกย่อยสลายได้ที่แตกต่างกันด้วย ($P < 0.01$) โดยพบว่า การตัดหญ้าที่มีอายุน้อยกว่าจะมีค่าดังกล่าวส่วนใหญ่จะดีกว่า ($P < 0.01$) ยกเว้นเฉพาะค่า lag time ที่น้อยกว่า และค่าการสลายส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายน้ำแต่ถูกย่อยสลายได้ (b) ที่ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ในระหว่างหญ้าที่ตัดที่ต่างอายุกัน แต่นอกเหนือจากนี้แล้วทุกค่ามีความแตกต่างกันตามอายุที่ตัด ($P < 0.01$) (Table 15)



Figure 16: A Typical of a good quality of Napier grass silage cut at 4 different cutting age and ensiled with 5% molasses

Table 14: Chemical composition and properties of 8 cultivars of Napier grass silage cut at 4 different cutting age (% DM Basis)

Parameter	pH	Ash	CP	EE	CF	NFE	NDF	ADF	ADL
Cultivar (A)									
Bana	3.79 ^d	8.39 ^{de}	10.97 ^{cd}	1.72	22.32 ^d	56.56 ^a	59.62 ^{cd}	33.83 ^g	6.04 ^{bc}
Common	3.90 ^{bcd}	7.91 ^e	10.69 ^d	1.67	26.00 ^{ab}	53.70 ^{bc}	62.23 ^{ab}	40.68 ^a	7.95 ^a
Tangashima	3.85 ^{cd}	9.10 ^c	11.29 ^{bc}	1.83	26.46 ^a	51.30 ^c	61.07 ^{abc}	39.46 ^b	7.58 ^a
Giant	3.82 ^{cd}	7.95 ^e	12.19 ^a	1.83	25.56 ^{ab}	52.44 ^{cd}	62.69 ^a	38.92 ^{bc}	6.25 ^{bc}
Taiwan	3.87 ^{bcd}	8.47 ^d	11.29 ^{bc}	1.81	24.16 ^c	54.27 ^b	60.03 ^{bcd}	38.18 ^{cd}	6.72 ^b
Dwarf	4.05 ^b	10.54 ^a	12.30 ^a	1.91	22.74 ^d	52.48 ^{cd}	57.18 ^e	36.38 ^e	5.66 ^{cd}
Merkiron	4.01 ^{bc}	9.64 ^b	11.40 ^b	1.86	24.98 ^{bc}	52.09 ^{cde}	60.38 ^{abcd}	37.93 ^d	6.62 ^b
Hybrid	4.30 ^a	9.45 ^{bc}	12.09 ^a	1.82	25.72 ^{ab}	52.66 ^{de}	58.27 ^{de}	34.97 ^f	5.15 ^d
SEM	0.062	0.119	0.122	0.042	1.087	0.338	0.621	1.606	0.400
Cutting age (B)									
30	3.83 ^b	9.97 ^a	14.92 ^a	2.07 ^a	22.53 ^c	53.38 ^b	50.92 ^d	29.85 ^c	4.74 ^c
45	4.36 ^a	9.78 ^a	10.98 ^c	1.93 ^b	24.64 ^b	52.75 ^c	62.08 ^b	37.72 ^b	6.60 ^b
60	3.77 ^b	8.52 ^b	11.56 ^b	1.60 ^c	26.53 ^b	51.84 ^c	59.49 ^c	37.60 ^b	6.45 ^b
75	3.84 ^b	7.46 ^c	8.67 ^d	1.65 ^c	26.46 ^a	55.74 ^a	68.26 ^a	45.00 ^a	8.55 ^a
SEM	0.044	0.084	0.086	0.030	0.768	0.239	0.439	1.135	0.283
A * B	0.020	0.0001	0.0001	0.0233	0.0001	0.0001	0.0001	0.0751	0.0307

a, b, c, d, e, f, g = Means in the same column of same factor with different superscript differ significantly (P<0.01)

SEM = Standard error of mean

Table 15: Ruminal degradation parameters of the dry matter of 8 cultivars of ensiled Napier grass cut at 4 different cutting ages.

Parameter	a (%)	b (%)	c (Fraction/h)	Ed1 (%)	Ed2 (%)	Ed3 (%)	lag (hr)	POTDG (%)
Cultivar (A)								
Bana	32.30 ^{bc}	51.95 ^{bcd}	0.024	60.25 ^e	49.16 ^e	44.56 ^{de}	2.65 ^{cd}	84.26 ^{bcd}
Common	31.97 ^{bcd}	51.24 ^{cd}	0.026	60.80 ^{de}	49.79 ^{de}	45.28 ^{cd}	3.54 ^{bc}	83.21 ^{cd}
Tangashima	33.22 ^b	55.26 ^{abc}	0.025	62.00 ^d	50.45 ^{cd}	45.70 ^{bc}	1.98 ^d	88.49 ^{ab}
Giant	30.30 ^d	50.26 ^d	0.024	58.85 ^f	47.93 ^f	43.60 ^e	5.05 ^a	80.56 ^d
Taiwan	35.37 ^a	50.85 ^{cd}	0.032	65.12 ^b	54.41 ^b	49.63 ^a	2.64 ^{cd}	86.23 ^{bc}
Dwarf	35.30 ^a	57.32 ^a	0.028	68.17 ^a	55.68 ^a	50.25 ^a	2.54 ^{cd}	92.62 ^a
Merkiron	31.87 ^{bcd}	56.55 ^{ab}	0.027	63.55 ^c	51.39 ^c	46.26 ^{bc}	3.00 ^{cd}	88.43 ^{ab}
Hybrid	30.58 ^{cd}	55.03 ^{abcd}	0.030	63.74 ^c	51.70 ^c	46.55 ^b	4.17 ^{ab}	85.61 ^{bc}
SEM	0.584	1.534	0.002	0.485	0.426	0.358	0.345	1.589
Cutting age (B)								
30	39.69 ^a	52.30	0.033 ^a	71.90 ^a	60.37 ^a	55.15 ^a	2.20 ^b	91.99 ^a
45	32.32 ^b	54.15	0.025 ^b	62.70 ^b	50.65 ^b	45.70 ^b	3.27 ^a	86.47 ^b
60	29.90 ^c	55.49	0.025 ^b	59.77 ^c	48.29 ^c	43.58 ^c	3.32 ^a	85.40 ^b
75	28.54 ^d	52.30	0.025 ^b	56.87 ^d	45.94 ^d	41.49 ^d	3.99 ^a	80.84 ^c
SEM	0.413	1.084	0.002	0.343	0.301	0.253	0.244	1.123
A * B	0.0001	0.0084	0.1254	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0458

Degradation constants derived from the Ørskov and McDonald (1979) equation $P = a + b(1 - e^{-ct})$ where P is degradability at time 't'; 'a', the rapidly soluble fraction; 'b', the potentially degradability of dry matter with in time 't', be degraded; 'c', the degradation rate of the 'b' fraction, POTDG = Potential degradability (a+b). Effective degradation in the rumen at 0.02, 0.05 and 0.08 fraction/hr passage rate is represented by ed1, ed2 and ed3 respectively and is calculated by using the Excel Application Programs for processing feed degradability data written by Chen (2006).

a, b, c, d, e = Means in the same column with different superscript differ significantly (P<0.01)

SEM = Standard error of mean

สรุปผลการทดลอง

หญ้านาเปียร์ 8 สายพันธุ์ซึ่งปลูกใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทยให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตผันแปรไปตามปัจจัยที่มีผลกระทบต่อทำให้ผลผลิตที่แตกต่างกันในหลายๆ ปัจจัย ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

1. ลักษณะของโครงสร้างของระบบลำเลียงท่อน้ำ ท่ออาหารทั้งบริเวณข้อและปล้อง

หญ้านาเปียร์ทั้ง 8 สายพันธุ์มีลักษณะการจัดเรียงตัวของระบบลำเลียงท่อน้ำและท่ออาหารที่แตกต่างกันทั้งในด้านปริมาณและรูปร่าง โดยที่หญ้านาเปียร์เมอร์คิวรอนที่มีจำนวนมัดท่อน้ำท่ออาหารที่มีความกระจายตัวและมีความหนาแน่นน้อยบริเวณข้อ ขณะที่หญ้านาเปียร์แคระมีจำนวนมัดท่อน้ำท่ออาหารบริเวณปล้องน้อย และมีลักษณะที่กระจายตัวมาก ในขณะที่หญ้านาเปียร์บาน่า และ เนเปียร์ธรรมดา มีจำนวนมัดท่อน้ำ ท่ออาหารหนาแน่นมากบริเวณข้อ ในขณะที่รูปร่างของมัดท่อน้ำท่ออาหารของเนเปียร์ได้ห้วน มีรูปร่างที่แตกต่างไปจากชนิดอื่นๆ เนื่องจากมี annular vessel ที่โตกว่า pitted vessel และมีมัดท่อน้ำท่ออาหารเล็กกว่าหญ้านาเปียร์สายพันธุ์อื่นๆ

2. โครโมโซมของหญ้านาเปียร์ 8 สายพันธุ์

ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถจัดทำ Karyotype ของโครโมโซมได้ แต่ก็สามารถเห็นรูปร่างโครโมโซมของหญ้านาเปียร์บางสายพันธุ์ได้โดยเฉพาะเนเปียร์แคระ แต่สายพันธุ์อื่นๆ โครโมโซมยังกระจายตัวไม่ดีพอต่อใช้เวลาในการพัฒนาเทคนิควิธีนี้อีกระยะหนึ่ง อย่างไรก็ตามภาพโครโมโซมที่เห็นรูปร่างโครโมโซมได้พบว่า หญ้านาเปียร์แคระมีจำนวนโครโมโซม ($2n$) มากกว่า 28 ซึ่งเป็นไปตามผลการตรวจสอบเอกสารที่ระบุว่า จำนวนโครโมโซม ($2n$) อาจจะมีถึง 54 คู่ได้

3. ผลผลิตหญ้านาเปียร์ 8 สายพันธุ์ที่ปลูกใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย

หญ้านาเปียร์ได้ห้วน เนเปียร์ยักษ์ และเมอร์คิวรอน เป็น 3 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย/ต้น/กอสูงที่สุดตามลำดับ ในวิทยาเขตพิษณุโลกในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ในขณะที่หญ้านาเปียร์ลูกผสม เนเปียร์แคระ และเนเปียร์บาน่า เป็นสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตได้ดีในวิทยาเขตปทุมธานี ในเขตภาคกลางของประเทศไทย ส่วนเนเปียร์ธรรมดา เมอร์คิวรอน และ เนเปียร์บาน่า เป็น 3 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดตามลำดับ สำหรับหญ้านาเปียร์ที่ปลูกในวิทยาเขตสุรินทร์ ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย แต่สำหรับในภาคใต้หญ้านาเปียร์เมอร์คิวรอน ได้ห้วน และหญ้านาเปียร์ธรรมดา ให้ผลผลิตสูงที่สุดตามลำดับ 3 อันดับแรก

โดยที่ความผันแปรดังกล่าวมีอิทธิพลมาจากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมทั้ง ดิน น้ำ แสง และอุณหภูมิของอากาศเป็นสำคัญ โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวหญ้าที่ปลูกในภาคเหนือได้รับ

อิทธิพลของอุณหภูมิของอากาศมากที่สุด จึงให้ผลผลิตได้ต่ำมากๆ และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของหญ้าทั้ง 8 สายพันธุ์ ใน 4 ภูมิภาคก็พบว่า หญ้าที่ปลูกในภาคใต้ให้ผลผลิตหญ้าสูงที่สุด ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือให้ผลผลิตรองลงมาตามลำดับ

4. ลักษณะการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของหญ้าเนเปียร์ 8 สายพันธุ์ใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย

จำนวนการแตกหน่อเฉลี่ย/ กอ ของหญ้าทั้ง 8 สายพันธุ์ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ มีค่าเฉลี่ยในช่วง 12.55, 7.00 - 18.00, 14.90 - 15.40 และ 10.14 - 17.17 ต้น/ กอ ตามลำดับ และมีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 82.52 - 155.05, 202.00-281.50, 163.85 - 236.39 และ 174.20 - 222.47 เซนติเมตร ตามลำดับ จำนวนต้นที่รอดตาย เฉลี่ย/ แปลง มีค่าอยู่ในช่วง 11.8 - 15.3 โดยที่หญ้าลูกผสมมีอัตราการตายสูงที่สุด และเนเปียร์เมอร์คิวรอนมีอัตราการตายต่ำที่สุด และเมื่อตัดหญ้าที่ความถี่แตกต่างไปจากที่แนะนำไว้ที่ทุกๆ 45 วัน เป็น 30 45 และ 60 วัน พบว่า เมื่อตัดที่ความถี่ยาวนานขึ้น น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย/ ต้น ยิ่งน้ำหนักต้น น้ำหนักใบ จะมีค่าสูงขึ้น แต่ถ้าหากตัดหญ้าครั้งแรกที่อายุเกินกว่า 60 วัน เป็น 70 และ 105 วัน พบว่า ยิ่งตัดครั้งแรกนานกว่า 60 วันมากขึ้น ผลผลิตจากการตัดต่อครั้งต่อมามีค่าต่ำกว่าการทิ้งระยะตัดที่น้อยกว่า ดังนั้นคำแนะนำในการตัดครั้งที่ 60 วันจึงเหมาะสมแล้ว และการตัดในระดับที่สูงจากพื้นดิน 0 - 30 เซนติเมตร ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าตัดที่สูงกว่านี้ ผลผลิตที่ได้ของการเก็บเกี่ยวครั้งหลังจะต่ำกว่าได้

5. การพัฒนาการใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของหญ้าโดยอาศัยกรรมวิธีการหมัก

การหมักหญ้าด้วยกรรมวิธีที่ต่างกันให้ผลผลิตหญ้าทั้ง ปริมาณเนื้อวัตถุแห้งและคุณภาพของหญ้าหมักที่ได้แตกต่างกัน การหมักด้วยกากน้ำตาลผสมมันเส้นบดให้ผลผลิตเนื้อวัตถุแห้งสูงที่สุด แต่ให้ผลผลิตหญ้าที่มีความเป็นกรดมากที่สุด จึงส่งผลให้สลายเนื้อเยื่อไขมันเซลลูล์ออกไปมากที่สุด เป็นผลให้เหลือค่าปริมาณเยื่อไขมันเซลลูล์ต่ำที่สุด ในขณะที่การหมักด้วยกากน้ำตาลอย่างเดียวในระดับ 5% แม้ว่าจะให้ค่าปริมาณเนื้อวัตถุแห้งไม่สูงมาก แต่ให้หญ้าหมักที่มีความเป็นกรดไม่ต่ำจนเกินไป และมีเยื่อไขมันเซลลูล์ทั้งในรูป NDF, ADF และ ADL อยู่ในระดับปานกลาง และหากพิจารณาร่วมกับความชื้นช้อน และไม่ยุ่งยากในทางปฏิบัติ จึงน่าจะเป็นวิธีที่แนะนำในการใช้ได้ ดังนั้นเมื่อตัดหญ้าเนเปียร์ที่อายุการตัดที่ต่างกันไปหมักด้วยกรรมวิธีดังกล่าว จึงให้ผลผลิตหญ้าเนเปียร์หมักที่ผันแปรไปตามอายุการตัด โดยเฉพาะเยื่อไขมันทั้งในรูป CF, NDF, ADF และ ADL ที่เพิ่มขึ้นตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น และหญ้าหมักที่ตัดที่อายุน้อยกว่าจะมีค่าศักยภาพการสลายตัวของวัตถุแห้งที่สูงกว่าที่ตัดเมื่ออายุมาก และในกรณีนี้ พบว่าหญ้าเนเปียร์แควมีค่าศักยภาพการสลายตัวที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- กานดา นาคมณี จีระวัชร เข้มสวัสดิ์ ทิพา บุญยะวิโรจ และวีระพล พูนพิพัฒน์. 2539. อิทธิพลของการตัดที่มีต่อผลผลิต และส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ภายใต้ระบบชลประทาน. หน้า 122-128 ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2538. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. 176 หน้า.
- กานดา นาคมณี จีระวัชร เข้มสวัสดิ์ ทิพา บุญยะวิโรจ และวีระพล พูนพิพัฒน์. 2537. อิทธิพลของการตัดที่มีต่อผลผลิต และส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดชัยนาท. รายงานประจำปี 2537. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. หน้า 83-99.
- คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชาการผลิตธัญพืชและอาหารสัตว์. 2540. เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการการผลิตธัญพืชและอาหารสัตว์หน่วยเรียนที่ 1-8 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. นนทบุรี. 344.
- จริยา ศรีแผ้ว, บุญธรรม พลเจริญ, ประเสริฐ ทองใส, วารุณี ศรีแสง และอภิศักดิ์ สระโพธิ์ทอง. 2545. อิทธิพลของชนิดสารเสริมและกรรมวิธีการหมักต่อองค์ประกอบทางเคมีและการสลายตัวในกระเพาะรูเมนของหญ้าเนเปียร์. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช. 62 น.
- จूरिरัตน์ สัจจิพานนท์ ชะอ้อน สมเขาใหญ่ พูลศรี ศุกระรุจิ และ ชาญชัย มณีคุณย์. 2529. การศึกษาระยะปลูก และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตของหญ้าเนเปียร์. รายงานผลงานวิจัยสาขาผลิตปศุสัตว์ ประจำปี 2529. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. หน้า 85-105.
- จूरिरัตน์ สัจจิพานนท์ ทรงศักดิ์ สิงเทพ ไพลิน เหล็กทอง จีรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์ ชาญชัย มณีคุณย์ และ วชิรทร์ บุญภักดี. 2528. การศึกษาอัตราปุ๋ยคอกที่มีต่อผลผลิตของหญ้าขนและหญ้าเนเปียร์. รายงานผลงานวิจัยสาขาผลิตปศุสัตว์ ประจำปี 2528. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. หน้า 29-55.
- เฉลิมพล แชมเพชร. 2530. หญ้าและถั่วอาหารสัตว์เมืองร้อน. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. 699 หน้า.
- ชาญชัย รอดอนันต์. 2544. การจัดการและการผลิตข้าวโพดหมัก. สัตวบาล. 11 (56): 7-18.
- ทิพา บุญยะวิโรจ กานดา จีระวัชร เข้มสวัสดิ์. แสงอรุณ สมุทรักษ์ จันทกานต์ อรณันท์ และชาญชัย มณีคุณย์ 2532 ระดับไนโตรเจนที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตหญ้าเนเปียร์ หญ้ามอริซัส เอมิลและรูชี ภายใต้ระบบชลประทานในดินชุดราชบุรี รายงานประจำปี 2532^๑ ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. หน้า 102-113.

- ทิพา บุญยะวิโรจ กานดา นาคมณี วีระพล พูนพิพัฒน์ จีระวัชร เข้มสวัสดิ์ และจิรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์. 2537¹. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดชัยนาท. รายงานประจำปี 2537 ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. หน้า 101-104.
- ทิพา บุญยะวิโรจ กานดา นาคมณี วีระพล พูนพิพัฒน์ และ จีระวัชร เข้มสวัสดิ์ 2537¹. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ มอริชส์ และ เซททาเรียที่ปลูกร่วมกับถั่วเสดจ์จูเซินที่อายุตัดต่างกันในชลประทาน รายงานประจำปี 2537 ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. หน้า 115-120.
- ทิพา บุญยะวิโรจ จีระวัชร เข้มสวัสดิ์ แสงอรุณ สมุทรักษ์ จันทกานต์ อรณันท์ และชาญชัย มณีคุณย์. 2532¹. ระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตหญ้าเนเปียร์ หญ้ามอริชส์ และเฮมิล และหญ้ารัฐ ภายใต้ระบบการชลประทานในดินชุดราชบุรี. รายงานประจำปี 2532 ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. หน้า 102-113.
- ธีรศักดิ์ ผลบำรุง เขียวลิต พานิชอัตรา วิรัช สุขสราญ ฉายแสง ไผ่แก้ว เกียรติสุริย์ โภคสวัสดิ์ และเกียรติศักดิ์ กล้าแอม. 2539. หญ้าเนเปียร์. กองอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์. 31 หน้า.
- บุญญา วิไลพล. 2528. พืชอาหารสัตว์เขตร้อนและการจัดการ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 371 หน้า.
- บุญเสริม ชีวะอิสระกุล สมคิด พรหมมา บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ฉันทนา น่วมนวล เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจและ นฤมล วงศ์เจริญ. 2543. การทำข้าวโพดหมักคุณภาพดีเพื่อเป็นอาหารสำรองไว้ให้โคในฤดูแล้ง. สัตวบาล. 10 (53): 27-34.
- ประวิทย์ โสภโณคร. 2538. พืชอาหารสัตว์. ภาควิชาพืชอาหารสัตว์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 350 หน้า.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2529. โภชนาศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 385 น. หน้า 351-359.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 324 น.
- วัลลภ สันติประชา และประวัตร โสภโณคร. 2524. พืชอาหารสัตว์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท. 2541. รายงานประจำปี 2541 กระทรวงเกษตรศาสตร์และสหกรณ์. 39-40 น.
- วิรัช สุขสราญ ชิต ยุทธวรวิทย์ และพูนศรี สุกระจุจ. 2539. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2539. กองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์. หน้า 183-197.

- วิรัช สุขสรานู ประเสริฐศักดิ์ นันทมชื้น และวิรพัฒน์ วงศ์พัฒน์. 2542. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ต่างๆ อิทธิพลของระยะตัดที่มีผลต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 41-53 หน้า
- สมคิด พรหมมา วิสูตร เฟื่องคำ และ บดินทร์ นิกขอบ. 2536. การทำข้าวโพดหมักคุณภาพดีเลี้ยงโค สัตวบาล. 2 (11): 68-70.
- สมศักดิ์ เลี่ยมนิมิตร. 2544. พันธุ์หญ้าอาหารสัตว์ในประเทศไทย. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช.
- สายันท์ ทัดศรี. 2540. พืชอาหารสัตว์เขตร้อนการผลิตและการจัดการ. ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 375 หน้า.
- สายันท์ ทัดศรี. 2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 534 หน้า.
- สายันท์ ทัดศรี. 2548. หญ้าอาหารสัตว์และหญ้าพื้นเมืองในประเทศไทย. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 336 หน้า.
- สุวนาถ สุขยะเกตุ. 2537. อิทธิพลความถี่ในการตัดต่อผลผลิตคุณภาพหญ้า 4 ชนิด ที่มีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 70-75.
- องอาจ อินทร์สังข์. 2545. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาสมรรถภาพการผลิต และการพัฒนาการผลิตพืชอาหารสัตว์โดยการหมักเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช. 73 หน้า
- องอาจ อินทร์สังข์. 2548. เอกสารประกอบการสอนวิชาโภชนศาสตร์สัตว์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช. 450 หน้า
- อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2542. หลักการวางแผนการทดลอง ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 348 หน้า
- อรรณพ วงษ์วานิช. 2538. หญ้าเนเปียร์แคระ. ข่าวงานวิจัยและเทคโนโลยี. 14(7): 70-72
- อร่าม คุ่มกลาง ชัยณรงค์ ขาวทอง สรรสนธิ บุญโยทยาน สหัฐ นุชนารถ กาญจนารุจิพงษ์ และณรงค์ ผลวงษ์. 2542. อิทธิพลของระยะปลูก ต่อผลผลิตและคุณภาพหญ้าเนเปียร์ภายใต้ระบบชนประทานน้ำหยด น. 213-223 ใน เอกสารการประชุมวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 16 ณ โรงแรมโซฟิเทล ราชา ออคิด และ วิทยาเขตขอนแก่น โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ซอยกรุงเทพ-นนทบุรี 31 ถนนกรุงเทพ-นนทบุรี กรุงเทพฯ.

- อรุณี คำกระบี่ ชลธิชาสนอุทา และรุจพร ยิ่งยวด. 2545. ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของ หญ้าเนเปียร์จำนวน 7 สายพันธุ์. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช. 47 น.
- อารีย์ วัฒนุญวัฒน์. 2527. พืชอาหารสัตว์-หลักและปฏิบัติ. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. หน้า 84.
- อารีย์ อริญยวัฒน์. 2526. พืชอาหารสัตว์และการปฏิบัติ. ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ 314 หน้า.
- Boudet, A.M. 1998. A New view of lignification. Trends in plant science perspectives 3: (2) 67-71.
- Brindley, D. N. 1984. Digestion, absorption and transport of fats: General principles. pp 85-103. In J, Wiseman. 1984. Fats in animal nutrition. Butterworths. London.
- Chen, X. B. 2006. Neway excel, An excel application program for processing feed degradability data, User manual. <http://www.mluri.sari.ac.uk/IFRU/index1.html>
- Grow, K and U. ter Meulen, 1995. Feed analysis and up-to-date evaluation of feeding values as base for feeding of selected farm animals. Georg-August University, Göttingen, Germany. 53 p.
- Holmes. W. 1980. Grass Its Production and Utilization (2 nd ed.). Black Well Scientific Publicaation. London, 306 pp.
- Huntington, J. A. and D. I. Givens. 1995. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. nutrition abstracts and reviews (Series B) 65 (2) : 63-93.
- Jung, H. G. and K.P. Vogel: 1986. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. J. Anim. Sci. 62(6) : 1703-1712.
- Jung, H. G. and M. S. Allen. 1995. Characteristics of Plant Cell Walls Affecting Intake and Digestibility of Forages by Ruminants. J. Anim. Sci. 73 : 2774-2790.
- Jung, H. J.G. and W. Ni. 1998. Lignification of plant cell walls: Impact of genetic manipulation. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 95: 12742-12743.
- Kahindi, R. K., S. A. Abdulrazak and R.W. Muingab. 2006. Effect of supplementing Napier grass (*Pennisetum purpureum*) with Madras thorn (*Pithecellobium dulce*) on intake, digestibility and live weight gains of growing goats. Available online at www.sciencedirect.com.

- Macon, B., L. E. Sollenberger and J. E. Moore. 2002. Forages and pasture management. J. Published in Agron. 94: 541–548.
- McDonald, P.; A.R. Henderson and S.J.E. Heron. 1991. The biochemistry of silage. Chalcombe Publication. England. 340 pp.
- Ørskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. (Cambridge). 92: 499-503.
- Ørskov, E. R. Hovell, F. D. DeB. and Mould, I . 1980. The nylon bag technique for nutritional studies in ruminants. Tropical Animal Production, 5: 195-205.
- Panditharatne, S., VG Allen, JP Fontenot and MCN Jayasuiya. 1986. Ensiling characteristics of tropical grasses as influenced by stage of growth, additives and chopping length. J. Ani. Sci. 63: 1 197-207
- Pell, A. N. and P. Schofield. 1993. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. Journal of Dairy Science, 76: 1063-1073.
- Rinne, M., P. Huhtanen and. S. Jaakkola 1997. Grass Maturity Effects on Cattle Fed Silage-Based Diets. 2. Cell Wall Digestibility, Digestion and Passage Kinetics. Anim. Feed Sci. Technology 67 : 19-35.
- Rinne, M., S. Jaakkola and P. Huhtanen. 1997. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 1. Organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization. Animal Feed Science Technology 67 : 1-17.
- Rodriguez, J. A., S. Poppe and H. Meier. 1989. The influence of wilting on quality of tropical grass silage in Cuba. Kinggrass (*Pennisetum purpureum* X *Pennisetum. typhoides*). Archives of Animal-nutrition 39: 775-783
- SAS. 1988. User's Guide: Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, North Carolina.
- Sharma, A. K. and A. Sharma. 1980. Chromosome techniques they and practice. London: Northumberlandian. Press. Ltd.
- Steel, R.G.D. and J. H. Torrie. 1981. Principle and Procedures of Statistics A Biometrical Approach 2nd. ed. McGraw-Hill Book Company, Singapore. 633 pp.
- Techio, V. H., L. C. Davide, A. V. Pereira and E. Bearzoti. 2002. Cytotaxonomy of some species and of interspecific hybrids of *Pennisetum* (Poaceae, Poales). **Genetics and Molecular Biology**, 25 (2): 203-209

- Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two – stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassland Soc 18: 104-111.
- Wilson, J. R. and R. D. Hatfield. 1997. Structural and Chemical Changes of Cell Wall Types During Stem Development: Consequences for Fibre Degradation by Rumen Microflora. Aust. J. Agric. Res. 48 : 165-180