

อิทธิพลของแหล่งโปรตีน พลังงาน และแคลเซียมในอาหารต่อคุณภาพของไข่นกกระทาญี่ปุ่น

Influences of protein, energy and calcium sources in feed on quality of quail's

(*Coturnix coturnix japonicum*) eggs

องอาจ อินทร์สังข์¹ นันทพร สุวรรณชาติ¹ นพดล แซ่หยอก¹ และนิรันดร์ นกแดง¹

Ong-arge Insung¹, Nanthaporn Suwanchatree¹, Nopphadol Seayok¹ and Nirandorn Nakdeang¹

Department of Animal Science, Nakhonsithammarat Campus, Rajamangala Institute of Technology

Thungsong district, Nakhonsithammarat, 80110

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของแหล่งโปรตีน พลังงาน และแหล่งของแคลเซียมในอาหารที่มีต่อปริมาณการกินอาหาร ผลผลิตไข่ และคุณภาพของไข่นกกระทาญี่ปุ่น ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมีแหล่งโปรตีน พลังงาน และแคลเซียมให้เลือกใช้จากหลายๆ แหล่ง จึงมีคำถามว่าหากประกอบสูตรอาหารให้มีโภชนาการตามความต้องการโดยใช้แหล่งของโปรตีน พลังงาน และแคลเซียมที่ต่างกันแล้วจะมีผลต่อต้นทุนการผลิตและต่อปริมาณ และคุณภาพของไข่นกกระทาหรือไม่ ซึ่งดำเนินการโดยเลี้ยงนกกระทาเพศเมียระยะเริ่มไข่จำนวน 108 ตัว ให้ได้รับอาหารที่มีโภชนาการและพลังงานพอเพียงตามที่ระบุไว้โดย NRC (1994) แต่ใช้แหล่งโปรตีนที่ต่างกันจาก 2 แหล่ง คือ ปลาป่น และกากถั่วเหลือง และมีแหล่งพลังงานที่ต่างกันจาก 3 แหล่ง คือ ข้าวโพดบด ปลายข้าว และกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และใช้แหล่งแคลเซียมที่ต่างกันจาก 3 แหล่ง คือ ไดแคลเซียมฟอสเฟต กระดุกปูน และเปลือกหอยป่น ประกอบในสูตรอาหารจำนวน 18 สูตร เพื่อใช้เลี้ยงนกกระทาสูตรละ 3 คอกๆ ละ 2 ตัว เมื่อนกให้ไข่จนถึงระยะก่อนและหลังระยะการให้ไข่สูงสุด 1 สัปดาห์ จึงเก็บผลผลิตไข่นานช่วงละ 7 วัน บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และเหลือในแต่ละวันเพื่อคำนวณค่าปริมาณการกินอาหารสุทธิ เก็บผลผลิตไข่เพื่อใช้ศึกษาคุณภาพที่เป็นค่าน้ำหนักของไข่/ฟอง ความหนาของเปลือกไข่ ความสูงของไข่ขาว ความสูงของไข่แดง สีของไข่แดง และน้ำหนักของเปลือกไข่ ผลปรากฏว่า นกกระทาที่ได้รับอาหารซึ่งใช้แหล่งพลังงานที่ต่างกันมีความสามารถในการกินอาหารได้ต่างกัน ($P<0.01$) และ ส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหาร/ตัว และต้นทุนค่าอาหาร/ไข่ 1 ฟอง ตลอดจนจำนวนไข่เฉลี่ย/ตัว/วัน แตกต่างกัน แต่อิทธิพลของแหล่งโปรตีนและแคลเซียมในอาหารมีผลต่อเฉพาะค่าอาหาร/ตัวเท่านั้นที่ต่างกัน ($P<0.01$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตไข่ ขณะที่คุณภาพของไข่ที่เป็นน้ำหนักของไข่ ($P<0.01$) สีของไข่แดง ($P<0.01$) และความสูงของไข่ขาว ($P<0.05$) ก็แตกต่างกันตามแหล่งโปรตีนและพลังงานที่ต่างกัน ซึ่งผลจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นความสำคัญของแหล่งพลังงานที่ใช้ในอาหารนกกระทาว่าหากใช้แหล่งพลังงานที่มีค่าพลังงานต่ำแล้ว แม้ว่าจะระดับพลังงานในอาหารจะใกล้เคียงกับที่ระบุโดย NRC แล้วก็ตาม ก็จะมีผลให้นกกระทากินอาหารเพิ่มขึ้นจนเป็นสาเหตุให้ต้นทุนการผลิตแตกต่างกันมากดังนั้นแม้ว่าในภาคใต้จะมีกากปาล์มมากแต่การใช้กากปาล์มเป็นแหล่งพลังงานในอาหารนกกระทาก็มีข้อจำกัดดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว

คำสำคัญ: โปรตีน พลังงาน แคลเซียม นกกระทาญี่ปุ่น

ABSTRACT

The research was carried out to investigate the influences of sources of protein, energy and calcium in feed on feed intake and on quantity and quality of quails' egg. One hundred and eight of female quails at 49 days old were allocated in 54 pens, with 2 heads a pen, receiving 18 experimental feeds according to a 2x3x3 factorial experiment in completely randomize design with 2 replications. The experimental feeds were composed of 2 different sources of protein; fish meal and soybean meal, 3 different sources of energy; ground corn, broken rice and palm kernel meal, and 3 different sources of calcium; dicalcium phosphate: (DCP), shell meal and bone meal. All feeds were calculated to have enough nutrient requirement for laying quails according to the recommendation of the US NRC. The animals were fed 3 times a day (*ad libitum*). Amounts of offered feed were calculated. The refusal feed was collected using for calculation of net feed intake. Eggs were collected for 7 days both before and after the peak production period. All eggs were used for measurement of the quality such as egg weight, egg shell thickness, egg shell weight, yolk color, height of yolk and height of white layer. It was found that energy sources affected feed intake ($P<0.01$), feed cost/h ($P<0.01$), feed cost/egg ($P<0.01$), number of eggs/day ($P<0.01$). Protein and calcium sources affected only feed cost/head, whereas egg production and feed cost/egg were not affected by these two factors. Egg quality, measured as egg weight ($P<0.01$), yolk color, ($P<0.01$), and height of white layer ($P<0.01$) were influenced by energy and protein sources. The research implies that energy source is the most crucial factor controlling feed intake and feed cost of quails. The use of the low energy content of feed resources without adjusting the energy content in feed may cause higher feed cost and lower quality of egg products.

Key words: Protein, Energy, Calcium, Quails.

บทนำ

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านอาหารมากที่สุดประเทศหนึ่งในโลก ซึ่งพิจารณาได้จากการที่ประชาชนมีข้าวปลาอาหารและผักผลไม้บริโภคอย่างหลากหลายและเพียงพอตลอดทั้งปีและความอุดมสมบูรณ์ของอาหารไม่ได้มีแต่เฉพาะของคนเท่านั้น อาหารและวัตถุดิบอาหารสำหรับสัตว์เลี้ยงเศรษฐกิจก็มีอย่างอุดมสมบูรณ์เช่นกัน และจากการที่มีวัตถุดิบอาหารสัตว์หลากหลายชนิดนี้เองจึงช่วยให้ผู้ผลิตสามารถเลือกใช้วัตถุดิบประเภทเดียวกันเพื่อใช้ในการประกอบสูตรอาหารได้หลายชนิดตามที่มีในแต่ละท้องถิ่นได้ อย่างไรก็ตามในการเลือกใช้แหล่งวัตถุดิบอาหารแต่ละชนิดเพื่อเป็นแหล่ง โปรตีน แร่ธาตุ และพลังงานในอาหารสัตว์นั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลด้านประสิทธิภาพของการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดในสัตว์เลี้ยงแต่ละประเภทด้วย แต่เนื่องจากประเทศเรายังขาดข้อมูลด้านนี้อยู่มาก ดังนั้นการเลือกใช้นิเวศของวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโภชนะต่างๆ ในอาหารจึงไม่สามารถมั่นใจได้ว่าเป็นการเลือกใช้ที่มีข้อมูลด้านประสิทธิภาพการผลิต แต่อาจจะอยู่บนเหตุผลอื่น เช่นความสะดวกในการจัดหาวัตถุดิบที่ใช้ ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถบอกถึงประสิทธิภาพการผลิตจากการใช้วัตถุดิบประเภทเดียวกันจากแหล่งที่ต่างกันจึงได้กำหนดโจทย์วิจัยนี้ขึ้น เพื่อศึกษาอิทธิพลของแหล่งโปรตีน พลังงาน และแคลเซียมในอาหารจากแหล่งที่ต่างกันที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของไข่นกกระทาญี่ปุ่น โดยคาดหวังว่าจะได้คำตอบของอิทธิพลของวัตถุดิบแต่ละประเภทที่เกษตรกรสามารถเลือกใช้แล้วให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีกว่าและมีต้นทุนถูกกว่าเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตให้แก่เกษตรกรได้ในลำดับต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาอิทธิพลของแหล่งโปรตีน พลังงาน และแคลเซียมในอาหาร ที่มีผลต่อคุณภาพของไขนกกกระทาญี่ปุ่น ดำเนินการโดยไขนกกกระทาญี่ปุ่นเพศเมียที่มีอายุ 49 วัน จำนวน 108 ตัว แบ่งเป็น 54 คอกๆ ละ 2 ตัว ให้นกกกระทาในแต่ละคอกได้รับอาหารผสมที่มีโภชนาการต่างๆ และพลังงานในระดับที่พอเพียงต่อความต้องการตามที่ระบุโดย NRC แต่ใช้แหล่งของโปรตีนแตกต่างกัน 2 แหล่ง คือ ปลาป่น และกากถั่วเหลือง และใช้แหล่งของพลังงานที่ต่างกัน 3 แหล่ง คือ ข้าวโพด ปลายข้าว และกากปาล์ม และใช้แหล่งของแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่ต่างกัน 3 แหล่ง ได้แก่ ใต้แคลเซียม ฟอสเฟต เปลือกหอยป่น และกระดูกป่น มีจำนวน Treatment Combination ทั้งหมดจำนวน 18 Treatment วางแผนการทดลองแบบ 2x3x3 Factorial Experiment in Completely Randomized Design: CRD มีจำนวน 3 ซ้ำ โดยมีแบบหุนทางสถิติ (Statistical model) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้คือ

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

เมื่อ	Y_{ijkl}	= ค่าสังเกตจากทรีเมนต์ (Combination) ที่ ijk ซ้ำที่ i เมื่อ $i = 1, \dots, r$
	μ	= Overall mean
	α_i	= อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย A (main effect A) ที่ระดับ i เมื่อ $i = 1, \dots, a$
	β_j	= อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย B (main effect B) ที่ระดับ j เมื่อ $j = 1, \dots, b$
	γ_k	= อิทธิพลเนื่องจากปัจจัย C (main effect C) ที่ระดับ k เมื่อ $k = 1, \dots, c$
	$\alpha\beta_{ij}$	= อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย A และ B (interaction AB) ที่ระดับ ij
	$\alpha\gamma_{ik}$	= อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย A และ C (interaction AC) ที่ระดับ ik
	$\beta\gamma_{jk}$	= อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย B และ C (interaction BC) ที่ระดับ jk
	$\alpha\beta\gamma_{ijk}$	= อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัย A, B และ C (interaction ABC) ที่ระดับ ijk
	ε_{ijkl}	= residual error

ให้นกกกระทาได้รับอาหารซึ่งมีโภชนาการพอเพียงกับความต้องการตามที่ NRC (1994) ระบุไว้โดยให้สัตว์ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนที่ใกล้เคียงกันในแต่ละสูตรที่ระดับ 22 เปอร์เซ็นต์ แต่มีระดับพลังงานผันแปรอยู่ในช่วง 2,175 – 2,944 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามอิทธิพลของชนิดของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งพลังงาน และมีแคลเซียมและฟอสฟอรัสในระดับ 2.5 – 2.9 และ 0.7 - 1.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ให้สัตว์ได้รับอาหารวันละ 3 มื้อๆ ละ 20 กรัม/คอก บันทึกจำนวนอาหารที่ให้และที่เหลือ คำนวณค่าปริมาณการกินอาหารเฉลี่ย (กรัม/ตัว/วัน) และคิดเป็นต้นทุนอาหาร (บาท/กิโลกรัม) เก็บผลผลิตไขในระยะ ก่อนและหลังระยะการให้ผลผลิตสูงสุด (peak of production) ช่วงละ 7 วัน เพื่อศึกษาปริมาณผลผลิตที่เป็นปริมาณไขเฉลี่ย (ฟอง/ตัว/วัน) และนำไปเฉลี่ยเป็นค่าอาหารต่อไข 1 ฟอง และนำไขทั้ง 2 ช่วงไปศึกษา คุณภาพไขที่เป็นน้ำหนักไขเฉลี่ย (กรัม/ฟอง) สีของไขแดง, ความหนาของเปลือกไข, น้ำหนักของเปลือกไข, ความสูงของไขแดง และความสูงของไขขาวชั้นชั้น นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range Test: DMRT) โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1988)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. อิทธิพลของแหล่งโปรตีนต่อปริมาณการกินอาหาร การให้ผลผลิต และต้นทุนการผลิตค่าอาหารต่อผลผลิตที่ได้ (ตารางที่ 1)

นกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้แหล่งโปรตีนที่ต่างกันมีปริมาณการกินที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยนกกระทาที่ได้รับอาหารผสมที่ใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนมีปริมาณการกินอาหารที่สูงกว่าการใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.81 และ 22.46 กรัม/ตัว ตามลำดับ ($P>0.05$) แต่เนื่องจากราคาของปลาป่นสูงกว่าของกากถั่วเหลือง จึงเป็นผลให้ต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ย/ตัว/วัน ต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองมีต้นทุนที่ต่ำกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 และ 0.20 บาท/ตัว/วันตามลำดับ แต่เมื่อคิดต้นทุนอาหารต่อไข่ 1 ฟอง ของนกกระทาที่ได้รับแหล่งโปรตีนที่ต่างกันก็พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยที่นกกระทาใช้ปลาป่นมีต้นทุนสูงกว่ากากถั่วเหลือง ซึ่งคิดเป็นต้นทุน 0.42 และ 0.39 บาท/ฟอง ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาถึงจำนวนผลผลิตไข่ที่ได้จากการให้นกกระทาได้รับอาหารที่ไม่ใช้โปรตีนจากแหล่งที่ต่างกัน พบว่านกกระทาให้ไข่ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารมีปริมาณไข่ที่สูงกว่าการใช้กากถั่วเหลืองเล็กน้อย คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 และ 0.54 ฟอง/ตัว/วัน ตามลำดับ ($P>0.05$)

2. อิทธิพลของแหล่งพลังงาน ต่อปริมาณการกินอาหาร การให้ผลผลิต และต้นทุนการผลิตค่าอาหารต่อผลผลิตที่ได้ (ตารางที่ 1)

ค่าเฉลี่ยของปริมาณการกินอาหารของนกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้แหล่งพลังงานที่ต่างกันทั้ง 3 แหล่งคือ ข้าวโพดบด ปลายข้าว และกากปาล์ม มีความแตกต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีกากปาล์มเป็นแหล่งพลังงานมีค่าปริมาณการกินอาหารที่สูงที่สุด รองลงมาคืออาหารที่มี ข้าวโพดบด และปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.70, 20.61 และ 20.58 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ($P<0.01$) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อตัว/วัน ของนกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งพลังงานต่างกันทั้ง 3 แหล่งดังกล่าวก็พบว่าอิทธิพลของแหล่งพลังงานทำให้ค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อ ตัว/วัน แตกต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีกากปาล์มเป็นแหล่งพลังงาน มีต้นทุนเฉลี่ยค่าอาหารต่อตัว/วัน ที่สูงที่สุด รองลงมาคือ อาหารที่มีปลายข้าว และข้าวโพดบดเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.23, 0.20 และ 0.20 บาท/ตัว/วัน ตามลำดับ และอิทธิพลของแหล่งพลังงานทั้ง 3 ก็มีผลทำให้ การให้ผลผลิตไข่ของนกกระทาแตกต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงาน ให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณการให้ผลผลิตที่สูงที่สุด รองลงมาคือ อาหารที่มีข้าวโพด และกากปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64, 0.58 และ 0.44 ฟอง/ตัว/วัน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาถึง ต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ย/ไข่ 1 ฟองของนกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งพลังงานต่างกันทั้ง 3 แหล่ง พบว่า อิทธิพลของแหล่งพลังงานทำให้ค่าเฉลี่ยของต้นทุนค่าอาหารต่อไข่หนึ่งฟองของนกกระทาแตกต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีกากปาล์มเป็นแหล่งพลังงาน มีค่าเฉลี่ยของต้นทุนค่าอาหารที่สูงที่สุด รองลงมาคือ อาหารที่มีข้าวโพดบด และปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.55, 0.35 และ 0.32 บาทต่อฟอง ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของระดับพลังงานในอาหารที่มีต่อการกิน การให้ผลผลิต และต้นทุนการผลิตค่าอาหารที่ชัดเจนประการหนึ่งคือ นกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากปาล์มเป็นแหล่งพลังงานมีปริมาณการกินอาหารและมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่า ขณะที่ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ากากปาล์มเป็นวัตถุดิบที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่าแหล่งพลังงานอื่น จึงมีผลทำให้สัตว์กินอาหารได้มากกว่า เนื่องจากพลังงานในอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดปริมาณการกินได้ของอาหารสัตว์ปีก (Forbes, 1986; NRC, 1987) ซึ่งจากการแนะนำ

ของ (Shim and Lee, 1984) ที่ว่านกกระทาในระยะไข่ที่เลี้ยงในเขตร้อนควรมีพลังงาน (ME) ในอาหารจำนวน 2,550 Kcal/kg เป็นอย่างต่ำ แต่จากการทดลองนี้พบว่าสูตรอาหารที่ใช้กากปาล์มเป็นแหล่งพลังงานมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าตามที่ Lee (1982) ได้ระบุไว้เล็กน้อย ดังนั้นเมื่อสูตรอาหารที่ใช้กากปาล์มมีระดับพลังงานต่ำสัตว์จึงกินได้มาก เนื่องจากนกกระทาจะมีการปรับตัวในการกินอาหารตามพลังงานที่มีในอาหาร (Wilson *et al.*, 1977) คือสัตว์จะกินอาหารจนกว่าพลังงานจะพอเพียงจึงจะหยุดกิน และเมื่อกินอาหารมากขึ้นจึงทำให้ต้นทุนการผลิตไข่ 1 ฟองและค่าอื่นๆ สูงกว่าสูตรอื่นๆ ด้วย

3. อิทธิพลของแหล่งแคลเซียมต่อปริมาณการกินอาหาร การให้ผลผลิต และต้นทุนการผลิตค่าอาหารต่อผลผลิตที่ได้ (ตารางที่ 1)

ค่าเฉลี่ยของปริมาณการกินอาหารของนกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งแคลเซียมต่างกัน 3 แหล่ง คือ ไดแคลเซียมฟอสเฟต, กระดุกป่น และเปลือกหอยป่น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งนกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีเปลือกหอยป่นเป็นแหล่งแคลเซียมมีค่าเฉลี่ยของปริมาณการกินอาหารสูงสุด รองลงมาคือนกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้ไดแคลเซียมฟอสเฟต และกระดุกป่นเป็นแหล่งเฉลี่ยต่อตัวต่อวันของนกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งแคลเซียมต่างกันทั้ง 3 แหล่ง ดังกล่าว ก็พบว่าอิทธิพลของแหล่งแคลเซียมทำให้ค่าอาหารเฉลี่ยต่อตัวต่อวันของนกกระทาแตกต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีไดแคลเซียมฟอสเฟตเป็นแหล่งแคลเซียม มีค่าเฉลี่ยค่าอาหารต่อตัวต่อวันสูงที่สุด รองลงมาคืออาหารที่ใช้เปลือกหอยป่นและกระดุกป่นเป็นแหล่งแคลเซียม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.22, 0.21 และ 0.20 บาท/ตัว/วัน ตามลำดับ และอิทธิพลของแหล่งแคลเซียมทั้ง 3 ก็ไม่มีผลทำให้ปริมาณการให้ผลผลิตไข่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.59, 0.54 และ 0.53 ฟอง/ตัว/วันตามลำดับ และเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 ฟองของนกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งแคลเซียมต่างกันทั้ง 3 แหล่ง ดังกล่าว ก็พบว่าอิทธิพลของแหล่งแคลเซียมไม่ได้ทำให้ต้นทุนค่าอาหารแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 0.44, 0.41 และ 0.37 บาท/ฟอง ตามลำดับ

4. อิทธิพลของแหล่งโปรตีนต่อน้ำหนักของไข่ทั้งฟอง สีของไข่แดง ความหนาของเปลือกไข่ น้ำหนักของเปลือกไข่อบแห้ง ความสูงของไข่แดง และความสูงของไข่ขาว (ตารางที่ 2)

นกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้แหล่งโปรตีนที่ต่างกันมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไข่ทั้งฟองแตกต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไข่ทั้งฟองสูงากกว่านกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 10.04 และ 9.49 กรัม/ฟอง ตามลำดับ ($P<0.01$) และเมื่อพิจารณาถึงสีของไข่แดงของนกที่ได้รับอาหารที่ใช้แหล่งโปรตีนต่างกัน 2 แหล่งดังกล่าว ก็พบว่าอิทธิพลของแหล่งโปรตีนมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยสีของไข่แดงมีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนมีค่าการดูดของสีที่สูงกว่านกกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของเกรดของสีไข่แดงเท่ากับ 5.00 และ 4.51 ตามลำดับ ($P<0.01$) และอิทธิพลของแหล่งโปรตีนที่ต่างกันทั้ง 2 นี้ก็มิได้ผลทำให้ความหนาเปลือกไข่แตกต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน มีค่าเฉลี่ยของความหนาของเปลือกไข่สูงกว่า ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 และ 0.69 มิลลิเมตร ตามลำดับ และแหล่งโปรตีนที่ต่างกันก็มีผลให้น้ำหนักของเปลือกไข่อบแห้งแตกต่างกัน ($P<0.01$) กล่าวคือนกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของเปลือกไข่อบแห้งสูงกว่า ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 และ 0.76 กรัม ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาถึง ความสูงของไข่แดง ปรากฏว่าแหล่งโปรตีนทั้ง 2 แหล่งนั้นไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนมีค่าเฉลี่ยของความสูงของไข่แดงสูงกว่า ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

Table 1: Influences of sources of protein, energy and calcium in feed on feed intake, feed efficiencies and egg production of quails.

Factor	Parameters			
	Feed intake (g/h/d)	Feed cost/head	Feed cost/ egg	No. of eggs (egg/d)
Protein source (A)				
FM	22.81	0.22 ^A	0.43	0.5667
SBM	22.46	0.20 ^B	0.39	0.5459
SEM	0.17	0.00	0.17	0.0161
Energy source (B)				
GC	20.61 ^B	0.20 ^B	0.35 ^B	0.59 ^B
BR	20.58 ^B	0.20 ^B	0.32 ^B	0.65 ^A
PKM	26.70 ^A	0.23 ^A	0.55 ^A	0.45 ^C
SEM	0.20	0.00	0.21	0.02
Calcium source (C)				
DCP	22.64	0.22 ^A	0.44	0.53
BM	22.56	0.21 ^A	0.37	0.59
SM	22.69	0.20 ^B	0.41	0.54
SEM	0.20	0.00	0.21	0.02
First and second order interaction				
A*B	0.0098	0.0275	0.0019	0.0016
A*C	0.1012	0.4329	0.5504	0.2497
B*C	0.8362	0.8437	0.1843	0.1126
A*B*C	0.4441	0.5154	0.4164	0.7613

^{A, B} Means in the same column of the same parameters not having the same superscript differ significantly (P<0.01).

FM = Fish meal, SBM = Soy bean meal, GC = Ground corn, BR = Broken rice, PKM = Palm kernel meal, DCP = Dicalcium phosphate, BM= Bone meal, SM = Shell meal; SEM = Standard error of mean

104.12 และ 103.93 haught unit ตามลำดับ แต่แหล่งของโปรตีนทั้ง 2 มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความสูงของไข่ขาวแตกต่างกัน (P<0.05) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน มีค่าเฉลี่ยของความสูงของไข่ขาวที่สูงกว่า ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.20 และ 69.64 haught unit ตามลำดับ

Table 2: Influences of sources of protein energy and calcium in feed on egg quality of quail

Factor	Parameters					
	Egg weight (g)	Yolk color (grade)	Egg shell thickness(mm)	Egg shell weight (g)	Height of yolk (haugh unit)	Height of white layer(haugh unit)
Protein source (A)						
FM	9.49 ^D	4.51 ^D	0.69 ^D	0.76 ^D	103.93	69.64 ^B
SBM	10.04 ^C	5.01 ^C	0.71 ^C	0.80 ^C	104.13	72.21 ^A
SEM	0.13	0.10	0.01	0.00	0.43	0.89
Energy source (B)						
GC	9.24 ^D	6.68 ^C	0.71	0.76 ^B	104.78	73.06 ^A
BR	10.01 ^C	4.15 ^D	0.70	0.80 ^A	104.26	68.85 ^B
PKM	10.05 ^C	3.45 ^E	0.70	0.80 ^A	103.05	70.85 ^{AB}
SEM	0.16	0.12	0.01	0.01	0.52	1.10
Calcium source (C)						
DCP	10.02	4.55	0.70	0.77	104.33	71.23
BM	9.58	4.95	0.70	0.79	104.07	72.01
SM	9.70	4.78	0.70	0.80	103.69	69.52
SEM	0.16	0.12	0.01	0.01	0.52	1.10
First and second order interaction						
A*B	0.5050	0.0040	0.4431	0.0063	0.5788	0.1615
A*C	0.9624	0.0002	0.3822	0.1500	0.7038	0.4396
B*C	0.0778	0.0006	0.0630	0.0509	0.0914	0.2367
A*B*C	0.8025	0.0015	0.0956	0.3391	0.5254	0.2082

A, B and C, D, E Means in the same column of the same parameters not having at least a common superscript differ significantly ($P<0.05$) and highly significantly ($P<0.01$), respectively.

FM = Fish meal, SBM = Soy bean meal, GC = Ground corn, BR = Broken rice, PKM = Palm kernel meal, DCP = Dicalcium phosphate, BM= Bone meal, SM = Shell meal, SEM = Standard error of mean

5. อิทธิพลของแหล่งพลังงานต่อน้ำหนักของไข่ทั้งฟอง สีของไข่แดง ความหนาของเปลือกไข่ น้ำหนักของเปลือกไข่อบแห้ง ความสูงของไข่แดง และความของไข่ขาว (ตารางที่ 2)

ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไข่ทั้งฟองของนกกระทาญี่ปุ่นที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งพลังงานต่างกัน 3 แหล่งคือข้าวโพดบด, ปลายข้าว และกากปาล์มมีความแตกต่างกัน ($P<0.01$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีกากปาล์มเป็นแหล่งพลังงานให้ผลผลิตที่เป็นมีน้ำหนักไข่เฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือนกกระทาที่ได้รับ ปลายข้าว และข้าวโพดบดเป็นแหล่งพลังงาน

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.04, 10.01 และ 9.24 กรัม ตามลำดับ ($P<0.01$) และเมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของสีของไข่แดงของนกที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งพลังงานต่างกันทั้ง 3 แหล่งดังกล่าวก็พบว่าอิทธิพลของแหล่งพลังงานทำให้ค่าเฉลี่ยของสีของไข่แดงแตกต่างกัน ($P<0.01$) ซึ่งนกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดบดเป็นแหล่งพลังงานมีค่าเฉลี่ยของสีของไข่แดงสูงที่สุด รองลงมาคือนกกระทาที่ได้รับปลายข้าว และกากปาล์มเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.68, 4.15 และ 3.54 ตามลำดับ($P<0.01$) แต่อิทธิพลของแหล่งพลังงานทั้ง 3 ไม่มีผลทำให้ความหนาของเปลือกไข่ของนกกระทาญี่ปุ่นแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71, 0.70 และ 0.70 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของเปลือกไข่อบแห้งของนกกระทาญี่ปุ่นซึ่งได้รับอาหารที่มีแหล่งพลังงานต่างกันทั้ง 3 แหล่ง ก็พบว่าอิทธิพลของแหล่งพลังงานมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของเปลือกไข่อบแห้งแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยที่ นกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีกากปาล์มและปลายข้าว เป็นแหล่งพลังงานมีค่าความหนาของเปลือกไข่มากที่สุด รองลงมาคือข้าวโพดบด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80, 0.80 และ 0.76 มิลลิเมตร ตามลำดับ($P<0.05$) และอิทธิพลของแหล่งพลังงานดังกล่าวยังมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความสูงของไข่แดงแตกต่างกัน ($P<0.05$) กล่าวคือนกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดบดเป็นแหล่งพลังงานมีค่าความสูงของไข่แดงมากที่สุด รองลงมาคือนกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีปลายข้าว และกากปาล์ม เป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 104.78, 104.26 และ 103.05 haugh unit ตามลำดับ และแหล่งพลังงานที่ต่างกันก็มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของความสูงของไข่ขาวแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยที่นกกระทาที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดบดเป็นแหล่งพลังงานมีค่าเฉลี่ยของความสูงของไข่ขาวมากที่สุด รองลงมาคือกากปาล์ม และปลายข้าว ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.06, 70.85 และ 68.85 haugh unit ตามลำดับ

6. อิทธิพลของแหล่งแคลเซียมต่อน้ำหนักของไข่ทั้งฟอง สีของไข่แดง ความหนาของเปลือกไข่ น้ำหนักของเปลือกไข่อบแห้ง ความสูงของไข่แดง และความสูงของไข่ขาว (ตารางที่ 2)

ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไข่ทั้งฟองของนกกระทาญี่ปุ่นที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งแคลเซียมต่างกัน 3 แหล่งคือไคแคลเซียมฟอสเฟต, กระดุกป่น และเปลือกหอยป่นไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.02, 9.58 และ 9.70 กรัม ตามลำดับ และแหล่งแคลเซียมทั้ง 3 ก็ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของเกรตสีไข่แดง ซึ่งค่าเฉลี่ยของเกรตสีของไข่แดงของนกแต่ละกลุ่มเป็น 4.55 4.95 และ 4.78 ตามลำดับ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของความหนาของเปลือกไข่ของนกกระทาญี่ปุ่นที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งแคลเซียมต่างกันทั้ง 3 แหล่งดังกล่าวก็พบว่าความหนาของเปลือกไข่ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งนกกระทาที่ได้รับอาหารที่ต่างกันทั้ง 3 กลุ่มมีค่าความหนาของเปลือกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 0.70, 0.70 และ 0.70 มิลลิเมตรตามลำดับ และแหล่งของแคลเซียมที่ต่างกันก็ไม่มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของเปลือกไข่อบแห้งแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยน้ำหนักของเปลือกไข่อบแห้งของนกกระทาทั้ง 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80, 0.79 และ 0.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้อิทธิพลของแหล่งแคลเซียมทั้ง 3 แหล่งดังกล่าวก็ไม่ได้ทำให้ค่าเฉลี่ยของความสูงของไข่แดงแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 104.33, 104.07 และ 103.69 haugh unit ตามลำดับ และแหล่งแคลเซียมก็ไม่มีผลให้ค่าเฉลี่ยของความสูงของไข่ขาวของนกกระทาญี่ปุ่นแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.23, 72.01 และ 69.52 haugh unit ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองในเรื่องนี้ แสดงให้เห็นว่าแหล่งแคลเซียมทั้ง 3 แหล่งไม่ได้มีอิทธิพลต่อคุณภาพไข่ด้านใดๆเลย ซึ่งในกรณีของเปลือกหอยที่ปกติมีเฉพาะแคลเซียม แต่อาจเป็นเพราะว่าสัตว์ได้ฟอสฟอรัสจากวัตถุดิบอื่นพอเพียง จึงให้ผลผลิตที่มีคุณภาพไม่ต่างกัน

สรุป

วัตถุดิบอาหารที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารของนกกระทาเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตไข่ของนกกระทามากที่สุด การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันประกอบในสูตรอาหารโดยไม่ได้เสริมพลังงานจากแหล่งอื่นเป็นผลให้อาหารผสมมีระดับพลังงานที่ต่ำกว่าอาหารผสมที่ใช้พลังงานจากแหล่งอื่นนกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารนี้จึงกินอาหารมากขึ้นจนไปมีผลกระทบต่อต้นทุนค่าอาหารและปริมาณการกินได้ของโภชนาอื่น ๆ และมีผลต่อเนื่องไปถึงปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตที่ได้ด้วย ดังนั้นแม้ว่าในภาคใต้จะมีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นจำนวนมาก แต่การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นแหล่งพลังงานในอาหารนกกระทาจำเป็นต้องปรับระดับพลังงานให้พอเพียง และอาจจะต้องพิจารณาถึงการใช้แหล่งสารสี เพื่อปรับปรุงคุณภาพของไข่นกกระทาด้วย ขณะที่อิทธิพลของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีน และแคลเซียมที่ได้จากการทดลองนี้อาจจะมีความชัดเจนเท่ากับวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานเช่นกากปาล์มน้ำมัน ซึ่งอาจจะเป็นเพราะอิทธิพลของระดับพลังงานในอาหารเป็นปัจจัยสำคัญและมีความชัดเจนมาก จนสามารถปิดบังไม่ให้มองเห็นอิทธิพลของปัจจัยอื่นได้ชัดเจนนัก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณแผนกอาหารสัตว์ และแผนกสัตว์ปีก สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ที่อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์อาหารสัตว์ และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพไข่ นอกจากนี้ใคร่ขอขอบคุณนางสาวจรรุณี อิ่มเอิบผู้ช่วยนักวิจัยที่เป็นผู้เตรียมเอกสารต้นฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้เชิญให้เข้าร่วมนำเสนอผลงานในการประชุมทางวิชาการ สัตวศาสตร์ภาคใต้ ครั้งที่ 3 ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Forbes. J. M. 1986. The Voluntary Food Intake of Farm Animal. Butterworth & Co. (publisher.) Ltd. , 206 pp.
- NRC. 1987. Predicting feed intake of food-producing Animals. National research council, National Academy Press. Washington, D.C., 85 pp.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of poultry (9th ed.) National Academy Press. Washington, D. C., 155 pp.
- SAS. 1988. User's Guide: Statistics. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina
- Shim, K.F. and T.K. Lee. 1984. Effect of dietary lysine on egg production of laying Japanese quail. Singapore J. Pri. Ind., 12: 88-97
- Wilson H. R., C. R. Douglas and W.G. Nesbeth. 1977. Feed consumption and protein efficiency by Bobwhite quail in response to dietary energy levels. Poult Sci. 56(4):1127-9.