วารสารเกษตร 4,2 108-121(2531)

Journal of Agriculture 4,2:108-121(1988)

การหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบด และถั่วมะแฮะบด โดยวิธีการแทนที่ส่วนของอาหารเปรียบเทียบและการใช้เป็นอาหารเดี่ยวในสัตว์ปีก

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ เทอดชัย เวียรศิลป์

และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล

METABOLIZABLE ENERGY VALUE OF GROUND PADDY AND GROUND PIGEON PEA DETERMINED BY REGRESSION AND SINGLE FEEDING METHODS IN POULTRY DIETS.

Suchon Tangtaweewipat, Therdchai Vearasilp and Boonlom Cheva-Isarakul

ABSTRACT: Metabolizable energy value of paddy rice using 4 laying hens and of pigeon pea using 4 adult cockerel broilers were determined by replacement of test meterial in basal diet at 0, 15, 30 and 45 %. This technique was compared to the single feeding method using regression analysis trial, 5 day preliminary period was followed by 4 day collection period during which the amount of feed intake and excreta were collected quantitatively once a day at 11.00 A.M. and determined for DM and gross energy. The results indicated a stepwise reduction in metabolizable energy of the diets as proportion of ground paddy or ground pigeon pea increased. Metabolizable energy value of paddy rice calculated by regression was 8.779 comparing to 10.593 KJ/g as determined by single feeding method while the estimated value for pigeon pea was 7.805 comparing to 5.725 KJ/g, obtained from the single feeding method. Since negative and possitive associative effect have been found in ground paddy and pigeon pea respectively, it is suggested that regression method is suitable for ME determination of both feedstuffs than single feeding method. An alternative method for the regression should be the substitution of test material at 40 % of basal diet.

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50002

Department of Animal Husbandry, Faculty of Anriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

บทคัดย่อ : การศึกษาเพื่อให้ทราบค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบดและถั่วมะแฮะบด โดยการแทนที่ส่วนของอาหารเปรียบเทียบที่ระดับ 0, 15, 30 และ 45% ด้วยแผนการทดลองแบบ 4×4 Latin square เลี้ยงไก่จำนวน 4 ตัว (การทดลองข้าวเปลือกใช้ไก่ไข่ ส่วนถั่วมะแฮะใช้ไก่เนื้อ) ไก่แต่ละตัวได้รับอาหารสูตรละ 9 วัน ใน 5 วันแรกของการทดลองเป็นระยะปรับตัวให้เคยชินกับอาหารทดลอง และขับถ่ายอาหารที่เคยได้รับสูตรอื่นให้ออกจากร่างกายหมดสมบูรณ์ วันที่ 6–9 เป็นระยะเวลาเก็บข้อมูลของการทดลอง โดยบันทึกปริมาณอาหารที่กินและมูลที่ถ่ายออกมาทุกวัน เก็บรวบรวมแล้วนำไปอบให้แห้ง วิเคราะห์ค่าพลังงานต่อไป จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากวิธีดังกล่าวกับวิธี ให้ข้าวเปลือกบด หรือถั่วมะแฮะบดเพียงชนิดเดียวแก่ไก่ชุดเดิมต่อไปอีก 9 วัน ทำการเก็บข้อมูลเช่นเดียวกับวิธีแรก ผลปรากฏว่าพลังงานใช้ประโยชน์ของสูตรอาหารมีค่าลดลงตามระดับการเพิ่มวัตถุดิบดังกล่าวในอาหารเปรียบเทียบ ซึ่งข้าวเปลือกบด และถั่วมะแฮะบดมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์เท่ากับ 8.779 กับ 10.593 และ 7.805 กับ 5.725 กิโลจูล/กรัม จากวิธีการแทนที่ส่วนของอาหารเปรียบเทียบและวิธีการให้วัตถุดิบทดสอบเพียงชนิดเดียวแก่ไก่ทดลอง ตามลำดับ และเนื่องจากในการทดลองนี้พบค่า Associative effect ของข้าวเปลือกบดเป็นลบและถั่วมะแฮะเป็นบวก จึงสรุปว่าวิธี Regression method เหมาะสมในการใช้หาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบทั้งสองมากกว่าวิธีให้กินข้าวเปลือก หรือถั่วมะแฮะแต่เพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ดีการใช้วัตถุดิบดังกล่าวแทนที่สูตรอาหารที่ระดับ 40% ก็นับว่าใช้ได้เพราะได้ค่าใกล้เคียงกับวิธีแรกมาก

คำนำ

การหาค่าพลังงานของวัตถุดิบแต่ละชนิด เป็นข้อมูลพื้นฐานอย่างหนึ่งสำหรับการประกอบสูตรอาหารให้มีความเหมาะสมต่อความต้องการหรือการให้ผลิตผลของสัตว์ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy;ME) เป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณสูตรอาหารของสัตว์ปีกอย่างแพร่หลาย โดย Farrell (1978) กล่าวว่าการหาค่าหลังงานใช้ประโยชน์อาจทำได้ 2 วิธี คือ การให้วัตถุดิบชนิดที่ต้องการทดสอบแก่ไก่เพศผู้โตเต็มที่กินเพียงชนิดเดียว (Single ingredient feeding) กับการให้วัตถุดิบดังกล่าวแทนที่ส่วนของอาหารเปรียบเทียบที่รู้คุณค่าโภชนะแล้ว (Replacement for a reference diet) ซึ่งการทดสอบด้วยสองวิธีนี้ McIntosh et al. (1962) ได้ทำการศึกษากับเมล็ดธัญญพืช พบว่าไม่มีความแตกต่างมากนัก แต่ Pryor and Conner (1966) พบว่าการใช้วัตถุดิบทดสอบชนิดเดียวแก่สัตว์ ให้ผลเป็นที่น่าพอใจเฉพาะวัตถุดิบประเภทเมล็ดบางชนิดเท่านั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า การให้วัตถุดิบแต่เพียงชนิดเดียว มีความเหมาะสมกับวัตถุดิบบางชนิด แต่ไม่เหมาะกับวัตถุดิบทั่วๆ ไป เพราะวัตถุดิบบางชนิดอาจมีลักษณะไม่น่ากินหรือมี

คุณค่าโภชนะไม่สมดุลย์ ทำให้เกิดการสลายตัวของเนื้อเยื่อมาใช้เป็นพลังงานเป็นเหตุให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ลดลง (Sibbald, 1979) ส่วนการหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ โดยการใช้แทนที่อาหารเปรียบเทียบ ให้ผลเป็นที่พอใจกับวัตถุดิบทุกชนิดและทุกการทดลอง ซึ่งวิธีนี้ทำได้โดยเพิ่มระดับของวัตถุดิบที่ต้องการทดสอบขึ้นตามลำดับ (Sibbald et al. 1960) จนถึงระดับปกติที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหาร จากนั้นประมาณค่าพลังงานใช้ประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงด้วยสมการคาดคะเน (Regression analysis , Miller, 1974) ค่าที่ได้จากวิธีนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนจากการหาค่าพลังงานของวัตถุดิบนั้นโดยตรง หรือการใช้วัตถุดิบทดสอบแทนที่สูตรอาหารในสัดส่วนต่ำ ๆ (Campbell et al. 1983) แต่ก็เป็นค่าที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด เพราะวัตถุดิบแต่ละตัวที่ประกอบกันเป็นสูตรอาหารมีการเสริมสร้างคุณค่าทางโภชนะร่วมกัน (Feed ingredient interaction) ซึ่งไปมีผลทำให้ค่าพลังงานของวัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือลดลง เรียกกันว่าเกิด Associative effect (Armsby, 1917)

อย่างไรก็ตาม ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ยังผันแปรไปตามวิธีการให้อาหารแก่สัตว์โดย Potter et al.(1960) ให้อาหารแบบจำกัด พบว่าค่าพลังงานสูงขึ้นตามระดับการจำกัดอาหาร คือยิ่งจำกัดอาหารยิ่งได้ค่าพลังงานสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Sibbald (1975) ที่ทดลองให้ข้าวสาลีล้วนๆ พบว่าพลังงานรวมของมูลสูงขึ้นเป็นเส้นตรงตามปริมาณการกินอาหาร ซึ่งแสดงว่าพลังงานใช้ประโยชน์ของอาหารต่อหน่วยเพิ่มขึ้น เมื่อให้ไก่กินอาหารน้อยลงหรือจำกัดอาหารมากขึ้น ส่วนการให้วัตถุดิบทดสอบที่มีเยื่อใยสูง เช่น Anderson et al.(1959) ให้เซลลูโลส (Cellulose) แทนที่กลูโคสระดับต่างๆ ในอาหารไก่เพศผู้ระยะเติบโต ปรากฏว่าค่าพลังงานใช้ประโยชน์ลดลงตามระดับการเพิ่มของเซลลูโลส หรือกรณีอัลฟ่าเซลลูโลส ($\mathcal{L}$ – Cellulose) ในการทดลองของ Potter et al.(1960) ก็มีค่าลดลงเช่นกัน

ปัจจุบันนี้นักอาหารสัตว์ไทย มีการศึกษาหาค่าพลังงานของวัตถุดิบกันบ้าง แต่ไม่แพร่หลายนัก ส่วนใหญ่นำค่าพลังงานมาจากตารางมาตรฐานที่รวบรวมโดยหน่วยงานที่เชื่อถือได้ ซึ่งมีวิธีการหาที่แตกต่างกัน หากมีการนำวัตถุดิบชนิดใหม่เข้ามาใช้ในอาหารสัตว์ จึงจะมีการศึกษาเฉพาะชนิดเกิดขึ้น ข้าวเปลือกบด (Ground paddy) และถั่วมะแฮะบด (Ground pigeon pea) ก็มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์บกเพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะข้าวเปลือกมีราคาถูกมากในช่วงเก็บเกี่ยว จึงเหมาะกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและ/หรือผู้เลี้ยงสัตว์ ที่จะนำเอาวัตถุดิบชนิดนี้เป็นส่วนประกอบในอาหารไก่ สำหรับถั่วมะแฮะก็ได้มีการส่งเสริมการวิจัยหาสายพันธุ์ที่ให้

ผลผลิตสูงขึ้น เพื่อนำเมล็ดมาเป็นแหล่งของโปรตีนในอาหารไก่ทดแทนการใช้กากถั่วเหลือง ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากวัตถุดิบทั้งสองชนิดนี้ยังไม่มีการหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์สำหรับอาหารสัตว์ปีกแต่อย่างใด จึงเห็นควรทำการศึกษาเพื่อ

1. หาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกและถั่วมะแฮะ ที่อาจมีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารสัตว์ปีกอย่างแพร่หลายในอนาคต

2. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ โดยการแทนที่วัตถุดิบลงในสูตรอาหารที่ระดับต่างๆ กัน (Regression method) กับวิธีให้ไก่กินวัตถุดิบนั้นแต่เพียงอย่างเดียว (Single feeding method)

3. เพื่อประเมินค่า Associative effect อันอาจจะมีขึ้นเนื่องจากการใช้วัตถุดิบเหล่านี้ผสมในสูตรอาหารร่วมกับวัตถุดิบชนิดอื่น

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ถั่วมะแฮะที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นพันธุ์ฮันท์ (Hunt variety) จากประเทศออสเตรเลีย ส่วนข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีจำหน่ายทั่วไป นำถั่วมะแฮะและข้าวเปลือกมาบดโดยผ่านตะแกรงขนาด 3 มม. สำหรับใช้เป็นอาหารทดลอง และวิเคราะห์ส่วนประกอบโภชนะต่างๆ แบบ Proximate analysis (A.O.A.C., 1970) ก่อนที่จะนำไปหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 : การหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบด

ใช้ไก่ไข่พันธุ์ซุปเปอร์ฮาร์โก้ (Super Hargo) อายุประมาณ 1 ปี จำนวน 4 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 4×4 ลาตินสแควร์ (Latin Square Design) โดยใช้ข้าวเปลือกบดแทนที่อาหารสูตรเปรียบเทียบ 4 ระดับคือ 0, 15, 30 และ 45% ตามลำดับ ดังแผนการทดลองในตารางที่ 1 ไก่ไข่ทดลองแต่ละตัว ถูกเลี้ยงในกรงขนาด 35×43×50 ซม. มีที่ให้น้ำและอาหารอยู่ด้านหน้าของแต่ละกรง ใต้กรงทุกกรงมีถาดรองรับมูลที่ถ่ายออกมา แบ่งระยะเวลาทดลองออกเป็น 4 ช่วง ช่วงละ 9 วัน โดยใน 5 วันแรกเป็นระยะปรับตัวของไก่ให้เคยชินกับอาหารทดลอง และขับถ่ายอาหารที่เคยได้รับสูตรอื่นให้ออกจากร่างกายหมดสมบูรณ์ ในระหว่างวันที่ 6–9 เป็นระยะเวลาเก็บข้อมูลของการทดลอง โดยบันทึกปริมาณอาหารที่กิน และมูลที่ถ่ายออกมาทุกวันที่เวลา 11.00 น. มูลไก่ที่รวบรวมได้ในแต่ละวัน นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60° ซ. เป็นเวลา 65 ชม. บันทึกน้ำหนักแห้งและรวบรวมไว้วิเคราะห์หาพลังงานต่อไป โดยใช้เครื่อง

Ballistic bomb calorimeter และมีสูตรอาหารเปรียบเทียบ (Control) แสดงไว้ในตารางที่ 2

หลังจากที่ไก่ไข่ทุกตัวได้รับอาหารทดลองครบทั้ง 4 สูตรแล้ว ได้ขยายเวลาการทดลองออกไปอีก 9 วัน โดยให้อาหารเฉพาะข้าวเปลือกบดแต่เพียงชนิดเดียว และดำเนินการทดลองเหมือนในช่วงแรกทุกประการ

การทดลองที่ 2 : การหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของถั่วมะแฮะบด

ใช้ไก่เนื้อพันธุ์ เอ. เอ 707 (A.A.707) อายุ 7 สัปดาห์ น้ำหนักเฉลี่ย 1.75 กก. เป็นสัตว์ทดลอง มีแผนและวิธีการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ทุกประการ ยกเว้นอาหารทดลองที่ใช้เป็นถั่วมะแฮะแทนที่ข้าวเปลือกบด โดยมีสูตรอาหารทดลอง 4 สูตรและสูตรอาหารเปรียบเทียบ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

Table 1. Composition of four experimental diets.

Materials	Expermental diets			
	1	2	3	4
Basal or control diet (%)	100	85	70	55
Test material[1] (%)	0	15	30	45

[1]Ground paddy in 1st experiment and ground pigeon pea in 2nd experiment.

การคำนวณค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) : คำนวณจากค่าพลังงานใช้ประโยชน์ที่ปรากฏ (Apparent Metabolizable Energy : AME) ตามสูตร

$$ME = \frac{(I \times GEi) - (E \times GEe)}{I}$$

เมื่อ I = ปริมาณอาหารที่กิน (Feed intake)

E = ปริมาณมูลไก่ (Excreta)

GEi = พลังงานรวมของอาหาร (Gross energy of feed)

GEe = พลังงานรวมของมูล (Gross energy of excreta)

Table 2. Composition of basal diets in ground paddy and ground pigeon pea experiments.

Ingredients (kg)	Experiments	
	ground paddy	ground pigeon pea
Yellow corn (8.9% CP.)	64.16	68.50
Rice bran (12.0% CP.)	10.00	10.00
Soybean meal (44.0% CP.)	9.58	12.00
Fish meal (57.0% CP.)	9.71	8.00
Dicalcium phosphate	–	1.00
Oyster shell	5.80	–
Salt	0.50	0.25
Premix (MB-Mix)[1]	0.25	0.25
Total	100.00	100.00
Calculated chemical composition (% D.M. basis)		
Crude Protein	16.66	17.07
ME (kJ/g)	12.28	12.92
Crude Fiber	3.99	4.28
Calcium	3.00	0.90
Avi. phosphorus	0.50	0.62
Methionine	0.49	0.34
Lysine	0.88	0.88

[1] May & Baker products.

จากนั้นนำค่าเฉลี่ย ME ที่ได้จากสัตว์ทุกตัวในแต่ละการทดลองไปเข้าสมการคาดคะเนเส้นตรง (Linear regression analysis) เพื่อคาดคะเนค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบดและถั่วมะแฮะบด เปรียบเทียบกับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ที่ได้จากการให้สัตว์ทดลองกินข้าวเปลือกบดหรือถั่วมะแฮะบดแต่เพียงชนิดเดียว และเพื่อคำนวณค่าของ Associative effect ต่อไป โดยดูว่าค่าที่คำนวณได้จากวิธีแรกเบี่ยงเบนไปจากวิธีที่สองอย่างไร ถ้าวิธีแรกมีค่าสูงขึ้น ถือว่า Associative effect เป็นบวก ถ้ามีค่าลดลง ถือว่าเป็นลบ

อนึ่ง แม้ว่าจุดประสงค์ข้อที่ 2 ในการทดลองครั้งนี้จะต้องเปรียบเทียบค่าพลังงานใช้ประโยชน์จากการศึกษาโดยวิธีทั้ง 2 ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่เนื่องจากในการคำนวณสามารถที่จะหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบที่ใช้แทนที่สูตรอาหารแต่ละระดับได้ด้วย จึงคำนวณหาค่าดังกล่าวเป็นผลพลอยได้ โดยใช้สมการ :–

$$\text{ME } \textbf{วัตถุดิบ} = \frac{\text{ME อาหารผสมที่ระดับทดสอบ} - (\%\ \text{อาหารฐานที่ระดับทดสอบ} \times \text{ME อาหารฐาน})}{\%\ \textbf{วัตถุดิบทดสอบที่ระดับนั้น ๆ}}$$

ผลการทดลอง

ส่วนประกอบทางโภชนะต่าง ๆ ของข้าวเปลือกบดและถั่วมะแฮะบดแสดงไว้ในตารางที่ 3

Table 3. Nutrient composition of ground paddy and ground pigeon pea (% D.M. basis).

Item	Ground paddy	Ground pigeon pea
Dry matter	87.44	88.94
Crude protein	8.71	21.32
Ether extract	2.11	1.69
Crude fiber	13.12	7.39
Nitrogen free extract	69.94	65.69
Ash	6.12	3.91
Gross energy (kJ/g)	15.23	16.96

จากค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบด ในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มสัดส่วนของข้าวเปลือกบดแทนที่ส่วนของอาหารเปรียบเทียบสูงขึ้น ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของสูตรอาหารนั้นจะลดลง และเมื่อนำค่าเหล่านี้ไปเข้าสมการคาดคะเนเส้นตรง (Linear regression analysis) เพื่อทำนายค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบด พบว่าค่าที่ได้จากสมการดังกล่าวมีค่าน้อยกว่า ค่าพลังงาน ใช้ประโยชน์ ที่ได้ จากการ ให้ไก่ ทดลองกิน แต่ ข้าวเปลือกบด อย่าง เดียว (8.779 เปรียบเทียบกับ 10.593 กิโลจูล/กรัมตามลำดับ) ซึ่งสมการคาดคะเนเส้นตรงของค่าพลังงานใช้ประโยชน์ในข้าวเปลือกที่คำนวณได้คือ

$$Y = 12.079 - 0.033\ X$$

$$(r = -0.95 \text{ at } 14 \text{ d.f.})$$

เมื่อ Y = ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบด (กิโลจูล/กรัม, kJ/g)

X = ระดับการใช้ข้าวเปลือกบด (%)

พลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบด ที่ใช้แทนที่ส่วนอาหาร เปรียบเทียบแต่ละระดับ (15, 30 และ 45%) จะมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการคาดคะเนด้วยสมการเส้นตรงคือเฉลี่ย 8.498 ± 0.440 เปรียบเทียบกับ 8.779 กิโลจูล/กรัมตามลำดับ และน้อยกว่าค่าที่ได้จากการใช้ข้าวเปลือกล้วน ๆ เลี้ยงไก่

ถั่วมะแฮะบด: ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของสูตรอาหารผสมถั่วมะแฮะมีค่าลดลง (ตารางที่ 4) เมื่อสัดส่วนของถั่วมะแฮะในสูตรอาหารสูงขึ้น อย่างไรก็ดีพบว่าพลังงานใช้ประโยชน์ของถั่วมะแฮะที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ด้วยสมการคาดคะเนเส้นตรง มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการให้ไก่ทดลองกินแต่ถั่วมะแฮะอย่างเดียว (7.805 และ 5.725 กิโลจูล/กรัม ตามลำดับ) สมการคาดคะเนเส้นตรงของค่าพลังงานใช้ประโยชน์ในถั่วมะแฮะที่คำนวณได้คือ

$$Y = 13.205 - 0.054\ X$$

$$(r = -0.95 \text{ at } 14 \text{ d.f.})$$

เมื่อ Y = ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของถั่วมะแฮะบด
(กิโลจูล/กรัม kJ/g)

X = ระดับการใช้ถั่วมะแฮะ (%)

Table 4. ME values of ground paddy or ground pigeon pea at different levels of replacemeat in basal diet and the estimated values obtained by linear regression analysis in poultry diets.

Level of ground paddy or pigeon pea in diets (%)	Ground paddy		Ground pigeon pea	
	ME of diet	ME of ground paddy at single level[3]	ME of diet	ME of pigeon pea at single level[3]
	kJ/g			
0	12.126	–	13.081	–
15	11.506	7.993	12.461	8.948
30	11.129	8.803	11.796	8.798
45	10.583	8.697	10.579	7.521
$\bar{X}$	–	8.498±0.440	–	8.422±0.784
100	8.779[1]	–	7.805[1]	–
100	10.593[2]	–	5.725[2]	–

[1] Value from regression method

[2] Value from single feeding method

[3] ME of ingredient = $\frac{\text{ME of diet} - (\%\ \text{basal diet} \times \text{ME of basal diet})}{\%\ \text{test ingredient in diet}}$

สำหรับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของถั่วมะแฮะบดที่คำนวณได้จากการแทนที่ส่วนอาหารเปรียบเทียบแต่ละระดับ (15, 30 และ 45%) จะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าที่ได้จากการคาดคะเนด้วยสมการเส้นตรงเล็กน้อย (8.422±0.784 เปรียบเทียบกับ 7.805 กิโลจูล/กรัม ตามลำดับ) แต่ก็ยังใกล้เคียงกันมากกว่าค่าที่ได้จากการใช้ถั่วมะแฮะล้วน ๆ เลี้ยงไก่

เมื่อพิจารณาค่าที่ได้จากการใช้วัตถุดิบ (ข้าวเปลือก หรือ ถั่วมะแฮะ) ผสมในสูตรอาหารเลี้ยงไก่ เปรียบเทียบกับการใช้วัตถุดิบชนิดนั้น ๆ แต่เพียงชนิดเดียว พบว่าค่าที่ได้โดยวิธีแรกมีแนวโน้มต่ำกว่าวิธีหลัง (ในกรณีของข้าวเปลือก) และสูงกว่า (ในกรณีของถั่วมะแฮะ) แสดงว่าเกิด Associative effect ขึ้น โดยมีค่าเป็น – 20.7% และ + 26.6% ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของข้าวเปลือกบดและถั่วมะแฮะบดโดยการแทนที่ส่วนของอาหารเปรียบเทียบระดับ 0, 15, 30 และ 45% นั้น ผลปรากฏว่าค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของสูตรอาหารลดลง ตามระดับการเพิ่มของวัตถุดิบ ซึ่งการลดลงในกรณีของข้าวเปลือกบด อาจมีสาเหตุเนื่องมาจาก

1. ข้าวเปลือกบดมีค่า ME ต่ำกว่าสูตรอาหารควบคุม (ตาราง 4 ที่ระดับข้าวเปลือก 0%)

2. ข้าวเปลือกบดมีเยื่อใยสูง 13.12% เมื่อนำไปแทนที่อาหารเปรียบเทียบที่มีเยื่อใยต่ำเพียง 3.99% ทำให้อาหารทดลองมีเยื่อใยสูงตามไปด้วย จำนวนเยื่อใยที่เพิ่มขึ้นนั้นนอกจากจะไม่ถูกย่อยในร่างกายแล้วยังไปขัดขวางการย่อยได้ของโภชนะอื่นในสูตรอาหารด้วย จึงทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ลดน้อยลง ดังเช่นในกรณีของการเพิ่มเซลลูโลส (Cellulose) ในอาหารไก่ระยะเติบโต (Anderson et al. 1959) หรือการเพิ่มระดับของอัลฟ่าเซลลูโลส (α – Cellulose) ในอาหารลูกไก่ (Potter et al. 1960) เป็นต้น

อย่างไรก็ดีพบว่าเมื่อใช้ข้าวเปลือกบดเป็นอาหารเดี่ยวเลี้ยงไก่ กลับมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์สูงกว่าเมื่อใช้แทนที่ในสูตรอาหาร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวเปลือกมีซิลิก้าเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยจำนวนหนึ่ง ซึ่งจะไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหาร เมื่อจำนวนข้าวเปลือกเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้จำนวนซิลิก้าเพิ่มตามไปด้วย เปลือกข้าวและซิลิก้าเหล่านี้เมื่อเข้าไปอยู่ในกระเพาะบด (Gizzard) ของไก่ในจำนวนที่มากพอ อาจมีส่วนช่วยทำให้ประสิทธิภาพของการบดอาหารในบริเวณนั้นดีขึ้น เป็นผลให้เมื่อใช้ข้าวเปลือกบดแต่เพียงชนิดเดียวเป็นอาหารไก่ แล้วมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ลดลงไม่มากนัก เพราะส่วนที่ลดลงเนื่องจากระดับเยื่อใยที่เพิ่มขึ้น ได้รับการชดเชยจากประสิทธิภาพการย่อยที่ดีขึ้นอันเนื่องมาจากซิลิก้าในกระเพาะบด

สำหรับในกรณีของถั่วมะแฮะบด แม้ว่าถั่วมะแฮะจะมีโปรตีนค่อนข้างสูง (21.3%) และเยื่อใยน้อย (7.39%) แต่เนื่องจากมันมีสารยับยั้งการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ อันได้แก่สารยับยั้งทริพซิน (Trypsin inhibitor ; Visitpanich et al. 1985) และสารยับยั้งไคโมทริพซิน (Chymotrypsin inhibitor ; Jambunathan and Singh, 1980) จึงทำให้การใช้ประโยชน์ของโปรตีนจากถั่วมะแฮะลดลง ซึ่งอาจมีผลทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของถั่วมะแฮะลดน้อยลงตามระดับการใช้ถั่วมะแฮะแทนที่ในอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะที่ระดับ 45% และผลนี้จะยิ่งเห็นชัดขึ้นเมื่อให้ถั่วมะแฮะแต่เพียงอย่างเดียว (100%) เลี้ยงไก่ ด้วยเหตุนี้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของถั่วมะแฮะที่ได้จากการแทนที่ในสูตรอาหารเปรียบเทียบหลายระดับ (Regression method) จึงใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยที่ได้จากการแทนที่ที่ระดับใดระดับหนึ่ง และสูงกว่าการใช้เป็นอาหารเดี่ยวมาก มีผลให้ค่า Associative effect เป็นบวก

ความแตกต่างของค่าพลังงาน ใช้ประโยชน์ที่ ปรากฏจากวิธีการ ให้อาหารไก่สองวิธีนี้ทำให้พิจารณาได้ว่า ในกรณีของข้าวเปลือกบด ถ้านำค่าที่ได้จากวิธีการให้สัตว์ทดลองได้รับแต่อาหารทดสอบเพียงชนิดเดียว (Single feeding method) มาคำนวณสูตรอาหารเลี้ยงไก่ จะมีผลทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ที่ไก่ได้รับต่ำกว่าความเป็นจริง ทั้งนี้เพราะข้าวเปลือกมีค่า Associative effect เป็นลบนั่นเอง ดังนั้นการใช้ค่าดังกล่าวไปคำนวณสูตรอาหาร จึงอาจมีผลกระทบทำให้ประสิทธิภาพการให้ผลผลิต ตลอดจนอัตราการเปลี่ยนอาหารเลวลงได้ ในทางตรงกันข้ามจากกรณีของ Associative effect ของถั่วมะแฮะที่มีค่าเป็นบวก เมื่อนำค่าพลังงานใช้ประโยชน์ที่ได้จากวิธีการใช้ถั่วมะแฮะอย่างเดียวเลี้ยงไก่ ไปใช้ในการคำนวณสูตรอาหารสำหรับไก่แล้ว จะทำให้สัตว์ได้รับพลังงานมากเกินความต้องการที่แท้จริง หรือไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการเลี้ยงดู ซึ่งอาจทำให้เกิดผลเสียได้ เช่น กรณีที่ต้องการจำกัดพลังงานในอาหารไก่พ่อแม่พันธุ์หรือปู่ย่าพันธุ์และไก่สาวก่อนไข่ เพื่อไม่ให้ไก่ได้รับพลังงานมากเกินไป หรืออาจทำให้สัดส่วนของพลังงานกับโปรตีน (CP–ratio) ของอาหารนั้นไม่เหมาะสมกับสัตว์ที่เลี้ยง เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้จึงอาจกล่าวได้ว่า ในกรณีของวัตถุดิบที่ทำการศึกษาครั้งนี้ การหาพลังงานใช้ประโยชน์โดยวิธีการให้สัตว์กินวัตถุดิบนั้นแต่เพียงอย่างเดียว นับว่าไม่เหมาะสม เพราะค่าที่ได้จะคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปมาก สมควรหาโดยวิธีการแทนที่สูตรอาหารระดับต่าง ๆ แล้วนำค่าที่ได้มาเข้าสมการคาดคะเนเส้นตรง (Linear regression) จะได้ค่าที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในการคำนวณสูตรอาหารจริงมากกว่า หรือถ้าไม่สะดวกที่จะใช้วิธีการดังกล่าว (ซึ่งต้อง

ใช้วิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ใช้เวลานานกว่าและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากกว่า) อาจใช้วิธีแทนที่สูตรอาหารฐานที่ระดับใดระดับหนึ่ง เช่น ที่ระดับ 40% จะทำให้ได้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จาก Regression method มาก ดังแสดงในตารางที่ 4

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้ข้าวเปลือกบด หรือถั่วมะแฮะบด แทนที่ส่วนของ อาหารเปรียบ เทียบเป็นสัดส่วนสูงขึ้นไปจนถึงระดับสูงสุด 45% แล้วนำมาเข้าสมการ Regression จะได้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์เท่ากับ 8.779 และ 7.805 กิโลจูล/กรัม ตามลำดับ

2. การใช้ข้าวเปลือกบดหรือถั่วมะแฮะบดเป็นอาหารเลี้ยงไก่ทดลองแต่เพียงอย่างเดียว (Single feeding method) ทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์เท่ากับ 10.593 และ 5.725 กิโลจูล/กรัม ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าสูงและต่ำกว่าความเป็นจริงเมื่อนำวัตถุดิบดังกล่าวไปผสมในอาหาร จึงนับว่าการหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบดังกล่าวโดยวิธีการนี้ไม่สู้จะเหมาะสมนัก

3. ถ้าไม่สะดวกที่จะหาพลังงานใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบโดยวิธี Regression method อาจใช้วัตถุดิบแทนที่อาหารฐานที่ระดับประมาณ 40% เพียงระดับเดียวจะทำให้ได้ค่าใกล้เคียงกับวิธี Regression method มาก

4. ผลจากการใช้ข้าวเปลือกบดหรือถั่วมะแฮะบด ร่วมกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ในสูตรอาหาร ก่อให้เกิด Associative effect ที่เป็นลบและบวก ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ Dr. R. Elliott, Dr. E. S. Batterham, ดร. บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และ ผศ. ธีระ วิสิทธ์พานิช ในการให้คำแนะนำต่อการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิจัยการเกษตรระหว่างประเทศของออสเตรเลีย (ACIAR) ในการให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Anderson, D.L., Hill, F.W. and Renner, R. (1959). Studies of the metabolizable and productive energy of glucose for the growing chick. J. Nutrition 65: 561–574.

Armsby, H.P. (1917). The nutrition of farm animals. In P.J. Van Soest. (1982). Nutrition ecology of the ruminant, Oregon : O & B Books. Inc.

Campbell, G.L. , Campbell, L.D. and Blair, R. (1983). Calculation of metabolizable energy for ingredients incorporated at low levels into a reference diet. Poultry Sci. 62 : 705-707.

Farrell, D J. (1978). Rapid determination of metabolizable energy of feeds using cockerels. Br. Poultry Sci. 19 : 303-308.

Jambunathan, R. and Singh, U. (1980). Grain quality of pigeon pea. In Proceeding internation workshop on pigeon peas. ICRISAT, Patancheru, India. Vol. 1, pp 351-356.

McIntosh, J.I., Slinger, S.J. Sibbald, I.R. and Ashton, G.C. (1962). Factors affecting the metabolizable energy and grit feeding on the availability of the energy of wheat, corn, oats and barley. 8. A study on the effect of dietary balance. Poultry Sci. 41 : 445-456.

Miller, W.S. (1974). In Energy requirements of poultry, p. 91. Eds. T.R. Morris and B.M. Freeman. Edinburgh : British Poultry Science.

Potter, L.M., Matterson, L.D. Arnold, A.W., Pudelkiewicz, W.J. and Singsen, E.P. (1960). Studies in evaluating energy content of feeds for the chick. I. The evaluation of the metabolizable energy and productive energy of alpha cellulose. Poultry Sci. 39 : 1166-1178.

Pryor, W.J. and Conner, J.K. (1966). In Recent advances in animal nutrition-1979 (Studies in the agricultural and food sciences) pp 38-39. Eds. W. Haresign and D. Lewis. London : Butterworths.

Sibbald, I.R., Summers, J.D. and Slinger, S.J. (1960). Factors affecting the metabolizable energy centent of poultry feeds. Poultry Sci. 39 : 544-556.

Sibbald, I.R. (1975). The effect of level of feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. Poultry Sci. 54 : 1990-1997.

Sibbald, I.R. (1979). Metabolizable energy evaluation of poultry diets. In W. Haresign and D. Lewis. Recent advances in animal nutrition. (1979). (Studies in the agricultural and food sciences) London. Butterworths.

Vistipanich, T., Batterham, E.S. and Norton, B.W. (1985). Nutritional value of chickpea *(Cicer arietinum)* and pigeon pea *(Cajanus cajan)* meals for growing pigs and rats. I. Energy content and protein quality. Aust. J. Agric. Res. 36 : 327-335.