

การประเมินคุณค่าทางโภชนา และ การย่อยได้ปรากฏของโภชนาของปลายข้าวเจ้า ปลายข้าวเหนียว และรำละเอียดในไก่เนื้อ

Evaluation of Nutrient Composition and Apparent Nutrient Digestibility of Broken Rice, Glutinous Broken Rice and Rice Bran in Broilers

วาสนา สมประสงค์,^{1*} ณัฐนันท์ แสนทวีสุข,² ทรงศักดิ์ จำปาอะตี³

Wassana Somprasong,^{1*} Nattanan Saenthaweek,² Songsak Chumpawadee³

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนา และ การย่อยได้ปรากฏของโภชนาของปลายข้าวเจ้า ปลายข้าวเหนียว และรำละเอียดในไก่เนื้อ ใช้ไก่เนื้อ อายุ 21 วัน จำนวน 192 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม 8 ซ้ำๆ ละ 6 ตัว ไก่เนื้อได้รับอาหารทดลอง ดังนี้ อาหารควบคุม 100 เปอร์เซ็นต์ และอาหารควบคุมผสมปลายข้าวเจ้า ปลายข้าวเหนียว และรำละเอียด (60:40 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าคุณค่าทางโภชนาต่างๆ ได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานรวมของปลายข้าวเจ้า เท่ากับ 92.53, 6.01, 0.42, 0.47, 0.02, 0.06 เปอร์เซ็นต์ และ 3,715.70 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปลายข้าวเหนียว เท่ากับ 93.41, 5.98, 0.21, 0.33, 0.02, 0.03 เปอร์เซ็นต์ ละ 3,713.60 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และรำละเอียดมีคุณค่าทางโภชนา เท่ากับ 92.35, 11.40, 6.84, 6.09, 0.03, 1.45 เปอร์เซ็นต์ และ 4,135.17 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าปลายข้าวเจ้า มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ และ การย่อยได้ปรากฏของโภชนาต่างๆ ได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน และแคลเซียม สูงกว่าทุกกลุ่มทดลอง ($p < 0.05$) ส่วนการย่อยได้ของไขมันและฟอสฟอรัส ของปลายข้าวเจ้าและปลายข้าวเหนียวมีค่าสูงกว่ารำละเอียด ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: คุณค่าทางโภชนา การย่อยได้ปรากฏของโภชนา ปลายข้าวเจ้า ปลายข้าวเหนียว รำละเอียด ไก่เนื้อ

Abstract

The present study was conducted to investigate the evaluation nutrients composition and apparent nutrient digestibility of broken rice, glutinous broken rice and rice bran in broilers. A total of 192 twenty-one day old chicks were randomly assigned to 4 treatments with 8 replications (6 birds per replication). The four treatments were: control diet 100% and control diet mix test ingredient (60:40%). The result showed that nutrients composition, such as dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), ash, calcium, total phosphorus and gross energy (GE) of the broken rice were 92.53, 6.01, 0.42, 0.47, 0.02, 0.06% and 3,715.70 kcal/kg. Glutinous broken rice were 93.41, 5.98, 0.21, 0.33, 0.02, 0.03% and 3,713.60 kcal/kg. Rice bran were 92.35, 11.40, 6.84, 6.09, 0.03, 1.45% and 4,135.17 kcal/kg. respectively, In additional, the AME_n and apparent digestibility of nutrients, such as dry matter, crude protein and calcium in the broken rice is higher than the control group ($p < 0.005$), apparent digest fat and phosphorus in the broken rice and glutinous broken rice is higher than the rice bran ($p < 0.005$).

Keywords: nutrient composition, apparent nutrient digestibility, broken rice, glutinous broken rice, rice bran, broiler

^{1*} นิสิตปริญญาโท, ²อาจารย์, ³รองศาสตราจารย์, คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อําเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150.

^{1*} Master degree student, ²Lecturer, ³Assoc. Prof., Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand.

* Corresponding author; Wassana Somprasong, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand, Wassanasomprasong1@gmail.com



บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกของประเทศไทย มีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อ มีสัดส่วนการเลี้ยงที่สูงขึ้นถึง 55 เปอร์เซ็นต์ จากการผลิตไก่เนื้อทั้งหมดภายในประเทศ ในปี 2554¹ ความต้องการทางด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์จึงเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะวัตถุดิบอาหารแหล่งพลังงาน ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้เพื่อให้หรือเพิ่มพลังงานในอาหารสัตว์เป็นหลัก พลังงานที่สัตว์ได้รับจากวัตถุดิบกลุ่มนี้ จะอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ขอย่างง่าย (Nitrogen Free Extract; NFE) เช่น แป้งและน้ำตาล² ซึ่งในสูตรอาหารมักจะมีวัตถุดิบกลุ่มนี้ในสัดส่วนที่มากที่สุด โดยเฉพาะข้าว และผลพลอยได้จากข้าว เช่น ปลายข้าว และรำข้าว เป็นต้น นอกจากนี้การประกอบสูตรอาหารสัตว์ก็มีความสำคัญมากเช่นกัน ซึ่งสถาบันการศึกษาและเกษตรกรรายย่อยจะมีการประกอบสูตรอาหารสัตว์ขึ้นใช้เอง โดยใช้ข้อมูลจากรวมรวมและเรียบเรียง จากตำรา งานทดลอง งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ข้อมูลเหล่านั้นมีแหล่งที่มาของวัตถุดิบ พันธุ์สัตว์ และข้อกำหนดที่แตกต่างกัน อาจทำให้การนำข้อมูลมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารมีคุณค่าทางโภชนาไม่เพียงพอหรือเกินความต้องการของสัตว์ได้ โดยการทราบถึงคุณค่าทางโภชนาของสารอาหารที่มีอยู่ในวัตถุดิบและการย่อยได้ของวัตถุดิบแต่ละชนิดนั้น จะช่วยให้การประกอบสูตรอาหารทำได้ใกล้เคียงกับความต้องการของสัตว์มากขึ้น³ รวมทั้งสามารถเลือกชนิด และปริมาณของวัตถุดิบได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ยังสามารถทำให้วัตถุดิบนั้นใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การศึกษาเกี่ยวกับการย่อยได้ปรากฏของวัตถุดิบในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นการศึกษารังนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาและศึกษาการย่อยได้ปรากฏของปลายข้าวเจ้า ปลายข้าวเหนียว และรำละเอียดในไก่เนื้อ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ไก่เนื้อ เพศผู้ สายพันธุ์รอส 308 (Ross 308) อายุ 21 วัน จำนวน 192 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งไก่ออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 8 ซ้ำๆ ละ 6 ตัว โดยไก่แต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารที่มีความแตกต่างกัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นอาหารควบคุม 100 เปอร์เซ็นต์ (CP 19 เปอร์เซ็นต์; ME 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) (Table 1) กลุ่มที่ 2-4 เป็นอาหารควบคุมผสมกับวัตถุดิบ ได้แก่ ปลายข้าวเจ้า ปลายข้าวเหนียว และรำละเอียด ในอัตราส่วน 60:40 เปอร์เซ็นต์ โดยให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) และทำการเลี้ยงไก่บนกรง metabolic cage ขนาด 24x24x20 นิ้ว ในโรงเรือนระบบปิดระเหยด้วยไอน้ำ (evaporative cooling system) เมื่อไก่เนื้ออายุครบ 21 วัน เริ่มทำการทดลองศึกษาการย่อยได้ปรากฏของโภชนาต่างๆ โดยในการศึกษาจะใช้วิธี Difference or substitution method ซึ่งเป็นการวัดความแตกต่างของการย่อยได้ระหว่างสูตรอาหารปกติ (basal diet) และสูตรอาหารปกติที่มีการผสมด้วยวัตถุดิบที่ต้องการศึกษา (test diet)⁴ จากนั้นนำตัวอย่างวัตถุดิบ อาหาร และมูลมาวิเคราะห์หาพลังงานรวม (Gross Energy; GE) โดยใช้วิธี bomb calorimeter พร้อมทั้งวิเคราะห์องค์ประกอบของโภชนาต่างๆ ได้แก่ วัตถุดิบแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส โดยวิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis)⁵ และนำตัวอย่างอาหารและมูลไปวิเคราะห์หาปริมาณ Acid Insoluble Ash (AIA)⁶ ซึ่งการเก็บมูลไก่นั้นจะเก็บด้วยวิธีการ Indigestible marker method โดยวิธีการนี้ไก่เนื้อจะได้รับอาหารที่ผสม Celite™ (Acid Insoluble Ash; AIA) 1.5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นสารบ่งชี้ (indigestible marker) ในการหาปริมาณของโภชนาที่ถูกย่อยและ ดูดซึมได้

**Table 1** Ingredients and nutrient composition of basal diet in broiler (21-28 day)

Ingredients	(%)
Corn	62.531
Soybean meal-Hi protein	28.600
Limestone	1.300
Mono calcium phosphate	1.500
Rice bran oil	4.900
Salt	0.300
DL-methionine	0.264
L-lysine	0.124
L-threonine	0.002
Choline Chloride 60%	0.313
Antioxidants	0.013
Vitamin pre-mix	0.050
Mineral pre-mix	0.100
Celite	1.500
Total	101.500
Calculated nutrient composition (%)	
ME (kcal/kg)	3,203.740
Crude protein	19.000
Ether extract	7.400
Calcium	0.830
Total phosphorus	0.670
Essential amino acid	
Lysine	1.090
Methionine	0.540
Threonine	0.740
Tryptophan	0.210



โดยข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี จะถูกนำไปคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

1) ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ (Apparent Metabolizable Energy for nitrogen; AME_n)⁷ ดังสมการ

$$AME_n = GE_{\text{diet}} - \left(\frac{GE_{\text{excreta}} \times AIA_{\text{diet}}}{AIA_{\text{excreta}}} \right) - N \times 8.22$$

เมื่อ

AME_n (kcal/kg) = ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏที่ปรับไนโตรเจน

GE_{diet} (kcal/kg) = ค่าพลังงานรวมของอาหาร

GE_{excreta} (kcal/kg) = ค่าพลังงานรวมของมูล

AIA_{diet} (g) = ค่าเก้าที่ไม่ละลายในกรดของอาหาร

AIA_{excreta} (g) = ค่าเก้าที่ไม่ละลายในกรดของมูล

N = ค่าสมมูลไนโตรเจน

8.22 = ค่าคงที่

2) การย่อยได้ปรากฏของโภชนะ (Apparent Nutrient Digestibility; AND%) ดังสมการ

$$AND (\%) = \left(\frac{N_{\text{retain}_{\text{diet}}}}{N_{\text{diet}}} \right) \times 100$$

เมื่อ

$$N_{\text{retain}_{\text{diet}}} = N_{\text{diet}} - \left(\frac{AIA_{\text{diet}}}{AIA_{\text{excreta}}} \times N_{\text{excreta}} \right)$$

N_{diet} (g) = โภชนะในอาหาร

N_{excreta} (g) = โภชนะในมูล

AIA_{diet} (g) = เก้าที่ไม่ละลายในกรดของอาหาร

AIA_{excreta} (g) = เก้าที่ไม่ละลายในกรดของมูล

3) การย่อยได้ปรากฏของโภชนะของวัตถุดิบที่ทดสอบ (Apparent Nutrient Digestibility of Test ingredient; %) ดังสมการ

$$AND \text{ of Test ingredient} (\%) = \left(\frac{A - (B \times 0.6)}{0.4} \right)$$

เมื่อ

A = ค่าการย่อยได้ของโภชนะในกลุ่มอาหารควบคุมผสมวัตถุดิบทดสอบ 60:40 เปอร์เซ็นต์

B = ค่าการย่อยได้ของโภชนะในกลุ่มอาหารควบคุม 100 เปอร์เซ็นต์

0.6 = ค่าอัตราส่วนของอาหารควบคุม 60 เปอร์เซ็นต์

0.4 = ค่าอัตราส่วนของวัตถุดิบทดสอบ 40 เปอร์เซ็นต์

หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ผล ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance; ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SAS⁸

ผลและวิจารณ์ผล

การประเมินคุณค่าทางโภชนะของปลายข้าวเจ้า ปลายข้าวเหนียว และรำละเอียด

จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ ได้แก่ วัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน เก้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส โดยวิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis)⁴ และวิเคราะห์ค่าพลังงานรวมของปลายข้าวเจ้า ปลายข้าวเหนียว และรำละเอียด (Table 2) พบว่าปลายข้าวเจ้า มีคุณค่าทางโภชนะที่ได้จากการวิเคราะห์ เท่ากับ 92.53, 6.01, 0.42, 0.47, 0.02, 0.06 เปอร์เซ็นต์ และ 3,715.70 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปลายข้าวเหนียว เท่ากับ 93.41, 5.98, 0.21, 0.33, 0.02, 0.03 เปอร์เซ็นต์ และ 3,713.60 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และรำละเอียด มีคุณค่าทางโภชนะต่างๆ เท่ากับ 92.35, 11.40, 6.84, 6.09, 0.03, 1.45 เปอร์เซ็นต์ และ 4,135.17 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบแต่ละชนิด พบว่า ปลายข้าวเจ้าและปลายข้าวเหนียวจะมีคุณค่าทางโภชนะต่างๆ ใกล้เคียงกัน ซึ่งผลการทดลองนี้มีเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้งและแคลเซียมใกล้เคียงกับการทดลองของ Junqueira⁹ ที่ได้ทำการทดลองหาคุณค่าทางโภชนะของปลายข้าวในไก่เนื้อ พบว่ามีวัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน แคลเซียม และฟอสฟอรัส เท่ากับ 93.52, 9.11, 0.73, 0.03 และ 0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังใกล้เคียงกับการรายงานของ NRC¹⁰ ที่รายงานว่าปลายข้าวมีคุณค่าทางโภชนะ ได้แก่ วัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน และแคลเซียม เท่ากับ 89.00, 8.70, 0.70 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ แต่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันของปลายข้าวทั้ง 2 ชนิด และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันของรำละเอียดต่ำกว่า NRC¹⁰ เพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวัตถุดิบที่นำมาทดสอบมีความผันแปรเกี่ยวกับปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม เช่น สภาพดิน อากาศ ความสมบูรณ์ของดิน รวมไปถึงความอ่อนแอของระยะการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างไปจากการทดลองอื่นๆ³

**Table 2** Nutrient composition of broken rice, glutinous broken rice and rice bran

Test ingredient	Gross energy (kcal/kg)	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	Ash (%)	Calcium (%)	Total Phosphorus (%)
Broken rice	3,715.70±18.10	92.53±0.24	6.01±0.12	0.42±0.01	0.47±0.00	0.02±0.00	0.06±0.00
Glutinous broken rice	3,713.60±20.20	93.41±0.04	5.98±0.14	0.21±0.02	0.33±0.00	0.02±0.00	0.03±0.01
Rice bran	4,135.17±0.25	92.35±0.13	11.40±0.13	6.84±0.21	6.09±0.02	0.03±0.00	1.45±0.03

± SD = Standard Deviation

การย่อยได้ปรากฏของโภชนะของปลายข้าวเจ้า ปลายข้าวเหนียว และรำละเอียดในไก่เนื้อ

จากผลการวิเคราะห์การย่อยได้ปรากฏของโภชนะต่าง ๆ โดยวิธี Difference or substitution method⁴ พบว่าปลายข้าวเจ้ามีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏไม่แตกต่างจากปลายข้าวเหนียว แต่สูงกว่ารำละเอียด ($p < 0.05$) (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Junqueira⁹ และ Donkoh and Attoh-Kotoku¹¹ ที่รายงานว่าในปลายข้าวมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏสูงกว่ารำละเอียด (3,239 และ 2,103 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และการย่อยได้ปรากฏของวัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน แคลเซียม และฟอสฟอรัส พบว่าปลายข้าวเจ้ามีการย่อยได้ปรากฏของวัตถุดิบ โปรตีน และแคลเซียมสูงกว่าปลายข้าวเหนียว ($p < 0.05$) (Table 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าปลายข้าวเจ้ามีส่วนประกอบของแป้งอะไมโลส (amylose) ประมาณร้อยละ 15-30 ส่วนปลายข้าวเหนียวประกอบด้วยแป้งอะไมโลเพกติน (amylopectin) เป็นส่วนใหญ่และมีแป้งอะไมโลสเพียงเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 5-7 เท่านั้น ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ปลายข้าวเจ้ามีความเหนียวและโครงสร้างโมเลกุลที่ซับซ้อนน้อยกว่าปลายข้าวเหนียว ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ปลายข้าวเจ้าใช้เวลาในการย่อยของโภชนะในทางเดินอาหารน้อยกว่าปลายข้าวเหนียว¹² นอกจากนี้ยังพบว่าปลายข้าวเจ้าและปลายข้าวเหนียวมีการย่อยได้ปรากฏของโภชนะต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน แคลเซียม และฟอสฟอรัสสูงกว่ารำละเอียด ($p < 0.05$) (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Williams¹³ ที่รายงานไว้ว่ารำละเอียดมีการย่อยได้ของโปรตีนต่ำกว่าปลายข้าว เนื่องจากในรำละเอียดมีองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง (Non Starch Polysaccharide; NSP) ประมาณ 14.5 เปอร์เซ็นต์ โดย NSP เป็นคาร์โบไฮเดรตที่สัตว์กระเพาะเดี่ยว (non-ruminant) ไม่สามารถย่อยได้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ NSP ไม่ละลายน้ำ (insoluble NSPs) คือส่วนของเซลลูโลส (cellulose) ซึ่ง NSP ในกลุ่มนี้จะหุ้มเคลือบสารอาหารเอาไว้ จึงทำให้เอนไซม์ที่ช่วยในการย่อยไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยาได้ เรียกว่าการเกิด

ปฏิกิริยา "cage effect" ส่งผลทำให้สัตว์ย่อยอาหารได้ไม่เต็มที่ และสองคือกลุ่ม NSP ที่ละลายน้ำ (soluble NSPs) ในส่วนนี้เป็นเฮมิเซลลูโลส (hemicelluloses) และเพคติน (pectin) ซึ่ง NSP กลุ่มนี้สามารถละลายน้ำได้ ทำให้อาหารยึดเกาะกันแน่นและเหนียว โดยอาหารที่ถูกย่อยแล้วจะเคลื่อนที่ได้ช้าลง และยังทำให้เอนไซม์จากทางเดินอาหารไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับอาหารได้ จึงส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการย่อยได้ (digestion) และการดูดซึม (absorption) ของโปรตีนลดลง นอกจากนี้ Stein¹⁴ ยังรายงานว่าในรำละเอียดจะมีปริมาณไฟเตท (phytate) สูงกว่าปลายข้าว (5.82 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งไฟเตทมีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน โดยไฟเตทจะไปจับกับโปรตีนเกิดเป็นสารประกอบ Protein-Phytate Complex ในทางเดินอาหาร ซึ่งสารประกอบดังกล่าวนี้จะมีผลทำให้เอนไซม์เปปซิน (pepsin) ไม่สามารถย่อยโปรตีนได้ จึงทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนลดลงตามไปด้วย^{15,16} และสอดคล้องกับ Selle¹⁷ และ Ravindran¹⁸ ที่รายงานว่าไฟเตทในเมล็ดธัญพืช (grain) มีผลทำให้การย่อยได้ปรากฏของกรดอะมิโนลดลง และมีผลทำให้การขับกรดอะมิโนออกทางมูลเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้การย่อยได้ปรากฏของไขมัน ปลายข้าวเจ้าและปลายข้าวเหนียวก็มีการย่อยได้ของไขมันที่สูงกว่ารำละเอียด (Table 3) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะในรำละเอียดมีเปอร์เซ็นต์ไขมันที่สูงกว่าปลายข้าว ทำให้เกิดการหืนของไขมัน (lipid rancidity) ได้ง่ายกว่า ส่งผลทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดลง มีกลิ่น และรสชาติไม่ดี สัตว์กินอาหารได้น้อยลง³ จึงทำให้ มีแนวโน้มในการกินและการย่อยได้ของปลายข้าวดีกว่ารำละเอียด ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Gallinger¹⁹ ที่ใช้รำละเอียดในสูตรอาหาร 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการย่อยได้ปรากฏของโภชนะต่ำลง และสอดคล้องกับ Mujahid²⁰ ที่ศึกษาการย่อยได้ของไขมันในรำละเอียดในระดับ 0, 10, 20, 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการย่อยได้ลดลง เท่ากับ 87.11, 78.11, 78.06, 73.51 และ 68.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การย่อยได้ปรากฏของแคลเซียมและฟอสฟอรัส พบว่า ปลายข้าวเจ้าและปลายข้าวเหนียว มีการย่อยได้สูงกว่ารำ



ละเอียด ($p < 0.05$) เช่นเดียวกันกับการย่อยได้ของโภชนะอื่นๆ (Table 3) ซึ่งปกติแล้วฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 50-80 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ในรูปที่จับกับกับไฟติน (phytin) ได้เป็นไฟเตท²¹ ซึ่งไฟเตทมีคุณสมบัติเป็นสารต้านโภชนะในการขัดขวางการใช้ประโยชน์ได้ของแร่ธาตุที่จำเป็น เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก สังกะสี แมกนีเซียม และทองแดง²² โดยใน

สัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เพราะไม่มีน้ำย่อยหรือเอนไซม์ไฟเตส (phytase) มาช่วยย่อยโภชนะต่างๆ โดยในปลายข้าวและรำละเอียดจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารไฟเตทเท่ากับ 0.08 และ 1.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ¹⁸ จึงทำให้ร่างกายสัตว์มีการดูดซึมไม่ได้และใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น

Table 3 Apparent nutrients digestibility of broken rice, glutinous broken rice and rice bran in broilers

Test ingredient	Apparent nutrients digestibility (%)					
	AME _n (kcal/kg)	Dry matter	Crude protein	Ether extract	Calcium	Total Phosphorus
Broken rice	3,299.36±117.23 ^a	98.08±0.74 ^a	71.72±2.01 ^a	84.47±2.08 ^a	86.57±3.42 ^a	72.75±2.68 ^a
Glutinous broken rice	3,222.05±121.98 ^{ab}	95.10±3.27 ^b	66.95±4.91 ^b	85.42±3.30 ^a	78.47±4.63 ^b	71.84±3.61 ^a
Rice bran	3,150.22±36.23 ^b	64.91±2.60 ^c	64.33±2.49 ^c	64.68±1.95 ^b	62.90±3.37 ^c	63.73±3.02 ^b
C.V (%)	3.10	2.85	5.00	3.22	5.07	4.50

^{a,b,c} Means in the column with the different superscripts were significantly different at $p < 0.05$,

± SD = Standard Deviation, AME_n = Apparent metabolizable energy for nitrogen

สรุปผลการทดลอง

1. ผลของการประเมินคุณค่าทางโภชนะต่างๆ ได้แก่ วัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานรวม พบว่าปลายข้าวเจ้า มีคุณค่าทางโภชนะต่างๆ เท่ากับ 92.53, 6.01, 0.42, 0.47, 0.02, 0.06 เปอร์เซ็นต์ และ 3,715.70 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปลายข้าวเหนียว เท่ากับ 93.41, 5.98, 0.21, 0.33, 0.02, 0.03 เปอร์เซ็นต์ และ 3,713.60 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และรำละเอียด มีคุณค่าทางโภชนะต่างๆ เท่ากับ 92.35, 11.40, 6.84, 6.09, 0.03, 1.45 เปอร์เซ็นต์ และ 4,135.17 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

2. ผลของการศึกษาการย่อยได้ปรากฏของโภชนะ พบว่า ปลายข้าวเจ้ามีการย่อยได้ปรากฏของวัตถุดิบ โปรตีน แคลเซียม และพลังงาน ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏสูงกว่าทุกกลุ่มทดลอง ($p < 0.05$) ส่วนการย่อยได้ปรากฏของไขมันและฟอสฟอรัส พบว่าปลายข้าวเจ้าและปลายข้าวเหนียวมีการย่อยได้ปรากฏสูงกว่ารำละเอียด ($p < 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) และคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณ บริษัท ท็อปฟีด ที่ช่วยอนุเคราะห์ผลิตอาหารที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. สรุปข้อมูลและสถิติจำนวนไก่ และเกษตรกรผู้เลี้ยงประจำปี 2554. กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. ได้จาก: <http://www.dld.go.th/ict/th/>. http://www.oae.go.th/main.php?filename=journal_all. Accessed January 22, 2015.
- ทวี แก้วคง. หลักโภชนศาสตร์และอาหารสัตว์. เอกสารการสอน. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ; 2549.
- สาโรช คำเจริญ. อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น; 2547.
- Nalle CL, Ravindran V, Ravindran G. Nutritional value of peas (*Pisum sativum* L.) for broilers: apparent metabolizable energy, apparent ileal amino acid digestibility and production performance. *Animal Production Science* 2011;51:155-150.
- AOAC. Method of Analysis: Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC; 1990.
- Vogtmann H, Fritter P, Prabuck AL. A new method of determining metabolizable energy and digestibility of fatty acids in broiler diets. *Br Poult Sci* 1975;16:534-531.



7. Leeson S, Summers JD. Nutrition of the chicken. 4th ed. Guelph, Ontario, Canada: University Books; 2001.
8. SAS. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12th ed. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc; 1998.
9. Junqueira OM, Duarte KF, Cancherini LC, Araujo LF, Oliveira MC, Garcia EA. Chemical composition, metabolizable energy and digestible amino acids values of rice by-products for broilers. *Cienc Rural* 2009;39(8) (Abstract).
10. NRC. Nutrient Requirement of Domestic Animals: Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev, ed. Washington, DC, USA: National Academy Press; 1994.
11. Donkon A, Attoh-Kotoku V. Nutritive value of feedstuffs for poultry in Ghana: chemical composition, apparent metabolizable energy and ileal amino acid digestibility. *Live Res for Rural Develop* 2009;21:11-1.
12. พูนศักดิ์ เมฆวัฒนากาญจน์, วิธนา เมฆวัฒนากาญจน์. ข้าวและประโยชน์จากเมล็ดข้าว. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. ได้จาก: <http://ubn.brrd.in.th/web/index.php/2011-06-11-06-01-19/67-2009-09-16-12-31-15>. Accessed April 24, 2015.
13. Williams PEV, Geraert PA, Uzu G, Annison G. Factors affecting non-starch polysaccharide digestibility in poultry. In: Morand-Fehr P, editors. Feed manufacturing in Southern Europe, New challenges. Zaragoza: Cinema; 1997. p. 134-125.
14. Stein HH. Phosphorus digestibility in rice co-products fed to growing pigs. [Serial online] Available from: nutrition.Ansci.Illinois.Edu/node/978. Accessed April 20, 2015.
15. Kies AK, van Hemert KHF, Sauer WC. Effects of phytase on protein and amino acid digestibility and energy utilization. *Worlds Poult Sci J* 2001;57:126-109.
16. Rojas SW, Scott ML. Factors affecting the nutritive value of cottonseed meal as a protein source in chick diets. *Poult Sci* 1969;84:835-819.
17. Sells, PH, Ravindran V, Bryden WL, Sott T. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in poultry. A review *J Poult Sci* 2006.
18. Ravindran V, Cabahug S, Ravindran G, Bryden WL. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility in feedstuffs for broilers. A review *J Poult Sci* 1999;78:706-699.
19. Gallinger CI, Suarez DM, Irazusta A. Effects of rice bran inclusion on performance and bone mineralization in broiler chicks. *J Appl Poult Res* 2004;13(2):190-183.
20. Majahid A, Asif M, ul Haq I, Abdullah M, Gilani AH. Nutrient digestibility of Broiler feeds containing different levels of variously processed rice bran stored for different Periods. *Poult Sci* 2003;82:1443-1438.
21. Phytase novo in animal feeds: Novo Nordisk animal trial report b1046a-gb; 1997.
22. Dilger RN, Onyango EM, Sands JS, Adeola O. Evaluation of microboal phytase in broiler diets. *Poult Sci* 2004;83:970-962.