คุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน และการใช้ในอาหารไก่กระทง

Nutritive Value of Palm Kernel Cake and Its Utilization in Broiler Rations

ประพจน์ มลิวัลย์

Prapot Maliwan

เลขหมู่ QK898.A3 ป๊ก 2543 ฉ.2
Order Key 28856
Bib Key 177697
1 1 ก.ค. 2543

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Animal Science
Prince of Songkla University
2543

ชื่อวิทยานิพนธ์ คุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน
และการใช้ในอาหารไก่กระทง

ผู้เขียน นายประพจน์ มลิวัลย์

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เสาวนิต คูประเสริฐ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุธา วัฒนสิทธิ์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เสาวนิต คูประเสริฐ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุธา วัฒนสิทธิ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรวิทย์ วณิชาภิชาติ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ โสภโณดร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. นพรัตน์ บำรุงรักษ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ คุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน และการใช้ในอาหารไก่กระทง

ผู้เขียน นายประพจน์ มลิวัลย์

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

ปีการศึกษา 2542

หอสมุดกลาง คุณหญิงหลง อรรถเกษมสุนทร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ได้รับจาก
วันที่ 13 มิ.ย. 2543
หมายเลข

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน และการใช้ในอาหารไก่กระทง ประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 : การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น โดยประเมินจากวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมี พลังงานรวม และกรดแอมิโน และโดยการประเมินกับตัวสัตว์โดยตรง ใช้ไก่เพศผู้ พันธุ์ไฮเซคบราวน์ อายุ 1 ปี จำนวน 10 ตัว ซึ่งมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.96 $\pm$ 0.06 กก. มีสุขภาพดี โดยในระยะการทดลองเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อ หาค่า metabolic fecal energy และ endogenous urinary energy โดยการอดอาหารไก่ ระยะที่ 2 เป็นการทดลองให้ไก่กินวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยวิธีการป้อน

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ส่วนประกอบทางเคมีของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น มีโปรตีนรวม 15.59, 8.09, 52.06 และ 59.71 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ พลังงานรวม 5,046, 4,776, 5,191 และ 4,462 กิโลแคลอรี่/กก. ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด 10.51, 6.25, 41.16 และ 46.18 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ และมีปริมาณกรดแอมิโนไลซีน 0.42, 0.23, 2.43 และ 3.38; เมไธโอนีน 0.22, 0.17, 0.37 และ 1.23 และทรีโอนีน 0.51, 0.29, 1.77 และ 2.41 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ จากผลการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง พบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น มีค่าเท่ากับ 46.29, 91.25, 57.34 และ 52.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME) เท่ากับ 1,832, 3,852, 3,167 และ 3,016; พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ เมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (AME_n) เท่ากับ 1,983, 4,000, 3,167 และ 2,900;

พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TME) เท่ากับ 2,496, 4,329, 3,648 และ 3,482; พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง เมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (TME_n) เท่ากับ 2,267, 4,204, 3,372 และ 3,100 กิโลแคลอรี/กก. ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ เท่ากับ 61.39, 74.97, 91.41 และ 91.96 เปอร์เซ็นต์ของ วัตถุแห้ง ตามลำดับ และค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง เท่ากับ 73.82, 92.02, 93.97 และ 93.93 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 : ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในสูตรอาหารไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ ใช้ไก่กระทงพันธุ์ ซีพี 707 คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 480 ตัว แบ่งออกเป็น 8 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด จัดให้ไก่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 8 สูตร คือ สูตรควบคุม (สูตรที่ไม่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมัน) ที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด (TAA) และสูตรควบคุมที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ (AAA) สูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวณ TAA และใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกัน แต่คำนวณ AAA จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร ทุกระยะการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันทุกระดับ ที่คำนวณ TAA และ AAA มีค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นกัน แต่ในระยะ 0-3, 3-6 และ 0-8 สัปดาห์ ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันทุกระดับ ที่คำนวณ TAA และ AAA มีค่าดังกล่าวมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

น้ำหนักตัวเพิ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร ตลอดระยะการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไม่มีความแตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA แต่ในระยะ 0-3 และ 3-6 สัปดาห์ ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA มีค่าดังกล่าวเพิ่มสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร ตลอดระยะการทดลอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไม่มีความแตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารสูตร

ที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA แต่ในระยะ 0-3 สัปดาห์ ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

คุณภาพซากของไก่กระทง เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของสะโพกและน่องของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร และไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมที่คำนวณ AAA มีเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องต่ำกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กาก-เนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันทุกระดับ ที่คำนวณ TAA และ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของหน้าอกและเนื้อสันนอกของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของหน้าอกของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ AAA มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่คำนวณ TAA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่เนื้อสันนอกและส่วนที่ใช้บริโภคทั้งหมดของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ AAA มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่คำนวณ TAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. ในการผลิตไก่กระทงในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ที่คำนวณ TAA มีต้นทุนค่าอาหารต่ำที่สุด และไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และ AAA มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับที่สูงขึ้น

Thesis Title	Nutritive Value of Palm Kernel Cake and Its Utilization in Broiler Rations
Author	Mr. Prapot Maliwan
Major Program	Animal Science
Academic Year	1999

Abstract

Two experiments were conducted to evaluate the nutritive value of palm kernel cake (PKC) and its utilization in broiler rations. In Experiment 1, chemical compositions, gross energy, amino acid contents and biological values of PKC, corn, soybean meal and fish meal were evaluated. Ten one-year old, healthy Hisex Brown roosters (average weight 2.96 $\pm$ 0.06 kg.) were used in biological evaluation. The trial was divided into 2 periods. In the first period, roosters were fasted and metabolic fecal energy and endogenous urinary energy were measured. In the second period, roosters were received force feeding. Crude protein, gross energy, total amino acid, lysine, methionine and threonine contents were 15.59, 8.09, 52.06 and 59.71 % of DM; 5,046, 4,776, 5,191 and 4,462 kcal/kg of DM; 10.51, 6.25, 41.16 and 46.18 % of DM; 0.42, 0.23, 2.43 and 3.38 % of DM; 0.22, 0.17, 0.37 and 1.23 % of DM and 0.51, 0.29, 1.77 and 2.41 % of DM for PKC, corn, soybean meal and fish meal, respectively. True dry matter digestibility was 46.29, 91.25, 57.34 and 52.81 % for PKC, corn, soybean meal and fish meal, respectively. Apparent metabolizable energy (AME), nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AME_n), true metabolizable energy (TME) and nitrogen corrected true metabolizable energy (TME_n) were 1,832, 3,852, 3,167 and 3,016 kcal/kg of DM; 1,983, 4,000, 3,167 and 2,900 kcal/kg of DM; 2,496, 4,329, 3,648 and 3,482 kcal/kg of DM and 2,267, 4,204, 3,372 and 3,100 kcal/kg of DM for PKC, corn, soybean meal and

fish meal, respectively. Apparent amino acid availability and true amino acid availability were 61.39, 74.97, 91.41 and 91.96 % of DM and 73.82, 92.02, 93.97 and 93.93 % of DM for PKC, corn, soybean meal and fish meal, respectively.

In Experiment 2, the effect of different levels of PKC in the broiler rations on growth performances and carcass qualities was investigated. Total of 480 one-day old C.P. 707 broiler chicks were used in an eight dietary treatment, completely randomized design experiment. There were three cages (replications) in each treatment with 20 chicks/cage. The dietary treatments were 1) 0 % PKC on a total amino acid (TAA) basis (control), 2) 0 % PKC on an available amino acid (AAA) basis (control), 3) 20 % PKC on TAA basis, 4) 30 % PKC on TAA basis, 5) 40 % PKC on TAA basis, 6) 20 % PKC on AAA basis, 7) 30 % PKC on AAA basis and 8) 40 % PKC on AAA basis. Chicks were fed *ad libitum* for 8 weeks period. The results showed that feed consumption of chicken fed both of the control diets were not significantly different ($P>0.05$). Feed consumption of chicken fed 20, 30 or 40 % PKC diets on TAA and AAA basis also were not significantly different ($P>0.05$). However, chicken fed both of the control diets consumed significantly ($P<0.01$) less feed than those fed 20, 30 or 40 % PKC diets on TAA and AAA basis. Weight gain was not significantly different either between chicken fed both of the control diets and no significant differences were found among chicken fed control diets and different levels of PKC diets. From 0-3 and 3-6 weeks, weight gain of chicken fed 20 % PKC on AAA basis was significantly ($P<0.05$) greater than that of chicken fed both of the control diets. There was no significant difference ($P>0.05$) in feed efficiency between chicken fed both of the control diets throughout the 8 weeks test period and no significant differences ($P>0.05$) were found among chicken fed control diets, 20 % PKC on TAA basis, 20 and 30 % PKC on AAA basis. From 0-3 weeks, chicken fed both of the control diets had significantly ($P<0.01$) better feed efficiency than chicken fed different levels of PKC diets. There was no significant difference

(P>0.05) in percentages of thigh and drumstick among chicken fed different dietary treatments. Percentage of abdominal fat of chicken fed control diet on AAA basis was lower than that of chicken fed different levels of PKC diets, but was not significantly different (P>0.05) between chicken fed the control diet on AAA basis and 20 % PKC on AAA basis. Percentages of breast and lean were not significantly different (P>0.05) between chicken fed both of the control diets as well as among chicken fed the control diets, 20 % PKC on TAA basis, 20 and 30 % PKC on AAA basis. Percentage of breast of the chicken fed PKC on AAA basis diets was greater than that of the chicken fed PKC on TAA basis diets (P<0.05). Percentages of lean and total edible carcass of chicken fed PKC on AAA basis diets were greater (P<0.01) than that of chicken fed PKC on TAA basis diets.

The cost of feed to produce a kilogram of weight gain was lowest for chicken fed control diet on TAA basis. However, the cost of 20 % PKC diets on TAA and AAA basis was lower than the higher percentage of PKC diets.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่าย จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ คือ รศ. เสาวนิต คูประเสริฐ ผศ. ดร. จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์ และ ผศ. สุธา วัฒนสิทธิ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำการค้นคว้าวิจัย ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ รศ. ดร. ไพรัตน์ โสภโณดร กรรมการผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และ ผศ. วรวิทย์ วณิชาภิชาติ กรรมการผู้แทนภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น คณาจารย์ภาควิชาสัตวศาสตร์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและติดตามความก้าวหน้ามาโดยตลอด บุคลากรหมวดสัตว์ปีก หมวดอาหารสัตว์ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่างๆ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาสัตวศาสตร์ รวมถึงนายอวยชัย ว่องธีรานุสรณ์ นางสาวสุภาพร จันทร์หอม นางสาวอมลรัตน์ มลิวัลย์ และนายจิรศักดิ์ มลิวัลย์ ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์ที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณ ดร. สุรศักดิ์ คชภักดี และ อ. จิตราภรณ์ เชิดชูพงษ์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของบทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยของนักศึกษาปริญญาโท ปีงบประมาณ 2539 เป็นจำนวนเงิน 45,000 บาท

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะเซลล์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์กรดแอมิโนแอล-ไลซีน แอล-ทรีโอนีน และ แอล-ทริพโทเฟน สำหรับใช้ในการผสมสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์ทดลอง

คุณประโยชน์ใดๆ อันพึงจะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

ประพจน์ มลิวัลย์

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบาญ	(10)
รายการตาราง	(12)
รายการตารางภาคผนวก	(14)
รายการภาพประกอบ	(16)
รายการภาพประกอบภาคผนวก	(17)
ตัวย่อและสัญลักษณ์	(18)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
วัตถุประสงค์	2
2 การตรวจเอกสาร	3
3 การทดลองที่ 1	19
บทนำ	19
วัตถุประสงค์	19
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	20
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	25
4 การทดลองที่ 2	44
บทนำ	44
วัตถุประสงค์	44
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	45
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	56
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	77

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	81
ภาคผนวก	96
ประวัติผู้เขียน	123

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบทางเคมี และพลังงานรวมของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	9
2	ส่วนประกอบของกรดแอมิโนในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	10
3	ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (digestion coefficients) ของโภชนะต่างๆ และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในไก่	12
4	ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	13
5	ส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานรวมของวัตถุดิบอาหารสัตว์	26
6	ส่วนประกอบของกรดแอมิโนของวัตถุดิบอาหารสัตว์	27
7	ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณมูลและปัสสาวะ และการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด	29
8	ปริมาณไนโตรเจนที่กิน ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่าย และสมดุลไนโตรเจนของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด	31
9	ค่าพลังงานรวมและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด	33
10	ปริมาณกรดแอมิโนในมูลและปัสสาวะของไก่ระยะอดอาหาร	37
11	ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ และค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (ค่าในวงเล็บ) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด	39
12	สูตรอาหารไก่กระทงที่ใช้ในการทดลอง	47
13	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทง ช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์	48
14	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทง ช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์	50
15	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทง ช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์	52

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-3, 3-6 และ 6-8 สัปดาห์	57
17	ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์	58
18	ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อคุณภาพซากของไก่กระทง เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 8 สัปดาห์	70
19	ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ในช่วงอายุต่างๆ	74

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสูตรอาหารไก่ไข่	99
2	ส่วนประกอบของกรดแอมิโนในมูลและปัสสาวะของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด และไก่ระยะอดอาหาร	100
3	ปริมาณมูล วัตถุแห้ง สมดุลไนโตรเจน และพลังงานรวมในมูลและปัสสาวะของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด และไก่ระยะอดอาหาร	101
4	ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณมูลและปัสสาวะ และการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของไก่ที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ	105
5	ปริมาณไนโตรเจนที่กิน ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่าย และสมดุลไนโตรเจนของไก่ที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ	105
6	ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในไก่	106
7	ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ และค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (ค่าในวงเล็บ) ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในไก่	107
8	ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์	108
9	ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์	109
10	ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์	110
11	ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์	111
12	ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และปริมาณกรดแอมิโนที่กินต่อวันของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์	112

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
13	ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และปริมาณกรดแอมิโนที่กินต่อวันของไก่กระทง ในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์	113
14	ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และปริมาณกรดแอมิโนที่กินต่อวันของไก่กระทง ในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์	114
15	ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และปริมาณกรดแอมิโนที่กินต่อวันของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์	115
16	น้ำหนักมีชีวิต และน้ำหนักของส่วนประกอบของซากต่างๆ ของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ	120
17	ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารเลี้ยงไก่กระทง	121
18	โปรแกรมการทำวัคซีนป้องกันโรคสำหรับไก่กระทง	122

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	การจำแนกขั้นตอนของการใช้พลังงานในสัตว์ปีก	7
2	ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด	40
3	ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด	41
4	ปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันระดับต่างๆ	59
5	น้ำหนักตัวเพิ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ	60
6	ประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ	61

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	อุปกรณ์ในการเก็บมูลและปัสสาวะ	97
2	ไก่เพศผู้ที่ตัดขนบริเวณทวารหนักออก เพื่อความสะดวกในการเก็บมูลและปัสสาวะ	97
3	ไก่เพศผู้ พร้อมด้วยอุปกรณ์ในการบังคับ	98
4	การป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้กับไก่เพศผู้	98
5	ไก่เพศผู้ที่ใส่ถุงเก็บมูลและปัสสาวะพร้อมสายรัดตรงทวารหนัก	98
6	ซากของไก่กระทงที่ผ่าเอาระบบทางเดินอาหาร และกระเพาะพักออกแล้ว	118
7	บริเวณรอยผ่าด้านหลังซาก เพื่อแยกชิ้นส่วนของปีกและสะโพก	118
8	บริเวณรอยผ่าเพื่อแยกส่วนของเนื้อหน้าอก	119
9	การผ่าแยกส่วนของขาทั้งหมดตรงบริเวณเนื้อสะโพก	119
10	ชิ้นส่วนของซากเมื่อผ่านการชำแหละ	119

ตัวย่อและสัญลักษณ์

กก.	=	กิโลกรัม
AAA	=	available amino acid
AA_c	=	amino acid consumed by the fed rooster
AA_v	=	amino acid voided in excreta by the fed rooster
AA_{vf}	=	amino acid voided by a fasted control
ADE	=	apparent digestible energy
ADL	=	acid detergent lignin
AME	=	apparent metabolizable energy
AME_n	=	nitrogen corrected apparent metabolizable energy
BV	=	biological value
CF	=	crude fiber
CP	=	crude protein
CRD	=	completely randomized design
CV	=	coefficient of variation
DE	=	digestible energy
DM	=	dry matter
DMRT	=	Duncan's new multiple range test
E	=	excreta
EE	=	ether extract
FE	=	fecal energy
F_fE	=	fecal energy of feed
F_i	=	feed intake
F_mE, FE_m	=	metabolic fecal energy
GE	=	gross energy

ตัวย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

GE_e	=	gross energy of excreta
GE_f	=	gross energy of feed
GPD	=	gaseous products of digestion
H_cE	=	heat of thermal regulation
H_dE	=	heat of digestion and absorption
H_eE	=	basal metabolism
H_fE	=	heat of fermentation
HI	=	heat increment
H_jE	=	heat of activity
H_pE	=	heat of product formation
H_wE	=	heat of waste formation and excretion
IE	=	ingested energy
K	=	a constant
kcal/kg	=	kilocalorie per kilogram
ME	=	metabolizable energy
NA	=	data not analysis
N_e	=	nitrogen of excreta
NE	=	net energy
NE_m	=	net energy for maintenance
NE_p	=	net energy for production
N_f	=	nitrogen of feed
NFE	=	nitrogen free extract
NPR	=	net protein retention

ตัวย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

NR	=	nitrogen retention for fed birds
NR_o	=	nitrogen retention for fasted birds
NRC	=	national research council
NS	=	not significant
P	=	probability
PER	=	protein efficiency ratio
PKC	=	palm kernel cake
PKM	=	palm kernel meal
SE	=	standard error
SHM	=	spent hen meals
TAA	=	total amino acid
TME	=	true metabolizable energy
TME_n	=	nitrogen corrected true metabolizable energy
UE	=	urinary energy
U_eE, UE_e	=	endogenous urinary energy
U_fE	=	urinary energy of feed
%	=	percentage

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นการประเมินเฉพาะวัตถุดิบอาหารสัตว์หรือการประเมินโดยตรงกับตัวสัตว์ นับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการบ่งบอกว่าในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์นั้น มีส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการที่สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้จริงมากน้อยเพียงใด ในปัจจุบันข้อมูลทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้จากการศึกษาในไก่โดยตรงของประเทศไทยมีน้อย ดังนั้นในการคำนวณสูตรอาหารสัตว์ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ข้อมูลพื้นฐานทางด้านอาหารสัตว์ของ NRC (National Research Council) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งค่าที่ใช้นั้นไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุดสำหรับประเทศไทย และทำให้ไม่ได้ลดต้นทุนค่าอาหารเท่าที่ควร เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน นอกจากนี้ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดไม่มีในข้อมูลของ NRC ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้เพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นของประเทศไทยเองและถูกต้องมากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไก่กระทงให้ดียิ่งขึ้น และนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ได้ใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น ข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาป่น เป็นส่วนประกอบที่ใช้ปกติอยู่แล้ว แต่การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้นยังไม่แพร่หลาย เนื่องจากมีงานวิจัยในด้านโภชนาการค่อนข้างน้อย

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจของภาคใต้ของประเทศไทย เนื่องมาจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ. 2541 จังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดคือ กระบี่ รองลงมาคือ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล และตรัง ตามลำดับ พื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันทั้งหมดในภาคใต้ มีประมาณ 95.63 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันทั้งประเทศ (เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง, 2542ก) ในปี พ.ศ. 2531 ผลผลิตปาล์มสดทั้งทะลาย เท่ากับ 885,000 ตัน (เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง, 2541) และเพิ่มขึ้นเป็น 2,640,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2541 (เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง, 2542ข) ดังนั้นผลพลอยได้

จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหีบผลปาล์มเพื่อเอาน้ำมัน นับวันก็จะมีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะผลผลิตปาล์มที่เพิ่มขึ้นทุกปี กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (palm kernel meal; PKM หรือ palm kernel cake; PKC) ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือหรือผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสกัดหรือหีบปาล์มน้ำมัน มีคุณค่าทางโภชนาการสูงพอสมควร หาได้ง่าย และมีราคาถูก สามารถนำมาประกอบอาหารใช้เลี้ยงสัตว์ได้ นับว่าเป็นทางเลือกที่อาจช่วยลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ลงได้

วัตถุประสงค์

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ

1. เพื่อศึกษาการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น
2. เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทง โดยคำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด (TAA) เปรียบเทียบกับการคำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ (AAA)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้น มีอยู่มากมายหลายชนิด โดยแต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการต่อสัตว์ชนิดต่างๆ แตกต่างกันไป หากได้มีการประเมินคุณค่าทางโภชนาการแล้ว จะทำให้ทราบถึงคุณภาพของวัตถุดิบชนิดต่างๆ ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจเลือกซื้อ เพื่อใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสัตว์ดีขึ้น (สุธา, 2533) คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน กรดแอมิโนหรือพลังงานก็ตามที่นำไปใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์นั้น โดยทั่วไปใช้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีการทางเคมี ซึ่งเป็นค่าที่แสดงว่าในวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นๆ มีปริมาณโภชนะต่างๆ โดยประมาณอยู่เท่าใด แต่ไม่ได้แสดงถึงค่าที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงๆ จึงทำให้เมื่อนำไปใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์แล้วอาจเกิดปัญหา โดยสัตว์ได้รับโภชนะต่างๆ ไม่เพียงพอตามที่คำนวณไว้ ทั้งนี้เพราะวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่างๆ เมื่อเข้าไปในระบบทางเดินอาหารของสัตว์แล้วจะมีเพียงบางส่วนที่สัตว์สามารถย่อยแล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้ และมีอีกบางส่วนที่จะถูกขับออกมาทางมูล ซึ่งเป็นส่วนที่สูญเสีย ใช้ประโยชน์ไม่ได้ ดังนั้นในทางปฏิบัติ การคำนวณสูตรอาหารจึงควรใช้ค่าการใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์มากกว่ายึดค่าที่มีอยู่ในวัตถุดิบชนิดนั้น (สุวิทย์, 2532)

วิธีการประเมินคุณค่าทางโภชนาการที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป คือ

1. **การประเมินโดยการศึกษาทางกายภาพ** (physical evaluation)

เสาวนิต (2538) กล่าวว่า การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการศึกษาลักษณะทางกายภาพ เป็นการประเมินเฉพาะตัววัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แก่

1.1 การประเมินด้วยตาเปล่าและดมกลิ่น เพื่อตรวจสอบชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ สี สิ่งปลอมปนและกลิ่นเฉพาะตัวของวัตถุดิบอาหารสัตว์

1.2 การประเมินโดยการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อศึกษาสิ่งปลอมปนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ และวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดอาจต้องตรวจสอบด้วยสารละลาย เช่น พวกกระดูกป่น เปลือกหอย หินปูน และปูนขาว เป็นต้น

1.3 การทดสอบการแยกส่วนโดยการลอยตัวด้วยสารเคมี เป็นการตรวจสอบสิ่งปลอมปนและดูคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์

2. **การประเมินโดยการวิเคราะห์ทางเคมี** (chemical analysis)

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการวิเคราะห์ทางเคมีเป็นการประเมินเฉพาะตัววัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์โดยวิธีประมาณ (proximate analysis) ในห้องปฏิบัติการโดยวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 6 ชนิด ได้แก่ ความชื้น (moisture) โปรตีนรวม (crude protein; CP) แร่ธาตุหรือเถ้า (minerals หรือ ash) ไขมันรวม (crude fat หรือ ether extract; EE) เยื่อใย (crude fiber; CF) และไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (nitrogen free extract; NFE) นอกจากนี้อาจรวมไปถึงการวิเคราะห์รายละเอียดเฉพาะอย่าง เช่น การวิเคราะห์แร่ธาตุ วิตามิน กรดแอมิโน เป็นต้น ซึ่งค่าที่ได้เป็นค่าที่วิเคราะห์ได้จากวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ไม่ได้แสดงถึงคุณค่าทางโภชนาการที่สัตว์นำไปใช้จริง (สุธา, 2533; เสาวนิต, 2538)

3. **การประเมินโดยการศึกษาทางชีวภาพ** (biological evaluation)

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางชีวภาพ เป็นการประเมินโดยทดลองกับตัวสัตว์ ซึ่งมีวิธีการประเมินดังนี้

3.1. การทดสอบการย่อยได้ (digestibility) เป็นการทดสอบการย่อยได้หรือการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะซึ่งได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เยื่อใย เถ้า ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการทดลองให้อาหารแก่สัตว์ เพื่อหาปริมาณโภชนะต่างๆ ที่สัตว์ย่อยและดูดซึมได้ และเป็นวิธีหนึ่งที่ให้ผลของคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้นได้ถูกต้อง วิธีนี้ทำได้โดยการหาปริมาณอาหารที่กิน และปริมาณมูลที่ขับออกมา ประกอบกับการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาโภชนะต่างๆ ในอาหารและในมูล แล้วนำมาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ดังสมการต่อไปนี้ (สุธา, 2533; เสาวนิต, 2538)

$$\text{การย่อยได้ของโภชนะ} = \frac{\text{(ปริมาณอาหารที่กิน} \times \text{\% โภชนะในอาหาร) - (ปริมาณมูล} \times \text{\% โภชนะในมูล)} \times 100}{\text{(ปริมาณอาหารที่กิน} \times \text{\% โภชนะในอาหาร)}}$$

3.2. การประเมินค่าพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์ (determination of energy)

อุทัย (2529) รายงานว่า สัตว์ไม่สามารถใช้พลังงานในอาหารได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะโภชนะที่ให้พลังงานบางส่วนไม่สามารถถูกย่อยและดูดซึมเป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้ ส่วนที่ย่อยไม่ได้จะถูกขับถ่ายออกมาทางอุจจาระและไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ถึงแม้ส่วนที่ถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกายแล้วยังมีพลังงานบางส่วนถูกขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ ฉะนั้นการคำนวณสูตรอาหารสัตว์ปีกและสุกรจึงควรพิจารณาจากค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ซึ่ง บุญล้อม (2541) แนะนำว่า การประเมินค่าพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์ปีก ควรใช้ค่าพลังงานที่ย่อยได้หรือพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เป็นหลัก เพราะอาหารส่วนใหญ่ย่อยได้ง่ายและพลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับการเผาผลาญในร่างกายนั้นมีไม่มากนัก Sibbald และคณะ (1960) รายงานว่า พลังงานรวมในอาหารไม่มีความสัมพันธ์กับพลังงานในอาหารที่สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นจึงไม่มีประโยชน์ที่ใช้พลังงานรวมในการคำนวณสูตรอาหาร ซึ่งพลังงานที่ย่อยได้ของอาหารก็ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ด้วย โดยอาหารชนิดเดียวกันแต่ให้สัตว์ต่างชนิดกันกินจะมีพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน นอกจากนี้ เสาวนิต (2538) กล่าวว่า การหาพลังงานที่ย่อยได้ในสัตว์ปีกนั้น มีวิธีการที่ยุ่งยาก เนื่องจากสัตว์ปีกขับถ่ายปัสสาวะออกมาในรูปกรดยูริกซึ่งถ่ายออกมารวมกับอุจจาระ ทำให้แยกอุจจาระกับปัสสาวะออกจากกันได้ยาก ส่วนการวัดพลังงานใช้ประโยชน์สุทธิก็ต้องใช้เครื่องมือที่ยุ่งยากและต้องใช้เวลานาน ดังนั้นพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จึงเป็นค่าพลังงานที่เหมาะสำหรับใช้หาค่าพลังงานในอาหารสัตว์ปีก โดยหาค่าในรูปของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (apparent metabolizable energy; AME) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (true metabolizable energy; TME)

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการวัดค่าพลังงาน เป็นการประเมินคุณค่าโดยวัดโภชนะหลักที่ตัวอาหารสัตว์ เพราะอาหารทุกชนิดมีโภชนะที่ให้พลังงานอันเป็นพื้นฐานในการดำรงชีพ การวัดพลังงานในอาหารสัตว์อาจทำได้โดยการวัดพลังงานรวม (gross energy; GE) พลังงานที่ย่อยได้ (digestible energy; DE) พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy; ME) พลังงานใช้ประโยชน์สุทธิ (net energy; NE) เป็นต้น (สุธา, 2533)

เมื่อไก่ได้รับอาหารจะมีกระบวนการย่อย การดูดซึม และการเมแทบอลิซึมเกิดขึ้น ซึ่งขั้นตอนการใช้พลังงานในสัตว์ปีกได้แสดงไว้ในภาพที่ 1 (Sibbald, 1982)

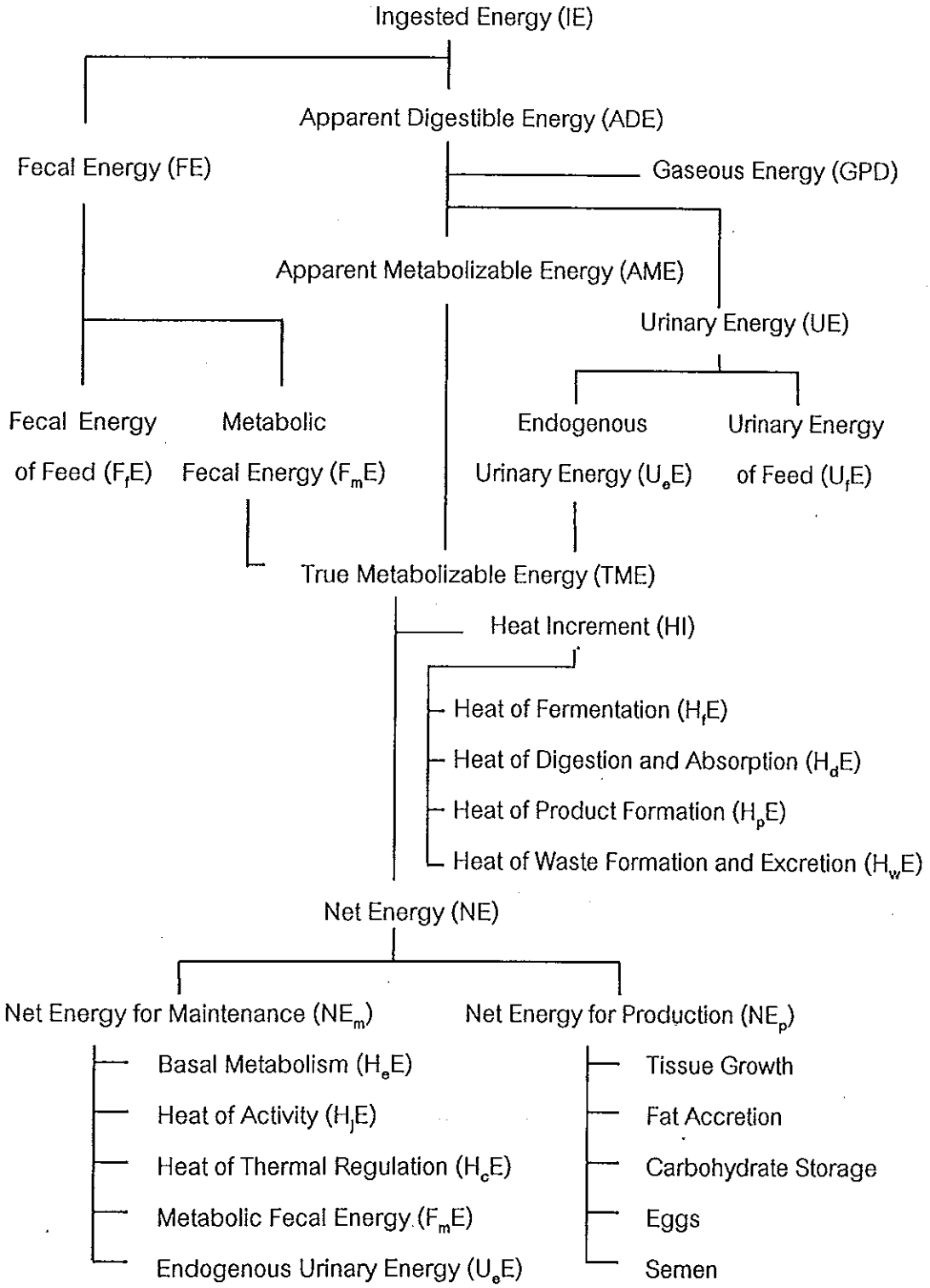
3.3. การประเมินคุณภาพโปรตีนโดยทดลองกับตัวสัตว์ เนื่องจากค่าการย่อยได้ของโปรตีนยังไม่สามารถแสดงถึงการใช้ประโยชน์ของโปรตีนได้ดีนัก เพราะโปรตีนที่ถูกดูดซึมเข้าไปจะถูกใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่างกัน ดังนั้นจึงมีการหาวิธีประเมินคุณค่าโปรตีนแบบต่างๆ โดยการทดลองกับตัวสัตว์ ซึ่งสามารถทำได้โดย (McDonald *et al.*, 1981)

3.3.1. การวัดคุณภาพโปรตีนจากการเจริญเติบโต ซึ่งมีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันคือ ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (protein efficiency ratio; PER) และค่าโปรตีนสะสมสุทธิ (net protein retention; NPR) (บุญล้อม, 2541)

3.3.2. การวัดคุณภาพโปรตีนจากสมดุลไนโตรเจน ทำโดยการวัดปริมาณไนโตรเจนที่กินเข้าไปในอาหารแล้วหักลบด้วยไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายออกทางมูลและปัสสาวะ และผลผลิต ได้แก่ นม ขน หรือไข่ ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายคือ ค่า Biological value (BV) เป็นค่าที่แสดงว่าไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมเข้าไปจะถูกสะสมไว้ในร่างกายในปริมาณมากน้อยเพียงใด (บุญล้อม, 2541)

นอกจากนี้การประเมินคุณภาพโปรตีนสามารถทำได้โดยการวัดค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ (available amino acid; AAA) ซึ่งเป็นปริมาณของกรดแอมิโนที่ถูกย่อยและดูดซึมผ่านผนังลำไส้ในรูปที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยปกติแล้วมักจะบอกค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่ากรดแอมิโนทั้งหมด (total amino acid; TAA) ที่มีอยู่ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งในการประกอบสูตรอาหารถ้าหากสามารถใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในการคำนวณก็จะได้สูตรอาหารที่ใกล้เคียงกับความต้องการของสัตว์มากที่สุด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้แต่ละชนิดในวัตถุดิบอาหารสัตว์ด้วย ซึ่งมีนักโภชนาศาสตร์สัตว์หลายท่านพยายามใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในการคำนวณสูตรอาหาร แต่ปัจจุบันนี้ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์จากแหล่งต่างๆ (Johnson, 1992)

3.4. การทดสอบโดยการเลี้ยงสัตว์ (feeding trial) เป็นการทดสอบวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ต้องการประเมิน โดยการใช้เลี้ยงสัตว์ด้วยวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้นๆ เปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทเดียวกันชนิดอื่น โดยศึกษาจากอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร และปริมาณอาหารที่กินของสัตว์ (สุธา, 2533)



ภาพที่ 1 การจำแนกขั้นตอนของการใช้พลังงานในสัตว์ปีก

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sibbald (1982)

คุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันจากเนื้อเมล็ดในปาล์มที่กระเทาะเอากะลาออกไปแล้ว ซึ่งมีประมาณ 54.55 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อเมล็ดในปาล์ม (ผาสุข, 2529) แต่โรงงานที่ผลิตในประเทศไทยยังไม่สามารถแยกกะลาออกไปได้หมด กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ได้จึงมีโปรตีนต่ำและเยื่อใยสูง (จารุรัตน์, 2528) ส่วนกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผลิตได้ของประเทศมาเลเซียนั้น มีประมาณ 45-46 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อเมล็ดในปาล์ม (Devendra, 1977) อย่างไรก็ตามกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันไปตามชนิดของปาล์มน้ำมันและกรรมวิธีในการสกัดน้ำมัน ซึ่งมี 2 วิธี คือ วิธีการสกัดหรือหีบน้ำมันด้วยเกลียวอัดและการใช้สารเคมีสกัดน้ำมัน ซึ่งกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผลิตได้ในประเทศไทยเป็นชนิดที่ได้จากการหีบน้ำมันด้วยเกลียวอัด (นิวัต, 2531) จึงมีกะลาที่แตกออกมาจากเมล็ดในปาล์มปนอยู่ในปริมาณสูง (วินัย และคณะ, 2528) ทำให้โภชนะที่จำเป็นและสำคัญ ซึ่งได้แก่โปรตีนและไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกมีปริมาณน้อย ส่วนประกอบทางเคมีของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการดีพอสมควร คือ มีคุณภาพโปรตีนปานกลาง มีอาร์จินีนสูง แต่มีเมไธโอนีน ไลซีน และทริพโทเฟนต่ำ (Yeong, 1982) สำหรับส่วนประกอบของกรดแอมิโนในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น ได้แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมี และพลังงานรวมของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

วัตถุดิบอาหารสัตว์	แบบของการสกัดน้ำมัน	วัตถุแห้ง	โปรตีน	เยื่อใย	ไขมัน	เถ้า	ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก	ธาตุแคลเซียม	ธาตุฟอสฟอรัส	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กก. ของวัตถุแห้ง)
		(%)	← (% ของวัตถุแห้ง : dry matter basis) →							
กากเนื้อเมล็ดใน-ปาล์มน้ำมัน	หีบด้วยเกลียวอัด [1]	93.89	13.78	15.11	16.72	3.10	51.29	0.18	0.69	-
	หีบด้วยเกลียวอัด [2]	94.85	14.11	16.22	23.77	3.22	42.68	0.22	0.50	5,442.14
	หีบด้วยเกลียวอัด [3]	93.89	13.51	15.11	16.16	3.11	52.11	0.20	0.70	-
	หีบด้วยเกลียวอัด [4]	90.20	16.63	14.97	14.55	4.82	49.03	0.31	0.82	-
	หีบด้วยเกลียวอัด [5]	89.82	14.33	17.06	9.68	5.61	53.32	0.19	0.72	5,406.37
	หีบด้วยเกลียวอัด [6]	93.55	15.09	13.27	8.54	4.48	58.62	0.31	0.62	4,639.00
	สกัดด้วยสารเคมี [7]	90.00	20.55	15.78	1.67	4.00	58.00	0.29	0.22 *	-
	สกัดด้วยสารเคมี [8]	90.30	16.00	15.70	0.80	4.00	63.50	0.29	0.79	3,728.00
	สกัดด้วยสารเคมี [9]	90.00	20.56	16.67	1.89	4.33	56.55	0.31	0.67	4,478.00

* ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ในไก่

ที่มา : 1 ดัดแปลงจาก วินัย และคณะ (2528)
2 ดัดแปลงจาก ทวีศักดิ์ (2529)
3 ดัดแปลงจาก เสาวนิต และคณะ (2530)
4 ดัดแปลงจาก ยุทธนา และ สมเกียรติ (2532)
5 ดัดแปลงจาก เสาวนิต และคณะ (2541)
6 ดัดแปลงจาก Chinajariyawong (2000)
7 ดัดแปลงจาก อุทัย (2528)
8 ดัดแปลงจาก Yeong (1981)
9 ดัดแปลงจาก Wiseman (1987)

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของกรดแอมิโนในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

กรดแอมิโน	ปริมาณ (% ของวัตถุแห้ง)						
	1	2	3	4	5	6	7
โปรตีน	21.30	21.11	20.00	18.70	16.63	16.00	14.24
ไลซีน	0.69	0.60	0.72	0.71	0.49	0.59	0.46
เมไธโอนีน	0.47	0.37	0.40	0.33	NA	0.30	0.32
เมไธโอนีน + ซีสทีน	NA	0.68	0.70	0.60	0.55	0.50	0.55
ทริพโทเฟน	NA	0.22	0.20	0.21	0.16	0.17	NA
ทรีโอนีน	0.66	0.68	0.70	0.70	0.50	0.55	0.50
ลูซีน	1.23	1.32	1.20	1.19	1.00	1.11	0.98
ไอโซลูซีน	0.60	0.71	0.64	0.61	0.49	0.62	0.50
วาลีน	0.43	0.91	1.14	0.98	0.67	0.93	0.81
ฮีสติดีน	0.41	0.36	0.46	0.44	0.27	0.29	0.27
อาร์จินีน	2.68	2.62	2.70	2.79	1.86	2.18	1.86
เฟนนิลอะลานีน	0.82	0.88	0.78	0.72	NA	0.73	0.63
เฟนนิลอะลานีน + ไทโรซีน	1.40	1.40	1.10	1.28	1.18	1.11	NA
ไกลซีน+ซีรีน	1.81	NA	NA	1.91	NA	1.51	NA

NA : data not available

ที่มา : 1 ดัดแปลงจาก Nwokolo และคณะ (1977)

2 ดัดแปลงจาก McDonald และคณะ(1981)

3 ดัดแปลงจาก Ravindran และ Blair (1992)

4 ดัดแปลงจาก Babatunde และคณะ (1975)

5 ดัดแปลงจาก ยุทธนา และ สมเกียรติ (2532)

6 ดัดแปลงจาก Yeong (1981)

7 ดัดแปลงจาก Ajinomoto (1998)

การใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

การใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในไก่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้นั้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณเยื่อใย เนื่องจากกะลาที่ปะปนอยู่มาก และกรรมวิธีในการสกัดน้ำมันหรือหีบน้ำมัน ซึ่ง Oluyemi และคณะ (1976) รายงานว่า กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันชนิดหีบด้วยเกลียวอัด มีพลังงานรวม 4,460 กิโลแคลอรี/กก. ให้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยทดลองกับไก่เพศผู้โตเต็มวัย พันธุ์ White Leghorn เท่ากับ 2,740 กิโลแคลอรี/กก. ซึ่งคิดเป็น 61.43 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานรวม ส่วน Nwokolo และคณะ (1977) รายงานว่า กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันชนิดหีบด้วยเกลียวอัดมีพลังงานรวม 4,680 กิโลแคลอรี/กก. ให้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยทดลองกับไก่กระทงอายุ 3 สัปดาห์ เท่ากับ 2,796 กิโลแคลอรี/กก. ซึ่งคิดเป็น 59.74 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานรวม และจากการศึกษาของ Onwudike (1986a) รายงานว่า กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันชนิดหีบด้วยเกลียวอัด ซึ่งมีพลังงานรวม 4,373.7 กิโลแคลอรี/กก. ให้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยทดลองกับไก่ ประมาณ 2,652.9 กิโลแคลอรี/กก. ซึ่งคิดเป็น 60.7 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานรวม นอกจากนี้ McDonald และคณะ (1978) รายงานว่า พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันชนิดสกัดด้วยสารเคมีและชนิดหีบด้วยเกลียวอัดในไก่ มีค่าเท่ากับ 1,788.89 และ 2,422.22 กิโลแคลอรี/กก. ตามลำดับ ส่วน Yeong และคณะ (1981) รายงานว่า พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันชนิดสกัดด้วยสารเคมีในไก่ มีค่าเท่ากับ 1,481.80 กิโลแคลอรี/กก. สำหรับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผลิตได้ในประเทศไทยนั้น พรรณิภา (2534) และ อุทัย (2528) รายงานว่า พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 2,110 กิโลแคลอรี/กก.

นอกจากนี้ Yeong (1981) รายงานว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในไก่กระทง พันธุ์ Arbor Acre อายุ 3 สัปดาห์ มีค่าดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (digestion coefficients) ของโภชนะต่างๆ และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในไก่

วัตถุดิบอาหารสัตว์	กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันชนิดสกัดด้วยสารเคมี	กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันชนิดหีบด้วยเกลียวอัด
ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (% ของวัตถุแห้ง)		
วัตถุแห้ง	35.2	38.0
โปรตีน	58.0	76.3
เยื่อใย	25.4	11.4
ไขมัน	99.9	94.6
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (กิโลแคลอรี/กก. ของวัตถุแห้ง)	1,760.0	1,939.0

ที่มา : ดัดแปลงจาก Yeong (1981)

และสำหรับค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น มีค่าดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

กรดแอมิโน	Nwokolo และคณะ (1977)	Onwudike (1986a)	Ajinomoto (1998)	Yeong (1981)
	← (% ของวัตถุแห้ง) →			
ไลซีน	90.0	88.9	58.9	58.6
เมไธโอนีน	91.4	92.1	83.7	72.1
ทรีโอนีน	86.5	85.3	69.2	60.7
เฟนนิลอะลานีน	90.5	91.6	85.3	70.4
ลูซีน	88.5	90.6	85.0	66.7
ไอโซลูซีน	86.1	87.5	81.0	64.9
วาลีน	68.4	66.7	80.1	62.8
อาร์จินีน	93.2	92.7	88.6	87.0
ฮีสติดีน	90.1	88.7	80.3	66.8
อะลานีน	85.5	83.0	NA	69.7
ไกลซีน	63.3	52.1	NA	25.8
ไทโรซีน	85.0	89.9	NA	60.7
ซีรีน	88.7	85.4	NA	65.0
โพรลีน	68.0	64.2	NA	55.0
เฉลี่ย	84.5	83.3	77.9	64.4

Nwokolo และคณะ (1976b) และ Nwokolo และคณะ (1977) รายงานว่า แร่ธาตุที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในไก่กระทงนั้น มีค่าค่อนข้างสูง คือ ค่าของแร่ธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม แมงกานีส สังกะสี และทองแดงที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 68.6, 70.8, 56.4, 45.7, 13.9 และ 44.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารไก่กระทง

Yeong (1981) รายงานว่า ระดับที่เหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ คือ ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณต่ำคือ 1,484 กิโลแคลอรี/กก. จึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มระดับพลังงานโดยการเสริมไขมันลงในสูตรอาหาร เพื่อให้ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพียงพอกับความต้องการของไก่ Onwudike (1986b) รายงานว่า ระดับที่เหมาะสมในการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ คือ 28 เปอร์เซ็นต์ โดยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้มีโปรตีน 19.2 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 2,652.9 กิโลแคลอรี/กก. นอกจากนี้ วินัย และคณะ (2526) รายงานว่า สามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทงได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ในไก่เล็ก (ระยะ 0-4 สัปดาห์) และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในไก่ใหญ่ (ระยะ 4-8 สัปดาห์) โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารด้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารระดับต่ำกว่าและสูตรอาหารควบคุม

นอกจากนี้ ได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ในสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน Armas และ Chicco (1977) อ้างโดย Yeong (1981) ได้ทดลองเลี้ยงไก่กระทงโดยใช้สูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันที่ระดับ 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีทั้งไม่เสริมและเสริมกรดแอมิโนไลซีนและเมไธโอนีน โดยเปรียบเทียบกับสูตรอาหารควบคุมที่ไม่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ด-ในปาล์มน้ำมัน พบว่า ไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ (ทั้งที่ไม่เสริมและเสริมกรดแอมิโน) มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่อายุ 4 และ 6 สัปดาห์ ต่ำกว่าไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 15, 30 เปอร์เซ็นต์ และสูตรควบคุม และเมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหารเพิ่มมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารต่ำลง สุธา และ วินัย (2539) ได้ศึกษาผลของการเสริมเมไธโอนีนในสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสำหรับไก่กระทง พบว่า สามารถใช้กากเนื้อ-เมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารได้ในระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 2 ระดับได้เสริมเมไธโอนีนเพียงพอกับความต้องการ ในไก่ระยะ 0-4 และ 4-6 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยที่

ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม และมีแนวโน้มว่า อัตราการเจริญเติบโตของไก่ดีขึ้นด้วย

Yeong และ Mukherjee (1983) อ้างโดย นิวัต (2531) รายงานว่า กากเนื้อเมล็ด-ในปาล์มน้ำมันสามารถใช้เลี้ยงไก่กระทงได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นส่วนผสม สุธา และคณะ (2534) ได้ศึกษาอิทธิพลของไขมันในสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูงต่อการผลิตไก่กระทง พบว่า การเพิ่มระดับพลังงานโดยการเสริมไขมันลงในสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินและอัตราการเจริญเติบโตของไก่ แต่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้อาหารได้ ต่อมา สุธา และคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงอิทธิพลของระดับโปรตีนและพลังงานต่อการเจริญเติบโตของไก่กระทง ซึ่งได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดใน-ปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ พบว่า สามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารได้ในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ โดยที่อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารไม่แตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม โดยระดับพลังงานที่สูงขึ้นในสูตรอาหารนั้นไม่ทำให้ปริมาณอาหารที่กินลดลงในทุกช่วงอายุ และไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต แต่ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีขึ้น คือ ไก่ที่ได้รับอาหารมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ 3,400 กิโลแคลอรี่/กก. มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าไก่ที่ได้รับอาหารมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ 3,000 กิโลแคลอรี่/กก. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนระดับโปรตีนและระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไม่มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารแตกต่างกัน ($P>0.05$)

ข้อจำกัดบางประการในการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารไก่กระทง

กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สามารถใช้เป็นอาหารไก่ได้ดี แต่มีข้อจำกัดในเรื่องระดับการใช้ เนื่องจากมีปริมาณเยื่อใยสูงและเมื่อใช้ระดับสูงในสูตรอาหาร ส่งผลทำให้อาหารมีลักษณะฟ่าม ไม่มีความน่ากิน ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารต่ำลง (Daghir; 1995; สุธา และคณะ, 2534) และทำให้การย่อยได้ของสัตว์ลดลงหรือประสิทธิภาพในการย่อยได้ต่ำ (McDonald *et al.*, 1995) ส่วนค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น มีค่าต่ำคือ 1,610 กิโลแคลอรี/กก. (Toh and Chia, 1977) ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้ด้วย เนื่องจากการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับสูงในสูตรอาหารไก่กระทง จะทำให้ไก่ได้รับพลังงานไม่เพียงพอกับความต้องการ

ข้อจำกัดในการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันอีกประการหนึ่งก็คือ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีกรดแอมิโนที่จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมไธโอนีน ไลซีน ทรีโอนีน ลูซีน และไอโซลูซีน ในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ (Onwudike, 1986a) ดังนั้นการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันผสมในอาหารไก่กระทงควรมีการเสริมโปรตีนจากแหล่งอื่นๆ ด้วย (Nwokolo *et al.*, 1976a) และพบว่าการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทงนั้น เมไธโอนีนเป็นกรดแอมิโนที่จำกัดอันดับ 1 (สุธา และ วินัย, 2539; McDonald *et al.*, 1981)

นอกจากนี้ ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคุณภาพของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน โดยเมื่อเก็บรักษากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันไว้เป็นระยะเวลาที่นานขึ้น ทำให้ค่าของความชื้นมีแนวโน้มสูงขึ้น และอาจทำให้เกิดการหืนของไขมัน และถ้าเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน (ประมาณ 3 เดือน) จะมีตัวมอดและแมลงเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นตัวทำลายวัตถุดิบอาหารสัตว์ด้วย ทำให้คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการลดต่ำลง ดังนั้นไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 3 เดือน (เสาวนิต และคณะ, 2530)

การใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัถตุดิบอาหารสัตว์ในการประกอบสูตรอาหาร

การประกอบสูตรอาหารสัตว์ปีกมีจุดประสงค์ที่สำคัญคือ การให้สัตว์ได้รับโภชนะต่างๆ เช่น โปรตีน กรดแอมิโน หรือพลังงานในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของสัตว์ โดยเฉพาะโปรตีนและกรดแอมิโน ซึ่งเป็นต้นทุนหลักในอาหารสัตว์ปีก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ถึงค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วสัตว์มีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากกรดแอมิโนที่มีอยู่ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการคำนวณสูตรอาหารสัตว์จึงน่าจะใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้มากกว่าการใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมด (ประภากร, 2535) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Johnson (1992) ที่กล่าวว่าในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ปีกนั้น น่าจะคำนวณจากกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์

Smith (1968) และ Elwell และ Soares (1975) รายงานว่า เมื่อใช้ค่า AAA ในวัตถุดิบอาหารสัตว์มาประกอบสูตรอาหารสำหรับไก่กระทง จะทำให้ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารที่คำนวณ TAA ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ Green (1986) อ้างโดย Johnson (1992) ทดลองใช้กากเมล็ดพืชน้ำมัน คือ กากแรปซีดและกากเมล็ดทานตะวันเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารไก่กระทง โดยใช้ค่าของไลซีนที่คำนวณ TAA และ AAA ในวัตถุดิบอาหารสัตว์มาคำนวณสูตรอาหาร ทำให้ไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่ใช้ค่าของไลซีนที่คำนวณ AAA มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่ใช้ค่าของไลซีนที่คำนวณ TAA ทั้งนี้เนื่องจากค่าของไลซีนที่ใช้ประโยชน์ได้ในกากแรปซีดและกากเมล็ดทานตะวันมีค่าต่ำ (69 และ 75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) Femandez และคณะ (1995) ศึกษาสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเมล็ดฝ้ายที่ระดับต่างๆ คือ 5-40 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวณ TAA และ AAA ในไก่ พบว่า สามารถใช้กากเมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA โดยไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารด้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับกากเมล็ดฝ้ายที่ระดับต่ำกว่าและสูตรอาหารควบคุม และพบว่า การใช้กากเมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารที่ระดับสูงขึ้นนั้น ทำให้ปริมาณของกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในสูตรอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นการ

ใช้ค่า AAA คำนวณในสูตรอาหารให้ผลดีกว่าการใช้ค่า TAA ในอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเมล็ดฝ้าย

Wang และ Parsons (1998) ศึกษาเปรียบเทียบสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของเนื้อและกระดูกป่นที่มีคุณภาพสูงและต่ำ ในระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และ AAA ในไก่ พบว่า ไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่คำนวณ AAA มีน้ำหนักตัวเพิ่มและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าในสูตรที่คำนวณ TAA นอกจากนี้ Douglas และ Parsons (1999) รายงานว่า ไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของ Spent Hen Meals (SHM) ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA มีน้ำหนักตัวเพิ่มและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าในสูตรที่คำนวณ TAA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

บทที่ 3

การทดลองที่ 1

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น

บทนำ

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นการประเมินเฉพาะวัตถุดิบอาหารสัตว์หรือการประเมินโดยตรงกับตัวสัตว์ นับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการบ่งบอกว่าในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์นั้น มีส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการที่สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้จริงมากน้อยเพียงใด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการประเมินโดยตรงกับตัวสัตว์ ซึ่งการทราบถึงคุณค่าการใช้ประโยชน์ของโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่แน่นอนเพื่อใช้ในการประกอบสูตรอาหารตามความต้องการของสัตว์ นับว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้สัตว์เจริญเติบโตได้อย่างปกติและสามารถลดการสูญเสียโภชนะที่ถูกนำไปใช้อย่างไม่คุ้มค่า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้เพื่อจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไก่กระทงให้ดียิ่งขึ้น และนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต

วัตถุประสงค์ของการทดลอง :

เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น โดยประเมินจาก

1. ส่วนประกอบทางเคมี พลังงานรวมและกรดแอมิโน
2. การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง :

วัสดุ อุปกรณ์ :

1. วัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แก่ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันและข้าวโพด โดยซื้อจากร้านขายวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา; กากถั่วเหลือง ซึ่งผลิตโดย บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน) มีโปรตีน ไม่น้อยกว่า 42 เปอร์เซ็นต์ และปลาป่น ซึ่งผลิตโดย บริษัท สงขลามารีนโปรดักส์ จำกัด มีโปรตีน ไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์
2. สัตว์ทดลอง ใช้ไก่เพศผู้ พันธุ์ไฮเซคบราวน์ อายุ 1 ปี ซึ่งมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.96 $\pm$ 0.06 กก. และมีสุขภาพดีจำนวน 10 ตัว
3. วัสดุและอุปกรณ์เก็บมูลและปัสสาวะ ได้แก่ ถุงเก็บมูลและปัสสาวะพร้อมสายรัด (harness) ถาดอลูมิเนียมสำหรับรองรับมูลและปัสสาวะ ถุงพลาสติก ถาดใส่อาหาร กระป๋องฉีดน้ำ และกรดกำมะถันเข้มข้น 0.05 โมลาร์
4. โรงเรือนและอุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่ทดลอง

วิธีการทดลอง :

1. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการวิเคราะห์ทางเคมี ในห้องปฏิบัติการ

ทำการเก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แก่ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่นใส่ในขวดเก็บตัวอย่างที่สะอาดไว้ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีด้วยวิธีการวิเคราะห์โดยวิธีประมาณ (AOAC, 1990) ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์หาความชื้น โปรตีนรวม แร่ธาตุหรือเถ้า ไขมันรวม เยื่อใย และไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (GBC 901) (AOAC, 1990) การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยใช้เครื่อง UV-Visible Spectrometer (Unicam UV 300) (AOAC, 1990) การวิเคราะห์หาพลังงานรวมโดยใช้เครื่อง Automatic Adiabatic Bomb Calorimeter (Gallenkamp Autobomb Calorimeter CBA-350-K) และการวิเคราะห์หาปริมาณกรดแอมิโนโดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ด้วยวิธี Semi-automated Method (AOAC, 1980)

2. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางชีวภาพ

เป็นการประเมินโดยทดลองกับตัวสัตว์ เพื่อประเมินการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

2.1 การเตรียมโรงเรือนและสัตว์ทดลอง

ก่อนที่จะนำไก่เข้ากรงทดลองได้ทำความสะอาดและฉีดพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อกรงทดลองชนิดขังเดี่ยว ซึ่งมีขนาดกว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 30 × 46 × 50 เซนติเมตร ตามลำดับ ตัดขนบริเวณทวารหนักของไก่ทดลองและกำจัดพยาธิภายนอก ได้แก่ ไร เหา และเห็บ โดยการนำตัวไก่จุ่มลงในน้ำยากำจัดพยาธิภายนอก (อาซุนโทล 50; บริษัท ไบเออร์ แลบอแรตอรี่ส์ จำกัด) จากนั้นจึงทำการสุ่มไก่ทดลองเข้าในกรง โดยมีอาหารไก่ไข่และน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลาเพื่อให้ไก่ทดลองคุ้นเคยกับกรง

2.2 การเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์

การเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์สำหรับการป้อนให้ไก่ทดลองกิน มีวิธีการดังนี้ คือ ใช้น้ำสะอาดผสมกับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น พอประมาณให้สามารถปั้นอาหารเป็นก้อนได้โดยให้ก้อนอาหารมีขนาดพอเหมาะกับปากไก่

2.3 ระยะการทดลองเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อหาค่า metabolic fecal energy และค่า endogenous urinary energy โดยการอดอาหารไก่ ก่อนการทดลองชั่งน้ำหนักไก่ทดลองทั้ง 10 ตัว หลังจากนั้นจึงทำการอดอาหารไก่ทุกตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ขับถ่ายอาหารที่เหลือในระบบทางเดินอาหารออกให้หมด เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ก็ทำการใส่ถุงเก็บมูลและปัสสาวะพร้อมสายรัดตรงทวารหนักของไก่ตามคำแนะนำของ Almeida และ Baptista (1984) และ Sibbald (1986) ซึ่งในถุงมีกรดกำมะถันเข้มข้น 0.05 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร เพื่อป้องกันการเน่าเสียและการสูญเสียไนโตรเจนของมูลและปัสสาวะ และเพื่อป้องกันมูลและปัสสาวะตกหล่น จึงใช้ถาดอลูมิเนียมซึ่งมีถุงพลาสติกรองบนถาดอลูมิเนียมรองรับใต้กรงทดลองอีกครั้งหนึ่ง แล้วให้ไก่ทดลองอดอาหารต่อไปอีก 48 ชั่วโมง ทำการเก็บมูลและปัสสาวะทุก 24 ชั่วโมง หลังจากนั้น

จึงชั่งน้ำหนักไก่ทดลองทั้งหมดอีกครั้ง

ระยะที่ 2 เป็นการทดลองให้ไก่กินวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยวิธีการป้อน ซึ่งในระยะนี้ได้ดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ

1. ระยะปรับตัว (preliminary period) ใช้เวลา 7 วัน โดยใน 5 วันแรก ให้ไก่กินอาหารผสมสูตรอาหารไก่ไข่ (ตารางภาคผนวกที่ 1) ซึ่งมีโปรตีนรวม 15 เปอร์เซ็นต์ และมีส่วนประกอบของโภชนะต่างๆ ที่เหมาะสมกับความต้องการของตัวสัตว์ โดยให้กินอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) (Sibbald, 1986) เพื่อให้ไก่มีน้ำหนักตัวที่ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นใช้เวลาอีก 2 วัน ทำการฝึกป้อนอาหารที่จะทดลองตามปริมาณที่กำหนด เพื่อช่วยให้ไก่คุ้นเคยกับการป้อนและกลืนอาหารได้เองตามธรรมชาติหรือจับคอรูดอาหารลงในกระเพาะพักโดยไม่มีการสำรอกอาหารออกมา

2. ระยะทดลอง (experimental period หรือ collection period) ใช้เวลา 3 วัน เพื่อเก็บข้อมูลจริง ชั่งน้ำหนักไก่ทดลองทั้งหมด หลังจากนั้นจึงทำการอดอาหารไก่ทุกตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ขับถ่ายอาหารที่เหลือในระบบทางเดินอาหารออกให้หมด เมื่อครบ 24 ชั่วโมง จึงทำการป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์ครั้งละชนิดให้ไก่ทดลองทั้ง 10 ตัว ได้แก่ ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น โดยใช้ปริมาณ 40 กรัม (Sibbald, 1977) ส่วนกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ใช้ปริมาณ 3 ระดับ คือ 20, 30 และ 40 กรัม ทั้งนี้เนื่องจากกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีความฟ่ามสูง แล้วทำการใส่ถุงเก็บมูลและปัสสาวะพร้อมสายรัดตรงทวารหนักของไก่ ซึ่งในถุงมีกรดกำมะถันเข้มข้น 0.05 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร เพื่อป้องกันการเน่าเสียและการสูญเสียไนโตรเจนของมูลและปัสสาวะ และเพื่อป้องกันมูลและปัสสาวะตกหล่น จึงใช้ถาดอลูมิเนียมซึ่งมีถุงพลาสติกรองบนถาดอลูมิเนียมรองรับใต้กรงทดลองอีกครั้งหนึ่ง การเก็บมูลและปัสสาวะ จะทำการเก็บ 2 ครั้ง คือ เก็บในชั่วโมงที่ 24 และ ชั่วโมงที่ 48 หลังจากป้อนอาหาร เมื่อเก็บมูลและปัสสาวะเสร็จแล้ว จึงชั่งน้ำหนักไก่ทดลองทั้งหมดอีกครั้ง

เมื่อเก็บมูลและปัสสาวะของไก่ทดลองครบทุกตัวแล้ว ทำการเก็บขนและเกล็ดที่ปนอยู่ในถุงพลาสติกออกให้หมด หลังจากนั้นจึงถ่ายมูลและปัสสาวะของไก่ทดลองแต่ละตัวในแต่ละวันลงในถุงพลาสติกที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน แล้วจึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง หลังจากแห้งแล้วจึงเอาออกจากตู้อบและตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำมูลและปัสสาวะของไก่

ทดลองแต่ละตัวรวมกันและบดเก็บใส่ขวดเก็บตัวอย่างที่แห้งและสะอาด เก็บไว้ที่อุณหภูมิ –15 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ มูลและปัสสาวะของไก่ทดลองนั้น จะวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีด้วยวิธีการวิเคราะห์โดยวิธีประมาณ พลังงานรวม และปริมาณกรดแอมิโน เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ดังสมการต่อไปนี้

4.1 การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง (เปอร์เซ็นต์) (ดัดแปลงจาก ประภากร, 2535)

$$= \frac{\left[\begin{array}{c}\text{ปริมาณอาหารที่กิน}\\(\text{DM})\end{array}\right] - \left[\begin{array}{c}\text{ปริมาณมูลและปัสสาวะ}\\\text{ของไก่ที่ได้รับอาหาร (DM)}\end{array}\right] + \left[\begin{array}{c}\text{ปริมาณมูลและปัสสาวะ}\\\text{ของไก่ระยะอดอาหาร (DM)}\end{array}\right]}{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (DM)}} \times 100$$

4.2 ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (Sibbald, 1989)

$$\text{AME (กิโลแคลอรี/กรัม)} = \frac{(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e)}{F_i}$$

4.3 ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ เมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (Sibbald, 1989)

$$AME_n \text{ (กิโลแคลอรี/กรัม)} = \frac{[(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e)] - (NR \times K)}{F_i}$$

4.4 ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (Sibbald, 1989)

$$\text{TME (กิโลแคลอรี/กรัม)} = \frac{[(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e)] + (FE_m + UE_e)}{F_i}$$

4.5 ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง เมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (Sibbald, 1989)

$$TME_n \text{ (กิโลแคลอรี/กรัม)} = \frac{[(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e) - (NR \times K)] + [(FE_m + UE_e) + (NR_o \times K)]}{F_i}$$

เมื่อ F_i = ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)

E = ปริมาณมูลและปัสสาวะที่ถูกขับถ่ายออกมา (กรัม)

GE_f = ค่าพลังงานรวมในอาหาร (กิโลแคลอรี/กรัม)

GE_e = ค่าพลังงานรวมในมูลและปัสสาวะ (กิโลแคลอรี/กรัม)

NR = ไนโตรเจนที่สะสมในร่างกายของไก่ที่ได้รับอาหาร

$= (F_i \times N_f) - (E \times N_e)$

$FE_m + UE_e$ = ค่าพลังงานรวมในมูลและปัสสาวะที่ถูกขับถ่ายออกมาของไก่ระยะอดอาหาร (กิโลแคลอรี/กรัม)

K = ค่าพลังงานรวมของไนโตรเจนในกรดยูริค เมื่อมีการสลายไนโตรเจนที่สะสมในร่างกาย 1 กรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.22 กิโลแคลอรี (Hill and Anderson, 1958)

NR_o = ไนโตรเจนที่สะสมในร่างกายของไก่ระยะอดอาหาร

N_f = ปริมาณไนโตรเจนในอาหารต่อกรัมของอาหาร

N_e = ปริมาณไนโตรเจนในมูลและปัสสาวะต่อกรัมของมูลและปัสสาวะ

4.6 ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (apparent amino acid availability) (Likuski and Dorrell, 1978)

$$= \frac{AA_c - AA_v}{AA_c} \times 100$$

4.7 ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (true amino acid availability) (Likuski and Dorrell, 1978)

$$= \frac{AA_c - (AA_v - AA_{vf})}{AA_c} \times 100$$

เมื่อ AA_c = ค่าปริมาณของกรดแอมิโนทั้งหมดในอาหารที่กินเข้าไป

AA_v = ค่าปริมาณของกรดแอมิโนทั้งหมดในมูลที่ถูกขับถ่ายออกมาของไก่ที่ได้รับอาหาร

AA_{vf} = ค่าปริมาณของกรดแอมิโนทั้งหมดในมูลที่ถูกขับถ่ายออกมาของไก่ระยะอดอาหาร

สถานที่ทำการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการที่หมวดสัตว์ปีก ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ โรงฆ่าสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง :

1. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ

ผลการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์โดยวิธีประมาณ การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส การวิเคราะห์พลังงานรวม และการวิเคราะห์ปริมาณกรดแอมิโนของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบทางเคมี และพลังงานรวมของวัตถุดิบอาหารสัตว์

วัตถุดิบอาหารสัตว์	วัตถุแห้ง	โปรตีน	เยื่อใย	ไขมัน	เถ้า	ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก	ธาตุแคลเซียม	ธาตุฟอสฟอรัส	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กก. ของวัตถุแห้ง)
	(%)	← (% ของวัตถุแห้ง) →							
กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	92.48	15.59	15.17	11.25	4.57	53.43	0.270	0.606	5,046
ข้าวโพด	88.87	8.09	2.31	6.18	1.52	81.90	0.006	0.259	4,776
กากถั่วเหลือง	88.18	52.06	5.84	3.37	7.37	31.35	0.272	0.692	5,191
ปลาป่น	91.06	59.71	1.07	8.54	29.29	1.39	7.599	3.273	4,462

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบของกรดแอมิโนของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ปริมาณกรดแอมิโน	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	ข้าวโพด	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น
	(% ของวัตถุแห้ง)			
ไลซีน	0.42	0.23	2.43	3.38
เมไธโอนีน	0.22	0.17	0.37	1.23
ทรีโอนีน	0.51	0.29	1.77	2.41
ลูซีน	0.82	0.67	2.93	3.74
ไอโซลูซีน	0.49	0.20	2.08	2.24
วาลีน	0.66	0.30	2.21	2.66
ฮีสติดีน	0.35	0.24	1.47	1.91
อาร์จินีน	0.81	0.41	3.32	3.10
เฟนนิลอะลานีน	0.53	0.29	2.06	1.94
ไทโรซีน	0.39	0.17	1.29	1.42
ไกลซีน	0.58	0.30	1.92	3.55
ซีรีน	0.53	0.34	2.44	2.35
โพรลีน	0.64	0.60	2.82	2.52
อะลานีน	0.46	0.45	1.65	3.50
กรดกลูตามิก	2.25	1.15	7.75	5.70
กรดแอสพาร์ติก	0.85	0.44	4.65	4.53
รวม	10.51	6.25	41.16	46.18

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่า ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ส่วนใหญ่มีค่าที่ใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย NRC (1994) เสาวนิต และคณะ (2530) อุทัย (2529) และ สุธา (2533)

สำหรับค่าปริมาณกรดแอมิโนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น (ตารางที่ 6) อยู่ในระดับใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย ยุทธนา และ สมเกียรติ (2532) Ajinomoto (1998) อุทัย (2529) ประภากร (2535) สุวรรณ และคณะ (2535) และ Wiseman

(1987) โดยวัตถุดิบอาหารสัตว์ในกลุ่มที่เป็นแหล่งของพลังงาน คือ กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันมีปริมาณกรดแอมิโนโดยรวม (10.51 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในข้าวโพด (6.25 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณกรดแอมิโนแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่า ในกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันมีปริมาณของกรดแอมิโนทุกตัวสูงกว่าในข้าวโพด นอกจากนี้ในกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันยังมีปริมาณของกรดแอมิโนบางตัวที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าในข้าวโพด ได้แก่ กรดแอมิโนไลซีน เมไธโอนีน ทรีโอนีน ไอโซลูซีน วาลีน อาร์จินีน และเฟนนิลอะลานีน ส่วนวัตถุดิบอาหารสัตว์ในกลุ่มที่เป็นแหล่งของโปรตีน คือ ปลาป่นจะมีปริมาณกรดแอมิโนโดยรวม (46.18 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในกากถั่วเหลือง (41.16 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกรดแอมิโนแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่า ในกากถั่วเหลืองมีปริมาณของกรดแอมิโนอาร์จินีน, เฟนนิลอะลานีน, ซีรีน, โพรลีน, กรดกลูตามิก และกรดแอสพาร์ติกสูงกว่าในปลาป่น ในขณะที่ปลาป่นมีกรดแอมิโนตัวอื่นสูงกว่ากากถั่วเหลือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไลซีนและเมไธโอนีน นอกจากนี้ในปลาป่นยังมีปริมาณของกรดแอมิโนบางตัวที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าในกากถั่วเหลือง ได้แก่ กรดแอมิโนไลซีน เมไธโอนีน ทรีโอนีน ลูซีน ไอโซลูซีน วาลีน และฮีสติดีน แต่อย่างไรก็ตาม กากถั่วเหลืองจัดเป็นแหล่งของโปรตีนจากพืชที่ดีที่สุด เนื่องจากมีสัดส่วนของกรดแอมิโนที่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ (สุวิทย์, 2532) ยกเว้น กรดแอมิโนเมไธโอนีนซึ่งมีปริมาณค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของสัตว์จึงจัดเป็นกรดแอมิโนที่จำกัดอันดับ 1 (พันทิพา, 2539)

2. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางชีวภาพ

ในการทดลองให้ไก่กินวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยวิธีการป้อนนั้น พบว่า ไม่มีไก่ที่สำรอกอาหารออกมา เนื่องจากไก่ทดลองได้ผ่านการฝึกป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดในปริมาณที่กำหนดมาแล้วเป็นอย่างดี

ไก่ระยะอดอาหารมีค่าเฉลี่ยของปริมาณมูลและปัสสาวะที่ขับถ่ายออกมา เท่ากับ 5.872 กรัม/ตัว/48 ชั่วโมง โดยมีค่าพลังงานและไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมาทางมูลและปัสสาวะ (FE_m + UE_e) เฉลี่ยเท่ากับ 16.96 กิโลแคลอรี และ 1.180 กรัม/ตัว/48 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Askbrant และ Khalili (1990) ซึ่งรายงานว่า เมื่ออดอาหารไก่เพศผู้โตเต็มวัย พันธุ์ Single Comb White Leghom (SCWL) ที่มีอายุ 34 สัปดาห์ น้ำหนักตัว

เฉลี่ย 2.40 กิโลกรัม ขับถ่ายมูลและปัสสาวะออกมามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.60 กรัม/ตัว/48 ชั่วโมง โดยมีค่าพลังงานและไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมาทางมูลและปัสสาวะ เฉลี่ยเท่ากับ 16.80 กิโล-แคลอรี และ 1.10 กรัม/ตัว/48 ชั่วโมง ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของ Sibbald และ Wolynetz (1985) ซึ่งรายงานว่า เมื่ออดอาหารไก่เพศผู้โตเต็มวัย พันธุ์ Single Comb White Leghorn มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.77 กิโลกรัม มีค่าพลังงานและไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมาทางมูลและปัสสาวะ เฉลี่ยเท่ากับ 16.97 กิโลแคลอรี และ 1.076 กรัม/ตัว/48 ชั่วโมง ตามลำดับ

2.1 **การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง** การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีค่าดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณมูลและปัสสาวะ และการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด [1]

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัมของวัตถุแห้ง)	ปริมาณมูลและปัสสาวะ (กรัมของวัตถุแห้ง)	การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง (%)
ไก่ระยะอดอาหาร			
- ก่อนทำการทดลอง	-	5.40 ± 1.13	-
- หลังทำการทดลอง	-	6.35 ± 1.71	-
เฉลี่ยไก่ระยะอดอาหาร	-	5.87 ± 1.52	-
PKC [2]	27.62 ± 7.42	21.26 ± 6.26	46.29 ± 10.03
ข้าวโพด	35.55	8.98 ± 0.94	91.25 ± 3.75
กากถั่วเหลือง	35.27	20.92 ± 1.41	57.34 ± 2.27
ปลาป่น	36.42	23.06 ± 1.66	52.81 ± 4.38

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

2 : ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการป้อน PKC ในปริมาณ 20, 30 และ 40 กรัม

จากผลการทดลองพบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีค่าผันแปรตั้งแต่ 46.29-91.25 เปอร์เซ็นต์ โดยข้าวโพดมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงสูงที่สุด (91.25 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ กากถั่วเหลือง (57.34 เปอร์เซ็นต์) ปลาป่น (52.81 เปอร์เซ็นต์) และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (46.29 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ซึ่ง อุทัย (2529) รายงานว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการ ได้แก่ ปริมาณเยื่อใย ปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก และเถ้า ที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้นๆ โดยที่อาหารสัตว์ที่มีปริมาณเยื่อใยอยู่ในระดับสูง จะมีการดูดน้ำในระหว่างที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารเข้าไปรวมกับเยื่อใยมากขึ้น ทำให้การเคลื่อนที่ของอาหารเร็วขึ้น มีผลทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงน้อยลง จากผลการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีปริมาณเยื่อใยสูงขึ้น จะมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงน้อยลง ซึ่งได้แก่ ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน โดยมีปริมาณเยื่อใย 2.31, 5.84 และ 15.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง 91.25, 57.34 และ 46.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปลาป่นนั้นถึงแม้ว่าจะมีปริมาณเยื่อใยน้อย (1.07 เปอร์เซ็นต์) แต่ก็มีปริมาณเถ้าสูง (29.29 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งอาจมีผลไปขัดขวางการย่อยและดูดซึมโภชนะ ทำให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงลดลง (Muztar *et al.*, 1977)

ส่วนปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก ซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายเป็นส่วนใหญ่ อันได้แก่ แป้งและน้ำตาล สัตว์ปีกสามารถย่อยได้ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ (Scott *et al.*, 1982) ฉะนั้นในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกมาก ทำให้มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงสูงเช่นกัน จากผลการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่า ในข้าวโพดมีปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 81.90 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงสูงที่สุด ส่วนในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันถึงแม้ว่าจะมีปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (53.43 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในกากถั่วเหลือง (31.35 เปอร์เซ็นต์) และปลาป่น (1.39 เปอร์เซ็นต์) แต่การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงมีค่าต่ำกว่าของกากถั่วเหลืองและปลาป่น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีปริมาณเยื่อใยสูงกว่าในกากถั่วเหลืองและปลาป่น ทำให้การเคลื่อนที่ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระบบทางเดินอาหารเคลื่อนตัวได้เร็วกว่า (สุธา และคณะ, 2534) ส่งผลให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงต่ำกว่า นอกจากนี้เยื่อใยในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีกะลาปนอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีลิกนิน (ADL) เป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง ทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงต่ำ (วินัย, 2538)

2.2 **สมดุลไนโตรเจน** สมดุลไนโตรเจนของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีค่าดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณไนโตรเจนที่กิน ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่าย และสมดุลไนโตรเจนของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด [1]

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ปริมาณไนโตรเจนที่กิน (กรัมของวัตถุแห้ง)	ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่าย (กรัมของวัตถุแห้ง)	สมดุลไนโตรเจน [3]
ไก่ระยะอดอาหาร			
- ก่อนทำการทดลอง	-	1.148 ± 0.276	-1.148 ± 0.276
- หลังทำการทดลอง	-	1.212 ± 0.452	-1.212 ± 0.452
เฉลี่ยไก่ระยะอดอาหาร	-	1.180 ± 0.376	-1.180 ± 0.376
PKC [2]	0.689 ± 0.185	1.135 ± 0.261	-0.446 ± 0.259
ข้าวโพด	0.460	1.099 ± 0.222	-0.639 ± 0.222
กากถั่วเหลือง	2.938	2.935 ± 0.355	+0.003 ± 0.355
ปลาป่น	3.480	2.966 ± 0.232	+0.514 ± 0.232

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

2 : ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการป้อน PKC ในปริมาณ 20, 30 และ 40 กรัม

3 : เครื่องหมาย – หมายถึง มีการสูญเสียไนโตรเจนออกจากร่างกาย
เครื่องหมาย + หมายถึง มีการสะสมไนโตรเจนในร่างกาย

จากผลการทดลองในตารางที่ 8 พบว่า สมดุลไนโตรเจนของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีค่าทั้งที่เป็นบวกและเป็นลบ โดยปลาป่นและกากถั่วเหลืองมีค่าสมดุลไนโตรเจนเป็นบวก แต่กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันและข้าวโพดมีค่าสมดุลไนโตรเจนเป็นลบ ซึ่ง Lloyd และคณะ (1978) และ Patrick และ Schaible (1980) กล่าวว่า สมดุลไนโตรเจนเป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพของโปรตีนในร่างกาย เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกรดแอมิโน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีน โดยดูว่ามีการสะสมหรือสูญเสียไนโตรเจนของร่างกาย สำหรับในสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วนั้นไม่ควรมีการสะสมไนโตรเจนเกิดขึ้น โดยสัตว์จะมีไนโตรเจนในสภาพสมดุล นั่นคือ ไนโตรเจนที่ได้รับมีปริมาณเท่ากับไนโตรเจนที่ขับออกมา แต่จากผลการทดลองนี้ การที่ค่าสมดุลไนโตรเจนมีค่าเป็นบวก อาจเป็นไปได้ที่ไก่ซึ่งใช้ในการทดลองยังมีการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ จึงได้ใช้กรดแอมิโนในปลาป่นและกากถั่วเหลืองซึ่งมีปริมาณสูงและมีความสมดุลไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนของร่างกาย และกรดแอมิโนอีกส่วนหนึ่งร่างกายได้นำไปใช้เป็นแหล่งพลังงาน โดยที่มีการนำกลุ่มแอมิโนออก และส่วนที่เป็นโครงสร้างของคาร์บอนก็จะเข้าสู่กระบวนการผลิตพลังงาน ทำให้ร่างกายมีพลังงานที่เพียงพอสำหรับการดำรงชีพ ส่วนข้าวโพดและกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น มีโปรตีนน้อยและร่างกายสัตว์ได้รับพลังงานไม่เพียงพอสำหรับการดำรงชีพ จึงได้สลายโปรตีนจากเนื้อเยื่อภายในร่างกายเพื่อใช้เป็นพลังงาน ทำให้ไนโตรเจนที่ถูกขับออกจากร่างกายมีมากกว่าไนโตรเจนที่กินเข้าไปจึงมีสมดุลไนโตรเจนเป็นลบ

2.3 **พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้** ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีค่าดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าพลังงานรวมและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด [1]

วัตถุดิบอาหารสัตว์	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กก. ของวัตถุแห้ง)	พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี/กก. ของวัตถุแห้ง)			
		AME	AME_n	TME	TME_n
PKC [2]	5,046	1,832 ± 275	1,983 ± 284	2,496 ± 384	2,267 ± 327
		(36.32) [3]	(39.30)	(49.47)	(44.93)
ข้าวโพด	4,776	3,852 ± 79	4,000 ± 78	4,329 ± 112	4,204 ± 70
		(80.66)	(83.75)	(90.64)	(88.02)
กากถั่วเหลือง	5,191	3,167 ± 122	3,167 ± 88	3,648 ± 103	3,372 ± 72
		(61.01)	(61.00)	(70.27)	(64.97)
ปลาป่น	4,462	3,016 ± 156	2,900 ± 110	3,482 ± 141	3,100 ± 103
		(67.60)	(65.00)	(78.03)	(69.46)

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

2 : ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการป้อน PKC ในปริมาณ 20, 30 และ 40 กรัม

3 : ค่าในวงเล็บคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของพลังงานรวม

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ทั้งที่อยู่ในรูปของ AME, AME_n, TME และ TME_n นั้น วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้ค่าสูงที่สุด คือ ข้าวโพด รองลงมาคือ กากถั่วเหลือง ปลาป่น และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ทั้งนี้เนื่องมาจากการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของข้าวโพดมีค่าสูงสุด (91.25 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ กากถั่วเหลือง ปลาป่น และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (57.34, 52.81 และ 46.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

สำหรับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้นั้น Sibbald (1982) รายงานว่า ถ้าสัตว์มีการสลายไนโตรเจนที่สะสมในร่างกายมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ก็จะขับไนโตรเจนส่วนที่เหลือจากกระบวนการผลิตพลังงานออกมาทางปัสสาวะในรูปของกรดยูริค ซึ่งสารประกอบไนโตรเจนก็ มีพลังงานอยู่ด้วย ทำให้มีปริมาณพลังงานที่ขับถ่ายออกมาเพิ่มขึ้น ดังนั้นในทางปฏิบัติ การประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ จึงควรจะต้องมีการปรับค่าสมดุลไนโตรเจน กล่าวคือ ไม่มีการสะสมหรือสูญเสียไนโตรเจนในร่างกาย ซึ่งเมื่อปรับค่าสมดุลไนโตรเจนแล้ว ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จะลดลงมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความสามารถในการนำเอาไนโตรเจนจากอาหารมาเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนในร่างกาย หรือขึ้นอยู่กับว่าสัตว์มีการสูญเสียไนโตรเจนจากร่ายกายมากน้อยเพียงใด ดังนั้นการปรับค่าสมดุลไนโตรเจน จะทำให้ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ประเมินเป็นค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น นอกจากนี้การปรับค่าสมดุลไนโตรเจนของค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ยังช่วยลดความแตกต่างระหว่างตัวสัตว์และชนิดของตัวสัตว์ทดลอง ซึ่ง Hill และ Anderson (1958) เสนอว่า ให้ใช้ค่าคงที่ 8.22 เพื่อใช้ในการปรับค่าสมดุลไนโตรเจนของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นค่าเมื่อร่างกายมีการสลายไนโตรเจนที่สะสมในร่างกาย 1 กรัม จะขับถ่ายพลังงานทางปัสสาวะเท่ากับ 8.22 กิโลแคลอรี

ค่า AME_n ของปลาป่น มีค่าต่ำลง เมื่อเปรียบเทียบกับค่า AME เนื่องมาจากมีการสะสมไนโตรเจนไว้ในร่างกาย (ค่าสมดุลไนโตรเจนเท่ากับ +0.514) เมื่อปรับให้ไนโตรเจนส่วนที่ถูกสะสมมาเป็นพลังงาน ก็จะมีพลังงานส่วนที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้มากขึ้น พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในรูปของ AME_n จึงมีค่าลดลง (Sibbald, 1982) แต่สำหรับค่า AME_n ของกากถั่วเหลือง จะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับค่า AME เนื่องจากมีการสะสมไนโตรเจนไว้ในร่างกายน้อยกว่าปลาป่น (ค่าสมดุลไนโตรเจนเท่ากับ +0.003) ดังนั้นค่า AME_n และค่า AME ของกากถั่วเหลืองจึงมีค่าเท่ากัน ในขณะที่ค่า AME_n ของข้าวโพดและกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันนั้น ค่า AME_n มีค่ามากกว่าค่า AME เนื่องจากข้าวโพดและกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนต่ำ ร่างกายต้องสลายเนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน ทำให้ไนโตรเจนถูกขับถ่ายออกจากร่างกายมากขึ้น (ค่าสมดุลไนโตรเจนเท่ากับ –0.639 และ –0.446 ตามลำดับ) จึงมีพลังงานที่สูญเสียในมูลและปัสสาวะมากขึ้น ซึ่งเป็นพลังงานที่ไม่ได้มาจากอาหารโดยตรง ทำให้ค่าพลังงานในมูลและปัสสาวะสูงกว่าความเป็นจริง และเมื่อแยกพลังงานส่วนนี้ (พลังงานที่สูญเสียจากการสลายเนื้อเยื่อ) ออกมา จึงทำให้ค่า AME_n สูงขึ้น

แต่สำหรับค่า TME_n เมื่อเปรียบเทียบกับค่า TME นั้น จะมีค่าต่ำลงเพราะสมดุลไนโตรเจนที่เป็นลบคือไนโตรเจนที่มาจากการสลายเนื้อเยื่อ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายออกมาทางมูลและปัสสาวะของสัตว์ที่อดอาหารมีค่าเท่ากัน

เนื่องจากวิธีการประเมินและการใช้สัตว์ทดลองแตกต่างกัน ดังนั้นการเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดในการทดลองครั้งนี้กับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดเดียวกันที่ประเมินโดยผู้ทดลองคนอื่น จึงควรใช้ค่า TME_n ในการเปรียบเทียบ ทั้งนี้เนื่องจากค่า TME_n จะให้ค่าพลังงานที่ถูกต้องกว่า AME_n ซึ่งสอดคล้องกับ Flores และ Castanon (1991) ที่รายงานว่า ค่า TME_n เป็นค่าพลังงานที่เหมาะสมที่สุด แต่สำหรับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น ค่า TME_n ยังไม่มีข้อมูลที่รายงานโดยผู้ทดลองคนอื่น ดังนั้นจึงใช้ค่า TME ในการเปรียบเทียบ ซึ่งอาจจะได้ค่าในการเปรียบเทียบไม่ถูกต้องมากนัก แต่ก็น่าจะเป็นแนวทางในการเปรียบเทียบได้

กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่า TME เท่ากับ 2,496 กิโลแคลอรี/กก. ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่รายงานไว้โดย Yeong (1981) คือ 1,939 กิโลแคลอรี/กก. ทั้งนี้เนื่องมาจากกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณไขมันสูง (11.25 เปอร์เซ็นต์) กว่าที่ Yeong ใช้ (0.80 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของชนิดของปาล์มน้ำมัน และกระบวนการในการผลิตที่ต่างกัน

ข้าวโพดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่า TME_n เท่ากับ 4,204 กิโลแคลอรี/กก. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย เดชา และคณะ (2537) และ Sibbald และ Wolynetz (1988) คือ 4,132 และ 4,063 กิโลแคลอรี/กก. ตามลำดับ

กากถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่า TME_n เท่ากับ 3,372 กิโลแคลอรี/กก. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย Muztar และ Slinger (1981a) คือ 3,340 กิโลแคลอรี/กก. แต่มีค่าสูงกว่าที่รายงานไว้โดย เดชา และคณะ (2537) คือ 2,995 กิโลแคลอรี/กก. ทั้งนี้เนื่องมาจากกากถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณไขมันสูง (3.37 เปอร์เซ็นต์) กว่าที่ เดชา และคณะใช้ (2.33 เปอร์เซ็นต์)

ปลาป่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่า TME_n เท่ากับ 3,100 กิโลแคลอรี/กก. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย เดชา และคณะ (2537) และ Fisher และ McNab (1987) คือ 3,006 และ 3,121 กิโลแคลอรี/กก. ตามลำดับ

2.4 ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

การประเมินค่ากรดแอมิโนจากภายในร่างกายที่ถูกขับถ่ายออกมา (endogenous amino acid) ของไก่ระยะอดอาหารก่อนและหลังทำการทดลอง มีเท่ากับ 330.17 และ 326.98 มิลลิกรัม/ตัว/48 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าที่ได้ทั้งก่อนและหลังทำการทดลองป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้น มีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงใช้ค่าเฉลี่ยของกรดแอมิโนจากภายในร่างกายที่ถูกขับถ่ายออกมาก่อนและหลังทำการทดลอง (328.57 มิลลิกรัม/ตัว/ 48 ชั่วโมง) ในการคำนวณค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิด ซึ่งปริมาณกรดแอมิโนแต่ละชนิดจากภายในร่างกายที่ถูกขับถ่ายออกมา มีค่าดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปริมาณกรดแอมิโนในมูลและปัสสาวะของไก่ระยะอดอาหาร

กรดแอมิโน	ก่อนทำการทดลอง	หลังทำการทดลอง	เฉลี่ยไก่ระยะอดอาหาร [1]
	← (มิลลิกรัมของวัตถุแห้ง) →		
ไลซีน	15.83	20.19	18.01 ± 2.18
เมไธโอนีน	2.83	3.28	3.04 ± 0.22
ทรีโอนีน	14.70	14.33	14.51 ± 0.19
ลูซีน	12.44	9.77	11.10 ± 1.33
ไอโซลูซีน	9.05	13.68	11.36 ± 2.32
วาลีน	15.26	19.54	17.40 ± 2.14
ฮีสติดีน	23.18	19.54	21.36 ± 1.82
อาร์จินีน	70.10	52.11	61.11 ± 9.00
เฟนนิลอะลานีน	10.18	11.72	10.95 ± 0.77
ไทโรซีน	9.61	11.07	10.34 ± 0.73
ไกลซีน	52.01	52.76	52.39 ± 0.37
ซีรีน	13.00	9.77	11.39 ± 1.62
โพรลีน	23.18	20.19	21.69 ± 1.49
อะลานีน	12.44	15.63	14.04 ± 1.60
กรดกลูตามิก	27.70	30.61	29.16 ± 1.46
กรดแอสพาร์ติก	18.66	22.79	20.73 ± 2.07
รวม	330.17	326.98	328.57 ± 1.60

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณกรดแอมิโนจากภายในร่างกายที่ถูกขับถ่ายออกมาของไก่ระยะอดอาหารนั้น มีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย Muztar และ Slinger (1981b) คือ 272.80 มิลลิกรัม/ตัว/48 ชั่วโมง (ไม่มีค่าของกรดแอมิโนไกลซีน) โดยค่าที่ได้จากการทดลองนี้ เมื่อหักลบค่าของกรดแอมิโนไกลซีนจากภายในร่างกายที่ถูกขับถ่ายออกมาในมูลและปัสสาวะออกแล้ว มีค่าเท่ากับ 276.19 มิลลิกรัม/ตัว/48 ชั่วโมง และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณกรดแอมิโนแต่ละชนิดจากภายในร่างกายที่ถูกขับถ่ายออกมาก็พบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงเช่นกัน

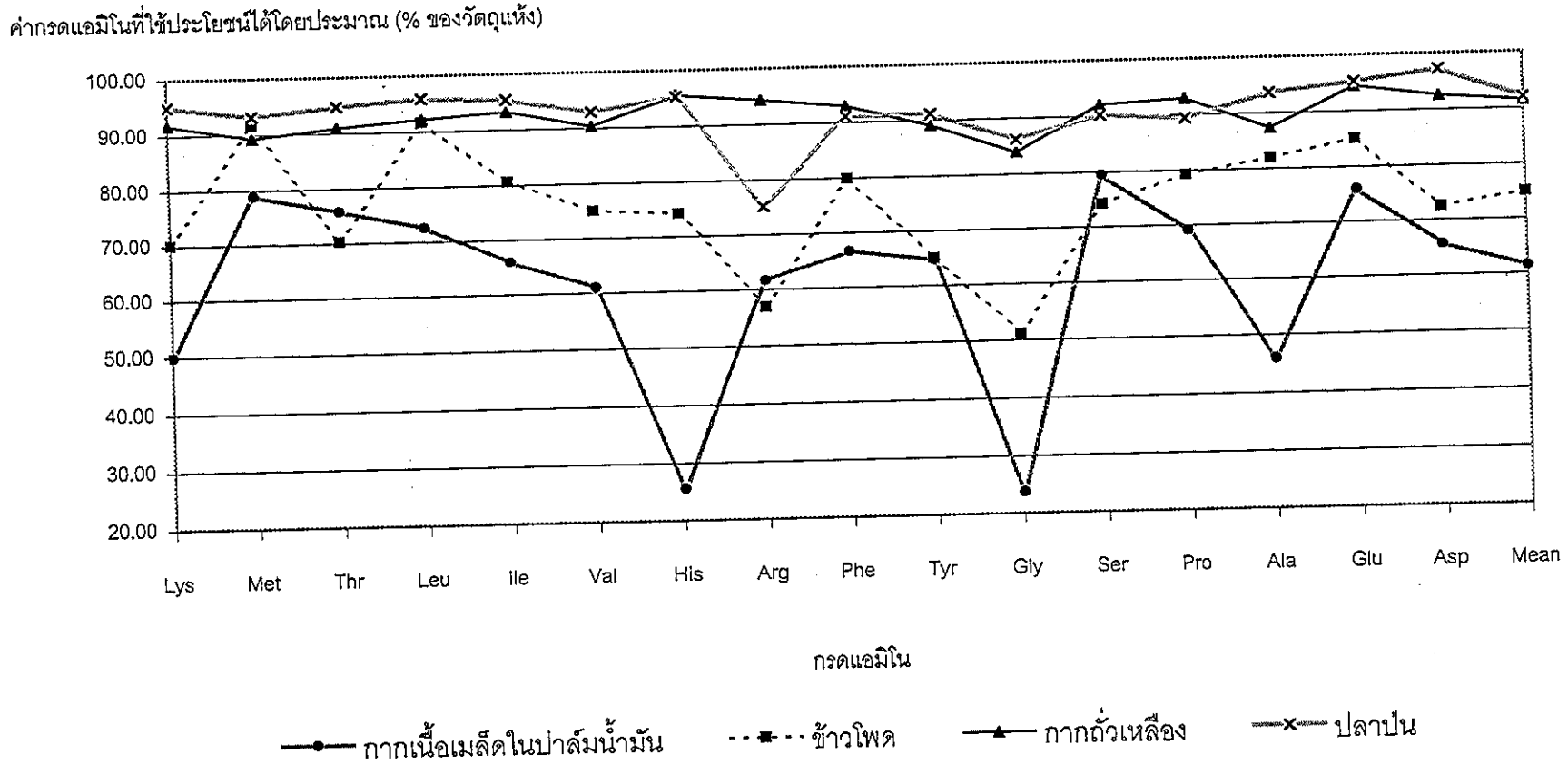
สำหรับค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณและค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีค่าดังแสดงในตารางที่ 11 และภาพที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ และค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (ค่าในวงเล็บ) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด

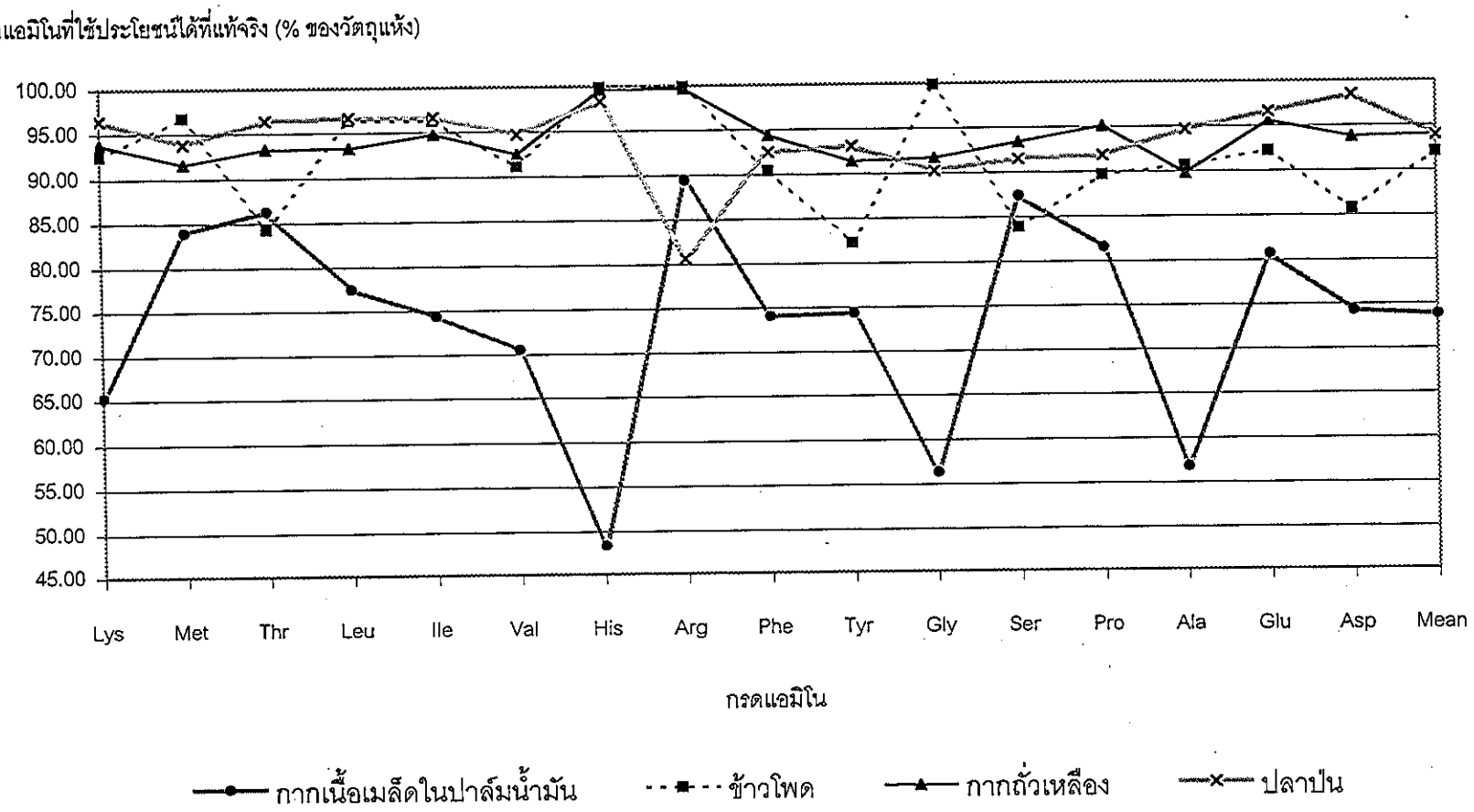
กรดแอมิโน	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	PKC [2]	ข้าวโพด	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น
	← (% ของวัตถุแห้ง) →			
ไลซีน	49.85 (65.27)	70.08 (92.54)	91.72 (93.82)	95.03 (96.49)
เมไธโอนีน	78.84 (83.95)	91.67 (96.78)	89.26 (91.57)	93.17 (93.85)
ทรีโอนีน	75.85 (86.26)	70.27 (84.33)	90.91 (93.25)	94.76 (96.43)
ลูซีน	72.53 (77.49)	91.69 (96.39)	92.21 (93.31)	95.89 (96.71)
ไอโซลูซีน	65.95 (74.34)	80.61 (96.26)	93.22 (94.76)	95.31 (96.69)
วาลีน	61.00 (70.51)	75.06 (91.10)	90.30 (92.53)	92.89 (94.68)
ฮีสติดีน	25.61 (48.29)	74.23 (100.00)	95.46 (99.62)	95.24 (98.35)
อาร์จินีน	61.70 (89.48)	56.92 (100.00)	94.35 (99.67)	75.13 (80.65)
เฟนนิลอะลานีน	66.56 (74.06)	79.86 (90.42)	92.86 (94.37)	90.99 (92.55)
ไทโรซีน	64.74 (74.35)	65.09 (82.31)	89.12 (91.38)	91.10 (93.11)
ไกลซีน	23.67 (56.36)	51.05 (99.88)	83.92 (91.72)	86.18 (90.26)
ซีรีน	79.48 (87.38)	74.23 (83.87)	92.03 (93.38)	90.17 (91.52)
โพรลีน	69.11 (81.58)	79.30 (89.66)	92.88 (95.09)	89.42 (91.82)
อะลานีน	45.90 (56.78)	81.92 (90.66)	87.37 (89.78)	93.60 (94.70)
กรดกลูตามิก	75.99 (80.70)	85.09 (92.25)	94.46 (95.53)	95.21 (96.62)
กรดแอสพาร์ติก	65.54 (74.30)	72.51 (85.76)	92.51 (93.77)	97.22 (98.47)
เฉลี่ย [1]	61.39 ± 16.57	74.97 ± 11.04	91.41 ± 2.83	91.96 ± 5.16
	(73.82 ± 11.57)	(92.02 ± 5.66)	(93.97 ± 2.59)	(93.93 ± 4.18)

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

2 : ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการป้อน PKC ในปริมาณ 20, 30 และ 40 กรัม



ภาพที่ 2 ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด



ภาพที่ 3 ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด

การเปรียบเทียบค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ในการทดลองครั้งนี้กับค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่รายงานไว้โดยผู้ทดลองคนอื่นนั้น จะใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงในการเปรียบเทียบ เนื่องจากกรดแอมิโนที่พบในมูลและปัสสาวะนั้น มิได้มีเฉพาะส่วนของกรดแอมิโนจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ย่อยไม่ได้เท่านั้น แต่จะมีกรดแอมิโนที่ถูกขับถ่ายออกมาจากระบบทางเดินอาหาร ซึ่งบางส่วนสัตว์ไม่สามารถย่อยและดูดซึมกลับคืนได้จึงถูกขับถ่ายออกมา

กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงเฉลี่ยเท่ากับ 73.82 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 48.29-89.48 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งค่าที่ได้นี้มีค่าต่ำกว่าที่รายงานไว้โดย Onwudike (1986a) คือ 83.30 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 52.10-92.70 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้เนื่องมาจากกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณเยื่อใยสูง (15.17 เปอร์เซ็นต์) กว่าที่ Onwudike ใช้ (11.20 เปอร์เซ็นต์) โดยปริมาณเยื่อใยที่สูงนั้น นับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Parsons, 1995) โดยไปลดการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนในกาก-เนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนลดลง (Onwudike, 1986a) หรืออาจเป็นไปได้ที่เยื่อใยในอาหารสามารถสร้างตัวเองเป็นเจล (gel) หุ้มรอบๆ กรดแอมิโนหรือแย่งการดูดซับเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยอาหาร จึงทำให้ความสามารถในการย่อยอาหารของสัตว์ลดลง (Parsons, 1986) นอกจากนี้ เยื่อใยในอาหารยังมีผลต่อการสูญเสียไนโตรเจนและกรดแอมิโนในระบบทางเดินอาหารมากขึ้น และยังทำให้อัตราการไหลผ่านของอาหารเร็วขึ้นด้วย (Okumura *et al.*, 1982; Rahario and Farrell, 1984; Sauer and Ozimek, 1985; Janssen and Carre, 1989)

ข้าวโพดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงเฉลี่ยเท่ากับ 92.02 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 82.31-100.00 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดยสุวิทย์ (2532) คือ 90.37 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 87.00-96.00 เปอร์เซ็นต์)

กากถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงเฉลี่ยเท่ากับ 93.97 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 89.78-99.67 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย Likuski และ Dorrell (1978) คือ 94.00 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 92.00-96.00 เปอร์เซ็นต์) และBarbour และ Sim (1991) คือ 94.08 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 87.00-96.00 เปอร์เซ็นต์)

ปลาป่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงเฉลี่ยเท่ากับ 93.93 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 80.65-98.47 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย สุวิทย์ (2532) คือ 93.91 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 87.53-96.12 เปอร์เซ็นต์)

เมื่อพิจารณาระดับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณกับกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 11) พบว่า ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงมีค่ามากกว่าค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณในข้าวโพด กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน กากถั่วเหลือง และปลาป่น เท่ากับ 17.05, 12.43, 2.56 และ 1.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ระดับความแตกต่างจะลดลง เมื่อไก่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนสูง โดยในกากถั่วเหลืองและปลาป่นซึ่งเป็นแหล่งโปรตีน มีปริมาณและความสมดุลของกรดแอมิโนดีกว่าในข้าวโพดและกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันซึ่งมีโปรตีนในระดับต่ำ ทำให้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณของกากถั่วเหลืองและปลาป่นมีค่าสูงกว่าในข้าวโพดและกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณและกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงมีค่าความแตกต่างน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Parsons และคณะ (1982) ที่รายงานว่า การให้สัตว์ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนที่มีปริมาณของกรดแอมิโนและความสมดุลดี จะลดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณและค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง

บทที่ 4

การทดลองที่ 2

การศึกษาผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหารไก่กระทง

บทนำ :

การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทงนั้น ได้มีผู้ทำการวิจัยกันมาแล้วมากพอสมควร แต่อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาถึงระดับที่เหมาะสมของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทง โดยการใช้ค่าพลังงานและค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์มาคำนวณสูตรอาหารยังมีข้อมูลน้อย ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้นำค่าพลังงานและค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้จากการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดในการทดลองที่ 1 มาคำนวณสูตรอาหาร ซึ่งอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการที่จะสามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันได้ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการทดลอง :

1. เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทง
2. เพื่อศึกษาสูตรอาหารไก่กระทงที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน โดยคำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด (total amino acid : TAA) เปรียบเทียบกับการคำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ (available amino acid : AAA)

โดยศึกษาจากปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร คุณภาพซาก และต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-3, 3-6, 6-8 และ 0-8 สัปดาห์

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ :

วัสดุ อุปกรณ์ :

1. วัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แก่ กากถั่วเหลือง ซึ่งผลิตโดย บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน) มีโปรตีน ไม่น้อยกว่า 42 เปอร์เซ็นต์ ปลาป่น ซึ่งผลิตโดย บริษัท สงขลามารีนโปรดักส์ จำกัด มีโปรตีน ไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด น้ำมันปาล์ม ไดแคลเซียมฟอสเฟต เปลือกหอย เกลือ และกรดแอมิโนสังเคราะห์ ได้แก่ ดีแอล-เมไธโอนีน โดยซื้อจากร้านขายวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พรีมิกซ์ (วิตามิน-แร่ธาตุ) และกรดแอมิโนสังเคราะห์ ได้แก่ กรดแอมิโนแอล-ไลซีน แอล-ทรีโอนีน และแอล-ทริพโทเฟน ซึ่งผลิตโดย บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะเซลล์ (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารทดลอง

2. สัตว์ทดลอง ใช้ไก่กระทงพันธุ์ ซีพี 707 คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 480 ตัว

3. โรงเรือนและอุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่ ได้แก่

 3.1 อุปกรณ์ในการกกลูกไก่

 3.2 อุปกรณ์สำหรับใช้ในการเลี้ยงไก่ ได้แก่ ถาดอาหาร ถังอาหารแบบแขวน กระติกน้ำ และถังพลาสติกที่มีฝาปิดสำหรับใส่อาหารทดลอง

 3.3 ไฮโกรมิเตอร์ (hygrometer) สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนในระหว่างการทดลอง

 3.4 เครื่องชั่งอาหารและไก่ พร้อมด้วยอุปกรณ์ในการชั่งน้ำหนัก

4. วัคซีนป้องกันโรค ได้แก่ วัคซีนป้องกันโรคหลอดลมอักเสบ นิวคาสเซิล กัมโบโร ฝีดาษ

5. ยาและวิตามินละลายน้ำ

6. อุปกรณ์สำหรับฆ่าชำแหละและตัดแต่งซาก ได้แก่ มีด เตาไฟพร้อมกะทะต้มน้ำร้อน เครื่องมือถอนขนไก่ เครื่องชั่ง กะละมัง ห้องแช่เย็น และถุงพลาสติก

วิธีการทดลอง :

ใช้ไก่กระทงพันธุ์ ซีพี 707 คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 480 ตัว แบ่งออกเป็น 8 กลุ่ม (treatment) กลุ่มละ 3 ซ้ำ (replication) ซ้ำละ 20 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design : CRD) (จรัญ, 2534) เลี้ยงไก่ในคอกทดลองขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 3 เมตร พื้นคอกเป็นซีเมนต์และมีวัสดุรองพื้นคอกเป็นขี้เลื่อย โดยแบ่งระยะการเจริญเติบโตของไก่ออกเป็น 3 ระยะคือ ระยะไก่เล็ก (0-3 สัปดาห์) ระยะไก่เจริญเติบโต (3-6 สัปดาห์) และระยะไก่ใหญ่ (6-8 สัปดาห์) ซึ่งในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต ไก่จะได้รับสูตรอาหารที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบจำนวน 8 สูตร (ตารางที่ 12) ซึ่งมีส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และส่วนประกอบของโภชนะ ดังแสดงในตารางที่ 13, 14 และ 15 ตามลำดับ โดยสูตรอาหารทดลองทุกสูตรในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตปรับให้มีระดับของโปรตีน กรดแอมิโน วิตามินและแร่ธาตุ ในสูตรอาหารครบตามความต้องการของสัตว์ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งระดับของกรดแอมิโน ในสูตรอาหารที่คำนวณ AAA จะปรับให้ระดับของเมไธโอนีน เมไธโอนีนและซีสตีน ไลซีน ทรีโอนีน และทริพโทเฟนที่ใช้ประโยชน์ได้ครบตามความต้องการของสัตว์ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ส่วนกรดแอมิโนตัวอื่นๆ จะปรับให้ระดับของกรดแอมิโนทั้งหมดในสูตรอาหารครบตามความต้องการของสัตว์ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ยกเว้น ระดับของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งตามคำแนะนำของ NRC (1994) นั้น ได้กำหนดให้ใช้ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ เมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (AME_n) แต่ในการทดลองนี้ใช้ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง เมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (TME_n) ซึ่งทำให้ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่าคำแนะนำของ NRC (1994) ทั้งนี้เนื่องมาจากไม่สามารถใช้ค่าพลังงาน AME_n คำนวณสูตรอาหารได้ โดยเฉพาะในอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ เพราะจะต้องเสริมน้ำมันปาล์มในระดับที่สูงมาก ส่งผลให้อาหารเปียกแชะและเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย นอกจากนี้จากการที่ในอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตรนั้น มีระดับของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าในอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ นั้น ซึ่งสามารถลดระดับของพลังงานนี้ลงได้โดยการใส่แกลบลงไปในสูตรอาหาร แต่จะส่งผลให้ปริมาณเยื่อใยเพิ่มมากขึ้น จึงไม่ได้ใส่แกลบในสูตร

อาหาร และเพื่อต้องการให้อาหารสูตรควบคุมเหมือนกับสูตรอาหารทั่วๆ ไปที่ใช้กันในฟาร์ม สำหรับในการเลี้ยงนั้นให้ไก่ได้รับอาหารอย่างเต็มที่และน้ำสะอาดตลอดเวลา

เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 8 สัปดาห์ ทำการคัดเลือกไก่ที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวในแต่ละซ้ำๆ ละ 4 ตัว คือ ไก่เพศผู้ 2 ตัว และไก่เพศเมีย 2 ตัว รวมทั้งหมดจำนวน 96 ตัว เพื่อนำไปศึกษาคุณภาพซาก โดยใช้วิธีการฆ่าและชำแหละซากออกเป็นส่วนต่างๆ ตามวิธีการของ Moreng และ Avens (1985) และ Smith (1993)

ตารางที่ 12 สูตรอาหารไก่กระทงที่ใช้ในการทดลอง

สูตรอาหาร	ระดับของ PKC (%)	การคำนวณปริมาณกรดแอมิโนในสูตรอาหาร
สูตรที่ 1	0	TAA (สูตรควบคุม)
สูตรที่ 2	0	AAA (สูตรควบคุม)
สูตรที่ 3	20	TAA
สูตรที่ 4	30	TAA
สูตรที่ 5	40	TAA
สูตรที่ 6	20	AAA
สูตรที่ 7	30	AAA
สูตรที่ 8	40	AAA

TAA : ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด AAA : ปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 13 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทง ช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมัน (%)	0.000	0.000	20.000	30.000	40.000	20.000	30.000	40.000
ข้าวโพด (%)	55.507	55.134	33.992	22.175	10.357	33.244	21.397	9.548
กากถั่วเหลือง (%)	37.852	37.911	34.940	33.650	32.359	35.057	33.771	32.486
ปลาป่น (%)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
น้ำมันปาล์ม (%)	0.000	0.000	4.508	7.655	10.803	4.793	7.952	11.111
ไดแคลเซียมฟอสเฟต (%)	1.753	1.754	1.679	1.644	1.609	1.680	1.646	1.611
เปลือกหอย (%)	0.732	0.731	0.668	0.634	0.600	0.667	0.632	0.598
พรีมิกซ์[1] (%)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
เกลือ (%)	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
กรดแอมิโนสังเคราะห์ที่เสริม								
ดีแอล-เมไธโอนีน (%)	0.269	0.380	0.292	0.305	0.319	0.411	0.428	0.445
แอล-ไลซีน (%)	0.087	0.191	0.114	0.126	0.138	0.239	0.261	0.284
แอล-ทรีโอนีน (%)	0.000	0.099	0.007	0.011	0.015	0.109	0.113	0.117
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ (% ของน้ำหนักแห้ง : air dry basis)								
TME_n (กิโลแคลอรี่/กก.)	3,284	3,272	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
วัตถุแห้ง (%)	88.85	88.88	90.03	90.72	91.42	90.09	90.78	91.48
โปรตีน (%)	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
เยื่อใย (%)	3.12	3.11	5.33	6.43	7.52	5.32	6.42	7.51
แคลเซียม (%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
กรดแอมิโน[2]								
เมไธโอนีน (%)	0.511	0.621	0.532	0.543	0.555	0.650	0.665	0.680
	(0.489)	(0.599)	(0.505)	(0.514)	(0.523)	(0.623)	(0.636)	(0.649)
เมไธโอนีน + ซีสตีน (%)	0.900	1.011	0.900	0.900	0.900	1.018	1.021	1.025
	(0.789)	(0.900)	(0.782)	(0.778)	(0.775)	(0.900)	(0.900)	(0.900)
ไลซีน (%)	1.100	1.205	1.100	1.100	1.100	1.226	1.236	1.247
	(0.996)	(1.100)	(0.974)	(0.964)	(0.953)	(1.100)	(1.100)	(1.100)
ทรีโอนีน (%)	0.801	0.899	0.800	0.800	0.800	0.902	0.902	0.902
	(0.701)	(0.800)	(0.698)	(0.698)	(0.697)	(0.800)	(0.800)	(0.800)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
ทริพโทเฟน (%)	0.285	0.285	0.280	0.278	0.276	0.280	0.278	0.276
	(0.231)	(0.231)	(0.221)	(0.217)	(0.212)	(0.222)	(0.217)	(0.212)
ลูซีน (%)	1.412	1.410	1.360	1.332	1.303	1.360	1.330	1.303
	(1.304)	(1.303)	(1.226)	(1.186)	(1.145)	(1.225)	(1.184)	(1.144)
ไอโซลูซีน (%)	0.854	0.850	0.852	0.852	0.852	0.850	0.850	0.850
	(0.785)	(0.785)	(0.763)	(0.753)	(0.744)	(0.764)	(0.754)	(0.745)
วาลีน (%)	0.961	0.960	0.968	0.972	0.976	0.970	0.970	0.980
	(0.847)	(0.847)	(0.826)	(0.817)	(0.807)	(0.827)	(0.817)	(0.808)
ฮีสติดีน (%)	0.661	0.660	0.642	0.632	0.623	0.640	0.630	0.620
	(0.606)	(0.606)	(0.553)	(0.526)	(0.500)	(0.553)	(0.527)	(0.501)
อาร์จินีน (%)	1.393	1.390	1.381	1.375	1.370	1.380	1.380	1.370
	(1.224)	(1.225)	(1.192)	(1.178)	(1.164)	(1.193)	(1.180)	(1.166)
เฟนนิลอะลานีน (%)	0.886	0.886	0.875	0.870	0.865	0.876	0.870	0.865
	(0.803)	(0.804)	(0.775)	(0.761)	(0.747)	(0.775)	(0.761)	(0.748)
เฟนนิลอะลานีน +	1.440	1.440	1.435	1.434	1.432	1.440	1.430	1.430
ไทโรซีน (%)	(1.278)	(1.278)	(1.245)	(1.230)	(1.215)	(1.246)	(1.231)	(1.215)
ไกลซีน + ซีรีน (%)	1.931	1.931	1.903	1.889	1.875	1.903	1.889	1.875
	(1.628)	(1.628)	(1.554)	(1.519)	(1.484)	(1.556)	(1.521)	(1.486)
ราคา (บาท/ก.ก.)	9.02	9.51	9.80	10.45	11.11	10.41	11.10	11.77

1 : พรีมิกซ์ 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามิน AD_3 1.5 กรัม วิตามิน E_{50} 6 กรัม วิตามิน K 0.15 กรัม วิตามิน B_{12} 4 กรัม Biotin 0.03 กรัม Choline Chloride 260 กรัม Folic acid 0.11 กรัม Niacin 7 กรัม Pantothenic acid 2 กรัม Pyridoxine 0.7 กรัม Riboflavin 0.72 กรัม Thiamine 0.36 กรัม แร่ธาตุ $MnSO_4$ 16.493 กรัม $CuSO_4$ $5H_2O$ 3.142 กรัม $FeSO_4$ $4H_2O$ 32.038 กรัม $ZnSO_4$ H_2O 10.98 กรัม KI 0.046 กรัม $NaSeO_4$ 0.036 กรัม

2 : ปริมาณกรดแอมิโนที่อยู่นอกวงเล็บเป็นปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด ส่วนปริมาณกรดแอมิโนที่อยู่ในวงเล็บเป็นปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 14 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทง ช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมัน (%)	0.000	0.000	20.000	30.000	40.000	20.000	30.000	40.000
ข้าวโพด (%)	63.273	62.946	43.611	31.802	19.992	42.964	31.123	19.286
กากถั่วเหลือง (%)	30.537	30.588	27.339	26.041	24.744	27.402	26.108	24.813
ปลาป่น (%)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
น้ำมันปาล์ม (%)	0.000	0.000	2.956	6.102	9.248	3.216	6.374	9.531
ไดแคลเซียมฟอสเฟต (%)	1.242	1.243	1.164	1.129	1.094	1.165	1.131	1.096
เปลือกหอย (%)	0.836	0.835	0.777	0.743	0.709	0.776	0.742	0.708
พรีมิกซ์ [1] (%)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
เกลือ (%)	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
กรดแอมิโนสังเคราะห์ที่เสริม								
ดีแอล-เมไธโอนีน (%)	0.151	0.235	0.156	0.169	0.183	0.263	0.280	0.297
แอล-ไลซีน (%)	0.128	0.224	0.157	0.170	0.182	0.275	0.298	0.321
แอล-ทรีโอนีน (%)	0.033	0.129	0.040	0.044	0.048	0.139	0.144	0.148
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ (% ของน้ำหนักแห้ง)								
TME_n (กิโลแคลอรี/กก.)	3,357	3,346	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
วัตถุแห้ง (%)	88.87	88.90	89.89	90.58	91.28	89.95	90.64	91.34
โปรตีน (%)	20.20	20.20	20.20	20.20	20.20	20.18	20.18	20.18
เยื่อใย (%)	2.89	2.90	5.14	6.23	7.33	5.13	6.22	7.32
แคลเซียม (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
ฟอสฟอรัสที่ใช้	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
ประโยชน์ได้ (%)								
กรดแอมิโน [2]								
เมไธโอนีน (%)	0.380	0.464	0.385	0.396	0.408	0.491	0.506	0.521
	(0.360)	(0.443)	(0.360)	(0.368)	(0.378)	(0.466)	(0.479)	(0.491)
เมไธโอนีน + ซีสตีน (%)	0.735	0.818	0.720	0.720	0.720	0.826	0.829	0.833
	(0.637)	(0.720)	(0.615)	(0.611)	(0.608)	(0.720)	(0.720)	(0.720)
ไลซีน (%)	1.000	1.097	1.000	1.000	1.000	1.118	1.128	1.139
	(0.904)	(1.000)	(0.881)	(0.872)	(0.861)	(1.000)	(1.000)	(1.000)
ทรีโอนีน (%)	0.740	0.836	0.740	0.740	0.740	0.838	0.839	0.839
	(0.644)	(0.740)	(0.641)	(0.641)	(0.640)	(0.740)	(0.740)	(0.740)

ตารางที่ 14 (ต่อ)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
ทริพโทเฟน (%)	0.246	0.246	0.241	0.239	0.237	0.241	0.239	0.237
	(0.201)	(0.201)	(0.191)	(0.186)	(0.181)	(0.191)	(0.186)	(0.181)
ลูซีน (%)	1.270	1.260	1.221	1.193	1.165	1.220	1.190	1.160
	(1.173)	(1.172)	(1.099)	(1.058)	(1.017)	(1.096)	(1.056)	(1.015)
ไอโซลูซีน (%)	0.734	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730
	(0.671)	(0.671)	(0.647)	(0.637)	(0.628)	(0.647)	(0.638)	(0.628)
วาลีน (%)	0.839	0.830	0.845	0.849	0.853	0.840	0.850	0.850
	(0.734)	(0.734)	(0.712)	(0.702)	(0.693)	(0.712)	(0.702)	(0.692)
ฮีสติดีน (%)	0.582	0.580	0.563	0.554	0.544	0.560	0.550	0.540
	(0.527)	(0.528)	(0.473)	(0.447)	(0.421)	(0.473)	(0.447)	(0.421)
อาร์จินีน (%)	1.207	1.200	1.193	1.187	1.182	1.190	1.190	1.180
	(1.038)	(1.038)	(1.001)	(0.987)	(0.973)	(1.002)	(0.988)	(0.974)
เฟนนิลอะลานีน (%)	0.773	0.773	0.762	0.757	0.751	0.762	0.756	0.751
	(0.696)	(0.696)	(0.666)	(0.652)	(0.638)	(0.666)	(0.652)	(0.638)
เฟนนิลอะลานีน +	1.255	1.250	1.250	1.248	1.246	1.250	1.250	1.250
ไทโรซีน (%)	(1.104)	(1.104)	(1.069)	(1.053)	(1.038)	(1.068)	(1.053)	(1.038)
ไกลซีน + ซีรีน (%)	1.694	1.694	1.666	1.651	1.637	1.664	1.650	1.636
	(1.407)	(1.408)	(1.331)	(1.296)	(1.261)	(1.331)	(1.295)	(1.260)
ราคา (บาท/ก.ก.)	8.36	8.79	8.68	9.30	9.96	9.22	9.90	10.59

1 : พรีมิกซ์ 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามิน AD_3 1.5 กรัม วิตามิน E_{50} 6 กรัม วิตามิน K 0.15 กรัม วิตามิน B_{12} 4 กรัม Biotin 0.03 กรัม Choline Chloride 200 กรัม Folic acid 0.11 กรัม Niacin 6 กรัม Pantothenic acid 2 กรัม Pyridoxine 0.7 กรัม Riboflavin 0.72 กรัม Thiamine 0.36 กรัม แร่ธาตุ $MnSO_4$ 16.493 กรัม $CuSO_4$ $5H_2O$ 3.142 กรัม $FeSO_4$ $4H_2O$ 32.038 กรัม $ZnSO_4$ H_2O 10.98 กรัม KI 0.046 กรัม $NaSeO_4$ 0.036 กรัม

2 : ปริมาณกรดแอมิโนที่อยู่นอกวงเล็บเป็นปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด ส่วนปริมาณกรดแอมิโนที่อยู่ในวงเล็บเป็นปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 15 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทง ช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมัน (%)	0.000	0.000	20.000	30.000	40.000	20.000	30.000	40.000
ข้าวโพด (%)	68.291	68.124	51.248	39.455	27.662	50.652	38.805	26.952
กากถั่วเหลือง (%)	25.963	25.903	21.346	20.052	18.758	21.440	20.154	18.870
ปลาป่น (%)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
น้ำมันปาล์ม (%)	0.000	0.000	1.709	4.846	7.984	1.935	5.094	8.254
ไดแคลเซียมฟอสเฟต (%)	0.992	0.993	0.918	0.883	0.848	0.919	0.884	0.849
เปลือกหอย (%)	0.759	0.759	0.706	0.672	0.638	0.705	0.671	0.637
พรีมิกซ์[1] (%)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
เกลือ (%)	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
กรดแอมิโนสังเคราะห์ที่เสริม								
ดีแอล-เมไธโอนีน (%)	0.098	0.137	0.099	0.101	0.103	0.167	0.184	0.201
แอล-ไลซีน (%)	0.065	0.158	0.120	0.133	0.145	0.232	0.254	0.276
แอล-ทรีโอนีน (%)	0.032	0.126	0.054	0.058	0.062	0.150	0.154	0.158
แอล-ทริพโทเฟน (%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ (% ของน้ำหนักแห้ง)								
TME_n (กิโลแคลอรี่/กก.)	3,408	3,400	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
วัตถุแห้ง (%)	88.88	88.90	89.79	90.47	91.17	89.83	90.52	91.22
โปรตีน (%)	18.46	18.42	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
เยื่อใย (%)	2.77	2.76	4.99	6.08	7.18	4.98	6.07	7.17
แคลเซียม (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
กรดแอมิโน[2]								
เมไธโอนีน (%)	0.320	0.358	0.320	0.320	0.320	0.387	0.402	0.417
	(0.300)	(0.339)	(0.296)	(0.293)	(0.291)	(0.363)	(0.376)	(0.388)
เมไธโอนีน + ซีสตีน (%)	0.653	0.691	0.629	0.618	0.606	0.696	0.699	0.703
	(0.562)	(0.600)	(0.533)	(0.518)	(0.503)	(0.600)	(0.600)	(0.600)
ไลซีน (%)	0.850	0.941	0.850	0.850	0.850	0.963	0.972	0.982
	(0.758)	(0.850)	(0.737)	(0.728)	(0.717)	(0.850)	(0.850)	(0.850)
ทรีโอนีน (%)	0.680	0.773	0.680	0.680	0.680	0.776	0.776	0.776
	(0.587)	(0.680)	(0.584)	(0.584)	(0.583)	(0.680)	(0.680)	(0.680)

ตารางที่ 15 (ต่อ)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
ทริพโทเฟน (%)	0.222	0.222	0.211	0.209	0.207	0.211	0.209	0.210
	(0.182)	(0.181)	(0.167)	(0.162)	(0.157)	(0.167)	(0.162)	(0.160)
ลูซีน (%)	1.182	1.180	1.113	1.084	1.056	1.110	1.080	1.050
	(1.091)	(1.089)	(0.998)	(0.957)	(0.917)	(0.997)	(0.956)	(0.916)
ไอโซลูซีน (%)	0.659	0.660	0.634	0.634	0.634	0.630	0.630	0.640
	(0.600)	(0.599)	(0.556)	(0.546)	(0.537)	(0.557)	(0.547)	(0.538)
วาลีน (%)	0.763	0.760	0.749	0.753	0.757	0.750	0.750	0.760
	(0.663)	(0.662)	(0.622)	(0.612)	(0.603)	(0.622)	(0.613)	(0.603)
ฮีสติดีน (%)	0.533	0.530	0.501	0.492	0.482	0.500	0.490	0.480
	(0.478)	(0.477)	(0.411)	(0.385)	(0.358)	(0.411)	(0.385)	(0.359)
อาร์จินีน (%)	1.091	1.090	1.045	1.039	1.034	1.050	1.040	1.030
	(0.921)	(0.919)	(0.851)	(0.837)	(0.823)	(0.852)	(0.839)	(0.825)
เฟนนิลอะลานีน (%)	0.703	0.702	0.673	0.668	0.662	0.673	0.668	0.663
	(0.629)	(0.628)	(0.581)	(0.567)	(0.553)	(0.581)	(0.567)	(0.554)
เฟนนิลอะลานีน +	1.140	1.140	1.104	1.102	1.100	1.100	1.100	1.100
ไทโรซีน (%)	(0.995)	(0.993)	(0.930)	(0.915)	(0.899)	(0.931)	(0.915)	(0.900)
ไกลซีน + ซีรีน (%)	1.547	1.544	1.479	1.465	1.451	1.479	1.465	1.451
	(1.270)	(1.267)	(1.155)	(1.120)	(1.085)	(1.156)	(1.121)	(1.086)
ราคา (บาท/ก.ก.)	7.85	8.18	7.75	8.36	8.99	8.20	8.89	9.59

1 : พรีมิกซ์ 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามิน AD_3 1.5 กรัม วิตามิน E_{50} 6 กรัม วิตามิน K 0.15 กรัม วิตามิน B_{12} 2.8 กรัม Biotin 0.024 กรัม Choline Chloride 150 กรัม Folic acid 0.10 กรัม Niacin 5 กรัม Pantothenic acid 2 กรัม Pyridoxine 0.6 กรัม Riboflavin 0.6 กรัม Thiamine 0.36 กรัม แร่ธาตุ $MnSO_4$ 16.493 กรัม $CuSO_4$ $5H_2O$ 3.142 กรัม $FeSO_4$ $4H_2O$ 32.038 กรัม $ZnSO_4$ H_2O 10.98 กรัม KI 0.046 กรัม $NaSeO_4$ 0.036 กรัม

2 : ปริมาณกรดแอมิโนที่อยู่นอกวงเล็บเป็นปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด ส่วนปริมาณกรดแอมิโนที่อยู่ในวงเล็บเป็นปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

การเก็บข้อมูล :

1. บันทึกปริมาณอาหารที่ให้กินและอาหารที่เหลือทุกสัปดาห์
2. บันทึกน้ำหนักตัวไก่กระทงเมื่อเริ่มทำการทดลอง และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงของไก่ในช่วงระยะการทดลอง โดยชั่งน้ำหนักตัวไก่ทุกสัปดาห์
3. บันทึกจำนวนและชั่งน้ำหนักตัวของไก่ที่ตายตลอดระยะการทดลอง รวมทั้งปริมาณอาหารที่เหลือในวันที่ไก่ตาย
4. บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนในระหว่างการทดลองทุกวันตลอดการทดลอง ซึ่งอุณหภูมิภายในโรงเรือนในระหว่างการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26 องศาเซลเซียส (ต่ำสุด 22 องศาเซลเซียส และสูงสุด 33 องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนในระหว่างการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.5 เปอร์เซ็นต์ (ต่ำสุด 47.5 เปอร์เซ็นต์ และสูงสุด 82 เปอร์เซ็นต์)
5. บันทึกคุณภาพซากของไก่ โดยเก็บข้อมูล น้ำหนักมีชีวิต (น้ำหนักก่อนฆ่าหลังจากอดอาหาร 12 ชั่วโมง) น้ำหนักซากอุ่นทั้งตัว (ซากที่ถอนขนแต่ไม่เอาเครื่องในออก) น้ำหนักซากอุ่นทั้งตัว (ซากที่ถอนขนและเอาเครื่องในออก) และน้ำหนักของส่วนต่างๆ ซึ่งได้แก่ เนื้ออกหน้า (pectoralis major) สะโพก (thigh) น่อง (drumstick) ปีก (wing) เนื้ออกหรือสันใน (pectoralis minor) กระเพาะบดหรือกึ๋น (gizzard) และไขมันช่องท้อง (abdominal fat)

ลักษณะที่ศึกษา :

1. ปริมาณอาหารที่กิน
2. น้ำหนักตัวเพิ่ม

$$= \text{น้ำหนักตัวสุดท้าย} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}$$

3. ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวเพิ่ม}}$$

4. ลักษณะคุณภาพซาก คือ เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นทั้งตัว (รวมเครื่องใน) เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นทั้งตัว (ไม่รวมเครื่องใน) และเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างๆ ซึ่งได้แก่ ไขมันช่องท้อง กระเพาะบดหรือกึ๋น และเนื้อส่วนที่ใช้บริโภค ได้แก่ เนื้อหน้าอก สะโพก น่อง ปีก เนื้อสันอกหรือสันใน และส่วนที่ใช้บริโภคทั้งหมด (เนื้อหน้าอก + สะโพก + น่อง + ปีก + เนื้อสันอกหรือสันใน) โดยศึกษาเปรียบเทียบกับน้ำหนักมีชีวิต

5. ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงตลอดระยะการทดลอง คือ ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก.

$$= \frac{\left[\text{ปริมาณอาหารที่กิน} \times \text{ราคาอาหาร ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์}\right] + \left[\text{ปริมาณอาหารที่กิน} \times \text{ราคาอาหาร ในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์}\right] + \left[\text{ปริมาณอาหารที่กิน} \times \text{ราคาอาหาร ในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์}\right]}{\text{น้ำหนักตัวเพิ่มของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแตกต่าง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และถ้ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง จะเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญเดียวกับที่ตรวจพบ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS Institute, 1985) และ Orthogonal Comparisons โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IRRISTAT (Gomez *et al.*, 1992)

สถานที่ทำการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการที่หมวดสัตว์ปีก ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ โรงฆ่าสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง :

ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่าง ๆ ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหาร

ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-3, 3-6, 6-8 และ 0-8 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 16 และ 17 และภาพที่ 4, 5 และ 6 โดยเมื่อเริ่มการทดลองนั้น ลูกไก่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 44.20 กรัม และน้ำหนักเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ปริมาณอาหารที่กิน

จากผลการทดลองในตารางที่ 16 และ 17 และภาพที่ 4 พบว่า ในระยะ 0–3, 3-6 และ 0–8 สัปดาห์ ปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (สูตรที่ไม่ใช้กากเนื้อเมล็ด-ในปาล์มน้ำมัน) ทั้ง 2 สูตรนั้น (สูตรที่ 1 และ 2) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด (TAA) (สูตรที่ 3, 4 และ 5) และกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ (AAA) (สูตรที่ 6, 7 และ 8) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนในระยะ 6-8 สัปดาห์ ปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 16 แต่มีแนวโน้มว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดใน-ปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA มีค่าสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร

ตารางที่ 16 ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-3, 3-6 และ 6-8 สัปดาห์ [1]

สูตรที่	ระดับของ PKC	การคำนวณปริมาณกรดแอมิโน	ช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์			ช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์			ช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์		
			ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม/ตัว)	ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม/ตัว)	ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม/ตัว)	ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร
1	0 %	TAA	1,009.26 ± 4.60 ^{b}	695.98 ± 1.65 ^{b}	1.45 ± 0.01 ^{a}	2,838.36 ± 38.64 ^{b}	1,229.36 ± 42.95 ^{bc}	2.31 ± 0.05 ^{c}	2,298.43 ± 90.74	690.80 ± 29.46	3.33 ± 0.01
2	0 %	AAA	979.46 ± 5.76 ^{b}	686.36 ± 3.71 ^{b}	1.43 ± 0.01 ^{e}	2,721.88 ± 57.12 ^{b}	1,180.85 ± 27.67 ^{c}	2.30 ± 0.01 ^{c}	2,372.20 ± 129.70	724.70 ± 46.68	3.28 ± 0.04
3	20 %	TAA	1,177.17 ± 12.97 ^{a}	723.27 ± 9.96 ^{ab}	1.63 ± 0.02 ^{cd}	3,201.56 ± 48.17 ^{a}	1,358.57 ± 51.84 ^{a}	2.36 ± 0.06 ^{bc}	2,533.80 ± 156.58	770.75 ± 94.56	3.35 ± 0.24
4	30 %	TAA	1,192.59 ± 31.48 ^{a}	717.52 ± 14.87 ^{b}	1.66 ± 0.03 ^{bc}	3,203.11 ± 40.27 ^{a}	1,296.92 ± 23.88 ^{ab}	2.47 ± 0.03 ^{ab}	2,578.19 ± 52.36	762.38 ± 27.65	3.39 ± 0.08
5	40 %	TAA	1,206.62 ± 16.08 ^{a}	695.71 ± 13.60 ^{b}	1.74 ± 0.01 ^{a}	3,310.63 ± 71.30 ^{a}	1,270.28 ± 28.07 ^{abc}	2.61 ± 0.03 ^{a}	2,664.35 ± 55.54	755.23 ± 27.02	3.53 ± 0.10
6	20 %	AAA	1,194.62 ± 33.93 ^{a}	757.82 ± 18.46 ^{a}	1.58 ± 0.01 ^{d}	3,117.31 ± 97.84 ^{a}	1,350.08 ± 31.29 ^{a}	2.31 ± 0.03 ^{c}	2,462.22 ± 95.40	743.61 ± 4.72	3.31 ± 0.15
7	30 %	AAA	1,195.18 ± 4.99 ^{a}	726.79 ± 3.65 ^{ab}	1.64 ± 0.01 ^{bcd}	3,118.45 ± 76.41 ^{a}	1,308.19 ± 35.34 ^{ab}	2.38 ± 0.02 ^{bc}	2,545.06 ± 149.72	766.03 ± 51.58	3.33 ± 0.07
8	40 %	AAA	1,209.09 ± 7.56 ^{a}	710.72 ± 16.70 ^{b}	1.70 ± 0.03 ^{ab}	3,280.12 ± 41.84 ^{a}	1,290.39 ± 6.22 ^{ab}	2.54 ± 0.02 ^{a}	2,687.12 ± 76.36	795.93 ± 36.09	3.38 ± 0.07
Coefficient of variation (CV : %)			2.78	2.91	1.80	3.48	4.50	2.46	7.41	10.77	6.02
ระดับนัยสำคัญ (probability : P)			0.0001	0.0165	0.0001	0.0001	0.0275	0.0001	0.2155	0.8437	0.8583
ค่าเฉลี่ยของ 3, 4, 5			1,192.13 ± 33.01	712.17 ± 21.86	1.68 ± 0.05	3,238.43 ± 92.86	1,308.59 ± 63.75	2.48 ± 0.12	2,592.11 ± 152.20	762.79 ± 83.65	3.42 ± 0.24
ค่าเฉลี่ยของ 6, 7, 8			1,199.63 ± 29.44	731.77 ± 28.36	1.64 ± 0.06	3,171.96 ± 131.50	1,316.22 ± 46.23	2.41 ± 0.10	2,564.80 ± 183.10	768.52 ± 55.82	3.34 ± 0.15
Contrast (3, 4, 5) VS (6, 7, 8)			NS	NS	*	NS	NS	*	NS	NS	NS

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

a, b, c, d, e : ตัวอักษรในสดมภ์เดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

NS : not significant = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

* : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

TAA : ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด

AAA : ปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 17 ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ [1]

สูตรที่	ระดับของ PKC	การคำนวณปริมาณกรดแอมิโน	ลักษณะที่ศึกษา		
			ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม/ตัว)	ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร
1	0 %	TAA	6,146.05 ± 126.38 ^{b}	2,616.14 ± 71.28	2.35 ± 0.02 ^{d}
2	0 %	AAA	6,073.54 ± 184.29 ^{b}	2,592.44 ± 74.65	2.34 ± 0.01 ^{d}
3	20 %	TAA	6,912.53 ± 200.02 ^{a}	2,855.90 ± 155.92	2.43 ± 0.07 ^{cd}
4	30 %	TAA	6,973.89 ± 27.31 ^{a}	2,776.82 ± 22.12	2.51 ± 0.02 ^{abc}
5	40 %	TAA	7,181.59 ± 89.81 ^{a}	2,721.22 ± 27.78	2.64 ± 0.01 ^{a}
6	20 %	AAA	6,774.15 ± 222.11 ^{ab}	2,852.79 ± 43.06	2.37 ± 0.04 ^{d}
7	30 %	AAA	6,858.69 ± 228.25 ^{a}	2,801.00 ± 84.22	2.45 ± 0.01 ^{bcd}
8	40 %	AAA	7,176.34 ± 113.01 ^{a}	2,799.88 ± 39.30	2.56 ± 0.01 ^{ab}
Coefficient of variation (CV : %)			4.18	4.81	2.14
ระดับนัยสำคัญ (probability : P)			0.0007	0.1697	0.0001
ค่าเฉลี่ยของ 3, 4, 5			7,022.67 ± 214.02	2,784.65 ± 141.78	2.53 ± 0.11
ค่าเฉลี่ยของ 6, 7, 8			6,936.39 ± 325.75	2,817.89 ± 87.20	2.46 ± 0.09
Contrast (3, 4, 5) VS (6, 7, 8)			NS	NS	*

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

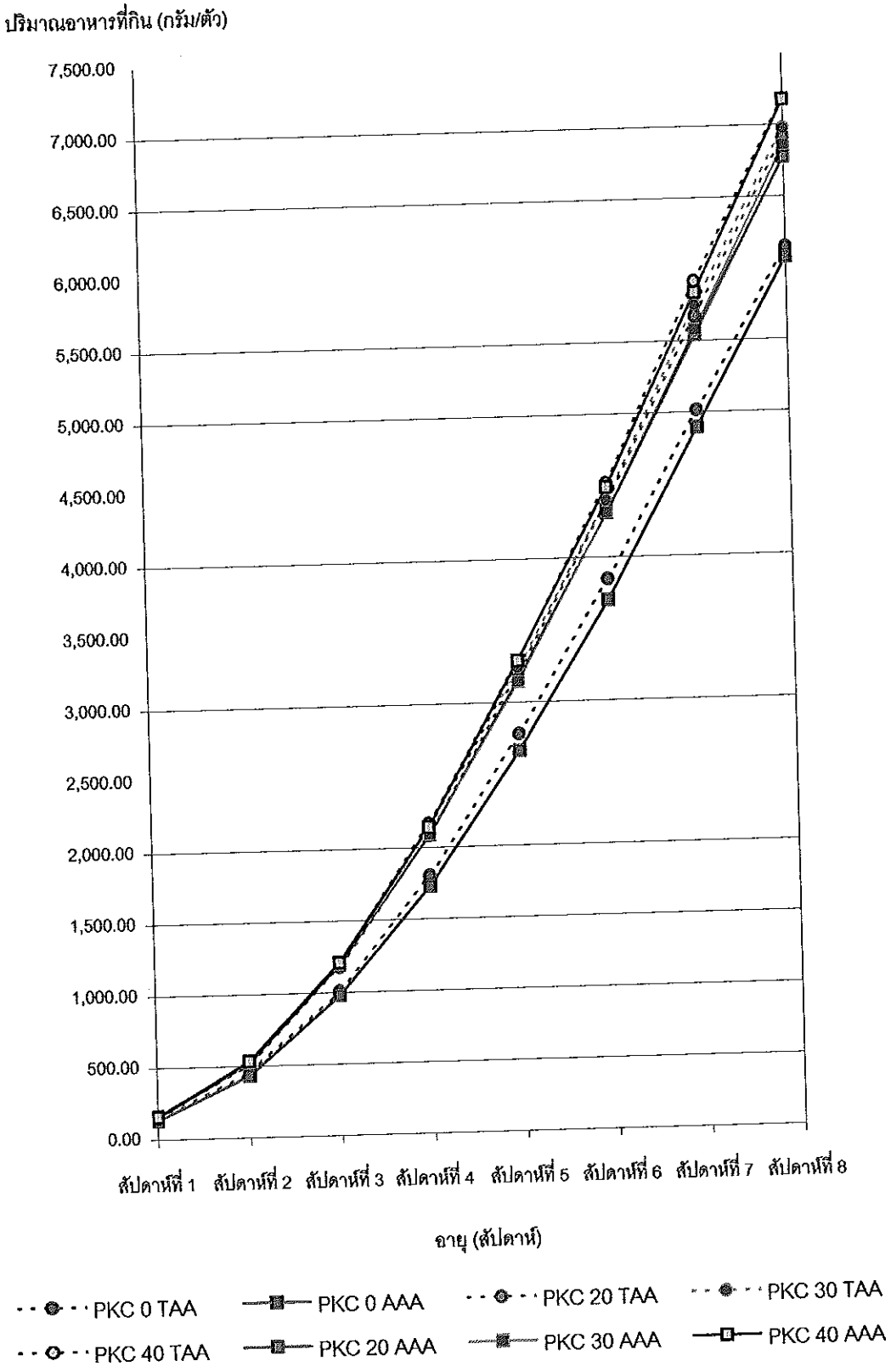
a, b, c, d : ตัวอักษรในสดมภ์เดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

NS : not significant = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

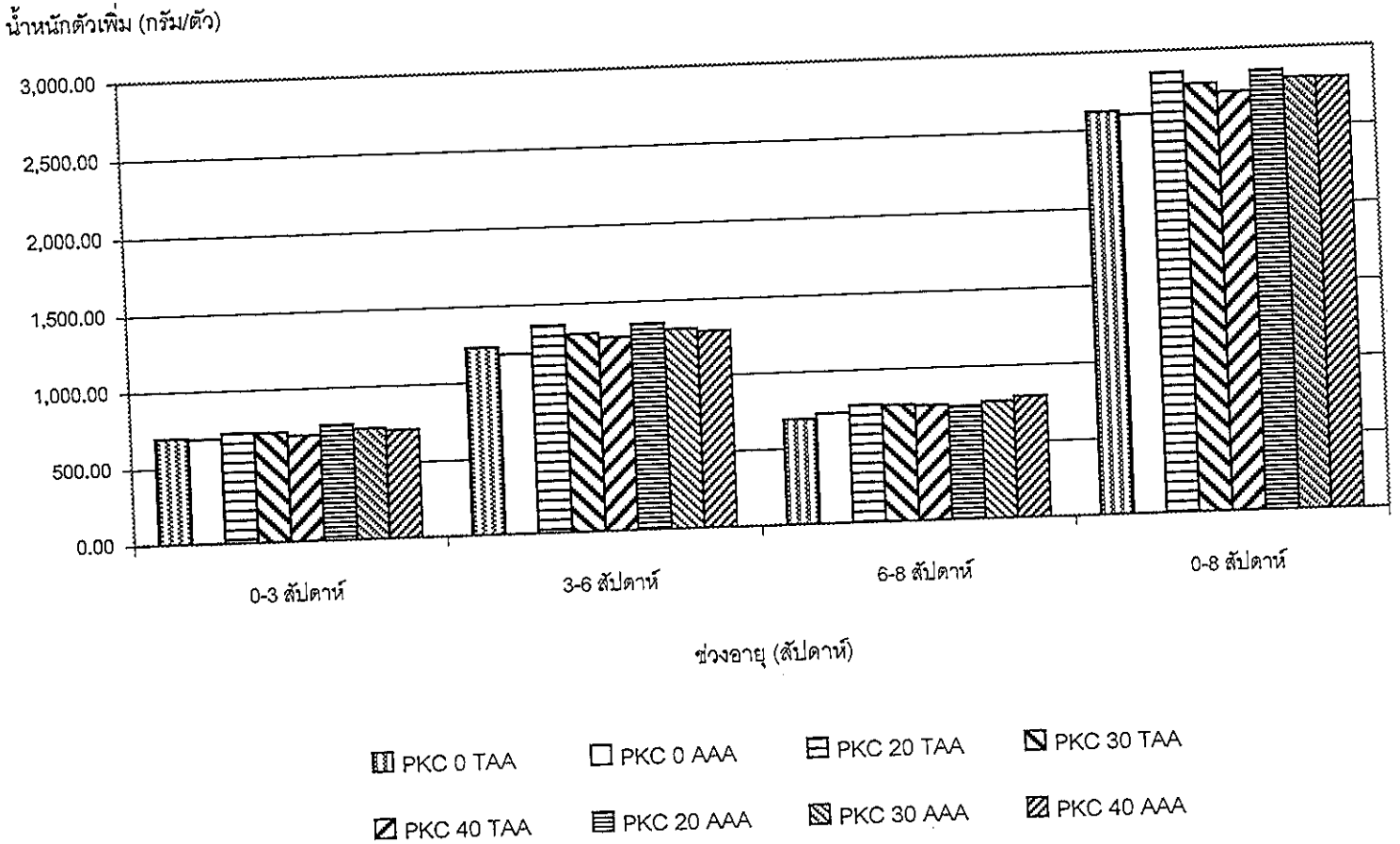
* : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

TAA : ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด

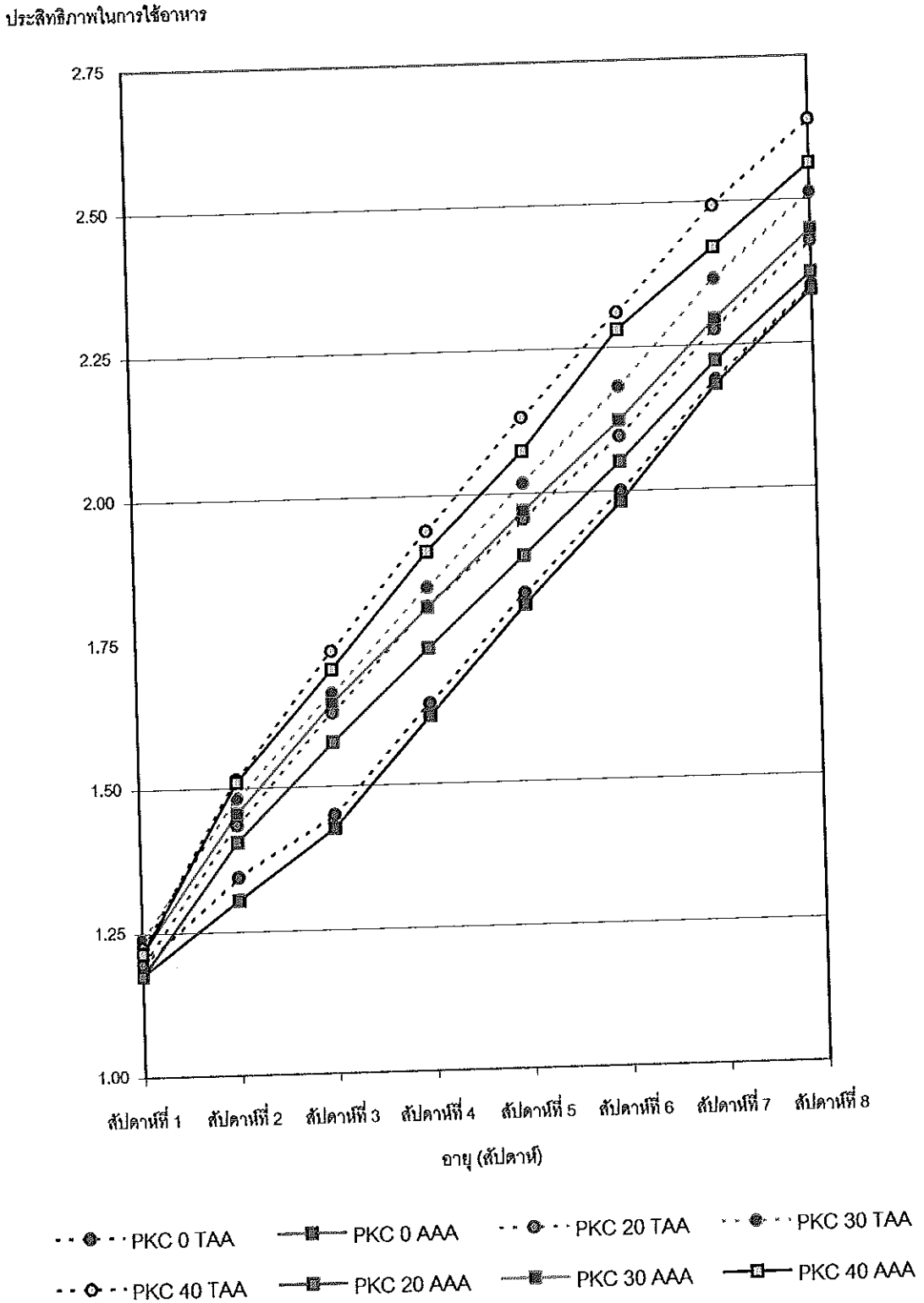
AAA : ปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้



ภาพที่ 4 ปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ



ภาพที่ 5 น้ำหนักตัวเพิ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ



ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันระดับต่างๆ

จะเห็นได้ว่า การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารนั้น ทำให้ไก่กินอาหารมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีระดับของพลังงาน TME_n ต่ำกว่าในอาหารสูตรควบคุม และมีปริมาณเยื่อใยสูงกว่าในอาหารสูตรควบคุมด้วย ทำให้อัตราการไหลผ่านของอาหารเร็วขึ้น อาหารมีเวลาอยู่ในระบบทางเดินอาหารน้อยลง ทำให้การย่อยได้ของอาหารไม่สมบูรณ์ (สุธา, 2533; Parsons *et al.*, 1982) ส่งผลให้ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ กินอาหารเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ได้รับพลังงานและโภชนะต่างๆ จากอาหารครบตามความต้องการ ดังจะเห็นได้จากปริมาณพลังงาน TME_n โปรตีน และกรดแอมิโนต่างๆ (เมไธโอนีน เมไธโอนีนและซีสตีน ไลซีน ทรีโอนีน และทริพโทเฟน) ที่กินต่อวันของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีค่าสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร (ตารางภาคผนวกที่ 12, 13, 14 และ 15) ซึ่ง Scott และคณะ (1982) อธิบายว่า สัตว์ปีกมีความสามารถในการปรับปริมาณอาหารที่กิน เพื่อให้ได้รับพลังงานครบตามความต้องการ แต่เนื่องจากในสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณเยื่อใยสูง จึงทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานและโภชนะต่างๆ ไม่ดีส่งผลให้ไก่ต้องกินอาหารเพิ่มมากขึ้น ส่วนปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกันที่คำนวณ TAA และ AAA (สูตรที่ 3 กับ 6, 4 กับ 7 และ 5 กับ 8) พบว่า ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากในสูตรอาหารเหล่านี้มีระดับของพลังงาน TME_n เท่ากัน และมีปริมาณเยื่อใยที่ใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มว่า ปริมาณอาหารที่กินเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหาร อาจเนื่องจากปริมาณเยื่อใยที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดเจนเมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินของไก่ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ (ตารางที่ 17) โดยเฉพาะในสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม จะสังเกตเห็นได้ว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA นั้น มีแนวโน้มว่ากินอาหารมากกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร แม้ว่าจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารนี้สูงกว่าสูตรควบคุมนั่นเอง ผลจากการทดลองนี้สอดคล้องกับงานทดลองของ Onwudike (1986b) ที่ศึกษาการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันทดแทนกากถั่วลิสงในอาหารไก่กระทง ที่ระดับ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เมื่อระดับของกากเนื้อ-

เมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ทดแทนกากถั่วลิสงในสูตรอาหารเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณเยื่อใยในอาหารเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มว่า ปริมาณอาหารที่กินก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอาหารที่กินระหว่างกลุ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ TAA (สูตรที่ 3, 4 และ 5) กับที่คำนวณ AAA (สูตรที่ 6, 7 และ 8) ในทุกระยะของการทดลอง (0–3, 3-6, 6-8 และ 0–8 สัปดาห์) พบว่า ปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากในอาหารทุกสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ได้ปรับปริมาณพลังงาน TME_n เท่ากันในทุกระยะของการทดลอง และเมื่อพิจารณาจากปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวันของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ก็พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางภาคผนวกที่ 12, 13, 14 และ 15) ทั้งนี้เนื่องจากไก่กินอาหารตามปริมาณพลังงานที่ร่างกายต้องการ เมื่อได้รับพลังงานครบตามความต้องการแล้ว ไก่จะหยุดกิน (Scott, 1982) ประกอบกับในสูตรอาหารที่นำมาใช้เลี้ยงสัตว์ทดลองได้นำค่าพลังงาน TME_n มาใช้ในการคำนวณสูตรอาหาร ซึ่งทำให้สัตว์สามารถนำพลังงานที่มีอยู่ในอาหารไปใช้ได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (Dale and Fuller, 1982)

น้ำหนักตัวเพิ่ม

จากผลการทดลองในตารางที่ 16 และภาพที่ 5 พบว่า ในระยะ 0–3 สัปดาห์ น้ำหนักตัวเพิ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตรนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ที่คำนวณ AAA นั้น มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงที่สุด และมีค่าสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรอื่นๆ ก็มีค่าสูงกว่าอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตรเช่นเดียวกัน ในขณะที่ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกัน ที่คำนวณ TAA และ AAA นั้น พบว่า มีน้ำหนักตัวเพิ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ส่วนในระยะ 3-6 สัปดาห์ (ตารางที่ 16 และภาพที่ 5) นั้น พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร มีน้ำหนักตัวเพิ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ มีน้ำหนักตัวเพิ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และ AAA มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และ AAA ก็มีค่าสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร เช่นเดียวกัน

ส่วนในระยะ 6-8 (ตารางที่ 16 และภาพที่ 5) และ 0–8 สัปดาห์ (ตารางที่ 17 และภาพที่ 5) นั้น พบว่า น้ำหนักตัวเพิ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า ในระยะ 0–8 สัปดาห์นั้น มีแนวโน้มว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA มีค่าสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร โดยเฉพาะในอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และ AAA

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การที่ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตรนั้น อาจจะเนื่องมาจากไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันกินอาหารมากกว่า จึงส่งผลให้ไก่ได้รับพลังงาน TME_n และโภชนะต่างๆ โดยเฉพาะโปรตีน กรดแอมิโนเมไธโอนีน เมไธโอนีนและซีสตีน ไลซีน ทรีโอนีน และทริพโทเฟนในปริมาณที่สูงกว่า ซึ่งโภชนะเหล่านี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต (Church and Pond, 1974; Fisher, 1994) (ตารางภาคผนวกที่ 12, 13, 14 และ 15) ทั้งนี้อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ลงไปในสูตรอาหาร และสัตว์สามารถย่อยและใช้ประโยชน์จากกรดแอมิโนสังเคราะห์ได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ร่างกายของสัตว์ได้รับกรดแอมิโนที่สมดุลมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้ไก่เจริญเติบโตดีขึ้นด้วย

นอกจากนี้ในสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มมันนั้น เมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องมีการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ที่จำเป็นต่างๆ เพิ่มมากขึ้นด้วย เพื่อให้ครบตามความต้องการของไก่กระทงตาม

คำแนะนำของ NRC (1994) โดยเฉพาะในสูตรอาหารที่คำนวณ AAA มีการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ (กรดแอมิโนเมไธโอนีน ไลซีน ทรีโอนีน และทริพโทเฟน) มากกว่าในสูตรอาหารที่คำนวณ TAA เนื่องจากค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำเมื่อเทียบกับข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น จึงทำให้ในสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับสูง มีค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Onwudike (1986a) กล่าวไว้ว่า ในสูตรอาหารที่มีปริมาณเยื่อใยสูงจะไปลดการทำงานของเอนไซม์ในการย่อยโปรตีนจากกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนโดยเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนลดลง ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและกรดแอมิโนในอาหารลดลงด้วย ดังนั้นเมื่อโปรตีนแตกตัวได้กรดแอมิโนในปริมาณน้อย จึงทำให้ร่างกายของสัตว์ได้รับกรดแอมิโนไม่สมดุล ไม่สามารถสังเคราะห์โปรตีนของร่างกายได้เต็มที่ (Fuller, 1994) ส่งผลให้เกิดสภาวะขาดกรดแอมิโนจำกัดเพิ่มขึ้น ทำให้ร่างกายของไก่ได้รับกรดแอมิโนไม่สมดุล จึงทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารโดยเฉพาะโปรตีนและกรดแอมิโนลดลงด้วย ซึ่งผลดังกล่าวจะพบในอาหารสูตรที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA โดยเฉพาะในอาหารสูตรที่คำนวณ TAA ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรดังกล่าวมีค่าต่ำแม้ว่าจะกินอาหารมากกว่าไก่อื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวนิต และ คณะ (2541) ที่ศึกษาการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันแทนข้าวโพดในอาหารไก่ไข่ระยะเจริญเติบโต พบว่าตลอดระยะเวลาการทดลอง 2-16 สัปดาห์ ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 10, 20 และ 30 ที่เสริมเมไธโอนีนและไลซีน มีน้ำหนักตัวเพิ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหารเพิ่มมากขึ้น จะทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มลดลง

สำหรับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกันนั้น น้ำหนักตัวเพิ่มไม่แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากไก่กินอาหารในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน จึงส่งผลให้ไก่ได้รับปริมาณพลังงาน TME_n โปรตีน และกรดแอมิโนต่างๆ ใกล้เคียงกัน

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักตัวเพิ่มระหว่างกลุ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ TAA กับ AAA ในทุกระยะของการทดลอง (0–3, 3-6, 6-8 และ 0–8 สัปดาห์) พบว่า มีน้ำหนักตัวเพิ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

แต่มีแนวโน้มว่า กลุ่มที่คำนวณ AAA มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่า ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากในอาหารสูตรที่คำนวณ AAA นั้น มีความเข้มข้นของกรดแอมิโนต่างๆ สูงกว่าในอาหารสูตรที่คำนวณ TAA ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินได้ไม่แตกต่างกัน ส่งผลให้ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่คำนวณ AAA ได้รับปริมาณกรดแอมิโนต่างๆ สูงกว่า (ตารางภาคผนวกที่ 12, 13, 14 และ 15) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดแอมิโนเมไธโอนีน ซึ่งเป็นกรดแอมิโนที่จำกัดอันดับ 1 สำหรับการเจริญเติบโตของไก่ (Williams, 1997)

ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร

จากผลการทดลองในตารางที่ 16 และภาพที่ 6 พบว่า ในระยะ 0-3 สัปดาห์ ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และมีค่าดีกว่าไก่ที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในขณะที่ประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ นั้น พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีที่สุด และมีค่าดีกว่าไก่ที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA

ในระยะ 3-6 สัปดาห์ (ตารางที่ 16 และภาพที่ 6) พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไม่มีความแตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA แต่เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ นั้น พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีที่สุด และมีค่าดีกว่าไก่ที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่

ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA

ส่วนในระยะ 6-8 สัปดาห์ (ตารางที่ 16 และภาพที่ 6) นั้น พบว่า ประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร มีค่าดีกว่าไก่ที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA ยกเว้น ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดใน-ปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA

เมื่อพิจารณาตลอดระยะการทดลอง 0-8 สัปดาห์ (ตารางที่ 17 และภาพที่ 6) พบว่า ประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และมีค่าดีกว่าไก่ที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม-น้ำมันระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับไก่ที่ใช้กากเนื้อเมล็ด-ในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA แต่เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ นั้น พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดใน-ปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีที่สุด แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA ก็ตาม

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากในอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตรนั้น มีปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารต่ำกว่า ทำให้การย่อยได้ของอาหารและการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารดีกว่า จึงส่งผลให้ไก่มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่า (Pesti and Smith, 1984; Scott *et al.*, 1982)

สำหรับในไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น พบว่า ประสิทธิ-ภาพในการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ในกลุ่มที่คำนวณ AAA มี

ประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าในกลุ่มที่คำนวณ TAA ในทุกระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหาร ทั้งนี้น่าจะแสดงให้เห็นว่า ในสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น มีปริมาณกรดแอมิโนที่จำกัด โดยเฉพาะเมไธโอนีน ซึ่งเป็นกรดแอมิโนที่จำกัดอันดับ 1 (McDonald *et al.*, 1981) เพราะเมื่อมีการคำนวณ AAA แล้ว ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีขึ้น โดยส่งผลให้การใช้โปรตีนและกรดแอมิโนจากอาหารมีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมทั้งปริมาณกรดแอมิโนเมไธโอนีน เมไธโอนีนและซีสตีน ไลซีน ทรีโอนีน และทริพโทเฟนที่กินได้ก็สูงขึ้นด้วย นั่นคือ ไก่ได้รับกรดแอมิโนที่สมดุลมากขึ้น แต่เมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหารเพิ่มมากขึ้นไม่ว่าจะคำนวณ TAA หรือ AAA ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารเลวลง เนื่องจากปริมาณเยื่อใยที่เพิ่มสูงขึ้นนั่นเอง

อย่างไรก็ตาม การที่ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA นั้น มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารไม่สูงมากนัก (5.32, 5.13 และ 4.98 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารไก่กระทงช่วงอายุ 0–3, 3–6 และ 6–8 สัปดาห์ ตามลำดับ) ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารโดยเฉพาะโปรตีนและกรดแอมิโนจากอาหารดี ซึ่งโดยปกติปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารไก่ไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ (อุทัย, 2529) อีกทั้งยังมีการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ลงในสูตรอาหารด้วย จึงส่งผลให้ไก่สามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้เต็มที่ กล่าวคือ ไก่ได้รับกรดแอมิโนในระดับที่สมดุลตามความต้องการของร่างกายมากยิ่งขึ้น ซึ่ง Wang และ Fuller (n.d.) อธิบายว่า โปรตีนสมบูรณ์ (ideal protein) เป็นโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดแอมิโนที่จำเป็นทุกชนิดในปริมาณและสัดส่วนที่ตรงกับความต้องการของสัตว์ ซึ่งสัตว์สามารถย่อยได้และนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด โดยในไก่ที่ได้รับอาหารสูตรดังกล่าวข้างต้นนั้น ได้รับกรดแอมิโนที่มีสัดส่วนสมดุลกัน คือ มีสัดส่วนของกรดแอมิโนชนิดอื่นเมื่อเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของไลซีน คือ ไลซีน 100 เมไธโอนีน 44.5 เมไธโอนีนและซีสตีน 75.2 ทรีโอนีน 76.5 ทริพโทเฟน 21.9 ซึ่งสอดคล้องกับ Rose (1997) ที่รายงานว่า สัดส่วนของกรดแอมิโนสมบูรณ์สำหรับไก่ที่เจริญเติบโตได้ดี มีสัดส่วนของกรดแอมิโนไลซีน 100 เมไธโอนีนและซีสตีน 75 ทรีโอนีน 63 ทริพโทเฟน 18 ลูซีน 125 ไอโซลูซีน 72 วาลีน 79 อาร์จินีน 105 ฮีสติดีน 40 เฟนนิลอะลานีนและไทโรซีน 121 ไกลซีนและซีรีน 131 นอกจากนี้ผลดังกล่าวยังพบได้ในสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการใช้อาหารระหว่างกลุ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ TAA กับ AAA ในระยะ 0–3, 3-6 และ 0–8 สัปดาห์ พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ AAA มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่คำนวณ TAA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนในระยะ 6-8 สัปดาห์นั้น พบว่า มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า กลุ่มที่คำนวณ AAA มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่คำนวณ TAA ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่คำนวณ AAA ได้รับกรดแอมิโนต่างๆ (เมไธโอนีน เมไธโอนีนและซีสตีน ไลซีน ทรีโอนีน และทริพโทเฟน) ในปริมาณที่สูงกว่า (ตารางภาคผนวกที่ 12, 13, 14 และ 15) กล่าวคือ ได้รับกรดแอมิโนในสภาวะที่สมดุลมากกว่านั่นเอง จึงส่งผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและกรดแอมิโนมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่าง ๆ ต่อคุณภาพซาก

ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อคุณภาพซากของไก่กระทงเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 8 สัปดาห์ แสดงไว้ในตารางที่ 18 พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นทั้งตัว (รวมเครื่องใน) ชิ้นส่วนของสะโพก และน่องของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นทั้งตัว (ไม่รวมเครื่องใน) ของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นทั้งตัว (ไม่รวมเครื่องใน) ของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ นั้น พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA มีค่าสูงที่สุด และมีค่าดีกว่าไก่ที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ตารางที่ 18 ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อคุณภาพซากของไก่กระทง เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 8 สัปดาห์ [1]

ส่วนประกอบของซาก (เปอร์เซ็นต์)	สูตรอาหาร								CV (%)	P	ค่าเฉลี่ยของ 3, 4, 5	ค่าเฉลี่ยของ 6, 7, 8	Contrast (3, 4, 5) VS (6, 7, 8)
	สูตรที่ 1 PKC 0 + TAA	สูตรที่ 2 PKC 0 + AAA	สูตรที่ 3 PKC 20 + TAA	สูตรที่ 4 PKC 30 + TAA	สูตรที่ 5 PKC 40 + TAA	สูตรที่ 6 PKC 20 + AAA	สูตรที่ 7 PKC 30 + AAA	สูตรที่ 8 PKC 40 + AAA					
ซากอุ่นทั้งตัว (รวมเครื่องใน)	90.96±0.63	91.11±0.36	91.17±0.26	91.32±0.28	90.85±0.12	91.19±0.08	91.38±0.07	91.17±0.54	0.67	0.9678	91.11±0.38	91.25±0.46	NS
ซากอุ่นทั้งตัว (ไม่รวมเครื่องใน)	81.45±0.51 ^{ab}	81.67±0.48 ^{a}	80.42±0.19 ^{ab}	79.97±0.11 ^{b}	78.23±0.22 ^{c}	81.65±0.17 ^{a}	80.35±0.08 ^{ab}	79.86±0.67 ^{b}	0.79	0.0001	79.54±0.98	80.62±0.95	**
ไขมันช่องท้อง	1.44±0.11 ^{cd}	1.30±0.14 ^{d}	1.84±0.21 ^{abc}	2.14±0.10 ^{ab}	2.32±0.01 ^{a}	1.67±0.13 ^{bcd}	1.93±0.07 ^{abc}	2.20±0.02 ^{a}	10.72	0.0001	2.10±0.27	1.93±0.25	NS
กระเพาะบดหรือกึ๋น	1.43±0.09 ^{e}	1.35±0.07 ^{e}	2.09±0.10 ^{cd}	2.25±0.15 ^{cd}	2.74±0.06 ^{a}	1.94±0.01 ^{d}	2.38±0.03 ^{bc}	2.65±0.02 ^{ab}	6.67	0.0001	2.36±0.32	2.32±0.29	NS
หน้าอก	16.98±0.16 ^{a}	17.04±0.29 ^{a}	16.13±0.28 ^{ab}	15.31±0.23 ^{b}	15.08±0.20 ^{b}	16.96±0.32 ^{a}	16.11±0.31 ^{ab}	15.14±0.35 ^{b}	2.95	0.0001	15.51±0.56	16.07±0.87	*
สะโพก	15.28±0.37	15.28±0.36	14.98±0.17	15.22±0.27	14.69±0.48	15.29±0.15	15.37±0.11	15.15±0.22	3.35	0.7597	14.96±0.52	15.27±0.26	NS
น่อง	10.08±0.10	10.16±0.25	10.29±0.14	10.09±0.27	10.42±0.11	10.00±0.18	10.54±0.15	10.37±0.26	3.30	0.4848	10.27±0.30	10.30±0.37	NS
ปีก	8.32±0.10 ^{ab}	8.53±0.11 ^{a}	8.17±0.18 ^{abc}	7.76±0.15 ^{c}	7.92±0.11 ^{bc}	7.94±0.08 ^{bc}	8.02±0.12 ^{abc}	7.90±0.07 ^{bc}	2.58	0.0061	7.95±0.27	7.95±0.14	NS
เนื้อสันนอก (สันใน)	3.85±0.06 ^{a}	3.99±0.10 ^{a}	3.68±0.09 ^{abc}	3.22±0.02 ^{d}	3.32±0.19 ^{cd}	3.81±0.04 ^{ab}	3.75±0.13 ^{abc}	3.40±0.04 ^{bcd}	4.69	0.0003	3.41±0.26	3.66±0.22	**
ส่วนที่ใช้บริโภคทั้งหมด	54.50±0.47 ^{ab}	55.00±0.12 ^{a}	53.25±0.30 ^{bc}	51.60±0.67 ^{d}	51.43±0.15 ^{d}	54.00±0.43 ^{ab}	53.80±0.33 ^{ab}	51.95±0.18 ^{cd}	1.22	0.0001	52.09±1.03	53.25±1.03	**

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

a, b, c, d, e : ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

NS : not significant = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

* : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

CV : Coefficient of variation

P : ค่านัยสำคัญทางสถิติ (probability)

TAA : ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด

AAA : ปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

สำหรับเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร และไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ที่คำนวณ AAA มีเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องต่ำกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) สำหรับในไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ TAA และ AAA นั้น พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่เมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องก็เพิ่มขึ้นด้วย และมีแนวโน้มว่า ในกลุ่มที่คำนวณ AAA จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องต่ำกว่าในกลุ่มที่คำนวณ TAA ในทุกระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหาร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ลงในสูตรอาหารโดยเฉพาะเมไธโอนีน จึงทำให้การขนส่งไขมันเข้าไปในไมโตคอนเดรีย เพื่อเกิดกระบวนการสลายไขมันได้มากขึ้น ซึ่งในการขนส่งนั้น จะต้องอาศัยคาร์นิทีน (camitine) เป็นตัวพาเข้าไป ซึ่งคาร์นิทีนสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ในร่างกาย โดยได้รับ methyl group ($-CH_3$) จากเมไธโอนีน ดังนั้นการเสริมเมไธโอนีนหรือการเสริมเมไธโอนีนร่วมกับซีสตีนในสูตรอาหารจะช่วยลดระดับไขมันช่องท้อง (Scott *et al*, 1982; ชูพงษ์ และคณะ, 2542) สอดคล้องกับเหตุผลของ Fisher (1994) ที่กล่าวว่า การขาดเมไธโอนีน ซึ่งเป็นกรดแอมิโนที่จำกัดอันดับ 1 ในอาหารจะทำให้มีการสะสมไขมันเพิ่มขึ้น

เปอร์เซ็นต์กระเพาะบดนั้น พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าไก่ที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีปริมาณเยื่อใยในอาหารมากกว่า เมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหารเพิ่มมากขึ้น ปริมาณเยื่อใยก็จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย จึงส่งผลให้น้ำหนักและขนาดของกระเพาะบดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการปรับตัวของกระเพาะบดที่ต้องทำงานมากขึ้นจากการย่อยอาหารที่มีปริมาณเยื่อใยสูงๆ จึงทำให้ผนังกล้ามเนื้อเพิ่มความหนามากขึ้น (Onwudike, 1986b; Kubena *et al*., 1974; Deaton *et al*., 1977)

เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของหน้าอกนั้น พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไม่แตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA แต่มีค่าสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และพบว่า ในไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับเดียวกันนั้น มีเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของหน้าอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่คำนวณ AAA จะมีเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของหน้าอกสูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ลงในสูตรอาหาร โดยเฉพาะกรดแอมิโนเมไธโอนีนและไลซีน ซึ่งมีความสำคัญต่อคุณภาพซากในส่วนของเนื้อหน้าอก (Fisher, 1994; Parsons, 1995) นอกจากนี้ Siriwathananukul (1987) กล่าวว่า กรดแอมิโนสังเคราะห์ไม่ได้กระตุ้นให้มีการสร้างเนื้อแดงโดยตรง แต่การปรับสมดุลของกรดแอมิโน ทำให้ไก่สามารถใช้ประโยชน์จากกรดแอมิโนสังเคราะห์ในการสร้างเป็นเนื้อแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เปอร์เซ็นต์เนื้อสันอกนั้น พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และไม่แตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA แต่มีค่าสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ TAA และระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพซากระหว่างกลุ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ TAA กับ AAA พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นทั้งตัว (รวมเครื่องใน) ไขมันช่องท้อง กระเพาะบด ชิ้นส่วนของตะโพก น่อง และปีกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นทั้งตัว (ไม่รวมเครื่องใน) เนื้อสันอก และส่วนที่ใช้บริโภคทั้งหมด พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ AAA มีลักษณะซากดังกล่าวสูงกว่ากลุ่มที่คำนวณ TAA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณ AAA มี

เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของหน้าอกสูงกว่ากลุ่มที่คำนวณ TAA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้เนื่องมาจากในสูตรอาหารที่คำนวณ AAA นั้น มีการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ลงไปในสูตรอาหารมากกว่ากลุ่มที่คำนวณ TAA ทำให้ไก่สามารถใช้ประโยชน์กรดแอมิโนในการสร้างเนื้อได้มากกว่า มีผลให้เกิดการสร้างและสะสมโปรตีนในร่างกายได้สูงขึ้น เพราะว่ากรดแอมิโนสังเคราะห์นั้น สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Bercovici and Fuller, 1995) นอกจากนี้การดูดซึมกรดแอมิโนอิสระของระบบทางเดินอาหาร จะมีอัตราเร็วกว่ากรดแอมิโนที่อยู่ในรูปโปรตีน (Fisher, 1994) จึงทำให้สัตว์สามารถย่อยและดูดซึมกรดแอมิโนนั้นในอาหารไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ส่งผลให้สัตว์มีคุณภาพซากดีขึ้นด้วย นั่นคือ สัตว์มีการพัฒนาของกล้ามเนื้อหรือมีการสร้างเนื้อแดงได้มากขึ้น (Siriwathananukul *et al.*, 1987)

ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่าง ๆ ต่อต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทง

ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงในช่วงต่างๆ นั้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ในช่วงอายุต่างๆ

สูตรที่	ระดับของ PKC	การคำนวณปริมาณกรดแอมิโน	ช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์			ช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์			ช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์			ช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์		
			ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ราคาอาหาร (บาท/กก.)	ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ราคาอาหาร (บาท/กก.)	ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ราคาอาหาร (บาท/กก.)	ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)	ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)	น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม/ตัว)	ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. (บาท/กก.)
1	0 %	TAA	1,009.26	9.02	9.10	2,838.36	8.36	23.73	2,298.43	7.85	18.04	50.87	2,616.14	19.45
2	0 %	AAA	979.46	9.51	9.31	2,721.88	8.79	23.93	2,372.20	8.18	19.40	52.64	2,592.44	20.31
3	20 %	TAA	1,177.17	9.80	11.54	3,201.56	8.68	27.79	2,533.80	7.75	19.64	58.97	2,855.90	20.65
4	30 %	TAA	1,192.59	10.45	12.46	3,203.11	9.30	29.79	2,578.19	8.36	21.55	63.80	2,776.82	22.98
5	40 %	TAA	1,206.62	11.11	13.41	3,310.63	9.96	32.97	2,664.35	8.99	23.95	70.33	2,721.22	25.85
6	20 %	AAA	1,194.62	10.41	12.44	3,117.31	9.22	28.74	2,462.22	8.20	20.19	61.37	2,852.79	21.51
7	30 %	AAA	1,195.18	11.10	13.27	3,118.45	9.90	30.87	2,545.06	8.89	22.63	66.77	2,801.00	23.84
8	40 %	AAA	1,209.09	11.77	14.23	3,280.12	10.59	34.74	2,687.12	9.59	25.77	74.74	2,799.88	26.69

TAA : ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด

AAA : ปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

จากตารางที่ 19 จะเห็นได้ว่า ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตของไก่กระทงที่ได้รับสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ นั้น ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ที่คำนวณ TAA มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ที่คำนวณ AAA ส่วนในไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น พบว่า เมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหารมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ทั้งที่คำนวณ TAA และ AAA ก็จะมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. เพิ่มสูงขึ้นด้วย และมีค่าสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร นอกจากนี้ในสูตรอาหารทั้งที่เป็นอาหารสูตรควบคุมและกลุ่มที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกัน ที่คำนวณ AAA จะมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. สูงกว่าที่คำนวณ TAA

ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในสูตรอาหารไก่กระทงนั้น มีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณเยื่อใยที่ค่อนข้างสูง (15.17 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง) ส่งผลให้การย่อยได้ของสัตว์ลดลงและมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ต่ำ จึงต้องมีการเสริมน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีราคาแพงลงไปในสูตรอาหาร เพื่อปรับระดับของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ให้เท่ากับความต้องการของสัตว์ นอกจากนี้ในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมีกรดแอมิโนที่จำเป็น โดยเฉพาะกรดแอมิโนไลซีน เมไธโอนีน ทรีโอนีน และทริพโทเฟน ในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ รวมทั้งคุณภาพของโปรตีนในแง่ของการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนก็ค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะเมไธโอนีน ซึ่งเป็นกรดแอมิโนที่จำกัดอันดับ 1 (McDonald *et al.*, 1981) ประกอบกับในการคำนวณสูตรอาหารนั้น ได้กำหนดระดับการใช้ของปลาป่นไว้ในระดับค่อนข้างต่ำคือ 3 เปอร์เซ็นต์ ในทุกช่วงอายุของการทดลอง ซึ่งปลาป่นนั้นเป็นแหล่งของโปรตีนและกรดแอมิโนที่จำเป็น โดยเฉพาะไลซีนและเมไธโอนีน (Moreng and Avens, 1985) ทำให้ต้องมีการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ ซึ่งมีราคาแพงลงในสูตรอาหารเพิ่มมากขึ้นด้วย เพื่อให้ครบตามความต้องการของสัตว์ โดยเฉพาะในสูตรอาหารที่คำนวณ AAA จึงทำให้ราคาอาหารสัตว์ต่อ 1 กก. เพิ่มสูงขึ้น

นอกจากนี้ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ นั้น ต้องกินอาหารเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ได้รับพลังงานและโภชนะต่างๆ ให้ครบกับความต้องการดังจะเห็นได้จากไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA ซึ่งจะมีปริมาณอาหารที่กินได้มากกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2

สูตร ในขณะที่น้ำหนักตัวเพิ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ นั้น ไม่แตกต่างกัน และมีแนวโน้มว่า เมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหารเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารเลวลง ดังนั้นต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. ของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับต่างๆ ที่คำนวณ TAA และ AAA จึงมีค่าสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มของไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่คำนวณ TAA กับ AAA พบว่า ในสูตรอาหารทั้งที่เป็นอาหารสูตรควบคุมและกลุ่มที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณ AAA นั้น มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. สูงกว่าที่คำนวณ TAA ทั้งนี้เนื่องมาจากในสูตรอาหารที่คำนวณ AAA นั้น จำเป็นต้องมีการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้มีครบตามระดับความต้องการของสัตว์ ทำให้ราคาอาหารสัตว์ต่อ 1 กก. เพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักตัวเพิ่มไม่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก.เพิ่มสูงขึ้น

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้ :

การทดลองที่ 1 : การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง

1. การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของข้าวโพดมีค่าสูงที่สุด คือ 91.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ กากถั่วเหลือง ปลาป่น และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 57.34, 52.81 และ 46.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณของข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาป่น และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีค่าเท่ากับ 3,852, 3,167, 3,016 และ 1,832 กิโลแคลอรี่/กก. ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ

3. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ เมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนของข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาป่น และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีค่าเท่ากับ 4,000, 3,167, 2,900 และ 1,983 กิโลแคลอรี่/กก. ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ

4. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงของข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาป่น และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีค่าเท่ากับ 4,329, 3,648, 3,482 และ 2,496 กิโลแคลอรี่/กก. ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ

5. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง เมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนของข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาป่น และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีค่าเท่ากับ 4,204, 3,372, 3,100 และ 2,267 กิโลแคลอรี่/กก. ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ

6. ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณของปลาป่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 91.96, 91.41, 74.97 และ 61.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

7. ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงของปลาป่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.93, 93.97, 92.02 และ 73.82 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 : ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในสูตรอาหารไก่กระทง

1. ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้นั้น มีประสิทธิภาพในการใช้อาหาร และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของหน้าอกดีกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นทั้งตัว (ไม่รวมเครื่องใน) เนื้อสันใน และส่วนที่ใช้บริโภคทั้งหมดสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และคุณภาพซากอื่นๆ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตรนั้น ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร และคุณภาพซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

2. ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกัน ที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมดและปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้นั้น มีปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร และคุณภาพซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

3. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทง ในระยะ 0-8 สัปดาห์นั้น ระดับที่เหมาะสม คือ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ โดยที่ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นทั้งตัว (ทั้งรวมและไม่รวมเครื่องใน) เปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง ชิ้นส่วนของหน้าอก สะโพก น่อง เนื้อสันนอก และส่วนที่ใช้บริโภคทั้งหมด ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร ในขณะที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่า และเมื่อพิจารณาออกเป็นระยะๆ ของการทดลอง ปรากฏว่า ในระยะ 0-3 สัปดาห์ ระดับที่เหมาะสม คือ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ โดยมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร แม้ว่าจะมีปริมาณอาหารที่กินสูงกว่าและประสิทธิภาพ

ในการใช้อาหารด้อยกว่าก็ตาม ในระยะ 3-6 สัปดาห์นั้น ถ้าคำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด ระดับที่เหมาะสมคือ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด และถ้าคำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ สามารถใช้ได้ถึงระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ โดยมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร แม้ว่าจะมีปริมาณอาหารที่กินสูงกว่าก็ตาม แต่มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร และในระยะ 6-8 สัปดาห์ สามารถใช้ได้ถึงระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมดและกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ โดยที่ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมทั้ง 2 สูตร

4. ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงนั้น ไก่ที่ได้รับอาหารสูตรที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้นั้น มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. สูงกว่ากลุ่มที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด และเมื่อระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้ในสูตรอาหารเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. สูงขึ้นด้วย และไก่ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ที่คำนวณปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. ต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะ :

1. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทงนั้น ควรคำนวณปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ โดยการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์เพื่อให้ไก่ได้รับครบตามความต้องการ โดยเฉพาะกรดแอมิโนเมไธโอนีน ซึ่งเป็นกรดแอมิโนที่จำกัดอันดับ 1 สำหรับการเจริญเติบโตของไก่ เนื่องมาจากค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่ำ

2. กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผลิตได้ภายในประเทศ มีปริมาณเยื่อใยสูง เนื่องจากมีกะลาปนอยู่มาก ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้เป็นอาหารไก่กระทง จึงน่าจะหาแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มระดับการใช้ในสูตรอาหารไก่กระทง ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในการหีบน้ำมันหรือการปรับปรุงกรรมวิธีในการแยกกะลาออกให้หมดเพื่อลดปริมาณเยื่อใย หรือการใช้จุลินทรีย์ในธรรมชาติ (จุลินทรีย์โปรตีน : single cell protein) หรือเอนไซม์ เพื่อช่วยในการย่อยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันและเพิ่มโปรตีน

บรรณานุกรม

เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2541. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2539/40. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจ. เอ็น. ที.

เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2542ก. ผลิตผลทางการเกษตร. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. 45 : 51-71.

เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2542ข. สรุปสถานการณ์การผลิตและการตลาดผลิตผลเกษตร ปี 2541 และคาดคะเนแนวโน้ม ปี 2542. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. 45 : 4-22.

จรัญ จันทลักขณา. 2534. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

จารุรัตน์ เศรษฐภักดี. 2528. อาหารสัตว์เศรษฐกิจ. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชูพงษ์ เปรี่ยมงูเหลือม, สมชัย จันทร์สว่าง, สุภาพร อิสริโยดม และ อรุณี อิงคากุล. 2542. ผลการลดระดับโปรตีนร่วมกับการเสริมกรดแอมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบในอาหารต่อคุณลักษณะทางการเจริญเติบโตของไก่กระทง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ ประมง 3-5 กุมภาพันธ์ 2542, หน้า 55-61.

เดชา สายชู, วรวิทย์ สิริพลวัฒน์, อุทัย คันโธ และ อรุณี อิงคากุล. 2537. การศึกษาพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดในไก่เนื้อลูกผสมโตเต็มที่. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ ประมง 3-5 กุมภาพันธ์ 2537, หน้า 1-5.

ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต. 2529. ผลการใช้กากปาล์มน้ำมันชนิดกระเทาะเปลือกในอาหารสุกรรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิวัต เมืองแก้ว. 2531. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในอาหารและการจำกัดอาหาร หลังจากไก่ให้ไข่สูงสุดต้องการให้ผลผลิตในไก่ไข่.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประภากร ธาราฉาย. 2535. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและกรดอะมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดสำหรับเป็ดเนื้อ.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ผาสุข กุลละวณิชย์. 2529. ปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม. สงขลา : ฝ่ายบริการการศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ. 2534. การคำนวณสูตรอาหารและเทคโนโลยีอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ : โครงการตำราคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2539. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 2 : หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล และ สมเกียรติ ทองรักษ์. 2532. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเสริมด้วยกรดอะมิโนสังเคราะห์แทนรำข้าวในอาหารสุกรระยะเจริญเติบโต (20-60 กก.). ว. สงขลานครินทร์. 11 : 29-36.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วินัย ประลมพ์กาญจน์, วรวิทย์ วณิชาภิชาติ, อุดสาห์ จันทร์อำไพ และ บุญธรรม พฤษวานิช. 2526. การศึกษาระดับที่เหมาะสมของกากปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทง. ว. สงขลานครินทร์. 5 : 331-336.

วินัย ประลมพ์กาญจน์, เสาวนิต คูประเสริฐ, สุรพล ชลดำรงค์กุล และ สมเกียรติ ทองรักษ์. 2528. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในอาหารสุกรขุน. ว. สงขลานครินทร์. 7 : 137-144.

สุธา วัฒนสิทธิ์. 2533. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดในเป็ด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุธา วัฒนสิทธิ์, วินัย ประลมพ์กาญจน์ และ ศยาม ขุนซำนาญ. 2534. อิทธิพลของไขมันในสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูงต่อการผลิตไก่กระทง. ว. สงขลานครินทร์. 13 : 195-201.

สุธา วัฒนสิทธิ์, วินัย ประลมพ์กาญจน์, วีระชัย แสงศิริวรรธนะ และ ธานี วาสิการ. 2535. อิทธิพลของระดับโปรตีนและพลังงานต่อการเจริญเติบโตของไก่กระทงซึ่งได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ.
ว. สงขลานครินทร์. 14 : 9-17.

สุธา วัฒนสิทธิ์ และ วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2539. ผลของการเสริมเมทไทโอนีนในสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสำหรับไก่กระทง. ว. สงขลานครินทร์. 18 : 177-186.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, ประทีป ราชแพทยาคม, กระจ่าง วิสุทธารมณ์, บุญธง ศิริพานิช, วรรณดา สุจริต และ สุภาพร อิสริโยดม. 2535. การเลี้ยงไก่. กรุงเทพฯ : บริษัท ประชาชน จำกัด.

สุวิทย์ ธีรพันธุวัฒน์. 2532. การย่อยได้ของโปรตีน กรดอะมิโนและพลังงานในสัตว์ปีกของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดที่ผลิตในเอเชีย. ว. สุกรสาส์น. 16 : 5-15.

เสาวนิต คูประเสริฐ. 2538. โภชนาศาสตร์สัตว์. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสาวนิต คูประเสริฐ, จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์, สุธา วัฒนสิทธิ์ และ วรวิทย์ วณิชาภิชาติ. 2541. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันแทนข้าวโพดในอาหารไก่ไข่ 1. ไก่ไข่ในระยะเจริญเติบโต. ว. สงขลานครินทร์. 20 : 303-311.

เสาวนิต คูประเสริฐ, วินัย ประลมพ์กาญจน์, สุรพล ชลดำรงค์กุล และ สุจิตร์ ชลดำรงค์กุล. 2530. ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของกากปาล์มน้ำมัน. ว. สงขลานครินทร์. 9 : 163-167.

อุทัย คันโธ. 2528. หลักเบื้องต้นอาหารไก่ไข่และแนวทางการลดต้นทุนการผลิต. ว. สุกรสาส์น. 12 : 83-94.

อุทัย คันโธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

Ajinomoto. 1998. True digestibility of essential amino acids for poultry-1998. Tokyo : Ajinomoto Co., Inc.

Almeida, J. A. and E. S. Baptista. 1984. A new approach to the quantitative collection of excreta from birds in a true metabolizable energy bioassay. Poultry Science. 63 : 2501-2503.

AOAC. 1980. Official Methods of Analysis, 13th ed., Washington, DC. : Association of Official Analytical Chemists Inc.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed., Washington, DC. : Association of Official Analytical Chemists Inc.

Armas, A. B. and C. F. Chicco. 1977. Use of palm kernel meal of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) in broiler chickens diets. pp. 339-343. *cited by* Yeong, S. W. 1981. Biological Utilization of Palm Oil By-Products by Chickens. Ph.D. Dissertation. University of Malaya.

Askbrant, S. and M. Khalili. 1990. Estimation of endogenous energy and nitrogen losses in the cockerel during fasting and postprandial. British Poultry Science. 31 : 155-162.

Babatunde, G. M., B. L. Fetuga, O. Odemosu and V. A. Oyenuga. 1975. Palm kernel meal as the major protein concentrate in the diets of pigs in the tropics. J. Sci. Fd. Agric. 26 : 1279-1291.

Barbour, G. W. and J. S. Sim. 1991. True metabolizable energy and true amino acid availability in canola and flax products for poultry. Poultry Science. 70 : 2154-2160.

Bercovici, D. and M. F. Fuller. 1995. Industrial amino acids in nonruminant animal nutrition. *In* Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding (eds. R. J. Wallace and A. Chessen), pp. 93-113. Weinheim : VCH Verlagsgesellschaft mbH.

Chinajariyawong, C. 2000. Studies on the Improvement of the Nutritive Value and Utilization of Palm Kernel Cake as a Feed Resource for Ruminants. Ph.D. Dissertation. Universiti Putra Malaysia.

Church, D. C. and W. G. Pond. 1974. Basic Animal Nutrition and Feeding. Oregon : O&B Books.

Daghir, N. J. 1995. Poultry Production in Hot Climates. Cambridge : CAB international.

Dale, N. M. and H. L. Fuller. 1982. Applicability of true metabolizable energy on economic traits in poultry. Poultry Science. 61 : 351-356.

Deaton, J. W., L. F. Kubena, F. N. Reece and B. D. Lott. 1977. Effect of dietary fibre on the performance of laying hens. British Poultry Science. 18 : 711-714.

Devendra, C. 1977. Utilization of feedingstuffs from the oil palm. Proceedings of Symposium. (eds. C. Devendra and R. I. Hutagalung), Faculty of Medicine, National University of Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia, 17-19 October 1977. pp. 116-131.

Douglas, M. W. and C. M. Parsons. 1999. Dietary formulation with rendered spent hen meals on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. Poultry Science. 78 : 556-560.

Elwell, D. and J. H. Soares. 1975. Amino acid bioavailability : A comparative evaluation of several assay techniques. Poultry Science. 54 : 78-85.

Fernandez, S. R., Y. Zhang and C. M. Parsons. 1995. Dietary formulation with cottonseed meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. Poultry Science. 74 : 1168-1179.

Fisher, C. 1994. Use of amino acids to improve carcass quality of broilers. Feed Mix. 2 : 17-20.

Fisher, C. and J. M. McNab. 1987. Techniques for determining the metabolizable energy (ME) content of poultry feed. *In* Recent Advances in Animal Nutrition (eds. W. Haresign and D. J. A. Cole), pp. 3-18. London : Butterworths.

Flores, M. P. and J. I. R. Castanon. 1991. Effect of level of feed input on true metabolizable energy values and their additivity. Poultry Science. 70 : 1381-1385.

Fuller, M. F. 1994. Enhancing lean meat deposition in pigs. Feed Mix. 2 : 13-16.

Green, S. 1986. Digestibility of amino acid - a role in practical feed formulation. Proceedings of the AFTAA Meeting, Paris, France, pp. 1-29. *cited by* Johnson, R. J. 1992. Principles problems and application of amino acid digestibility in poultry. World's Poultry Science Journal. 48 : 232-246.

Gomez, K. A., V. I. Bartolome, E. C. Ulpindo and R. T. Calinga. 1992. IRRISTAT User's Manual Version 92-1. Manila : Biometrics Unit, International Rice Research Institute.

Hill, F. W. and D. L. Anderson. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. Journal of Nutrition. 64 : 587-603.

Janssen, W. M. M. A. and B. Carre. 1989. Influence of fibre on digestibility of poultry feeds. *In* Recent Developments in Poultry Nutrition (eds. D. J. A. Cole and W. Haresign), pp. 78-93, London : Butterworths.

Johnson, R. J. 1992. Principles problems and application of amino acid digestibility in poultry. World's Poultry Science Journal. 48 : 232-246.

Kubena, L. F., J. W. Deaton, J. D. May and F. N. Reece. 1974. A dietary method to correct a gizzard abnormality of broilers. Poultry Science. 53 : 407-409.

Likuski, H. J. A. and H. G. Dorrell. 1978. A bioassay for rapid determinations of amino acid availability values. Poultry Science. 57 : 1658-1660.

Lloyd, L. E., B. E. McDonald and E.N. Crampton. 1978. Foundamentals of Nutrition. San Francisco : W. H. Freeman and Company.

McDonald, P., R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalgh. 1978. Animal Nutrition. London : Longman.

McDonald, P., R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalgh. 1981. Animal Nutrition. London : Longman.

McDonald, P., R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalgh. 1995. Animal Nutrition. London : Longman.

Moreng, R. E. and J. S. Avens. 1985. Poultry Science & Production. Reston, Virginia : Reston Publishing Company, Inc.

Muztar, A. J. and S. J. Slinger. 1981a. An evaluation of the nitrogen correction in the true metabolizable energy assay. Poultry Science. 60 : 835-839.

Muztar, A. J. and S. J. Slinger. 1981b. A study of the metabolic fecal and endogenous amino acid excretion in fasted mature cockerels with time. Nutrition Reports International. 23 : 465-469.

Muztar, A. J., S. J. Slinger and J. H. Burton. 1977. Metabolizable energy content of freshwater plants in chickens ad ducks. Poultry Science. 56 : 1893-1899.

National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. Washington, D. C. : National Academy Press.

Nwokolo, E. N., D. B. Bragg and W. D. Kitts. 1976a. The availability of amino acids from palm kernel, soybean, cottonseed and rapeseed meal for the growing chick. Poultry Science. 55 : 2300-2304.

Nwokolo, E. N., D. B. Bragg and W. D. Kitts. 1976b. A method for estimating the mineral availability in feedstuffs. Poultry Science. 55 : 2217-2221.

Nwokolo, E. N., O. B. Bragg and H. S. Saben. 1977. A nutritive evaluation of palm kernel meal for use in poultry rations. Tropical Science. 19 : 147-154.

Okumura, J., Y. Isshiki and Y. Nakahiro. 1982. Influence of dietary cellulose and digestible dry matter on metabolic and endogenous nitrogen excretion in chicken. Japaness Poultry Science. 19 : 300-304.

Oluyemi, J. A., B. L. Futega and H. N. L. Endeley. 1976. The metabolizable energy value of some feed ingredients for young chicks. Poultry Science. 55 : 611-618.

Onwudike, O. C. 1986a. Palm kernel meal as a feed for poultry. 1. Composition of palm kernel meal and availability of its amino acids to chicks. Animal Feed Science and Technology. 16 : 179-186.

Onwudike, O. C. 1986b. Palm kernel meal as a feed for poultry. 3. Replacement of groundnut cake by palm kernel meal in Broiler diets. Animal Feed Science and Technology. 16 : 195-202.

Parsons, C. M. 1986. Amino acid availability in feedstuffs for poultry and swine. *In* Recent Advances in Amino Acid Nutrition (eds. D. H. Baker and C. M. Parsons), pp. 35-48. Ajinomoto Co. Inc., Tokyo.

Parsons, C. M. 1995. Lysine. Illinois : ADM BioProducts, Archer Daniels Midland Company.

Parsons, C. M., L. M. Potter and R. D. Brown, Jr. 1982. Effects of dietary carbohydrate and intestinal microflora on excretion of endogenous amino acid by poultry. Poultry Science. 62 : 483-489.

Patrick, H. and P. J. Schaible. 1980. Poultry : Feeds and Nutrition. Westport, Connecticut : Avi Publishing Company, Inc.

Pesti, G. M. and C. F. Smith. 1984. The response of growing broiler chickens to dietary content of protein, energy and added fat. British Poultry Science. 25 : 127-138.

Raharjo, Y. and D. J. Farrell. 1984. A new biological method for determining amino acid digestibility in poultry feedstuffs using a simple cannula, and the influence of dietary fibre on endogenous amino acid output. Animal Feed. Science and Technology. 12 : 29-45.

Ravindran, V. and R. Blair. 1992. Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific. II. plant protein sources. World's Poultry Science Journal. 48 : 205-231.

Rose, S. P. 1997. Principles of Poultry Science. New York : CAB International.

SAS Institute. 1985. SAS® Users Guide : Statistics. The 5th ed., Cary, North Carolina : SAS Institute, Inc.

Sauer, W. C. and Ozimek. 1985. The Digestibility of Amino Acids in Studies with Swine and Poultry. Tokyo : Ajinomoto Co. Inc.

Scott, M. L. 1982. Nutrient requirements of poultry. Feedstuffs Year Book Issue. 50 : 57–58.

Scott, M. L., M. C. Nesheim and R. J. Young. 1982. Nutrition of the Chicken. New York : M. L. Scott & Associates.

Sibbald, I. R. 1977. The effect of level of feed input on true metabolizable energy values. Poultry Science. 56 : 1662-1663.

Sibbald, I. R. 1982. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs : A review. Canadian Journal of Animal Science. 62 : 983-1048.

Sibbald, I. R. 1986. The T.M.E. system of feed evaluation : methodology, feed composition data and bibliography. Ontario : Animal Research Centre Contribution 85-19, Research Branch, Agriculture Canada.

Sibbald, I. R. 1989. Metabolizable energy evaluation of poultry diets. *In* Recent Developments in Poultry Nutrition (eds. D. J. A. Cole and W. Haresign), pp. 12-26. London : Butterworths.

Sibbald, I. R., J. D. Summerer and S. J. Slinger. 1960. Factor effecting the metabolizable energy content of poultry feeds. Poultry Science. 39 : 544-556.

Sibbald, I. R. and M. S. Wolynetz. 1985. The excreta energy and nitrogen losses of adult cockerels during a fast. Poultry Science. 64 : 1976-1980.

Sibbald, I. R. and M. S. Wolynetz. 1988. Comparisons of bioassays for true metabolizable energy adjusted to zero nitrogen balance. Poultry Science. 67 : 1192-1202.

Siriwathananukul, Y. 1987. The improvement of oil palm and coconut by product utilization in pig diet : Amino acid supplementation. Proceedings of the International Seminar. (eds. M. Ekasingh, A. Promsiri, T. Radanachaless, L. Worachai, S. Ongprasert and S. Jongkaewwattana), Faculty of Agricultural, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand, 17-20 December 1987, pp. 305-317.

Siriwathananukul, Y., P. F. Alcantara, V. G. Arganosa and R. G. Zamora. 1987. The effect of lysine, methionine, threonine and tryptophan supplementation to high copra meal diets on ration digestibility, growth performance and carcass characteristics of swine. Manila : Ajinomoto Co. Inc.

Smith, M. O. 1993. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. Poultry Science. 72 : 1146-1150.

Smith, R. E. 1968. Assessment of the availability of amino acids in fish meal, soybean meal and feather meal by chick growth assay. Poultry Science. 47 : 1624-1630.

Toh, K. S. and S. K. Chia. 1977. Nutritional value of rubber seed meal in livestock. Proceedings of Symposium. (eds. C. Devendra and R. I. Hutagalung), Faculty of Medicine, National University of Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia, 17-19 October 1977, pp. 345-351.

Wang, T. C. and M. F. Fuller. (n.d.). The ideal dietary protein for growing pigs. Tokyo : Ajinomoto Co. Inc.

Wang, X. and C. M. Parsons. 1998. Dietary formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. Poultry Science. 77 : 1010-1015.

Williams, P. E. V. 1997. Poultry production and science : future directions in nutrition. World's Poultry Science Journal. 53 : 33-48.

Wiseman, J. 1987. Feeding of Non-Ruminant Livestock. London : Butterworths.

Yeong, S. W. 1981. Biological Utilization of Palm Oil By-products by Chickens. Ph.D. Dissertation. University of Malaya.

Yeong, S. W. 1982. The nutritive value of palm oil by-product for poultry. Proceedings of the 1st AAAP Congress, University Pertanian Malaysia. Selangor, Malaysia, pp. 217-222.

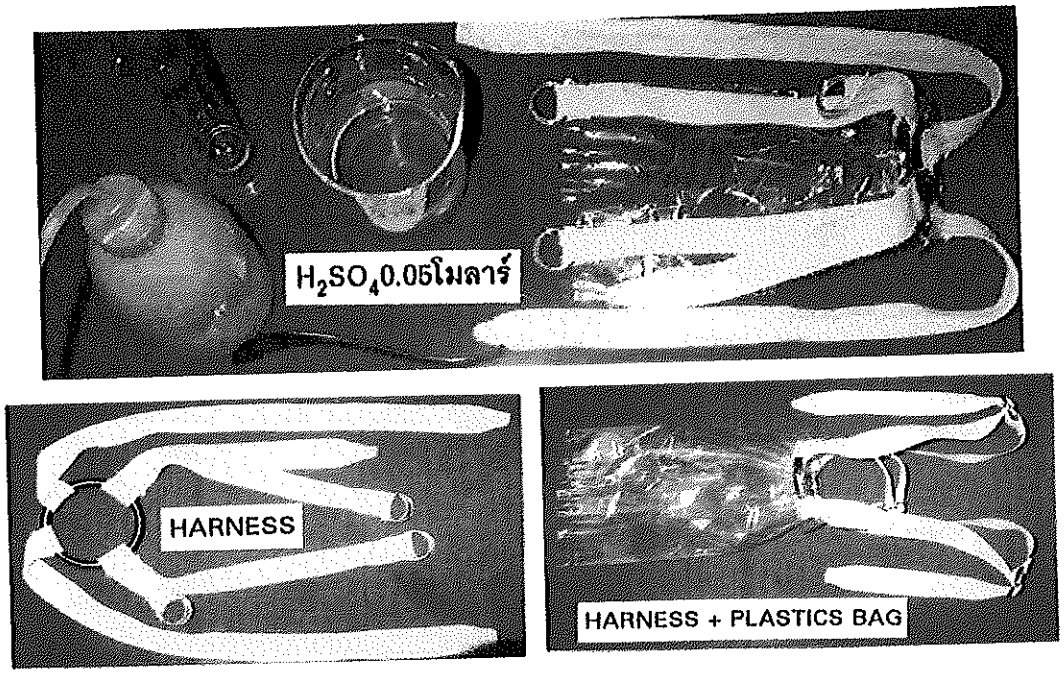
Yeong, S. W. and T. K. Mukherjee. 1983. The effect of palm oil supplementation in palm kernel cake based diets on the performance of broiler chickens. pp. 378-384. *cited by* นิวัต เมืองแก้ว. 2531. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในอาหารและการจำกัดอาหาร หลังจากไก่ให้ไข่สูงสุดต้องการให้ผลผลิตในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Yeong, S. W., T. K. Mukherjee and R. I. Hutagalung. 1981. The nutritive value of palm kernel cake as a feedstuff for poultry. Proceedings of a National Workshop on Oil Palm By-products Utilization, December, 1981, Kualalumpur, Malaysia, pp. 100-107.

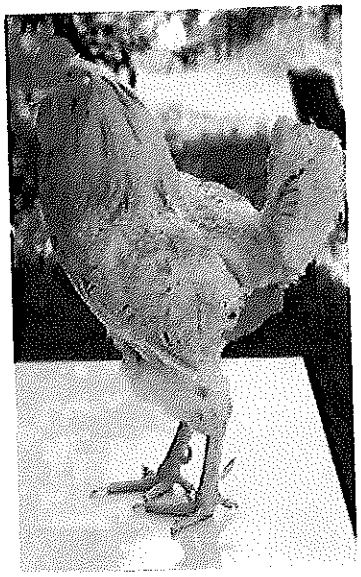
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์



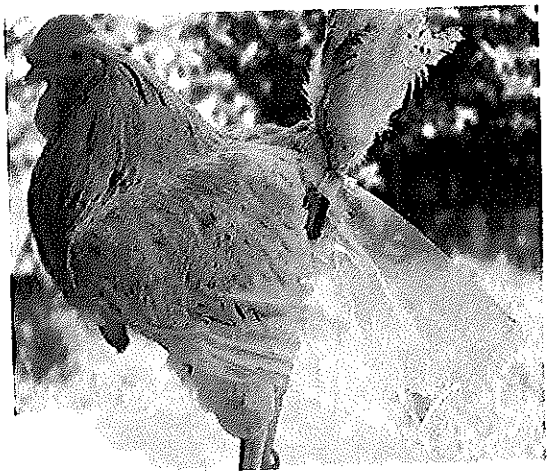
ภาพภาคผนวกที่ 1 อุปกรณ์ในการเก็บมูลและปัสสาวะ



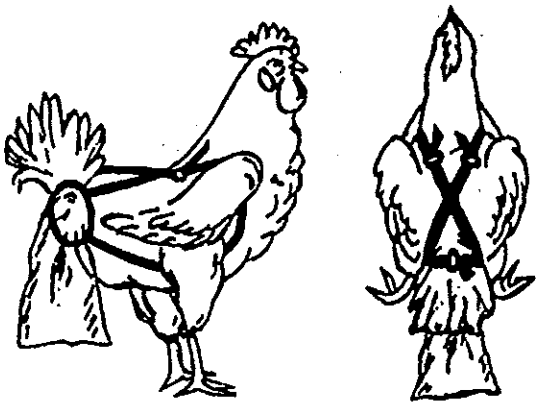
ภาพภาคผนวกที่ 2 ไก่เพศผู้ที่ตัดขนบริเวณทวารหนักออก เพื่อความสะดวกในการเก็บมูลและปัสสาวะ

ภาพภาคผนวกที่ 3 ไก่เพศผู้ พร้อมด้วยอุปกรณ์ในการบังคับ

ภาพภาคผนวกที่ 4 การป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้กับไก่เพศผู้



ก



ข

ภาพภาคผนวกที่ 5 ไก่เพศผู้ที่ใส่ถุงเก็บมูลและปัสสาวะพร้อมสายรัดตรงทวารหนัก

ก และ ข : การใส่ถุงเก็บมูลและปัสสาวะพร้อมสายรัดตรงทวารหนัก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสูตรอาหารไก่ไข่

วัตถุดิบอาหารสัตว์	จำนวน
ข้าวโพด	80.90
กากถั่วเหลือง	8.60
ปลาป่น	8.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.50
เปลือกหอย	0.20
เกลือ	0.30
พรีมิกซ์ (วิตามิน-แร่ธาตุ)	0.50
รวม	100.00

ภาคผนวก ข

ข้อมูลพื้นฐาน

ตารางภาคผนวกที่ 2 ส่วนประกอบของกรดแอมิโนในมูลและปัสสาวะของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด และไก่ระยะอดอาหาร

กรดแอมิโน	วัตถุดิบอาหารสัตว์							
	PKC 20 กรัม	PKC 30 กรัม	PKC 40 กรัม	PKC เฉลี่ย	ข้าวโพด	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น	เฉลี่ยไก่ระยะอดอาหาร
	← (% ของน้ำหนักแห้ง) →							
กรดแอสปาติก	0.350	0.370	0.310	0.343	0.430	0.520	0.180	0.340
ทรีโอนีน	0.170	0.150	0.110	0.143	0.310	0.240	0.180	0.240
เซอรีน	0.110	0.170	0.100	0.127	0.310	0.290	0.330	0.190
กรดกลูตามิก	0.680	0.650	0.560	0.630	0.610	0.640	0.390	0.480
โปรลีน	0.260	0.240	0.190	0.230	0.440	0.300	0.380	0.360
ไกลซีน	0.550	0.510	0.500	0.520	0.530	0.460	0.700	0.865
อลานีน	0.290	0.310	0.280	0.293	0.290	0.310	0.320	0.230
ซีสตีน	0.150	0.180	0.150	0.160	0.210	0.210	0.180	0.170
วาลีน	0.300	0.320	0.280	0.300	0.270	0.320	0.270	0.285
เมไธโอนีน	0.050	0.060	0.050	0.053	0.050	0.060	0.120	0.050
ไอโซลูซีน	0.210	0.200	0.170	0.193	0.140	0.210	0.150	0.185
ลูซีน	0.270	0.280	0.240	0.263	0.200	0.340	0.220	0.185
ฟีนิลอะลานีน	0.210	0.220	0.190	0.207	0.210	0.220	0.250	0.180
ไลซีน	0.250	0.270	0.220	0.247	0.240	0.300	0.240	0.295
อาร์จีนีน	0.510	0.350	0.230	0.363	0.622	0.280	1.100	1.020
ฮีสติดีน	0.280	0.320	0.300	0.300	0.217	0.100	0.130	0.355

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณมูล วัตถุแห้ง สมดุลไนโตรเจน และพลังงานรวมในมูลและปัสสาวะของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด และไก่ระยะอดอาหาร

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ซ้ำที่	ปริมาณมูล (กรัมของน้ำหนักแห้ง)	วัตถุแห้ง (%)	สมดุลไนโตรเจน	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี่/กก. ของน้ำหนักแห้ง)
เฉลี่ยไก่ระยะ	1	5.641	95.48	-0.912	2,977.05
อดอาหาร	2	4.996	96.53	-0.821	2,778.54
	3	4.625	96.31	-0.747	2,804.58
	4	5.823	97.00	-1.132	2,758.83
	5	6.213	96.80	-1.209	2,783.33
	6	6.853	96.64	-1.326	2,870.35
	7	8.611	96.90	-1.829	2,697.54
	8	8.259	96.65	-1.751	2,703.91
	9	5.504	96.59	-1.168	2,674.68
	10	4.259	95.60	-0.904	3,005.64
เฉลี่ย [1]		6.078 ± 1.532	96.45 ± 1.30	-1.180 ± 0.376	2,805.45 ± 138.41
PKC 20 กรัม	1	14.315	90.68	-0.181	3,915.69
	2	14.540	90.60	-0.191	3,819.41
	3	14.803	89.55	-0.203	3,841.37
	4	16.030	90.33	-0.424	3,680.54
	5	14.836	92.96	-0.358	3,874.21
	6	15.277	91.10	-0.382	3,810.89
	7	16.037	91.43	-0.890	3,583.47
	8	16.224	91.75	-0.906	3,572.68
	9	16.467	91.85	-0.926	3,580.15
	10	14.630	91.18	-0.772	3,806.68
เฉลี่ย [1]		15.316 ± 0.758	91.14 ± 0.89	-0.523 ± 0.299	3,748.51 ± 124.82

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ซ้ำที่	ปริมาณมูล (กรัมของน้ำหนักแห้ง)	วัตถุแห้ง (%)	สมดุลไนโตรเจน	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี่/กก. ของน้ำหนักแห้ง)
PKC 30 กรัม	1	23.190	87.88	-0.218	3,849.38
	2	23.550	88.18	-0.232	3,863.58
	3	17.916	86.93	-0.011	3,700.92
	4	26.491	89.43	-0.774	3,525.85
	5	25.550	88.63	-0.722	3,775.72
	6	27.406	89.83	-0.824	3,769.02
	7	26.893	89.83	-0.757	3,821.33
	8	22.796	86.08	-0.536	3,625.68
	9	20.969	94.90	-0.438	3,512.79
	10	23.288	89.09	-0.563	3,935.64
เฉลี่ย [1]		23.805 ± 2.779	89.07 ± 2.26	-0.508 ± 0.264	3,737.99 ± 136.49
PKC 40 กรัม	1	31.125	89.93	-0.219	3,802.18
	2	33.745	89.85	-0.338	3,815.41
	3	32.233	88.20	-0.259	3,915.62
	4	34.583	90.88	-0.498	3,796.66
	5	30.725	87.40	-0.409	3,853.21
	6	33.811	89.93	-0.467	3,742.07
	7	33.104	90.50	-0.287	3,753.76
	8	31.586	87.08	-0.232	3,645.33
	9	28.918	88.13	-0.134	3,860.83
	10	31.088	89.43	-0.214	3,820.75
เฉลี่ย [1]		32.092 ± 1.646	89.13 ± 1.26	-0.306 ± 0.113	3,800.58 ± 70.71

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ซ้ำที่	ปริมาณมูล (กรัมของน้ำหนักแห้ง)	วัตถุแห้ง (%)	สมดุลไนโตรเจน	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี่/กก. ของน้ำหนักแห้ง)
PKC เฉลี่ย	1	22.877	89.49	-0.206	3,855.75
	2	23.945	59.54	-0.254	3,832.80
	3	21.651	88.23	-0.158	3,819.30
	4	25.703	90.21	-0.565	3,667.68
	5	23.704	89.66	-0.496	3,834.38
	6	25.498	90.28	-0.558	3,773.99
	7	25.345	90.58	-0.645	3,719.52
	8	23.535	88.30	-0.558	3,614.56
	9	22.118	91.63	-0.499	3,651.26
	10	23.002	89.90	-0.516	3,854.36
เฉลี่ย [1]		23.738 ± 7.112	89.78 ± 1.85	-0.446 ± 0.259	3,762.36 ± 87.01
ข้าวโพด	1	9.306	94.45	-0.338	3,566.00
	2	9.138	93.50	-0.323	3,557.37
	3	9.941	93.05	-0.392	3,464.21
	4	11.844	92.90	-0.993	3,262.34
	5	9.677	94.30	-0.727	3,504.68
	6	8.700	91.20	-0.607	3,560.01
	7	10.977	84.90	-0.830	3,148.99
	8	11.488	86.30	-0.890	2,851.46
	9	9.903	84.80	-0.704	2,937.14
	10	8.864	85.10	-0.582	3,196.15
เฉลี่ย [1]		9.984 ± 1.043	90.05 ± 4.01	-0.639 ± 0.222	3,304.83 ± 253.20

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ซ้ำที่	ปริมาณมูล (กรัมของน้ำหนักแห้ง)	วัตถุแห้ง (%)	สมดุลไนโตรเจน	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี่/กก. ของน้ำหนักแห้ง)
กากถั่วเหลือง	1	23.201	89.03	0.431	3,086.67
	2	23.716	87.65	0.376	2,981.83
	3	22.143	87.38	0.546	3,041.05
	4	22.555	86.70	-0.107	3,088.43
	5	25.486	89.30	-0.503	3,187.94
	6	24.029	89.88	-0.306	3,033.75
	7	25.208	89.25	-0.285	2958.80
	8	26.071	88.55	-0.395	2,810.59
	9	22.286	88.30	0.089	2,962.58
	10	21.575	89.19	0.179	3,081.26
เฉลี่ย [1]		23.627 ± 1.471	88.52 ± 0.96	0.003 ± 0.355	3,023.29 ± 96.93
ปลาป่น	1	27.080	89.68	0.489	1,992.25
	2	23.363	91.00	0.899	1,970.57
	3	24.574	89.10	0.766	1,862.60
	4	23.550	88.20	0.680	1,985.11
	5	27.841	92.70	0.169	2,226.85
	6	26.833	91.30	0.289	2,229.33
	7	25.051	90.65	0.506	2057.55
	8	27.868	90.30	0.171	2,057.41
	9	24.177	89.63	0.609	1,976.53
	10	24.608	91.65	0.558	2,262.59
เฉลี่ย [1]		25.495 ± 1.653	90.42 ± 1.26	0.514 ± 0.232	2,062.08 ± 127.14

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณมูลและปัสสาวะ และการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของไก่ที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ [1]

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัมของวัตถุแห้ง)	ปริมาณมูลและปัสสาวะ (กรัมของวัตถุแห้ง)	การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง (%)
PKC 20 กรัม	18.495	13.961 ± 0.739	56.264 ± 5.676
PKC 30 กรัม	27.743	21.209 ± 2.561	44.715 ± 8.115
PKC 40 กรัม	36.620 ± 0.848	28.617 ± 1.762	37.877 ± 5.563
PKC เฉลี่ย	27.619 ± 7.416	21.262 ± 6.262	46.285 ± 10.029

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณไนโตรเจนที่กิน ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่าย และสมดุลไนโตรเจนของไก่ที่ได้รับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ [1]

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ปริมาณไนโตรเจนที่กิน (กรัมของวัตถุแห้ง)	ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่าย (กรัมของวัตถุแห้ง)	สมดุลไนโตรเจน [2]
PKC 20 กรัม	0.461	0.984 ± 0.299	-0.523 ± 0.299
PKC 30 กรัม	0.692	1.200 ± 0.264	-0.508 ± 0.264
PKC 40 กรัม	0.913 ± 0.021	1.219 ± 0.108	-0.306 ± 0.113
PKC เฉลี่ย	0.689 ± 0.185	1.135 ± 0.261	-0.446 ± 0.259

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

2 : เครื่องหมาย – หมายถึง มีการสูญเสียไนโตรเจนออกจากร่างกาย
เครื่องหมาย + หมายถึง มีการสะสมไนโตรเจนในร่างกาย

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในไก่ [1]

วัตถุดิบอาหารสัตว์	พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี่/กก.ของวัตถุแห้ง)			
	AME	AME_n	TME	TME_n
PKC 20 กรัม	1,947± 65	2,179± 123	2,863± 177	2,571± 118
PKC 30 กรัม	1,836± 406	1,987± 351	2,447± 361	2,248± 330
PKC 40 กรัม	1,715± 177	1,783± 156	2,178± 208	1,982± 152
PKC เฉลี่ย	1,832± 275	1,983± 284	2,496± 384	2,267± 327

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ และค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (ค่าในวงเล็บ) ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ในไก่

กรดแอมิโน	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	PKC. 20 กรัม	PKC. 30 กรัม	PKC. 40 กรัม	PKC. เฉลี่ย
	← (% ของวัตถุแห้ง) →			
ไลซีน	50.90 (73.94)	45.05 (60.41)	54.26 (65.90)	49.85 (65.27)
เมไธโอนีน	80.85 (88.49)	76.19 (100.00)	79.73 (83.59)	78.84 (83.95)
ทรีโอนีน	72.30 (87.85)	74.67 (85.04)	81.02 (88.88)	75.85 (86.26)
ลูซีน	72.79 (80.21)	70.76 (75.70)	74.40 (78.14)	72.53 (77.49)
ไอโซลูซีน	64.26 (76.78)	64.72 (73.08)	69.37 (75.70)	65.95 (74.34)
วาลีน	62.33 (76.53)	58.36 (67.83)	62.78 (69.95)	61.00 (70.51)
ฮีสติดีน	32.98 (66.84)	20.63 (43.20)	23.99 (41.09)	25.61 (48.29)
อาร์จินีน	47.92 (89.41)	62.96 (90.62)	75.14 (96.09)	61.70 (89.48)
เฟนนิลอะลานีน	67.17 (78.38)	64.36 (71.83)	68.56 (74.22)	66.56 (74.06)
ไทโรซีน	68.09 (82.44)	60.31 (69.88)	66.22 (73.47)	64.74 (74.35)
ไกลซีน	21.99 (70.82)	25.04 (57.59)	24.93 (49.59)	23.67 (56.36)
ซีรีน	82.81 (94.61)	72.46 (80.33)	83.45 (89.42)	79.48 (87.38)
โพรลีน	66.25 (84.86)	67.71 (80.12)	73.89 (83.29)	69.11 (81.58)
อะลานีน	48.34 (64.60)	42.78 (53.61)	47.20 (55.41)	45.90 (56.78)
กรดกลูตามิก	74.96 (81.99)	75.20 (79.88)	78.17 (81.72)	75.99 (80.70)
กรดแอสพาร์ติก	66.07 (79.15)	62.83 (71.55)	68.18 (74.79)	65.54 (74.30)
เฉลี่ย [1]	61.25 ± 16.25	59.00 ± 16.54	64.46 ± 17.72	61.39 ± 16.57
	(79.81 ± 8.01)	(72.54 ± 13.79)	(73.83 ± 14.39)	(73.82 ± 11.57)

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางภาคผนวกที่ 8 ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์

สูตรอาหารที่	ซ้ำที่	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (กรัม/ตัว)	ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร
1 PKC 0 TAA	1	1,014.540	698.500	1.452
	2	1,013.127	696.579	1.454
	3	1,000.100	692.868	1.443
2 PKC 0 AAA	1	990.163	691.556	1.432
	2	977.781	688.353	1.420
	3	970.437	679.184	1.429
3 PKC 20 TAA	1	1,199.350	741.000	1.619
	2	1,154.432	722.289	1.598
	3	1,177.739	706.526	1.667
4 PKC 30 TAA	1	1,130.370	696.000	1.624
	2	1,232.029	746.053	1.651
	3	1,215.380	710.500	1.711
5 PKC 40 TAA	1	1,197.073	689.333	1.737
	2	1,184.785	676.000	1.753
	3	1,237.994	721.789	1.715
6 PKC 20 AAA	1	1,260.365	792.000	1.591
	2	1,147.222	728.632	1.574
	3	1,176.262	752.816	1.562
7 PKC 30 AAA	1	1,198.643	730.118	1.642
	2	1,201.554	730.737	1.644
	3	1,185.350	719.500	1.647
8 PKC 40 AAA	1	1,220.036	729.737	1.672
	2	1,212.640	725.000	1.673
	3	1,194.600	677.432	1.763

ตารางภาคผนวกที่ 9 ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์

สูตรอาหารที่	ซ้ำที่	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (กรัม/ตัว)	ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร
1 PKC 0 TAA	1	2,883.289	1,282.263	2.249
	2	2,761.436	1,144.303	2.413
	3	2,870.351	1,261.520	2.275
2 PKC 0 AAA	1	2,635.213	1,444.444	2.303
	2	2,829.669	1,235.147	2.291
	3	2,700.752	1,162.958	2.322
3 PKC 20 TAA	1	3,211.711	1,399.737	2.295
	2	3,279.444	1,420.389	2.309
	3	3,113.509	1,255.585	2.480
4 PKC 30 TAA	1	3,192.958	1,328.125	2.404
	2	3,277.368	1,312.632	2.497
	3	3,139.000	1,250.000	2.511
5 PKC 40 TAA	1	3,280.752	1,285.490	2.552
	2	3,204.818	1,215.882	2.636
	3	3,446.316	1,309.474	2.632
6 PKC 20 AAA	1	3,311.985	1,411.833	2.346
	2	3,002.734	1,327.993	2.261
	3	3,037.222	1,310.422	2.318
7 PKC 30 AAA	1	3,023.419	1,278.382	2.365
	2	3,269.620	1,378.596	2.372
	3	3,062.316	1,267.579	2.416
8 PKC 40 AAA	1	3,362.895	1,302.485	2.582
	2	3,249.435	1,286.860	2.525
	3	3,228.041	1,281.813	2.518

ตารางภาคผนวกที่ 10 ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์

สูตรอาหารที่	ซ้ำที่	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (กรัม/ตัว)	ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร
1 PKC 0 TAA	1	2,364.854	710.848	3.327
	2	2,118.966	632.784	3.349
	3	2,411.471	728.758	3.309
2 PKC 0 AAA	1	2,204.940	672.500	3.279
	2	2,627.542	817.833	3.213
	3	2,284.125	683.765	3.341
3 PKC 20 TAA	1	2,583.684	835.789	3.091
	2	2,776.593	892.014	3.113
	3	2,241.111	584.444	3.835
4 PKC 30 TAA	1	2,674.750	795.208	3.364
	2	2,494.825	707.427	3.527
	3	2,565.000	784.500	3.270
5 PKC 40 TAA	1	2,775.294	787.647	3.524
	2	2,613.529	776.471	3.366
	3	2,604.211	701.579	3.712
6 PKC 20 AAA	1	2,645.752	734.608	3.602
	2	2,415.625	745.625	3.240
	3	2,325.294	750.588	3.098
7 PKC 30 AAA	1	2,336.875	676.875	3.452
	2	2,835.556	855.556	3.314
	3	2,462.749	765.643	3.217
8 PKC 40 AAA	1	2,808.235	837.059	3.355
	2	2,546.000	724.000	3.517
	3	2,707.124	826.732	3.274

ตารางภาคผนวกที่ 11 ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่ม และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์

สูตรอาหารที่	ซ้ำที่	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (กรัม/ตัว)	ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร
1 PKC 0 TAA	1	6,262.683	2,691.611	2.327
	2	5,893.529	2,473.667	2.383
	3	6,281.921	2,683.147	2.341
2 PKC 0 AAA	1	5,830.316	2,508.500	2.324
	2	6,434.992	2,741.333	2.347
	3	5,955.314	2,527.500	2.356
3 PKC 20 TAA	1	6,994.745	2,976.526	2.350
	2	7,210.470	3,044.625	2.368
	3	6,532.359	2,546.556	2.565
4 PKC 30 TAA	1	6,998.078	2,819.333	2.482
	2	7,004.222	2,766.111	2.532
	3	6,919.380	2,745.000	2.521
5 PKC 40 TAA	1	7,253.118	2,762.471	2.626
	2	7,003.132	2,668.353	2.625
	3	7,288.520	2,732.842	2.667
6 PKC 20 AAA	1	7,218.102	2,938.441	2.456
	2	6,565.582	2,802.250	2.343
	3	6,538.778	2,817.676	2.321
7 PKC 30 AAA	1	6,558.937	2,685.375	2.442
	2	7,306.729	2,964.889	2.464
	3	6,710.414	2,752.722	2.438
8 PKC 40 AAA	1	7,391.166	2,873.824	2.572
	2	7,008.075	2,739.833	2.558
	3	7,129.765	2,785.976	2.559

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และปริมาณกรดแอมิโนที่กินต่อวันของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ [1]

สูตรที่	ระดับของ PKC	การคำนวณปริมาณกรดแอมิโน	ปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน (กิโลแคลอรี/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน	ปริมาณ Met. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Met. & Cys. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Lys. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Thr. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Trp. ที่กินต่อวัน
				(กรัม/วัน)					
1	0 %	TAA	157.83 ± 0.72	11.05 ± 0.05	0.246 ± 0.001	0.433 ± 0.002	0.529 ± 0.002	0.385 ± 0.002	0.137 ± 0.001
2	0 %	AAA	152.60 ± 0.90	10.73 ± 0.06	0.290 ± 0.002	0.472 ± 0.003	0.562 ± 0.003	0.419 ± 0.003	0.133 ± 0.001
3	20 %	TAA	179.38 ± 1.98	12.89 ± 0.14	0.298 ± 0.003	0.505 ± 0.005	0.617 ± 0.007	0.449 ± 0.005	0.157 ± 0.002
4	30 %	TAA	181.73 ± 4.80	13.06 ± 0.34	0.308 ± 0.008	0.511 ± 0.014	0.625 ± 0.016	0.454 ± 0.012	0.158 ± 0.004
5	40 %	TAA	183.87 ± 2.45	13.22 ± 0.18	0.319 ± 0.004	0.517 ± 0.007	0.632 ± 0.008	0.460 ± 0.006	0.159 ± 0.002
6	20 %	AAA	182.04 ± 5.17	13.08 ± 0.37	0.370 ± 0.010	0.579 ± 0.017	0.697 ± 0.020	0.513 ± 0.014	0.159 ± 0.004
7	30 %	AAA	182.12 ± 0.76	13.09 ± 0.05	0.378 ± 0.002	0.581 ± 0.003	0.703 ± 0.003	0.513 ± 0.002	0.158 ± 0.001
8	40 %	AAA	184.24 ± 1.15	13.24 ± 0.08	0.392 ± 0.002	0.590 ± 0.004	0.718 ± 0.004	0.519 ± 0.003	0.159 ± 0.001

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

TAA : ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด

AAA : ปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และปริมาณกรดแอมิโนที่กินต่อวันของไก่กระทง ในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ [1]

สูตรที่	ระดับของ PKC	การคำนวณปริมาณกรดแอมิโน	ปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน (กิโลแคลอรี/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน	ปริมาณ Met. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Met. & Cys. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Lys. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Thr. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Trp. ที่กินต่อวัน
				(กรัม/วัน)					
1	0 %	TAA	453.68 ± 8.74	27.30 ± 0.53	0.514 ± 0.010	0.993 ± 0.019	1.352 ± 0.026	1.000 ± 0.019	0.332 ± 0.006
2	0 %	AAA	433.67 ± 12.87	26.18 ± 0.78	0.601 ± 0.018	1.060 ± 0.031	1.422 ± 0.042	1.084 ± 0.032	0.319 ± 0.009
3	20 %	TAA	487.86 ± 10.38	30.80 ± 0.66	0.587 ± 0.012	1.098 ± 0.023	1.525 ± 0.032	1.128 ± 0.024	0.367 ± 0.008
4	30 %	TAA	488.09 ± 8.68	30.81 ± 0.55	0.604 ± 0.011	1.098 ± 0.020	1.525 ± 0.027	1.129 ± 0.020	0.365 ± 0.006
5	40 %	TAA	504.48 ± 15.36	31.84 ± 0.97	0.643 ± 0.020	1.135 ± 0.035	1.576 ± 0.048	1.167 ± 0.036	0.374 ± 0.011
6	20 %	AAA	475.02 ± 21.09	29.96 ± 1.33	0.729 ± 0.032	1.226 ± 0.054	1.660 ± 0.074	1.244 ± 0.055	0.358 ± 0.016
7	30 %	AAA	475.19 ± 16.47	29.97 ± 1.04	0.751 ± 0.026	1.231 ± 0.043	1.675 ± 0.058	1.246 ± 0.043	0.355 ± 0.012
8	40 %	AAA	499.83 ± 9.02	31.52 ± 0.57	0.814 ± 0.015	1.301 ± 0.023	1.779 ± 0.032	1.310 ± 0.024	0.370 ± 0.007

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน TAA : ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด AAA : ปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และปริมาณกรดแอมิโนที่กินต่อวันของไก่กระทง ในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ [1]

สูตรที่	ระดับของ PKC	การคำนวณปริมาณกรดแอมิโน	ปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน (กิโลแคลอรี/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน	ปริมาณ Met. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Met. & Cys. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Lys. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Thr. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Trp. ที่กินต่อวัน
				(กรัม/วัน)					
1	0 %	TAA	559.50 ± 31.24	30.31 ± 1.69	0.525 ± 0.029	1.072 ± 0.060	1.395 ± 0.078	1.116 ± 0.062	0.364 ± 0.020
2	0 %	AAA	576.11 ± 44.55	31.21 ± 2.41	0.607 ± 0.047	1.171 ± 0.091	1.594 ± 0.123	1.310 ± 0.101	0.376 ± 0.029
3	20 %	TAA	579.15 ± 50.61	32.58 ± 2.85	0.579 ± 0.051	1.138 ± 0.099	1.538 ± 0.134	1.231 ± 0.108	0.382 ± 0.033
4	30 %	TAA	589.30 ± 16.92	33.15 ± 0.95	0.589 ± 0.017	1.138 ± 0.033	1.565 ± 0.045	1.252 ± 0.036	0.385 ± 0.011
5	40 %	TAA	608.99 ± 17.95	34.26 ± 1.01	0.609 ± 0.018	1.153 ± 0.034	1.618 ± 0.048	1.294 ± 0.038	0.394 ± 0.012
6	20 %	AAA	562.79 ± 30.84	31.66 ± 1.74	0.681 ± 0.037	1.224 ± 0.067	1.694 ± 0.093	1.365 ± 0.075	0.371 ± 0.020
7	30 %	AAA	581.73 ± 48.40	32.72 ± 2.72	0.731 ± 0.061	1.271 ± 0.106	1.767 ± 0.147	1.411 ± 0.117	0.380 ± 0.032
8	40 %	AAA	614.20 ± 24.68	34.55 ± 1.39	0.800 ± 0.032	1.349 ± 0.054	1.885 ± 0.076	1.489 ± 0.060	0.403 ± 0.016

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

TAA : ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด

AAA : ปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และปริมาณกรดแอมิโนที่กินต่อวันของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ [1]

สูตรที่	ระดับของ PKC	การคำนวณปริมาณกรดแอมิโน	ปริมาณพลังงาน TME_n ที่กินต่อวัน (กิโลแคลอรี/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน	ปริมาณ Met. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Met. & Cys. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Lys. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Thr. ที่กินต่อวัน	ปริมาณ Trp. ที่กินต่อวัน
				(กรัม/วัน)					
1	0 %	TAA	369.19 ± 7.66	21.96 ± 0.43	0.416 ± 0.008	0.803 ± 0.015	1.054 ± 0.020	0.798 ± 0.016	0.267 ± 0.005
2	0 %	AAA	363.88 ± 11.14	21.64 ± 0.62	0.486 ± 0.013	0.867 ± 0.024	1.143 ± 0.032	0.891 ± 0.026	0.264 ± 0.007
3	20 %	TAA	395.00 ± 11.43	24.53 ± 0.66	0.477 ± 0.012	0.885 ± 0.023	1.187 ± 0.032	0.899 ± 0.025	0.292 ± 0.008
4	30 %	TAA	398.51 ± 1.56	24.74 ± 0.10	0.489 ± 0.002	0.888 ± 0.004	1.198 ± 0.005	0.907 ± 0.004	0.292 ± 0.001
5	40 %	TAA	410.38 ± 5.13	25.46 ± 0.32	0.513 ± 0.007	0.908 ± 0.012	1.233 ± 0.016	0.933 ± 0.012	0.298 ± 0.004
6	20 %	AAA	387.09 ± 12.69	24.06 ± 0.78	0.582 ± 0.019	0.983 ± 0.032	1.307 ± 0.042	1.000 ± 0.033	0.287 ± 0.009
7	30 %	AAA	391.93 ± 13.04	24.33 ± 0.77	0.606 ± 0.018	0.997 ± 0.030	1.334 ± 0.042	1.012 ± 0.032	0.287 ± 0.009
8	40 %	AAA	410.08 ± 6.46	25.42 ± 0.38	0.652 ± 0.009	1.047 ± 0.015	1.407 ± 0.021	1.058 ± 0.016	0.299 ± 0.004

1 : ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

TAA : ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด

AAA : ปริมาณกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้

ภาคผนวก ค

วิธีการฆ่าและชำแหละซากไก่

วิธีการฆ่าและชำแหละซากไก่ ตามวิธีการของ Moreng และ Avens (1985) และ Smith (1993) โดยดัดแปลงตามความเหมาะสม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (แสดงในภาพภาคผนวกที่ 6-10)

1. อดอาหารไก่ (โดยยังคงให้กินน้ำ) เป็นเวลา 12 ชั่วโมงก่อนฆ่า

2. ชั่งและบันทึกน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า (live body weight)

3. ฆ่าโดยวิธีการตัดเส้นเลือดที่คอ (jugular vein) และปล่อยให้เลือดไหลออกมาจากตัว ประมาณ 3 นาที ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวหลังฆ่า

4. จุ่มซากไก่ลงในน้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที

5. ถอนขน โดยนำตัวไก่ใส่ลงในเครื่องถอนขนอัตโนมัติ เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำออกมาถอนขนอ่อนด้วยมืออีกครั้ง เพื่อให้ซากสะอาดยิ่งขึ้น ชั่งและบันทึกน้ำหนักซากอุ่นทั้งตัว (รวมเครื่องใน)

6. ผ่าเอากระเพาะพักออกจากซากไก่และผ่าช่องท้องเอาอวัยวะภายในออกจากช่องท้อง และแยกเครื่องในส่วนที่กินได้ (giblets) ได้แก่ ตับ หัวใจ กึ๋น ม้าม และกระเพาะแท้ออกรวมไว้อีกพวกหนึ่ง จากนั้นชั่งและบันทึกน้ำหนักซากอุ่นทั้งตัว (ไม่รวมเครื่องใน)

7. นำซากอุ่นที่ได้แยกออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

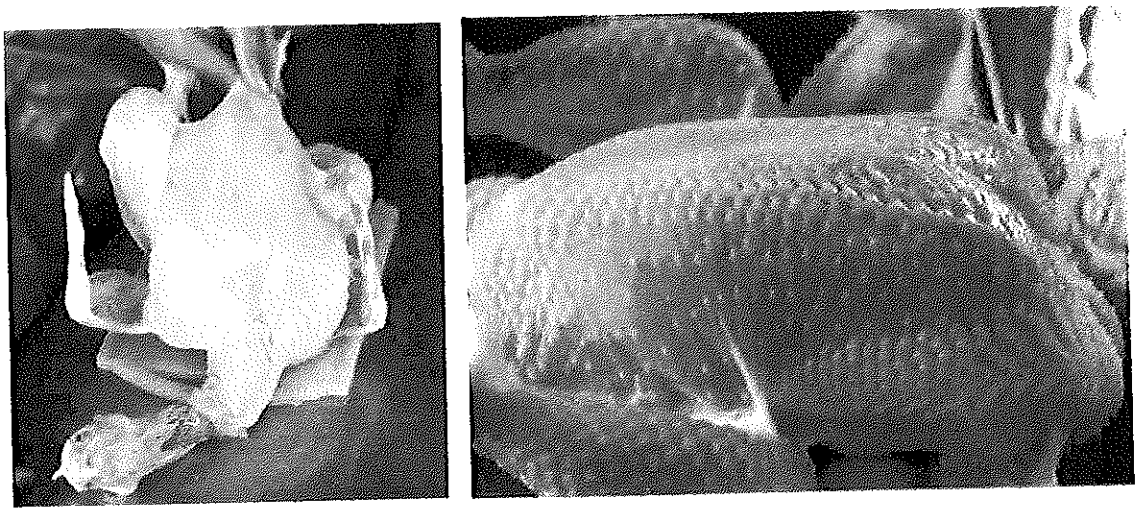
7.1 ตัดแยกส่วนของขาทั้งหมด (leg quarter) ออกจากส่วนของลำตัวตรงบริเวณข้อต่อระหว่างกระดูกต้นขา (femur) กับกระดูกสะโพก (ilium) จากนั้นจึงตัดแยกส่วนของหน้าแข้งและเท้าทั้ง 2 ข้าง ออกไปตรงบริเวณข้อต่อระหว่างกระดูกขาตอนล่าง (tibia) กับกระดูกหน้าแข้งไก่ (tarsometatarsus) หรือตรงบริเวณ hock joint แล้วจึงตัดแบ่งอีกครั้งตรงบริเวณข้อต่อระหว่างกระดูก femur กับ tibia ก็จะได้เป็นส่วนของขาตอนบนหรือสะโพก (thigh) กับส่วนของน่อง (drumstick) ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนัก

7.2 ตัดแยกส่วนของปีก ตรงบริเวณรอยต่อของกระดูกปีกบน (humerus) ที่ติดกับลำตัวในบริเวณหัวไหล่ ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนัก

7.3. ตัดแยกส่วนของเนื้อหน้าอก (breast) ซึ่งหมายถึงแผ่นกล้ามเนื้อหน้าอกทั้งหมด คือส่วนของ pectoralis major และ pectoralis minor โดยสามารถดึงลอกออกจากกระดูกหน้าอก และซี่โครงได้ง่ายโดยไม่ติดกระดูกภายหลังจากกรีดเนื้อตามแนวกระดูกสันหลังและตามสันกระดูกหน้าอกแล้ว ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนัก

7.4 ตัดแยกส่วนของคอและหัวตรงกระดูกคอข้อสุดท้ายที่เชื่อมติดกับลำตัวตรงบริเวณหัวไหล่ ส่วนของโครงร่างที่เหลือทั้งหมดเป็นส่วนของโครงกระดูก (skeletal frame) ซึ่งรวมทั้งปอดและไตที่ยังคงค้างอยู่ภายใน ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนัก

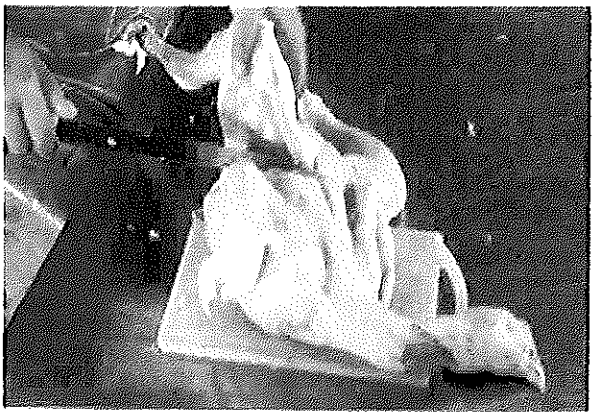
นำน้ำหนักซากของแต่ละส่วนดังกล่าวมาคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต



ภาพภาคผนวกที่ 6 ซากของไก่กระทงที่ผ่าเอาระบบทางเดินอาหารและกระเพาะพักออกแล้ว

ภาพภาคผนวกที่ 7 บริเวณรอยผ่าด้านหลังซาก เพื่อแยกชิ้นส่วนของปีกและสะโพก

ภาพภาคผนวกที่ 8 บริเวณรอยผ่าเพื่อแยกส่วนของเนื้อหน้าอก



ภาพภาคผนวกที่ 9 การผ่าแยกส่วนของขาทั้งหมดตรงบริเวณเนื้อตะโพก

ภาพภาคผนวกที่ 10 ชิ้นส่วนของซาก เมื่อผ่านการชำแหละ

ตารางภาคผนวกที่ 16 น้ำหนักมีชีวิต และน้ำหนักของส่วนประกอบของซากต่างๆ ของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ

น้ำหนัก (กรัม)	สูตรอาหาร							
	PKC 0 TAA	PKC 0 AAA	PKC 20 TAA	PKC 30 TAA	PKC 40 TAA	PKC 20 AAA	PKC 30 AAA	PKC 40 AAA
น้ำหนักมีชีวิต	2,559.3	2,518.9	2,828.1	2,767.8	2,647.2	2,793.3	2,726.7	2,737.2
น้ำหนักหลังฆ่า	2,486.2	2,438.9	2,735.4	2,682.2	2,555.6	2,710.6	2,637.8	2,650.0
น้ำหนักซากอุ่นทั้งตัว (รวมเครื่องใน)	2,328.0	2,249.0	2,576.2	2,527.4	2,405.1	2,547.3	2,491.7	2,495.6
หัวและคอ	177.56	169.77	188.21	194.15	160.23	209.56	179.11	189.34
เท้าและแข้ง	92.25	96.73	102.75	98.77	99.72	99.33	94.21	102.31
โครงกระดูกไก่	383.22	372.40	425.16	433.04	388.21	416.54	398.01	411.91
ไขมันช่องท้อง	36.80	32.66	52.07	59.12	61.49	46.71	52.58	60.24
น้ำหนักซากอุ่นทั้งตัว (ไม่รวมเครื่องใน)	2,084.6	2,057.0	2,274.2	2,213.3	2,071.0	2,280.6	2,190.8	2,185.8
หัวใจ	10.96	9.35	11.34	11.66	11.48	10.88	11.02	11.27
ตับ	45.33	43.18	49.41	48.78	50.21	43.77	44.26	45.06
กระเพาะแท้	7.78	7.03	8.66	8.36	10.44	5.95	7.06	7.34
กระเพาะบด (กึ๋น)	36.61	33.96	59.17	62.30	72.47	54.32	64.86	72.45
ม้าม	5.87	2.81	4.98	6.56	6.34	5.49	5.55	6.28
หน้าอก	434.47	429.19	456.16	423.81	399.12	473.67	439.30	414.51
- เนื้อหน้าอก	361.46	360.68	370.98	343.05	329.48	390.25	368.06	348.59
- หนังหน้าอก	73.01	68.51	85.18	80.76	69.64	83.42	71.24	65.92
สะโพก	390.95	384.86	423.58	421.25	388.81	427.20	419.11	414.60
น่อง	257.88	256.03	291.10	279.13	275.93	279.28	287.42	283.78
ปีก	212.94	214.90	231.10	214.87	209.61	221.80	218.74	216.09
เนื้อสันนอก (สันใน)	98.47	100.51	104.05	89.20	87.86	106.50	102.32	93.03
ส่วนที่ใช้บริโภคทั้งหมด	1,394.7	1,385.5	1,506.0	1,428.3	1,361.3	1,508.5	1,466.9	1,422.0

ภาคผนวก ง

ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ตารางภาคผนวกที่ 17 ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารเลี้ยงไก่กระทง

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ราคา (บาท/กก.)
กากเนื้อเม็ดในปาล์มน้ำมัน	3.20 **
ข้าวโพด	5.11 *
กากถั่วเหลือง	12.37 *
ปลาป่น	15.60 *
น้ำมันปาล์ม	33.53 **
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	6.00 **
เปลือกหอย	3.60 **
พรีมิกซ์ (วิตามินและแร่ธาตุ)	51.50 **
เกลือ	3.75 **
ดีแอล-เมไธโอนีน	190.00 **
แอล-ไลซีน	137.50 **
แอล-ทรีโอนีน	150.00 **
แอล-ทริพโทเฟน	700.00 **

หมายเหตุ : * สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2540; 2541)

** ราคาที่ตรวจสอบจากภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2541)

ภาคผนวก จ

โปรแกรมการทำวัคซีนป้องกันโรค

ตารางภาคผนวกที่ 18 โปรแกรมการทำวัคซีนป้องกันโรคสำหรับไก่กระทง

อายุ	วัคซีนป้องกันโรค	วิธีใช้
1 วัน	วัคซีนป้องกันโรคหลอดลมอักเสบ (IB) (กรมปศุสัตว์)	หยอดจมูก
7 วัน	วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล สเตรน เอฟ (ND) (กรมปศุสัตว์)	หยอดจมูกหรือตา
14 วัน	วัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร (IBD) (Select Laboratories, INC.)	หยอดปาก
17 วัน	วัคซีนป้องกันโรคฝีดาษ (fowl pox) (กรมปศุสัตว์)	แทงปีก
21 วัน	วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบ (B_1 Type, LaSota strain, Mass Type) (Vineland Laboratories)	หยอดจมูกหรือตา

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายประพจน์ มลิวัลย์

วัน เดือน ปีเกิด 5 มิถุนายน 2515

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2538