ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของเป็ดเทศเพศผู้

Effects of Dietary Lysine and Methionine Levels on Growth Performance and Carcass Quality of Muscovy Drakes

ทวีศิลป์ จีนด้วง

Taweesilp Cheendoung

Order Key 24864

Date Key 168321

เลขหมู่ SF95.A.T5 ท556 2542 ฉ.2

เลขทะเบียน 1 1 พ.ย. 2542

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Animal Science

Prince of Songkla University

2542

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของเป็ดเทศเพศผู้

ผู้เขียน นายทวีศิลป์ จีนด้วง

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวิทย์ วณิชาภิชาติ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธา วัฒนสิทธิ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวิทย์ วณิชาภิชาติ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธา วัฒนสิทธิ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ เสาวนิต คูประเสริฐ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประภาพร อุทารพันธุ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ก้าน จันทร์พรหมมา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของเป็ดเทศเพศผู้

ผู้เขียน นายทวีศิลป์ จีนด้วง

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงผลของระดับกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และส่วนประกอบซากของเป็ดเทศ ประกอบด้วย 3 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1: การประเมินคุณค่าทางโภชนาการและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด โดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณเพื่อหาส่วนประกอบทางเคมี และโดยการทดสอบทางชีวภาพ (การประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง) ใช้เป็ดเทศเพศผู้อายุ 6 เดือน จำนวน 25 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว กลุ่มที่ 1 ใช้เป็นกลุ่มควบคุม (อดอาหาร) ที่เหลืออีก 4 กลุ่ม ทำการป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์ กลุ่มละชนิด คือ กากถั่วเหลือง ปลาป่น ข้าวโพด และรำละเอียด โดยป้อนให้ตัวละ 50 กรัม เก็บมูลรวมปัสสาวะในช่วง 24 ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ชั่วโมงผลการวิเคราะห์เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมี พบว่า กากถั่วเหลือง ปลาป่น รำละเอียดและข้าวโพดมีโปรตีนรวมร้อยละ 47.04 , 53.38 , 12.68 และ7.35 พลังงานรวม 4,884, 4,238, 4,929 และ4,546 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ไลซีนร้อยละ 2.38 , 4.01 , 0.60และ0.27 และเมทไธโอนีนร้อยละ 0.55 , 1.39, 0.24 และ0.14 ตามลำดับ. ผลการทดสอบทางชีวภาพ พบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง (ที่ 48 ชั่วโมง) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด อยู่ในช่วงร้อยละ 59.76 - 89.31 การย่อยได้ที่แท้จริงของกรดแอมิโนอยู่ในช่วงร้อยละ 84.19 - 94.95 พลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME) ที่ 48 ชั่วโมง ของข้าวโพด รำละเอียด กากถั่วเหลือง และปลาป่น มีค่าเท่ากับ 3,782, 3,025, 3,165 และ 3,103 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม พลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TME) เท่ากับ 4,031, 3,224, 3,396 และ 3,352 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

การทดลองที่ 2: ผลของระดับพลังงานและโปรตีนต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและส่วนประกอบซากของเป็ดเทศ ทำการทดลองโดยใช้เป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 18 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 แฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ โดยจัดให้เป็ดทดลองทั้ง 9 กลุ่ม ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 9 สูตร ซึ่งมีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน 3 ระดับ คือ 2,750, 2,900, และ 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมและระดับโปรตีนแตกต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 16, 18, และ20 ผลการทดลอง พบว่าเป็ดเทศกลุ่มที่ได้

รับอาหารที่มีพลังงาน 2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีปริมาณอาหารที่กินและโปรตีนที่กินสูงที่สุด (185.11 และ 32.86 กรัมต่อตัวต่อวัน) แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,900 (174.26 และ 31.40 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) และ 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (166.8 และ 30.69 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนปริมาณพลังงานที่กินมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เป็ดกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,050 และ 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างกัน (49.07 และ 48.16 กรัมต่อตัว) แต่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (46.9กรัมต่อตัว) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด (3.40) แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,900 และ2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (3.61และ3.94) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุด (1.61) แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,900 และ2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (1.54 และ 1.43) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) สำหรับระดับโปรตีนในอาหาร 3 ระดับ คือ ร้อยละ 16, 18 และ 20 ไม่มีผลต่อ ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ($P>0.05$) เป็ดทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 20 มีปริมาณโปรตีนที่กินมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 18 และ 16 (35.0, 31.3 และ 28.6 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันเป็ดทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 16 มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 18 และ 20 (49.3, 47.9 และ 46.9 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระดับโปรตีนในสูตรอาหารที่สูงขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนต่ำลง (1.72, 1.52 และ 1.33 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ผลของระดับพลังงานต่อส่วนประกอบซาก พบว่า ระดับพลังงานที่แตกต่างกัน 3 ระดับมีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิต(กรัม) เนื้อแดงตะโพก ของกลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อแดงขา(กรัม) ของเป็ดที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานที่ 3,050 และ2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีค่าไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับพลังงานที่ 2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับเนื้อแดงหน้าอกเมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต พบว่า กลุ่มที่ได้รับพลังงานต่ำที่สุด(2,750กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,900 และ3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)และเนื้อแดงหน้าอกรวมหนังเมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักมีชีวิตพบ

ว่า กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,750 และ 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)มีค่าไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) ส่วนลักษณะซากอื่นๆไม่มีความแตกต่างกัน

ผลของระดับโปรตีนต่อส่วนประกอบซาก พบว่า ระดับโปรตีนมีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิต (กรัม) น้ำหนักซากอุ่น เนื้อแดงตะโพก และเนื้อแดงขา ของกลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ16 มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ 18 และ20 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนเนื้อแดงรวมกลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ16 มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ 18 และ20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับเนื้อแดงขาและเนื้อแดงตะโพกเมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต พบว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ16 มีค่าไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ20 ($P>0.05$) แต่มากกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเนื้อสันนอก(กรัม) พบว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ16 และ18 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่มากกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนลักษณะซากอื่นๆไม่มีความแตกต่างกัน

การทดลองที่ 3: ผลของระดับไลซีนและเมทไธโอนีน ต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและส่วนประกอบซากของเป็ดเทศ โดยใช้เป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 12 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 แฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ โดยจัดให้เป็ดทดลองทั้ง 9 กลุ่ม ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 16 และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เท่ากันทุกสูตร (ซึ่งเป็นระดับที่ให้ผลตอบสนองต่อน้ำหนักตัวเพิ่มดีที่สุดจากการทดลองที่ 2) นำมาเสริมไลซีนและเมทไธโอนีนต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10 และ 20 เพิ่มจากระดับที่แนะนำโดย NRC (1994) เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 12 สัปดาห์ คัดเลือกเป็ดทดลองมาซ้ำละ 4 ตัว เพื่อศึกษาส่วนประกอบซาก พบว่า การเสริมไลซีนที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10 และ 20 ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน($p>0.05$) แต่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว โดยเป็ดทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมไลซีนร้อยละ 20 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (3.66) ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมไลซีนร้อยละ 10 และ0 (3.82 และ 3.82 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับการเสริมเมทไธโอนีนที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10 และ 20 เพิ่มจากระดับที่แนะนำโดย NRC(1994) ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว($p>0.05$) ผลของระดับไลซีนต่อส่วนประกอบซาก พบว่าระดับไลซีนที่แตกต่างกัน 3 ระดับไม่มีผลทำให้ น้ำหนักมีชีวิตและส่วนประกอบซากต่างๆแตกต่างกัน ($P>0.05$) สำหรับการเสริมเมทไธโอนีน พบว่า มีผลทำให้น้ำหนักเนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง(กรัม)

และเนื้อแดงหน้าอกรวมหนังเมื่อเทียบกับน้ำหนักมีชีวิตของกลุ่มที่ได้รับการเสริมเมทไธโอนีนร้อยละ20และ10มีน้ำหนักสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Thesis Title Effects of Dietary Lysine and Methionine Levels on Growth Performance and Carcass Quality of Muscovy Drakes

Author Mr.Taweesilp Cheendoung

Major ProgramAnimal Science

Academic Year 1999

Abstract

Three experiments were conducted to estimate the nutritive values of various feedstuffs and identify the effects of dietary nutrient concentration on growth performance and carcass quality for muscovy drakes.

Experiment 1 was to evaluate the nutritive value and metabolizable energy (ME) of various feedstuffs by means of chemical (proximate analysis) and biological analyses. Twenty-five six-month old muscovy drakes were used in the experiment and divided into 5 groups, one of which was a control group. The remaining four groups were given different feedstuff at a rate of 50 grams per day for seven days. The feedstuffs were soybean meal, fish meal, corn, and rice bran. Feces samples were collected at hours 24 and 48. Crude protein percentage (%) and gross energy (Kcal./kg) values were 47.04: 4,884 , 53.38: 4,328 , 12.68: 4,929 and 7.35:4,546, respectively.They also contained 2.38% ,4.01% ,0.60%, and 0.27% of lysine, and 0.55%, 1.39%, 0.24%, and 0.14% of methionine, respectively.The four feedstuffs were assayed for digestibility of dry matter (DM) and metabolizable energy (ME) using a conventional assay procedure. Average digestibility of dry matter for the four feedstuffs were 59.76% - 89.31%; Average true amino acid digestibility of corn, fish meal, soybean meal, and rice bran were 94.95, 94.30, 94.25, and 84.19%, respectively; Apparent metabolizable energy (AME) values determined for soybean meal, fish meal, corn, and rice bran, were 3,165, 3,103 3,782, and 3,025,kcal./kg, respectively.

Experiment 2 was to study the effects of dietary energy and protein concentration on growth performance and carcass quality of muscovy drakes.The experimental period was from 3 - 12 weeks of age on a 3 x 3 factorial in a Completely Randomized Design experiment. Muscovy drakes were divided into 9 experimental groups. Each group

received one of three different feeds with 3 different levels of energy (2,750,2,900, and 3,050 Kcal./kgME) and protein (16 ,18 , and 20 %). Feed and water were available ad - libitum throughout the 9 weeks test period. At the end of the experiment, two muscovy drakes per replication were slaughtered for carcass quality evaluation. The result showed varying degrees of growth according to metabolized energy (ME). That is, feed intakes were 185.1, 174.2, and 166.8 grams, respectively, with highly significant difference ($P<0.01$).Higher amouth of protein intake per day were obtained when dietary metabolizable energy was 2,750,which was different from the other 2 levels of energy (2,900 and 3,050 kcal./kg) (32.8,31.4,and30.6 grams per day, respectively) with highly significant difference ($P<0.01$). Metabolizable energy intake per day were obtained between 505.35 to 509.05 kcal/kg, with a non-significant difference ($P>0.05$). Weight gained per day was 46.92, 48.16, and 49.07 grams per day respectively, with a highly significant difference ($P<0.01$), and tended to increase with an increasing metabolizable energy. Feed conversion ratios were 3.94, 3.61, and 3.40, respectively, with a highly significant difference ($P<0.01$). Protein efficiency were 1.43, 1.54, and 1.61 with a highly significant difference ($P<0.01$).The results of varying protein levels in diets were different.That is, feed intake were 178.56, 174.46, and 173.24 grams, and protein intakes per day were 516.8, 505.1,and501.4 grams respectively. Feed conversion ratios were 3.61, 3.64, and 3.69 respectively, with a non-significant difference ($P>0.05$) . Higher amounts of protein intake per day were obtained when dietary protein was 20% than 18%and 16% (35.0,31.3,and28.6 grams per day respectively) with a highly significant difference ($p<0.01$). Live body weight gained was 49.32 , 47.91 ,and46.9 grams per day respectively, with a highly significant difference($p<0.01$). Protein efficiency was lower in rich protein diets($p<0.01$). The results of varying energy levels were obtained ; hot carcass, total lean , breast plus skin, breast, fillet ,and abdominal fat pad based on the carcass weight (grams) showed no significant difference ($p>0.05$). Live body weights were significantly different ($p<0.05$). The percentage of hot carcass based on the percentage of live body weight and total lean based on the percentage of hot carcass weight and live body weight showed no significant difference ($p>0.05$). The carcass

weight (grams)of drumstick and thigh were significantly different ($p<0.05$). Breast plus skin weights based on the percentage of live body weight were significantly different ($p<0.05$). The result from the study in varying protein levels were : live body weight and hot carcass weight(grams) were highly significantly different ($p<0.01$); total lean, and fillet based on the carcass weight were significantly different ($p<0.05$); drumstick and thigh based on the carcass weight were highly significantly different ($p<0.01$); hot carcass, total lean , breast plus skin, breast, fillet ,and abdominal fat pad based on live body weight recorded no significant difference ($p>0.05$).

Experiment 3 study the effects of dietary lysine and methionine concentration on growth performance and carcass quality of muscovy drakes. The experimental period was from 3 - 12 weeks of age on a 3 x 3 factorial in a Completely Randomized Design experiment . Muscovy drakes were divided into 9 experimental groups. Each group was provided with 3 different levels of lysine (0 ,10 , and 20 %, higher than NRC(1994) recommendation) and methionine (0 ,10 , and 20 % higher than NRC(1994) recommendation). At the end of the experiment, four muscovy drakes per replication were slaughtered for carcass quality evaluation. The results of varying lysine diets were: feed intakes were 171.64 , 171.54 , and 170.14 grams/bird/day, live body weight gains were 44.91 , 44.93 ,and 46.49 grams per day, respectively, with no significant difference ($p>0.05$), and feed conversion ratios were 3.82, 3.82, and 3.66, respectively, with a significant difference ($P<0.05$). The results of varying methionine diets were: feed intake, live body weight gained and feed conversion ratios recorded no significant difference ($p>0.05$). The results of varying lysine levels on carcass quality showed that live body weight, abdominal fat pad, hot carcass, total lean, breast plus skin, breast, fillet, thigh,drumstick, based on the percentage of live body weight and hot carcass recorded no significant difference ($p>0.05$). The results of varying methionine levels on carcass quality showed that live body weight, abdominal fat pad, hot carcass, total lean, breast plus skin, breast, fillet, thigh,drumstick, based on the percentage of live body weight and hot carcass recorded were not significantly different ($p>0.05$). However breast plus skin (gm) and breast plus skin compared with live body weight of drakes fed 20% and10% of

methionine surplus NRC(1994) recommendation were significantly higher than the rest ($p<0.05$).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือของคณาจารย์และบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.วรวิทย์ วณิชาภิชาติ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผศ.สุธา วัฒนสิทธิ์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รศ.เสาวนิต คูประเสริฐ และรศ.ดร.ประภาพร อุทารพันธุ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คณาจารย์ภาควิชาสัตวศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้คำแนะนำตลอดระยะเวลาที่ศึกษา นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาสัตวศาสตร์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ด้วยดีตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บริษัทอายิโนะโมะโต๊ะเซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด และคุณศักดิ์สิทธิ์ ศรีหนองโคตร ผู้จัดการฝ่ายวิชาการ บริษัทอายิโนะโมะโต๊ะเซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้ช่วยเหลือประสานงาน ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดแอมิโนในตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทำการทดลองครั้งนี้มา ณ โอกาสนี้

ทวีศิลป์ จีนด้วง

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ.....(3)
Abstract.....(7)
กิตติกรรมประกาศ.....(11)
สารบาญ.....(12)
รายการตาราง.....(14)
รายการภาพประกอบ.....(17)
ตัวย่อและสัญลักษณ์.....(18)
บทที่
1. บทนำ.....1
บทนำ.....1
การตรวจเอกสาร.....2
วัตถุประสงค์.....10
2. การทดลอง.....11
การทดลองที่ 1.....11
- วัตถุประสงค์.....11
- วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง.....11
- ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....15
การทดลองที่ 2.....26
- วัตถุประสงค์.....26
-วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง.....26
- ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....32
การทดลองที่ 3.....45
- วัตถุประสงค์.....45
- วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง.....45
- ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....50

สารบาญ (ต่อ)

3. บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....62
บรรณานุกรม..... 64
ภาคผนวก.....70
ประวัติผู้เขียน.....90

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	ส่วนประกอบทางเคมี พลังงานรวม และส่วนประกอบของกรดแอมิโน ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์โดยประมาณ (ร้อยละของ air dry basis)	15
2.	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม;น้ำหนักแห้ง) ปริมาณมูลรวมปัสสาวะที่ 24 และ 48 ชั่วโมง (กรัม;น้ำหนักแห้ง) และการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงที่ 24 และ 48 ชั่วโมง (ร้อยละ) ของเป็ดเทศที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ (ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	17
3.	ค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ (apparent amino acid digestibility)และค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง (ture amino acid digestibility) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ (ร้อยละ)	19
4.	ปริมาณไนโตรเจนที่กิน ไนโตรเจนที่ขับถ่าย และสมดุลไนโตรเจนของเป็ดเทศที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ (กรัม;วัตถุแห้ง)	21
5.	ค่า GE, AME, AMEn, TME และ TMEn ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม;วัตถุแห้ง) และ ค่าพลังงานในรูปร้อยละของพลังงานรวม	23
6.	AME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้จากการประเมินจริง และคำนวณจากสมการทำนายค่าต่างๆ (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)	25
7.	ระดับโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารทดลองแต่ละสูตร	27
8.	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โปรตีนจากการวิเคราะห์ ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ ปริมาณกรดแอมิ โนจากการคำนวณ ในสูตรอาหารเป็ดทดลอง และราคาอาหารผสมที่ใช้ในการทดลอง (บาทต่อกิโลกรัม) ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ในการทดลองที่2	28
9.	ผลของระดับพลังงานและโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กินปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	33

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10.	ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กินปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	34
11.	ผลของโปรตีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ปริมาณโปรตีนต่อปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	35
12.	ผลของระดับพลังงานและโปรตีนต่อส่วนประกอบซากของเป็ดทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 12 สัปดาห์	41
13.	ผลของระดับพลังงานต่อน้ำหนักซากส่วนต่างๆ(กรัม) เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 12 สัปดาห์	42
14.	ผลของระดับโปรตีนต่อน้ำหนักซากส่วนต่างๆ(กรัม) เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 12 สัปดาห์	43
15.	ต้นทุนการผลิตเป็ดเทศจากการใช้อาหารที่มีระดับโปรตีนและพลังงานในระดับต่างๆ ต่อการผลิตต่อตัว และต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อกิโลกรัม ของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์	44
16.	ระดับกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในสูตรอาหารทดลองแต่ละสูตร	46
17.	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ของสูตรอาหารพื้นฐานโปรตีนจากการวิเคราะห์ ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณในสูตรอาหารเป็ดทดลองในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ในการทดลองที่ 3	47
18.	ผลของกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีนในระดับต่างๆ ต่อปริมาณอาหารที่กินน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์	51

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19.	ผลของกรดแอมิโนไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	52
20.	ผลของกรดแอมิโนเมทไธโอนีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	53
21.	ผลของกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	54
22.	ผลของกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีน ต่อคุณภาพซากของเป็ดเทศเมื่ออายุ 12สัปดาห์	59
23.	ต้นทุนการผลิตเป็ดเทศจากการใช้อาหารที่มีระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในระดับต่างๆ ต่อการผลิตต่อตัว และต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อกิโลกรัม ของเป็ดเทศเพศผู้ ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์	61

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.	การจำแนกการใช้พลังงานในสัตว์ปีก	4

ตัวย่อและสัญลักษณ์

AA_c	=	amino acid consumed
AA_v	=	amino acid voided in excreta
AA_{vf}	=	amino acid voided by a fasted control
ADE	=	apparent digestible energy
AME	=	apparent metabolizable energy
AME_n	=	apparent metabolizable energy corrected nitrogen
CF	=	crude fiber
CP	=	crude protein
CV	=	coefficient of variation
E	=	excreta
EE	=	ether extract
FCR	=	feed conversion ratio
FE	=	fecal energy
F_mE	=	metabolic fecal energy
F_fE	=	fecal energy of feed
Fi	=	feed intake
GE	=	gross energy
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

ตัวย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

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
Kcal/kg	=	kilocalorie per kilogram
ME	=	metabolizable energy
NE	=	net energy
NE_m	=	net energy for maintenance
NE_p	=	net energy for production
NFE	=	nitrogen free extract
NR	=	nitrogen retention
NRC	=	national research council
PER	=	protein efficiency ratio
TME	=	true metabolizable energy
TME_n	=	true metabolizable energy corrected nitrogen
UE	=	urinary energy
U_eE	=	endogenous urinary energy
U_fE	=	urinary energy of feed
%	=	percent

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

การเลี้ยงเป็ดในประเทศไทย เป็นอาชีพที่เกษตรกรทำกันมานาน ขนาดของฟาร์มก็แตกต่างกันออกไป ซึ่งมีทั้งฟาร์มขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ในสมัยก่อนการเลี้ยงเป็ดส่วนใหญ่ใช้เป็ดพันธุ์พื้นเมือง เช่น เป็ดนครปฐม เป็ดปากน้ำ เป็ดเทศ และเป็ดปั๊วฉ่าย ต่อมาได้มีการพัฒนาการเลี้ยงเป็นระบบอุตสาหกรรม และมีการปรับปรุงพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพในการผลิตมากขึ้น รวมทั้งได้มีการนำเข้าพันธุ์เป็ดจากต่างประเทศ เช่น เป็ดพันธุ์ปักกิ่ง(Pekin) และเชอร์รี่วอลเลย์ (Cherry valley)

เป็ดเทศเป็นเป็ดพันธุ์เนื้อที่สามารถขยายพันธุ์โดยฟักไข่ได้เอง ทนทานต่อสภาพแวดล้อม สามารถใช้อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำได้ดี เช่น อาหารจากธรรมชาติในบริเวณที่เลี้ยง เศษอาหารที่เหลือจากครัวเรือน และเมล็ดธัญพืชที่ตกหล่นในไร่นา เป็นต้นเป็ดเทศมีอัตราการเจริญเติบโตดี และมีปริมาณเนื้อแดงมาก ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงวิธีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมมากขึ้น แต่ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการโภชนะของเป็ดเทศ มีผู้ศึกษาไว้น้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวกับกรดแอมิโนจำเป็น (essential amino acid) เช่น ไลซีน(lysine) และเมทไธโอนีน(methionine) ซึ่งในวัตถุดิบอาหารสัตว์มักมีในระดับต่ำ และเป็นกรดแอมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และการสร้างเนื้อแดง จึงน่าจะทำการศึกษาถึงผลของระดับกรดแอมิโนดังกล่าว เพื่อพัฒนาการเลี้ยงเป็ดเทศให้มีประสิทธิภาพต่อไป

การศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับ คุณค่าทางโภชนาการ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ที่นำมาใช้ประกอบเป็นสูตรอาหาร และทำการศึกษาระดับของพลังงานและโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และส่วนประกอบซากของเป็ดเทศก่อน ต่อจากนั้นจึงนำผลการศึกษาระดับของพลังงานและโปรตีน ในระดับที่ดีที่สุดมาศึกษาผลของกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีน ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและส่วนประกอบซากของเป็ดเทศในการทดลองสุดท้าย.

การตรวจเอกสาร

1. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์มีหลายชนิดมีกระบวนการผลิตแตกต่างกัน และมาจากพื้นที่ต่างๆ กัน ทำให้มีคุณค่าทางอาหารหรือคุณภาพที่แตกต่างกัน ดังนั้น การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทำให้สามารถทราบถึงคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆนั้นอย่างแท้จริง เพื่อใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ ซึ่งวิธีการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบของอาหารสัตว์ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป คือ (เสาวนิต, 2538)

1.1 การประเมินคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางกายภาพ (physical evaluation) เป็นการประเมินเบื้องต้นเพื่อให้ทราบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

1.1.1 การประเมินด้วยตาเปล่าและการดมกลิ่น เป็นการประเมินคุณภาพโดยตรวจสอบสิ่งปลอมปนในอาหารสัตว์ เพื่อดูว่าอาหารนั้นใหม่หรือเก่า มีมอดหรือเชื้อราปนอยู่หรือไม่

1.1.2 การประเมินโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อศึกษาสิ่งปลอมปนในวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการศึกษาลักษณะเฉพาะตัว เช่น สี รูปร่าง ขนาดของอนุภาค ความอ่อน ความแข็ง ความหยาบ ความละเอียด ลักษณะทึบแสง สะท้อนแสงหรือยอมให้แสงผ่านเนื้อวัตถุดิบนั้น

1.1.3 การทดสอบการแยกส่วนโดยการลอยตัว เป็นการตรวจสอบการปลอมปนในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด เช่น กระดูกป่น เปลือกหอย หินปูน เป็นต้น

1.2 การประเมินโดยการวิเคราะห์ทางเคมี (chemical analysis) หรือโดยวิธีประมาณ (proximate analysis) เป็นการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ในห้องปฏิบัติการ โดยวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 6 ชนิด คือ ความชื้น (moisture) โปรตีนรวม (crude protein) ไขมันรวม (crude fat) เยื่อใยหยาบ (crude fiber) แร่ธาตุ (minerals)หรือเถ้า (ash) และไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (nitrogen free extract) นอกจากนี้ อาจรวมไปถึงการวิเคราะห์รายละเอียดเฉพาะอย่าง เช่น การวิเคราะห์แร่ธาตุ วิตามิน กรดแอมิโน เป็นต้น ซึ่งค่าที่ได้เป็นค่าโดยประมาณ ไม่ได้แสดงถึงคุณค่าทางโภชนาการที่สัตว์นำไปใช้ได้จริง

1.3 การประเมินโดยการทดสอบทางชีวภาพ (biological evaluation) เป็นการประเมินโดยให้สัตว์กินอาหารที่ต้องการทราบว่าสัตว์สามารถนำโภชนะต่างๆ ไปใช้มากน้อยเพียงใด หากค่าต่างๆ ที่ได้มีค่าค่อนข้างสูงหรือมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แสดงว่าอาหารสัตว์ชนิดนั้นมีคุณภาพดี การทดลองกับตัว

สัตว์เป็นวิธีการที่ดีและสมบูรณ์ที่สุดที่จะทราบคุณค่าของอาหารสัตว์ การประเมินโดยวิธีนี้มีวิธีย่อยๆ อีกหลายวิธี ดังต่อไปนี้

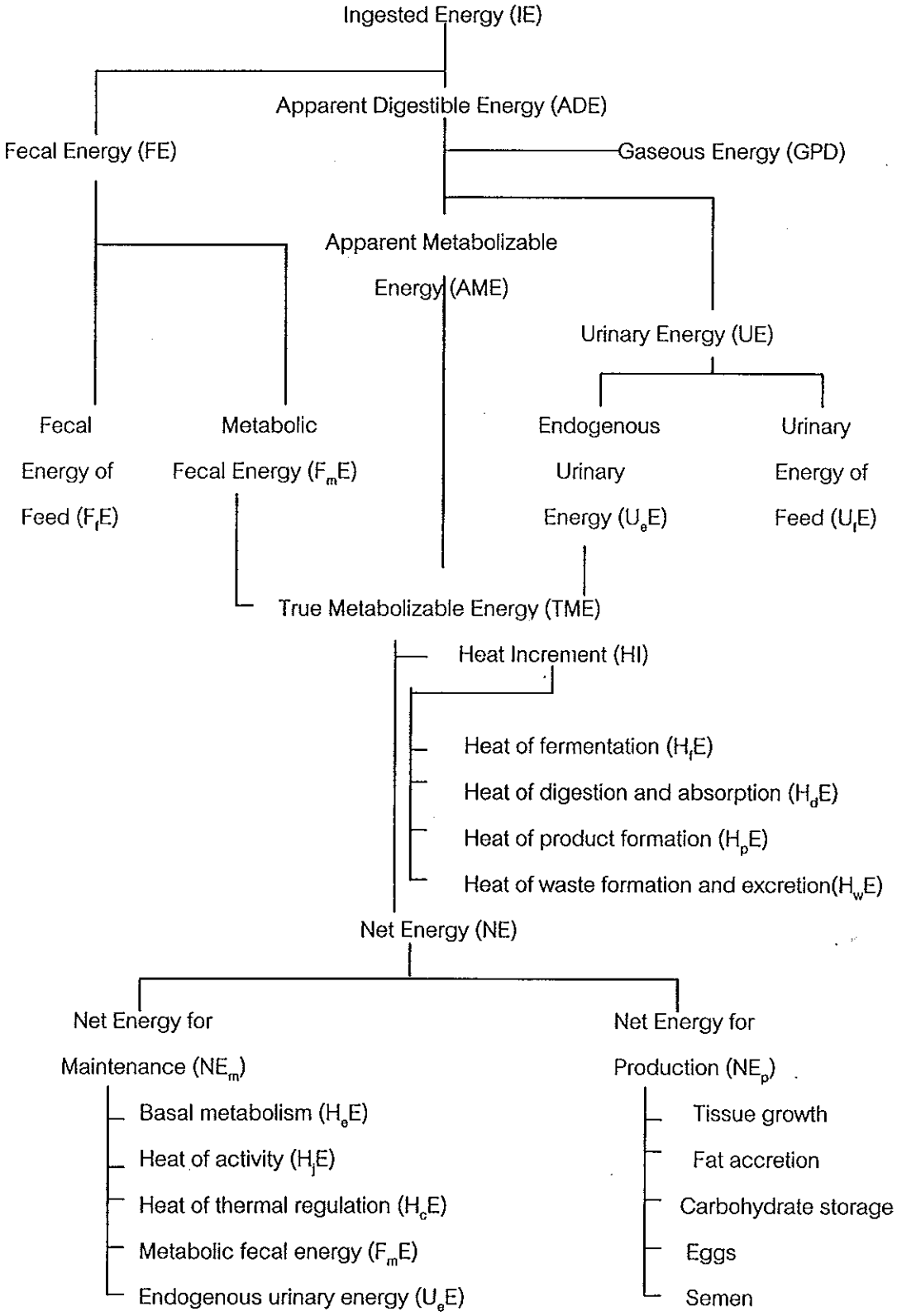
1.3.1 การทดสอบโดยการเลี้ยงสัตว์ (feeding trial) เป็นการทดสอบวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ต้องการประเมินโดยการใช้เลี้ยงสัตว์ด้วยวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้น เปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทเดียวกันกับชนิดอื่น แล้วเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหาร และการกินอาหารของสัตว์ การทดสอบวิธีนี้บอกแต่ว่า อาหารชนิดนั้นสัตว์ชอบกินหรือไม่ และเมื่อสัตว์กินไปแล้ว มีการเจริญเติบโต และใช้อาหารให้มีประสิทธิภาพเพียงใด แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่า ผลของความแตกต่างในการเจริญเติบโตเกิดขึ้นเนื่องจากอะไร (สุธา, 2533)

1.3.2 การทดสอบการย่อยได้ (digestibility trial) เป็นการทดสอบการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการทดลองให้อาหารแก่สัตว์ เพื่อหาปริมาณโภชนะต่างๆ ที่สัตว์ย่อยและดูดซึมได้ และเป็นวิธีหนึ่งที่ให้ผลของคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้นได้ถูกต้อง ซึ่งสามารถทำได้โดยการหาปริมาณอาหารที่กิน และปริมาณมูลที่ขับออกมา ประกอบกับการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาโภชนะต่าง ๆ ในอาหารและในมูล แล้วนำมาคำนวนหาค่าการย่อยได้ ดังสมการ

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

1.3.3 การประเมินค่าพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์

อาหารเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยอาหารที่สัตว์กินเข้าไปจะผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การย่อย การดูดซึม และการเมตาโบไลท์(metabolite) เป็นต้น ซึ่ง Sibbald (1982) ได้อธิบายถึงลำดับขั้นตอนการใช้พลังงานในสัตว์ปีกไว้ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลำดับขั้นตอนการใช้พลังงานในสัตว์ปีก

ที่มา : Sibbald (1982)

1.3.3.1 พลังงานรวม (Ingested energy ; IE) คือ พลังงานที่มีอยู่ทั้งหมดในอาหารที่สัตว์กินเข้าไป ค่านี้ได้จากการนำเอาอาหารหรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ มาเผาในบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (Bomb calorimeter) แล้ววัดค่าความร้อนที่เกิดขึ้น แล้วนำไปคำนวนเป็นพลังงานในอาหารที่กิน

1.3.3.2 พลังงานที่สูญเสียในมูล (Fecal enegy ; FE) เป็นพลังงานที่ได้จากการนำมูลไปเผาในบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ พลังงานนี้เป็นพลังงานที่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

ก. พลังงานในอาหารที่สัตว์ย่อยไม่ได้ (Fecal Energy of feed ; F_fE)

ข. พลังงานที่ได้จากกระบวนการเมแทบอลิสม (Metabolic Fecal Enegy ; F_mE) ได้แก่ น้ำย่อย เซลล์เยื่อบุทางเดินอาหารที่หมดอายุและไม่ถูกย่อย รวมทั้งจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารที่ถูกขับออกมาทางมูล

1.3.3.3 พลังงานที่ย่อยได้ (Apparent Digestible Energy ; ADE) คือ พลังงานที่ได้จากอาหารที่สัตว์กิน หักออกด้วยพลังงานที่มีอยู่ในมูล (ADE = IE - FE) ซึ่งเป็นส่วนของพลังงานที่ย่อยได้ และถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้

1.3.3.4 พลังงานที่สูญเสียในรูปแก๊ส (Gaseous products of digestion : GPD) เป็นพลังงานในรูปของแก๊สที่สูญเสียไปในกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึม ซึ่งมีมีเทนเป็นส่วนประกอบหลัก นอกจากนี้ก็มี ไฮโดรเจน คาร์บอนมอนน็อกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ อะซีโตน และมีเทน แก๊สเหล่านี้มักสูญเสียออกจากร่างกายสัตว์ โดยไม่ได้รวมไว้ในพลังงานที่ใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าพลังงาน ความคลาดเคลื่อนนั้นจะมีมากในสัตว์เคี้ยวเอื้องเพราะมีการสูญเสียของแก๊สสูงกว่าสัตว์กระเพาะเดี่ยว

1.3.3.5 พลังงานที่สูญเสียในรูปปัสสาวะ (Urinary Energy ; UE) เป็นพลังงานที่มีอยู่ในเศษเหลือของกระบวนการเผาผลาญโภชนะ ภายในร่างกาย แยกเป็น 2 ส่วน คือ

ก. พลังงานที่ได้จากโภชนะที่เหลือหลังจากถูกดูดซึม (Urinary energy of feed ; U_fE) เป็นส่วนของโภชนะที่ถูกย่อยและดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ แล้วถูกขับถ่ายออกเป็นของเสีย

ข. พลังงานที่ได้จากโภชนะส่วนที่เหลือที่มีอยู่แล้วในร่างกาย (Endogenous urinary Energy ; U_eE) โดยเกิดจากที่มีการสลายเนื้อเยื่อของร่างกายมาใช้ ส่วนของโภชนะที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ก็จะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ ซึ่งได้แก่ amine group จากโปรตีนจะถูกขับทิ้งไป

1.3.3.6 พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy ; ME) ซึ่งแบ่งออกเป็น

ก. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (Apparent Metabolizable energy; AME) มีค่าเท่ากับพลังงานที่ย่อยได้ทั้งหมด ลบด้วยพลังงานที่สูญเสียในปัสสาวะ และพลังงานที่สูญเสียในรูปแก๊ส ดังสมการ

$$AME = ADE - UE - GPD \text{ หรือ}$$

$$AME = IE - FE - UE - GPD$$

ข. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง (True Metabolizable energy ; TME) มีค่าเท่ากับพลังงานในอาหารทั้งหมด (IE) ลบด้วยพลังงานในมูล (F_fE) ในส่วนที่ย่อยไม่ได้ ซึ่งมาจากอาหาร และจากภายในร่างกาย และพลังงานที่ได้จากโภชนะส่วนที่เหลือ จากการใช้ประโยชน์ในปัสสาวะ ซึ่งมาจากอาหารและร่างกาย ดังสมการ

$$TME = IE - [(F_fE + U_fE) - (F_mE + U_eE)]$$

1.3.3.7 พลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับการเผาผลาญในร่างกาย (Heat increment ; HI) เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นหลังจากสัตว์กินอาหารเข้าไป และจัดสัตว์ให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่พอเหมาะ ความร้อนส่วนนี้ประกอบด้วยความร้อนที่เกิดจากการทำงานของระบบย่อยอาหาร รวมทั้งการหมักของอาหาร ความร้อนที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร ความร้อนส่วนนี้จะสูญเสียไปสู่สภาพแวดล้อม หรือสูญเปล่าในกรณีที่สภาพแวดล้อมอุณหภูมิสูง แต่ในกรณีที่สัตว์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิต่ำ ความร้อนส่วนนี้จะใช้ประโยชน์ในการรักษาร่างกายให้อบอุ่นและถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีพ

1.3.3.8 พลังงานใช้ประโยชน์สุทธิ (Net Energy ; NE) เป็นพลังงานที่สัตว์ใช้เพื่อดำรงชีพ (Net Energy for Maintenance ; NE_m). ใช้เพื่อการให้ผลผลิต (Net Energy for production ; NE_p) มีค่าเท่ากับผลต่างของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ กับพลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับกระบวนการเผาผลาญในร่างกาย ซึ่งหาได้ดังสมการ

$$ANE = AME - HI$$

$$TNE = TME - HI$$

ในการประเมินหาพลังงานในสัตว์ปีก เพื่อนำไปใช้ในการประกอบสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์นั้น สามารถหาได้หลายแบบ แต่โดยทั่วไปในปัจจุบันนิยมใช้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้เป็นหลัก เพราะอาหารส่วนใหญ่ย่อยได้ง่าย และสูญเสียเนื่องจาก Heat increment ไม่มากนัก (บุญล้อม, 2532) การที่ไม่ใช้พลังงานในรูปอื่นๆ เช่น พลังงานรวมในอาหาร พลังงานย่อยได้ พลังงานเพื่อการผลิต หรือพลังงานสุทธิ มาใช้ในการคำนวณ เนื่องจาก พลังงานรวมในอาหาร ไม่มีความสัมพันธ์กับพลังงานในอาหารที่สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้ พลังงานที่ย่อยได้ ของอาหารก็ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์

อาหารชนิดเดียวกันในสัตว์ต่างชนิดกัน จะมีค่าพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน และพลังงานย่อยได้ในสัตว์ปีกนั้นก็หาได้ยากมาก เนื่องจากสัตว์ปีกขับถ่ายปัสสาวะออกมาในรูปกรดยูริค ซึ่งจะถ่ายออกมารวมกับอุจจาระ ทำให้แยกอุจจาระกับปัสสาวะออกจากกันได้ยาก ดังนั้น จึงนำมาหาพลังงานย่อยได้ในสัตว์ปีกได้ยาก และผิดพลาดได้มาก พลังงานเพื่อการผลิต เป็นพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อของร่างกาย ในตัวสัตว์ก็ทำการวัดได้ลำบาก ส่วนการวัดพลังงานสุทธิ ก็ต้องใช้ขั้นตอนที่ยุ่งยาก และต้องใช้เวลามาก (เสาวนิต.,2538)

2.ความต้องการโปรตีนและพลังงานในเป็ด

การศึกษาถึงระดับความต้องการโปรตีนและพลังงานในเป็ดเนื้อ ได้มีผู้ทำการศึกษาและรายงานไว้ในหลายระดับแตกต่างไป โดย NRC (1994) แนะนำระดับของโปรตีนและพลังงานในอาหารเป็ดเนื้อ ระยะ 0-2 สัปดาห์ โปรตีนร้อยละ 22 พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และในเป็ดเนื้อระยะ 2-7 สัปดาห์ ต้องการโปรตีนร้อยละ 16 พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

ในเป็ดปั๊วฉ่าย Shen (1977) รายงานผลการศึกษา เพื่อหาระดับความต้องการโปรตีนและพลังงานของเป็ดปั๊วฉ่าย ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีข้าวโพด และกากถั่วเหลืองเป็นหลักว่า ควรอยู่ในระดับโปรตีนร้อยละ 17 และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ ส่วนเป็ดปั๊วฉ่ายในช่วงอายุ 4-10 สัปดาห์ ควรมีระดับโปรตีนร้อยละ 13.7 และพลังงานใช้ประโยชน์ได้อย่างน้อย 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

ระดับความต้องการโปรตีนและพลังงานในแต่ละช่วงอายุของเป็ดปักกิ่งนั้น Siregar และคณะ (1982a) รายงานว่า เป็ดปักกิ่งในช่วงอายุ 0-2 สัปดาห์ ควรเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 20 และในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ ควรเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 16 พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,023 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Winson (1975) ที่รายงานว่า ระดับโปรตีนในอาหารเป็ดปักกิ่งที่อายุมากกว่า 14 วัน ควรใช้อาหาร ที่มีระดับโปรตีนไม่เกินร้อยละ 18

Leclercq และ Carville (1975) อ้างโดย โฉม (2530) รายงานว่า เป็ดเทศเพศเมียที่เลี้ยงแบบปล่อยทุ่ง ต้องการระดับโปรตีนร้อยละ 15 ในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ และหลังจาก 8 สัปดาห์แล้วสามารถที่จะให้โปรตีนร้อยละ 13 หรือต่ำกว่าได้ และในอาหารเป็ดเทศเพศผู้ มีความต้องการโปรตีนในอาหารสำหรับช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ ไม่เกินร้อยละ 15 และในช่วงอายุ 8-10 สัปดาห์ ร้อยละ 12

3.ความต้องการกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีนในเป็ด

โปรตีน เป็นโภชนะชนิดหนึ่งที่จำเป็นสำหรับสัตว์ ซึ่งโปรตีน ประกอบขึ้นด้วย กรดแอมิโนหลายชนิดเชื่อมต่อกันเป็นลูกโซ่ด้วยพันธะที่เรียกว่า เปปไทด์ (peptide bond) เมื่อสัตว์กินอาหารเข้าไป โปรตีนจะถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร แตกตัวเป็นกรดแอมิโนที่อยู่ในรูปกรดแอมิโนอิสระ ซึ่งจะถูกดูดซึม ผ่านลำไส้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป (บุญล้อม, 2532)

ในสัตว์ปีก ความต้องการโปรตีนทั้งหมดจะบอกเป็นร้อยละของโปรตีนในอาหาร เมื่อสัตว์อายุมากขึ้นจะต้องการโปรตีนลดลง เพราะว่า ร่างกายมีการสะสมโปรตีนต่อหน่วยน้ำหนักน้อยลง และสะสมไขมันมากขึ้น การบอกเฉพาะร้อยละของโปรตีนในสูตรอาหารอย่างเดียวโดยไม่ระบุถึงคุณภาพของโปรตีน อาจจะทำให้สัตวได้รับกรดแอมิโนไม่ครบตามความต้องการได้ สัตว์ปีกต้องการกรดแอมิโนจำเป็น จำนวน 11 ตัว คือ อาร์จินิน ฮิสติดีน ไอโซลูซีน ลูซีน ไลซีน เมทไธโอนีน เฟนิลอาลานีน ธรีโอนีน ทริพโตเฟน วาลีนและไกลซีน ในสูตรอาหารที่ประกอบด้วยข้าวโพด และกากถั่วเหลืองเป็นหลัก พบว่า มักจะขาดเมทไธโอนีน ไลซีน และทริพโตเฟน ฉะนั้น ในการประกอบสูตรอาหารควรจะพิจารณาให้มีกรดแอมิโนเหล่านี้ครบถ้วนและเพียงพอ

NRC (1984) แนะนำว่า ในอาหารเป็ดระยะ 0-2 สัปดาห์ ควรมีไลซีนร้อยละ 0.90 เมทไธโอนีนรวมซีสทีนร้อยละ 0.7 และในอาหารเป็ดระยะ 2-7 สัปดาห์ควรมีไลซีนร้อยละ 0.60 เมทไธโอนีนรวมซีสทีนร้อยละ 0.55

NRC (1994) แนะนำว่า ในอาหารเป็ดระยะ 0-2 สัปดาห์ ควรมีไลซีนร้อยละ 0.90 เมทไธโอนีนรวมซีสทีนร้อยละ 0.7 และในอาหารเป็ดระยะ 2-7 สัปดาห์ควรมีไลซีนร้อยละ 0.65 เมทไธโอนีนรวมซีสทีนร้อยละ 0.55

Shen (1990) ได้แนะนำปริมาณไลซีนและเมทไธโอนีนรวมซีสทีนในอาหารที่ใช้เลี้ยงเป็ดปั๊วฉ่าย อายุ 0-3 สัปดาห์ ว่าควรมีไลซีนร้อยละ 1.1 เมทไธโอนีนรวมซีสทีน ร้อยละ 0.69 และในช่วงอายุ 3-10 สัปดาห์ ควรมีไลซีนร้อยละ 0.90 เมทไธโอนีนรวมซีสทีนร้อยละ 0.57

Farrell (1990) แนะนำการใช้ระดับกรดแอมิโนในอาหารเป็ดว่า ในสูตรอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 22 ควรจะมีกรดแอมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ เช่น เมทไธโอนีน ควรจะมีอยู่ ในอาหารระหว่าง 3.8 - 4.2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งถ้ารวมกรดแอมิโนที่มีซัลเฟอร์ทั้งหมดแล้ว ในสูตรอาหารควรจะมีอยู่ในระดับ 6.7 - 7.1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ไลซีนควรจะมีอยู่ในอาหารระยะเป็ดเล็ก 12 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

4. ผลของโปรตีน พลังงาน และกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ต่อการเจริญเติบโตและส่วนประกอบซากของเป็ด

Dean และคณะ (1965) ได้รายงานว่าการเพิ่มน้ำหนักตัว และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ดปักกิ่ง จะดีที่สุด เมื่อใช้อาหารที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 22, 20 และ 18 ที่ช่วงอายุ 0-7, 7-14 และ 14-17 สัปดาห์ ตามลำดับ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ควรอยู่ในระดับ 2,960 , 3,013 และ 3,062 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

Siregar และคณะ (1982b) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้อาหารของเป็ดปักกิ่ง พบว่า เมื่อเพิ่มระดับพลังงานในอาหารมากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น

Adam และคณะ (1983) รายงานว่า ระดับไลซีนในอาหารที่ใช้เลี้ยงเป็ดปักกิ่งเพศเมีย โดยการทดสอบที่ระดับร้อยละ 0.7, 0.75, 0.80, 0.85 และ 0.9 ในอาหาร ซึ่งมีโปรตีนร้อยละ 14.6 และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,080 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ใช้เวลาทดสอบจากอายุ 10 - 48 วัน พบว่า ระดับไลซีนที่แตกต่างกันในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้อาหารของเป็ดทดลอง สำหรับเป็ดกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณไลซีนร้อยละ0.9มีน้ำหนักเนื้อหน้าอกและเนื้อขาสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ถึงแม้ว่าน้ำหนักเป็ดมีชีวิตของทุกกลุ่มจะไม่แตกต่างกันก็ตาม

Pingel (1988) รายงานว่า จากการทดลองเลี้ยงเป็ดเทศสีขาวอายุ 3 - 11 สัปดาห์ โดยใช้อาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 17 พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม พบว่า เป็ดเทศเพศผู้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในช่วงการทดลอง 2,753 กรัม ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเท่ากับ 3.59 ส่วนในเพศเมียมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในช่วงการทดลอง 1,662 กรัม ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเท่ากับ 4.29

วิทยาและคณะ (2538) รายงานว่า จากการศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารสำหรับเป็ดเทศในช่วงอายุ 0-2, 3-7 และ 8-12 สัปดาห์ โดยกำหนดให้ระดับพลังงานในอาหารเท่ากันทุกช่วงอายุ คือ 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม พบว่า ระดับโปรตีนที่เหมาะสมที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด ในช่วงอายุ 0-2 สัปดาห์ คือ ร้อยละ 22 หรือ 20 ในช่วงอายุ 3-7 สัปดาห์ คือ ร้อยละ 16 และในช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์ ร้อยละ15 หรือ 13

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการประเมินส่วนประกอบทางเคมี การย่อยได้ของโภชนะ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ที่เป็นแหล่งพลังงาน และโปรตีนสำหรับเป็ดเทศ

2. เพื่อศึกษาหาพลังงานและระดับโปรตีน ที่เหมาะสมในสูตรอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและส่วนประกอบซากของเป็ดเทศ โดยศึกษาจากปริมาณอาหารที่กิน การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และส่วนประกอบซากของเป็ดเทศ

3.เพื่อศึกษาผลของระดับไลซีน และเมทไธโอนีน ในอาหาร ต่อการเจริญเติบโต และส่วนประกอบซากของเป็ดเทศ

บทที่ 2

การทดลอง

การทดลองที่ 1: การประเมินคุณค่าทางโภชนาการ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด

วัตถุประสงค์ :

1. เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด โดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณ เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมี
2. เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด โดยการทดสอบจากตัวสัตว์โดยตรง

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ และอุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง ใช้เป็ดเทศเพศผู้ที่มีน้ำหนักและขนาดใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 3.25-3.75 กิโลกรัม อายุประมาณ 6 เดือน จำนวน 25 ตัว
2. วัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แก่ กากถั่วเหลือง ปลาป่น ข้าวโพด และรำละเอียด
3. กรงขังเดี่ยวพร้อมอุปกรณ์เก็บมูล (ขั้นตอนการทำและภาพถ่ายแสดงไว้ในภาคผนวก)
4. ตู้อบ
5. เครื่องชั่ง

6 สารเคมี ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพลังงาน โปรตีน ไขมัน ไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์ เยื่อใย แคลเซียม และฟอสฟอรัส

7. เครื่องมือวิเคราะห์หาพลังงาน (Oxygen bomb calorimeter) โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และแคลเซียมและฟอสฟอรัสโดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer

วิธีการทดลอง : การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์แบ่งออกเป็น2 วิธีดังนี้

1. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในห้องปฏิบัติการ ทำการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี โดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณ ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงาน ได้แก่ ข้าวโพด รำละเอียด และแหล่งโปรตีน ได้แก่ กากถั่วเหลือง ปลาป่น โดยทำการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคำนวนหาไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์ โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (ยกเว้นความชื้นทำ 3 ซ้ำ) และทำการวิเคราะห์หาพลังงานรวม และส่วนประกอบของกรดแอมิโนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด

2. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง โดยใช้วิธีการของ Sibbald (1982) เป็ดเทศเพศผู้ จำนวน 25 ตัว ถูกสุ่มแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว เป็ดเทศทดลองทุกตัว จัดให้อยู่ในกรงขังเดี่ยว ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะ คือ

2.1 ระยะปรับตัว (preliminary period) เป็นระยะทำการฝึกหัดป้อนอาหารให้เป็ดกิน เป็นเวลา 7 วัน โดยเป็ดทดลองจะได้รับการฝึกป้อนอาหารผสมที่มีโปรตีนร้อยละ 16 และพลังงาน 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งในแต่ละวันเป็ดจะได้รับอาหารจากการป้อน 50 กรัม และให้เป็ดกินเอง 50 กรัม โดยฝึกป้อนในเวลา 7.00 นาฬิกา

2.2 ระยะทดลอง (experimental period) ทำการอดอาหารเป็ดเทศทั้ง 5 กลุ่ม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อทำให้เป็ดเทศขับถ่ายอาหารที่เหลือในระบบทางเดินอาหารออก เป็ดเทศกลุ่มที่ 1 ใช้เป็นกลุ่มควบคุม ไม่ป้อนอาหาร เพื่อทำการเก็บสิ่งขับถ่ายหา metabolic fecal energy และ endogenous urinary energy ส่วนที่เหลืออีก 4 กลุ่ม ทำการป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์ 4 ชนิด คือ ข้าวโพด รำละเอียด กากถั่วเหลือง และปลาป่น โดยเป็ดทดลองทุกตัวจะได้รับอาหารจากการป้อนตัวละ 50 กรัม ทำการเก็บมูลรวมปัสสาวะครั้งที่ 1 ในชั่วโมงที่ 24 และครั้งที่ 2 ในชั่วโมงที่ 48 ซึ่งในถาดอลูมิเนียมหุ้มพลาสติกที่รองไว้ใต้กรงเพื่อใช้ในการเก็บมูลรวมปัสสาวะมีกรดกำมะถันเข้มข้น 0.05 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ไว้เพื่อป้องกันการเน่าเสียของมูลรวมปัสสาวะ นำมูลของเป็ดแต่ละตัวที่เก็บได้ในแต่ละครั้ง ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซนเซียส แล้วนำมาตั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักมูลรวมปัสสาวะอบแห้งเก็บใส่ขวดเก็บตัวอย่างเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความชื้น โปรตีนรวม กรดแอมิโน และพลังงานรวม แล้วนำไปหาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง การย่อยได้ของกรดแอมิโน สมดุลไนโตรเจน และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ดังสมการ

การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง = $\frac{F_i\,(DM) - E\ \text{ของกลุ่มที่ได้รับอาหาร}\ (DM) + E\ \text{ของกลุ่มที่อดอาหาร}\ (DM)}{Fi\ (DM)} \times 100$ (ร้อยละ)

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (Apparent Metabolizable Energy : AME) (Sibbald, 1989)

$$AME\ (kcal./g) = \frac{(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e)}{Fi}$$

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (AMEn) (Sibbald , 1989)

$$AME_n\ (kcal/g) = \frac{(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e) - (NR \times K)}{Fi}$$

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (True Metabolizable Energy : TME) (Sibbald , 1989)

$$TME\ (kcal/g) = \frac{(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e) + (FE_m + UF_e)}{Fi}$$

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (TMEn) (Sibbald , 1989)

$$TME_n\ (kcal/g) = \frac{(F_i \times GE_f) - (E \times GE_e) + (FE_m + UF_e) - (NR \times K)}{Fi}$$

เมื่อ F_i (Feed intake) = ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)

E (Excreta) = ปริมาณมูลรวมปัสสาวะ (กรัม)

GE_f (Gross energy of feed) = พลังงานรวมของอาหาร (แคลอรีต่อกรัม)

GE_e (Gross energy of excreta) = พลังงานรวมของมูลรวมปัสสาวะ (แคลอรีต่อกรัม)

$FE_m + UE_e$ (Metabolic fecal energy + Endogenous urinary energy) = พลังงานที่ถูกขับออกมาเมื่อ เป็ดไม่ได้รับอาหาร (แคลอรีต่อกรัม)

K (ค่าคงที่) = ค่าพลังงานรวมของไนโตรเจนในกรดยูริค เมื่อมีการสลาย ไนโตรเจนที่สะสมในร่างกาย 1 กรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.22 (กิโลแคลอรีต่อกรัม)

NR (Nitrogen retention) = ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในร่างกาย

= ปริมาณไนโตรเจนที่กิน - ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่าย

การย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ (Apparent amino acid digestibility) (Likuski and Dorrell, 1978)

$$\text{Apparent amino acid digestibility} = \frac{AA_c - AA_v}{AA_c} \times 100$$

การย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง (True amino acid digestibility) (Likuski and Dorrell,1978)

$$\text{True amino acid digestibility} = \frac{AA_c - (AA_v - AA_{vf})}{AA_c} \times 100$$

เมื่อ

AA_c (amino acid consumed) = ปริมาณกรดแอมิโนที่กิน

AA_v (amino acid voided in excreta) = ปริมาณกรดแอมิโนที่ขับถ่ายเมื่อได้รับอาหาร

AA_{vf} (amino acid voided by a fasted control) = ปริมาณกรดแอมิโนที่ขับถ่ายเมื่ออดอาหาร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณ

ผลการวิเคราะห์วัตถุดิบอาหารสัตว์โดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณ เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์(Nitrogen free extract) เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส พลังงานรวม และกรดแอมิโน ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 4 ชนิด คือ กากถั่วเหลือง ปลาป่น รำละเอียด และข้าวโพด แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมี พลังงานรวม และส่วนประกอบของกรดแอมิโน ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์โดยประมาณ (ร้อยละของ as fed basis)

	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น	รำละเอียด	ข้าวโพด
ส่วนประกอบทางเคมี				
ความชื้น	11.74	10.84	10.86	11.75
โปรตีน	47.04	53.38	12.66	7.35
ไขมัน	2.20	7.32	14.88	4.17
เยื่อใย	6.22	0.89	9.61	3.28
ไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์	26.10	0.33	42.22	72.29
เถ้า	6.70	27.24	9.77	1.16
แคลเซียม	0.40	7.55	0.06	0.005
ฟอสฟอรัส	0.64	3.15	1.72	0.19
พลังงานรวม (GE, กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)				
สภาพที่ให้สัตว์กิน (as fed basis)(mean±SD)	4,310±57	3,740±104	4,394±49	4,012±44
สภาพแห้ง(dry matter basis) (mean±SD)	4,884±64	4,238±44	4,929±55	4,546±20

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น	รำละเอียด	ข้าวโพด
กรดแอมิโน (กรัม/100กรัมของวัตถุดิบอาหาร)				
กรดแอสปาติก	5.43	5.03	1.12	0.48
ทรีโอนีน	1.58	2.21	0.49	0.24
เซอรีน	2.50	2.14	0.64	0.34
กรดกลูตามิก	8.77	7.30	1.72	1.12
โปรลีน	2.17	2.27	0.49	0.46
ไกลซีน	2.12	3.60	0.67	0.34
อลานีน	1.95	3.42	0.77	0.49
ซีสตีน	0.72	0.54	0.32	0.20
วาลีน	1.76	2.15	0.61	0.30
เมทไธโอนีน	0.55	1.39	0.24	0.14
ไอโซลูซีน	1.50	1.84	0.41	0.18
ลูซีน	3.38	3.84	0.88	0.65
ฟีนิลอะลานีน	2.27	2.11	0.55	0.30
ไลซีน	2.38	4.01	0.60	0.27
อาร์จีนีน	3.47	3.06	0.90	0.39
รวมกรดแอมิโน	40.55	44.91	10.41	5.90

คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณ (ตารางที่ 1)พบว่าจากการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณ การวิเคราะห์หาพลังงานรวม และส่วนประกอบของกรดแอมิโน ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองนี้ส่วนใหญ่มีค่าที่ใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย NRC(1994) อุทัย(2529) และสุธา(2533)

2. คุณค่าทางโภชนาการและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง

2.1 **การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง** ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทั้ง 4 ชนิดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณมูลรวมปัสสาวะที่ 24และ48 ชั่วโมง (กรัม;น้ำหนักแห้ง) และการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงที่ 24 และ 48 ชั่วโมง (ร้อยละ) ของเป็ดเทศที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

กลุ่ม	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม;น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณมูลรวมปัสสาวะ (กรัม;น้ำหนักแห้ง)		การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง (%;น้ำหนักแห้ง)	
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
ควบคุม	-	1.61±0.12	3.45±0.10	-	-
กากถั่วเหลือง	44.13	16.65±1.70	19.47±0.82	65.90±3.85	63.73±4.16
ปลาป่น	44.12	18.35±1.12	21.21±0.66	62.56±2.51	59.76±3.36
รำละเอียด	44.57	17.38±1.00	21.03±0.62	64.61±2.25	60.54±3.12
ข้าวโพด	44.13	6.23±0.44	8.19±0.34	89.59±1.23	89.31±1.72

จากการทดลองพบว่า การย่อยได้ที่แท้จริง (ตารางที่ 2) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์4ชนิด แตกต่างกันอยู่ในช่วงร้อยละ 59.76 - 89.31 โดยค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการ เช่น ปริมาณเยื่อใย ปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์ และเถ้า ที่ประกอบอยู่ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้นๆ ซึ่ง อุทัย (2529) และ Raharjo และ Farrell (1984) รายงานว่า อาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยอยู่ในระดับสูง จะมีการดูดน้ำในระหว่างที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารเข้าไปรวมกับเยื่อใยมากขึ้น ทำให้การเคลื่อนที่ของอาหารเร็วขึ้น ซึ่งมีผลทำให้การย่อยได้น้อยลง และMuztar และคณะ (1977) รายงานว่า ปริมาณเถ้าในวัตถุดิบอาหารสัตว์มีผลไปขัดขวางการย่อยและการดูดซึมของโภชนะ มีผลทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลง เมื่อพิจารณาถึงส่วนประกอบของปริมาณเยื่อใยรวมกับเถ้าจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ปริมาณเยื่อใยรวมกับเถ้าที่เพิ่มสูงขึ้นในวัตถุดิบอาหารสัตว์มีผลทำให้การย่อยได้น้อยลง คือ ในข้าวโพด กากถั่วเหลือง รำละเอียดและปลาป่น มีปริมาณเยื่อใยรวมกับเถ้าร้อยละ 4.44, 12.92, 19.38 และ28.31 ตามลำดับ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง

ร้อยละ 89.31, 63.73, 60.54 และ59.76 ตามลำดับ ส่วนปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์ จะประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสัตว์ปีกสามารถย่อยแป้งได้ถึงร้อยละ 95 (Scott et al., 1976) ฉะนั้นในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์สูง ก็จะทำให้มีค่าการย่อยได้สูงเช่นกัน ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ในข้าวโพด มีปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์ร้อยละ 72.29 ทำให้มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งในปริมาณที่สูงถึงร้อยละ 89.31 ส่วนในรำละเอียดถึงแม้ว่าจะมีปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์ (ร้อยละ 42.22) สูงกว่าในกากถั่วเหลือง (ร้อยละ 26.10) แต่ค่าการย่อยได้ในกากถั่วเหลือง (ร้อยละ 63.73) ซึ่งมีค่าสูงกว่าในรำละเอียด (ร้อยละ 60.54) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก ปริมาณเยื่อใยในรำละเอียด (ร้อยละ 9.61) มีอยู่ในระดับที่สูงกว่าในกากถั่วเหลือง (ร้อยละ 6.22) มีผลทำให้การเคลื่อนตัวของรำละเอียดในระบบทางเดินอาหารเคลื่อนตัวได้เร็วกว่าทำให้ค่าการย่อยได้ของรำละเอียดต่ำกว่า

2.2 **การย่อยได้ของกรดแอมิโน** (amino acid digestibility)

2.2.1 **การย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ** (apparent amino acid digestibility) จากวัตถุดิบอาหารสัตว์ 4 ชนิด (ที่ 48 ชั่วโมง) คือ ข้าวโพด กากถั่วเหลือง รำละเอียด และปลาป่น แสดงไว้ในตารางที่ 3

2.2.2 **การย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง** (true amino acid digestibility) จากวัตถุดิบอาหารสัตว์ 4 ชนิด (ที่ 48 ชั่วโมง) คือ ข้าวโพด กากถั่วเหลือง รำละเอียด และปลาป่น แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าการย่อยได้ ของกรดแอมิโนโดยประมาณ และค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง(ค่าในวงเล็บ)ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ที่ 48 ชั่วโมง

กรดแอมิโน	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	ข้าวโพด	กากถั่วเหลือง	รำละเอียด	ปลาป่น
กรดแอสปาติก	78.87 (94.36)	93.28 (94.65)	74.80 (81.40)	92.52 (94.01)
ทรีโอนีน	75.70 (93.45)	90.04 (92.59)	73.63 (82.27)	93.93 (95.88)
เซอรีน	83.33 (100.00)	93.26 (95.54)	78.67 (87.41)	92.27 (94.90)
กรดกลูตามิก	87.82 (97.76)	94.70 (95.96)	81.51 (87.89)	94.07 (95.59)
โปรลีน	90.68 (97.54)	94.74 (96.21)	77.31 (83.79)	89.68 (91.09)
ไกลซีน	77.85 (97.98)	88.85 (92.06)	72.90 (82.94)	86.57 (88.46)
อลานีน	85.04 (94.39)	85.46 (87.79)	74.34 (80.17)	91.46 (92.79)
ซีสตีน	73.25 (86.04)	91.82 (95.28)	76.59 (84.39)	89.91 (94.53)
วาลีน	81.81 (96.21)	89.44 (91.89)	73.97 (81.04)	93.46 (95.46)
เมทไธโอนีน	75.40 (86.88)	90.98 (93.85)	79.62 (86.11)	95.29 (96.41)
ไอโซลูซีน	69.23 (92.30)	88.38 (91.10)	63.53 (73.48)	84.83 (87.05)
ลูซีน	88.85 (98.25)	93.02 (94.83)	76.33 (83.20)	94.92 (96.51)
ฟีนิลอะลานีน	90.76 (100.00)	96.59 (98.19)	85.71 (92.24)	98.06 (99.78)
ไลซีน	73.94 (89.07)	93.70 (95.42)	76.31 (83.08)	96.15 (97.17)
อาร์จีนีน	91.71 (100.00)	97.31 (98.36)	89.55 (93.53)	93.70 (94.89)
เฉลี่ย	81.62 (94.95)	92.10 (94.25)	76.89 (84.19)	92.65 (94.30)

การย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ (ตารางที่ 3) พบว่า มีค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 76.89 - 92.65 ซึ่งเป็นค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณในระดับค่อนข้างสูง โดยวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน คือ กากถั่วเหลือง และปลาป่น มีค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณร้อยละ 92.10 และ 92.65 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของกากถั่วเหลือง และปลาป่น มีการใช้ประโยชน์ได้ในระดับที่สูงใกล้เคียงกัน ส่วนวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงาน คือ ข้าวโพด และรำละเอียด มีค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโน

โดยประมาณร้อยละ 81.62 และ 76.89 ซึ่งรำละเอียดมีค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณอยู่ต่ำที่สุด เพราะรำละเอียดมีปริมาณเยื่อใยอยู่สูงถึงร้อยละ 9.61 ซึ่ง Raharjo และ Farrell (1984) กล่าวว่า ในอาหารเมื่อมีระดับของเยื่อใย และเซลลูโลสมากขึ้น จะทำให้อัตราการไหลของอาหารผ่านระบบทางเดินอาหารเร็วขึ้น เป็นผลให้มีค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณต่ำลง

การย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง (ตารางที่3) พบว่า มีค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 84.19 - 94.95 ซึ่งเป็นค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงอยู่ในระดับสูงกว่าค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณโดยพบว่าค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของข้าวโพด กากถั่วเหลือง และรำละเอียด ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงกว่าที่รายงานไว้โดย สุวิทย์ (2532) และประภากร (2535) (ข้าวโพด ร้อยละ 94.95, 90.37 และ 89.94 ตามลำดับ ;กากถั่วเหลือง ร้อยละ 94.25, 90.72 และ 87.67 ตามลำดับ ; รำละเอียด ร้อยละ 84.19,82.94 และ78.74 ตามลำดับ) ยกเว้นปลาป่น ที่ให้ค่าใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 94.30, 93.91 และ 94.24 ตามลำดับ) จะเห็นว่า ในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของวัตถุดิบบางชนิดค่อนข้างสูงกว่างานทดลองอื่น น่าจะเป็นผลเนื่องมาจาก ในงานทดลองนี้ใช้เป็ดเทศเป็นสัตว์ทดลอง ในขณะที่งานทดลองของ สุวิทย์(2532) ใช้ไก่ และของประภากร(2535) ใช้เป็ดปักกิ่ง ซึ่ง Leclecq และCarville(1975) อ้างโดยโฉม(2530) กล่าวว่าเป็ดเทศจะมีความสามารถในการย่อยได้ดีกว่า

เมื่อพิจารณาค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณกับค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง (ตารางที่ 3) พบว่า ค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงมากกว่าค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณร้อยละ 13.33, 7.30, 2.15 และ 1.65 ในข้าวโพด รำละเอียด กากถั่วเหลือง และปลาป่น ตามลำดับ จะเห็นว่า ความแตกต่างระหว่างค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณกับค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงาน (ข้าวโพด และรำละเอียด) มีความแตกต่างกันมาก คือ ร้อยละ 13.33 และ 7.30 ส่วนความแตกต่างระหว่างค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณกับค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีน (กากถั่วเหลือง และปลาป่น) มีความแตกต่างกันน้อยมาก คือ ร้อยละ 2.15 และ 1.65 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของประภากร(2535) ที่รายงานว่าความแตกต่างระหว่างค่าของการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงกับค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณของข้าวโพด รำละเอียด กากถั่วเหลือง และปลาป่น มีค่าเท่ากับ 13.58, 10.87, 1.98 และ 1.84 ตามลำดับ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้ Parsonsและคณะ(1982) อธิบายว่า เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนมีปริมาณและความสมดุลของกรดแอมิโน อยู่มากกว่าในวัตถุดิบ

Central Library
Prince of Songkhla Univ

อาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงานซึ่งมีโปรตีนในระดับต่ำ ทำให้ค่าการย่อยได้โดยรวมของวัตถุดิบอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนมีค่าการย่อยได้สูงกว่า กล่าวคือปริมาณกรดแอมิโนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงานมีกรดแอมิโนอยู่ในปริมาณที่น้อย ทำให้เมื่อผ่านกระบวนการย่อยในระบบทางเดินอาหาร ร่างกายจึงต้องสลายโปรตีนให้เป็นกรดแอมิโน ทำให้มีปริมาณกรดแอมิโนที่ขับถ่ายมาทางมูลก็มีค่ามากกว่าปริมาณกรดแอมิโนในมูลของกลุ่มที่อดอาหารเล็กน้อย ส่งผลทำให้ค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ และค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงาน มีค่าความแตกต่างกันมากกว่าวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน

2.3 **สมดุลไนโตรเจน** ค่าสมดุลไนโตรเจนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด คือ กากถั่วเหลือง ปลาป่น รำละเอียด และข้าวโพด แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนที่กิน ไนโตรเจนที่ขับถ่าย และสมดุลไนโตรเจน ของเป็ดเทศที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ (กรัม ; วัตถุแห้ง)

กลุ่ม	ไนโตรเจนที่กิน	ไนโตรเจนที่ขับถ่าย	สมดุลไนโตรเจน
ควบคุม	-	0.52	- 0.52
กากถั่วเหลือง	3.76	1.45	+ 2.32
ปลาป่น	4.27	1.20	+ 3.07
รำละเอียด	1.01	1.13	- 0.12
ข้าวโพด	0.59	0.29	+ 0.30

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง มีการสูญเสียไนโตรเจนออกจากร่างกาย
+ หมายถึง มีการสะสมไนโตรเจน

ค่าสมดุลไนโตรเจนเป็นตัวบ่งบอกถึงค่าสมดุลของโปรตีนในร่างกาย เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกรดแอมิโน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีน สำหรับในสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วไม่ควรมีการสะสมไนโตรเจนเกิดขึ้น หมายถึง จะมีค่าสมดุลไนโตรเจนเท่ากับศูนย์ คือ ปริมาณไนโตรเจนที่กินเท่ากับปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก (Lloyd, McDonald and Crampton ; 1978) จากผลการทดลอง (ตารางที่ 4) พบว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์ส่วนใหญ่ให้ค่าสมดุลไนโตรเจนเป็นบวก (กากถั่วเหลือง +2.32, ปลาป่น +3.07,และข้าวโพด +0.30 กรัม) ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับงานทดลองของประภากร (2535) ที่รายงานว่า ค่าสมดุลไนโตรเจนของกากถั่วเหลือง ปลาป่น และข้าวโพด มีค่าเท่ากับ +2.05, +5.19 และ +0.57 กรัมตามลำดับ ส่วนรำละเอียดให้ค่าสมดุลไนโตรเจนเป็นลบ

(-0.12) อาจเนื่องจากในรำละเอียดมีปริมาณเยื่อใยอยู่สูง (ร้อยละ 9.61) ทำให้พลังงานไม่เพียงพอต่อการดำรงชีพ จึงเกิดการสลายโปรตีนในร่างกายเพื่อผลิตพลังงาน ทำให้ไนโตรเจนที่เหลือถูกขับออกสูงกว่าไนโตรเจนที่กินเข้าไป

2.4 **พลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME, AMEn) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TME, TMEn)** ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 4 ชนิด คือ กากถั่วเหลือง ปลาป่น ข้าวโพด และรำละเอียด ที่ 24 และ 48 ชั่วโมงแสดงในตารางที่ 5

เมื่อนำค่า AME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิด ที่ได้จากการประเมินจริงมาเปรียบเทียบกับสมการทำนายโดยใช้ค่าของ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์ จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยประมาณมาหาค่าสหสัมพันธ์กับค่า AME ที่ได้จากการทดลอง และใช้เป็นสมการทำนายค่า AME โดยใช้ multiple regression equation ได้สมการทำนายค่า AME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ดังสมการ

$$AME = 4171.91 - 14.47\,CP - 36.27EE - 42.91CF$$

$$(r = 0.87)$$

เมื่อ CP = โปรตีนรวม (ร้อยละ)

EE = ไขมัน (ร้อยละ)

CF = เยื่อใย (ร้อยละ)

NFE = ไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์ (ร้อยละ)

ซึ่งแสดงค่า AME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้จากการการประเมินจริง เปรียบเทียบกับค่า AME ที่ได้จากสมการทำนายค่าต่าง ๆ ไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ค่า GE , AME , AMEn , TME และ TMEn ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ; วัตถุแห้ง)และค่าพลังงานในรูปร้อยละของพลังงานรวม

วัตถุดิบอาหารสัตว์	GE	AME		AME_n		TME		TME_n	
		24 ชม.	48 ชม.	24 ชม.	48 ชม.	24 ชม.	48 ชม.	24 ชม.	48 ชม.
กากถั่วเหลือง	4,884±64	3,413±140^a	3,165±143^b	2,982±140^a	2,732±143^b	3,527±140^a	3,396±143^a	3,096±140^a	2,965±143^a
ปลาป่น	4,238±44	3,269±63^a	3,103±96^b	2,696±63^a	2,530±96^b	3,383±63^a	3,352±96^a	2,811±63^a	2,780±96^a
ข้าวโพด	4,546±20	3,975±67^a	3,782±69^b	3,919±67^a	3,726±69^b	4,089±67^a	4,031±69^a	4,033±67^a	3,975±69^a
รำละเอียด	4,929±55	3,355±104^a	3,025±143^b	3,378±105^a	3,047±144^b	3,442±105^a	3,224±144^b	3,465±105^a	3,246±144^b
ร้อยละของพลังงานรวม (GE)									
กากถั่วเหลือง	100	69.88	64.80	61.05	55.93	72.21	69.53	63.39	60.70
ปลาป่น	100	77.13	73.21	63.61	59.69	79.82	79.09	66.32	65.59
ข้าวโพด	100	87.43	83.19	86.20	81.96	89.94	88.67	88.71	87.43
รำละเอียด	100	68.06	61.37	68.53	61.81	69.83	65.40	70.29	65.85

หมายเหตุ a,b ตัวอักษรที่ต่างกันของค่าเฉลี่ยที่ 24 และ 48 ชั่วโมงของพลังงานแต่ละชนิด ภายในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

จากผลการทดลองพบว่า พลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME, AMEn) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TME, TMEn) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 5) มีค่าของพลังงานในรูปของ AME, AMEn, TME และ TMEn ที่ใกล้เคียงกับที่เคยมีรายงานไว้โดย สุธา (2533) และประภากร (2535) โดยค่า AME และ AME_n ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทุกชนิดที่ใช้ในการประเมิน มีค่าของพลังงานจากการเก็บในชั่วโมงที่ 48 น้อยกว่าชั่วโมงที่ 24 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) นั่นแสดงว่า ที่ 24 ชั่วโมง เป็ดทดลองยังขับถ่ายอาหารออกมาจากระบบทางเดินอาหารไม่หมดสมบูรณ์ (Ostrowski-Meissner, 1982) ส่งผลให้ค่าพลังงานที่ได้มีค่ามากกว่าที่ 48 ชั่วโมง ดังนั้น การประเมินพลังงานในรูปดังกล่าวที่ใช้เป็ดเทศเป็นตัวทดสอบ ควรทำการเก็บมูลในชั่วโมงที่ 48 เพราะจะทำให้ได้ค่าพลังงานที่จะนำไปคำนวณประกอบสูตรอาหารถูกต้องมากยิ่งขึ้น สำหรับค่าพลังงานในรูป TME และ TMEn ของวัตถุดิบอาหารพวก กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และปลาป่นพบว่าไม่แตกต่างกันทางทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงว่าในการประเมินค่าพลังงานในรูป TME และ TMEn นั้นสามารถทำการเก็บมูลที่24ชั่วโมงได้และสามารถนำค่าไปคำนวนในการประกอบสูตรอาหารได้เพราะค่าที่ถูกต้องดีกว่าค่าพลังงานที่ได้จากการประเมินพลังงานในรูปAME และ AMEn ยกเว้นรำละเอียดควรทำการเก็บมูลที่ 48 ชั่วโมง

เมื่อนำค่า AME ที่ได้จากการประเมินจริงเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากสมการทำนายค่าต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 AME ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้จากการประเมินจริง และคำนวณจากสมการทำนายค่าต่างๆ (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	AME จากการประเมิน	AME จากสมการทำนายค่าของ			
		การทดลองนี้	Carpenter (1965)[2]	NRC (1984)	ประภากร (2535)
กากถั่วเหลือง	3,165	3,144 (+21)	3,119 (+46)	3,305 (-140)	2,985 (+180)
ปลาป่น	3,103	3,095 (+8)	2,724 (+379)	3,003 (+100)	3,311 (-208)
ข้าวโพด	3,782	3,773 (+9)	3,710 (+72)	3,577 (+205)	3,845 (-63)
รำละเอียด	3,025	3,036 (-11)	3,571 (-546)	3,540 (-515)	3,505 (-480)

หมายเหตุ [1] ตัวเลขภายในวงเล็บ แสดงความแตกต่างระหว่างค่า AME ที่ประเมินได้จริง กับค่าที่ได้จากสมการทำนายค่าต่าง ๆ

[2] อ้างโดย สุธา (2533)

จากผลการทดลอง(ตารางที่6)เมื่อเปรียบเทียบค่า AME ของค่าที่ประเมินได้จริง กับสมการทำนาย จะเห็นได้ว่าค่า AME ที่ได้จากการประเมินในการทดลองนี้เมื่อเปรียบเทียบกับ สมการทำนายค่าต่างๆ ของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง จะเห็นว่าค่าพลังงานที่ได้จากสมการในการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกันมากกับค่าที่ได้จากการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง โดยพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง(r^2=0.87) ดังนั้น จึงอาจใช้ ค่า AME จากสมการทำนายค่าของการทดลองนี้ไปใช้ทำนายค่า AME ของกากถั่วเหลือง ปลาป่น ข้าวโพด และรำละเอียดเพื่อใช้ทำนายค่าพลังงานในเป็ดเทศได้ เกี่ยวกับเรื่องนี้ King และคณะ(1997)อธิบายว่า ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดเดียวกันมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน และการย่อยได้จริงของสัตว์แต่ละชนิด แต่ละช่วงอายุ ก็แตกต่างกันด้วยซึ่งค่าทำนายบางสมการ อาจใช้ได้เฉพาะวัตถุดิบอาหารสัตว์บางตัว ฉะนั้น การใช้สมการทำนายค่าพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์ เพื่อใช้ค่าพลังงานที่ได้ไปประกอบสูตรอาหาร ควรจะพิจารณาถึงความแม่นยำในการทำนายของสมการนั้นๆ ด้วย เพราะค่าที่ได้ จากการทำนายไม่ใช่ค่าที่ประเมินได้จริงจากตัวสัตว์

การทดลองที่ 2: การศึกษาระดับพลังงานและระดับโปรตีนที่เหมาะสมในสูตรอาหารที่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวและคุณภาพซากของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์

วัตถุประสงค์: เพื่อทำการศึกษาระดับพลังงานและโปรตีน ที่เหมาะสมในสูตรอาหารเป็ดเทศ ที่ประกอบขึ้นจากข้อมูลการหาค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการทดลองที่ 1 คือ ส่วนประกอบทางเคมี ซึ่งได้แก่โปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (AME) มาใช้ทำการศึกษาการเพิ่มน้ำหนักตัวและคุณภาพซากของเป็ดเทศ

สำหรับในการทดลองนี้จะใช้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้(AME)ที่ 48 ชั่วโมง ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทุกชนิดที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารเป็ดทดลอง มาคำนวนสูตรอาหารเนื่องจากระบบการคำนวนค่าพลังงานในรูปของ TME และ TMEn ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายมากนักถึงแม้ว่าจะให้ค่าที่ถูกต้องกว่า และค่าพลังงานที่ได้รับการแนะนำในสัตว์ปีกที่ผ่านมาส่วนใหญ่ใช้ค่าพลังงานในรูปของค่า AME

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ และอุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง ใช้เป็ดเทศเพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 486 ตัว

2. วัตถุดิบอาหารสัตว์ เพื่อใช้ประกอบสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์ทดลองประกอบด้วย กากถั่วเหลือง ปลาป่น ข้าวโพด รำละเอียด รำสกัดน้ำมัน ไดแคลเซียมฟอสเฟต เกลือ เมทไธโอนีน พรีมิกซ์ไวตามินและแร่ธาตุ

3. โรงเรือนพร้อมอุปกรณ์การเลี้ยงเป็ดทดลอง เพื่อการเก็บข้อมูลตลอดระยะการทดลองซึ่งประกอบด้วยคอกจำนวน 27 คอก โดยแต่ละคอกมีพื้นที่ 5 ตารางเมตร ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 3.3 เมตร พื้นคอกคอนกรีตปูด้วยขี้กบหนาประมาณ 5 เซนติเมตร

4. เครื่องชั่งน้ำหนัก

5. โรงฆ่าสัตว์พร้อมอุปกรณ์

วิธีการทดลอง

ในช่วงอายุ 0 - 3 สัปดาห์ เป็นระยะเตรียมเป็ดเทศเพศผู้ก่อนการทดลอง เป็ดเทศจะได้รับการเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมและการจัดการที่เหมือนกันหมด ให้อาหารและน้ำแบบเต็มที่

ตลอดเวลาโดยจะได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 22 พลังงาน 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามระดับที่แนะนำโดย NRC (1994)

ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ เป็นระยะทำการทดลอง แบ่งเป็ดเทศทดลองออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 18 ตัว โดยจัดให้น้ำหนักเริ่มต้นทดลองของเป็ดแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเริ่มต้นใกล้เคียงกัน วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 แฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) โดยจัดให้เป็ดทั้ง 9 กลุ่มได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 9 สูตร ซึ่งมีระดับพลังงานแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 2,750, 2,900 และ3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โปรตีนแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 16, 18 และ 20 โดยค่าพลังงานในสูตรอาหารเป็นผลจากการวิเคราะห์หาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (AME) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้แก่ กากถั่วเหลือง ปลาป่น ข้าวโพดและรำละเอียดจากการเก็บมูลที่ 48 ชั่วโมง ส่วนรำสกัดน้ำมันใช้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้และโปรตีนตามที่แนะนำโดย อุทัย(2529) (ตารางที่7) สำหรับระดับกรดแอมิโนในสูตรอาหารจะปรับเพื่อให้เพียงพอต่อระดับความต้องการที่แนะนำโดย NRC (1994) ส่วนผสมของวัตถุดิบแต่ละชนิดในสูตรอาหาร ส่วนประกอบของโปรตีนในสูตรอาหารจากการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องทดลอง ส่วนประกอบของโภชนะและปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ และราคาอาหารผสม (บาท/กิโลกรัม) แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ระดับโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารทดลองแต่ละสูตร

อาหารสูตรที่	ระดับโปรตีนรวม (%)	ระดับพลังงาน (AME) (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)
1	16	2,750
2	16	2,900
3	16	3,050
4	18	2,750
5	18	2,900
6	18	3,050
7	20	2,750
8	20	2,900
9	20	3,050

ตารางที่ 8 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โปรตีนจากการวิเคราะห์ ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ ในสูตรอาหารเป็ดทดลองและราคาอาหารผสมที่ใช้ในการทดลอง (บาทต่อกิโลกรัม) ในช่วงอายุ 3 -12 สัปดาห์

	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6	สูตร7	สูตร 8	สูตร 9
วัตถุดิบอาหารสัตว์									
รำละเอียด (%)	0.00	8.30	22.24	3.00	14.00	26.558	1.00	13.25	12.11
รำสกัดน้ำมัน (%)	44.53	33.00	19.275	41.789	29.24	16.140	41.00	28.00	20.00
ข้าวโพด (%)	38.27	40.70	40.03	33.00	33.922	34.00	30.450	30.69	38.34
ปลาป่น (%)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
กากถั่วเหลือง (%)	12.61	13.40	13.81	17.69	18.29	18.770	23.107	23.618	25.10
พรีมิกซ์ (%)[1]	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
ไดแคลเซียม - ฟอสเฟต (%)	0.945	1.00	1.10	0.95	1.00	1.04	0.90	0.95	0.99
เปลือกหอยป่น	0.365	0.33	0.29	0.32	0.30	0.26	0.31	0.27	0.24
เกลือ (%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
เมทไธโอนีน (%)	0.08	0.07	0.055	0.051	0.048	0.032	0.033	0.022	0.016
รวม	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ									
โปรตีน (%)	16	16	16	18	18	18	20	20	20
พลังงาน(กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	2,750	2,900	3,050	2,750	2,900	3,050	2,750	2,900	3,050
เยื่อใย (%)	7.84	7.27	6.83	7.92	7.41	6.95	7.89	7.40	6.60
ไขมัน (%)	2.46	3.69	5.60	2.77	4.32	6.06	2.48	4.18	4.28
แคลเซียม (%)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
ฟอสฟอรัส (%)[2]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.49
โปรตีนจากการวิเคราะห์									
โปรตีน (%)	15.84	15.97	16.33	17.63	18.10	18.15	19.85	20.07	20.75

ตารางที่ 8 (ต่อ)

	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6	สูตร 7	สูตร 8	สูตร9
ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ									
เมทไธโอนีน	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.62	0.62	0.62	0.64	0.65	0.65	0.67	0.67	0.66
ไกลซีน+ซีรีน	1.15	1.26	1.40	1.38	1.50	1.63	1.58	1.71	1.78
ไลซีน	0.66	0.69	0.72	0.77	0.81	0.84	0.88	0.91	0.93
ทรีโอนีน	0.60	0.59	0.58	0.66	0.65	0.64	0.73	0.72	0.71
ไอโซลูซีน	0.82	1.04	1.45	0.98	1.29	1.66	0.97	0.32	1.21
อาร์จินีน	1.09	1.08	1.08	1.24	1.24	1.24	1.40	1.39	1.39
ลูซีน	0.77	0.80	0.85	0.82	0.87	0.91	0.87	0.92	0.94
วาลีน	0.64	0.64	0.65	0.72	0.72	0.73	0.79	0.79	0.79
ราคาอาหาร[3] (บาท/กิโลกรัม)	4.86	4.92	4.97	5.05	5.11	5.16	5.26	5.31	5.40

หมายเหตุ [1] แร่ธาตุ (กรัมต่อกิโลกรัม) MgO 82.92 ; $MnSO_4 5H_2O$ 17.54 ; ZnO 7.47 ; $FeSO_4$ $7H_2O$ 43.24 ; $CuSO_4 5H_2O$ 3.13 ; KI 0.05 ; Na_2SeO_3 0.03 ; วิตามิน (กรัมต่อกิโลกรัม) Vitamin E50 2.00 ; Vitamin K 0.04 ; VitaminAD_3 1.50, Vitamin B_{12} 1.90 ; Vitamin B_1 0.18 ; Vitamin B2 0.04 ; Pantothenic acid 1.10 ; Niacin 5.50 ; Choline Chloride 254.90 ; Biotin 0.02 ; Folic acid 0.05 ; Pyridoxin 0.26

[2] ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

[3] จากการคำนวนโดยใช้ราคาเฉลี่ยของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร(2537); อยู่ในภาคผนวก

เป็ดทดลองทุกกลุ่มจะได้รับอาหารอย่างเต็มที่ มีน้ำให้กินตลอดเวลาจนสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 12 สัปดาห์ ในขณะทำการทดลอง ทำการเปลี่ยนวัสดุรองพื้นทุก 2 สัปดาห์ เนื่องจากเป็ดอยู่ในบริเวณคอกขังตลอดไม่มีบริเวณที่ปล่อยลาน และถ่ายมูลออกมาเหลวทำให้วัสดุรองพื้นชื้นแฉะ เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 12 สัปดาห์ ทำการคัดเลือกเป็ดเทศตัวที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของน้ำหนักในแต่ละซ้ำๆ ละ 2 ตัว เพื่อนำไปศึกษาคุณภาพซาก โดยใช้วิธีตัดแต่งซากตามวิธีที่แนะนำโดย Moreng and Avens (1985)

การเก็บข้อมูล

- บันทึกน้ำหนักตัวเป็ดเทศก่อนเมื่อเริ่มทำการทดลอง และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง ในช่วงระยะการทดลองทุกสัปดาห์

- บันทึกปริมาณอาหารที่เป็ดเทศทดลองกินตลอดระยะการทดลอง โดยทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้กิน และน้ำหนักอาหารที่เหลือทุกสัปดาห์

- บันทึกคุณภาพซากของเป็ดเทศโดยเก็บข้อมูล น้ำหนักมีชีวิต (น้ำหนักก่อนฆ่าหลังจากอดอาหาร 24 ชั่วโมง) น้ำหนักซากอุ่น (ซากที่ถอนขนแต่ไม่เอาอวัยวะภายในออก) น้ำหนักเนื้อแดงรวม เนื้ออก(pectoral majora) เนื้อตะโพก(thigh) เนื้อขา(drum strick) เนื้อสันอก(pectoral minora) และไขมันช่องท้อง(abdominal fat pad) เปรียบเทียบน้ำหนักซาก (กรัม)แต่ละส่วนกับน้ำหนักมีชีวิต

ลักษณะที่ศึกษา

- ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake)
- ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน (metabolizable energy intake)
- ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน (protein intake)
- น้ำหนักตัวเป็ดทุกระยะ 1 สัปดาห์
- การเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain)
- อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio ; FCR)

  FCR = ปริมาณอาหารที่กิน / น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
- ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (protein efficiency ratio : PER)

  PER = น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น / ปริมาณโปรตีนที่กิน
- ปริมาณโปรตีนที่กินต่อปริมาณพลังงานที่กิน (protein:energy intake ratio)

- คุณภาพซาก ได้แก่ น้ำหนักมีชีวิต (น้ำหนักก่อนฆ่าหลังจากอดอาหาร 24 ชั่วโมง) น้ำหนักซากอุ่น (ซากที่ถอนขนแต่ไม่เอาอวัยวะภายในออก) น้ำหนักเนื้อแดงรวม เนื้ออก เนื้อตะโพก เนื้อขา เนื้อสันนอก และไขมันช่องท้อง เปรียบเทียบน้ำหนักซากแยกชิ้นส่วน (ร้อยละ) กับน้ำหนักมีชีวิต และเปรียบเทียบน้ำหนักซากอุ่น ปริมาณเนื้อแดงรวม (ร้อยละ) กับน้ำหนักมีชีวิต

- ศึกษาอันตรกริยา (interaction) ระหว่างระดับโปรตีนและระดับพลังงาน ในสูตรอาหารที่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและ คุณภาพซากของเป็ดเทศ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรม SAS(1985)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของระดับพลังงานและระดับโปรตีนต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

ผลของระดับพลังงานและระดับโปรตีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ของเป็ดเทศในช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 9, 10,และ11

ผลของระดับพลังงานต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กิน พบว่าเป็ดจะกินอาหารที่มีความเข้มข้นของพลังงานระดับต่ำ มากกว่าอาหารที่มีพลังงานระดับสูง (185.11, 174.26และ166.80 กรัม/ตัว/วันตามลำดับ) แต่เมื่อคำนวนปริมาณพลังงานที่เป็ดกินต่อวัน กลับพบว่าไม่ว่าอาหารทดลองจะมีพลังงานสูงหรือต่ำ พลังงานที่เป็ดกินต่อวันใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลของระดับพลังงานต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (จากตารางที่ 9 และรายละเอียดแสดงในตารางที่ 10) พบว่า เป็ดทดลองเมื่อได้รับอาหารที่มีความเข้มข้นของระดับพลังงานในอาหารสูงขึ้น มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ($P<0.01$) โดยพวกที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,750, 2,900 และ3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีน้ำหนักตัวเพิ่ม เท่ากับ 46.92, 48.16และ49.07 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาด้านโปรตีนที่กินพบว่าปริมาณโปรตีนที่เป็ดกินต่อวัน จะลดลงตามระดับพลังงานในอาหารที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอาหารที่มีระดับพลังงานสูง จะทำให้สัดส่วนของพลังงานต่อ โปรตีน สูงกว่าสูตรอาหารที่มีระดับพลังงานต่ำ (ตารางที่ 10 ที่ระดับโปรตีนร้อยละ 16 พลังงาน3,050, 2,900, และ2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม จะทำให้สัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนเป็น 190.62, 181.25, และ171.78 ตามลำดับ) ซึ่งจะส่งผลให้เป็ดที่ได้รับอาหารสูตรที่มีพลังงานสูงกินอาหารน้อยทำให้ได้รับโปรตีนต่อวันต่ำกว่าพวกที่ได้รับอาหารสูตรที่มีพลังงานต่ำ ทั้งนี้เพราะว่าสัตว์ปีกจะกินอาหารตามความต้องการพลังงานของร่างกายเท่านั้น เมื่อสัตว์ปีกกินอาหารได้รับพลังงานเพียงพอแล้ววจะหยุดกิน (พันทิพา, 2539 ; Dean, 1972 ; Shen, 1985 and Siregar et al., 1982b) ทำให้กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน

ตารางที่ 9 ผลของระดับพลังงานและระดับ โปรตีนต่อ ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ของเป็ดเทศเพศผู้ ในช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย(กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน/ตัว/วัน (กรัม)	ปริมาณพลังงานที่กิน/ตัว/วัน (กิโลแคลอรี)	ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน(กรัม)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย(กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย/วัน (กรัม)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)								
2,750	477.5 ± 15.0	185.1 ± 4.7 ^{a}	509.0 ± 13.0	32.8 ± 2.9 ^{a}	3434.0 ± 110.2 ^{b}	46.9 ± 1.5 ^{b}	3.94 ± 0.09 ^{a}	1.43±0.16 ^{c}
2,900	472.7 ± 13.3	174.2 ± 6.6 ^{b}	505.3 ± 19.2	31.4 ± 2.8 ^{b}	3507.5 ± 95.5 ^{ab}	48.1 ± 1.4 ^{a}	3.61 ± 0.07 ^{b}	1.54±0.16 ^{b}
3,050	474.9 ± 14.1	166.8 ± 4.3 ^{c}	509.0 ± 13.2	30.6 ± 2.9 ^{b}	3566.5 ± 60.3 ^{a}	49.0 ± 0.9 ^{a}	3.40 ± 0.07 ^{c}	1.61±0.17 ^{a}
ระดับนัยสำคัญ 0.73		0.0001	0.844	0.0004	0.0013	0.0004	0.0001	0.0001
ระดับโปรตีน (%)								
16	475.4 ± 15.6	178.5 ± 9.5	516.8 ± 11.2	28.6± 1.2 ^{c}	3582.6 ± 44.5 ^{a}	49.3 ± 0.7 ^{a}	3.61 ± 0.22	1.72±0.08 ^{a}
18	479.5 ± 13.1	174.4 ± 9.3	505.1 ± 19.7	31.3± 1.4 ^{b}	3498.2 ± 116 ^{ab}	47.9 ± 1.6 ^{b}	3.64 ± 0.25	1.52±0.08 ^{b}
20	470.3 ± 12.2	173.2 ± 8.9	501.4 ± 8.1	35.0± 1.2 ^{a}	3427.2 ± 72.1 ^{b}	46.9 ± 1.1 ^{b}	3.69 ± 0.26	1.33±0.07 ^{c}
ระดับนัยสำคัญ 0.35		0.113	0.116	0.0001	0.0003	0.0001	0.174	0.0001
CV (%) 2.76		3.03	3.04	3.00	1.81	1.89	2.22	2.25
พลังงานXโปรตีน 0.14		0.88	0.88	0.94	0.52	0.66	0.74	0.91

หมายเหตุ ตัวอักษรa,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับพลังงานและแต่ละระดับโปรตีนแสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงานและระดับโปรตีนมีนัยสำคัญทางสถิติ.

ตารางที่ 10 ผลของระดับพลังงาน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พลังงานต่อโปรตีนและประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ระดับพลังงาน (kcal/kg)	ระดับโปรตีน (%)	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย(กรัม)	ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม)	ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน (กิโลแคลอรี)	ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน(กรัม)	น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย(กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน(กรัม)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	พลังงาน : โปรตีน	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
2,750	16	489.8± 6.3	188.7± 5.3	518.9±14.7	29.8± 0.8 ^{c}	3553.6±58.5 ^{a}	48.6±0.8 ^{a}	3.87±0.07	171.78	1.62±0.03^{a}
	18	479.2± 14.3	183.0± 4.2	503.2± 11.6	32.2± 0.7 ^{b}	3402.0±91.6^{b}	46.3±1.2 ^{b}	3.94±0.11	152.77	1.43±0.04^{b}
	20	463.7± 11.7	183.6± 3.8	504.9±10.5	36.4± 0.7 ^{a}	3346.3±47.2^{b}	45.7±0.5 ^{b}	4.01±0.03	137.50	1.25±0.01^{c}
ระดับนัยสำคัญ		0.077	0.306	0.306	0.0002	0.024	0.022	0.206		0.0001
เฉลี่ย		**477.5± 15.0**	**185.1± 4.7** ^{A}	**509.0±13.0**	**32.8± 2.9**^{A}	**3434.0±110.2**^{B}	**46.9±1.5**^{B}	**3.94±0.09**^{A}		**1.43±0.16**^{C}
2,900	16	465.9± 11.1	178.3± 0.2	517.2±0.8	28.4±0.01^{c}	3579.6±36.8	49.4±0.4	3.60±0.03	181.25	1.73±0.01^{a}
	18	474.0± 19.4	172.3± 11.5	499.8±33.6	31.1± 2.1 ^{b}	3502.0±133.4	48.0±1.8	3.58±0.11	161.11	1.53±0.04^{b}
	20	478.1± 9.4	172.0± 1.8	498.9±5.4	34.5± 0.3 ^{a}	3441.0±25.0	47.0±0.5	3.65±0.06	145.00	1.35±0.02^{c}
ระดับนัยสำคัญ		0.585	0.482	0.482	0.002	0.192	0.099	0.550		0.0001
เฉลี่ย		**472.71± 13.3**	**174.2± 6.6**^{B}	**505.3±19.2**	**31.4± 2.8**^{B}	**3507.5±92.5**^{AB}	**48.1±1.4**^{A}	**3.61±0.07**^{B}		**1.54±0.16**^{B}
3,050	16	470.7± 18.2	168.6± 5.4	514.2±16.5	27.5± 0.8^{c}	3614.6±18.1^{a}	49.9±0.5^{a}	3.37±0.11	190.62	1.81±0.06^{a}
	18	485.1± 4.2	168.0± 4.1	512.5±12.5	30.4± 0.7^{b}	3590.6±30.5^{a}	49.2±0.4^{ab}	3.40±0.07	169.44	1.61±0.03^{b}
	20	469.0± 14.7	164.0± 3.1	500.3± 9.6	34.0± 0.6^{a}	3494.3±33.6^{b}	48.0±0.7^{b}	3.41±0.04	152.50	1.40±0.01^{c}
ระดับนัยสำคัญ		0.354	0.426	0.426	0.0002	0.004	0.021	0.856		0.0001
เฉลี่ย		**474.9± 14.1**	**166.9±4.3**^{C}	**509.0±13.2**	**30.6± 2.9**^{B}	**3566.5±60.3**^{A}	**49.0±0.9**^{A}	**3.40±0.07**^{C}		**1.61±0.17**^{A}
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.736	0.0001	0.844	0.0004	0.0013	0.0004	0.0001		0.0001

หมายเหตุ – ตัวอักษรa,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับพลังงานเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภายในระดับพลังงานเดียวกันมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ตัวอักษรA,B,Cที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับพลังงานของค่าเฉลี่ยแสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงานมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 11 ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พลังงานต่อโปรตีน และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ของเป็ดเทศทดลองในช่วงอายุ 3 – 12 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ระดับโปรตีน (%)	ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรี)	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน (กรัม)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย(กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน(กรัม)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	พลังงาน : โปรตีน	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
	2,750	489.8±6.3	188.7±5.3 ^{a}	518.9±14.7	29.8±0.8^{a}	3553.6±58.5	48.6±0.8	3.87±0.07^{a}	171.78	1.62±0.03^{b}
16	2,900	465.9±11.1	178.3±0.2 ^{ab}	517.2±0.8	28.4±0.01^{ab}	3579.6±36.8	49.4±0.4	3.60±0.03^{b}	181.25	1.73±0.01^{ab}
	3,050	470.7±18.2	168.6±5.4 ^{b}	514.2±16.5	27.5±0.8^{b}	3614.6±18.1	49.9±0.5	3.37±0.11^{c}	190.62	1.81±0.06^{a}
ระดับนัยสำคัญ		0.134	0.004	0.902	0.018	0.268	0.129	0.0009		0.004
เฉลี่ย		475.4±15.6	178.5±9.5	516.8±11.2	28.6±1.2^{C}	3582.6±44.5^{A}	49.3±0.7 ^{A}	3.61±0.22		1.72±0.08^{A}
	2,750	479.2±14.3	183.0±4.2 ^{a}	503.2±11.6	32.2±0.7	3402.0±91.6 ^{b}	46.3±1.2 ^{b}	3.94±0.11^{a}	152.77	1.43±0.04^{b}
18	2,900	474.0±19.4	172.3±11.5^{ab}	499.8±33.6	31.1±2.1	3502.0±133.4^{a}	48.0±1.8 ^{ab}	3.58±0.11^{b}	161.11	1.53±0.04^{ab}
	3,050	485.1±4.2	168.0±4.1 ^{b}	512.5±12.5	30.4±0.7	3590.6±30.5 ^{a}	49.2±0.4 ^{a}	3.40±0.07^{c}	169.44	1.61±0.03^{a}
ระดับนัยสำคัญ		0.652	0.116	0.769	0.330	0.127	0.087	0.002		0.004
เฉลี่ย		479.5±13.1	174.4±9.3	505.1±19.7	31.3±1.4^{B}	3498.2±116.0^{B}	47.9±1.6 ^{B}	3.64±0.25		1.52±0.08^{B}
	2,750	463.7±11.7	183.6±3.8 ^{a}	504.9±10.5	36.4±0.7^{a}	3346.3±47.2 ^{b}	45.7±0.5 ^{b}	4.01±0.03^{a}	137.50	1.25±0.01^{c}
20	2,900	478.1±9.4	172.0±1.8 ^{ab}	498.9±5.4	34.5±0.3^{b}	3441.0±25.0 ^{a}	47.0±0.5 ^{ab}	3.65±0.06^{b}	145.00	1.35±0.02^{b}
	3,050	469.0±14.7	164.0±3.1 ^{b}	500.3±9.6	34.0±0.6^{b}	3494.3±33.6 ^{b}	48.0±0.7 ^{a}	3.41±0.04^{c}	152.25	1.40±0.01^{a}
ระดับนัยสำคัญ		0.398	0.0007	0.703	0.007	0.007	0.012	0.001		0.0001
เฉลี่ย		470.3±12.2	173.2±8.9	501.4±8.1	35.0±1.2^{A}	3427.2±72.1 ^{C}	46.9±1.1 ^{B}	3.69±0.26		1.33±0.07^{C}
ระดับนัยสำคัญ (ค่าเฉลี่ย)		0.350	0.113	0.116	0.001	0.0003	0.0001	0.174		0.0001

หมายเหตุ - ตัวอักษรa,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับโปรตีนเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในระดับโปรตีนเดียวกัน

- ตัวอักษรA,B,C ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับโปรตีนแสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละระดับโปรตีน

สูงกว่าซึ่งมีปริมาณอาหารที่กินน้อยกว่า ($p<0.01$) และได้รับโปรตีนต่อวันต่ำกว่าด้วย ($p<0.01$) (32.86, 31.40 และ30.69 กรัม/ตัว/วันตามลำดับ) เมื่อทำการคำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน พบว่า พวกที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานสูง มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีกว่าพวกที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำ ($p<0.01$) (โดยพวกที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน3,050, 2,900และ2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเท่ากับ1.61, 1.54และ1.43 ตามลำดับ) การที่ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดลง มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเลวลง คือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูง จะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำ ($p<0.01$) (พวกที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,050, 2,900และ 2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเท่ากับ 3.40, 3.61 และ3.94 ตามลำดับ) เกี่ยวกับเรื่องนี้ Dean(1972) อธิบายว่า ถ้าในอาหารสัตว์มีพลังงานต่ำ จะทำให้สัตว์ไม่สามารถใช้โปรตีนที่ได้รับเพื่อการสร้างส่วนประกอบของร่างกาย เพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะการที่ได้รับพลังงานที่ต่ำทำให้สัตว์ต้องกำจัดโปรตีนส่วนเกินออกจากร่างกาย หรือนำไปใช้เพื่อให้พลังงาน โดยผ่านวัฏจักรเครปส์(kreb's cycle) ทำให้ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตต่ำ และผลจากการทดลองนี้ ระดับพลังงานที่ 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เป็นระดับพลังงานที่ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มสูงที่สุดซึ่งสอดคล้องกับประทีป(2522) ที่แนะนำว่า อาหารเป็ดเนื้อระยะที่ 2 ควรมีระดับพลังงาน 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม.

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียด (ในตารางที่10) พบว่าอาหารเป็ดที่มีระดับพลังงานเท่ากัน เมื่อโปรตีนสูงขึ้นเป็ดจะได้รับโปรตีนสูงขึ้นตามระดับโปรตีน ($p<0.01$) ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มของเป็ดลดลงตามลำดับ($p<0.01$) พบว่าที่ระดับพลังงาน 2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ของเป็ดกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน ร้อยละ16 กับ18 และร้อยละ16 กับ20 มีน้ำหนักตัวแตกต่างกันเป็น 2.3 (48.6-46.3) และ 2.9 (48.6-45.7) ตามลำดับ แต่เมื่อระดับพลังงานในอาหารสูงขึ้น (2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) ความแตกต่างของน้ำหนักตัวเพิ่มของเป็ดกลับลดลงคือ 1.4 (49.4-48.0) และ 2.4 (49.4-47.0) ส่วนในสูตรอาหารที่มีพลังงานสูงที่สุด (3,050กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) ความแตกต่างของน้ำหนักตัวเพิ่มของเป็ดที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนร้อยละ16 กับ18 และ16 กับ20 กลับต่ำที่สุด คือ 0.7 (49.9-49.2) และ1.9 (49.9-48.0) แสดงให้เห็นว่า ถ้าพลังงานในอาหารสูงขึ้น ผลเสียที่เกิดจากระดับโปรตีนที่สูงเกินไปจะลดลงเนื่องจาก ME : CP มีค่าเพิ่มขึ้น โดยสูตรอาหารที่1-9 มีค่า ME : CP เท่ากับ 171, 181, 190, 152, 161, 169, 137, 145,และ152 ตามลำดับ (ตารางที่11) ซึ่งอาจจะคาดคะเนได้ว่าถ้าระดับพลังงานสูงขึ้นอีกการเพิ่มระดับโปรตีนให้สูงขึ้นจาก ร้อยละ 16เป็น 18 และ20 ก็อาจทำให้เป็ดที่ได้รับโปรตีนสูงกว่ามีการเจริญเติบโตดีกว่าเป็ดที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำได้ และในทำนองเดียวกันถ้าพิจารณาด้านอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวก็จะพบว่า ที่ทุกระดับพลังงาน ถ้าอาหารมีโปรตีนสูงขึ้น ยิ่งมีแนวโน้มว่ามีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็น

น้ำหนักตัวเลวลงโดยความแตกต่างของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ดที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน ร้อยละ16 กับ20 ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำ (2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) เป็น 0.14 (3.87-4.01) แต่เมื่อระดับพลังงานในอาหารสูงขึ้น (2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) ความแตกต่างของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ดกลับลดลงเป็น 0.05 (3.60-3.65) และในสูตรอาหารที่มีพลังงานสูงที่สุด (3,050กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) ความแตกต่างของ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ดกลับต่ำที่สุดคือ 0.04 (3.41-3.37)

ในการทดลองนี้พบว่าในระดับพลังงานที่สูงสุดในการทดลอง ทำให้เป็ดเทศมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงที่สุด ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าถ้ามีการทดลองระดับพลังงานที่สูงกว่านี้ เป็ดเทศก็อาจมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงขึ้นอีก แต่ซากอาจจะมีไขมันมากขึ้น ดังนั้นน่าจะมีการทดลองเกี่ยวกับอาหารที่มีระดับพลังงานสูงกว่า 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมต่อไปและควรพิจารณาด้านคุณภาพซากประกอบด้วย

ผลของระดับโปรตีนต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน พบว่าเป็ดที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนทั้ง 3 ระดับกินอาหารได้ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน($p>0.05$) เมื่อพิจารณาในด้านพลังงาน พบว่าพลังงานที่เป็ดได้รับใกล้เคียงกันและมีผลทำให้เป็ดที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงขึ้นจะมีปริมาณโปรตีนที่ได้รับต่อวันสูงขึ้นตามลำดับ ($p <0.01$) (เป็ดที่ได้รับโปรตีนร้อยละ 16, 18และ20 มีปริมาณโปรตีนที่ได้รับต่อวันเท่ากับ 28.63, 31.32และ35.00 กรัมต่อวันตามลำดับ) แต่การที่เป็ดได้รับโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่พลังงานไม่แตกต่างกัน จะส่งผลเสียต่อน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้นเพราะเมื่อระดับพลังงานในอาหารต่ำจะทำให้โปรตีนที่ได้รับไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตได้ เมื่อยิ่งเพิ่มระดับโปรตีนให้สูงขึ้น ยิ่งทำให้ร่างกายต้องใช้พลังงานในการกำจัดไนโตรเจนส่วนเกินออกจากร่างกายมากขึ้น ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มลดลงและประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดลง (ตารางที่9 และรายละเอียดในตารางที่11) โดยเป็ดพวกที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนในระดับร้อยละ 16, 18และ20 มีการน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 49.32, 47.91และ46.93 กรัมต่อวันตามลำดับ($p<0.01$)ส่งผลทำพลังงานที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวลดลง (ดังได้วิจารณ์ไว้แล้วในส่วนของพลังงาน)

ผลของอัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีน ต่อการเจริญเติบโตของเป็ดเทศ

การประกอบสูตรอาหารเป็ด จะพิจารณาเฉพาะระดับของพลังงานหรือโปรตีน อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างที่เป็นอิสระต่อกันนั้นย่อมจะทำให้ประสิทธิภาพของอาหารนั้นไม่ดีเท่าที่ควร จึงจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงสัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนประกอบด้วยเสมอ ในการทดลองครั้งนี้พบว่าสัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนที่ระดับสูงสุดคือ 190 : 1 (ตารางที่10) ซึ่งในระดับดัง

กล่าวมีผลทำให้เป็ดมีน้ำหนักตัวเพิ่มต่อวันสูงที่สุด(49.90กรัม) จากผลการทดลองจะเห็นว่าสัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับที่ siregarและคณะ(1982a) ที่แนะนำว่าอาหารเป็ดเนื้อระยะที่2ควรเลี้ยงด้วยอาหารที่มีพลังงาน 3,023 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมและโปรตีนร้อยละ16 จะเป็นระดับที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากว่าที่จะใช้อาหารที่มีพลังงานและโปรตีนที่สูงกว่านี้ โดยสัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนดังกล่าวอยู่ในสัดส่วน 188.93 : 1 ดังนั้นถ้าเพิ่มความเข้มข้นของระดับพลังงานในอาหารควรรักษาสัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนไว้ที่ 190 : 1 หรือสูงกว่านี้ จากผลการทดลองนี้จะเห็นว่า เมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มดีขึ้น แต่อาหารควรจะมีสัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนไม่ต่ำกว่า 190

ผลของอันตรกริยา ของพลังงานXโปรตีนต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

เมื่อทำการวิเคราะห์อันตรกริยาระหว่างพลังงานและโปรตีนต่อลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาพบว่าไม่มีอันตรกริยาระหว่างพลังงานและโปรตีนต่อลักษณะที่ศึกษา ทั้งในด้านน้ำหนักตัวเพิ่มต่อวัน ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ปริมาณพลังงานที่กิน ปริมาณโปรตีนที่กิน และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนแต่อย่างใด ($p>0.05$)

ผลของระดับพลังงานและระดับโปรตีนต่อคุณภาพซากของเป็ดเทศ

ผลของระดับพลังงานต่อคุณภาพซากของเป็ดเทศ

เป็ดทดลองที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3 ระดับคือ 2,750, 2,900, และ3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 12และ13) มีผลทำให้น้ำหนักเนื้อแดงตะโพก และเนื้อแดงขาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) โดยพบว่าที่ระดับพลังงานสูงที่สุด(3,050กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)มีน้ำหนักสูงที่สุด(223.1 และ153.7กรัมตามลำดับ) ในขณะที่เนื้อแดงรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิตพบว่า เนื้อแดงหน้าอกของเป็ดกลุ่มที่ได้รับพลังงานในระดับที่ต่ำที่สุด (2,750กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงหน้าอก (11.0กรัม) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,900 และ3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) ในขณะที่เนื้อแดงรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักของซากส่วนอื่นๆพบว่า ไม่ว่าเป็ดจะได้รับพลังงานในระดับใด น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักเนื้อแดงรวม น้ำหนักเนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง และเนื้อสันนอก เมื่อเปรียบเทียบเป็นน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณไขมันต่อน้ำหนักมีชีวิตจะเห็นว่าไม่แตกต่างกัน ซึ่ง Farrell(1990).ให้เหตุผลว่าเป็ดที่กินอาหารที่มีพลังงานย่อยได้สูง จะทำให้เกิดการสะสมไขมันในซากสูงตามไปด้วย ซึ่งเป็ดจะสะสมไขมันในช่องท้องน้อยแต่จะมีการสะสมไขมันที่ใต้ผิวหนังมากกว่าเพราะเป็ดต้องใช้ไขมันใต้ผิวหนังเป็นเกราะป้องกันความหนาวเย็น ฉะนั้นในการทดลองนี้ซึ่งคิดการสะสมไขมันจากไขมันช่องท้องเพียงอย่างเดียวจึงไม่ได้ชี้ชัดถึงการสะสมไขมันในซากทั้งหมดที่แท้จริงและทำให้ไขมันช่องท้องของเป็ดที่ได้รับอาหารที่ระดับพลังงานและโปรตีนต่างระดับกัน ไม่มีความแตกต่างกัน

ผลของระดับโปรตีนต่อคุณภาพซากของเป็ดเทศ

เป็ดทดลองที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน3 ระดับ คือร้อยละ 16, 18 และ20 (ตารางที่12 และ14) พบว่าเป็ดที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนที่ระดับต่ำที่สุด (ร้อยละ16) มีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น เนื้อแดงตะโพก และเนื้อแดงขาเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเป็นกรัมสูงที่สุด (3,476, 3,006.5, 228.6 และ161.2กรัมตามลำดับ) แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 18 และ20 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ($P<0.01$) สำหรับเนื้อแดงรวม เนื้อสันนอก เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเป็นกรัมสูงที่สุด (820, 66.3 กรัมตามลำดับ) แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 18 และ20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ 18 และ20 มีน้ำหนักตัวและน้ำหนักซากแต่ละส่วนไม่แตกต่างกัน

น้ำหนักเนื้อแดงรวม (เนื้อแดงหน้าอก+เนื้อสันนอก+เนื้อแดงตะโพก+เนื้อแดงขา) พบว่าเป็ดที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนที่ระดับต่ำที่สุด (ร้อยละ16) มีน้ำหนักเนื้อแดงรวมมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 18 และ20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) ซึ่งเป็นเพราะว่าเป็ดกลุ่มนี้มีอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุด ส่งผลให้น้ำหนักเนื้อแดงรวมมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนเนื้อแดงรวมเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักมีชีวิตและเปอร์เซ็นต์ ซากอุ่นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

การเปรียบเทียบน้ำหนักซากในส่วนของ เนื้อแดงตะโพก และเนื้อแดงขาพบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ16 มีน้ำหนักเนื้อสูงที่สุดแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนร้อยละ 18 และ20 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ($P<0.01$) ส่วนเนื้อสันนอกกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ16 มีน้ำหนักเนื้อสูงที่สุดแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนร้อยละ 18 และ20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) ในขณะที่เนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง เนื้อแดงหน้าอก เนื้อสันนอก และไขมันหน้าท้องเมื่อคิดเป็นน้ำหนักมีชีวิตไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

ผลของอันตรกิริยาของพลังงานXโปรตีนต่อคุณภาพซากของเป็ดเทศ

จากการวิเคราะห์หาอันตรกริยาพบว่า ไม่มีอันตรกิริยาระหว่างระดับโปรตีน กับระดับพลังงาน ที่มีผลต่อคุณภาพซากทั้งในด้าน น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น เนื้อแดงรวม เนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง เนื้อแดงหน้าอก เนื้อแดงตะโพก($P>0.05$)

ตารางที่ 12 ผลของระดับพลังงานและโปรตีนต่อคุณภาพซากของเป็ดเทศทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ที่อายุ 12 สัปดาห์

ปัจจัย	น้ำหนักมีชีวิต(กรัม)	ซากอุ่น		เนื้อแดงรวม[1]			เนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง		เนื้อแดงหน้าอก		เนื้อสันอก		เนื้อแดงตะโพก		เนื้อแดงขา		ไขมันช่องท้อง	
		กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	%ซากอุ่น	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	น้ำหนักมีชีวิต
ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)																		
2,750	3,303±95.7^{b}	2,865.6± 84	86.7±0.8	780.7±46.8	23.6±0.9	27.2±1.0	472.6±31.9	14.2±0.7	365.6±28.5	11.0±0.6^{t}	63.9±4.8	1.9±0.1	209.6±11.3^{b}	6.3±0.2	141.5±10.5^{b}	4.2±0.2	36.2±8.3	1.0±0.2
2,900	3,338±143.5^{ab}	2,898.7±104	86.8±2.1	765.1±45.1	22.9±1.0	26.3±0.9	455.2±25.2	13.6±0.8	342.4±26.8	10.2±0.7^{t}	64.3±5.2	1.9±0.1	205.9±14.0^{b}	6.1±0.3	152.4±17.1^{a}	4.5±0.4	40.7±5.0	1.2±0.1
3,050	3,440±172.7^{a}	2,953.2±144	85.8±0.6	796.3±54.9	23.1±0.9	26.9±1.0	463.2±30.7	13.4±0.5	355.2±26.7	10.3±0.5^{t}	64.2±5.3	1.8±0.1	223.1±25.8^{a}	6.4±0.6	153.7±11.4^{a}	4.4±0.3	39.4±8.3	1.1±0.2
นัยสำคัญ	0.063	0.137	0.335	0.347	0.375	0.267	0.488	0.057	0.248	0.033	0.982	0.423	0.027	0.252	0.028	0.169	0.478	0.572
ระดับโปรตีน (%)																		
16	3,476±152^{a}	3,006.5±95^{a}	6.5±2.0	820.0±45.1^{a}	23.6±1.1	27.2±1.1	474.5±32.7	13.6±0.9	363.7±32.8	0.4±0.9	66.3±5.0	1.9±0.1	228.6±19.7^{a}	6.5±0.4^{a}	161.2±12.4^{a}	4.6±0.4^{a}	40.2±6.4	1.1±0.1
18	3,319±123^{b}	2,881.5±99^{b}	86.8±0.9	763.2±41.4^{b}	22.9±0.8	26.4±0.8	464.8±29.2	14.0±0.7	353.7±27.0	0.6±0.6	64.6±3.8	1.9±0.07	204.4±13.6^{b}	6.1±0.3^{b}	140.3±10.6^{b}	4.2±0.2^{b}	40.5±4.8	1.2±0.1
20	3,286±97.2^{b}	2,829.5±75^{b}	86.0±1.1	758.9±37.6^{b}	23.0±0.9	26.8±1.1	451.7±23.6	13.7±0.5	345.8±23.5	10.5±0.5	61.5±5.0	1.8±0.1	205.5±13.5^{b}	6.2±0.4^{ab}	146.0±10.3^{b}	4.4±0.3^{ab}	35.6±9.7	1.0±0.2
นัยสำคัญ	0.007	0.001	0.617	0.014	0.422	0.319	0.299	0.577	0.422	0.827	0.106	0.434	0.001	0.082	0.0006	0.035	0.362	0.480
CV (%)	3.51	3.06	1.78	5.65	4.50	4.02	6.51	5.19	8.01	6.21	7.21	6.18	6.06	6.06	6.42	6.99	20.3	20.6
พลังงาน * โปรตีน	0.570	0.655	0.923	0.905	0.914	0.890	0.691	0.417	0.658	0.386	0.220	0.149	0.088	0.257	0.270	0.233	0.903	0.952

หมายเหตุ ตัวอักษรa,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน ของค่าเฉลี่ยแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของซากส่วนตางๆในแต่ละระดับพลังงานและระดับโปรตีนมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] เนื้อแดงรวม = เนื้อแดงหน้าอก+เนื้อแดงตะโพก+เนื้อแดงขา+เนื้อสันอก

ตารางที่ 13 ผลของระดับพลังงานต่อน้ำหนักซากส่วนต่าง ๆ (กรัม) ของเป็ดเทศทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ที่อายุ 12 สัปดาห์สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ระดับพลังงาน (Kcal/Kg)	ระดับโปรตีน (%)	น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	ซากอุ่น (กรัม)	เนื้อแดงรวม[1] (กรัม)	เนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง(กรัม)	เนื้อแดงหน้าอก(กรัม)	เนื้อสันนอก (กรัม)	เนื้อแดงตะโพก (กรัม)	เนื้อแดงขา (กรัม)	ไขมันหน้าท้อง(กรัม)
2,750	16	3,400±78^{a}	2,946.0±71	815.3±45	493.8±29	385.5±28	67.7±4	213.2±10	148.8±7	35.7±6
	18	3,225±62^{b}	2,816.9±67	763.7±35	470.8±35	363.5±25	62.9±3	201.8±13	135.3±8	36.9±5
	20	3,286±55^{ab}	2,833.9±63	763.0±52	453.2±26	347.7±27	61.0±4	213.7±9	140.5±13	36.0±14
ระดับนัยสำคัญ		0.045	0.109	0.332	0.336	0.298	0.226	0.402	0.322	0.987
เฉลี่ย		**3,303±95^{B}**	**2,865.6±84**	**780.7±46**	**472.6±31**	**365.6±28**	**63.9±4**	**209.6±11^{B}**	**141.5±10^{B}**	**36.2±8**
2,900	16	3,435±167	2,991.6±62^{a}	793.9±52	449.1±30	336.8±24	62.1±5	221.7±12^{a}	173.2±9^{a}	42.9±5
	18	3,361±112	2,912.1±69^{ab}	758.6±36	465.5±24	351.7±29	66.6±3	200.9±5a^{b}	139.3±5^{b}	43.4±3
	20	3,218±72	2,792.4±70^{b}	742.7±44	451.0±27	338.7±34	64.1±7	195.2±4^{b}	144.7±7^{b}	35.7±2
ระดับนัยสำคัญ		0.174	0.030	0.416	0.741	0.807	0.636	0.017	0.003	0.092
เฉลี่ย		**3,338±143^{AB}**	**2,898.7±104**	**765.1±45**	**455.2±25**	**342.4±26**	**64.3±5**	**205.9±14^{B}**	**152.4±17^{A}**	**40.7±5**
3,050	16	3,593±162	3,081.9±115	850.8±29	480.7±29	368.9±32	69.1±2^{a}	251.0±10^{a}	161.7±4	42.0±6
	18	3,371±156	2,915.5±143	767.2±64	458.1±37	345.8±34	64.3±5^{ab}	210.5±21^{b}	146.4±15	41.1±4
	20	3,355±124	2,862.2±100	770.8±16	450.9±27	350.9±14	59.3±3^{b}	207.7±18^{b}	152.8±8	35.1±13
ระดับนัยสำคัญ		0.171	0.147	0.087	0.528	0.603	0.054	0.039	0.288	0.613
เฉลี่ย		**3,440±172^{A}**	**2,953.2±144**	**796.3±54**	**463.2±30**	**355.2±26**	**64.25**	**223.1±25^{A}**	**153.7±11^{A}**	**39.4±8**
ระดับนัยสำคัญ (ค่าเฉลี่ย)		**0.063**	**0.137**	**0.347**	**0.488**	**0.248**	**0.982**	**0.027**	**0.028**	**0.478**

หมายเหตุ- ตัวอักษรa,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของซากภายในระดับพลังงานเดียวกันมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ตัวอักษรA,B,C ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ย แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของซากในแต่ละระดับพลังงานมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] เนื้อแดงรวม = เนื้อแดงหน้าอก+เนื้อแดงตะโพก+เนื้อแดงขา+เนื้อสันนอก

ตารางที่ 14 ผลของระดับโปรตีนต่อน้ำหนักซากส่วนต่าง ๆ (กรัม) ของเป็ดเทศทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ที่อายุ 12 สัปดาห์(ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ระดับโปรตีน (%)	ระดับพลังงาน (Kcal/Kg)	น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	ซากอุ่น (กรัม)	เนื้อแดงรวม (กรัม)[1]	เนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง(กรัม)	เนื้อแดงหน้าอก(กรัม)	เนื้อสันนอก (กรัม)	เนื้อแดงตะโพก (กรัม)	เนื้อแดงขา (กรัม)	ไขมันหน้าท้อง(กรัม)
16	2,750	3,400±78	2,946.0±71	815.3±45	493.8±29	385.5±28	67.7±4	213.2±10^{b}	148.8±7^{b}	35.7±6
	2,900	3,435±167	2,991.6±62	793.9±52	449.1±30	336.8±24	62.1±5	221.7±12^{ab}	173.2±9^{a}	42.9±5
	3,050	3,593±162	3,081.9±115	850.8±29	480.7±29	368.9±32	69.1±2	251.0±10^{a}	161.7±4^{ab}	42.0±6
ระดับนัยสำคัญ		0.281	0.226	0.336	0.250	0.187	0.212	0.014	0.019	0.374
เฉลี่ย		3,476±152^{A}	3,006.5±95^{A}	820.0±45^{A}	474.5±32	363.7±32	66.3±5^{A}	228.6±19^{A}	161.2±12^{A}	40.2±6
18	2,750	3,225±62	2,816.9±67	763.7±35	470.8±35	363.5±25	62.9±3	201.8±13	135.3±8	36.9±5
	2,900	3,361±112	2,912.1±69	758.6±36	465.5±24	351.7±29	66.6±3	200.9±5	139.3±5	43.4±3
	3,050	3,371±156	2,915.5±143	767.2±64	458.1±37	345.8±34	64.3±5	210.5±21	146.4±15	41.1±4
ระดับนัยสำคัญ		0.301	0.440	0.975	0.895	0.771	0.566	0.693	0.487	0.281
เฉลี่ย		3,319±123^{B}	2,881.5±99^{B}	763.2±41^{B}	464.8±29	353.7±27	64.6±3^{AB}	204.4±13^{B}	140.3±10^{B}	40.5±4
20	2,750	3,286±55	2,833.9±63	763.0±52	453.2±26	347.7±27	61.0±4	213.7±9	140.5±13	36.0±14
	2,900	3,218±72	2,792.4±70	742.7±44	451.0±27	338.7±34	64.0±7	195.2±4	144.7±7	35.7±2
	3,050	3,355±124	2,862.2±100	770.8±16	450.9±27	350.9±14	59.3±3	207.7±18	152.8±8	35.1±13
ระดับนัยสำคัญ		0.249	0.588	0.702	0.993	0.845	0.562	0.253	0.377	0.995
เฉลี่ย		3,286±97^{B}	2,829.5±75^{B}	758.9±37^{B}	451.7±23	345.8±23	61.5±5^{B}	205.56±13^{B}	146.0±10^{B}	35.6±9
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.007	0.001	0.014	0.299	0.422	0.106	0.001	0.0006	0.362

หมายเหตุ - ตัวอักษรa,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของซากส่วนต่างๆภายในระดับโปรตีนเดียวกันมีนัยสำคัญทางสถิติ

- ตัวอักษรA,B,C ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ย แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของส่วนประกอบซากในแต่ละระดับโปรตีนมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] เนื้อแดงรวม = เนื้อแดงหน้าอก+เนื้อแดงตะโพก+เนื้อแดงขา+เนื้อสันนอก

ผลของระดับพลังงานและระดับโปรตีนต่อต้นทุนการผลิตของเป็ดเทศ

ผลของระดับพลังงานและผลของระดับโปรตีนต่อต้นทุนการผลิต ของเป็ดเทศทดลอง (แสดงไว้ในตารางที่ 15) จะเห็นว่า อาหารที่มีระดับโปรตีนและระดับพลังงาน แตกต่างกัน 9 สูตรในการผลิตเป็ดเทศให้ได้น้ำหนัก 1 กิโลกรัม (น้ำหนักมีชีวิต) พบว่า ในสูตรอาหารที่มีระดับของโปรตีนร้อยละ20 และพลังงาน 2,750 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีต้นทุนในการผลิตให้ได้น้ำหนัก 1 กิโลกรัมสูงที่สุด 21.11 บาท ในขณะที่สูตรอาหารที่มีระดับของโปรตีนร้อยละ16 และพลังงาน 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีต้นทุนในการผลิตให้ได้น้ำหนัก 1 กิโลกรัมต่ำที่สุด 16.75 บาท เนื่องจากมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันสูงที่สุดและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุดในขณะที่มีความเข้มข้นของโปรตีนต่ำ อาหารจึงมีราคาถูกและสูตรอาหารดังกล่าวนำไปใช้ในการศึกษาในการทดลองที่ 3 ต่อไป

ตารางที่ 15 แสดงต้นทุนการผลิตเป็ดเทศจากการใช้อาหารที่มีระดับพลังงานและโปรตีนในระดับต่าง ๆต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์

สูตรที่	ระดับโปรตีน ; พลังงาน (% ; กิโลแคลอรี / กก.)	ปริมาณอาหารที่กิน(กก. / ตัว)	ราคาอาหารผสม(บาท/กก.)	ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว1กก (บาท).
1	16 ; 2,750	11.88	4.86	18.80
2	16 ; 2,900	11.23	4.92	17.70
3	16 ; 3,050	10.62	4.97	16.75
4	18 ; 2,750	11.53	5.05	19.94
5	18 ; 2,900	10.85	5.11	18.29
6	18 ; 3,050	10.58	5.16	17.55
7	20 ; 2,750	11.56	5.26	21.11
8	20 ; 2,900	10.84	5.31	19.38
9	20 ; 3,050	10.33	5.40	18.47

การทดลองที่3 การศึกษาผลของระดับกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของเป็ดเทศเพศผู้ ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์

วัตถุประสงค์: เพื่อทำการศึกษาผลของการเสริมกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีนระดับต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของเป็ดเทศเพศผู้ โดยใช้สูตรอาหารที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 16 และระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ และอุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง ใช้เป็ดเทศเพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 324 ตัว

2.วัตถุดิบอาหารสัตว์ เพื่อใช้ประกอบสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์ทดลองประกอบด้วย กากถั่วเหลือง ข้าวโพด รำละเอียด รำสกัดน้ำมัน ไดแคลเซียมฟอสเฟต เกลือ ไลซีนและเมทไธโอนีน

3. โรงเรือนพร้อมอุปกรณ์การเลี้ยงเป็ดทดลอง เพื่อการเก็บข้อมูลตลอดระยะการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยคอกจำนวน 27 คอก โดยแต่ละคอกมีพื้นที่คอกละ 5 ตารางเมตร ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 3.3 เมตร พื้นคอกคอนกรีตปูด้วยขี้กบหนาประมาณ 5 เซนติเมตร

4. เครื่องชั่งน้ำหนัก

5. โรงฆ่าสัตว์พร้อมอุปกรณ์

วิธีการทดลอง

ในช่วงอายุ 0 - 3 สัปดาห์ เป็นระยะเตรียมเป็ดเทศก่อนการทดลอง เป็ดเทศจะได้รับการเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมและการจัดการที่เหมือนกันหมด ให้อาหารและน้ำแบบเต็มที่ตลอดเวลาโดยจะได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 22 พลังงาน 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามระดับที่แนะนำโดย NRC (1994)

ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ เป็นระยะทำการทดลอง แบ่งเป็ดเทศทดลองออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 12 ตัว โดยที่น้ำหนักเริ่มต้นทดลองของเป็ดแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเริ่มต้นใกล้เคียงกัน วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) โดยจัดให้เป็ดทั้ง 9 กลุ่มได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน ร้อยละ 16 พลังงาน 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เท่ากันทุกสูตร ซึ่งระดับโปรตีนและระดับพลังงานดังกล่าว เป็นระดับที่ให้ผลตอบสนองในด้านการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดของเป็ดเทศจากการทดลองที่ 2 นำมาทำการเสริมกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ต่างกันอย่างละ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10 และ 20 เพิ่มจากระดับที่แนะนำโดย NRC (1994) (ตารางที่ 16) ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสูตรอาหารทุกสูตรเหมือนกันทุกสูตร แต่ในแต่ละสูตรอาหารจะปรับระดับ

ของกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนแตกต่างกันตามตารางที่16 สูตรอาหารที่ปรับระดับความเข้มข้นของกรดแอมิโนมีส่วนประกอบของโปรตีนจากการวิเคราะห์ ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ และปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณในสูตรอาหารเป็ดทดลองในสูตรอาหารทั้ง 9 สูตร ในช่วงอายุ 3 -12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 16 ระดับกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ในสูตรอาหารทดลองแต่ละสูตร

อาหารสูตรที่	ระดับไลซีน เพิ่มจากที่NRCแนะนำ (%)	ระดับเมทไธโอนีน เพิ่มจากที่NRCแนะนำ (%)
1	0	0
2	0	10
3	0	20
4	10	0
5	10	10
6	10	20
7	20	0
8	20	10
9	20	20

หมายเหตุ : ระดับไลซีนที่ NRC(1994) แนะนำร้อยละ 0.65

ระดับเมทไธโอนีนที่ NRC(1994) แนะนำร้อยละ 0.30

ตารางที่ 17 ส่วนประกอบของสูตรอาหารพื้นฐาน โปรตีนจากการวิเคราะห์ ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ ในสูตรอาหารเป็ดทดลองในช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์

ส่วนประกอบของสูตรอาหารพื้นฐาน [1]		ปริมาณโภชนะของสูตรอาหารพื้นฐาน	
รำละเอียด (%)	13.60	โปรตีน (%)	16
รำสกัดน้ำมัน(%)	21.60	พลังงาน(kcal/kg)	3,051
ข้าวโพด (%)	44.765	เยื่อใย (%)	5.97
กากถั่วเหลือง (%)	16.98	ไขมัน (%)	4.36
พรีมิกซ์ (%)[2]	0.90	แคลเซียม (%)	0.60
ไดแคลเซียมฟอสเฟต (%)	1.13	ฟอสฟอรัส (%)[3]	0.30
เกลือ (%)	0.30	โปรตีนจากการวิเคราะห์	15.68
เปลือกหอยป่น (%)	0.65		
รวม(กิโลกรัม)	100		

สูตรอาหารทดลอง	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6	สูตร 7	สูตร 8	สูตร 9
ไลซีน(%)	0	0	0	0.065	0.065	0.065	0.13	0.13	0.13
เมทไธโอนีน(%)	0	0.03	0.06	0	0.03	0.06	0	0.03	0.06
ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ									
เมทไธโอนีน	0.30	0.33	0.36	0.30	0.33	0.36	0.30	0.33	0.36
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.62	0.65	0.68	0.62	0.65	0.68	0.62	0.65	0.68
ไลซีน	0.69	0.69	0.69	0.75	0.75	0.75	0.82	0.82	0.82

หมายเหตุ[1] สูตรอาหารทดลองทุกสูตร (1-9) ใช้สูตรอาหารพื้นฐาน

[2] แร่ธาตุ (กรัมต่อกิโลกรัม) MgO 82.92 ; $MnSO_4 5H_2O$ 17.54 ; ZnO 7.47 ; $FeSO_4$ $7H_2O$ 43.24 ; $CuSO_4 5H_2O$ 3.13 ; KI 0.05 ; Na_2SeO_3 0.03 ; วิตามิน (กรัมต่อกิโลกรัม) Vitamin E50 2.00 ; Vitamin K 0.04 ; Vitamin AD3 1.50 ; Vitamin B12 1.90 ; Vitamin B1 0.18 ; Vitamin B2 0.04 ; Pantothenic acid 1.10; Niacin 5.50 ; Choline Chloride 254.90 ; Biotin 0.02 ; Folic acid 0.05 ; Pyridoxin 0.26

[3] ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

เป็ดทดลองทุกกลุ่มจะได้รับอาหารอย่างเต็มที่ มีน้ำให้กินตลอดเวลาจนสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 12 สัปดาห์ ในขณะทำการทดลอง ทำการเปลี่ยนวัสดุรองพื้นทุก 2 สัปดาห์ เนื่องจากเป็ดอยู่ในบริเวณคอกขังตลอดไม่มีบริเวณที่ปล่อยลาน และถ่ายมูลออกมาเหลวทำให้วัสดุรองพื้นชื้นแฉะ เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 12 สัปดาห์ ทำการคัดเลือกเป็ดเทศตัวที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของน้ำหนักในแต่ละซ้ำๆ ละ 4 ตัว เพื่อนำไปศึกษาคุณภาพซาก โดยใช้วิธีตัดแต่งซากตามวิธีที่แนะนำโดย Moreng and Avens (1985)

การเก็บข้อมูล

-บันทึกน้ำหนักตัวเป็ดเทศก่อนเริ่มทำการทดลอง และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง ในช่วงระยะการทดลองทุกสัปดาห์

-บันทึกปริมาณอาหารที่เป็ดเทศทดลองกินตลอดระยะการทดลอง โดยทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้กิน และน้ำหนักอาหารที่เหลือทุกสัปดาห์

-บันทึกคุณภาพซาก ของเป็ดเทศโดยเก็บข้อมูล น้ำหนักมีชีวิต (น้ำหนักก่อนฆ่าหลังจากอดอาหาร 24 ชั่วโมง) น้ำหนักซากอุ่น (ซากที่ถอนขนแต่ไม่เอาอวัยวะภายในออก) น้ำหนักเนื้อแดงรวม น้ำหนักเนื้อหน้าอก เนื้อตะโพก เนื้อขา เนื้อสันอก และไขมันช่องท้อง เปรียบเทียบน้ำหนัก(ร้อยละ) กับน้ำหนักซากอุ่น และเปรียบเทียบน้ำหนักซาก(กรัม) กับน้ำหนักมีชีวิต

ลักษณะที่ศึกษา

-ปริมาณอาหารที่กิน

-การเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน

-อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

FCR = ปริมาณอาหารที่กิน / น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

-คุณภาพซาก ได้แก่ น้ำหนักเนื้อแดงรวม เนื้อหน้าอก, เนื้อตะโพก, เนื้อขา, เนื้อสันอก, และไขมันช่องท้อง, เปรียบเทียบน้ำหนักซากแยกชิ้นส่วน (ร้อยละ) กับน้ำหนักมีชีวิต และเปรียบเทียบน้ำหนักซากอุ่น ปริมาณเนื้อแดงรวม (ร้อยละ) กับน้ำหนักมีชีวิต

-ศึกษาอันตรกริยาระหว่างระดับกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีน ในสูตรอาหารที่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรม SAS (1985)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ของเป็ดเทศในช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 18,19,20,และ21

ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีนต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

เป็ดเทศที่ได้รับอาหารที่มีกรดแอมิโนไลซีน (ตารางที่20และ21)ในอาหารที่ต่างกัน 3 ระดับคือ เท่ากับระดับที่NRC(1994) แนะนำ ระดับที่สูงขึ้นจากที่แนะนำร้อยละ10 และระดับที่สูงขึ้นจากที่แนะนำร้อยละ20 มีปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) แต่พวกที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนสูงขึ้นจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น และพวกที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนสูงกว่าที่แนะนำร้อยละ20 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ดีกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการเพิ่มระดับกรดแอมิโนไลซีน ในสูตรอาหารมากขึ้น ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีกรดไลซีน ร้อยละ20 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่า (3.66) กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมไลซีนในระดับร้อยละ 0 และ 10 (3.82 และ 3.82) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ระดับกรดแอมิโนไลซีนที่เสริมในระดับร้อยละ20 เป็นระดับที่มีกรดแอมิโนไลซีนอยู่สูงที่สุด ซึ่งกรดแอมิโนที่เสริมเป็นกรดแอมิโนสังเคราะห์สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้100เปอร์เซ็นต์ในขณะที่กรดแอมิโนในวัตถุดิบอาหารสัตว์มีการย่อยและใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่า 100 เปอร์เซ็นต์และอาจทำให้ระดับกรดแอมิโนดังกล่าวอยู่ในระดับที่สมดุลย์ตามความต้องการของเป็ดเทศ เกี่ยวกับเรื่องนี้ Wang(n.d.) อธิบายว่า Ideal Protein (โปรตีนในอุดมคติ) เป็นโปรตีนที่มีส่วนประกอบของกรดแอมิโนที่สามารถย่อยได้ และนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด โดยที่สัดส่วนของกรดแอมิโนแต่ละชนิดที่สัตว์ต้องการแตกต่างกันไปตามพันธุ์ เพศ น้ำหนักตัว และระยะของการเจริญเติบโตของสัตว์ ซึ่งสัดส่วนของกรดแอมิโนจะได้สัดส่วนเหมาะสมหรือไม่พิจารณาได้จากระดับของการเจริญเติบโตของสัตว์ และผลจากการทดลองนี้ อาจเป็นไปได้ว่า ในสูตรอาหารที่มีการเสริมไลซีนสูงที่สุด(20%) กรดแอมิโนที่เป็ดได้รับทุกตัวมีสัดส่วนสมดุลย์กัน ทำให้สามารถสังเคราะห์โปรตีนได้พอกับความต้องการทำให้การใช้โปรตีนที่ได้รับจากอาหาร มีประสิทธิภาพดี

ตารางที่ 18 ผลของกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ในระดับต่างๆ ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย(กรัม) น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (กรัม) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ดเทศเพศผู้ ในช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย(กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน/ตัว/วัน (กรัม)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย(กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย/วัน (กรัม)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว
ระดับไลซีน (ที่สูงกว่าแนะนำ[1])					
NRC	471 ± 40	171.64 ± 9.56	3300 ± 123	44.91 ± 2.31	3.82 ± 0.07 [a]
NRC+10%	460 ± 33	171.54 ± 6.67	3291 ± 119	44.93 ± 2.28	3.82 ± 0.12 [a]
NRC+20%	456 ± 38	170.14 ± 6.59	3386 ± 92	46.49 ± 1.90	3.66 ± 0.12 [b]
ระดับนัยสำคัญ	0.661	0.920	0.203	0.272	0.011
ระดับเมทไธโอนีน (ที่สูงกว่าแนะนำ[1])					
NRC	448 ± 33	172.17 ± 7.14	3304 ± 99	45.32 ± 2.04	3.80 ± 0.14
NRC+10%	470 ± 35	169.56 ± 7.08	3303 ± 128	44.97 ± 2.28	3.77 ± 0.08
NRC+20%	470 ± 40	171.59 ± 8.69	3370 ± 119	46.03 ± 2.45	3.73 ± 0.15
ระดับนัยสำคัญ	0.364	0.799	0.399	0.613	0.441
CV (%)	7.78	5.05	3.55	5.06	3.06
ไลซีนxเมทไธโอนีน	0.255	0.945	0.775	0.656	0.670

หมายเหตุ ตัวอักษรa,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับไลซีนและระดับเมทไธโอนีน

[1] หมายถึง ระดับที่สูงกว่าที่แนะนำไว้ในNRC(1994)

ตารางที่ 19 ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ระดับไลซีน (%)[1]	ระดับเมทไธโอนีน(%)[1]	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย(กรัม)	ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม)	น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย(กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน(กรัม)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว
NRC	0	454.33±38.75	174.41±10.04	3286.33±70.57	44.95±1.63	3.87±0.08
	10	462.66±26.85	170.60±10.78	3312.66±185.5	45.23±3.05	3.77±0.03
	20	498.66±53.00	169.89±11.43	3303.33±143.8	44.51±3.01	3.81±0.07
ระดับนัยสำคัญ		0.424	0.861	0.973	0.946	0.228
เฉลี่ย		**471.88±40.92**	**171.64±9.56**	**3300.77±123.1**	**44.90±2.31**	**3.82±0.07 A**
NRC+10%	0	461.00±44.30	170.38±9.34	3231.00±86.62	43.96±2.07	3.87±0.09
	10	453.00±40.73	170.59±7.20	3264.66±117.5	44.62±2.51	3.82±0.06
	20	467.66±24.98	173.65±5.38	3379.00±134.3	46.21±2.50	3.76±0.20
ระดับนัยสำคัญ		0.893	0.840	0.322	0.529	0.637
เฉลี่ย		**460.55±33.19**	**171.54±6.67**	**3291.55±119.8**	**44.93±2.28**	**3.82±0.12 A**
NRC+20%	0	431.00±15.71	171.72±1.85	3395.33±80.46	47.05±1.50	3.65±0.13
	10	494.66±33.32	167.48±4.75	3332.33±119.6	45.04±2.22	3.72±0.12
	20	445.00±32.60	171.24±11.48	3430.33±76.78	47.38±1.59	3.61±0.12
ระดับนัยสำคัญ		0.173	0.746	0.480	0.299	0.598
เฉลี่ย		**456.88±38.00**	**170.14±6.59**	**3386.00±92.3**	**46.49±1.90**	**3.66±0.12 B**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		**0.661**	**0.920**	**0.203**	**0.272**	**0.011**

หมายเหตุ - ตัวอักษรA,B,C ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับไลซีนของค่าเฉลี่ย แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับไลซีนมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] หมายถึง ระดับที่สูงกว่าที่แนะนำไว้ในNRC(1994)

ตารางที่ 20 ผลของระดับกรดแอมิโนเมทไธโอนีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ระดับเมทไธโอนีน (%)[1]	ระดับไลซีน (%)[1]	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม)	น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย(กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (กรัม)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว
	NRC+0	454.33±38.75	174.41±10.04	3286.33±70.57	44.95±1.63	3.87±0.08[a]
NRC	NRC+10	461.00±44.30	170.38±9.34	3231.00±86.62	43.96±2.07	3.87±0.09[a]
	NRC+20	431.00±15.71	171.72±1.85	3395.33±80.46	47.05±1.50	3.65±0.13[b]
ระดับนัยสำคัญ		0.577	0.825	0.107	0.170	0.068
เฉลี่ย		**448.77±33.37**	**172.17±7.14**	**3304.22±99.91**	**45.32±2.04**	**3.80±0.14**
	NRC+0	462.66±26.85	170.60±10.78	3312.66±185.5	45.23±3.05	3.77±0.03
NRC+10%	NRC+10	453.00±40.73	170.59±7.20	3264.66±117.5	44.62±2.51	3.82±0.06
	NRC+20	494.66±33.32	167.48±4.75	3332.33±119.6	45.04±2.22	3.72±0.12
ระดับนัยสำคัญ		0.357	0.861	0.844	0.958	0.375
เฉลี่ย		**470.11±35.06**	**169.56±7.08**	**3303.22±128.65**	**44.97±2.28**	**3.77±0.08**
	NRC+0	498.66±53.00	169.89±11.43	3303.33±143.8	44.51±3.01	3.81±0.07
NRC+20%	NRC+10	467.66±24.98	173.65±5.38	3379.00±134.3	46.21±2.50	3.76±0.20
	NRC+20	445.00±32.60	171.24±11.48	3430.33±76.78	47.38±1.59	3.61±0.12
ระดับนัยสำคัญ		0.305	0.896	0.483	0.408	0.280
เฉลี่ย		**470.44±40.84**	**171.59±8.69**	**3370.88±119.2**	**46.03±2.45**	**3.73±0.15**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		**0.364**	**0.799**	**0.399**	**0.613**	**0.441**

หมายเหตุ – ตัวอักษรa,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับเมทไธโอนีนเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภายในระดับเมทไธโอนีนเดียวกันมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] หมายถึง ระดับที่สูงกว่าที่แนะนำไว้ในNRC(1994)

ตารางที่ 21 ผลของกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ในระดับต่างๆ ต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ของเป็ดเทศเพศผู้ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ไลซีนที่สูงกว่าแนะนำ(%)[1]	เมทไธโอนีนที่สูงกว่าแนะนำ(%)[1]	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม)	น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย(กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (กรัม)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว
NRC	NRC	454.33±38.7	174.41 ± 10.04	3286.33±70	44.95 ± 1.63	3.87 ± 0.08 [a]
NRC	NRC+10	462.66±26.8	170.60 ± 10.78	3312.66±185	45.23 ± 3.05	3.77 ± 0.03 [a]
NRC	NRC+20	498.66±53.0	169.89 ± 11.43	3303.33±143	44.51 ± 3.01	3.81 ± 0.07 [a]
NRC+10	NRC	461.00±44.3	170.38 ± 9.34	3231.00±86	43.96 ± 2.07	3.87 ± 0.09 [a]
NRC+10	NRC+10	453.00±40.7	170.59 ± 7.20	3264.66±117	44.62 ± 2.51	3.82 ± 0.06 [a]
NRC+10	NRC+20	467.66±24.9	173.65 ± 5.38	3379.00±134	46.21 ± 2.50	3.76 ± 0.20 [a]
NRC+20	NRC	431.00±15.7	171.72 ± 1.85	3395.33±80	47.05 ± 1.50	3.65 ± 0.13 [b]
NRC+20	NRC+10	494.66±33.3	167.48 ± 4.75	3332.33±119	45.04 ± 2.22	3.72 ± 0.12 [a]
NRC+20	NRC+20	445.00±32.6	171.24 ± 11.48	3430.33±76	47.38 ± 1.59	3.61 ± 0.12 [b]
CV(%)		7.78	5.05	3.55	5.06	3.06

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)

[1] หมายถึง ระดับที่สูงกว่าที่แนะนำไว้ในNRC(1994)

และเมื่อพิจารณาในสูตรอาหารที่มีการเสริมไลซีนสูงสุด(20%) พบว่ามีสัดส่วนของกรดแอมิโนชนิดอื่นเมื่อเปรียบเทียบเป็นร้อยละของไลซีน มีสัดส่วนดังนี้คือ ไลซีน100 วาลีน 77 เมทไธโอนีน+ซีสทีน74 อาร์จินีน132 ไอโซลูซีน138 ลิวซีน95 ซึ่งสอดคล้องกับ Baker(1994) ที่รายงานว่าสัดส่วนของกรดแอมิโนสมบูรณ์ที่ทำให้ไก่เนื้อในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์เจริญเติบโตได้ดี มีสัดส่วนของกรดแอมิโน ไลซีน100 วาลีน77 เมทไธโอนีน+ซีสทีน72 อาร์จินีน105 ไอโซลูซีน67 ลิวซีน 109 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดแอมิโนไลซีนตามระดับที่NRC(1994) แนะนำในสูตรอาหารเป็ดมีค่าร้อยละ0.65 ซึ่งBaker(1994) กล่าวว่าระดับของกรดแอมิโนที่NRC(1994) แนะนำนั้นเป็นระดับต่ำไม่เพียงพอที่จะเป็นกรดแอมิโนสมบูรณ์ โดยที่ระดับไลซีนที่เป็นกรดแอมิโนสมบูรณ์ควรมีในอาหารร้อยละ0.90 และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกรดแอมิโนไลซีนในระดับที่สูงที่สุดในการทดลองนี้มีค่าร้อยละ0.83 ในสูตรอาหาร ซึ่งเป็นระดับที่มีผลทำให้กลุ่มที่ได้รับกรดแอมิโนในปริมาณดังกล่าว มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด และมีแนวโน้มว่ามีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับปริมาณกรดแอมิโนในระดับที่ต่ำกว่านี้ด้วย และเมื่อพิจารณาจากปริมาณอาหารที่กินจะเห็นว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกรดแอมิโนไลซีนร้อยละ20 มีปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ ถึงแม้ว่าจะไม่แตกต่างกันทางสถิติก็ตามซึ่งอาจเป็นเพราะว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกรดแอมิโนไลซีนร้อยละ20 ได้รับกรดแอมิโนครบตามความต้องการจึงกินอาหารในปริมาณที่น้อยกว่า ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกรดแอมิโนไลซีนร้อยละ0 และ10 ได้รับกรดแอมิโนไม่ครบตามความต้องการ จึงกินอาหารในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้รับกรดแอมิโนครบตามความต้องการ (Fisher,1994อ้างโดยสุธา2539) และผลการทดลองนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดลองของ Han (1993) ที่ทำการศึกษาผลของระดับความต้องการกรดแอมิโนไลซีน ในไก่เนื้อ ในระยะ 8-22 วัน พบว่า ในไก่เนื้อเพศผู้มีความต้องการกรดแอมิโนไลซีนมากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และสอดคล้องกับที่รายงานไว้โดย Waldroup และคณะ (1993) ซึ่งทำการทดลองในไก่งวง พบว่า การเติมกรดแอมิโนไลซีนในสูตรอาหารที่ระดับร้อยละ 20 ของที่ NRC (1984) แนะนำ มีผลทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น อย่างไรก็ตามจากรายงานของ shen(1990) ได้แนะนำระดับกรดแอมิโนไลซีนในสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงเป็ดปั๊วฉ่าย ในช่วง 3-10 สัปดาห์ว่าควรมีระดับกรดแอมิโนไลซีนในสูตรอาหารร้อยละ 0.90 จึงจะทำให้เป็ดปั๊วฉ่าย เจริญเติบโตดีที่สุดซึ่งระดับกรดแอมิโนไลซีนดังกล่าวอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับของกรดแอมิโนไลซีนที่สูงที่สุดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งมีระดับกรดแอมิโนอยู่เพียงร้อยละ 0.82

ผลของระดับกรดแอมิโนเมทไธโอนีนต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

เป็ดเทศที่ได้รับอาหารที่มีกรดแอมิโนเมทไธโอนีน (ตารางที่19 และ21) ในอาหารที่ต่างกัน 3 ระดับคือ เท่ากับระดับที่NRC(1994) แนะนำ ระดับที่สูงจากที่แนะนำร้อยละ10 และระดับที่สูงจากที่แนะนำร้อยละ20 มีปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) เป็นเพราะในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีน มีปริมาณกรดแอมิโนเมทไธโอนีนในสูตรอาหารเพียงพอต่อความต้องการของเป็ดเทศอยู่แล้ว จึงไม่มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว แตกต่างกัน ซึ่งBaker(1994) อธิบายว่า กรดแอมิโนเมทไธโอนีนจะใช้ประโยชน์ได้ดีที่สุดเมื่อสัดส่วนของกรดแอมิโน เมทไธโอนีน:ซีสทีน ในสูตรอาหารในอุดมคติควรมีสัดส่วนเป็น 1:1 ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวใกล้เคียงกันกับในการทดลองนี้โดยพบว่าในสูตรที่ไม่เสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีน, สูตรที่เสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีนร้อยละ10และสูตรที่เสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีนร้อยละ20มีค่าเท่ากับ 1:1, 1:0.96, และ1:0.88 ตามลำดับ และ Baker(1994) แนะนำว่าปริมาณเมทไธโอนีน+ซีสทีน ควรมีในสูตรอาหารในระดับร้อยละ0.65 ซึ่งใกล้เคียงกับในการทดลองนี้คือ ในสูตรที่ไม่เสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีน, สูตรที่เสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีนร้อยละ10 และสูตรที่เสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีนร้อยละ20มีค่าเท่ากับ 0.62, 0.65และ0.68 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มว่าในสูตรอาหารที่มีระดับเมทไธโอนีนเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น ซึ่งผลจากการทดลองนี้ให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับการทดลองของ Fisher(1994) ซึ่งทำการทดลองเสริมเมทไธโอนีนในอาหารไก่เนื้อเพศผู้ มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น และHickling(1990) รายงานว่าอาหารไก่กระทงเพศผู้ระยะ0-6 สัปดาห์เมื่อเสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีนที่ระดับ 112 เปอร์เซ็นต์จากที่NRC(1984) แนะนำมีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้นเช่นกัน.

ผลของอันตรกริยา ของกรดแอมิโนไลซีนXเมทไธโอนีน ต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

เมื่อทำการวิเคราะห์อันตรกริยา ระหว่างกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีน ต่อลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาไม่พบอันตรกริยาระหว่างกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนต่อลักษณะที่ศึกษา ทั้งในด้านน้ำหนักตัวเพิ่มต่อวัน ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวแต่อย่างใด ($p>0.05$)

ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนต่อคุณภาพซากของเป็ดเทศ

ผลของระดับไลซีนต่อคุณภาพซากของเป็ดเทศ

เป็ดเทศทดลอง ที่ได้รับอาหารที่ มีกรดแอมิโนไลซีนในอาหารแตกต่างกัน 3 ระดับคือ เท่ากับระดับที่NRC(1994) แนะนำ ระดับที่สูงขึ้นจากที่แนะนำร้อยละ10และระดับที่สูงขึ้นจากที่แนะนำร้อยละ20 (ตารางที่ 22) ไม่มีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิต เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต (น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักเนื้อแดงรวม น้ำหนักเนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง น้ำหนักเนื้อแดงหน้าอก น้ำหนักเนื้อสันอก น้ำหนักเนื้อแดงตะโพก น้ำหนักเนื้อแดงขา น้ำหนักแผ่นไขมันช่องท้อง) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ระดับกรดแอมีโนไลซีนที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อลักษณะซากในทุกลักษณะที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม Adam และคณะ(1983) รายงานว่าเป็ดปักกิ่งเพศเมีย เมื่อได้รับอาหารที่เสริมให้มีกรดแอมิโนไลซีน 0.7, 0.75, 0.8, 0.85,และ0.9 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร มีผลทำให้กลุ่มที่ได้รับกรดแอมิโนไลซีนร้อยละ0.9 มีเนื้อหน้าอกและเนื้อขาสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ($P<0.05$) ถึงแม้ว่าน้ำหนักมีชีวิตไม่แตกต่างกันก็ตาม ซึ่งเป็นไปได้ว่าอายุของเป็ดทดลองที่ใช้ศึกษาซากมีอายุแตกต่างกันกับการทดลองนี้โดย Adam และคณะ(1983) ใช้เป็ดปักกิ่งที่อายุ 48 วัน ส่วนในการทดลองนี้ใช้เป็ดเทศที่อายุ 84วัน และอัตราการเจริญเติบโตของเป็ดทั้งสองพันธุ์ก็แตกต่างกันโดยเป็ดเทศมีการเจริญเติบโตช้ากว่าเมื่ออายุเท่ากัน จึงอาจจะใช้กรดแอมิโนไลซีนเพื่อสร้างเนื้อแดงหน้าอกในปริมาณที่น้อยกว่า จึงทำให้ไม่พบความแตกต่างของซากและส่วนประกอบซาก เมื่อมีการเพิ่มระดับไลซีนในสูตรอาหารของเป็ดเทศ

ผลของระดับเมทไธโอนีนต่อคุณภาพซาก

เป็ดเทศทดลอง ที่ได้รับอาหารที่ มีกรดแอมิโนเมทไธโอนีนในอาหารแตกต่างกัน 3 ระดับคือ เท่ากับระดับที่NRC(1994) แนะนำ ระดับที่เสริมให้สูงขึ้นจากที่แนะนำร้อยละ10 และระดับที่เสริมให้สูงขึ้นจากที่แนะนำร้อยละ20 (ตารางที่ 22) ไม่มีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากส่วนต่างๆ และซากส่วนต่างๆเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต (น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักเนื้อแดงรวม น้ำหนักเนื้อแดงหน้าอก น้ำหนักเนื้อสันอก น้ำหนักเนื้อแดงตะโพก น้ำหนักเนื้อแดงขา น้ำหนักไขมันหน้าท้อง) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) แต่มีผลทำให้น้ำหนักเนื้อแดงหน้าอกรวมหนังและเนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง(เปอร์เซ็นต์น้ำหนักมีชีวิต) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่ได้รับการเสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีนที่สูงกว่าแนะนำโดยNRC ร้อยละ20 มีค่าสูงที่สุด 443.9 กรัมและ 13.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ผลจากการทดลองนี้ให้ผลเป็นไปในทิศทางกับการทดลองของFisher(1994) ที่ทำการทดลองเพิ่มกรดแอมิโนเมทไธโอนีนในไก่กระทงมีผลทำให้เนื้อหน้าอกสูงขึ้นและKhan(1994) ทำการทดลองเสริมระดับกรดแอมิโนเมทไธโอนีนในสูตรอาหารไก่กระทงเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ขาดพบว่ามีผลทำให้ กลุ่มที่เสริมระดับกรดแอมิโนเมทไธโอนีนมีเนื้อหน้าอกสูงขึ้นและไขมันในซากลดลง

ตารางที่ 22 ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีนต่อคุณภาพซากของเป็ดเทศทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ที่อายุ 12 สัปดาห์

ปัจจัย	น้ำหนักมีชีวิต(กรัม)	ซากอุ่น		เนื้อแดงรวม[1]			เนื้อแดงหน้าอกรวมหนัง		เนื้อแดงหน้าอก		เนื้อสันอก		เนื้อแดงตะโพก		เนื้อแดงขา		ไขมันช่องท้อง	
		กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	%ซากอุ่น	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต	กรัม	%น้ำหนักมีชีวิต
ระดับไลซีน(%ที่สูงกว่าแนะนำ)[2]																		
0	3179.1±101	2764.8±118	86.9±1.5	688.9±32	21.6±0.7	27.5±1.2	426.2±26	13.4±0.6	336.9±23	10.6±0.6	61.7±2.9	1.9±0.05	197.3±10.9	6.2±0.17	154.6±10.6	4.86±0.30	38.0±6.16	1.19±0.19
10	3165.0±72	2757.7±91	86.4±2.0	700.5±27	22.1±0.5	27.6±0.5	425.1±22	13.4±0.5	343.3±22	10.8±0.5	62.7±4.1	1.9±0.10	203.3±7.8	6.4±0.19	153.8±9.2	4.86±0.28	38.8±7.03	1.22±0.22
20	3253.6±111	2847.3±124	87.4±1.5	722.6±41	22.1±0.6	27.6±0.5	443.0±23	13.6±0.4	355.6±20	10.9±0.3	64.3±3.7	1.9±0.08	207.9±18.0	6.3±0.44	159.0±13.5	4.88±0.30	37.6±5.64	1.15±0.17
นัยสำคัญ	0.1665	0.239	0.490	0.159	0.201	0.947	0.178	0.587	0.193	0.452	0.387	0.622	0.300	0.253	0.590	0.985	0.918	0.765
ระดับเมทไธโอนีน(%ที่สูงกว่าแนะนำ)[2]																		
0	3166.9±94	2768.7±109	87.4±1.4	695.3±37	21.9±0.6	27.3±0.5	414.1±22^{b}	13.0±0.4^{b}	333.0±24	10.5±0.5	62.1±4.1	1.9±0.11	204.4±15.6	6.4±0.35	157.8±8.9	4.98±0.28	39.0±4.96	1.23±0.16
10	3196.9±100	2778.0±127	86.8±1.5	704.1±43	22.0±0.7	27.9±1.0	436.2±25^{a}	13.6±0.4^{ab}	351.9±23	11.0±0.5	62.4±3.7	1.9±0.08	202.0±13.5	6.3±0.26	150.1±10.4	4.69±0.20	39.8±6.84	1.24±0.21
20	3233.8±107	2823.1±115	86.6±2.0	712.6±25	22.0±0.5	27.5±0.6	443.9±17^{a}	13.7±0.4^{a}	351.0±17	10.8±0.5	64.2±2.9	1.9±0.05	202.1±11.7	6.2±0.27	159.5±12.5	4.92±0.30	35.6±6.12	1.10±0.17
นัยสำคัญ	0.392	0.598	0.647	0.603	0.950	0.319	0.025	0.015	0.130	0.179	0.442	0.703	0.915	0.339	0.206	0.103	0.376	0.270
CV (%)	3.16	4.29	2.09	5.10	2.95	3.14	5.06	3.44	6.13	5.16	6.07	0.140	6.93	4.58	7.30	5.95	6.58	17.14
ไลซีนxเมทไธโอนีน0.784		0.728	0.702	0.614	0.526	0.816	0.645	0.711	0.406	0.538	0.733	0.864	0.694	0.321	0.702	0.661	0.749	0.759

หมายเหตุ - ตัวอักษรa,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน ของค่าเฉลี่ยแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของซากส่วนตางๆในแต่ละระดับไลซีนและระดับเมทไธโอนีนมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] เนื้อแดงรวม = เนื้อแดงหน้าอก+เนื้อแดงตะโพก+เนื้อแดงขา+เนื้อสันอก

[2] หมายถึง ระดับที่สูงกว่าที่แนะนำไว้ในNRC(1994)

ผลของอันตรกริยา ของกรดแอมิโนไลซีนXเมทไธโอนีนต่อคุณภาพซาก

เมื่อทำการวิเคราะห์อันตรกริยาระหว่างกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนต่อลักษณะซากส่วนต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาไม่พบ อันตรกริยาระหว่างกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนต่อลักษณะที่ศึกษา ทั้งในด้านน้ำหนักซากและเปอร์เซ็นต์ซากต่อน้ำหนักมีชีวิต ($p>0.05$)

ผลของระดับกรดแอมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนต่อต้นทุนการผลิตของเป็ดเทศ

ต้นทุนการผลิต (ตารางที่ 23) จะเห็นว่าเมื่อคิดราคาอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (น้ำหนักมีชีวิต) พบว่า อาหารสูตรที่ 7 (ระดับไลซีน ที่สูงกว่าแนะนำร้อยละ 20 และระดับเมทไธโอนีน ที่สูงกว่าแนะนำร้อยละ 0) มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด คือ 17.99 บาทต่อกิโลกรัม และอาหารสูตรที่ 5 (ระดับไลซีน ที่สูงกว่าแนะนำร้อยละ 10 และระดับเมทไธโอนีน ที่สูงกว่าแนะนำร้อยละ 10) มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด คือ 18.76 บาทต่อกิโลกรัม)

ในแง่ของการผลิต เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนในการผลิต โดยคิดต้นทุนการผลิตจากค่าอาหารสัตว์เพียงอย่างเดียว จะเห็นว่าค่าอาหารผสมต่อกิโลกรัม จะสูงขึ้นตามปริมาณการเสริมกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน แต่ก็ให้ผลตอบแทนในการผลิตดีกว่าอาหารที่ไม่เสริม และเมื่อคิดราคาอาหารต่อการผลิตเป็ดเทศ 1 กิโลกรัม (น้ำหนักมีชีวิต) พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกรดแอมิโนไลซีน ที่สูงกว่าแนะนำร้อยละ 10 และกรดแอมิโนเมทไธโอนีน ที่สูงกว่าแนะนำร้อยละ 10 มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด คือ 18.76 บาท และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกรดแอมิโนไลซีน ที่สูงกว่าแนะนำร้อยละ 20 และไม่มีการเสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีน มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด คือ 17.99 บาท เพราะฉะนั้น จะเห็นได้ว่า สูตรอาหารที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจดีที่สุด คือ อาหารที่มีการเสริมกรดแอมิโนไลซีน ที่สูงกว่าแนะนำร้อยละ 20 และไม่มีการเสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีน เนื่องจากมีราคาอาหารต่อการผลิตเป็ดเทศ 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด

ตารางที่ 23 ต้นทุนการผลิตเป็ดเทศจากการใช้อาหารที่มีระดับไลซีน และเมทไธโอนีน ในระดับต่าง ๆ ต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของเป็ดเทศเพศผู้ ในช่วงอายุ 3 - 12 สัปดาห์

ระดับไลซีน ที่สูงกว่าแนะนำ (%)[1]	เมทไธโอนีนที่สูงกว่าแนะนำ (%)[1]	ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม/ตัว)	ราคาอาหารต่อกิโลกรัม. (บาท)	ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม
0	0	10.44	4.82	18.72
0	10	10.96	4.86	18.36
0	20	10.50	4.90	18.70
10	0	10.97	4.87	18.54
10	10	10.55	4.91	18.76
10	20	10.84	4.96	18.66
20	0	11.01	5.02	17.99
20	10	10.90	4.97	18.48
20	20	10.81	5.01	18.11

หมายเหตุ [1] หมายถึง ระดับที่สูงกว่าที่แนะนำไว้ในNRC(1994)

บทที่ 3

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองสรุปได้ว่า:-

การทดลองที่ 1: การประเมินคุณค่าทางโภชนาการและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด โดยการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง

1.การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของข้าวโพดมีค่าสูงที่สุด คือ ร้อยละ 89.31 รองลงมา คือ กากถั่วเหลือง ร้อยละ 63.73 รำละเอียด ร้อยละ 60.54 และปลาป่น ร้อยละ 59.76

2.การย่อยได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ(เฉลี่ย)ของ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และรำละเอียด มีค่าร้อยละ 92.65, 92.10, 81.62 และ 76.89 ตามลำดับ

3.การย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง (เฉลี่ย)ของ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และรำละเอียด มีค่าร้อยละ 94.95, 94.30, 94.25 และ 84.19 ตามลำดับ

4.การประเมินค่าพลังงานโดยการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรงค่าพลังงานในรูปของ TME และTMEn ให้ค่าพลังงานที่ถูกต้องกว่าพลังงานในรูปอื่นๆ เพราะค่าพลังงานที่24และ48ชั่วโมงมีค่าไม่แตกต่างกัน และสามารถเก็บมูลที่24ชั่วโมงก็พอโดยเฉพาะใน กากถั่วเหลือง ปลาป่น และข้าวโพด ส่วนในรำละเอียดควรทำการเก็บมูลที่ 48 ชั่วโมง

5.พลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณของปลาป่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และรำละเอียด และมีค่าเท่ากับ 3,103, 3,165, 3,782 และ3,025 และ กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

6.พลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงของ กากถั่วเหลือง ปลาป่น ข้าวโพด และรำละเอียด มีค่าเท่ากับ 3,396, 3,352, 4,031 และ 3,224 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 : ผลของระดับพลังงานและระดับโปรตีน ที่เหมาะสมในสูตรอาหาร ต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว และส่วนประกอบซากของเป็ดเทศ

1.การเพิ่มระดับพลังงานในอาหารเป็ดทดลองจาก 2,750, 2,900, และ3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ไม่มีผลต่อปริมาณพลังงานที่เป็ดกินต่อวัน แต่มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินและโปรตีนที่กินได้ลดลง การเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของเป็ดสูงขึ้น ส่วนประกอบซากเมื่อเพิ่มระดับพลังงานในอาหารมีผลทำให้ น้ำหนักมีชีวิตเพิ่มขึ้น น้ำหนักเนื้อแดงหน้าอก ลดลง แต่เนื้อแดงรวมไม่แตกต่างกัน

2.การเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารเป็ดทดลองจากร้อยละ16 เป็น 18 และ20 ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่เป็ดกิน พลังงานที่เป็ดกินต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ด แต่มีผลทำให้ ปริมาณโปรตีนที่เป็ดกินต่อวันสูงขึ้น การเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวันลดลงและประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของเป็ดลดลง ส่วนประกอบซากเมื่อเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารมีผลทำให้ น้ำหนักมีชีวิต หนักซากอุ่น น้ำหนักเนื้อแดงรวม น้ำหนักเนื้อแดงขา และน้ำหนักเนื้อแดงตะโพกของเป็ดลดลง

3.ต้นทุนการผลิต เป็ดเทศกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 16 พลังงาน 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด

การทดลองที่ 3 : ผลของการเสริมกรดแอมิโนไลซีน และเมทไธโอนีนที่สูงกว่าความต้องการ ต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว และส่วนประกอบซากของเป็ดเทศ

1 การเพิ่มระดับกรดแอมิโนไลซีนในอาหารเป็ดทดลอง ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่เป็ดกินและการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวันของเป็ด แต่มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ดดีขึ้น สำหรับส่วนประกอบซากในทุกลักษณะไม่มีความแตกต่างกัน

2.การเพิ่มระดับกรดแอมิโนเมทไธโอนีนในอาหารเป็ดทดลอง ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่เป็ดกิน การเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว สำหรับส่วนประกอบซากของเป็ดพบว่าน้ำหนักเนื้อแดงหน้าอกรวมหนังเพิ่มขึ้น

3.ต้นทุนการผลิต เป็ดเทศกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารที่มีการเสริมกรดแอมิโนไลซีนร้อยละ 20 เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการเสริมกรดแอมิโนเมทไธโอนีน มีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมต่ำสุด

ข้อเสนอแนะ

1. ในการประกอบสูตรอาหารเป็ดเทศควรนำค่า ME : CP ratio มาพิจารณาประกอบด้วย

2.เนื่องจากระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ทำการศึกษามี 3 ระดับ คือ 2,750, 2,900 และ 3,050 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งผลของระดับพลังงาน พบว่า ที่ระดับ3,050 ให้ผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวดีที่สุด ซึ่งในการทดลองต่อไป น่าจะทำการศึกษาในระดับพลังงานที่สูงกว่านี้ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าถ้าระดับพลังงานสูงกว่านี้ เป็ดเทศก็อาจมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงขึ้นอีกได้

3.เนื่องจากระดับโปรตีนที่ทำการศึกษามี 3 ระดับ คือ ร้อยละ 16, 18 และ 20 ซึ่งผลของระดับโปรตีน พบว่า ที่ระดับร้อยละ16 ให้ผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวดีที่สุด ซึ่งในการทดลองต่อไปน่าจะทำการศึกษาในระดับโปรตีนที่ต่ำกว่าร้อยละ 16 เพื่อใช้ประกอบในการทำสูตรอาหาร สำหรับเป็ดเทศในช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์

บรรณานุกรม

โฉม บุญจันทร์. 2530. การศึกษาเปรียบเทียบการให้ผลผลิตของเป็ดพันธุ์เนื้อในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2532. โภชนศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประทีป ราชแพทยาคม. 2522. "อาหารผสมและการให้อาหารไก่", ในการเลี้ยงไก่ฉบับปรับปรุงแก้ไข, หน้า 136-184. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภากร ธาราฉาย. 2535. "การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดสำหรับเป็ดเนื้อ (Studies on Nutritive Value and Amino Acids Availabilities of Some Feedstuffs for Meat Type-Ducks)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (สำเนา).

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

วิทยา สุมามาลย์, ฉายแสง ไผ่แก้ว และวัชรินทร์ บุญภักดี. 2538. ผลของระดับโปรตีนในอาหารสำหรับเป็ดเทศในช่วงอายุต่างๆ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2538. วารสารสัตวบาล 5 : 59-66.

สุธา วัฒนสิทธิ์. 2533. "การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดในเป็ด (A Study of Nutritive Value of Some Local Feedstuffs in Duck",วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (สำเนา)

สุธา วัฒนสิทธิ์. 2539. ผลของการเสริมเมทไธโอนีนในสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสำหรับไก่กระทง ว.สงขลานครินทร์ 18: 178-186.

สุวิทย์ ธีรพันธุวัฒน์. 2532. การย่อยได้ของโปรตีน กรดแอมิโน และพลังงานในสัตว์ปีกของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดที่ผลิตในเอเชีย. สุกรสาส์น 16 : 5-15.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2537. สถานการณ์ปศุสัตว์ ปี 2537 และแนวโน้ม ปี 2538. กรุงเทพฯ.

เสาวนิต คูประเสริฐ. 2538. โภชนศาสตร์สัตว์. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยเขตหาดใหญ่.

อุทัย คันโธ. 2529. อาหาร และการผลิตอาหารเลี้ยงสุกร และสัตว์ปีก. นครปฐม : ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

Adam, R.L., P.Y. Hester and W.J. Stadelman. 1983. Effect of dietary lysine levels on performance and meat yield of white pekin ducks. Poult. Sci. 62 : 616-620.

Baker,D.H.,and Y. Han. 1994. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. Poult. Sci. 73 : 1441-1447.

Carpenter, K. L., and K. M. Clegg. 1956. The metabolizable energy of poultry feedingstuffs in relation to their chemical composition. Journal food Science Agricultural. (7) : 45-51.

Dean, W.F. 1972. Recent findings in duck nutrition. Proceeding Cornell Nutrition Conference. pp. 77-85.

Dean, W.F., M.L. Scott and R.J. Young. 1965. Protein requirement of duckling at different stages of growth. Poult. Sci. 44 : 1363.

Farrell, D.J. 1990. Nutrition and carcass quality in ducks. Armidale : Department of Biochemistry, Microbiology and Nutrition, University of New England

Fisher,C. 1994. Use of amino acids to improve carcass quality of broilers . Feed Mix. Vol 2. No4:17-20.

Han, Y. and D.H. Baker. 1993. Effects of sex, heat stress, body weight, and genetic strain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. Poult. Sci. 77 : 701-708.

Hickling, D., W. Guenter and M.E. Jackson. 1990. The effects of dietary methionine and lysine on broiler chicken performance and breast meat yield. Can. J. Anim. Sci. 70 : 673-678.

King, D., D. Ragland and O. Adeola. 1997. Apparent and true metabolizable energy values of feedstuffs for ducks. Poult. Sci. 76 : 1418-1423.

Leeson, S., J.D. Summers and J. Proulx. 1982. Production and carcass characteristics of the duck. Poult. Sci. 61 : 2456-2464.

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

Lloyd, L.E., B.E. McDonald and E.N. Crampton. 1978. Foundamentals of Nutrition. 2nd ed. San Francisco : W.H. Freeman and Company.

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

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

NRC. 1984. Nutrient Requirements of Poultry. Washington, DC : National Academy Press.

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. Washington, DC : National Academy Press.

Ostroski-Meisser, H.T. 1982. Duck Nutrition. In A Course Manual in Nutrition and Growth. (eds Davies H. L.) pp.165-175 Melbourne : Hedges & Bell Pty Ltd.

Pingel, H. 1988. Combining the qualities of muscovy and pekin ducks. Poultry Misset Dec.'88/Jan.89 : 11-13.

Raharjo, Y. and D.J. Farrell. 1984. A new biological method for determining amino acid digestibility in poultry feedstuffs using a simple canula and the influence of dietary fibre on endogenous amino acid out put. Anim. Feed. Sci. and Techn. 12 : 29-45.

SAS Institute, 1985. SAS^{R} Introductory Guide. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Scott, M.L., M.C. Nesheim and R.J. Young. 1976. Nutrition of the Chicken. 2nd ed. New York : M.L. Scott & Associates.

Shen, T.F. 1977. Studies on duck nutrition I : protien and energy requirement of mule ducklings. Journal of the Chinese Society of Animal Science 6 : 21-29.

Shen, T.F. 1985. Nutrient requirements of egg-laying ducks. In Duck Production Science and World Practice. (eds Farrel, D.J. and P. Stapleton) pp.16-30 Armidale : University of New England.

_____.1990. Nutrient requirement of mule duck. Taipei : Department of Animal Husbandry National, Taiwan University.

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

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.

Siregar, A.P., R.B. Cuming and D.J. Farrell. 1982a. The nutrition of meat-type ducks I :The effects of dietary protein in isoenergetic diets on biological performace. Aust. J. Agric. Res. 33 : 857-764.

_____1982b. The nutrition of meat-type ducks. II : The effects of dietary protein in isoenergetic diets on biological performace. Aust. J. Agric. Res. 33 : 865-875.

Waldroup, P.W., M.H. Adams and A.L. Waldroup. 1993. Effects of amino acid restriction during starter and grower periods on subsequent performance and incidence of leg disorders in male Large White Turkeys. Poult. Sci. 72 : 816-828.

Wang, T.C. and M.F.Fuller, (n.d.). The ideal dietary protein for growing pigs.Ajinomoto.Tokyo.Japan.25 pp.

Winson, B. 1975. The performance of male duckling given stater diets with different concentrations of energy and protein. Brit. Poult. Sci. 16 : 617-625.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

การสร้างกรงทดลองในการเก็บมูลและการเก็บมูลเป็ดเทศ

กรงทดลองในการเก็บสิ่งขับถ่ายโดยวิธีใช้ถุงเก็บชนิดผูกติดกับช่องทวารหนัก (harness) ซึ่งใช้ทดลองในไก่ตามแบบที่แนะนำโดย Sibbald(1982) นั้นนำมาใช้ในการเก็บมูลเป็ดเทศไม่ได้ เพราะว่าเป็ดเทศมีความแข็งแรง นิสัยดุ จะดิ้นและปีนป่ายกรงเมื่อถูกกักขังในคอกที่สามารถกลับตัวได้ ลักษณะทางสรีระของเป็ดเทศ ซึ่งมีช่องทวารหนักตั้งอยู่ในแนวระนาบเดียวกับลำตัว และเตี้ย มีผลทำให้ระยะห่างระหว่างส่วนหน้าท้องของเป็ดกับพื้นกรงมีช่วงสั้น ซึ่งทำให้เมื่อผูกติดถุงเก็บสิ่งขับถ่ายติดกับลำตัวเป็ดแล้ว ส่วนปลายของถุงจะติดกับพื้นกรง เมื่อเป็ดเทศดิ้นหรือเคลื่อนตัว ทำให้ถุงเก็บสิ่งขับถ่ายฉีกขาดรั่วและหลุดออกจากลำตัวได้ง่าย ทำให้เกิดความผิดพลาดในการในการเก็บสิ่งขับถ่ายได้

ดังนั้นกรงสำหรับใช้ในการเก็บมูลของเป็ดเทศ ต้องสร้างขึ้นมาเฉพาะ เพื่อไม่ให้เป็ดกลับตัวในกรงได้ โดยให้เป็ดอยู่ในท่ายืนหรือนอนหมอบเท่านั้น ซึ่งมีวิธีการทำกรงทดลอง และวิธีการเก็บมูลเป็ดทดลอง ดังนี้คือ

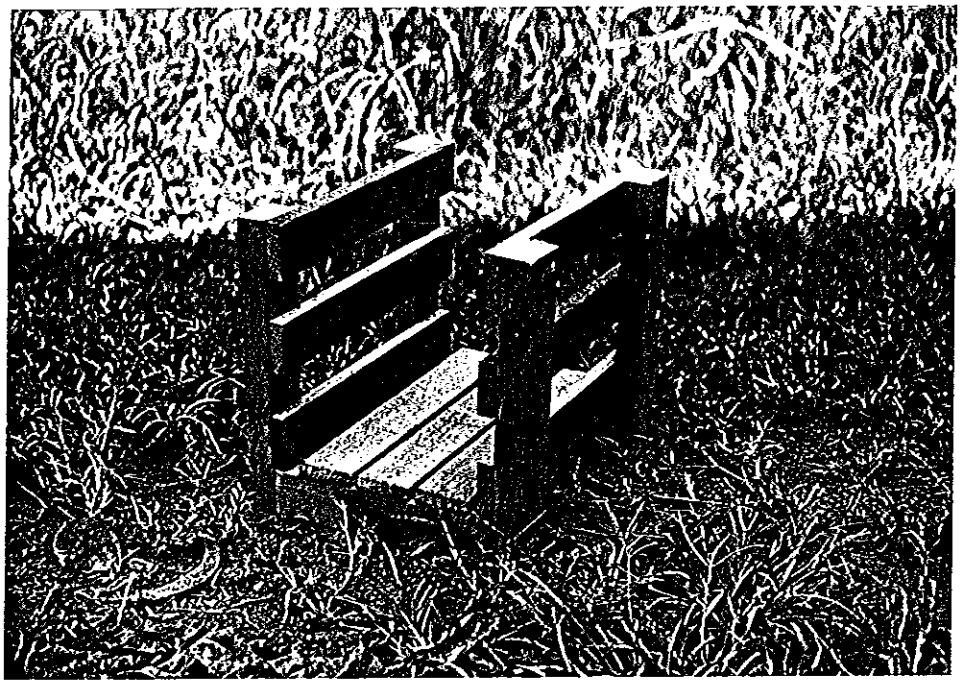
1. ทำการวัดขนาดของเป็ดที่ใช้ทดลองก่อนที่จะสร้างกรง โดยวัดส่วนสูง (จากฝ่าเท้าถึงไหล่) ความกว้างของลำตัว(ระหว่างช่วงปีกทั้งซ้ายและขวา) และความยาวของลำตัว(กระเพาะพักถึงปลายขนหาง)

2. สร้างกรงเก็บมูลขนาดความกว้าง 22 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร และความสูง 24 เซนติเมตร โดยใช้ไม้ระแนงที่มีความหนา 1.5 นิ้ว กว้าง 1.5 นิ้ว ตีเว้นระยะให้ห่างกัน 1 นิ้ว ทั้งด้านบน ด้านข้างและด้านล่าง ส่วนด้านหน้าของกรง ตีไม้ระแนงเพียง 2 ชิ้น โดยเว้นส่วนบนเอาไว้ให้เป็นช่องกว้าง 3-4 นิ้ว เพื่อให้เป็ดยื่นส่วนหัวออกกินน้ำในรางน้ำด้านหน้าได้ ส่วนด้านหลังกรงใช้เส้นลวดกั้นไว้ 3 ชั้น เพื่อกันไม่ให้เป็ดถอยหลังและให้สิ่งขับถ่ายตกลงไปในถาดเก็บทั้งหมด

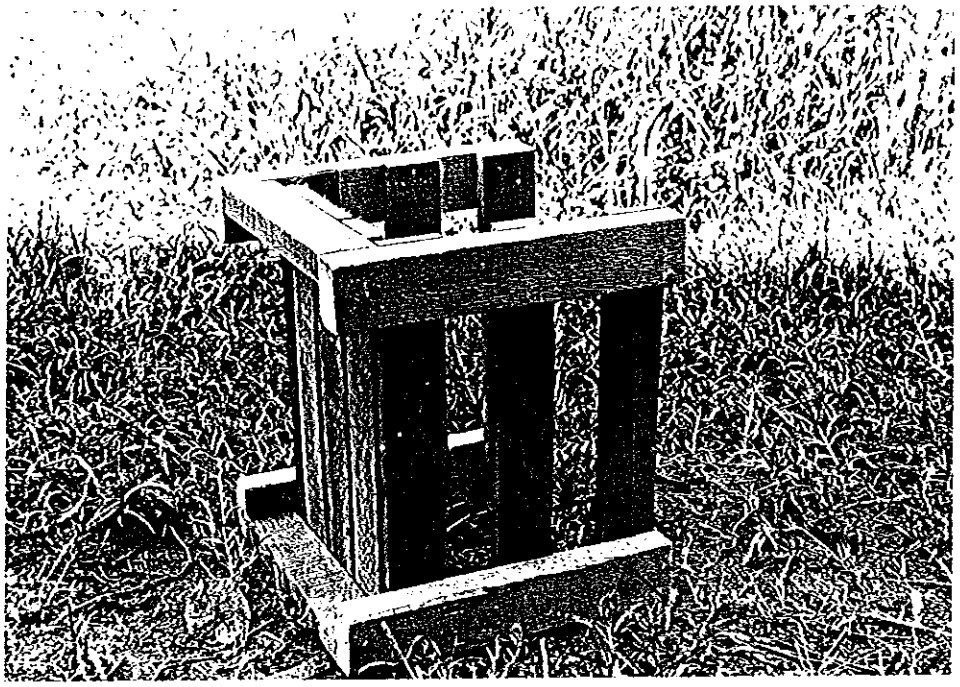
3. นำกรงไปติดตั้งบนโครงไม้ระแนง 2 ชั้น โดยตั้งกรงไว้บนชั้นบนของโครงไม้ระแนง ส่วนโครงไม้ระแนงชั้นล่างไว้สำหรับวางถาดเก็บมูล

4. วางถาดเก็บมูลให้ส่วนหัวของถาดตั้งตรงกับส่วนท้องของเป็ด ส่วนท้ายของถาดเก็บมูลให้ยื่นออกมาด้านนอกเลยระยะช่องทวารหนักของเป็ดออกมา ถาดเก็บมูลต้องหุ้มพลาสติกเพื่อรองรับมูล และทำการหุ้มพลาสติกคลุมทับปิดส่วนบนด้านหลังของกรงขังเป็ดตลอดลงไป ถึงถาดรองรับมูล เพื่อป้องกันไม่ฝุ่นผงหรือเศษขยะตกลงไปในถาดเก็บมูล (ลักษณะของกรงแสดงดังภาพที่ 1 - 4)

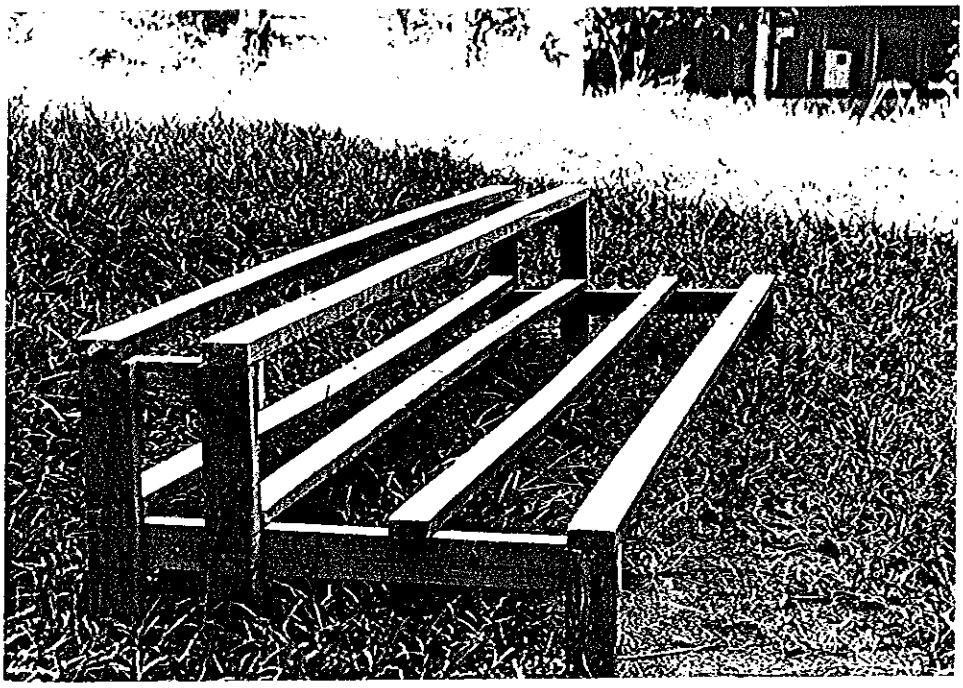
5. ทำการตัดเล็บเท้าเพื่อป้องกันไม่ให้เป็ดปีนป่ายกรงด้านหน้าและตัดขนบริเวณรอบๆ ทวารหนัก โดยตัดให้เสมอกับผิวหนังเพื่อไม่ให้สิ่งขับถ่ายเปรอะเปื้อนที่ขน ซึ่ง อาจทำให้ปริมาณสิ่งขับถ่ายคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้ และเป็นการป้องกันไม่ให้ขนบริเวณดังกล่าวหลุดร่วงลงไปในถาดเก็บมูล ซึ่งจะมีผลต่อค่าพลังงานที่ทำการวิเคราะห์ผิดพลาดได้



ภาพที่1 กรงสำหรับขังเป็ดเทศ ก่อนที่จะประกอบบนโครงไม้ระแนง 2 ชั้น (ด้านหน้า)



ภาพที่ 2 กรงสำหรับขังเป็ดเทศ ก่อนที่จะประกอบบนโครงไม้ระแนง 2 ชั้น (ด้านข้าง)



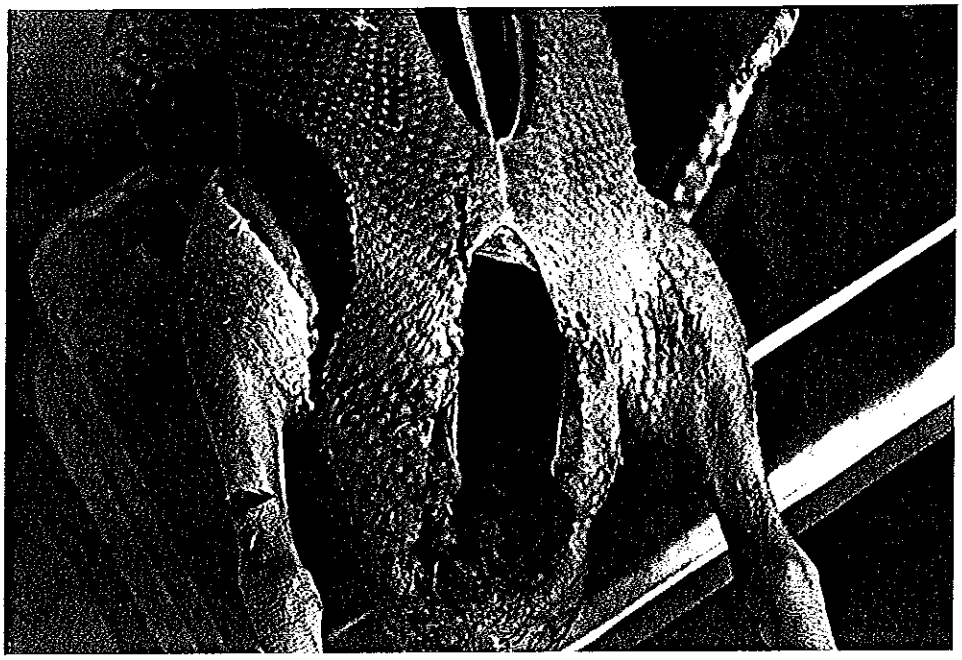
ภาพที่ 3 โครงไม้ระแนง 2 ชั้น สำหรับตั้งกรงขังเป็ด และตั้งถาดเก็บสิ่งขับถ่าย

ภาพที่ 4 กรงขังเป็ดเมื่อประกอบบนโครงไม้ระแนงเพื่อใช้เก็บสิ่งขับถ่าย

วิธีการตัดแต่งซาก ตามวิธีที่แนะนำโดย Moreng และ Avens (1985)

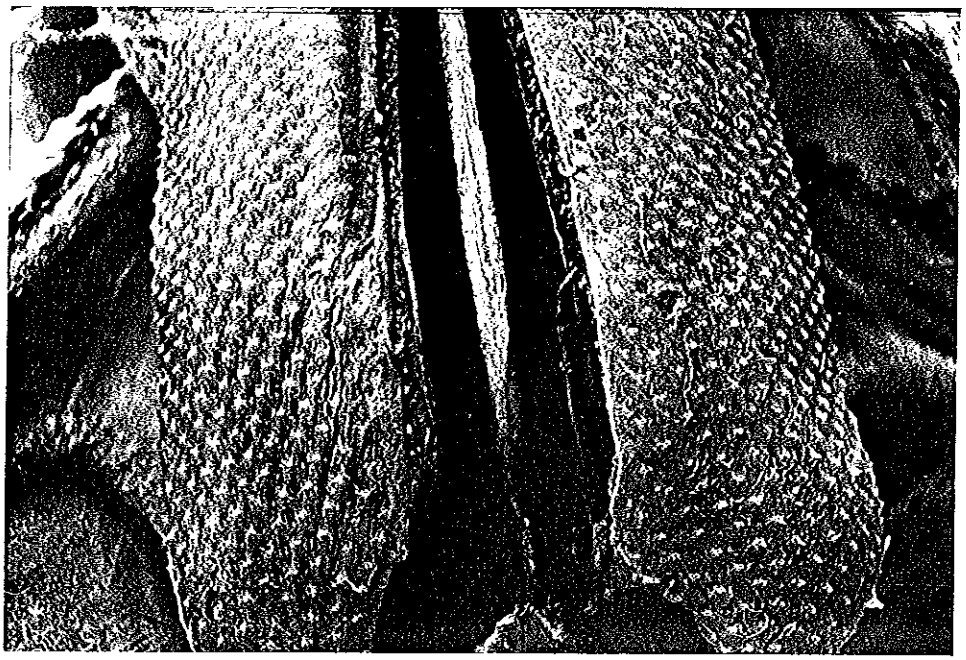
ขั้นตอนการตัดแต่งซากในไก่ เป็ด ไก่งวง และห่าน มีขั้นตอนการตัดแต่ง ดังนี้ (ภาพที่ 5-9)

1. ซากที่ได้หลังจากถอนขนเป็ดออกหมดแล้ว นำมาผ่าเอาระบบทางเดินอาหาร และกระเพาะพักออกจากซาก
2. ตัดคอตรงกระดูกคอข้อสุดท้ายที่เชื่อมติดกับลำตัว
3. ตัดปีก ตรงบริเวณรอยต่อของข้อปีกที่ติดกับลำตัว
4. ตัดเท้าทั้ง 2 ข้าง ออก
5. การตัดแยกชิ้นส่วนระหว่างขากับตะโพก โดยใช้มีดผ่าหนังบริเวณขาที่ติดกับตะโพก แล้วกดแบะขาออกให้กระดูกขาหลุดออกจากกระดูกรอยต่อ ต่อจากนั้นตัดกล้ามเนื้อให้รอบตามกระดูกตะโพกและตัดแยกชิ้นส่วนขากับตะโพกตรงรอยต่อระหว่างชิ้นขากับตะโพก
6. ตัดเนื้อหน้าอกออก โดยตัดจากหัวกระดูกหน้าอกด้านข้างตลอดไปจนถึงกระดูกซี่โครงตรงเหนือรอยต่อระหว่างกระดูกอ่อนกับบริเวณปุ่มไหล่ทั้ง 2 ข้าง
7. ดึงเนื้อหน้าอกออกจากลำตัว และตัดเนื้อที่ปุ่มไหล่เพื่อแยกเนื้อหน้าอกออก
8. ดึงกระดูกหลังให้แยกออกจากกระดูกซี่โครง
9. ผ่าดึงเนื้อหน้าอกตามแนวยาวในแต่ละข้างของกระดูกหน้าอก
10. ทำการแยกเนื้อตามส่วนต่างๆ เช่น ตะโพก หน้าอก เป็นต้น



ภาพที่ 5 ซากของเป็ดเทศที่ผ่าเอาระบบทางเดินอาหาร และกระเพาะพักออกแล้ว และแสดงแนวการตัดส่วนขา ปีก และหน้าอก

ภาพที่ 6 บริเวณรอยผ่าด้านหลังซาก เพื่อแยกชิ้นส่วนปีกและตะโพก



ภาพที่ 7 บริเวณรอยผ่าของซาก เพื่อแยกส่วนเนื้อหน้าอก

ภาพที่ 8 การผ่าแยกส่วนเนื้อบริเวณตะโพก

ภาพที่ 9 ชิ้นส่วนของซากแต่ละชิ้นส่วน เมื่อผ่านการตัดแต่งซากเรียบร้อยแล้ว

ตารางภาคผนวก 1 ส่วนประกอบของกรดแอมิโนในมูลเป็ดเทศ ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ (ร้อยละ)

กรดแอมิโน	วัตถุดิบอาหารสัตว์				
	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น	ข้าวโพด	รำละเอียด	กลุ่มควบคุม
กรดแอสปาติก	0.831	0.784	0.556	0.599	0.983
ทรีโอนีน	0.381	0.281	0.322	0.276	0.556
เซอรีน	0.383	0.345	0.314	0.290	0.736
กรดกลูตามิก	1.054	0.901	0.737	0.676	1.437
โปรลีน	0.258	0.488	0.239	0.234	0.433
ไกลซีน	0.538	1.005	0.408	0.389	0.876
อลานีน	0.645	0.609	0.393	0.419	0.599
ซีสตีน	0.135	0.115	0.288	0.161	0.333
วาลีน	0.421	0.294	0.293	0.337	0.555
เมทไธโอนีน	0.114	0.140	0.190	0.108	0.220
ไอโซลูซีน	0.399	0.580	0.298	0.314	0.548
ลูซีน	0.536	0.406	0.399	0444	0.802
ฟีนิลอะลานีน	0.176	0.089	0.147	0.170	0.478
ไลซีน	0.340	0.321	0.384	0.304	0.534
อาร์จีนีน	0.215	0.402	0.180	0.204	0.470

ตารางภาคผนวก 2 ค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของข้าวโพด จากการตรวจเอกสาร (ร้อยละ)

กรดแอมิโน	Likushi and Dorrel (1978)	ประภากร (2535)	จากการทดลอง
กรดแอสปาติก	96.00	87.70	94.36
ทรีโอนีน	92.00	85.67	93.45
เซอรีน	98.00	86.15	100.00
กรดกลูตามิก	98.00	93.18	97.76
โปรลีน	97.00	93.33	97.54
ไกลซีน	-	92.49	97.98
อลานีน	96.00	90.46	94.93
ซีสตีน	-	86.50	86.04
วาลีน	96.00	90.50	96.21
เมทไธโอนีน	98.00	93.07	86.88
ไอโซลูซีน	96.00	86.07	92.30
ลูซีน	97.00	95.22	98.25
ฟีนิลอะลานีน	98.00	100.00	100.00
ไลซีน	96.00	73.30	89.07
อาร์จีนีน	98.00	94.33	100.00
เฉลี่ย	96.61	89.96	94.95

ตารางภาคผนวก 3 ค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง ของปลาป่น จากการตรวจเอกสาร (ร้อยละ)

กรดแอมิโน	สุวิทย์ (2535)	ประภากร (2535)	จากการทดลอง
กรดแอสปาติก	87.50	92.98	94.01
ทรีโอนีน	94.97	95.44	95.88
เซอรีน	92.44	93.49	94.90
กรดกลูตามิก	95.83	94.72	95.59
โปรลีน	93.02	92.49	91.09
ไกลซีน	91.40	88.74	88.46
อลานีน	94.19	93.10	92.79
ซีสตีน	92.31	93.74	94.53
วาลีน	93.80	95.19	95.46
เมทไธโอนีน	96.12	94.60	96.41
ไอโซลูซีน	94.38	95.48	87.05
ลูซีน	94.06	96.09	96.51
ฟีนิลอะลานีน	95.53	97.54	99.78
ไลซีน	95.58	995.68	97.17
อาร์จีนิน	94.07	94.21	94.89
เฉลี่ย	93.68	94.23	94.30

ตารางภาคผนวก 4 ค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของรำละเอียด จากการตรวจเอกสาร (ร้อยละ)

กรดแอมิโน	สุวิทย์ (2535)	ประภากร (2535)	จากการทดลอง
กรดแอสปาติก	91.90	72.85	81.40
ทรีโอนีน	84.73	74.28	82.27
เซอรีน	85.48	76.89	87.41
กรดกลูตามิก	85.71	80.20	87.89
โปรลีน	78.15	79.11	83.79
ไกลซีน	76.66	82.04	82.94
อลานีน	78.88	73.90	80.17
ซีสตีน	85.71	80.50	84.39
วาลีน	79.68	73.80	81.04
เมทไธโอนีน	79.63	82.00	86.11
ไอโซลูซีน	78.31	72.98	73.48
ลูซีน	90.31	77.84	83.20
ฟีนิลอะลานีน	84.48	88.67	92.24
ไลซีน	82.63	73.96	83.08
อาร์จีนีน	89.56	89.56	93.53
เฉลี่ย	83.45	78.57	84.19

ตารางภาคผนวก 5 ค่าการย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของกากถั่วเหลือง จากการตรวจเอกสาร (ร้อยละ)

กรดแอมิโน	Likuski and Dorrell (1978)	สุวิทย์ (2532)	จากการทดลอง
กรดแอสปาติก	94.00	86.00	94.65
ทรีโอนีน	93.00	96.48	92.59
เซอรีน	94.00	93.77	95.54
กรดกลูตามิก	95.00	90.46	95.96
โปรลีน	94.00	90.08	96.21
ไกลซีน	-	83.19	92.06
อลานีน	93.00	85.46	87.79
ซีสตีน	-	92.05	95.28
วาลีน	93.00	88.76	91.89
เมทไธโอนีน	94.00	91.55	93.85
ไอโซลูซีน	94.00	90.46	91.10
ลูซีน	94.00	89.83	94.83
ฟีนิลอะลานีน	95.00	94.83	98.19
ไลซีน	94.00	92.20	95.42
อาร์จีนีน	93.00	93.41	98.36
เฉลี่ย	93.85	90.57	94.25

ตารางภาคผนวก 6 ปริมาณมูล ความชื้น พลังงานรวม และโปรตีนในมูลเป็ดเมื่อได้รับวัตถุดิบอาหารชนิดต่างๆ (air dry basis)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ซ้ำที่	ปริมาณมูล (กรัม)		ความชื้น	พลังงานรวม
		24 ชม.	48 ชม.	(%)	(แคลอรีต่อกรัม)
ไม่ให้อาหาร	1	2.07	4.41	20.71	3,135
	2	1.94	3.68	15.94	3,115
	3	2.05	4.27	15.43	3,163
	4	1.82	4.58	19.35	3,134
	5	1.72	3.68	7.91	3,215
ปลาป่น	1	20.81	23.68	12.29	2,319
	2	19.72	22.43	11.68	2,311
	3	21.64	26.31	9.86	2,405
	4	19.46	22.94	10.32	2,464
	5	22.48	25.02	15.29	2,301
กากถั่วเหลือง	1	18.17	21.95	19.83	3,869
	2	22.45	24.48	18.84	3,913
	3	18.99	22.99	16.67	3,980
	4	22.51	27.08	17.33	3,792
	5	19.14	21.92	16.15	3,929
ข้าวโพด	1	7.27	9.28	15.87	4,244
	2	7.33	9.86	16.20	4,241
	3	7.99	9.20	17.27	4,269
	4	8.40	11.31	16.07	4,216
	5	6.69	10.18	23.27	4,258
รำละเอียด	1	20.64	24.22	19.39	4,237
	2	22.58	27.37	14.56	4,026
	3	21.06	25.20	16.31	3,991
	4	19.55	24.21	15.13	4,050
	5	19.73	24.20	14.33	4,195

ตารางภาคผนวก 7 น้ำหนักตัวที่เพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ดเทศในช่วง 3-12 สัปดาห์ ในการทดลองที่ 2

อาหารสูตรที่ (โปรตีน ; พลังงาน)	ซ้ำที่	น้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ย(กรัม)	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย(ก/ต/ว)	การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัม)	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว
1	1	3,121.10	191.56	49.54	3.86
16 ; 2,750	2	3,059.40	192.05	48.56	3.95
	3	3,011.10	182.54	47.80	3.81
2	1	3,133.30	178.33	49.74	3.58
16 ; 2,900	2	3,083.30	178.66	48.94	3.65
	3	3,124.40	178.11	49.59	3.59
3	1	3,102.80	168.02	49.25	3.41
16 ; 3,050	2	3,165.00	163.50	50.24	3.25
	3	3,164.40	174.30	50.23	3.47
4	1	2,883.30	186.60	45.77	4.07
18 ; 2,750	2	3,014.40	184.05	47.85	3.84
	3	2,870.00	178.35	45.56	3.91
5	1	3,068.30	178.25	48.70	3.66
18 ; 2,900	2	3,116.70	179.80	49.47	3.63
	3	2,898.30	158.98	46.01	3.45
6	1	3,102.80	163.98	49.25	3.32
18 ; 3,050	2	3,133.30	172.22	49.74	3.46
	3	3,080.60	167.92	48.90	3.43
7	1	2,922.80	188.03	46.39	4.05
20 ; 2,750	2	2,852.80	181.30	45.28	4.00
	3	2,872.20	181.50	45.59	3.98
8	1	2,952.80	174.22	46.87	3.71
20 ; 2,900	2	2,998.90	170.80	47.60	3.58
	3	2,936.10	171.18	46.60	3.67
9	1	2,994.40	160.53	47.53	3.37
20 ; 3,050	2	3,002.20	164.92	47.65	3.46
	3	3,079.40	166.68	48.88	3.41

ตารางภาคผนวก 8 น้ำหนักตัวที่เพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ดเทศในช่วง 3-12 สัปดาห์ ในการทดลองที่ 3

อาหารสูตรที่ (ไลซีน;เมทไธโอนีน)	ซ้ำที่	น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (ก/ต/ว)	การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัม)	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว
1	1	2,716	162.92	43.11	3.78
0 ; 0	2	2,914	181.77	46.25	3.93
	3	2,866	178.50	45.49	3.92
2	1	2,887	174.22	45.82	3.80
0 ; 10	2	2,642	158.47	41.93	3.77
	3	3,021	179.12	47.95	3.73
3	1	2,610	160.27	41.42	3.86
0 ; 20	2	2,990	182.54	47.46	3.84
	3	2,814	166.88	44.66	3.73
4	1	2,840	179.20	45.07	3.97
10 ; 0	2	2,619	160.58	41.57	3.86
	3	2,851	171.36	45.25	3.78
5	1	2,903	173.57	46.07	3.76
10 ; 10	2	2,629	162.38	41.73	3.89
	3	2,903	175.82	46.07	3.81
6	1	3,001	169.23	47.63	3.55
10 ; 20	2	3,004	179.65	47.68	3.76
	3	2,729	172.07	43.31	3.97
7	1	3,069	170.25	48.71	3.49
20 ; 0	2	2,939	173.81	46.65	3.72
	3	2,885	171.11	45.79	3.73
8	1	2,822	170.79	44.79	3.81
20 ; 10	2	2,985	169.61	47.38	3.58
	3	2,706	162.03	42.95	3.77
9	1	2,871	159.01	45.57	3.48
20 ; 20	2	3,024	172.90	48.00	3.60
	3	3,061	181.81	48.58	3.74

ตารางภาคผนวก 9 น้ำหนักมีชีวิต และน้ำหนักของส่วนประกอบซากต่างๆ (กรัม) ในการทดลองที่2

น้ำหนัก	กลุ่มที่								
(กรัม)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
มีชีวิต	3,400	3,435	3,593	3,225	3,361	3,371	3,286	3,218	3,355
หลังเชือดคอ	3,198	3,220	3,385	3,030	3,150	3,158	3,086	2,996	3,145
ซากอุ่น	2,946	2,991	3,081	2,816	2,912	2,915	2,833	2,792	2,862
หัว	110.45	119.03	120.33	117.45	119.97	118.15	116.28	113.23	118.37
คอ	265.93	266.47	286.07	251.55	273.62	276.83	250.78	267.50	262.75
เท้า+แข้ง	95.88	94.40	95.03	98.87	91.50	93.28	102.50	98.83	95.10
โครงกระดูก	510.17	542.87	523.82	477.43	516.53	501.58	504.15	516.58	499.22
ไขมันช่องท้อง	35.75	42.93	42.03	36.95	43.467	41.18	36.07	35.77	35.18
หัวใจ	23.18	22.77	24.08	19.08	21.70	23.07	20.80	19.62	21.70
ตับ	50.97	55.57	56.20	47.23	51.92	48.90	53.62	52.33	52.80
กึ๋น	74.48	75.12	78.05	77.25	82.02	76.70	71.72	70.05	85.40
กระเพาะแท้	8.87	9.10	8.93	10.45	9.02	8.47	8.92	8.45	9.53
เนื้อแดงหน้าอก	385.57	336.80	368.98	363.55	351.73	345.87	347.78	338.72	350.95
หนังหน้าอก	108.27	112.32	111.73	107.33	113.83	112.23	105.43	112.35	99.98
เนื้อแดงตะโพก	213.22	221.77	251.03	201.87	200.92	210.72	213.75	195.20	207.73
หนังตะโพก	88.75	98.32	102.95	84.72	93.53	99.67	80.63	79.10	80.70
กระดูกตะโพก	27.85	27.82	28.88	26.42	28.32	27.85	27.70	27.32	28.27
เนื้อแดงขา	148.80	173.25	161.77	135.32	139.38	146.48	140.52	144.75	152.85
หนังขา	52.02	56.63	60.45	44.86	57.72	57.50	47.93	45.40	50.02
กระดูกขา	52.57	54.87	55.35	53.50	52.74	53.05	53.40	50.12	51.20
ปีก	449.23	449.85	454.62	432.35	438.92	444.77	429.30	422.60	436.05
เนื้อสันอก	67.78	62.17	69.10	62.97	66.65	64.32	61.03	64.12	59.35

ตารางภาคผนวก 10 น้ำหนักมีชีวิต และน้ำหนักของส่วนประกอบซากต่างๆ(กรัม)ในการทดลองที่3

น้ำหนัก	กลุ่มที่								
(กรัม)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
มีชีวิต	3,167	3,170	3,200	3,112	3,205	3,177	3,220	3,215	3,324
หลังเชือดคอ	2,992	3,002	3,006	2,935	3,037	2,993	3,056	3,016	3,145
ซากอุ่น	2,761	2,764	2,767	2,693	2,789	2,790	2,851	2,779	2,911
หัว	168.48	118.59	116.57	116.10	116.50	120	120.84	107.60	118.96
คอ	225.82	233.09	237.11	229.81	236.5	235	238.90	240.81	243.28
เท้า+แข้ง	81.59	86.43	77.90	79.80	79.58	82.70	88.36	77.85	83.49
โครงกระดูก	514.80	512.20	499.60	406.13	499.57	518.25	506.58	499.32	530.81
ไขมันช่องท้อง	42.10	39.11	32.85	38.27	40.12	38.22	36.70	40.42	35.82
ตับ	44.90	48.16	49.24	43.96	46.02	45.09	47.07	46.04	51.08
กึ๋น	69.27	66.20	65.70	65.11	63.81	68.34	70.80	64.54	66.06
กระเพาะแท้	81.63	6.60	7.68	8.22	6.77	6.47	7.29	7.51	7.14
เนื้อแดงหน้าอก	335.50	335.60	339.80	319.40	364.72	345.90	344.06	355.52	367.31
หนังหน้าอก	86.28	88.73	86.14	82.70	86.70	84.11	82.80	85.92	93.52
เนื้อแดงตะโพก	195.90	198.23	198.00	200.05	205.70	204.20	217.52	202.08	204.27
หนังตะโพก	79.12	70.20	74.77	70.76	86.10	78.57	83.50	75.97	84.42
กระดูกตะโพก	25.09	30.02	24.88	24.07	25.45	25.48	26.71	24.71	25.08
เนื้อแดงขา	158.14	153.20	152.50	154.50	148.31	158.78	160.94	149.06	167.19
หนังขา	61.10	62.16	51.32	56.60	49.40	61.51	46.94	51.48	67.67
กระดูกขา	46.02	46.70	43.76	46.63	45.47	47.29	50.52	44.15	45.91
ปีก	436.60	438.50	397.40	430.01	435.09	439.61	456.58	434.88	452.50
เนื้อสันอก	61.58	61.45	62.26	60.69	63.82	63.84	64.04	62.07	66.45

ตารางภาคผนวก 11 ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารเป็ดทดลอง

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)
รำละเอียด	3.65*
รำสกัดน้ำมัน	3.33*
ข้าวโพด	3.75*
กากถั่วเหลือง	8.04*
ปลาป่น	13.82*
พรีมิกซ์	51.00**
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	7.00**
เกลือ	3.00**
เปลือกหอยป่น	2.80**
ไลซีน	80.00**
เมทไธโอนีน	140.00**

หมายเหตุ * สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2537)

** ราคา ณ โรงผสมอาหารภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2538)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายทวีศิลป์ จีนด้วง

วัน เดือน ปีเกิด 9 กุมภาพันธ์ 2505

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์)	คณะเกษตรศาสตร์บางพระ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวะศึกษา	พ.ศ.2528