ผลของระดับพลังงาน และไลซีน ในอาหารต่อการเติบโต และคุณภาพซากในไก่กระทง

Effects of Dietary Energy and Lysine Levels on Growth Performance and Carcass Quality of Broiler

ทรงยศ สุวรรณนิเวศน์

Songyot Suwanniwet

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Animal Science

Prince of Songkla University

2543

เลขหมู่ SF498.4 ท42 2543 ฉ.2

Bib Key 205257

24 ธ.ค. 2543

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลของระดับพลังงาน และไลซีนในอาหารต่อการเติบโต และคุณภาพซากในไก่กระทง
ผู้เขียน	นายทรงยศ สุวรรณนิเวศน์
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวิทย์ วณิชาภิชาติ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธา วัฒนสิทธิ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวิทย์ วณิชาภิชาติ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธา วัฒนสิทธิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์เสาวนิต คูประเสริฐ)

.....กรรมการ
(อาจารย์สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิติ ทฤษฎิคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี
สำเนาถูกต้อง
24 ธ.ค. 2561

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของระดับพลังงาน และไลซีนในอาหารต่อการเติบโต และคุณภาพซากในไก่กระทง

ผู้เขียน นายทรงยศ สุวรรณนิเวศน์

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ และไลซีนต่อการเติบโต และคุณภาพซากในไก่กระทง ประกอบด้วย 3 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1: การประเมินคุณค่าทางโภชนาการและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณในห้องปฏิบัติการเพื่อหาส่วนประกอบทางเคมี และโดยการทดสอบทางชีวภาพ (โดยการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง) ซึ่งใช้ไก่เพศผู้อายุ 10 เดือน จำนวน 24 ตัว แบ่งออกเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว กลุ่มที่ 1 ใช้เป็นกลุ่มควบคุม (อดอาหาร) ที่เหลืออีก 5 กลุ่ม ทำการป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์ 5 ชนิด คือ ข้าวโพด ปลายข้าว น้ำมันปาล์มผสมข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น โดยป้อนให้ตัวละ 50 กรัม ทำการเก็บมูลรวมปัสสาวะในชั่วโมงที่ 24 และ 48 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมี พบว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงาน ได้แก่ ข้าวโพด และปลายข้าว มีปริมาณโปรตีนรวมร้อยละ 8.21 และ 6.72 ตามลำดับ และพลังงานรวม 4,572 และ 4,297 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำมันปาล์มมีค่าพลังงานรวม 9,204 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีน ได้แก่ กากถั่วเหลือง และปลาป่น มีปริมาณโปรตีนรวมร้อยละ 44.39 และ 53.48 ตามลำดับ พลังงานรวม 4,220 และ 4,884 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางชีวภาพ พบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง (ที่ 48 ชั่วโมง) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 5 ชนิด อยู่ในช่วงร้อยละ 98.81 - 59.48 การย่อยได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของปลาป่น และกากถั่วเหลือง มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 94.71 และ 92.94 ส่วนข้าวโพด และปลายข้าว มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 87.90 และ 83.32 สมดุลไนโตรเจนของปลาป่นมีค่าสูงที่สุด (+1.942 กรัม) รองลงมา คือ กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และปลายข้าว (-0.070 -0.476 และ -0.649 กรัม ตามลำดับ) พลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้ประมาณ (AME) ที่ 48 ชั่วโมง ของข้าวโพด ปลายข้าว น้ำมันปาล์ม กากถั่วเหลือง และปลาป่นมีค่าเท่ากับ 3,634.55 3,537.70 7,987.37 2,419.64 และ 3,078.57 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ พลังงานใช้

ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TME) ที่ 48 ชั่วโมง ของข้าวโพด ปลายข้าว น้ำมันปาล์ม กากถั่วเหลือง และปลาป่น มีค่าเท่ากับ 4,126.22 4,030.40 9,078.65 2,911.27 และ 3,564.71 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

การทดลองที่ 2: การศึกษาระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่เหมาะสมต่อการเติบโตและคุณภาพซากของไก่กระทง โดยใช้ไก่กระทงคละเพศพันธุ์ CP707 อายุ 1 วัน จำนวน 640 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 40 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด โดยจัดให้ไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 2,800 3,000 3,200 และ 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ไก่ทดลองทุกกลุ่มได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ตลอดระยะเวลาของการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 8 สัปดาห์ คัดเลือกไก่ทดลองมาซ้ำละ 4 ตัว เพื่อศึกษาส่วนประกอบซาก ผลการทดลอง พบว่า ระดับพลังงานที่แตกต่างกัน 4 ระดับ มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีปริมาณอาหารที่กิน (5,447.74 กรัมต่อตัว) และโปรตีนที่กินต่อวัน (19.21 กรัม) สูงที่สุด ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน (303.87) น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (2,621.98 กรัมต่อตัว) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (1.91) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (2.63) ดีที่สุด ผลของระดับพลังงานต่อส่วนประกอบของซาก พบว่าระดับพลังงานมีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น สะโพก หน้าอกรวมหนัง สันนอก ขา และไขมันช่องท้อง (กรัม) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่เมื่อคิดเป็นร้อยละของซากอุ่นพบว่าระดับพลังงานมีผลทำให้สะโพก และไขมันช่องท้อง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนระดับพลังงานไม่มีผลต่อส่วนหน้าอกรวมหนัง สันนอก และขาเมื่อคิดเป็นร้อยละของซากอุ่น ($P>0.05$)

การทดลองที่ 3: ผลของระดับโปรตีน และกรดแอมิโนไลซีน ต่อการเติบโตและส่วนประกอบซากของไก่กระทง โดยใช้ไก่กระทงคละเพศพันธุ์ CP707 อายุ 1 วัน จำนวน 720 ตัว แบ่งออกเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 30 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 2 X 3 แฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มตลอด ไก่ที่ทดลองจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกจะได้รับโปรตีนตามคำแนะนำของ NRC (1994) และอีกกลุ่มได้รับโปรตีนต่ำกว่าคำแนะนำของ NRC (1994) 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไก่ทั้ง 2 กลุ่มจะแบ่งออกเป็น 3กลุ่มย่อย โดยกลุ่มแรกจะได้รับไลซีนตามคำแนะนำของ NRC (1994) ส่วนอีก 2 กลุ่มจะได้รับไลซีนเพิ่มขึ้น 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ของคำแนะนำของ NRC (1994) ไก่ทุก

กลุ่มได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมเท่ากันทุกสูตร ไก่ทดลองทุกกลุ่มได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ตลอดระยะเวลาของการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 8 สัปดาห์ คัดเลือกไก่ทดลองมาซ้ำละ 4 ตัว เพื่อศึกษาส่วนประกอบซาก ผลการทดลอง พบว่า ระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน 2 ระดับ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ($P>0.05$) ไก่ทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนตามคำแนะนำของ NRC (1994)มีปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน (15.60 กรัมต่อตัว) แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่าคำแนะนำของ NRC (1994) 2 เปอร์เซ็นต์ (13.94) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย ไก่กลุ่มที่ได้รับโปรตีนระดับปรกติมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำ (2,212.5 และ 2,111.11 กรัมต่อตัว ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) ผลของระดับโปรตีนต่อส่วนประกอบของซาก พบว่า ระดับโปรตีนมีผลทำให้น้ำหนัก (กรัม) ในส่วนของน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น เนื้อสะโพก สันนอก และเนื้อขา ของกลุ่มที่ได้รับโปรตีนระดับปรกติสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และ กลุ่มที่ได้รับโปรตีนระดับปรกติมีส่วนของหน้าอกรวมหนัง เนื้อหน้าอก และเนื้อรวมสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนไขมันช่องท้องของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละของซากอุ่น พบว่า ระดับโปรตีนมีผลทำให้ เนื้อสะโพก และ หน้าอกรวมหนัง ของกลุ่มที่ได้รับโปรตีนระดับปรกติสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และ กลุ่มที่ได้รับโปรตีนระดับปรกติมีส่วนของเนื้อหน้าอก และเนื้อรวมเมื่อคิดเป็นร้อยละของซากอุ่นสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนสันนอก เนื้อขา และไขมันช่องท้อง เมื่อคิดเป็นร้อยละของซากอุ่นพบว่าทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ผลของไลซีน 3 ระดับในสูตรอาหารพบว่ามีผลต่อ ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ผลของไลซีนที่แตกต่างกัน 3 ระดับต่อส่วนประกอบของซาก พบว่า ระดับไลซีนไม่มีผลต่อ น้ำหนักมีชีวิต และส่วนประกอบของซากส่วนต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

Thesis Title	Effects of Dietary Energy and Lysine Levels on Growth Performance and Carcass Quality of Broiler
Author	Mr. Songyot Suwanniwet
Major Program	Animal Science
Academic Year	2000

Abstract

Three experiments were conducted to estimate the nutritive values of various feedstuffs and tested for the effects of dietary energy levels and lysine concentrations on growth performance and carcass quality of broilers.

Experiment 1 evaluated the nutritive value and metabolizable energy (ME) of various feedstuffs by means of chemical (proximate analysis) and biological analyses. Twenty-four ten-month old cocks were used in the experiment. There were divided into 6 groups, one of which was control group. The remaining five groups were given different feedstuffs at a rate of 50 grams per day. The feedstuffs were corn, broken rice, palm oil, soybean meal and fish meal. Feces were collected at hours 24 and 48. Chemical analysis data were used to classify feedstuffs as 1)Energy - rich feedstuffs, corn and broken rice, for which the crude protein percentage (%) and gross energy (Kcal./kg.) values were 8.21 : 4,572 and 6.72 : 4,297, respectively. The gross energy of palm oil was 9,204 Kcal./kg. 2)Protein - rich feedstuffs, soybean meal, and fish meal, for which the crude protein percentage (%) , and gross energy (Kcal./kg.) values were 44.39 : 4,220 and 53.48 : 4,884, respectively. Five feedstuffs were assayed for digestibility of dry matter and metabolizable energy (ME) using Sibbald (1976) 's assay procedure. Average dry matter digestibility for the five feedstuffs ranged from 59.48% to 98.81%. Average true amino acid digestibilities percentage of fish meal, soybean meal, corn, and broken rice were 94.71, 92.94, 87.90 , and 83.32, respectively. Nitrogen balances of fish meal, soybean meal, corn, and broken rice were +1.942, -0.070, -0.476, and -0.649, respectively. Apparent metabolizable energy (AME) values of corn, broken rice, palm oil, soybean meal and fish meal were 3,634.66, 3,537.70, 7,987.37, 2,419.64, and 3,078.57

Kcal./kg., respectively. True metabolizable energy (TME) values of corn, broken rice, palm oil, soybean meal and fish meal were 4,126.22, 4,030.40, 9,078.65, 2,911.27 , and 3,564.71 Kcal./kg., respectively.

Experiment 2 studied the effects of dietary energy concentration on growth performance and carcass quality of broiler. Six hundred-forty one-day old broiler chicks (CP707) were arranged in a Completely Randomized Design experiment. They were divided into 4 experimental groups. Each group was given different levels of dietary energy (2,800, 3,000, 3,200, and 3,400 Kcal./kg.ME). Feed and water were available ad - libitum throughout the 8 weeks test period. At the end of the experiment, four broiler per replication were slaughtered for carcass quality evaluation. The result showed varying degrees of growth according to metabolized energy (ME). Those are feed intakes, metabolizable energy intake per day, protein intake per day, weight gain, feed conversion ratios and protein efficiency ratios with a highly significant difference ($P<0.01$). The highest amount of feed intake (5,447.74 grams/bird), and protein intake per day (19.21 grams/bird) were obtained when dietary metabolizable energy was 2,800 Kcal./kg. Highest amount of metabolizable energy intake per day (303.87 Kcal./bird), weight gain (2,621.98 grams/bird), and feed conversion ratio (1.91) were obtained when dietary metabolizable energy was 3,400 Kcal./kg. Varying energy levels from live body weight, hot carcass, thigh, breast plus skin, fillet, drumstick, and abdominal fat pad (grams) showed highly significant differences ($P<0.01$). Thigh, and the abdominal fat pad based on the percentage of hot carcass showed highly significant differences ($P<0.01$), but breast plus skin, fillet ,and drumstick based on the percentage of hot carcass showed no significant differences ($P>0.05$).

Experiment 3 studied the effects of dietary protein and lysine concentration on growth performance and carcass quality of of broiler. Seven hundred-twenty one-day old broiler chicks (CP707) were arranged in a 3 X 2 factorial in a Completely Randomized Design experiment. Broiler chicks were divided into 6 experimental groups. Each group was provided with 3 different levels of lysine (0 ,10 , and 20% higher than the NRC (1994) recommendation) and 2 levels of crude protein (NRC (1994), and 2% lower than the NRC (1994) recommendation). Feed and water were available ad - libitum throughout the 8-

week test period. At the end of the experiment, four broiler per replication were slaughtered for carcass quality evaluation. The results of varying protein diets showed feed intakes, metabolizable energy intake per day, and feed conversion ratios had non-significant differences ($P>0.05$). Higher amount of protein intake per day (15.60 grams/bird) were obtained when dietary crude protein followed the NRC (1994) recommendation, which was different from the 2% lower than NRC (1994) recommendation (13.94) with highly significant difference ($P<0.01$) Higher amount of weight gain (2,212.50 grams/bird) were obtained when dietary crude protein was NRC (1994) recommendation, which was different from the 2% lower than NRC (1994) recommendation (2,111.11) with significant difference ($P<0.05$). The best results of varying protein levels on carcass quality showed higher amounts of live body weight, hot carcass weight, lean thigh, fillet, and lean drumstick (grams) were obtained when dietary crude protein followed NRC (1994) recommendations. This was a better result than from the 2% protein lower than NRC (1994) recommendation diet, with significant difference ($P<0.05$). The best results of varying protein levels on carcass quality showed higher amounts of breast plus skin, lean breast, and total lean were obtained when dietary crude protein followed NRC (1994) recommendations. This was a better result than from the 2% protein lower NRC (1994) recommendation diet, with highly significant difference ($P<0.01$). Abdominal fat pad of 2 groups (grams) were not significantly different ($p>0.05$). The result from the study in varying protein levels were : lean thigh, and breast plus skin based on the percentage of hot carcass were significantly different ($P<0.05$) ; lean breast, total lean based on the percentage of hot carcass were highly significantly different ($p<0.01$) ; fillet, lean drumstick, and abdominal fat pad based on the percentage of hot carcass had no significant difference ($p>0.05$). The results of varying lysine diets were: feed intakes, metabolizable energy intake per day, protein intake per day, weight gain, feed conversion ratios, protein efficiency ratios, live body weight, hot carcass weight, lean thigh, breast plus skin, lean breast, fillet, lean drumstick, total lean, and abdominal fat pad had no significant difference ($P>0.05$).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือจากคณาจารย์และบุคคลหลายท่าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ. วรวิทย์ วณิชาภิชาติ และผศ. สุธา วัฒนสิทธิ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำการค้นคว้าวิจัย ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รศ. เสาวนิต คูประเสริฐ และอาจารย์สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น คณาจารย์ภาควิชาสัตวศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความรู้ คำแนะนำตลอดระยะเวลาที่ศึกษา บุคลากรหมวดสัตว์ปีก บุคลากรหมวดอาหารสัตว์ และเจ้าหน้าที่ห้องทดลองอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาสัตวศาสตร์ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยของนักศึกษาปริญญาโท รวมถึงคุณแม่สุพัตรา สุวรรณนิเวศน์ และครอบครัว สุวรรณนิเวศน์ ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะเซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด และคุณศักดิ์สิทธิ์ ศรีหนองโคตร ผู้จัดการฝ่ายวิชาการ บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะเซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือและประสานงานในการวิเคราะห์หากรดแอมิโนในตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์และมูลไก่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

คุณประโยชน์ใด ๆ อันพึงจะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา คณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทรงยศ สุวรรณนิเวศน์

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบาญ	(10)
รายการตาราง	(12)
รายการตารางภาคผนวก	(16)
รายการภาพประกอบ	(17)
รายการภาพประกอบภาคผนวก	(18)
ตัวย่อและสัญลักษณ์	(19)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	13
2 การทดลอง	14
การทดลองที่ 1	14
- วัตถุประสงค์	14
- วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	14
- ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	19
การทดลองที่ 2	29
- วัตถุประสงค์	29
- วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	29
- ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	38
การทดลองที่ 3	52
- วัตถุประสงค์	52
- วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	52
- ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	61

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
3 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	89
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	100
ประวัติผู้เขียน	117

รายการตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ส่วนประกอบทางเคมี แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานรวมของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 19
2. ผลการวิเคราะห์กรดแอมิโนในวัตถุดิบอาหารสัตว์..... 21
3. ปริมาณอาหารที่กินในสภาพวัตถุแห้ง (กรัม/ตัว) , ปริมาณมูลและปัสสาวะที่ 24 และ 48 ชั่วโมงในสภาพวัตถุแห้ง (กรัม/ตัว) และการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่ 24และ 48 ชั่วโมงของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ (ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)..... 22
4. ค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ และค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่48 ชั่วโมง..... 24
5. ปริมาณไนโตรเจนที่กิน ไนโตรเจนที่ขับถ่าย และค่าสมดุลไนโตรเจนของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ..... 26
6. ค่าพลังงานรวม (GE) ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในรูปต่าง ๆ (AME, AMEn, TME และ TMEn) (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมของวัตถุแห้ง) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์และค่าพลังงานในรูปร้อยละของพลังงานรวม..... 27
7. สัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนของการทดลองในช่วงต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2.... 30
8. ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 2 ช่วงไก่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (ร้อยละ)..... 31
9. ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 2 ช่วงไก่อายุ 3 - 6 สัปดาห์ (ร้อยละ)..... 33
10. ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 2ช่วงไก่อายุ 6 - 8 สัปดาห์ (ร้อยละ)..... 35
11. ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0 – 3 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน).... 39
12. ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3 – 6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน).... 41

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

13. ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6 – 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน).... 42
14. ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0 – 6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน).... 44
15. ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0 – 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน).... 45
16. แสดงผลของระดับพลังงานต่อต้นทุนการผลิตไก่กระทงในช่วงอายุต่าง ๆ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 49
17. ผลของพลังงานต่อน้ำหนักตัวไก่ก่อนฆ่า และส่วนประกอบของซาก..... 50
18. แสดงระดับโปรตีนที่ใช้และระดับไลซีนที่เพิ่มจาก NRC (1994) แนะนำในสูตรอาหารแต่ละสูตร..... 53
19. ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 3 ช่วงไก่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (ร้อยละ)..... 54
20. ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 3 ช่วงไก่อายุ 3 - 6 สัปดาห์ (ร้อยละ)..... 56
21. ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 3 ช่วงไก่อายุ 6 - 8 สัปดาห์ (ร้อยละ)..... 58
22. ผลของระดับโปรตีนและไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0 – 3 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 62
23. ผลของระดับโปรตีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0 – 3 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 63

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

24. ผลของระดับไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0 – 3 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 64
25. ผลของระดับโปรตีนและไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 3 – 6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 66
26. ผลของระดับโปรตีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 3 – 6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 67
27. ผลของระดับไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 3 – 6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 68
28. ผลของระดับโปรตีนและไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 6 – 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 70
29. ผลของระดับโปรตีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 6 – 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 71
30. ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 6 – 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 72
31. ผลของระดับโปรตีนและไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0 – 6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 74

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

32. ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0 – 6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 75

33. ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0 – 6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 76

34. ผลของระดับโปรตีนและไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0 – 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 78

35. ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0 – 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 79

36. ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ในช่วงอายุ 0 – 8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 80

37. ผลของระดับโปรตีน และไลซีนต่อน้ำหนักตัวไก่ก่อนฆ่า และส่วนประกอบของซาก... 84

38. ผลของระดับโปรตีนต่อน้ำหนักตัวไก่ก่อนฆ่า และส่วนประกอบของซาก..... 85

39. ผลของระดับไลซีนต่อน้ำหนักตัวไก่ก่อนฆ่า และส่วนประกอบของซาก..... 86

40. ผลของระดับโปรตีน และไลซีนต่อต้นทุนการผลิตไก่กระทง..... 88

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

1. ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสูตรอาหารไก่ไข่..... 101
2. ปริมาณของกรดแอมิโนในมูลของไก่ที่อดอาหารและในมูลของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ (ร้อยละของวัตถุแห้ง)..... 102
3. ปริมาณมูล ความชื้น และพลังงานรวมในมูลไก่เมื่อได้รับวัตถุดิบอาหารชนิดต่าง ๆ (air dry basis) 103
4. ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในไก่ ที่แนะนำโดยผู้ทำการทดลองอื่น ๆ (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) ในสภาพวัตถุแห้ง..... 104
5. น้ำหนักตัวของไก่กระทงในสัปดาห์ต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2..... 105
6. ปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงในสัปดาห์ต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2..... 106
7. น้ำหนักมีชีวิต และน้ำหนักส่วนประกอบของซากส่วนต่าง ๆ (กรัม) ของการทดลองที่ 2..... 107
8. น้ำหนักตัวของไก่กระทงในสัปดาห์ต่าง ๆ ของการทดลองที่ 3..... 108
9. ปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงในสัปดาห์ต่าง ๆ ของการทดลองที่ 3..... 109
10. น้ำหนักมีชีวิต และน้ำหนักส่วนประกอบของซากส่วนต่าง ๆ (กรัม) ของการทดลองที่ 3..... 110
11. โปรแกรมการทำวัคซีนป้องกันโรคสำหรับไก่กระทง..... 113
12. ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารไก่ทดลอง..... 116

รายการภาพประกอบ

ภาพที่ หน้า

1. การจำแนกการใช้พลังงานในสัตว์ปีก..... 4
2. ระยะเวลาในการป้อนอาหารและเก็บสิ่งขับถ่ายของไก่ทดลอง..... 16

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่ หน้า

1. อุปกรณ์ในการเก็บมูลและปัสสาวะ..... 111
2. อุปกรณ์บังคับไก่สำหรับป้อนอาหาร..... 111
3. ไก่เพศผู้ขณะป้อนอาหารพร้อมอุปกรณ์บังคับ..... 111
4. การใส่อุปกรณ์ในการเก็บมูลและปัสสาวะกับตัวไก่..... 111
5. การผ่าแยกส่วนของขาทั้งหมดตรงบริเวณสะโพก..... 115
6. รอยผ่าเพื่อแยกส่วนของหน้าอก..... 115
7. ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของซากเมื่อผ่านการชำแหละ..... 115

ตัวย่อและสัญลักษณ์

AAAA	=	apparent amino acids availability
AA_c	=	amino acid consumed
AA_v	=	amino acid voided 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
ANE	=	apparent net energy
AOAC	=	Association of Official Analytical Chemists
CF	=	crude fiber
CP	=	crude protein
CV	=	coefficience of variance
DL-Met	=	DL-methionine
E	=	excreta
EE	=	ether extract
FCR	=	feed conversion ratio
FE	=	fecal energy
F_fE	=	fecal energy of feed
F_mE	=	metabolic fecal energy
Fi	=	feed intake
GE	=	gross energy
GEe	=	gross energy of excreta
GEf	=	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

ตัวย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

H_tE	=	heat of fermentation
HI	=	heat increment
H_jE	=	heat of activity
H_pE	=	heat of product formation
H_wE	=	heat of waste formation and excretion
ICU	=	International Chick Unit
IE	=	ingested energy
IU	=	International Unit
K	=	a constant which estimates the gross energy content of the excretory products resulting from the catabolism of a unit weight of tissue nitrogen
Kcal/kg	=	kilocalorie per kilogram
L-Arg	=	L-arginine
L-Lys	=	L-lysine
L-Thr	=	L-threonine
L-Var	=	L-valine
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 for fed birds
NRo	=	nitrogen retention for fasted birds
NRC	=	national research council
PER	=	protein efficiency ratio
S	=	starch
SD	=	standard deviation

ตัวย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

Su	=	sugar
TAAA	=	true amino acids availability
TME	=	true metabolizable energy
TME_n	=	true metabolizable energy corrected nitrogen
TNE	=	true net energy
UE	=	urinary energy
U_eE	=	endogenous urinary energy
U_iE	=	urinary energy of feed
%	=	percentrate

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

การเลี้ยงไก่กระทงในประเทศไทยได้พัฒนาการเลี้ยงเป็นระบบอุตสาหกรรม โดยมีการนำเข้าพันธุ์ไก่ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์อย่างดีจากต่างประเทศ พัฒนาด้านอาหาร และระบบการจัดการเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูง ซึ่งถ้าพิจารณาการผลิตไก่กระทงทั้งหมด พบว่าต้นทุนด้านอาหารคิดเป็นร้อยละ 70-75 ของต้นทุนทั้งหมดในการผลิต ดังนั้นถ้าสามารถลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ก็จะเป็นแนวทางที่จะทำให้ได้รับผลตอบแทนสูงขึ้นด้วย สำหรับประเทศไทยนิยมใช้ข้อมูลพื้นฐานทางด้านอาหารสัตว์จากประเทศสหรัฐอเมริกาอันเป็นประเทศในเขตอบอุ่นและมีมาตรฐานสูง ซึ่งการนำเอาผลจากการศึกษาในเขตอบอุ่นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่ามาใช้สำหรับประเทศในเขตร้อนนั้น ในบางกรณีอาจจะไม่ได้รับผลดีเท่าที่ควร ดังเช่น ความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ในอาหาร (metabolizable energy) เป็นต้น

การใช้อาหารที่มีพลังงานสูงกว่าความต้องการจะทำให้สิ้นเปลืองต้นทุน ดังนั้นการลดต้นทุนจำเป็นจะต้องใช้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้เหมาะสมกับความต้องการของตัวสัตว์

ในปัจจุบันค่านิยมการบริโภคอาหารของคนไทยจะเปลี่ยนไป คือจะเลือกบริโภคอาหารโดยคำนึงถึงสุขภาพของผู้บริโภค เช่น มีการเลือกบริโภคอาหารที่มีไขมันหรือโคเลสเตอรอลต่ำ ซึ่งโคเลสเตอรอลมักจะพบในไขมันสัตว์เป็นส่วนใหญ่ ในการผลิตอาหารสัตว์จึงน่าจะหาแนวทางที่ทำให้สัตว์ได้รับอาหารแล้วมีการสะสมไขมันน้อยลงเพื่อให้ไก่กระทงที่ผลิตออกมาตรงตามความต้องการของผู้บริโภค มีรายงานการทดลองจำนวนมาก พบว่าหากต้องการให้สุกรมีคุณภาพซากที่ดี คือ มีไขมันต่ำ จะต้องมีการเสริมไลซีนในอาหารเพิ่มจากระดับปกติ ดังนั้นการเสริมไลซีนในอาหารน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้ไก่กระทงมีคุณภาพซากที่ดีขึ้นหรือมีเนื้อมากขึ้น

การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารรวมทั้งการศึกษาผลของการลดระดับโปรตีนในสูตรอาหาร และการเสริมไลซีนในอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และคุณภาพซากของไก่กระทง ซึ่งทำให้สามารถเลือกใช้ระดับของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ โปรตีน และไลซีนที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็น

ข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณสูตรอาหารไก่กระทง ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ผู้ผลิตไก่กระทงในประเทศไทยมีต้นทุนการผลิตต่ำ และผลิตไก่กระทงที่มีไขมันต่ำ

การตรวจเอกสาร

1. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์

Church (1984) กล่าวว่า การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์มีหลายชนิด และมาจากภูมิประเทศต่างๆ กัน ทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการหรือคุณภาพที่แตกต่างกัน ดังนั้น การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทำให้สามารถทราบถึงคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ซึ่งใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ ซึ่งวิธีการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบของอาหารสัตว์ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป คือ (เสาวนิต, 2538)

1.1 การประเมินคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางกายภาพ (physical evaluation) และตรวจสอบด้วยสารละลาย เป็นการประเมินเบื้องต้นเพื่อให้ทราบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

1.1.1 การประเมินด้วยตาเปล่าและการดมกลิ่น เป็นการประเมินคุณภาพโดยตรวจสอบสิ่งปลอมปนในอาหารสัตว์ เพื่อดูว่าอาหารนั้นมีมอดหรือเชื้อราปนอยู่หรือไม่

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

1.1.3 การทดสอบด้วยสารละลาย เป็นการตรวจสอบการปลอมปนในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด เช่น กระดูกป่น เปลือกหอย หินปูน และปูนขาว เป็นต้น

1.2 การประเมินโดยการวิเคราะห์ทางเคมี (chemical analysis) เป็นการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ทราบส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ ทราบคุณภาพของอาหารสัตว์เบื้องต้น ซึ่งสามารถนำค่าเหล่านี้ไปคำนวณสูตรอาหารได้ แต่ยังไม่ใช่ค่าที่สัตว์ใช้ประโยชน์ได้จริง

1.3 การประเมินโดยการทดลองทางชีวภาพ (biological evaluation) เป็นการประเมินโดยให้สัตว์กินอาหารที่ต้องการทราบว่าสัตว์สามารถนำโภชนะต่างๆ ไปใช้มากน้อยเพียงใด หากค่าต่างๆ ที่ได้มีค่าค่อนข้างสูงหรือมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แสดงว่าอาหารสัตว์ชนิดนั้นมีคุณภาพดี การทดลองกับตัวสัตว์เป็นวิธีการที่ดีและสมบูรณ์ที่สุดที่จะทราบคุณค่าของอาหารสัตว์ การประเมินโดยวิธีนี้มีวิธีย่อยๆ อีกหลายวิธี ดังต่อไปนี้

1.3.1 การทดสอบการย่อยได้ (digestibility trial) เป็นการทดสอบการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการทดลองให้อาหารแก่สัตว์ เพื่อหาปริมาณโภชนะต่างๆ ที่สัตว์ย่อยและดูดซึมได้ และเป็นวิธีหนึ่งที่ให้ค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้นได้ถูกต้อง ซึ่งสามารถทำได้โดยการหาปริมาณอาหารที่กิน และปริมาณมูลที่ขับออกมา ประกอบกับการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาโภชนะต่าง ๆ ในอาหารและในมูล แล้วนำมาคำนวณหาค่าการย่อยได้ ดังสมการ

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

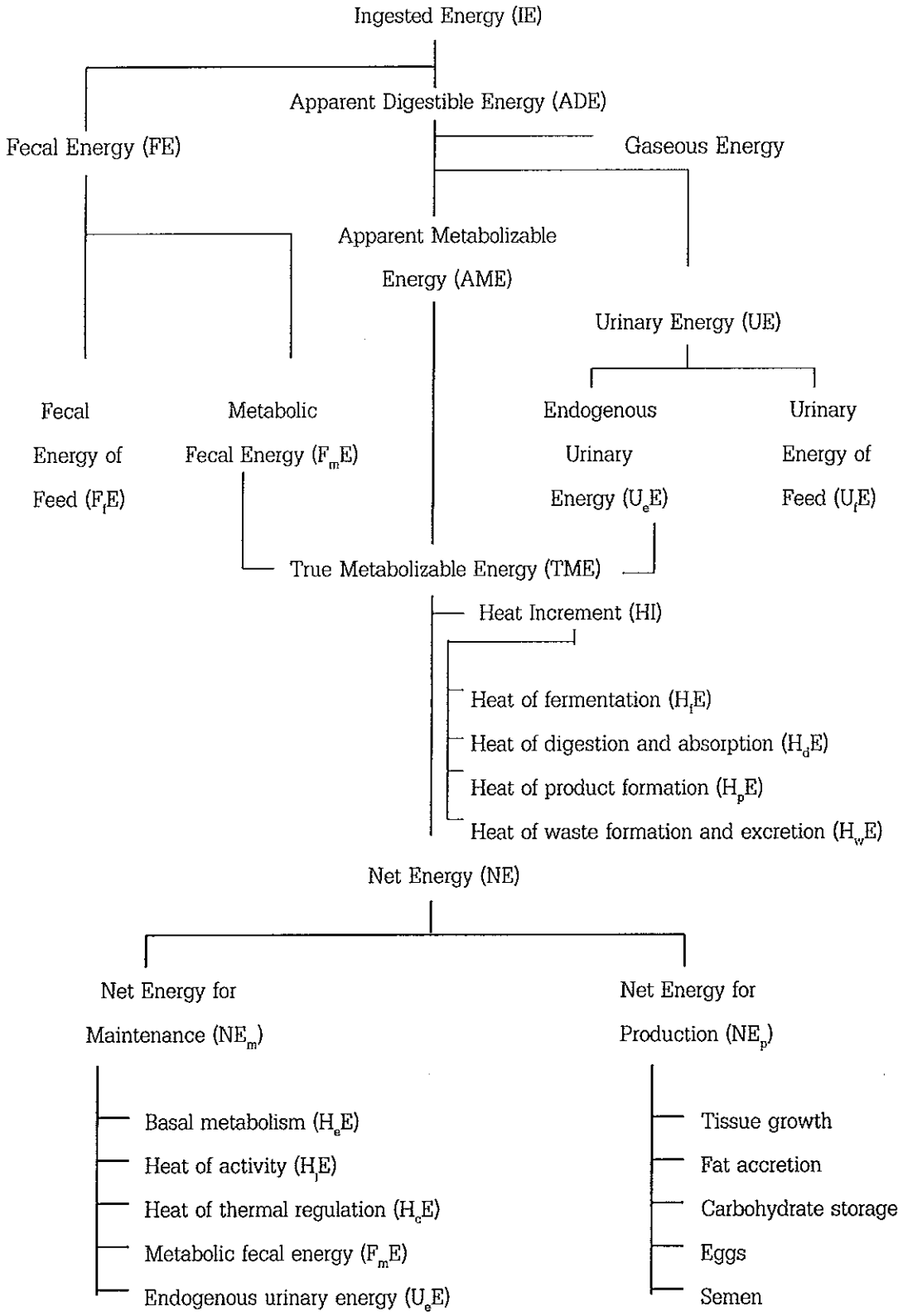
1.3.2 การทดสอบโดยการเลี้ยงสัตว์ (feeding trial) เป็นการทดสอบวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ต้องการประเมินโดยการใช้เลี้ยงสัตว์ด้วยวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้น เปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทเดียวกันกับชนิดอื่น แล้วเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหาร และการกินอาหารของสัตว์ การทดสอบวิธีนี้บอกแต่ว่า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

2. การประเมินพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์ของไก่

อาหารเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยอาหารที่สัตว์กินเข้าไปจะผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การย่อย การดูดซึม และการเมแทบอลิสม เป็นต้น ซึ่ง Sibbald (1982) ได้อธิบายถึงลำดับขั้นตอนการใช้พลังงานในสัตว์ปีกไว้ดังนี้ (แผนภาพที่ 1)

2.1 พลังงานที่กินทั้งหมด (ingested energy ; IE) คือ พลังงานที่มีอยู่ทั้งหมดในอาหารที่สัตว์กินเข้าไป ค่านี้ได้จากการนำเอาอาหารหรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ มาเผาในบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (Bomb calorimeter) แล้ววัดค่าความร้อนที่เกิดขึ้น และนำค่าที่ได้ไปคำนวณเป็นค่าพลังงานที่สัตว์กินทั้งหมด

2.2 พลังงานที่สูญเสียในมูล (fecal energy ; FE) เป็นพลังงานที่ได้จากการนำมูลไปเผาในบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ พลังงานนี้เป็นพลังงานที่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ



ภาพที่ 1 การจำแนกการใช้พลังงานในสัตว์ปีก

ที่มา : Sibbald (1982)

2.2.1 พลังงานในอาหารที่สัตว์ย่อยไม่ได้ (fecal energy of feed ; F_fE)

2.2.2 พลังงานที่ได้จากกระบวนการเมแทบอลิสม (metabolic fecal energy ; F_mE) ได้แก่ น้ำย่อย เซลล์เยื่อบุทางเดินอาหารที่หมดอายุและไม่ถูกย่อย รวมทั้งจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารที่ถูกขับออกมาทางมูล

2.3 พลังงานที่ย่อยได้ (apparent digestible energy ; ADE) คือ พลังงานที่ได้จากอาหารที่สัตว์กิน หักออกด้วยพลังงานที่สูญเสียในมูล (ADE = IE - FE) ซึ่งเป็นส่วนของพลังงานที่ย่อยได้และถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายและบางส่วนอยู่ในรูปแก๊ส

2.4 พลังงานที่สูญเสียในรูปแก๊ส (gaseous energy หรือ gaseous products of digestion : GPD) เป็นพลังงานในรูปของแก๊สที่สูญเสียไปในกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึม ซึ่งมีมีเทนเป็นส่วนประกอบหลัก นอกจากนี้ก็มี ไฮโดรเจน คาร์บอนมอนน็อกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ อะซีโตน และอีเทน แก๊สเหล่านี้มักสูญเสียออกจากร่างกายสัตว์ โดยไม่ได้รวมไว้ในพลังงานที่ใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าพลังงาน ความคลาดเคลื่อนนั้นจะมีมากในสัตว์เคี้ยวเอื้องเพราะมีการสูญเสียของแก๊สสูงกว่าสัตว์กระเพาะเดี่ยว

2.5 พลังงานที่สูญเสียในปัสสาวะ (urinary energy ; UE) เป็นพลังงานที่มีอยู่ในเศษเหลือของกระบวนการเผาผลาญโภชนะ ภายในร่างกาย แยกเป็น 2 ส่วน คือ

2.5.1 พลังงานจากอาหารที่สูญเสียในปัสสาวะ (urinary energy of feed ; U_fE) เป็นส่วนของโภชนะที่เหลือจากการดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ แล้วถูกขับถ่ายออกเป็นของเสีย

2.5.2 พลังงานที่สูญเสียในปัสสาวะที่มาจากร่างกาย (endogenous urinary energy ; U_eE) โดยเกิดจากที่มีการสลายเนื้อเยื่อของร่างกายมาใช้ ส่วนของโภชนะที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ก็จะถูกขับออกจากร่งกายทางปัสสาวะ ซึ่งได้แก่ amine group จากโปรตีนก็จะถูกขับทิ้งไป

2.6. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy ; ME) ซึ่งแบ่งออกเป็น

2.6.1 พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (apparent metabolizable energy; AME) มีค่าเท่ากับพลังงานที่ย่อยได้ทั้งหมด ลบด้วยพลังงานที่สูญเสียในปัสสาวะ และพลังงานที่สูญเสียในรูปแก๊ส ดังสมการ

$$AME = ADE - UE - GPD \text{ หรือ}$$

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

2.6.2 พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง (true metabolizable energy ; TME) มีค่าเท่ากับพลังงานในอาหารทั้งหมด (IE) ลบด้วยพลังงานในมูล (F_fE) ในส่วนที่ย่อยไม่ได้ ซึ่งมาจากอาหาร และพลังงานที่ได้จากโภชนะส่วนที่เหลือ จากการใช้ประโยชน์ในปัสสาวะ ซึ่งมาจากอาหาร

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

2.7. พลังงานความร้อนที่สูญเสียไปในรูปของความร้อนจากการเผาผลาญในร่างกาย (heat increment ; HI) เป็นความร้อนที่เพิ่มขึ้นหลังจากสัตว์กินอาหารเข้าไป ความร้อนส่วนนี้ประกอบด้วย ความร้อนที่เกิดจากการทำงานของระบบย่อยอาหาร การหมักของอาหาร ความร้อนที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร ความร้อนส่วนนี้จะสูญเปล่าในกรณีที่สภาพแวดล้อมอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่สัตว์อยู่สบาย (comfort zone) แต่ในกรณีที่สัตว์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่สัตว์อยู่สบาย ความร้อนส่วนนี้จะใช้ประโยชน์ในการรักษาร่างกายให้อบอุ่นและถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีพ

2.8 พลังงานใช้ประโยชน์สุทธิ (net energy ; NE) เป็นพลังงานที่สัตว์ใช้เพื่อการดำรงชีพ (maintenance) และใช้เพื่อการให้ผลผลิตและกิจกรรม (production และ activity) ซึ่งพลังงานใช้ประโยชน์สุทธิมีค่าเท่ากับ ผลต่างของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้กับพลังงานความร้อนที่สูญเสียไปในรูปของความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญในร่างกาย ซึ่งหาได้ดังสมการ

$$ANE \text{ (apparent net energy)} = AME - HI$$

$$TNE \text{ (true net energy)} = TME - HI$$

ในการประเมินค่าพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์ของสัตว์ปีก สามารถหาได้หลายแบบ แต่โดยทั่วไปนิยมใช้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ในการคำนวณประกอบสูตรอาหารสัตว์ (อุทัย, 2529)เพราะสัตว์จะไม่สามารถใช้พลังงานในอาหารได้ทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากโภชนะที่ให้พลังงานบางส่วนไม่สามารถถูกย่อยและดูดซึมเป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้ ส่วนที่ย่อยไม่ได้จะถูกขับถ่ายออกมาทางอุจจาระและไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ถึงแม้ส่วนที่ถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกายแล้วยังมีพลังงานบางส่วนถูกขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ ฉะนั้นการคำนวณสูตรอาหารสัตว์ปีกและสุกรจึงควรพิจารณาจากค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ เสาวนิต (2538) กล่าวว่าพลังงานย่อยได้ ในสัตว์ปีกนั้นหาได้ยากมาก เนื่องจากสัตว์ปีกขับถ่ายปัสสาวะออกมาในรูปกรดยูริค ซึ่งจะถ่ายออกมารวมกับอุจจาระ ทำให้แยกอุจจาระกับปัสสาวะออกจากกันได้ยาก ดังนั้น จึงนำมาหาพลังงานย่อยได้ในสัตว์ปีกได้ยาก และผิดพลาดได้ ส่วนการวัดพลังงานสุทธิ ต้องใช้ขั้นตอนที่ยุ่งยาก ใช้เวลานานและ

ใช้เงินสูง จึงไม่เป็นที่นิยม ดังนั้นค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้จึงเป็นค่าพลังงานที่เหมาะสำหรับที่จะใช้ในการคำนวณสูตรอาหารสัตว์

3. ความสำคัญของการประเมินพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์

บุญล้อม (2532) รายงานว่า ในการสร้างสูตรอาหารสำหรับสัตว์ เราจะต้องทราบความต้องการทางโภชนะของสัตว์นั้นและเลือกวัตถุดิบมาใช้ ซึ่งโดยทั่วไปโภชนะที่เราจะพิจารณาเป็นอันดับแรก ๆ คือ พวกที่ให้พลังงาน การที่เราคำนึงถึงพลังงานเป็นอันดับแรกเพราะ

1.เป็นปัจจัยหลักที่สัตว์ต้องการมากเพื่อการดำรงชีพ และให้ผลผลิต

2.พลังงานเป็นต้นทุนส่วนใหญ่ในอาหาร

3.ปริมาณอาหารที่สัตว์กินขึ้นอยู่กับปริมาณของพลังงานที่สัตว์ได้รับ และปัจจัยด้านอื่นๆ

4.การเพิ่มพลังงานในอาหารขึ้นจะทำให้สัตว์สะสมไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้น ความต้องการเกลือแร่ และวิตามินที่เกี่ยวข้องกับเอ็นไซม์ในการสังเคราะห์ไขมันก็จะเพิ่มขึ้น จึงทำให้สัตว์มีโอกาสขาดสารอาหารดังกล่าว

4. วิธีการประเมินพลังงานใช้ประโยชน์ได้

4.1 วิธีการประเมินพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยใช้สมการทำนายค่า วิธีการนี้จะใช้ค่าส่วนประกอบทางเคมี ไปหาสหสัมพันธ์กับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ แล้วทำการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ มีผู้ที่ทำการประเมินพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยใช้สมการทำนายค่าหลายท่าน และได้เสนอสมการทำนายค่าดังนี้

Carpenter และ Clegg (1956) อ้างโดย สุธา (2533) เสนอสมการทำนายค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (AME ; Kcal/kg)′ = 4.4 CP + 8.7 EE + 4 NFE โดย CP = %โปรตีน ; EE = %ไขมันรวม และ NFE = %ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกซ์

Wiseman (1987) อ้างโดย พันทิพา (2539) เสนอสมการทำนายค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME ; Kcal/kg) = 35.2 CP + 78.5 EE + 41.0 S + 35.5 Su โดย S = %แป้ง ; Su = %น้ำตาล

ประภากร (2535) เสนอสมการทำนายค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในเป็ด (AME ; Kcal/kg) = 936.4775+ 27.266CP + 29.620EE -82.977CF + 31.196 NFE โดยที่ CP = %โปรตีน ; EE=%ไขมัน ; CF=%เยื่อใย ; NFE=%คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย

Sibbald (1975) อ้างโดย Sibbald และ คณะ (1980) รายงานว่ามีวิธีการประเมินพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยการวิเคราะห์ทางเคมีหลายวิธี แต่การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยการวิเคราะห์ทางเคมีในวัตถุดิบแต่ละชนิดจะให้ประสิทธิภาพดีกว่าในวัตถุดิบหลายชนิดรวมกันหรืออาหารผสม ซึ่งสุธา (2533) รายงานว่า มีนักวิทยาศาสตร์ทางด้านอาหารสัตว์ทำสมการการคำนวณหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้หลายท่าน ซึ่งสมการต่าง ๆ ก็สามารถนำมาใช้ได้ แต่ผู้ที่ใช้ควรจะเลือกใช้ให้เหมาะสม และทราบถึงความผันแปรของข้อมูลที่ได้จากการใช้สมการนั้น ๆ

4.2 วิธีการประเมินพลังงานใช้ประโยชน์ได้ โดยทดสอบกับตัวสัตว์โดยตรง

4.2.1 การประเมินพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยวิธีปกติ (conventional method) Schneider และ Flatt (1975) อ้างโดย สุธา (2533) ได้อธิบายถึงการวิเคราะห์หาโดยวิธีปกติ พอสรุปได้ดังนี้คือ ทำการคัดเลือกสัตว์ทดลองที่มีอายุ ขนาด น้ำหนัก ใกล้เคียงกัน และมีสุขภาพดี โดยปกตินิยมใช้สัตว์เพศผู้ที่โตเต็มวัย การให้อาหารจะต้องให้อย่างน้อย 1 สัปดาห์ ก่อนที่จะทำการเก็บมูล ระยะนี้เรียกว่าระยะก่อนการทดลอง จากนั้นจะถึงระยะทดลองจริง และเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงสามารถที่จะผันแปรไปตามชนิดของสัตว์ ในสุกรและสัตว์ปีก ควรใช้เวลาในแต่ละช่วงนาน 4 - 7 วัน

4.2.2 การประเมินพลังงานใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง (true metabolizable energy ; TME) Sibbald (1976) ได้เสนอการหาพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ที่เรียกว่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง โดยการใช้ไก่เพศผู้อดอาหาร 24 ชั่วโมง แล้วให้กินอาหารทดสอบ 40 กรัม เมื่อครบ 24 ชั่วโมง เก็บสิ่งขับถ่ายทั้งหมด โดยใช้อุปกรณ์เก็บมูล ไปวิเคราะห์หาพลังงานของสิ่งขับถ่าย ทำการอดอาหารต่ออีก 24 ชั่วโมงเก็บสิ่งขับถ่ายทั้งหมดเมื่อไม่ได้รับอาหารไปวิเคราะห์ และนำไปคำนวณค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง ดังสมการของ Sibbald (1982)

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

IE = พลังงานรวมของอาหารที่ได้รับทั้งหมด

$(F_fE + U_fE)$ = พลังงานรวมของสิ่งขับถ่ายในช่วงได้รับอาหารทั้งหมด

$(F_mE + U_eE)$ = พลังงานรวมของสิ่งขับถ่ายในช่วงอดอาหารทั้งหมด

Hartel (1986) กล่าวว่า ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME) โดยการหาแบบวิธีปกติ (conventional method) จะใกล้เคียงกับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง (TME) โดยวิธีของ Sibbald (1976)

อายุของไก่ที่มีผลต่อการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้(TME)

Sibbald (1978) ได้ทำการศึกษาค่า TME ของอาหารในไก่กระทงที่มีอายุต่าง ๆ กัน คือ 24 , 38 , 53 วัน และไก่ที่โตเต็มวัย เขาพบว่า ค่า TME ที่ได้จะเพิ่มขึ้นตามอายุไก่ที่เพิ่มขึ้น แต่ Muztar และคณะ (1977) ซึ่งได้ศึกษาผลของอายุที่มีต่อค่า TME ในไก่อายุ 10 เดือนกับ 2 ปี พบว่า ค่า TME ที่ได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและให้ข้อเสนอแนะว่า เมื่อสัตว์โตเต็มวัยแล้วอายุที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลกระทบต่อค่า TME ของอาหาร

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้

การเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในการประเมินคุณค่าทางโภชนาการโดยการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรงนั้น Ostroski-Meissner (1984) รายงานว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) นั้นสามารถใช้วัตถุดิบเดี่ยว ๆ ได้โดยไม่ต้องผสมกับอาหารชนิดอื่น ๆ เลย และไม่ทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้เปลี่ยนแปลง

วิธีการเก็บมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์หาพลังงานใช้ประโยชน์ได้

วิธีการเก็บมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์หาพลังงานใช้ประโยชน์ได้มี 2 วิธีคือ

1. การเก็บมูลและปัสสาวะ (excreta) เพียงบางส่วน เป็นการเก็บมูลและปัสสาวะ โดยใช้อินดิเคเตอร์ใส่ลงไปในอาหารเพื่อใช้หาการย่อยได้ของอาหาร และนำไปวิเคราะห์หาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ซึ่ง Hill และ Anderson (1958) ได้ทำการหา ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยใช้อินดิเคเตอร์ โดยให้ไก่ทดลองได้รับอาหารเปรียบเทียบซึ่งมีกลูโคสเป็นส่วนประกอบที่สูง กินอาหารเป็นเวลา 10 วัน และเก็บมูล 4 วันสุดท้ายของการให้อาหารเป็นไก่กลุ่มที่ 1 ส่วนไก่ทดลองอีกกลุ่มหนึ่งได้รับอาหารที่จะทำการทดสอบแทนกลูโคสในระดับร้อยละ 30 - 40 เรียกอาหารนี้ว่าอาหารทดสอบทำการให้อาหารและเก็บมูลเหมือนกับกลุ่มที่ได้รับอาหารเปรียบเทียบ ในอาหารแต่ละชุดจะใส่โครมิกออกไซด์ร้อยละ 0.1 - 0.2 เพื่อใช้หาการย่อยได้ของอาหารแล้วนำไปคำนวณหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์

2. การเก็บมูล และปัสสาวะ (excreta) ทั้งหมด เป็นการเก็บมูล และปัสสาวะทั้งหมดของไก่ทดลองขณะทำการทดลองแล้วนำไปวิเคราะห์หาพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ซึ่ง Han และคณะ (1976) รายงานว่าถ้าทำการเก็บสิ่งขับถ่ายทั้งหมดมาวิเคราะห์จะทำให้สะดวก และแม่นยำกว่าการใช้โครมิกออกไซด์เป็นอินดิเคเตอร์

5. ความต้องการพลังงานและผลของพลังงานในไก่กระทง

การศึกษาความต้องการพลังงานในอาหารไก่กระทง ได้มีผู้ทำการศึกษา และรายงานไว้ในหลายระดับแตกต่างกันไป โดยวรวิทย์ (2520) รายงานว่า ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์อาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไก่กระทงควรเป็นอาหารทีมีพลังงานใช้ประโยชน์ 3,006 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และมีโปรตีนร้อยละ 24 ในช่วง 4-8 สัปดาห์ควรเป็นอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ 3,197 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และมีโปรตีนร้อยละ 22 Holsheimer และ Ruesink (1993) รายงานว่า ในช่วง 0-14 วัน ไก่กระทงควรได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ 3,250 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โปรตีนร้อยละ 22 หรือมีพลังงานใช้ประโยชน์ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โปรตีนร้อยละ 20.3 Khoo (1975) รายงานว่าในสภาพแวดล้อมของมาเลเซีย อาหารขุนของไก่กระทงไม่ควรมีพลังงานใช้ประโยชน์ต่ำกว่า 3,100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และมีโปรตีนร้อยละ18 ก็เพียงพอ ส่วน NRC (1994) แนะนำว่าไก่กระทงในทุกช่วงอายุ (0-3, 3-6 และ6-8 สัปดาห์) ควรได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และมีโปรตีนร้อยละ 23, 20 และ 18 ในแต่ละช่วงอายุตามลำดับ

Summer และคณะ (1992) ได้ทดลองใช้อาหารที่มีพลังงาน 3 ระดับ คือ 3,050 2,800 และ 2,650 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมเลี้ยงไก่กระทงพบว่า การใช้อาหารที่มีพลังงานสูงเลี้ยงไก่กระทงจะทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และน้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ยต่อวันดีกว่าอาหารพลังงานต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Izevbigi และ Robbins (1988) ที่รายงานว่าอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์สูงจะทำให้ระยะเวลาเลี้ยงเพื่อให้ไก่มีน้ำหนัก 2.05 กิโลกรัมสั้นกว่าอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ต่ำ ซึ่งอาวุธ (2538) รายงานว่า ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำจะกินอาหารมากกว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูง ปริมาณอาหารที่กินจะถูกกำหนดโดยระดับพลังงานในอาหารซึ่งวัดในรูปกิโลแคลอรีของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ไก่กินเข้าไปต่อวัน ค่อนข้างจะคงที่มากกว่าปริมาณการกินอาหารทั้งหมด

6. ผลของการลดระดับโปรตีนในอาหารและการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์

อุทัย (2529) รายงานว่าสูตรอาหารที่คำนวณให้มีโปรตีนเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ มักจะมีระดับของกรดแอมิโนชนิดต่าง ๆ สูงกว่าความต้องการของสัตว์ซึ่งจะทำให้สูญเสีย การลดส่วนเกินของกรดแอมิโนให้น้อยลงอาจจะทำได้โดยการลดระดับโปรตีนในสูตรอาหารลงร้อยละ 2 – 4 และหากมีกรดแอมิโนตัวใดตัวหนึ่งมีระดับต่ำกว่าความต้องการ ก็เสริมด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์ให้เพียงพอกับความต้องการ

การใช้อาหารที่มีโปรตีนต่ำเสริมด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์เลี้ยงไก่กระทงมีผู้ทำการทดลองหลายท่าน โดยStilborn และ Waldroup (1989) รายงานว่า อาหารไก่กระทงช่วงอายุ 3 – 6 สัปดาห์ ที่มีโปรตีนร้อยละ 14 เสริมกรดแอมิโนที่ต่ำกว่าความต้องการด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์มีประสิทธิภาพการผลิตไก่กระทงไม่แตกต่างกับอาหารไก่กระทงที่มีโปรตีนร้อยละ 20 ที่เสริมด้วยเมทไธโอนีนเพียงอย่างเดียว Pinchasov และคณะ (1990) รายงานว่า อาหารไก่กระทงที่มีระดับโปรตีนต่ำเสริมด้วยเมทไธโอนีน และไลซีนจะให้ผลเหมือนกับอาหารที่มีระดับของโปรตีนในระดับปรกติโดยที่กรดแอมิโนจำกัดตัวที่ 3 (อาร์จีนีน) มีอยู่ในปริมาณที่เพียงพอ Han และคณะ (1992) ทำการเลี้ยงไก่กระทงโดยใช้อาหารที่มีโปรตีน 2 ระดับ คือร้อยละ 23 และ 19 พบว่าอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 23 ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 19 แต่เมื่อทำการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ (DL-Met , L-Lys , L-Arg , L-Val และ L-Thr) ในอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 19 ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของทั้ง 2 กลุ่ม (ร้อยละ 19 และ 23) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Waldroup และคณะ (1976) ว่า การเพิ่มประสิทธิภาพของอาหารไก่กระทงที่มีโปรตีนต่ำสามารถทำได้โดยการเพิ่มกรดแอมิโนสังเคราะห์ในอาหารเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการผลิตไก่กระทงดีขึ้น

Parr และ Summer (1991) ทดลองใช้อาหารที่มีโปรตีนต่ำ (ตั้งแต่ร้อยละ 16.5 - 21) ที่เสริมด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์ เปรียบเทียบกับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 23 (ตามคำแนะนำของ NRC ; 1984) เลี้ยงไก่กระทง พบว่าอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของไก่กลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำที่เสริมด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์กับไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 23 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างไรก็ตามมีผู้ทำการทดลองหลายท่านพบว่าอาหารที่มีโปรตีนต่ำเกินไปเสริมด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์ มีประสิทธิภาพต่ำกว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง เช่น Fancher และ Jensen (1989) ทดลองเลี้ยงไก่กระทงอายุ 7 – 21 วัน ที่ใช้อาหารที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 17.8 เสริมด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์เพื่อให้กรดแอมิโนเพียงพอกับความต้องการที่ NRC (1984) แนะนำ เปรียบเทียบกับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 24.5 พบว่า อาหารที่มีโปรตีนต่ำจะทำให้ทั้งอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำกว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองโดย Edmonds และคณะ (1985) ที่ใช้อาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 16 เสริมด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์เลี้ยงไก่กระทงเปรียบเทียบกับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 24 พบว่า อาหารที่มีโปรตีนต่ำจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไก่กระทงด้อยกว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง

7. ความต้องการไลซีน และผลของไลซีนในไก่กระทง

การศึกษาความต้องการไลซีนในไก่กระทงได้มีรายงาน และแนะนำไว้ในหลายระดับ โดย NRC (1984) แนะนำว่า ไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3, 3-6 และ 6-8 สัปดาห์ควรได้รับไลซีนในระดับ 1.20, 1.00 และ 0.85 % ตามลำดับ ต่อมา NRC (1994) แนะนำว่า ไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3, 3-6 และ 6-8 สัปดาห์ควรได้รับไลซีนในระดับ 1.10, 1.00 และ 0.85 % ตามลำดับ

วรวิทย์ (2520) รายงานว่า ระดับของไลซีนในอาหารมีผลต่อประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเพียงเล็กน้อยแต่ก็มีแนวโน้มที่ว่าเมื่อระดับของไลซีนในอาหารสูงขึ้นประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารของไก่จะดีขึ้นเล็กน้อย แต่ Han และ Baker (1993) ทดลองเสริมไลซีนจากร้อยละ 1.5 หรือ 1.6 ในสูตรอาหาร เป็นร้อยละ 3.0 หรือ 3.2 พบว่าการเสริมไลซีนเป็นสองเท่าไม่สามารถทำให้อัตราการเจริญเติบโต และปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Sibbald และ Wolynetz (1986) รายงานว่า อาหารที่มีไลซีนเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้โปรตีนในซากของไก่กระทงสูงขึ้น และไขมันในซากลดลง ซึ่ง Scott และคณะ (1982) รายงานว่าไลซีนจะพบในระดับสูงในกล้ามเนื้อของสัตว์ปีก

Moran และคณะ (1990) รายงานว่า ผลของการเสริมไลซีน 3 ระดับคือร้อยละ 0.85, 0.95 และ 1.05 ในอาหารไก่กระทงที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ 3,230 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โปรตีนร้อยละ 19.4 เลี้ยงไก่กระทงแยกเพศในช่วง 28-48 วัน พบว่าทั้งในเพศผู้และเพศเมียที่ได้รับไลซีนในระดับร้อยละ 1.05 จะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนในซากเย็นสูงที่สุดแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีไขมันในซากต่ำที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และพบว่าเมื่อระดับของไลซีนเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ซากเย็นของหน้าอก ตะโพก และหลังสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Holsheimer และ Ruesink (1993) รายงานว่า ไก่กลุ่มที่ได้รับไลซีนในระดับสูง (1.30%) จะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอกสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับไลซีนในระดับปรกติ (1.15%)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและการใช้ประโยชน์ของพลังงาน รวมทั้งการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดในไก่กระทง

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ และไลซีนในระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหารที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไก่กระทง

บทที่ 2

การทดลอง

การทดลองที่ 1 : การประเมินคุณค่าทางโภชนาการและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด

วัตถุประสงค์ : เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการโดยศึกษาส่วนประกอบทางเคมี พลังงานใช้ประโยชน์ได้และการย่อยได้ของกรดแอมิโนของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด เพื่อนำมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ

1. ไก่ทดลอง ไก่ที่นำมาทดลองเป็นไก่ไข่เพศผู้พันธุ์ไฮเซคบราวน์อายุประมาณ 10 เดือน มีน้ำหนักและขนาดใกล้เคียงกันคือ มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 2.23 -2.51 กิโลกรัม จำนวน 24 ตัว ของหมวดสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ทั่วไป ประกอบด้วย ปลายข้าว ข้าวโพด น้ำมันปาล์ม กากถั่วเหลือง ปลาป่น
3. กรดกำมะถันเข้มข้น 0.05 โมลาร์
4. น้ำกลั่น

อุปกรณ์

1. โรงเรือนและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ทดลอง
2. กรงทดลองขนาด 30 x 46 x 50 เซนติเมตร
3. อุปกรณ์เก็บมูลซึ่งประกอบด้วย
   - อุปกรณ์เก็บมูลตามแบบของSibbald (1986) (ภาพแสดงในภาคผนวก)
   - ถาดอลูมิเนียมขนาด กว้าง 31 ซ.ม. ยาว 54 ซ.ม. สูง 6 ซ.ม.
   - ถุงพลาสติกใส
   - ขวดเก็บมูล

4. อุปกรณ์บังคับไก่สำหรับป้อนอาหาร ตามแบบของภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ภาพแสดงในภาคผนวก)

5. เครื่องวิเคราะห์หาพลังงาน (bomb calorimeter)

6. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน

7. เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย

8. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน

9. เตาเผา

10. เครื่องวิเคราะห์แคลเซียม

11. เครื่องวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

12. เครื่องวิเคราะห์กรดแอมิโน

13. ตู้อบ

14. เครื่องชั่ง

วิธีการทดลอง

1. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในห้องปฏิบัติการ

1.1 การประเมินจากส่วนประกอบทางเคมี (chemical analysis) โดยจะทำการวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis) ตามวิธีของ AOAC (1990) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ หาความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และคำนวณหาคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (nitrogen-free extract, NFE) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์จำนวน 5 ชนิดคือ จากแหล่งอาหารพลังงาน ได้แก่ ปลายข้าว ข้าวโพด และ น้ำมันปาล์ม จากแหล่งอาหารโปรตีน ได้แก่ กากถั่วเหลือง และ ปลาป่น

1.2 การวิเคราะห์หาแคลเซียม โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer (GBC 901)

1.3 การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส โดยใช้เครื่อง UV- visible spectrometer (Unicam UV 300)

1.4 การวิเคราะห์หากรดแอมิโน โดยใช้เครื่อง amino acid analyzer ของบริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ จำกัด

1.5 การวิเคราะห์หาพลังงาน โดยใช้เครื่อง autobomb adiabatic bomb calorimeter (Gallenkamp autobomb calorimeter CBA-350-K)

2. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการประเมินจากตัวสัตว์

ทำการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการประเมินจากตัวไก่ตามวิธีของ Sibbald (1976) โดยแบ่งไก่ที่นำมาทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นไก่กลุ่มที่ไว้สำหรับอดอาหาร จำนวน 4 ตัว

กลุ่มที่ 2 เป็นไก่กลุ่มที่กินปลายข้าว 50 กรัม จำนวน 4 ตัว

กลุ่มที่ 3 เป็นไก่กลุ่มที่กินข้าวโพด 50 กรัม จำนวน 4 ตัว

กลุ่มที่ 4 เป็นไก่กลุ่มที่กินกากถั่วเหลือง 50 กรัม จำนวน 4 ตัว

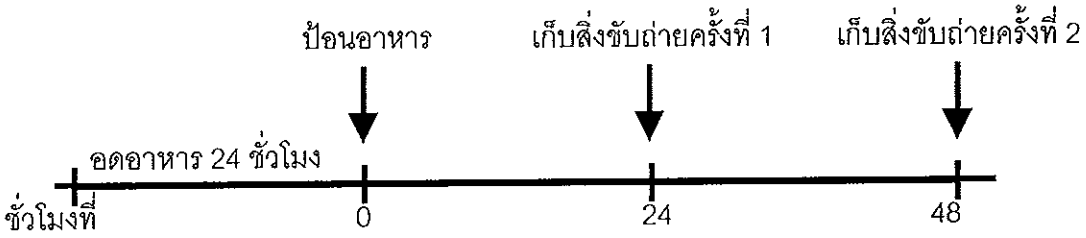
กลุ่มที่ 5 เป็นไก่กลุ่มที่กินปลาป่น 50 กรัม จำนวน 4 ตัว

กลุ่มที่ 6 เป็นไก่กลุ่มที่กินน้ำมันปาล์ม 20 กรัมผสมข้าวโพด 30 กรัม จำนวน 4 ตัว

การทดลองให้ไก่กินวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยวิธีการป้อน(แสดงในภาคผนวก) แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

1. ระยะปรับตัว (preliminary period) ใช้เวลา 7 วัน โดยใน 5 วันแรกให้ไก่กินอาหารผสมสำหรับไก่ไข่ของภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์(ตารางภาคผนวกที่ 1) ซึ่งมีโปรตีนรวมร้อยละ 15 และโภชนะต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับความต้องการของตัวสัตว์ โดยให้กินอย่างเต็มที่ หลังจากนั้นใช้เวลาอีก 2 วัน ทำการฝึกป้อนอาหารที่จะทดลองตามกลุ่มและปริมาณที่กำหนด เพื่อให้ไก่คุ้นเคยกับการป้อนอาหาร และเพื่อให้ไก่คุ้นเคยกับการใส่อุปกรณ์เก็บมูลในตลอดช่วงระยะปรับตัวนี้จะทำการใส่อุปกรณ์เก็บมูลตามแบบของSibbald (1986) ซึ่งในถุงมีกรดกำมะถันเข้มข้น 0.05 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ที่ใต้กรงทดลองเพื่อป้องกันมูลและปัสสาวะตกหล่นจึงใช้ถาดอลูมิเนียมซึ่งมีถุงพลาสติกรองบนถาดอลูมิเนียมรองรับอีกครั้งหนึ่ง

2. ระยะทดลอง (experimental period) ใช้เวลา 3 วันเพื่อเก็บข้อมูลจริง ทำการชั่งน้ำหนักไก่ทดลองทั้งหมดหลังจากนั้นจึงทำการอดอาหารไก่ทุกตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ขับถ่ายอาหารที่เหลือในระบบทางเดินอาหารออกให้หมด เมื่อครบ 24 ชั่วโมงทำการป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิดให้กับไก่ทดลองทุกตัว แล้วทำการใส่อุปกรณ์เก็บมูลตามแบบของSibbald (1986) ซึ่งในถุงมีกรดกำมะถันเข้มข้น 0.05 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ตามวิธีการที่แนะนำโดย Suwit และ Tasaki (1984) ที่ใต้กรงทดลองเพื่อป้องกันมูลและปัสสาวะตกหล่นจึงใช้ถาดอลูมิเนียมซึ่งมีถุงพลาสติกรองบนถาดอลูมิเนียมรองรับอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นนำไปขังในกรงขังเดี่ยวเพื่อทำการเก็บมูลและปัสสาวะ ทำการเก็บมูลและปัสสาวะครั้งที่ 1 หลังจากให้วัตถุดิบ (โดยการป้อน) จนครบ 24 ชั่วโมง ครั้งที่ 2 ทำการเก็บมูลและปัสสาวะที่ชั่วโมงที่ 48 หลังจากป้อนอาหารดังแสดงในแผนภาพที่ 2 เมื่อเก็บมูลและปัสสาวะเสร็จสิ้นจึงชั่งน้ำหนักไก่ทดลองอีกครั้ง



ภาพที่ 2 ระยะเวลาในการป้อนอาหารและเก็บสิ่งขับถ่ายของไก่ทดลอง

เมื่อเก็บมูลและปัสสาวะของไก่ทดลองทุกตัวแล้ว ทำการเก็บขนและสิ่งปลอมปนที่ปนอยู่ในถุงพลาสติกออกให้หมด หลังจากนั้นจึงถ่ายมูลและปัสสาวะของไก่ทดลองแต่ละตัวในแต่ละวันลงในถุงพลาสติกที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 65 - 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 – 72 ชั่วโมง หลังจากแห้งจึงนำมาตั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักและเก็บในขวดเก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็นเพื่อนำไปวิเคราะห์หา ความชื้น โปรตีนรวม กรดแอมิโน และพลังงานของมูล นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ไปคำนวณหาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง การใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโน และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ดังสมการ

1. การย่อยได้ของโภชนะ (ร้อยละ) (เสาวนิต ,2538)

$$\text{การย่อยได้ของโภชนะ} = \frac{(\text{ปริมาณโภชนะที่สัตว์ได้รับ} - \text{ปริมาณโภชนะในมูล})}{\text{ปริมาณโภชนะที่สัตว์ได้รับ}} \text{ X100}$$

2. การใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโน (ร้อยละ) (Likuski และ Dorrell ,1978)

2.1 การใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ (apparent amino acids availability : AAAA)

$$AAAA = \frac{(AA_c - AA_v)}{AA_c} \text{ X100}$$

2.2 การใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง (true amino acids availability: TAAA)

$$TAAA = \frac{[AA_c - (AA_v - AA_{vf})]}{AA_c} \quad X100$$

3. ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Sibbald , 1989)

3.1 ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (apparent metabolizable energy : AME)

$$AME\ (cal/g) = \frac{(Fi \times GEf) - (E \times GEe)}{Fi}$$

3.2. ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (apparent metabolizable energy corrected to zero nitrogen balance : AME_n)

$$AME_n\ (cal/g) = \frac{[\ (Fi \times GEf) - (E \times GEe)\ ] - (NR \times K)}{Fi}$$

3.3 ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (true metabolizable energy : TME)

$$TME\ (cal/g) = \frac{[\ (Fi \times GEf) - (E \times GEe)\ ] + (F_mE + U_eE)}{Fi}$$

3.4 ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจน (true metabolizable energy corrected to zero nitrogen balance :TME_n)

$$TME_n\ (cal/g) = \frac{[(Fi \times GEf)-(E \times GEe)-(NR \times K)] + [(F_mE+U_eE)+(NRoxK)]}{Fi}$$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในห้องปฏิบัติการ

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยวิธีการวิเคราะห์โดยวิธีประมาณ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานรวม (gross energy :GE) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมี แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานรวมของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ส่วนประกอบ	วัตถุดิบอาหารสัตว์				
	ปลายข้าว	ข้าวโพด	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น	น้ำมันปาล์ม
ส่วนประกอบทางเคมี (ร้อยละของสภาพที่สัตว์กิน; as fed basis)					
วัตถุแห้ง	88.066	88.250	88.256	89.254	99.400
โปรตีนรวม	6.720	8.210	44.390	53.480	-
ไขมัน	1.870	4.170	2.200	7.320	99.400
เยื่อใยรวม	3.550	3.280	6.220	0.890	-
คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย	73.826	71.430	28.756	0.024	-
เถ้า	2.100	1.160	6.690	27.540	-
แคลเซียม	0.025	0.005	0.400	7.550	-
ฟอสฟอรัส	0.240	0.190	0.640	3.150	-
พลังงานรวม (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมของวัตถุแห้ง : dry matter basis)					
วัตถุแห้ง	4,297±21.56	4,572±12.09	4,220±10.14	4,884±7.16	9,204±8.22

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ส่วนประกอบทางเคมีโดยประมาณของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าสามารถจำแนกประเภทของวัตถุดิบอาหารสัตว์ออกเป็นกลุ่ม ๆ คือ วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของพลังงาน ได้แก่ ปลายข้าว ข้าวโพด น้ำมันปาล์ม เพราะมีพลังงานสูงแต่โปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 16 และวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของโปรตีน ได้แก่ กากถั่วเหลือง ปลาป่น เพราะเป็นวัตถุดิบที่ให้โปรตีนในระดับสูงกว่าร้อยละ 16

ปริมาณของแคลเซียมและฟอสฟอรัส พบว่ามีปริมาณของแคลเซียมและฟอสฟอรัสของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มาจากพืชจะมีค่าต่ำกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มาจากสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับพันทิพา (2539) ที่รายงานว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์จากพืชส่วนใหญ่ปริมาณของแคลเซียมจะน้อยกว่าร้อยละ 1 และฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะน้อยกว่าร้อยละ 1.5 และวัตถุดิบอาหารสัตว์จากสัตว์ ส่วนใหญ่ปริมาณของแคลเซียมจะมากกว่าร้อยละ 1 และฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะมากกว่าร้อยละ 1.5

ในการวิเคราะห์หาพลังงานรวมของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 4 ชนิด คือ ปลายข้าว ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่นพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 4,220 - 4,884 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โดยปลาป่นมีค่าพลังงานรวมสูงที่สุด รองลงมา คือข้าวโพด ปลายข้าว และกากถั่วเหลือง ตามลำดับ ส่วนน้ำมันปาล์มมีค่าพลังงานรวมเท่ากับ 9,204 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

กรดแอมิโนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ พบว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน ได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง จะมีกรดแอมิโนสูงกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของพลังงาน ได้แก่ ปลายข้าว ข้าวโพด ซึ่งผลการวิเคราะห์หากรดแอมิโน (ตารางที่ 2) จากการทดลองจะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์กรดแอมิโนรวมในวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มที่เป็นแหล่งของพลังงาน คือ ข้าวโพดมีปริมาณกรดแอมิโนโดยรวม (ร้อยละ 6.614) สูงกว่าในปลายข้าว (ร้อยละ 5.471) ส่วนวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มที่เป็นแหล่งของโปรตีน คือ ปลาป่นมีปริมาณกรดแอมิโนโดยรวม (ร้อยละ 40.240) สูงกว่าในกากถั่วเหลือง (ร้อยละ 36.733) แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกรดแอมิโนรายตัวพบว่า ในปลาป่นมีปริมาณของทรีโอนีน โปรลีน ไกลซีน อลานีน วาลีน เมทไธโอนีน ไอโซลูซีน ลูซีน และไลซีน สูงกว่าในกากถั่วเหลือง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์กรดแอมิโนในวัตถุดิบอาหารสัตว์

กรดแอมิโน	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	ปลายข้าว	ข้าวโพด	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น
	ร้อยละของวัตถุแห้ง			
กรดแอสปาติก	0.575	0.544	4.909	4.510
ทรีโอนีน	0.223	0.274	1.522	1.976
เซอรีน	0.311	0.383	2.252	1.919
กรดกลูตามิก	1.079	1.256	7.926	6.541
โปรลีน	0.218	0.521	1.960	2.030
ไกลซีน	0.283	0.380	1.912	3.224
อลานีน	0.370	0.545	1.763	3.071
ซีสตีน	0.182	0.219	0.652	0.484
วาลีน	0.321	0.337	1.593	1.928
เมทไธโอนีน	0.170	0.156	0.500	1.246
ไอโซลูซีน	0.222	0.200	1.359	1.647
ลูซีน	0.508	0.732	3.056	3.434
ฟีนิลอะลานีน	0.316	0.332	2.047	1.891
ไลซีน	0.232	0.303	2.149	3.595
อาร์จีนีน	0.461	0.432	3.133	2.744
รวมกรดแอมิโน	5.471	6.614	36.733	40.240

2. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการประเมินจากตัวสัตว์

2.1 ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง

ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงในวัตถุดิบอาหารสัตว์ (ตารางที่ 3) จากการทดลอง พบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และจากผลการทดลองจะเห็นว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของพลังงาน ซึ่งได้แก่ ปลายข้าว ข้าวโพด และน้ำมันปาล์มจะมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน ซึ่งได้แก่ กากถั่วเหลือง และปลาป่น

ตารางที่ 3 ปริมาณอาหารที่กินในสภาพวัตถุแห้ง (กรัม/ตัว) , ปริมาณมูลและปัสสาวะที่ 24 และ 48 ชั่วโมงในสภาพวัตถุแห้ง (กรัม/ตัว) และการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่ 24 และ 48 ชั่วโมงของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

วัตถุดิบ	ปริมาณ	ปริมาณมูลและปัสสาวะ			การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริง[1/]	
อาหารสัตว์	อาหารที่กิน	0-24 ชม.	24-48 ชม.	0-48 ชม.	0-24 ชม.	0-48 ชม.
	(กรัม/ตัว)				(ร้อยละ)	
กลุ่มอดอาหาร	-	3.566±0.208	3.240±0.521	6.807±0.614	-	-
ปลายข้าว	44.033	4.269±0.471	3.062±0.761	7.331±0.363	98.40±1.07	98.81±0.83
ข้าวโพด	44.125	6.999±0.935	3.907±0.986	10.906±1.058	92.22±2.12	90.71±2.40
กากถั่วเหลือง	44.128	21.446±1.453	3.241±0.196	24.687±1.312	59.48±3.29	59.48±2.97
ปลาป่น	44.627	18.308±3.064	5.506±3.233	23.814±1.617	66.97±6.87	61.89±3.62
น้ำมันปาล์ม						
ผสมข้าวโพด[2/]	46.475	7.058±1.152	2.478±0.687	9.536±0.807	92.49±2.48	94.13±1.74
น้ำมันปาล์ม	19.880	5.007±1.197	2.289±0.909	7.295±1.049	92.75±6.02	97.54±5.28

หมายเหตุ 1/ ความแตกต่างของการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงที่ 0-24 ชม. กับ 0-48 ชม. ทดสอบโดยใช้ t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

2/ เป็นค่าการย่อยได้ของข้าวโพดผสมน้ำมัน

ถ้าจะพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้งจะพบว่าขึ้นอยู่ปัจจัยต่างๆ หลายประการ เช่น ปริมาณของเยื่อใย และเถ้า ที่ประกอบอยู่ในวัตถุดิบชนิดนั้น ๆ ซึ่ง Raharjo และ

Farrell (1984) รายงานว่า อาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยอยู่ในระดับสูงจะมีการดูดซับน้ำในขณะที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารเข้าไปรวมกับเยื่อใยมากขึ้น มีผลทำให้อาหารเคลื่อนที่เร็วขึ้นซึ่งจะทำให้อาหารบางส่วนไม่ถูกย่อย และเยื่อใยในอาหารยังห่อหุ้มส่วนประกอบภายในเซลล์ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทำให้ส่วนประกอบภายในเซลล์ไม่ถูกย่อยซึ่งทำให้การย่อยได้น้อยลง เช่น ในกากถั่วเหลืองมีเยื่อใยรวมสูงถึงร้อยละ 6.22 ส่วนข้าวโพดมีเยื่อใยรวมร้อยละ 3.28 ส่งผลให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งของกากถั่วเหลืองมีเพียงร้อยละ 59.48 ซึ่งต่ำกว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งของข้าวโพดที่มีค่าร้อยละ 90.71 นอกจากเยื่อใยจะเป็นตัวบ่งชี้การย่อยได้ของวัตถุแห้งยังพบว่าในส่วนของเถ้า ก็มีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง กล่าวคือ ในปลาป่นถึงแม้จะมีเยื่อใยอยู่ในระดับต่ำ คือ ร้อยละ 0.89 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเยื่อใยของปลายข้าว และข้าวโพด ก็น่าจะมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่าปลายข้าว และข้าวโพด แต่ปลาป่นกลับมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งต่ำกว่าปลายข้าว และข้าวโพด เนื่องจากปลาป่นมีส่วนของเถ้าอยู่สูงถึงร้อยละ 27.54 ซึ่งสัตว์สามารถย่อยเถ้าได้น้อย และเถ้าในวัตถุดิบอาหารสัตว์ยังมีผลไปขัดขวางการย่อยและดูดซึมของโภชนะมีผลทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลง (Muztar และคณะ , 1977) ส่งผลให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งในปลาป่นต่ำลงไปด้วย ส่วนคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายจะประกอบด้วยแป้ง และน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสัตว์ปีกสามารถย่อยแป้งได้ถึงร้อยละ 95 (Scott และคณะ 1982) ถ้าวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใดมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายอยู่สูงจะส่งผลให้วัตถุดิบชนิดนั้นมีค่าการย่อยได้สูงตามไปด้วย ดังนั้นการย่อยได้ของวัตถุแห้งของวัตถุดิบอาหารสัตว์ จะขึ้นอยู่กับส่วนของเยื่อใย และเถ้า

2.2 ค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโน

ค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ(ตารางที่ 4) อยู่ในช่วงร้อยละ 69.45 - 92.48 โดยวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน มีค่าใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณสูงกว่าวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงาน ส่วนค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงอยู่ในช่วงร้อยละ 83.32 – 94.71 ซึ่งค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงจะสูงกว่าค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ เพราะว่ากรดแอมิโนของมูลไม่ได้มีเฉพาะกรดแอมิโนที่มาจากอาหารเท่านั้น แต่จะมีกรดแอมิโนที่มาจากน้ำย่อยและผนังเซลล์ด้วย ดังนั้นเมื่อนำค่ามีกรดแอมิโนที่มาจากน้ำย่อยและผนังเซลล์มาหักออกจากมูล ทำให้ค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงมีค่าสูงขึ้นด้วย (พันทิพา 2538) เมื่อเปรียบเทียบค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณกับค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง พบว่าในวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน คือ ปลาป่น และ กากถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันน้อยมาก คือร้อยละ 2.23 และ 2.64 ตามลำดับ ส่วนความ

ตารางที่ 4 ค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ และค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่ 48 ชั่วโมง

กรดแอมิโน	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	ปลายข้าว	ข้าวโพด	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น
	ร้อยละของวัตถุแห้ง			
กรดแอสปาติก	79.18 (87.94)	75.45 (84.70)	93.15 (94.18)	92.23 (93.33)
ทรีโอนีน	62.67 (78.27)	66.90 (79.57)	88.16 (90.44)	93.76 (95.50)
เซอรีน	58.94 (72.81)	73.61 (84.84)	92.30 (94.21)	90.44 (92.65)
กรดกลูตามิก	81.92 (88.91)	85.55 (91.55)	94.12 (95.07)	94.43 (95.57)
โปรลีน	52.04 (68.63)	85.87 (92.79)	93.35 (95.19)	91.46 (93.22)
ไกลซีน	51.70 (76.88)	67.25 (85.98)	86.45 (90.17)	89.09 (91.27)
อลานีน	71.65 (80.38)	81.31 (87.22)	86.64 (88.47)	92.93 (93.97)
ซีสตีน	55.18 (87.53)	72.58 (99.41)	87.74 (96.75)	83.68 (95.69)
วารีน	71.27 (80.37)	75.57 (84.23)	88.41 (90.24)	93.14 (94.63)
เมทไธโอนีน	81.20 (100.0)	79.42 (100.0)	88.24 (96.30)	95.29 (98.48)
ไอโซลูซีน	62.50 (74.83)	58.09 (71.75)	86.41 (88.42)	88.21 (89.84)
ลูซีน	77.29 (84.80)	85.52 (90.72)	91.41 (92.66)	94.64 (95.74)
ฟีนิลลาลานีน	76.71 (79.50)	78.29 (80.94)	91.67 (92.10)	97.26 (97.72)
ไลซีน	75.82 (100.0)	73.43 (92.20)	90.57 (93.22)	96.38 (97.94)
อาร์จีนีน	83.64 (88.94)	86.97 (92.60)	95.93 (96.71)	94.21 (95.08)
เฉลี่ย	69.45 (83.32)	76.39 (87.90)	90.30 (92.94)	92.48 (94.71)

หมายเหตุ – ตัวเลขนอกวงเล็บคือค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ

- ตัวเลขในวงเล็บคือค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริง

แตกต่างระหว่างค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณ กับค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงในวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงานคือ ข้าวโพด และปลายข้าว มีความแตกต่างกันมาก คือร้อยละ 11.51 และ 13.87 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Parson และคณะ (1982) ที่รายงานไว้ว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนมีปริมาณกรดแอมิโนในระดับสูงกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงานและมีความสมดุลของกรดแอมิโนดีกว่า ส่งผลทำให้ความแตกต่างระหว่างค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณกับค่าการใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนน้อยกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงาน

2.3 **สมดุลไนโตรเจน**

ค่าสมดุลไนโตรเจนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 5 ชนิด (ตารางที่ 5) พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายทั้งหมดของไก่กลุ่มที่ไม่ได้รับอาหาร เท่ากับ 1.7 กรัม/ตัว/48 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าสูงกว่าของ Askbrant และ Khalili (1990) ที่รายงานว่าเมื่ออดอาหารไก่เพศผู้โตเต็มวัย พันธุ์ Single Comb White Leghorn มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.40 กิโลกรัมมีปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมาทางมูลและปัสสาวะเท่ากับ 1.10 กรัม/ตัว/48ชั่วโมง ค่าสมดุลไนโตรเจนที่ 24 ชั่วโมงของไก่กลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารจะมีค่าต่ำกว่าประมาณครึ่งหนึ่งของค่าสมดุลไนโตรเจนที่ 48 ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่าไก่กลุ่มที่อดอาหารจะขับถ่ายไนโตรเจนออกมาประมาณวันละ 0.89 กรัม ส่วนค่าสมดุลไนโตรเจนของไก่กลุ่มที่ได้รับวัตถุดิบอาหารชนิดต่าง ๆ ที่ 48 ชั่วโมง จะมีค่าต่ำกว่าค่าสมดุลไนโตรเจนที่ 24 ชั่วโมง ค่าสมดุลไนโตรเจนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 5 ชนิด พบว่า ปลาป่น มีค่าสมดุลไนโตรเจนสูงที่สุดซึ่งมีค่าเป็นบวก ส่วนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นมีค่าสมดุลไนโตรเจนเป็นลบ โดยค่าสมดุลไนโตรเจนที่มีค่ารองลงมาคือ กากถั่วเหลือง ข้าวโพด น้ำมันปาล์ม และ ปลายข้าว ตามลำดับ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ใช้ไก่ที่โตเต็มวัยแล้ว จึงไม่ควรมีการสะสมไนโตรเจน ดังนั้นสมดุลไนโตรเจนจึงควรเป็นศูนย์ โดย Lloyd และคณะ (1978) ได้อธิบายเกี่ยวกับสมดุลไนโตรเจนว่า ค่าสมดุลไนโตรเจนเป็นตัวบอกถึงค่าสมดุลของโปรตีนในร่างกาย เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกรดแอมิโน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนในขณะที่สัตว์โตเต็มที่แล้วไม่ควรมีการสะสมไนโตรเจนเกิดขึ้น แต่จากการทดลองส่วนใหญ่สมดุลไนโตรเจนเป็นลบ การที่สมดุลไนโตรเจนเป็นลบ เนื่องมาจากไก่ได้รับโปรตีนจากอาหารไม่เพียงพอ จึงทำให้ร่างกายสลายโปรตีนออกมามากทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมาสูงกว่าปริมาณไนโตรเจนที่กินเข้าไปทำให้ค่าสมดุลไนโตรเจนติดลบ

ตารางที่ 5 ปริมาณไนโตรเจนที่กิน ไนโตรเจนที่ขับถ่าย และค่าสมดุลไนโตรเจนของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ไนโตรเจนที่กิน	ไนโตรเจนที่ขับถ่าย			สมดุลไนโตรเจน	
		0-24 ชม.	24-48 ชม.	0-48 ชม.	0-24 ชม.	0-48 ชม.
กลุ่มอดอาหาร	-	0.891±0.05	0.809±0.130	1.700±0.15	-0.891±0.05^{A}	-1.700±0.15^{B}
ปลายข้าว	0.538	0.691±0.08	0.496±0.123	1.187±0.06	-0.154±0.08^{A}	-0.649±0.06^{B}
ข้าวโพด	0.657	0.727±0.10	0.406±0.102	1.133±0.11	-0.070±0.10^{A}	-0.476±0.11^{B}
กากถั่วเหลือง	3.551	3.146±0.21	0.475±0.029	3.622±0.19	+0.405±0.21^{a}	-0.07±0.19^{b}
ปลาป่น	4.278	1.796±0.30	0.540±0.317	2.336±0.16	+2.482±0.30^{a}	+1.942±0.16^{b}
น้ำมันปาล์ม						
ผสมข้าวโพด	0.394	0.761±0.12	0.267±0.074	1.028±0.09	-0.367±0.12^{a}	-0.634±0.09^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน (A , B) ของสมดุลไนโตรเจนภายในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ตัวอักษรที่ต่างกัน (a , b) ของสมดุลไนโตรเจนภายในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2.4 พลังงานใช้ประโยชน์ได้

พลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME, AME_n) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TME, TME_n) ดังแสดงในตารางที่ 6 จากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มที่เป็นแหล่งของพลังงาน จะมีค่าสูงกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มที่เป็นแหล่งของโปรตีน โดยน้ำมันปาล์มมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้สูงที่สุด รองลงมาคือ ข้าวโพด ปลายข้าว ปลาป่น และกากถั่วเหลือง ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันปาล์มมีไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งไขมันจะให้พลังงานเป็น 2.25 เท่าของคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน (เสาวนิต, 2538) จึงทำให้น้ำมันปาล์มมีค่าพลังงานในทุกรูปสูงกว่าวัตถุดิบอาหารชนิดอื่นที่ใช้ทดลอง ส่วนข้าวโพด และปลายข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงานมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ทุกรูปสูงกว่าปลาป่น และกากถั่วเหลือง เนื่องจากสัตว์ปีกมีความสามารถในการย่อยพวกคาร์โบไฮเดรตที่ย่อย

ตารางที่ 6 ค่าพลังงานรวม (GE) ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในรูปต่าง ๆ (AME , AMEn , TME และ TMEn) (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมของวัตถุแห้ง) ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ 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.
ปลายข้าว	4297	3853.84±60.8^{A}	3537.70±43.4^{B}	3882.51±48.1^{A}	3658.92±40.4^{B}	4111.87±60.8	4030.40±43.4	3974.21±48.1^{A}	3834.26±40.4^{B}
ข้าวโพด	4572	3970.08±67.7^{A}	3634.55±50.3^{B}	3983.19±55.7^{A}	3723.29±46.4^{B}	4227.57±67.7	4126.22±50.3	4074.70±55.7^{A}	3898.26±46.4^{B}
กากถั่วเหลือง	4220	2656.20±102.3^{a}	2419.64±95.7^{b}	2580.74±69.3^{a}	2432.74±69.3^{b}	2913.67±102.3	2911.27±95.7	2672.24±69.3	2607.70±69.3
ปลาป่น	4884	3486.33±281.1^{a}	3078.57±92.5^{b}	3029.10±227.9^{a}	2720.82±82.8^{a}	3740.93±281.1	3564.71±92.5	3119.57±227.9	2893.82±82.8
น้ำมันปาล์ม	9204	8320.70±95.7^{A}	7987.37±23.8^{B}	8472.35±54.1^{A}	8249.48±37.0^{B}	8892.22±95.7^{A}	9078.65±23.8^{B}	8675.45±54.1	8637.85±37.0
ร้อยละของพลังงานรวม (GE)									
ปลายข้าว	100	89.687	82.330	90.354	85.151	95.692	93.796	92.488	89.231
ข้าวโพด	100	86.835	79.500	87.121	81.437	92.467	90.250	89.123	85.264
กากถั่วเหลือง	100	62.943	57.337	61.155	57.648	69.044	68.987	63.323	61.794
ปลาป่น	100	71.383	63.034	62.021	55.709	76.596	72.988	63.873	59.251
น้ำมันปาล์ม	100	90.403	86.781	92.051	89.629	96.612	98.638	94.257	93.849

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน (A , B) ของค่าเฉลี่ยที่ 24 และ 48 ชั่วโมงของพลังงานแต่ละชนิดภายในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ($P<0.01$)

ตัวอักษรที่ต่างกัน (a , b) ของค่าเฉลี่ยที่ 24 และ 48 ชั่วโมงของพลังงานแต่ละชนิดภายในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)

ง่าย (NFE) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงานได้ดีกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีนซึ่งมี NFE อยู่ในระดับต่ำกว่า (สุธา, 2533)

การประเมินพลังงานในรูป AME และ AMEn พบว่า ในปลายข้าว ข้าวโพด และน้ำมันปาล์มที่ 24 ชั่วโมงมีค่าพลังงานสูงกว่าที่ 48 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนในกากถั่วเหลือง และปลาป่น พบว่ามีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่าการประเมินพลังงานในรูปดังกล่าวไม่ควรทำการเก็บมูลที่ 24 ชั่วโมง เพราะจะทำให้ไก่ทดลองยังขับอาหารออกมาจากระบบทางเดินอาหารไม่หมดสมบูรณ์ (Ostroski-Meisser,1982) ส่งผลทำให้ค่าพลังงานที่ 24 ชั่วโมงสูงกว่าที่ 48 ชั่วโมง

การประเมินพลังงานในรูป TME พบว่ามีเพียงน้ำมันปาล์มเท่านั้นที่มีค่า TME ที่ 24 ต่ำกว่าที่ 48 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่า TMEn พบว่าในปลายข้าวและข้าวโพดมีค่า TMEn ที่ 24 ชั่วโมงสูงกว่าที่ 48ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

การทดลองที่ 2 : การศึกษาระดับพลังงานที่เหมาะสมต่อการเติบโตและคุณภาพซากของไก่กระทง

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาระดับพลังงานที่เหมาะสมในสูตรอาหารที่ประกอบขึ้นจากข้อมูลส่วนประกอบทางเคมี พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (TME) และกรดแอมิโนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการทดลองที่ 1 มาทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และส่วนประกอบของซากไก่กระทง

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. ไก่กระทงคละเพศพันธุ์ CP707 อายุ 1 วัน จำนวน 640 ตัว
2. วัตถุดิบอาหารเพื่อทำการประกอบสูตรอาหารเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ทดลอง โดยใช้ข้าวโพด รำละเอียด รำสกัดน้ำมัน กากถั่วเหลือง ปลาป่น น้ำมันปาล์ม เปลือกหอย ไดแคลเซียมฟอสเฟต ดีแอล-เมทไธโอนีน แอล-ไลซีน เกลือ และพรีมิกซ์ โดยซื้อจากร้านขายวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
3. ถุงพลาสติก

อุปกรณ์

1. โรงเรือนและอุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่
2. เครื่องชั่ง
3. โรงฆ่าสัตว์
4. อุปกรณ์ในการฆ่าและชำแหละซาก
5. ห้องเย็น

วิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้ข้อมูลพื้นฐานจากการทดลองที่ 1 มาใช้ในการคำนวณเพื่อประกอบสูตรอาหารไก่ทดลอง โดยใช้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TME) ที่ 48 ชั่วโมงเนื่องจากการทดลองที่ 1 ใช้วิธีการของ Sibbald (1976) และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงที่ 24 กับ 48 ชั่วโมงไม่แตกต่างกัน ซึ่ง Hartel (1986) รายงานว่า ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME) โดยการหาแบบวิธีปกติ (conventional method) จะใกล้เคียงกับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์

ได้อย่างแท้จริง (TME) โดยวิธีของ Sibbald (1976) ดังนั้นจึงใช้ค่าส่วนประกอบทางเคมี มาประกอบสูตรอาหารให้มีโภชนะครบถ้วนตามความต้องการของไก่ ตามคำแนะนำของ NRC (1994)ยกเว้นระดับของพลังงานใช้ประโยชน์ (TME) จะใช้ 4 ระดับ คือ 3,400 3,200 3,000 และ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม สัตว์ทดลองใช้ไก่กระทงพันธุ์ CP707 คละเพศอายุ 1 วัน จำนวน 640 ตัว โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 40 ตัวตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ; CRD) แบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ ได้แก่ อาหารที่มีระดับของพลังงานที่ใช้ประโยชน์เป็น 3,400 3,200 3,000 และ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โดยแบ่งระยะการทดลองเป็น 3 ช่วง คือระยะไก่เล็ก (0-3 สัปดาห์) ระยะไก่เจริญเติบโต (3-6 สัปดาห์) และระยะขุน 6-8 สัปดาห์ อาหารไก่ทดลองช่วง 0-3 , 3-6 และ6-8 สัปดาห์ มีโปรตีนร้อยละ 23 , 20 และ18 ตามลำดับ สัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนของการทดลอง แสดงในตารางที่ 7 การให้น้ำและอาหารให้แบบเต็มที่ ทำวัคซีนตามโปรแกรมวัคซีนของหมวดสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวศาสตร์ (ดังแสดงในตารางภาคผนวก)

ตารางที่ 7 สัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนของการทดลองในช่วงต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2

อาหารทดลองสูตรที่	พลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสูตรอาหาร (TME) (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	ระยะการทดลอง					
		ช่วง 0 - 3 สัปดาห์		ช่วง 3 - 6 สัปดาห์		ช่วง 6 - 8 สัปดาห์	
		โปรตีนรวมในอาหาร (%)	สัดส่วนพลังงานต่อโปรตีน	โปรตีนรวมในอาหาร (%)	สัดส่วนพลังงานต่อโปรตีน	โปรตีนรวมในอาหาร (%)	สัดส่วนพลังงานต่อโปรตีน
1	2,800	23	122.78	20	139.42	18	152.38
2	3,000	23	130.79	20	148.56	18	163.89
3	3,200	23	139.83	20	158.68	18	176.93
4	3,400	23	147.60	20	166.53	18	187.14

ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองช่วงไก่อายุ 0-3 ,3-6 และ 6-8 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 8, 9 และ 10 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 2 ช่วงไก่อายุ 0-3 สัปดาห์ (ร้อยละ)

วัตถุดิบ	สูตรที่			
	1	2	3	4
ข้าวโพด	29.144	45.270	45.128	40.757
รำละเอียด*	29.220	9.918	5.613	5.233
กากถั่วเหลือง	34.920	37.155	38.343	39.248
ปลาป่น	3.000	3.000	3.000	3.000
น้ำมันปาล์ม	0.000	0.900	4.150	8.000
เปลือกหอย*	0.590	0.544	0.525	0.511
ไดแคลเซียมฟอสเฟต*	1.658	1.733	1.755	1.762
ดีแอลเมทไธโอนีน	0.168	0.180	0.186	0.189
เกลือ	0.300	0.300	0.300	0.300
วิตามิน 1/	0.500	0.500	0.500	0.500
แร่ธาตุ 2/	0.500	0.500	0.500	0.500
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000
ราคา/กิโลกรัม(บาท) 3/	6.30	6.71	7.79	9.04

หมายเหตุ * ใช้ข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีจาก อุทัย (2529)

1/ วิตามิน ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งวิตามิน 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินA 750,000 IU, วิตามิน D_3 150,000 ICU, วิตามินE 3,000 IU, วิตามินK 0.15 กรัม วิตามิน B_{12} 4 กรัม Biotin 2% 0.15 กรัม Choline Chloride 50% 260 กรัม Folic acid 0.11 กรัม Niacin 7 กรัม Pantothenic acid 2 กรัม วิตามิน B_6 0.7 กรัม วิตามิน B_2 0.72 กรัม วิตามิน B_1 0.36 กรัม

2/ แร่ธาตุ ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งแร่ธาตุ 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย MgO 99.503 กรัม $MnSO_4 . 5H_2O$ 16.493 กรัม $CuSO_4 . 5H_2O$ 3.142 กรัม $FeSO_4 . 7H_2O$ 32.038 กรัม ZnO 10.98 กรัม KI 0.046 กรัม Na_2SeO_3 0.036 กรัม

3/ จากการคำนวณโดยใช้ราคาเฉลี่ยของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2537) รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก

ตารางที่ 8 (ต่อ)

วัตถุดิบ	สูตรที่			
	1	2	3	4
โปรตีนจากการวิเคราะห์ (%)				
โปรตีน	22.81	22.94	22.89	23.04
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ				
TME (Kcal/kg)	2,800	3,000	3,200	3,400
โปรตีน (%)	23.00	23.00	23.00	23.00
เยื่อใย (%)	6.37	4.91	4.51	4.38
แคลเซียม (%)	1.00	1.00	1.00	1.00
ฟอสฟอรัส* (%)	0.45	0.45	0.45	0.45
ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ (%)				
เมทไธโอนีน	0.50	0.50	0.50	0.50
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.84	0.84	0.84	0.83
ฟีนิลอะลานีน	1.02	1.02	1.02	1.02
โปรลีน	1.03	1.07	1.07	1.06
ทรีโอนีน	0.79	0.79	0.79	0.79
วารีน	0.91	0.87	0.86	0.86
อาร์จีนีน	1.58	1.53	1.53	1.54
ไกลซีน+เซอรีน	2.01	2.10	2.13	2.13
ไอโซลูซีน	0.75	0.72	0.72	0.72
ลูซีน	0.82	0.95	0.96	1.61
ไลซีน	1.10	1.10	1.10	1.10

หมายเหตุ * ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 9 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 2 ช่วงไก่อายุ 3-6 สัปดาห์ (ร้อยละ)

วัตถุดิบ	สูตรที่			
	1	2	3	4
ข้าวโพด	45.264	56.050	62.722	57.955
รำสกัดน้ำมัน	22.232	9.431	0.000	0.000
กากถั่วเหลือง	26.115	28.131	29.850	30.725
ปลาป่น	3.000	3.000	3.000	3.000
น้ำมันปาล์ม	0.000	0.000	1.032	4.935
เปลือกหอย	0.730	0.688	0.668	0.653
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.183	1.235	1.272	1.277
ดีแอลเมทไธโอนีน	0.103	0.097	0.094	0.097
แอลไลซีน	0.073	0.068	0.062	0.058
เกลือ	0.300	0.300	0.300	0.300
วิตามิน[1/]	0.500	0.500	0.500	0.500
แร่ธาตุ [2/]	0.500	0.500	0.500	0.500
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000
ราคา/กิโลกรัม(บาท)[3/]	5.81	5.94	6.37	7.62

หมายเหตุ * ใช้ข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีจาก อุทัย (2529)

1/ วิตามิน ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งวิตามิน 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินA 750,000 IU, วิตามิน D_3 150,000 ICU, วิตามินE 3,000 IU, วิตามินK 0.15 กรัม วิตามิน B_{12} 4 กรัม Biotin 2% 0.15 กรัม Choline Chloride 50% 200 กรัม Folic acid 0.11 กรัม Niacin 6 กรัม Pantothenic acid 2 กรัม วิตามิน B_6 0.7 กรัม วิตามิน B_2 0.72 กรัม วิตามิน B_1 0.36 กรัม

2/ แร่ธาตุ ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งแร่ธาตุ 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย แร่ธาตุMgO 99.503 กรัม $MnSO_4 . 5H_2O$16.493 กรัม $CuSO_4 . 5H_2O$ 3.142 กรัม $FeSO_4 . 7H_2O$ 32.038 กรัม ZnO 10.98 กรัม KI 0.046 กรัม Na_2SeO_3 0.036 กรัม

3/ จากการคำนวณโดยใช้ราคาเฉลี่ยของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2537) รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก

ตารางที่ 9 (ต่อ)

วัตถุดิบ	สูตรที่			
	1	2	3	4
โปรตีนจากการวิเคราะห์ (%)				
โปรตีน	20.09	20.20	20.17	20.42
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ				
TME (Kcal/kg)	2,800	3,000	3,200	3,400
โปรตีน (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
เยื่อใย (%)	6.03	4.84	3.94	3.84
แคลเซียม (%)	0.90	0.90	0.90	0.90
ฟอสฟอรัส (%)	0.35	0.35	0.35	0.35
ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ (%)				
เมทไธโอนีน	0.38	0.38	0.38	0.38
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.70	0.70	0.69	0.69
ฟีนิลอะลานีน	0.83	0.86	0.88	0.88
โปรลีน	0.91	0.95	0.97	0.96
ทรีโอนีน	0.68	0.68	0.68	0.68
วารีน	0.76	0.75	0.75	0.74
อาร์จีนิน	1.23	1.26	1.29	1.29
ไกลซีน+เซอรีน	1.81	1.84	1.87	1.87
ไอโซลูซีน	0.62	0.61	0.61	0.61
ลูซีน	1.06	1.01	0.97	1.47
ไลซีน	1.00	1.00	1.00	1.00

หมายเหตุ * ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 10 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 2 ช่วงไก่อายุ 6-8 สัปดาห์ (ร้อยละ)

วัตถุดิบ	สูตรที่			
	1	2	3	4
ข้าวโพด	46.850	57.652	68.441	65.905
รำสกัดน้ำมัน*	27.481	14.649	1.850	0.000
กากถั่วเหลือง	19.672	21.693	23.698	24.747
ปลาป่น	3.000	3.000	3.000	3.000
น้ำมันปาล์ม	0.000	0.000	0.000	3.340
เปลือกหอย*	0.671	0.641	0.615	0.601
ไดแคลเซียมฟอสเฟต*	0.935	0.985	1.027	1.040
ดีแอลเมทไธโอนีน	0.063	0.058	0.052	0.054
แอลไลซีน	0.028	0.022	0.017	0.013
เกลือ	0.300	0.300	0.300	0.300
วิตามิน 1/	0.500	0.500	0.500	0.500
แร่ธาตุ 2/	0.500	0.500	0.500	0.500
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000
ราคา/กิโลกรัม(บาท)3/	5.41	5.54	5.67	6.77

หมายเหตุ * ใช้ข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีจาก อุทัย (2529)

1/ วิตามิน ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งวิตามิน 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินA 750,000 IU, วิตามิน D_3 150,000 ICU, วิตามินE 3,000 IU, วิตามินK 0.15 กรัม วิตามิน B_{12} 2.8 กรัม Biotin 2% 0.12 กรัม Choline Chloride 50% 150 กรัม Folic acid 0.1 กรัม Niacin 5 กรัม Pantothenic acid 2 กรัม วิตามิน B_6 0.6 กรัม วิตามิน B_2 0.6 กรัม วิตามิน B_1 0.36 กรัม

2/ แร่ธาตุ ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งแร่ธาตุ 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย แร่ธาตุMgO 99.503 กรัม $MnSO_4$.$5H_2O$ 16.493 กรัม $CuSO_4$.$5H_2O$ 3.142 กรัม $FeSO_4$.$7H_20$ 32.038 กรัม ZnO 10.98 กรัม KI 0.046 กรัม Na_2SeO_3 0.036 กรัม

3/ จากการคำนวณโดยใช้ราคาเฉลี่ยของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2537) รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ตารางที่ 10 (ต่อ)

วัตถุดิบ	สูตรที่			
	1	2	3	4
โปรตีนจากการวิเคราะห์ (%)				
โปรตีน	18.38	18.31	18.09	18.17
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ				
TME (Kcal/kg)	2,800	3,000	3,200	3,400
โปรตีน (%)	18.00	18.00	18.00	18.00
เยื่อใย (%)	6.36	5.17	3.99	3.73
แคลเซียม (%)	0.80	0.80	0.80	0.80
ฟอสฟอรัส (%)	0.30	0.30	0.30	0.30
ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ (%)				
เมทไธโอนีน	0.32	0.32	0.32	0.32
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.63	0.62	0.61	0.61
ฟีนิลอะลานีน	0.73	0.75	0.78	0.78
โปรลีน	0.82	0.85	0.89	0.89
ทรีโอนีน	0.61	0.61	0.61	0.61
วารีน	0.69	0.69	0.68	0.68
อาร์จีนีน	1.06	1.10	1.13	1.14
ไกลซีน+เซอรีน	1.60	1.64	1.68	1.68
ไอโซลูซีน	0.55	0.55	0.54	0.54
ลูซีน	1.04	0.99	0.95	1.34
ไลซีน	0.85	0.85	0.85	0.85

หมายเหตุ * ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

การเก็บข้อมูล

1. ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวไก่ทดลองเมื่อเริ่มทำการทดลอง และน้ำหนักตัวทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง
2. บันทึกปริมาณอาหารที่ไก่ทดลองกินทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง โดยทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้กิน และน้ำหนักอาหารที่เหลือทุกสัปดาห์
3. บันทึกน้ำหนักมีชีวิตของไก่กระทง (น้ำหนักก่อนฆ่าหลังจากอดอาหาร 24 ชั่วโมง) น้ำหนักซากอุ่น เปรียบเทียบน้ำหนักซากแยกชิ้นส่วน (ร้อยละ) กับน้ำหนักซากอุ่น

ลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา

1. ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake)
2. น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (average weight gain)

   น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย = น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย - น้ำหนักตัวเริ่มทดลองเฉลี่ย
3. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed convertion ratio ;FCR)

   FCR = ปริมาณอาหารที่กิน / น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
4. ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (protein efficiency ratio ;PER)

   PER = น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น / ปริมาณโปรตีนที่กิน
5. ศึกษาลักษณะซาก (carcass composition) ลักษณะซากเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (8 สัปดาห์) ทำการคัดเลือกไก่ตัวที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของแต่ละซ้ำ เพศผู้ 2 ตัว เพศเมีย 2 ตัว มาทำการหาน้ำหนักของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของซากไก่ และนำมาคำนวณในรูปร้อยละของซากอุ่น
6. ไขมันทั้งหมดในร่างกาย (Nixey , 1986 อ้างโดย Shalev , 1995)

   ไขมันทั้งหมดในร่างกาย = (ไขมันช่องท้อง X 100) / 35

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูลโดย วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Varience) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยวิธี Duncan 's new multiple range test. โดยใช้โปรแกรม SAS (1985)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ (ตารางที่ 11)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า พลังงานในอาหารมีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมกินอาหารได้ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,800 และ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ($P>0.05$) และแนวโน้มของปริมาณอาหารที่กินพบว่าเมื่อระดับพลังงานในอาหารต่ำไก่จะกินอาหารได้มากขึ้น ซึ่ง อาวุธ (2538) รายงานว่าไก่จะกินอาหารตามความต้องการพลังงาน เมื่อไก่ได้รับพลังงานเพียงพอก็จะหยุดกิน พลังงานที่ไก่กินเข้าไปต่อวันค่อนข้างจะคงที่มากกว่าปริมาณการกินอาหารทั้งหมด แต่จากการทดลองครั้งนี้พลังงานที่กินต่อวันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,400 และ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีพลังงานที่กินต่อวันไม่แตกต่างกัน แต่ไก่ทั้ง 2 กลุ่มนี้มีพลังงานที่กินต่อวันสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P< 0.01$) เหตุผลที่เป็นเช่นนี้น่าจะมาจากอาหารที่มีพลังงานต่ำจะมีเยื่อใยรวมอยู่สูงทำให้อาหารมีความฟ่าม ถึงแม้ไก่จะพยายามกินอาหารเต็มที่แล้วก็ยังได้รับพลังงานต่อวันน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูง ส่วนผลของพลังงานในอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) พบว่า ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ไก่ทั้ง 2 กลุ่มนี้มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,800 และ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) การที่ไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงานในอาหารสูงมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับพลังงานในอาหารต่ำนั้น เนื่องจากพลังงานในอาหารที่สูงไก่จะได้รับพลังงานต่อวันสูงขึ้น และเพียงพอที่จะนำพลังงานที่ได้รับไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากโปรตีนที่ได้รับอย่างเต็มที่ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีกว่า และน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำ ซึ่งการได้รับอาหารพลังงานสูงส่งผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้นตามไปด้วย โดยพบว่าในไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400 และ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหาร

ตารางที่ 11 ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)								
2,800	41.28±0.66	634.50±13.99^{a}	84.62±1.87^{c}	6.89±0.15^{ab}	600.58±7.35^{c}	559.30±7.97^{c}	1.14±0.030^{a}	3.865±0.108^{b}
3,000	41.22±0.31	654.08±19.54^{a}	93.45±2.79^{b}	7.15±0.21^{a}	640.75±9.44^{b}	599.53±9.74^{b}	1.09±0.020^{a}	3.998±0.077^{b}
3,200	41.38±0.37	628.16±26.78^{ab}	96.31±3.07^{ab}	6.89±0.22^{ab}	662.23±11.86^{a}	620.86±11.55^{a}	1.02±0.022^{b}	4.295±0.097^{a}
3,400	41.42±0.42	599.86±13.28^{b}	99.98±1.60^{a}	6.77±0.11^{b}	656.33±7.53^{ab}	614.92±7.37^{ab}	1.00±0.005^{b}	4.325±0.023^{a}
ระดับนัยสำคัญ	0.9268	0.0133	0.0001	0.0711	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV(%)	1.11	3.05	2.58	2.59	1.44	1.56	2.02	2.02

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับพลังงาน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงาน มีนัยสำคัญทางสถิติ

เป็นน้ำหนักตัว ดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,000 และ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2. ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ (ตารางที่12)

ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ พบว่าให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับในช่างอายุ 0-3 สัปดาห์ โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีปริมาณอาหารที่กินสูงที่สุด (2696.68 กรัมต่อตัว) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,000 3,200 และ 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และพบว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงจะกินอาหารได้น้อยกว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำ ส่วนระดับของพลังงานมีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ($P<0.01$) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (1,322.39 กรัมต่อตัว) ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม แต่สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,800 และ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมดีที่สุด (1.93) แตกต่างกับทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

3. ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ (ตารางที่13)

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณอาหารที่กินของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 และ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม แต่เมื่อคิดเป็นปริมาณพลังงานที่กินต่อวันพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อไก่มีอายุมากขึ้นจะกินอาหารตามความต้องการพลังงาน ทั้งนี้เนื่องมาจากพลังงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดความอยากกินอาหารของสัตว์ ถ้าอาหารมีพลังงานสูงเกินความต้องการสัตว์จะปรับตัวด้วยการกินอาหารน้อยลง แต่ถ้าพลังงานในอาหารต่ำสัตว์จะปรับตัวโดยกินอาหารเพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กินจึงถูกกำหนดโดยระดับพลังงานในอาหาร ส่วนผลของระดับพลังงานต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย พบว่า

ตารางที่ 12 ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)							
2,800	2696.68±20.43 ^{a}	359.68±2.72 ^{c}	25.80±0.20 ^{a}	1777.64±10.34^{c}	1177.06±10.71 ^{c}	2.29±0.01 ^{a}	2.17+0.02 ^{d}
3,000	2579.53±52.18 ^{b}	368.54±7.45 ^{c}	24.81±0.50 ^{b}	1846.20±48.76^{bc}	1205.46±44.41 ^{bc}	2.14±0.04 ^{b}	2.31+0.04 ^{c}
3,200	2571.88±61.75 ^{b}	392.61±9.41 ^{b}	24.70±0.59 ^{b}	1914.71±45.85^{ab}	1252.48±37.21 ^{ab}	2.04±0.04 ^{c}	2.41+0.06 ^{b}
3,400	2560.74±67.62 ^{b}	414.69+10.95 ^{a}	24.90±0.66 ^{b}	1978.72±27.78^{a}	1322.39±28.30 ^{a}	1.93±0.04 ^{d}	2.53+0.05 ^{a}
ระดับนัยสำคัญ	0.0124	0.0001	0.0408	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001
CV(%)	2.06	2.15	2.07	1.95	2.64	1.67	1.95

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับพลังงาน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงาน มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 13 ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)							
2,800	2116.55±71.86 ^{a}	423.45±14.38	27.79±0.94 ^{a}	2368.89±52.99^{b}	591.25±57.59	3.59±0.30 ^{a}	1.52±0.11 ^{c}
3,000	2111.38±137.9 ^{a}	452.51±29.55	27.61±1.80 ^{a}	2547.18±82.95^{a}	700.97±59.34	3.04±0.17 ^{b}	1.81±0.11 ^{b}
3,200	1945.91±200.1 ^{ab}	444.79±45.73	25.14±2.59 ^{ab}	2600.22±48.32^{a}	685.51±66.13	2.80±0.10 ^{b}	1.95±0.07 ^{ab}
3,400	1826.12±89.54 ^{b}	443.61±21.75	23.70±1.16 ^{b}	2663.40±68.85^{a}	684.68±49.96	2.65±0.13 ^{b}	2.06±0.11 ^{a}
ระดับนัยสำคัญ	0.0268	0.5834	0.0160	0.0002	0.0767	0.0001	0.0001
CV(%)	6.72	6.84	6.69	2.54	8.79	6.42	5.52

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับพลังงาน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงาน มีนัยสำคัญทางสถิติ

ระดับของพลังงานในอาหารไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เป็นกลุ่มที่ได้รับพลังงานต่อวันสูงที่สุด (452.51) จึงทำให้มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยสูงที่สุด (700.97) และผลของระดับพลังงานในอาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400 3,200 และ3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

4. ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ (ตารางที่14)

เมื่อนำผลการทดลองช่วง 0-3 และ 3-6 สัปดาห์ มารวมและคิดเป็นช่วงการเลี้ยง 0-6 สัปดาห์ พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีปริมาณอาหารที่กินสูงที่สุด (3331.19) และสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,200 และ 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย พบว่าน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400 และ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมจะมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ผลของระดับพลังงานในอาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงจะมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าจึงมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ซึ่งไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด (1.64) ส่วนไก่กลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเลวที่สุด คือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (1.92)

5. ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ (ตารางที่15)

เมื่อนำผลการทดลองช่วง 0-3 , 3-6 และ 6-8 สัปดาห์ มารวมและคิดเป็นช่วงการเลี้ยง 0-8 สัปดาห์ พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เป็นไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานที่สูงที่สุดของงานทดลองครั้งนี้ มีปริมาณอาหารที่กินต่ำที่สุดคือ 4,986.72 กรัมต่อตัวต่อวัน และปริมาณอาหารที่กินของไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,400 และ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมสูงกว่ากับไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (5,447.74) อย่างมีนัย

ตารางที่ 14 ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)								
2,800	41.28±0.66	3331.19±28.26^{a}	222.15±1.88^{d}	16.35±0.14^{a}	1777.64±10.34^{c}	1736.35±10.49^{c}	1.92±0.016^{a}	2.528±0.025^{c}
3,000	41.22±0.31	3233.61±58.74^{ab}	231.03±4.20^{c}	15.98±0.29^{ab}	1846.20±48.76^{bc}	1804.99±48.99^{bc}	1.79±0.017^{b}	2.688±0.025^{b}
3,200	41.38±0.37	3200.03±53.27^{b}	244.15±4.24^{b}	15.80±0.26^{b}	1914.71±45.85^{ab}	1873.34±45.53^{ab}	1.71±0.036^{c}	2.825±0.058^{a}
3,400	41.42±0.42	3160.60±75.20^{b}	257.32±5.00^{a}	15.84±0.29^{b}	1978.72±27.78^{a}	1937.31±28.35^{a}	1.64±0.025^{d}	2.913±0.046^{a}
ระดับนัยสำคัญ	0.9268	0.0067	0.0001	0.0379	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV(%)	1.11	1.75	1.68	1.59	1.95	1.99	1.41	1.50

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับพลังงาน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงาน มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 15 ผลของระดับพลังงานต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-8สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	อัตราการตาย (%)
ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)									
2,800	41.28±0.66	5447.74±87.08^{a}	272.47±4.35^{b}	19.21±0.29^{a}	2368.89±52.99^{b}	2327.60±52.64^{b}	2.34±0.034^{a}	2.165±0.030^{c}	12.500±3.536
3,000	41.22±0.31	5344.98±189.9^{a}	288.95±6.10^{a}	19.04±0.40^{a}	2547.18±82.95^{a}	2505.96±83.20^{a}	2.16±0.046^{b}	2.350±0.052^{b}	9.375±3.750
3,200	41.38±0.37	5145.94±191.95^{bc}	294.33±11.06^{a}	18.13±0.63^{b}	2600.22±48.32^{a}	2558.84±48.13^{a}	2.01±0.058^{c}	2.523±0.068^{a}	9.375±3.146
3,400	41.42±0.42	4986.72±57.67^{c}	303.87±3.13^{a}	17.81±0.16^{b}	2663.40±68.85^{a}	2621.98±69.05^{a}	1.91±0.036^{d}	2.630±0.050^{a}	12.500±2.041
ระดับนัยสำคัญ	0.9268	0.0033	0.0003	0.0008	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.3250
CV(%)	1.11	2.77	2.37	2.19	2.54	2.59	2.12	2.13	29.14

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับพลังงาน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงาน มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งส่งผลให้แนวโน้มของไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงานสูงมีปริมาณโปรตีนที่กินต่อวันต่ำกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงานต่ำ ปริมาณอาหารที่กินจึงถูกกำหนดโดยระดับพลังงานในอาหารทำให้กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงกว่ากินอาหารได้น้อยกว่า จึงได้รับโปรตีนต่อวันต่ำกว่าด้วย เพราะอาหารที่มีพลังงานสูงจะทำให้สัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนสูงกว่าอาหารที่มีระดับพลังงานต่ำ (ตารางที่ 7) ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานต่ำกินอาหารมากกว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูง ก็ส่งผลทำให้โปรตีนที่กินต่อวันสูงกว่าตามไปด้วย ถ้าพิจารณาถึงพลังงานที่ได้รับต่อวันของการทดลอง พบว่าปริมาณของพลังงานที่ได้รับในไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีปริมาณของพลังงานที่ได้รับน้อยที่สุด (272.47) แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,000 3,200 และ3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (288.95 , 294.33 และ 303.87 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) จากการทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณของพลังงานที่ได้รับต่อวันของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400 3,200 และ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าไก่จะกินอาหารตามความต้องการพลังงานเมื่อได้รับพลังงานเพียงพอไก่ทั้ง 3 กลุ่มก็จะหยุดกิน จึงทำให้ปริมาณของพลังงานที่ได้รับต่อวันไม่แตกต่าง ส่วนไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมในอาหารมีความเข้มข้นของพลังงานอยู่น้อยกว่าถึงแม้จะพยายามกินอาหารเพื่อให้ได้พลังงานเท่ากับกลุ่มอื่นก็ตามแต่พลังงานที่ได้รับต่อวันก็น้อยกว่ากลุ่มอื่นน่าจะเป็นเหตุผลมาจากความฟ่ามของอาหารสูง และความจุของกระเพาะพักจำกัด เพราะถึงแม้ว่าไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงานต่ำจะพยายามกินอาหารเข้าไปเพื่อให้ได้รับพลังงานใกล้เคียงกับกลุ่มอื่น แต่เมื่อกินอาหารเข้าไปจนเต็มกระเพาะไก่ก็จะหยุดกินอาหารทำให้ได้รับพลังงานต่อวันน้อยกว่ากลุ่มอื่น เมื่อพิจารณาเป็นช่วงจากตารางที่ 12-14 พบว่าใน 2 ช่วงแรก (0-3 และ 3-6 สัปดาห์) การกินอาหารไม่ได้เป็นไปตามความต้องการพลังงานเพราะอาหารพลังงานต่ำมีความฟ่ามสูงกว่าจึงทำให้ปริมาณอาหารที่กินถูกกำหนดโดยกระเพาะพัก ส่วนในช่วง 6-8 สัปดาห์ ไก่กินอาหารตามความต้องการพลังงานซึ่งน่าจะมีเหตุผลมาจากในกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำร่างกายสามารถปรับตัว และมีการพัฒนาของระบบทางเดินอาหารให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจึงสามารถจุอาหารได้มากขึ้นจนได้รับพลังงานไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับพลังงานสูง

ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 2621.98 กรัมต่อตัว และน้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ยไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับพลังงาน 3,200 และ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (2558.84 และ 2505.96) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ไก่ทั้ง 3 กลุ่มมีน้ำหนักตัวเพิ่ม

เฉลี่ยแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Summer และคณะ (1992) ได้ทดลองใช้อาหารที่มีพลังงาน 3 ระดับ คือ 3,050 2,850 และ2,650 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เลี้ยงไก่กระทงพบว่า การใช้อาหารที่มีพลังงานสูงเลี้ยงไก่กระทงจะทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ยต่อวันสูงขึ้น จากตารางที่ 16 จะเห็นได้ว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงกว่าจะได้รับโปรตีนต่อวันต่ำกว่า และมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ยสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำกว่าซึ่งได้รับโปรตีนต่อวันสูงกว่า จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ยไม่ได้เป็นการเพิ่มขึ้นของโปรตีนหรือกล้ามเนื้อเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นการเพิ่มขึ้นของไขมันซึ่งมาจากพลังงานที่เกินความต้องการ ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงกว่าจึงมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ Jensen และคณะ (1970) พันทิพา (2538) และ Leclercq และคณะ (1987) อ้างโดย Sonaiya และคณะ (1990) กล่าวว่าการให้อาหารพลังงานสูงจะทำให้สัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าการให้อาหารพลังงานต่ำ

ผลของระดับพลังงานในอาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว จากการทดลองพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)โดยพบว่าในไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำกว่า ซึ่งไก่กลุ่มที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,400กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (1.91) ส่วนกลุ่มที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเลวที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (2.34) ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Jensen และคณะ (1970) และพันทิพา (2539) ที่รายงานว่าการให้อาหารพลังงานสูงจะทำให้สัตว์มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าการให้อาหารพลังงานต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Plavnik และ Hurwitz (1989) ได้ทดลองใช้อาหารที่มีพลังงาน 2,900 และ 3,100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เลี้ยงไก่กระทงในช่วงอายุ 7 – 55 วัน และงานทดลองของ Summer และคณะ (1992) ได้ทดลองใช้อาหารที่มีโปรตีนเท่ากัน และมีพลังงาน 3 ระดับ คือ 3,050 2,850 และ2,650 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เลี้ยงไก่กระทง พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงกว่าจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำ

6. ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อต้นทุนการผลิตไก่กระทง

ผลของระดับพลังงานต่อต้นทุนค่าอาหารในการการผลิตไก่กระทงให้น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัม ในช่วงอายุต่าง ๆ (ตารางที่ 16) จะพบว่า ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ อาหารที่มีพลังงานระดับ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีต้นทุนค่าอาหารในการการผลิตไก่กระทงให้ได้น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด(7.15 บาท) ในช่วงอายุ 3-6 0-6 และ 0-8 สัปดาห์ อาหารที่มีพลังงานระดับ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีต้นทุนค่าอาหารในการการผลิตไก่กระทงให้ได้น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด (12.72 10.92 และ12.53 บาท) และในช่วง 6-8 สัปดาห์อาหารที่มีพลังงานระดับ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีต้นทุนค่าอาหารในการการผลิตไก่กระทงให้ได้น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด (16.10 บาท) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ ราคาอาหารที่มีพลังงานระดับ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีราคาต่ำที่สุด และในช่วงแรกปริมาณอาหารที่กินใกล้เคียงกันจึงทำให้อาหารที่มีพลังงานระดับ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีต้นทุนค่าอาหารในการการผลิตไก่กระทงให้ได้น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัมต่ำที่สุด แต่เมื่อไก่มีอายุมากขึ้นปริมาณอาหารที่กินของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานระดับ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมสูงกว่ากลุ่มอื่นมาก และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กลุ่มนี้เลวกว่าไก่กลุ่มอื่นในขณะที่ราคาอาหารใกล้เคียงกัน จึงทำให้มีต้นทุนค่าอาหารในการการผลิตไก่กระทงให้ได้น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัมในช่วงอายุมากขึ้นจึงสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานระดับ 3,000 และ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ส่วนอาหารของกลุ่มที่มีพลังงานระดับ 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมมีราคาอาหารต่อกิโลกรัมสูงกว่ากลุ่มอื่นมาก เนื่องจากต้องใช้ไขมันซึ่งมีราคาแพงในสูตรอาหารมากจึงทำให้มีต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทงให้ได้น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัมในทุกช่วงอายุสูงกว่าไก่กลุ่มอื่น

7. ผลของระดับพลังงานต่อส่วนประกอบของซาก

น้ำหนักมีชีวิตของไก่ และส่วนประกอบของซากของไก่อายุ 8 สัปดาห์ พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงกว่าจะมีน้ำหนักมีชีวิต และส่วนประกอบของซากสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 17 แต่เนื่องจากน้ำหนักตัวของไก่อายุ 8 สัปดาห์ ในแต่ละกลุ่มมีน้ำหนักตัวก่อนฆ่าไม่เท่ากันจึงทำให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของซากไก่ในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน จึงนำส่วนประกอบต่าง ๆ ของร่างกายมาคิดเป็นร้อยละ โดยคิดเปรียบเทียบจากน้ำหนักซากอุ่น (hot carcass) จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานในระดับต่าง ๆ มีส่วนของหน้าอกรวมหนัง สันนอก ขารวมหนัง ปีก ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในส่วนของสะโพกรวมหนังของไก่กลุ่มที่ได้รับ

ตารางที่16 แสดงผลของระดับพลังงานต่อต้นทุนการผลิตไก่กระทง ในช่วงอายุต่าง ๆ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	ราคาอาหาร (บาท/กิโลกรัม)			ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)			น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม/ตัว)			ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัม (บาท)				
	ช่วง 0-3 สัปดาห์	ช่วง 3-6 สัปดาห์	ช่วง 6-8 สัปดาห์	ช่วง 0-3 สัปดาห์	ช่วง 3-6 สัปดาห์	ช่วง 6-8 สัปดาห์	ช่วง 0-3 สัปดาห์	ช่วง 3-6 สัปดาห์	ช่วง 6-8 สัปดาห์	ช่วง 0-3 สัปดาห์	ช่วง 3-6 สัปดาห์	ช่วง 6-8 สัปดาห์	ช่วง 0-6 สัปดาห์	ช่วง 0-8 สัปดาห์
2,800	6.30	5.81	5.41	634.50	2696.68	2116.55	559.30	1177.06	591.25	7.15	13.31	19.37	11.33	13.37
3,000	6.71	5.94	5.54	654.08	2579.53	2111.38	599.53	1205.46	700.97	7.32	12.72	16.69	10.92	12.53
3,200	7.70	6.37	5.67	628.16	2571.88	1945.91	620.86	1252.48	685.51	7.88	13.08	16.10	11.36	12.63
3,400	9.04	7.62	6.77	599.86	2560.74	1826.12	614.92	1322.39	684.68	8.82	14.76	18.06	12.87	14.23

ตารางที่ 17 ผลของระดับพลังงานต่อน้ำหนักตัวไก่ก่อนฆ่า และส่วนประกอบของซาก

ปัจจัย	น้ำหนักมีชีวิต	น้ำหนักซากอุ่น	สะโพก		หน้าอกรวมหนัง		สันนอก		ขา		ไขมันช่องท้อง		ไขมันทั้งหมด [1/]	
	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น
ระดับพลังงาน (กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม)														
2,800	2,365.0±12.91^{d}	2,163.75±9.9^{d}	342.98±7.8^{c}	15.85±0.3^{b}	381.14±13.0^{b}	17.61±0.6	85.43±4.7^{b}	3.95±0.2	245.34±8.8^{b}	11.34±0.4	29.61±2.4^{c}	1.37±0.1^{c}	84.60±6.7^{d}	3.91±0.3^{c}
3,000	2,552.5±12.58^{c}	2,350.25±12.7^{c}	390.15±11.3^{b}	16.60±0.4^{a}	429.38±10.5^{a}	18.27±0.4	93.86±2.3^{a}	3.99±0.1	270.13±3.9^{a}	11.49±0.2	38.39±5.0^{c}	1.63±0.2^{c}	109.7±14.2^{c}	4.67±0.6^{c}
3,200	2,602.5±12.58^{b}	2,394.75±4.6^{b}	396.77±2.5^{b}	16.57±0.1^{a}	439.81±3.2^{a}	18.37±0.1	91.27±3.1^{ab}	3.81±0.1	272.31±8.3^{a}	11.37±0.3	51.41±4.2^{b}	2.15±0.2^{b}	146.9±12.0^{b}	6.13±0.5^{b}
3,400	2,662.5±9.57^{a}	2,461.50±9.5^{a}	414.46±5.1^{a}	16.84±0.2^{a}	445.67±14.3^{a}	18.11±0.6	97.78±3.3^{a}	3.97±0.1	281.59±8.4^{a}	11.44±0.3	73.01±7.2^{a}	2.97±0.3^{a}	208.6±20.6^{a}	8.47±0.8^{a}
นัยสำคัญ	0.0001	0.0001	0.0001	0.0014	0.0001	0.1629	0.0021	0.3220	0.0001	0.8888	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV (%)	0.47	0.41	1.93	1.64	2.63	2.59	3.74	3.69	2.85	2.68	10.39	10.31	10.40	10.30

หมายเหตุ 1/ ไขมันทั้งหมดในร่างกาย Nixey (1986) อ้างโดย Shalev (1995) รายงานว่า ไขมันช่องท้องของไก่ที่อายุ 8 สัปดาห์จะมีปริมาณร้อยละ 35 ของไขมันทั้งหมดของร่างกาย

- ตัวอักษร a,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับพลังงาน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงาน มีนัยสำคัญทางสถิติ

อาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ระดับ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ต่ำกว่าสะโพกรวมหนังของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ระดับ 3,000 3,200 และ 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Sonaiya และคณะ (1990) ได้ทดลองใช้อาหารที่มีพลังงานต่ำ (3,105 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) และอาหารพลังงานสูง (3,296 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) เลี้ยงไก่ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส จนครบ 54 วันทำการศึกษาซากพบว่า ไก่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่างกันไม่ทำให้ส่วนของหน้าอกไก่ ขา และปีก (กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักซาก) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ส่วนของไขมันช่องท้องของการทดลองนี้พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูง จะมีไขมันในช่องท้องสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำ เมื่อนำส่วนของไขมันช่องท้องมาประเมินไขมันทั้งหมดในร่างกายที่แนะนำโดย Nixey (1986) อ้างโดย Shalev (1995) พบว่าระดับพลังงานในอาหารที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ไขมันทั้งหมดในร่างกายสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Leclercq และ Escartin (1987) อ้างโดย Sonaiya และคณะ (1990) ที่รายงานว่า น้ำหนักตัวของไก่อายุ 54 วัน ที่ได้รับอาหารพลังงานสูงเกินความต้องการน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นการเพิ่มขึ้นในส่วนของไขมัน และจากการทดลองของ Lipstein และคณะ (1975) Deaton และคณะ (1981) Summer และคณะ (1992) พอจะสรุปได้ว่า ระดับของพลังงานในอาหารที่สูงขึ้นจะทำให้ไขมันช่องท้องของไก่กระทงจะสูงขึ้นตามไปด้วย

การทดลองครั้งนี้ใช้อาหารทดลองที่มีพลังงาน 2,800 3,000 3,200 และ 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมในทุกช่วงของการทดลอง โดยพลังงานในอาหารที่สูงขึ้นจะทำให้สัดส่วนของพลังงานต่อโปรตีนในอาหารทดลองสูงตามไปด้วย (ตารางที่ 7) ซึ่งอาวุธ (2538) กล่าวว่ามีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างพลังงานใช้ประโยชน์ได้และระดับโปรตีนในอาหาร โดยสัดส่วนระหว่างพลังงานและโปรตีนทั้งหมดในอาหารจะต้องมีความเหมาะสม เพื่อที่จะทำให้ไก่ได้รับกรดแอมิโนจำกัดในปริมาณที่เพียงพอ ซึ่งสัดส่วนเหล่านี้จะผันแปรไปตามอายุ และการให้ผลผลิต พันทิพา (2538) กล่าวว่าอาหารที่มีพลังงานสูงจะทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้น แต่โดยทั่วไปหากมีการเสริมโภชนะให้เหมาะสมแล้ว อาหารพลังงานสูงจะให้ผลดีกว่าเสมอ

การทดลองที่ 3 : การศึกษาผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อการเติบโตและคุณภาพซากของไก่กระทง

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และคุณภาพซากของไก่กระทง

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ

1. ไก่กระทงคละเพศพันธุ์ CP707 อายุ 1 วัน จำนวน 720 ตัว
2. วัตถุดิบอาหารเพื่อทำการประกอบสูตรอาหารเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ทดลอง โดยใช้ข้าวโพด รำสกัดน้ำมัน กากถั่วเหลือง ปลาป่น น้ำมันปาล์ม เปลือกหอย ไดแคลเซี่ยมฟอสเฟต ดีแอล-เมทไธโอนีน แอล-ไลซีน เกลือ และ พรีมิกซ์ โดยซื้อจากร้านขายวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
3. ถุงพลาสติก

อุปกรณ์

1. โรงเรือนและอุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่
2. เครื่องชั่ง
3. โรงฆ่าสัตว์
4. อุปกรณ์ในการฆ่าและชำแหละซาก
5. ห้องเย็น

วิธีการทดลอง

อาหารทดลองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ใช้อาหารทดลองที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ระดับ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เนื่องจากอาหารที่มีพลังงานในอาหาร 3,000 และ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมจากการทดลองที่ 2 ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการผลิตไก่กระทงไม่แตกต่างกัน แต่การทดลองที่ 3 ต้องการศึกษาผลของโปรตีนและไลซีน จึงเลือกใช้อาหารที่มีพลังงาน 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมตามคำแนะนำของ NRC (1994) เพื่อให้เห็นผลของการลดโปรตีนได้อย่างชัดเจน สัตว์ทดลองในการทดลองครั้งนี้ใช้ไก่กระทงพันธุ์ CP707 คละเพศอายุ 1 วัน จำนวน 720

ตัว โดยแบ่งเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 30 ตัว ตามแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in Completely Randomized Design ไก่ที่ทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกจะได้รับโปรตีนตามคำแนะนำของ NRC (1994) คือช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ โปรตีนร้อยละ 23 ช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ โปรตีนร้อยละ 20 ช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ โปรตีนร้อยละ 18 และอีกกลุ่มจะได้รับโปรตีน ต่ำกว่า คำแนะนำของ NRC (1994) ร้อยละ 2 คือช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ โปรตีนร้อยละ 21 ช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ โปรตีนร้อยละ 18 ช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ โปรตีนร้อยละ 16 และทั้ง 2 กลุ่มจะแบ่งไก่ออกเป็น 3 กลุ่มย่อย โดยชุดแรกจะได้รับไลซีนตามคำแนะนำของ NRC (1994) คือช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ ไลซีนร้อยละ 1.10 ช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ ไลซีนร้อยละ 1.00 และช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ ไลซีนร้อยละ 0.85 ส่วนอีก 2 กลุ่มจะได้รับไลซีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ของคำแนะนำของ NRC (1994) (ตารางที่ 18) การให้น้ำ และอาหารให้แบบเต็มที่ ทำวัคซีนตามโปรแกรมวัคซีนของหมวดสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวศาสตร์ (ดังแสดงในตารางภาคผนวก)

ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองช่วงไก่อายุ 0-3 ,3-6 และ 6-8 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 19, 20 และ 21 ตามลำดับ

ตารางที่ 18 แสดงระดับโปรตีนที่ใช้และระดับไลซีนที่เพิ่มจาก NRC (1994) แนะนำในสูตรอาหารแต่ละสูตร

อาหารสูตรที่	ระดับโปรตีนที่ใช้ (%)			ระดับไลซีนที่เพิ่มจากที่ NRC (1994) แนะนำ (%)
	ช่วง0-3 สัปดาห์	ช่วง3-6 สัปดาห์	ช่วง6-8 สัปดาห์	
1	23	20	18	0
2	23	20	18	10
3	23	20	18	20
4	21	18	16	0
5	21	18	16	10
6	21	18	16	20

ตารางที่ 19 แสดงส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 3 ช่วงไก่อายุ 0-3 สัปดาห์ (ร้อยละ)

วัตถุดิบ	สูตรที่					
	1	2	3	4	5	6
ข้าวโพด	51.190	50.95	50.710	57.909	57.673	57.423
กากถั่วเหลือง	38.738	38.778	38.828	32.985	33.035	33.080
ปลาป่น	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
น้ำมันปาล์ม	3.280	3.370	3.450	2.128	2.205	2.300
เปลือกหอย	0.530	0.530	0.530	0.553	0.553	0.553
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.768	1.768	1.768	1.809	1.809	1.809
ดีแอลเมทไธโอนีน	0.188	1.188	0.188	0.206	0.206	0.206
แอลไลซีน	0.006	0.116	0.226	0.110	0.219	0.329
เกลือ	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
วิตามิน [1]	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
แร่ธาตุ [2/]	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ราคา/กิโลกรัม(บาท)[3/]	7.55	7.67	7.78	7.05	7.16	7.28

หมายเหตุ * ใช้ข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีจาก อุทัย (2529)

1/ วิตามิน ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งวิตามิน 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินA 750,000 IU, วิตามิน D_3 150,000 ICU, วิตามินE 3,000 IU, วิตามินK 0.15 กรัม วิตามิน B_{12} 4 กรัม Biotin 2% 0.15 กรัม Choline Chloride 50% 260 กรัม Folic acid 0.11 กรัม Niacin 7 กรัม Pantothenic acid 2 กรัม วิตามิน B_6 0.7 กรัม วิตามิน B_2 0.72 กรัม วิตามิน B_1 0.36 กรัม

2/ แร่ธาตุ ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งแร่ธาตุ 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย MgO 99.503 กรัม $MnSO_4 . 5H_2O$ 16.493 กรัม $CuSO_4 . 5H_2O$ 3.142 กรัม $FeSO_4 . 7H_2O$ 32.038 กรัม ZnO 10.98 กรัม KI 0.046 กรัม Na_2SeO_3 0.036 กรัม

3/ จากการคำนวณโดยใช้ราคาเฉลี่ยของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2537) รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วัตถุดิบ	สูตรที่					
	1	2	3	4	5	6
โปรตีนจากการวิเคราะห์ (%)						
โปรตีน	22.91	23.04	23.09	20.93	21.08	21.17
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ						
TME (Kcal/kg)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
โปรตีน (%)	23.00	23.00	23.00	21.00	21.00	21.00
เยื่อใย (%)	4.12	4.11	4.11	3.98	3.97	3.97
แคลเซียม (%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ฟอสฟอรัส* (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ (%)						
เมทไธโอนีน	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.84	0.84	0.84	0.82	0.82	0.82
ฟีนิลอะลานีน	1.01	1.02	1.02	0.92	0.92	0.92
โปรลีน	1.08	1.08	1.08	1.01	1.00	1.00
ทรีโอนีน	0.79	0.79	0.79	0.72	0.72	0.72
วารีน	0.85	0.85	0.85	0.78	0.78	0.78
อาร์จีนีน	1.51	1.51	1.52	1.36	1.36	1.36
ไกลซีน+เซอรีน	2.15	2.15	2.15	1.97	1.97	1.97
ไอโซลูซีน	0.71	0.71	0.71	0.64	0.64	0.64
ลูซีน	1.00	1.00	1.00	1.54	1.54	1.53
ไลซีน	1.10	1.21	1.32	1.10	1.21	1.32

หมายเหตุ * ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 20 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 3 ช่วงไก่อายุ 3-6 สัปดาห์ (ร้อยละ)

วัตถุดิบ	สูตรที่					
	1	2	3	4	5	6
ข้าวโพด	62.744	62.518	62.300	69.288	69.165	68.985
กากถั่วเหลือง	29.837	29.880	29.926	24.122	24.145	24.185
ปลาป่น	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
น้ำมันปาล์ม	1.025	1.108	1.180	0.000	0.000	0.040
เปลือกหอย	0.666	0.666	0.666	0.701	0.701	0.701
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.271	1.271	1.271	1.311	1.311	1.311
ดีแอลเมทไธโอนีน	0.094	0.094	0.094	0.112	0.112	0.112
แอลไลซีน	0.063	0.163	0.263	0.166	0.266	0.366
เกลือ	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
วิตามิน 1/	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
แร่ธาตุ 2/	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ราคา/กิโลกรัม(บาท)3/	6.36	6.47	6.57	5.90	5.98	6.07

หมายเหตุ * ใช้ข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีจาก อุทัย (2529)

1/ วิตามิน ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งวิตามิน 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินA 750,000 IU, วิตามิน D_3 150,000 ICU, วิตามินE 3,000 IU, วิตามินK 0.15 กรัม วิตามิน B_{12} 4 กรัม Biotin 2% 0.15 กรัม Choline Chloride 50% 200 กรัม Folic acid 0.11 กรัม Niacin 6 กรัม Pantothenic acid 2 กรัม วิตามิน B_6 0.7 กรัม วิตามิน B_2 0.72 กรัม วิตามิน B_1 0.36 กรัม

2/ แร่ธาตุ ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งแร่ธาตุ 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย แร่ธาตุMgO 99.503 กรัม $MnSO_4$.$5H_2O$16.493 กรัม $CuSO_4$.$5H_2O$ 3.142 กรัม $FeSO_4$.$7H_2O$ 32.038 กรัม ZnO 10.98 กรัม KI 0.046 กรัม Na_2SeO_3 0.036 กรัม

3/ จากการคำนวณโดยใช้ราคาเฉลี่ยของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2537) รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก

ตารางที่ 20 (ต่อ)

วัตถุดิบ	สูตรที่					
	1	2	3	4	5	6
โปรตีนจากการวิเคราะห์ (%)						
โปรตีน	19.89	20.07	20.12	17.95	18.06	18.09
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ						
TME (Kcal/kg)	3,200	3,200	3,200	3,206	3,200	3,200
โปรตีน (%)	20.00	20.00	20.00	18.00	18.00	18.00
เยื่อใย (%)	3.94	3.94	3.93	3.80	3.80	3.79
แคลเซียม (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
ฟอสฟอรัส* (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ (%)						
เมทไธโอนีน	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.69	0.69	0.69	0.67	0.67	0.67
ฟีนิลอะลานีน	0.88	0.88	0.88	0.78	0.78	0.78
โปรลีน	0.97	0.97	0.97	0.89	0.91	0.89
ทรีโอนีน	0.68	0.68	0.68	0.61	0.61	0.61
วารีน	0.75	0.75	0.75	0.68	0.68	0.68
อาร์จีนีน	1.29	1.29	1.29	1.14	1.14	1.14
ไกลซีน+เซอรีน	1.87	1.87	1.87	1.68	1.68	1.68
ไอโซลูซีน	0.61	0.61	0.61	0.54	0.54	0.54
ลูซีน	0.97	0.97	0.96	1.35	1.35	1.35
ไลซีน	1.00	1.10	1.20	1.00	1.10	1.20

หมายเหตุ * ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 21 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองที่ 3 ช่วงไก่อายุ 6-8 สัปดาห์ (ร้อยละ)

วัตถุดิบ	สูตรที่					
	1	2	3	4	5	6
ข้าวโพด	65.583	65.514	65.511	70.572	70.610	70.681
รำสกัดน้ำมัน	4.212	4.100	3.955	5.597	5.425	5.220
กากถั่วเหลือง	23.487	23.537	23.582	17.625	17.674	17.723
ปลาป่น	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
น้ำมันปาล์ม	0.710	0.757	0.775	0.000	0.000	0.000
เปลือกหอย	0.619	0.619	0.619	0.657	0.657	0.657
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.017	1.017	1.017	1.055	1.055	1.055
ดีแอลเมทไธโอนีน	0.054	0.054	0.054	0.073	0.073	0.073
แอลไลซีน	0.018	0.102	0.187	0.121	0.206	0.291
เกลือ	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
วิตามิน 1/	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
แร่ธาตุ 2/	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ราคา/กิโลกรัม(บาท)3/	5.88	5.96	6.03	5.55	5.57	5.64

หมายเหตุ * ใช้ข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีจาก อุทัย (2529)

1/ วิตามิน ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งวิตามิน 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินA 750,000 IU, วิตามิน D_3 150,000 ICU, วิตามินE 3,000 IU, วิตามินK 0.15 กรัม วิตามิน B_{12} 2.8 กรัม Biotin 2% 0.12 กรัม Choline Chloride 50% 150 กรัม Folic acid 0.1 กรัม Niacin 5 กรัม Pantothenic acid 2 กรัม วิตามิน B_6 0.6 กรัม วิตามิน B_2 0.6 กรัม วิตามิน B_1 0.36 กรัม

2/ แร่ธาตุ ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งแร่ธาตุ 0.5 กิโลกรัมประกอบด้วย แร่ธาตุMgO 99.503 กรัม $MnSO_4 .5H_2O$ 16.493 กรัม $CuSO_4 .5H_2O$ 3.142 กรัม $FeSO_4 .7H_20$ 32.038 กรัม ZnO 10.98 กรัม KI 0.046 กรัม Na_2SeO_3 0.036 กรัม

3/ จากการคำนวณโดยใช้ราคาเฉลี่ยของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2537) รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก

ตารางที่ 21 (ต่อ)

วัตถุดิบ	สูตรที่					
	1	2	3	4	5	6
โปรตีนจากการวิเคราะห์ (%)						
โปรตีน	17.90	18.06	18.08	15.97	16.05	16.09
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ						
TME (Kcal/kg)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
โปรตีน (%)	18.00	18.00	18.00	16.00	16.00	16.00
เยื่อใย (%)	4.19	4.17	4.16	4.17	4.15	4.13
แคลเซียม (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
ฟอสฟอรัส (%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ปริมาณกรดแอมิโนจากการคำนวณ (%)						
เมทไธโอนีน	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.62	0.62	0.61	0.60	0.60	0.60
ฟีนิลอะลานีน	0.77	0.77	0.77	0.67	0.67	0.67
โปรลีน	0.88	0.88	0.88	0.80	0.80	0.80
ทรีโอนีน	0.61	0.61	0.61	0.54	0.54	0.54
วารีน	0.68	0.68	0.68	0.61	0.61	0.61
อาร์จีนีน	1.12	1.13	1.13	0.97	0.97	0.97
ไกลซีน+เซอรีน	1.67	1.67	1.67	1.48	1.48	1.48
ไอโซลูซีน	0.54	0.54	0.54	0.47	0.47	0.47
ลูซีน	0.95	0.95	0.95	1.22	1.22	1.22
ไลซีน	0.85	0.935	1.02	0.85	0.935	1.02

หมายเหตุ * ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้

การเก็บข้อมูล :

1. ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวไก่ทดลองเมื่อเริ่มทำการทดลอง และน้ำหนักตัวทุกสัปดาห์ ตลอดการทดลอง
2. บันทึกปริมาณอาหารที่ไก่ทดลองกินทุกสัปดาห์ตลอดการทดลองโดยทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้กิน และน้ำหนักอาหารที่เหลือทุกสัปดาห์
3. บันทึกน้ำหนักมีชีวิตของไก่กระทง (น้ำหนักก่อนฆ่าหลังจากอดอาหาร 24 ชั่วโมง) น้ำหนักซากอุ่น เปรียบเทียบน้ำหนักซากแยกชิ้นส่วน (ร้อยละ) กับน้ำหนักซากอุ่น

ลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา

1. ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake)
2. น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (average weight gain)

   น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย = น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย - น้ำหนักตัวเริ่มทดลองเฉลี่ย
3. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed convertion ratio ;FCR)

   FCR = ปริมาณอาหารที่กิน / น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น
4. ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (protein efficiency ratio ;PER)

   PER = น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น / ปริมาณโปรตีนที่กิน
5. ศึกษาลักษณะซาก (carcass composition) ลักษณะซากเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (8 สัปดาห์) ทำการคัดเลือกไก่ตัวที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของแต่ละซ้ำ เพศผู้ 2 ตัว เพศเมีย 2 ตัว มาทำการหาน้ำหนักของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของซากไก่ และนำมาคำนวณในรูปร้อยละของซากอุ่น
6. ศึกษาอันตรกริยา (interaction) ระหว่างโปรตีนกับกรดแอมิโนไลซีน ในสูตรอาหารที่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Varience) ตามแผนการทดลองแบบ 2 x 3 แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (2 x 3 Factorial in Completely Randomized Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยวิธี Duncan 's new multiple range test.โดยใช้โปรแกรม SAS (1985)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์

ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ (ตารางที่ 22) จากการศึกษาระดับของโปรตีนในอาหารที่ต่างกัน 2 ระดับคือ ระดับที่ NRC (1994) แนะนำ คือร้อยละ 23 และระดับต่ำกว่าที่แนะนำคือ ร้อยละ21 พบว่าระดับของโปรตีน มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 23 จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 21 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากในอาหารทดลองมีพลังงานเท่ากัน ทำให้ไก่ทั้ง 2 กลุ่มกินอาหารไม่แตกต่างกัน แต่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงมีปริมาณโปรตีนที่กินต่อวันสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำ จึงส่งผลทำให้ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนสูงมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำ

ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ (ตารางที่ 22) การศึกษาระดับของไลซีนในอาหาร 3 ระดับคือ ระดับที่ NRC (1994) แนะนำ ระดับที่สูงกว่าที่แนะนำร้อยละ 10 และระดับที่สูงกว่าที่แนะนำร้อยละ 20 พบว่าระดับของไลซีน มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และน้ำหนักตัวเพิ่ม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 20 จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มดีที่สุด (637.8 กรัม/ตัว) รองลงมา คือไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 (634.8 กรัม/ตัว) ส่วนที่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่ NRC (1994) แนะนำ มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่ำที่สุด (618.4 กรัม/ตัว) ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด (1.11)

ผลของอันตรกริยา (interaction) ของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีอันตรกริยาระหว่างโปรตีน และไลซีนผลต่อลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 22 ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ระดับโปรตีน (%)								
ปรกติ(23)	43.54±0.92	715.7±26.2	109.1±3.9	7.84±0.29[a]	686.4±31.5[a]	642.9±31.7[a]	1.12±0.08	3.91±0.27
ต่ำ(21)	43.27±0.73	721.6±36.0	110.0±5.5	7.24±0.37[b]	661.1±23.5[b]	617.8±23.4[b]	1.17±0.07	4.07±0.26
ระดับนัยสำคัญ	0.3910	0.6207	0.6210	0.0001	0.0365	0.0383	0.0987	0.1140
ระดับไลซีน (%)(ที่สูงกว่าคำแนะนำของ NRC ; 1994)								
NRC(1.1)	43.45±1.05	717.6±21.8	109.4±3.3	7.49±0.42	661.8±31.1	618.4±30.5	1.16±0.06	3.94±0.19
NRC+10%(1.21)	43.59±0.54	703.1±23.0	107.2±3.5	7.39±0.50	678.4±27.4	634.8±27.5	1.11±0.06	4.11±0.30
NRC +20%(1.32)	43.17±1.01	735.3±39.3	112.1±6.0	7.74±0.41	681.0±31.8	637.8±32.4	1.16±0.10	3.93±0.30
ระดับนัยสำคัญ	0.5321	0.1083	0.1081	0.0838	0.3394	0.3350	0.2934	0.2880
CV(%)	1.72	4.00	4.00	4.01	4.08	4.36	6.26	6.06
โปรตีนxไลซีน		0.2154	0.2131	0.2318	0.3552	0.3448	0.1645	0.1064

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับโปรตีนและไลซีนแสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 23 ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับโปรตีน (%)	ระดับไลซีน (%)	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ปรกติ	NRC	43.99±0.83	716.7±26.7	109.2±4.1	7.82±0.29	680.5±29.4	636.5±28.6	1.13±0.04	3.88±0.15
	NRC +10%	43.90±0.50	712.1±18.0	108.6±2.7	7.81±0.20	679.3±31.6	635.4±31.7	1.12±0.08	3.88±0.26
	NRC +20%	42.72±0.90	718.3±38.1	109.5±5.8	7.90±0.42	699.4±37.9	656.7±38.5	1.10±0.12	3.98±0.41
ระดับนัยสำคัญ		0.0780	0.9525	0.9537	0.9144	0.6443	0.6113	0.8917	0.8641
เฉลี่ย		**43.54±0.92**	**715.7±26.2**	**109.1±3.9**	**7.84±0.29^{A}**	**686.4±31.5^{A}**	**642.9±31.7^{A}**	**1.12±0.08**	**3.91±0.27**
ต่ำ	NRC	42.91±0.72	718.5±19.9	109.5±3.0	7.16±0.20^{ab}	643.1±21.6	600.2±21.6	1.20±0.07^{a}	4.00±0.23^{b}
	NRC +10%	43.28±0.22	694.0±26.3	105.8±4.0	6.97±0.26^{b}	677.5±27.4	634.2±27.4	1.10±0.02^{b}	4.34±0.06^{a}
	NRC+20%	43.62±1.02	752.3±37.1	114.7±5.7	7.58±0.38^{a}	662.6±4.6	619.0±4.3	1.21±0.06^{a}	3.89±0.19^{b}
ระดับนัยสำคัญ		0.4316	0.0524	0.0520	0.0378	0.1076	0.1116	0.0254	0.0162
เฉลี่ย		**43.27±0.73**	**721.6±36.0**	**110.0±5.5**	**7.24±0.37^{B}**	**661.1±23.5^{B}**	**617.8±23.4^{B}**	**1.17±0.07**	**4.07±0.26**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.3910	0.6207	0.6210	0.0001	0.0365	0.0383	0.0987	0.1140

หมายเหตุ - ตัวอักษร a, b, c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับโปรตีนเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในระดับโปรตีนเดียวกัน

- ตัวอักษร A, B ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับโปรตีน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในแต่ละระดับโปรตีน

ตารางที่ 24 ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-3สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับไลซีน (%)	ระดับโปรตีน (%)	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
NRC	ปรกติ	43.99±0.83	716.7±26.7	109.2±4.1	7.82±0.29^{a}	680.5±29.4	636.5±28.6	1.13±0.04	3.88±0.15
	ต่ำ	42.91±0.72	718.5±19.9	109.5±3.0	7.16±0.20^{b}	643.1±21.6	600.2±21.6	1.20±0.07	4.00±0.23
ระดับนัยสำคัญ		0.0984	0.9163	0.9148	0.0097	0.0860	0.0890	0.1491	0.4305
เฉลี่ย		**43.45±1.05**	**717.6±21.8**	**109.4±3.3**	**7.49±0.42**	**661.8±31.1**	**618.4±30.5**	**1.16±0.06**	**3.94±0.19**
NRC +10%	ปรกติ	43.90±0.50	712.4±18.0	108.6±2.7	7.81±0.20^{a}	679.3±31.6	635.4±31.7	1.12±0.08	3.88±0.26^{b}
	ต่ำ	43.28±0.22	694.0±26.3	105.8±4.0	6.97±0.26^{b}	677.5±27.4	634.2±27.4	1.10±0.02	4.34±0.06^{a}
ระดับนัยสำคัญ		0.0621	0.2990	0.2962	0.0021	0.9323	0.9550	0.5293	0.0148
เฉลี่ย		**43.59±0.54**	**703.1±23.0**	**107.2±3.5**	**7.39±0.50**	**678.4±27.4**	**634.8±27.5**	**1.11±0.06**	**4.11±0.30**
NRC +20%	ปรกติ	42.72±0.90	718.3±38.1	109.5±5.8	7.90±0.42	699.4±37.9	656.7±38.5	1.10±0.12	3.98±0.41
	ต่ำ	43.62±1.02	752.3±37.1	114.7±5.7	7.58±0.38	662.6±4.6	619.0±4.31	1.21±0.06	3.89±0.19
ระดับนัยสำคัญ		0.2355	0.2487	0.2476	0.3069	0.1019	0.0991	0.1373	0.7255
เฉลี่ย		**43.17±1.01**	**735.3±39.3**	**112.1±6.0**	**7.74±0.41**	**681.0±31.8**	**637.8±32.4**	**1.16±0.10**	**3.93±0.30**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.5321	0.1083	0.1081	0.0838	0.3394	0.3350	0.2934	0.2880

หมายเหตุ - ตัวอักษร a, b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับไลซีนเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในระดับไลซีนเดียวกัน

เมื่อทำการศึกษาถึงการเสริมไลซีนระดับต่าง ๆ ในอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกัน (ตารางที่ 23) พบว่าอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 23 การเสริมไลซีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และ 20 มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่การเสริมไลซีนในระดับดังกล่าวในอาหารที่มีโปรตีนต่ำนั้นกลับพบว่าการเสริมไลซีนที่ระดับร้อยละ 10 มีผลทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงขึ้นกว่าพวกที่ไม่เสริม และพวกที่เสริมไลซีนร้อยละ 20 แต่ความแตกต่างยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบว่าพวกที่ได้รับอาหารที่เสริมไลซีนร้อยละ 10 ทำให้ไก่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งการเสริมไลซีนร้อยละ 10 ให้ผลดีกว่าการเสริมที่ระดับร้อยละ 20 น่าจะเกิดจากการเสริมไลซีนในระดับสูงเกินไปทำให้เกิดความไม่สมดุลของกรดแอมิโนซึ่งร่างกายจะต้องเสียพลังงานในการขับกลุ่มกรดแอมิโนออกจากร่างกาย (พันทิพา, 2539)

2. ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ (ตารางที่ 25, 26 และ 27)

ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ (ตารางที่ 25) พบว่าระดับของโปรตีน ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กล่าวคือไก่ทั้ง 2 กลุ่มจะกินอาหารใกล้เคียงกันมาก เพราะในอาหารมีพลังงานเท่ากันพลังงานที่ไก่ได้รับต่อวันจึงเท่ากัน แต่พวกที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงจะได้รับโปรตีนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และเนื่องจากในอาหารมีพลังงานเพียงพอจึงทำให้ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงกว่ามีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)

ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ (ตารางที่ 25) พบว่าระดับของไลซีน ไม่มีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยที่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยดีที่สุด (955.4 กรัม/ตัว) ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำ หนักตัวดีที่สุด (2.02)

ตารางที่ 25 ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ระดับโปรตีน(%)						
ปรกติ (20)	299.3±7.4	18.73±0.47 [a]	1672.4±88.6 [a]	986.0±69.6 [a]	1.96±0.17 [b]	2.51±0.20
ต่ำ (18)	296.5±5.3	16.71±0.30 [b]	1568.5±62.5 [b]	907.4±60.9 [b]	2.11±0.14 [a]	2.59±0.16
ระดับนัยสำคัญ	0.3425	0.0001	0.0041	0.0079	0.0367	0.3003
ระดับไลซีน (%)(ที่สูงกว่าคำแนะนำของ NRC ;1994)						
NRC (1.0)	298.5±3.7	17.65±1.06	1609.0±103.9	947.2±79.4	2.04±0.16	2.56±0.10
NRC+10%(1.1)	297.7±9.6	17.74±1.26	1633.8±103.4	955.4±94.5	2.02±0.22	2.57±0.23
NRC +20%(1.2)	297.5±5.5	17.77±1.27	1618.6±76.6	937.6±57.6	2.04±0.15	2.52±0.21
ระดับนัยสำคัญ	0.961	0.8434	0.8139	0.8606	0.9620	0.8583
CV(%)	2.37	2.4105	4.78	6.81	8.01	6.91
โปรตีนxไลซีน	0.9556	0.9175	0.2380	0.1430	0.4428	0.1411

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับโปรตีนและไลซีนแสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 26 ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับโปรตีน (%)	ระดับไลซีน (%)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ปรกติ	NRC	1965.3±31.9	299.6±4.9	18.62±0.30	1698.3±57.3	1017.8±28.0	1.91±0.08	2.61±0.09
	NRC +10%	1966.4±72.4	299.7±11.0	18.80±0.69	1678.1±117.2	998.8±92.0	1.95±0.24	2.54±0.29
	NRC +20%	1959.6±47.2	298.6±7.2	18.78±0.45	1640.9±97.3	941.5±65.4	2.02±0.17	2.39±0.14
ระดับนัยสำคัญ		0.9815	0.9802	0.8598	0.6920	0.2961	0.6799	0.3063
เฉลี่ย		1963.8±48.2	299.3±7.4	18.73±0.47 ^{A}	1672.4±88.6 ^{A}	986.0±69.6 ^{A}	1.96±0.17 ^{B}	2.51±0.20
ต่ำ	NRC	1951.4±13.7	297.4±2.1	16.68±0.11	1519.6±25.2	876.5±25.0	2.17±0.09	2.51±0.08
	NRC +10%	1939.9±59.5	295.6±9.1	16.69±0.51	1589.5±77.4	912.0±85.7	2.09±0.20	2.60±0.18
	NRC+20%	1945.4±25.3	296.5±3.9	16.76±0.22	1596.4±53.9	933.8±58.5	2.06±0.14	2.66±0.19
ระดับนัยสำคัญ		0.9142	0.9166	0.9326	0.1593	0.4477	0.6189	0.4375
เฉลี่ย		1945.5±34.9	296.5±5.3	16.71±0.30 ^{B}	1568.48±62.53 ^{B}	907.4±60.9 ^{B}	2.11±0.14 ^{A}	2.59±0.16
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.3476	0.3425	0.0001	0.0042	0.0079	0.0367	0.3003

หมายเหตุ - ตัวอักษร A, B ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับโปรตีน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในแต่ละระดับโปรตีน

ตารางที่ 27 ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับไลซีน (%)	ระดับโปรตีน (%)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
NRC	ปรกติ	1965.3±31.9	299.6±4.9	18.62±0.30	1698.3±57.3[a]	1017.8±28.0 [a]	1.91±0.08 [b]	2.61±0.09
	ต่ำ	1951.4±13.7	297.4±2.1	16.68±0.11	1519.6±25.2 [b]	876.5±25.0 [b]	2.17±0.09 [a]	2.51±0.08
ระดับนัยสำคัญ		0.4527	0.4360	0.0001	0.0012	0.0003	0.0050	0.1474
เฉลี่ย		**1958.3±23.9**	**298.5±3.7**	**17.65±1.06**	**1609.0±103.9**	**947.2±79.4**	**2.04±0.16**	**2.56±0.10**
NRC +10%	ปรกติ	1966.4±72.4	299.7±11.0	18.80±0.69	1678.1±117.2	998.8±92.0	1.95±0.24	2.54±0.29
	ต่ำ	1939.9±59.5	295.6±9.1	16.69±0.51	1589.5±77.4	912.0±85.7	2.09±0.20	2.60±0.18
ระดับนัยสำคัญ		0.5919	0.5924	0.0027	0.2538	0.2167	0.3798	0.7259
เฉลี่ย		**1953.1±63.0**	**297.7±9.6**	**17.74±1.26**	**1633.8+103.5**	**955.4±94.5**	**2.02±0.22**	**2.57±0.23**
NRC +20%	ปรกติ	1959.6±47.2	298.6±7.2	18.78±0.45	1640.9±97.3	941.5±65.4	2.02±0.17	2.39±0.14
	ต่ำ	1945.4±25.3	296.5±3.9	16.76±0.22	1596.3±53.9	933.8±58.5	2.06±0.14	2.66±0.19
ระดับนัยสำคัญ		0.6144	0.6124	0.0002	0.4539	0.8662	0.6952	0.0642
เฉลี่ย		**1952.5±35.9**	**297.5±5.47**	**17.77±1.13**	**1618.6±76.6**	**937.6±57.6**	**2.04±0.15**	**2.52±0.21**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.9627	0.9601	0.8434	0.8139	0.8606	0.9620	0.8583

หมายเหตุ - ตัวอักษร a, b, c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับไลซีนเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในระดับไลซีนเดียวกัน

ผลของอันตรกริยาของระดับโปรตีน และไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ พบว่าอันตรกริยาระหว่างโปรตีน และไลซีนไม่มีผลต่อลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)

เมื่อทำการศึกษาถึงการเสริมไลซีนระดับต่าง ๆ ในอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกัน (ตารางที่ 26) พบว่าอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 20 การเสริมไลซีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และ 20 มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเลวลง โดยเฉพาะการเสริมไลซีนในอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 20 ทำให้มีค่าดังกล่าวต่ำน่าจะเกิดจากการเสริมไลซีนในระดับสูงเกินไป ทำให้เกิดความไม่สมดุลของกรดแอมิโน ซึ่งร่างกายจะต้องเสียพลังงานในการขับกลุ่มกรดแอมิโนออกจากร่างกาย แต่การเสริมไลซีนในระดับดังกล่าวในอาหารที่มีโปรตีนต่ำนั้นกลับพบว่า การเสริมไลซีนที่ระดับร้อยละ 20 มีผลทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าพวกที่ไม่เสริม และพวกที่เสริมไลซีนร้อยละ 10 แต่ความแตกต่างยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

3. ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ (ตารางที่ 28, 29 และ 30)

ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ (ตารางที่ 28) พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำ (ร้อยละ16) จะทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับสูง (ร้อยละ 18) แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงจะมีปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน (22.53 กรัม/ตัว) สูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำ (19.86) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำดีกว่า ดังนั้นในช่วงนี้จึงควรใช้อาหารที่มีโปรตีนต่ำเลี้ยงไก่กระทง

ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ (ตารางที่ 28) พบว่าระดับของไลซีน ไม่มีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยที่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (597.7 กรัม/ตัว) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (2.02) ดีที่สุด

ตารางที่ 28 ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ระดับโปรตีน(%)							
ปรกติ (18)	1751.3±51.3	400.3±11.7	22.53±0.67 [a]	2256.0±117.2 [a]	583.6±58.4	2.97±0.30	1.85±0.19 [b]
ต่ำ (16)	1733.6±63.2	396.3±14.5	19.86±0.72 [b]	2154.4±73.2 [b]	585.9±59.9	2.90±0.31	2.11±0.23 [a]
ระดับนัยสำคัญ	0.4986	0.5010	0.0001	0.0115	0.9234	0.6183	0.0065
ระดับไลซีน (%)(ที่สูงกว่าคำแนะนำของ NRC ;1994)							
NRC (0.85)	1744.1±71.0	398.7±16.2	21.10±1.63	2198.5±138.6	589.6±41.0	2.90±0.24	2.00±0.14
NRC+10%(0.935)	1740.3±50.9	397.8±11.6	21.22±1.69	2231.5±124.4	597.7±79.9	2.89±0.41	2.03±0.35
NRC +20%(1.02)	1742.8±55.2	398.4±12.6	21.27±1.47	2185.7±53.9	567.0±48.7	3.01±0.25	1.91±0.22
ระดับนัยสำคัญ	0.9925	0.9915	0.9044	0.5752	0.5542	0.6942	0.5243
CV(%)	3.60	3.60	3.56	4.01	9.84	10.57	10.36
โปรตีนxไลซีน	0.7883	0.7855	0.9044	0.0409	0.1615	0.3195	0.1681

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับโปรตีนและไลซีนแสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 29 ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6-8สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับโปรตีน (%)	ระดับไลซีน (%)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ปรกติ	NRC	1752.7±58.7	400.6±13.4	22.41±0.75	2319.7±68.8	621.4±14.0	2.79±0.07	1.98±0.04
	NRC +10%	1760.2±43.2	402.4±9.9	22.71±0.56	2253.7±176.7	575.6±71.7	3.01±0.37	1.81±0.20
	NRC +20%	1740.9±64.1	398.0±14.7	22.48±0.83	2194.7±63.0	553.8±63.3	3.10±0.35	1.76±0.22
ระดับนัยสำคัญ		0.8871	0.8900	0.8322	0.3524	0.2685	0.3733	0.2270
เฉลี่ย		**1751.3±51.3**	**400.3±11.7**	**22.53±0.67 ^{A}**	**2256.0±117.2 ^{A}**	**583.6±58.4**	**2.97±0.30**	**1.85±0.19 ^{B}**
ต่ำ	NRC	1735.6±90.2	396.8±20.6	19.80±1.03	2077.3±30.2	557.7±31.9	3.01±0.31	2.02±0.20
	NRC +10%	1720.4±56.0	393.3±12.8	19.72±0.64	2209.3±59.6	619.8±91.9	2.77±0.46	2.25±0.34
	NRC+20%	1744.7±54.8	398.9±12.5	20.06±0.63	2176.6±50.9	580.2±32.6	2.93±0.08	2.07±0.05
ระดับนัยสำคัญ		0.8830	0.8796	0.8252	0.0100	0.3656	0.6030	0.3819
เฉลี่ย		**1733.6±63.2**	**396.3±14.5**	**19.86±0.72 ^{B}**	**2154.4±73.2 ^{B}**	**585.9±59.9**	**2.90±0.31**	**2.11±0.23 ^{A}**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.4986	0.5010	0.0001	0.0115	0.9234	0.6183	0.0065

หมายเหตุ - ตัวอักษร A, B ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับโปรตีน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในแต่ละระดับโปรตีน

ตารางที่ 30 ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6-8สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับไลซีน (%)	ระดับโปรตีน (%)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
NRC	ปรกติ	1752.7±58.7	400.6±13.4	22.41±0.75 [a]	2319.7±68.8 [a]	621.4±14.0 [a]	2.79±0.07	1.98±0.04
	ต่ำ	1735.6±90.2	396.8±20.6	19.80±1.03 [b]	2077.3±30.2 [b]	557.7±31.9 [b]	3.01±0.31	2.02±0.20
ระดับนัยสำคัญ		0.7612	0.7651	0.0064	0.0007	0.0106	0.2247	0.7450
เฉลี่ย		**1744.1±71.0**	**398.7±16.2**	**21.10±1.63**	**2198.5±138.6**	**589.6±41.0**	**2.90±0.24**	**2.00±0.14**
NRC +10%	ปรกติ	1760.2±43.2	402.4±9.9	22.71±0.56 [a]	2253.7±176.7	575.61±71.7	3.01±0.37	1.81±0.20
	ต่ำ	1720.4±56.0	393.3±12.8	19.72±0.64 [b]	2209.3±59.6	619.89±1.9	2.77±0.46	2.25±0.34
ระดับนัยสำคัญ		0.3029	0.3024	0.0004	0.6505	0.4770	0.4565	0.0709
เฉลี่ย		**1740.3±50.9**	**397.8±11.6**	**21.22±1.69**	**2231.47±124.39**	**597.7±79.9**	**2.89±0.41**	**2.03±0.35**
NRC +20%	ปรกติ	1740.9±64.1	398.0±14.7	22.48±0.83 [a]	2194.7±63.0	553.8±63.3	3.10±0.35	1.76±022 [b]
	ต่ำ	1744.7±54.8	398.9±12.5	20.06±0.63 [b]	2176.6±50.9	580.2±32.6	2.93±0.08	2.07±0.05 [a]
ระดับนัยสำคัญ		0.9313	0.9304	0.0034	0.6697	0.4865	0.3808	0.0390
เฉลี่ย		**1742.8±55.2**	**398.4±12.6**	**21.27±1.47**	**2185.7±53.9**	**567.0±48.7**	**3.01±0.25**	**1.91±0.22**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.9925	0.9915	0.9044	0.5752	0.5542	0.6942	0.5243

หมายเหตุ - ตัวอักษร a, b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับไลซีนเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในระดับไลซีนเดียวกัน

ผลของอันตรกริยา ของระดับโปรตีน และไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ พบว่าอันตรกริยาระหว่างโปรตีน และไลซีนไม่มีผลต่อลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เมื่อทำการศึกษาถึงการเสริมไลซีนระดับต่าง ๆ ในอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกัน (ตารางที่ 29) พบว่าอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 18 การเสริมไลซีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และ 20 มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเลวลง โดยเฉพาะการเสริมไลซีนในอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 20 ทำให้มีค่าดังกล่าวต่ำน่าจะเกิดจากการเสริมไลซีนในระดับสูงเกินไป ทำให้เกิดความไม่สมดุลของกรดแอมิโน ซึ่งร่างกายจะต้องเสียพลังงานในการขับกลุ่มกรดแอมิโนออกจากร่างกาย ในอาหารที่มีโปรตีนต่ำ (ร้อยละ 16) การเสริมไลซีนที่ระดับร้อยละ 10 มีผลทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวใกล้เคียงกับไก่กลุ่มที่ได้รับโปรตีนร้อยละ 18 ที่ไม่เสริมไลซีน ซึ่งการเสริมไลซีนในระดับดังกล่าว ในอาหารที่มีโปรตีนต่ำ นั้นกลับพบว่าการเสริมไลซีนที่ระดับร้อยละ 10 มีผลทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าพวกที่ไม่เสริม และพวกที่เสริมไลซีนร้อยละ 20 แต่ความแตกต่างยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4 ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ (ตารางที่ 31, 32 และ 33)

ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ เมื่อนำผลการทดลองช่วง 0-3 และ 3-6 สัปดาห์ มารวมและคิดเป็นช่วงการเลี้ยง 0-6 สัปดาห์ พบว่าระดับของโปรตีน มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และปริมาณพลังงานที่กิน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กล่าวคือไก่ทั้ง 2 กลุ่มจะกินอาหารใกล้เคียงกันมาก เพราะในอาหารมีพลังงานเท่ากันพลังงานที่ไก่ได้รับต่อวันจึงเท่ากัน แต่พวกที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงจะได้รับโปรตีนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และเนื่องจากในอาหารมีพลังงานเพียงพอจึงทำให้ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงกว่ามีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)

ตารางที่ 31 ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ระดับโปรตีน (%)								
ปรกติ	43.54±0.92	2679.5±54.4	204.2±4.1	13.29±0.27 [a]	1672.4±88.6[a]	1628.9±88.4 [a]	1.65±0.11[b]	2.92±0.19
ต่ำ	43.27±0.73	2667.1±48.9	203.3±3.7	11.97±0.24 [b]	1568.5±62.5[b]	1525.2±62.3 [b]	1.75±0.07[a]	3.03±0.12
ระดับนัยสำคัญ	0.3910	0.5761	0.5808	0.0001	0.0041	0.0042	0.0181	0.0982
ระดับไลซีน (%)(ที่สูงกว่าคำแนะนำของ NRC ; 1994)								
NRC	43.45±1.05	2687.8±30.9	203.9±2.4	12.57±0.71	1609.0±103.9	1565.5±103.2	1.72±0.11	2.97±0.07
NRC +10%	43.59±0.54	2656.2±71.1	202.4±5.4	12.57±0.85	1633.8±103.4	1590.2±103.2	1.68±0.12	3.02±0.21
NRC +20%	43.17±1.01	2687.8±44.0	204.8±3.4	12.75±0.66	1618.6±76.6	1575.5±77.1	1.71±0.10	2.95±0.19
ระดับนัยสำคัญ	0.5321	0.4987	0.5001	0.2673	0.8139	0.8161	0.6910	0.6402
CV(%)	1.72	1.98	1.98	2.01	4.78	4.91	5.64	5.39
โปรตีนxไลซีน		0.4921	0.4886	0.4761	0.2380	0.2461	0.3430	0.3206

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b,c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับโปรตีนและไลซีน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงาน มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 32 ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับโปรตีน (%)	ระดับไลซีน (%)	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
	NRC	43.99±0.83	2682.0±45.5	204.4±3.5	13.22±0.23	1698.3±57.3	1654.3±56.5	1.62±0.06	2.98±0.10
ปรกติ	NRC +10%	43.90±0.50	2678.5±88.8	204.1±6.8	13.31±0.43	1678.1±117.2	1634.2±117.1	1.65±0.17	2.93±0.27
	NRC +20%	42.72±0.90	2677.9±29.6	204.1±2.3	13.34±0.15	1640.9±97.3	1598.2±97.8	1.68±0.11	2.85±0.19
ระดับนัยสำคัญ		0.0780	0.9948	0.9951	0.8459	0.6920	0.7032	0.8122	0.6660
เฉลี่ย		**43.54±0.92**	**2679.5±54.4**	**204.2±4.1**	**13.29±0.27^{A}**	**1672.4±88.6^{A}**	**1628.9±88.4^{A}**	**1.65±0.11^{B}**	**2.92±0.19**
	NRC	42.91±0.72	2669.8±7.2	203.5±0.5	11.92±0.04	1519.6±25.2	1476.7±24.6	1.81±0.03	2.95±0.05
ต่ำ	NRC +10%	43.28±0.22	2633.9±51.0	200.7±3.9	11.83±0.22	1589.5±77.4	1546.2±77.2	1.71±0.06	3.11±0.10
	NRC +20%	43.62±1.02	2697.7±58.2	205.6±4.4	12.17±0.28	1596.4±53.9	1552.8±54.2	1.74±0.09	3.04±0.16
ระดับนัยสำคัญ		0.4316	0.1868	0.1861	0.0986	0.1593	0.1624	0.1250	0.1822
เฉลี่ย		**43.27±0.73**	**2667.1±48.9**	**203.3±3.7**	**11.97±0.24^{B}**	**1568.48±62.53^{B}**	**1525.2±62.3^{B}**	**1.75±0.07^{A}**	**3.03±0.12**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.3910	0.5761	0.5808	0.0001	0.0041	0.0042	0.0181	0.0982

หมายเหตุ - ตัวอักษร A, B ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับโปรตีน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในแต่ละระดับโปรตีน

ตารางที่ 33 ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับไลซีน (%)	ระดับโปรตีน (%)	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี่/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
NRC	ปกติ	43.99±0.83	2682.0±45.5	204.4±3.5	13.22±0.23 ^{a}	1698.3±57.3^{a}	1654.3±56.5^{a}	1.62±0.06^{a}	2.98±0.1
	ต่ำ	42.91±0.72	2669.8±7.2	203.4±0.5	11.92±0.04 ^{b}	1519.6±25.2^{b}	1476.7±24.6^{b}	1.81±0.03^{b}	2.95±0.05
ระดับนัยสำคัญ		0.0984	0.6179	0.6248	0.0001	0.0012	0.0012	0.0012	0.5976
เฉลี่ย		**43.45±1.05**	**2675.9±30.9**	**203.9±2.4**	**12.57±0.71**	**1609.0±103.9**	**1565.5±103.2**	**1.72±0.11**	**2.97±0.07**
NRC +10%	ปกติ	43.90±0.50	2678.5±88.8	204.1±6.8	13.31±0.43 ^{a}	1678.1±117.2	1634.2±117.1	1.65±0.17	2.93±0.27
	ต่ำ	43.28±0.22	2633.9±51.0	200.7±3.9	11.83±0.22 ^{b}	1589.5±77.4	1546.2±77.2	1.71±0.06	3.11±0.10
ระดับนัยสำคัญ		0.0621	0.4168	0.4163	0.0009	0.2538	0.2563	0.5378	0.2447
เฉลี่ย		**43.59±0.54**	**2656.2±71.1**	**202.4±5.4**	**12.57±0.85**	**1633.8±103.5**	**1590.2±103.2**	**1.68±0.12**	**3.02±0.21**
NRC +20%	ปกติ	42.72±0.90	2677.9±29.6	204.1±2.3	13.34±0.15 ^{a}	1640.9±97.3	1598.2±97.8	1.68±0.11	2.85±0.19
	ต่ำ	43.62±1.02	2697.7±58.2	205.7±4.4	12.17±0.28 ^{b}	1596.3±53.9	1552.8±54.2	1.74±0.09	3.04±0.16
ระดับนัยสำคัญ		0.2355	0.5667	0.5615	0.0003	0.4539	0.4476	0.4103	0.1778
เฉลี่ย		**43.17±1.01**	**2687.8±44.0**	**204.8±3.4**	**12.75±0.66**	**1618.6±76.6**	**1575.5±77.1**	**1.71±0.10**	**2.95±0.19**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.5321	0.4987	0.5001	0.2673	0.8139	0.8161	0.6910	0.6402

หมายเหตุ - ตัวอักษร a, b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับไลซีนเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในระดับไลซีนเดียวกัน

ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ (ตารางที่ 31) พบว่าระดับของไลซีน มีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยที่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (1590.2 กรัม/ตัว) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด (1.68) รองลงมา คือไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 20 (น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย 1575.5 กรัม/ตัว และ FCR 1.71) ส่วนที่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่ NRC (1994) แนะนำ มีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (1565.5 กรัม/ตัว) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (1.72) เลวที่สุด

ผลของอันตรกริยาของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ พบว่าอันตรกริยาระหว่างโปรตีน และไลซีนมีผลต่อลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

การเสริมไลซีนระดับต่าง ๆ ในอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกัน (ตารางที่ 32) พบว่าอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 23 การเสริมไลซีนขึ้นร้อยละ 10 และ 20 มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเลวลง แต่การเสริมไลซีนในระดับดังกล่าวในอาหารที่มีโปรตีนต่ำนั้นกลับพบว่าการเสริมไลซีนที่ระดับร้อยละ 10 มีผลทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่า และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าพวกที่ไม่เสริม และพวกที่เสริมไลซีนร้อยละ 20 แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

5 ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ (ตารางที่ 34, 35 และ36)

ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ เมื่อนำผลการทดลองช่วง 0-3 ,3-6 และ 6-8 สัปดาห์ มารวมและคิดเป็นช่วงการเลี้ยง 0-8 สัปดาห์ พบว่าระดับของโปรตีน มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากในอาหารที่ทดลองมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้เท่ากันทุกกลุ่ม คือ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ดังนั้นปริมาณอาหารที่กิน และปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน จึงไม่แตกต่างกัน แต่ในอาหารทดลองมีระดับของโปรตีนต่างกัน จึงส่งผลทำให้ไก่กลุ่มที่ได้รับโปรตีนในระดับสูงกว่าได้รับโปรตีนต่อวันสูงกว่าด้วย ซึ่งระดับของโปรตีนในอาหารทำให้ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ตารางที่ 34 ผลของระดับโปรตีนและไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-8สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	อัตราการตาย (%)
ระดับโปรตีน (%)									
ปรกติ	43.54±0.92	4430.7±75.0	253.2±4.3	15.60±0.27[a]	2256.0±117.2[a]	2212.5±116.8[a]	2.01±0.11	2.53±0.14[b]	9.67±2.67
ต่ำ	43.27±0.73	4400.7±75.3	251.5±4.3	13.94±0.25[b]	2154.4±73.2[b]	2111.1±73.0[b]	2.09±0.09	2.71±0.11[a]	9.33±2.61
ระดับนัยสำคัญ	0.3910	0.3545	0.3552	0.0001	0.0115	0.0116	0.0516	0.0017	0.7791
ระดับไลซีน (%)(ที่สูงกว่าคำแนะนำของ NRC ; 1994)									
NRC	43.45±1.05	4420.0±76.8	252.6±4.4	14.70±0.90	2198.5±138.6	2155.1±137.8	2.06±0.12	2.62±0.06	10.00±2.14
NRC+10%	43.59±0.54	4396.6±73.6	251.3±4.2	14.73±1.01	2231.5±124.4	2187.9±124.4	2.01±0.12	2.66±0.21	9.50±3.66
NRC+20%	43.17±1.01	4430.6±80.9	253.2±4.6	14.88±0.84	2185.7±53.9	2142.5±53.9	2.07±0.08	2.58±0.16	9.00±1.85
ระดับนัยสำคัญ	0.5321	0.6732	0.6757	0.3423	0.5752	0.5793	0.4619	0.3544	0.7866
CV(%)	1.72	1.75	1.75	1.73	4.01	4.09	4.54	4.39	30.18
โปรตีนxไลซีน		0.3969	0.3942	0.3589	0.0409	0.0420	0.0610	0.0486	0.9225

หมายเหตุ - ตัวอักษร a,b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับโปรตีนและไลซีน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับพลังงาน มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 35 ผลของระดับโปรตีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับโปรตีน (%)	ระดับไลซีน (%)	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	อัตราการตาย (%)
ปรกติ	NRC	43.99±0.83	4434.7±77.9	253.4±4.5	15.52±0.27	2319.7±68.8	2209.8±68.1	1.95±0.03	2.62±0.05	10.00±2.31
	NRC +10%	43.90±0.50	4438.8±77.5	253.7±4.4	15.66±0.28	2253.7±176.7	2209.8±176.8	2.02±0.17	2.52±0.20	10.00±4.00
	NRC +20%	42.72±0.90	4418.8±90.9	252.6±5.2	15.62±0.31	2194.7±63.0	2152.0±62.9	2.06±0.10	2.46±0.12	9.00±2.00
ระดับนัยสำคัญ		0.0780	0.9369	0.9361	0.7794	0.3524	0.3580	0.4377	0.3183	0.8563
เฉลี่ย		43.54±0.92	4430.7±75.0	253.2±4.3	15.60±0.27^{A}	2256.0±117.2^{A}	2212.5±116.8^{A}	2.01±0.11	2.53±0.14^{B}	9.67±2.67
ต่ำ	NRC	42.91±0.72	4405.4±84.3	251.8±4.8	13.89±0.23	2077.3±30.2^{b}	2034.4±29.6^{b}	2.17±0.06^{a}	2.62±0.07^{b}	10.00±2.31
	NRC +10%	43.28±0.22	4354.4±43.1	248.9±2.5	13.80±0.13	2209.3±59.6^{a}	2166.0±59.7^{a}	2.01±0.07^{b}	2.81±0.09^{a}	9.00±3.83
	NRC +20%	43.62±1.02	4442.4±81.5	253.9±4.7	14.14±0.26	2176.6±50.9^{ab}	2133.0±50.8^{a}	2.09±0.08^{ab}	2.70±0.10^{ab}	9.00±2.00
ระดับนัยสำคัญ		0.4316	0.2757	0.2731	0.1246	0.0100	0.0100	0.0349	0.0356	0.8490
เฉลี่ย		43.27±0.73	78.58±1.35	251.5±4.3	13.94±0.25^{B}	2154.4±73.2^{B}	2111.1±73.0^{B}	2.09±0.091	2.71±0.11^{A}	9.33±2.61
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.3910	0.3538	0.3552	0.0001	0.0115	0.0116	0.0516	0.0017	0.7791

หมายเหตุ - ตัวอักษร a, b, c ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับโปรตีนเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในระดับโปรตีนเดียวกัน

- ตัวอักษร A, B ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับโปรตีน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในแต่ละระดับโปรตีน

ตารางที่ 36 ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับไลซีน (%)	ระดับโปรตีน (%)	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	ปริมาณพลังงานที่กิน (กิโลแคลอรี/ตัว/วัน)	ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	อัตราการตาย (%)
NRC	ปรกติ	43.99±0.83	4434.7±77.9	253.4±4.5	15.52±0.27^{a}	2319.7±68.8^{a}	2275.7±68.1^{a}	1.95±0.03^{B}	2.62±0.05	10.00±2.31
	ต่ำ	42.91±0.72	4405.4±84.3	251.8±4.8	13.89±0.23^{b}	2077.3±30.2^{b}	2034.4±29.6^{b}	2.17±0.06^{A}	2.62±0.07	10.00±2.31
ระดับนัยสำคัญ		0.0984	0.6288	0.6366	0.0001	0.0007	0.0006	0.0010	0.9545	1.000
เฉลี่ย		**43.45±1.05**	**4420.0±76.8**	**252.6±4.4**	**14.70±0.90**	**2198.5±138.6**	**2155.1±137.8**	**2.06±0.12**	**2.62±0.06**	**10.00±2.14**
NRC+10%	ปรกติ	43.90±0.50	4438.8±77.5	253.7±4.4	15.66±0.28^{a}	2253.7±176.7	2209.8±176.8	2.02±0.17	2.52±0.20^{b}	10.00±4.00
	ต่ำ	43.28±0.22	4354.4±43.1	248.9±2.5	13.80±0.13^{b}	2209.3±59.6	2166.0±59.7	2.01±0.07	2.81±0.09^{a}	9.00±3.83
ระดับนัยสำคัญ		0.0621	0.1056	0.1041	0.0001	0.6505	0.6551	0.9355	0.0403	0.7304
เฉลี่ย		**43.59±0.54**	**4396.6±73.6**	**251.3±4.2**	**14.73±1.01**	**2231.47±124.39**	**2187.9±124.4**	**2.01±0.12**	**2.66±0.21**	**9.50±3.66**
NRC+20%	ปรกติ	42.72±0.90	4418.8±90.9	252.6±5.2	15.66±0.28^{a}	2194.7±63.0	2152.0±62.9	2.06±0.10	2.46±0.12^{b}	9.00±2.00
	ต่ำ	43.62±1.02	4442.4±81.5	253.9±4.7	13.80±0.13^{b}	2176.6±50.9	2133.0±50.8	2.09±0.08	2.70±0.10^{a}	9.00±2.00
ระดับนัยสำคัญ		0.2355	0.7128	0.7137	0.0003	0.6697	0.6543	0.6423	0.0230	1.000
เฉลี่ย		**43.17±1.01**	**4430.6±80.9**	**253.2±4.6**	**14.88±0.84**	**2185.7±53.9**	**2142.5±53.9**	**2.07±0.08**	**2.58±0.16**	**9.00±2.00**
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.5321	0.6732	0.6757	0.3423	0.5752	0.5793	0.4619	0.3544	0.7866

หมายเหตุ - ตัวอักษร a, b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันในระดับไลซีนเดียวกัน แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมีนัยสำคัญทางสถิติภายในระดับไลซีนเดียวกัน

ระดับของโปรตีนในอาหารมีผลต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงจะมีน้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย (2212.5 กรัม/ตัว) สูงกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำ (2111.1 กรัม/ตัว) ส่งผลให้ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูง มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำ ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Edmonds และคณะ (1985) ที่ใช้อาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 16 เสริมด้วยกรดแอมิโนสังเคราะห์เลี้ยงไก่กระทงเปรียบเทียบกับอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 24 พบว่า อาหารที่มีโปรตีนต่ำ จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไก่กระทงด้อยกว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง และสอดคล้องกับการทดลองของ Pinchasov และคณะ (1990) ที่ได้ทดลองศึกษาการตอบสนองของไก่กระทงอายุ 7 – 21 วันต่ออาหารที่มีโปรตีนต่ำ โดยใช้อาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และโปรตีน 3 ระดับคือ ร้อยละ 23 , 20 และ 17 พบว่า ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงกว่าจะทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่า แต่เมื่อทำการเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ในอาหารที่มีโปรตีนต่ำให้กรดแอมิโนเพียงพอตาม NRC (1984) แนะนำพบว่าสามารถทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำไม่เสริมกรดแอมิโน

จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าระดับของโปรตีนมีผลต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว การที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าในอาหารที่มีโปรตีนในระดับต่ำของการทดลองนี้มีระดับของเมทไธโอนีน และไลซีนเท่ากับที่ NRC (1994) แนะนำ ส่วนกรดแอมิโนตัวอื่น ๆ ของการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ปรับให้เท่ากับ NRC (1994) แนะนำ จึงทำให้กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนในระดับต่ำ ได้รับกรดแอมิโนไม่สมดุล ในส่วนของกรดแอมิโนที่เกินความต้องการ ร่างกายจะทำการขับกรดแอมิโนออกจากร่างกาย ส่งผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กลุ่มนี้เลวกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนในระดับที่ NRC (1994) แนะนำ

ผลของระดับไลซีนต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0 - 8 สัปดาห์ (ตารางที่ 34) พบว่าระดับของไลซีน มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน และน้ำหนักตัวเพิ่มอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยที่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 จะมีน้ำหนักตัวเพิ่ม(2187.9กรัม/ตัว) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (2.01) ดีที่สุด รองลงมา คือไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่ NRC (1994) แนะนำ

(น้ำหนักตัวเพิ่ม 2155.1 กรัม/ตัว และ FCR 2.06) ส่วนที่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนที่สูงกว่าที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 20 มีน้ำหนักตัวเพิ่ม (2142.5 กรัม/ตัว) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (2.07) เลวที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Han และ Baker (1993) ที่ทดลองเสริมไลซีนจากร้อยละ 1.5 หรือ 1.6 เป็นร้อยละ 3.0 หรือ 3.2 พบว่าการเสริมไลซีนเป็นสองเท่าทำให้อัตราการเจริญเติบโต และปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ผลของอันตรกริยา ของระดับโปรตีน และไลซีน ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณพลังงานที่กินต่อวัน ปริมาณโปรตีนที่กินต่อวัน น้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ พบว่า อันตรกริยาระหว่างโปรตีน และไลซีนมีผลต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในอาหารที่มีโปรตีนระดับปรกติ ถ้ามีไลซีนในระดับสูงขึ้นจะทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเลวลง แต่ถ้าในอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำ การเพิ่มระดับของไลซีนขึ้นจะทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น โดยพบว่าอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำ การเสริมไลซีนที่ระดับร้อยละ 10 มีผลทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าพวกที่ไม่เสริม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

6. ผลของระดับโปรตีนและไลซีนต่อส่วนประกอบของซาก

ผลของระดับโปรตีนต่อส่วนประกอบของซาก จากการทดลองผลของระดับโปรตีน 2 ระดับ คือ ระดับปรกติ (ตามคำแนะนำของ NRC 1994) และระดับของโปรตีนระดับต่ำ (ต่ำกว่าคำแนะนำของ NRC 1994 อยู่ร้อยละ 2) พบว่า ระดับของโปรตีนที่ปรกติจะส่งผลให้น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น เนื้อสะโพก สันอก และเนื้อขา มีน้ำหนักสูงกว่าระดับของโปรตีนระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) ส่วนหน้าอกรวมหนัง เนื้อหน้าอกและเนื้อรวม พบว่าระดับของโปรตีนที่ปรกติจะส่งผลให้มีน้ำหนักสูงกว่าระดับของโปรตีนระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ระดับของโปรตีนไม่มีผลต่อส่วนของไขมันช่องท้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อนำส่วนต่าง ๆ ของซากไปคิดเป็นร้อยละโดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักซากอุ่น พบว่าระดับของโปรตีนที่ปรกติจะส่งผลให้ ซากส่วนเนื้อสะโพก หน้าอกรวมหนัง เมื่อคิดเป็นร้อยละของซากอุ่นสูงกว่าระดับของโปรตีนระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) ส่วนเนื้อหน้าอก และเนื้อรวมเมื่อคิดเป็นร้อยละของซากอุ่นพบว่ามีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าระดับของโปรตีนระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ทางสถิติ ($P< 0.01$) แต่ระดับของโปรตีนไม่มีผลต่อส่วนของไขมันช่องท้อง เนื้อขา และสันอกเมื่อคิดเป็นร้อยละของซากอุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 37

การทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าระดับของโปรตีนในอาหารมีผลต่อส่วนประกอบของซาก ซึ่งสอดคล้องกับ McDonal และคณะ (1981) ที่อธิบายว่า สัตว์จะสังเคราะห์โปรตีน หรือสะสมโปรตีนได้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามปริมาณโปรตีนที่ได้รับจากอาหาร แต่เมื่อถึงจุดหนึ่งถึงแม้ว่าสัตว์จะได้รับโปรตีนจากอาหารเพิ่มขึ้น ก็ไม่สามารถสังเคราะห์หรือสะสมโปรตีนได้มากขึ้น และยังต้องกำจัดโปรตีนส่วนที่เกินออกจากร่างกายอีกด้วย

ผลของระดับไลซีนต่อส่วนประกอบของซากพบว่าการเสริมไลซีนระดับที่ NRC แนะนำ, NRC+10% และ NRC+20% ทำให้น้ำหนักของเนื้อสะโพก หน้าอกรวมหนัง เนื้อหน้าอก สันอก ขา และไขมันช่องท้องของไก่อายุ 8 สัปดาห์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อนำส่วนต่าง ๆ ของซากไปคำนวณโดยคิดเปรียบเทียบเป็นร้อยละของซากอุ่น พบว่าระดับของไลซีนมีผลต่อซากส่วนต่าง ๆ เมื่อคิดเป็นร้อยละของซากอุ่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งผลของการเสริมไลซีนระดับต่าง ๆ ในอาหาร พบว่ามีแนวโน้มว่าการเสริมไลซีนขึ้นจากที่ NRC (1994) แนะนำจะทำให้ส่วนของเนื้อสะโพก หน้าอกรวมหนัง เนื้อหน้าอก สันอก และเนื้อรวมสูงขึ้นตามไปด้วย และไก่กลุ่มที่มีการเสริมไลซีนในอาหารจะมีส่วนของไขมันช่องท้องต่ำกว่าไก่กลุ่มที่ไม่ได้เสริมไลซีน (ตารางที่ 37) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Moran และ Bilgili (1990) ได้ศึกษาส่วนประกอบของซากไก่กระทงที่อายุ 42 วันโดยใช้อาหารที่มีไลซีน 3 ระดับ คือ 0.85 0.95 และ 1.05 พบว่าระดับของไลซีนที่สูงขึ้นจะทำให้ส่วนของหน้าอกสูงขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และสะโพกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ผลของอันตรกริยาของระดับโปรตีนและไลซีนต่อส่วนประกอบของซาก เมื่อทำการวิเคราะห์อันตรกริยาระหว่างโปรตีน และไลซีนต่อส่วนประกอบของซาก พบว่าไม่มีอันตรกริยาระหว่างโปรตีน และไลซีนต่อส่วนประกอบของซาก ยกเว้นส่วนของหน้าอกรวมหนัง พบว่ามีอันตรกริยาระหว่างโปรตีน และไลซีน โดยในอาหารที่มีโปรตีนระดับปรกติ ถ้ามีไลซีนในระดับสูงขึ้นจะทำให้ไก่มีหน้าอกรวมหนังเล็กลง แต่ถ้าในอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำ การเพิ่มระดับของไลซีนขึ้นจะทำให้ไก่มีหน้าอกรวมหนังใหญ่ขึ้น ซึ่ง Scott และคณะ (1969) รายงานว่าไลซีนจะพบมากในกล้ามเนื้อของสัตว์ปีก และกล้ามเนื้อส่วนที่ใหญ่ที่สุดของสัตว์ปีก คืออก ดังนั้นในอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำเมื่อมีการเสริมไลซีนจึงทำให้ไลซีนที่เสริมสามารถนำไปสร้างกล้ามเนื้อได้ดีขึ้นจึงทำให้ไก่มีหน้าอกรวมหนังใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 37 ผลของระดับโปรตีน และไลซีนต่อน้ำหนักตัวไก่ก่อนฆ่า และส่วนประกอบของซาก

ปัจจัย	น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	น้ำหนักซากอุ่น (กรัม)	เนื้ออกสะโพก		หน้าอกรวมหนัง		เนื้ออก		สันนอก		เนื้อขา		เนื้อรวม		ไขมันช่องท้อง	
			(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น
ระดับโปรตีน (%)																
ปกติ	2254.7+123.7[a]	2048.9+122.8[a]	242.4+19.1[a]	11.82+0.4[b]	304.7+33.2[a]	14.84+0.9[a]	262.3+27.8[a]	12.78+0.8[a]	82.19+8.2[a]	4.01+0.2	162.6+12.1[a]	7.94+0.4	749.5±61.7[a]	36.55±1.15[a]	35.98+8.3	1.76+0.4
ต่ำ	2156.8+70.3[b]	1951.5+68.8[b]	224.2+12.6[b]	11.45+0.4[b]	274.4+20.5[b]	14.05+0.7[b]	232.8+19.2[b]	11.92+0.7[b]	76.44+4.0[c]	3.92+0.2	152.1+7.0[b]	7.79+0.2	685.5±37.3[b]	35.11±0.94[b]	37.05+4.1	1.90+0.2
ระดับนัยสำคัญ	0.0203	0.0191	0.0191	0.0285	0.0061	0.0156	0.0047	0.0061	0.0397	0.2706	0.0131	0.2341	0.0039	0.0019	0.6615	0.2638
ระดับไลซีน (%)																
NRC	2202.0+138.8	1994.4+138.1	228.6+21.9	11.45+0.4	286.9+44.5	14.32+1.3	241.4+38.5	12.05+1.1	78.02+8.0	3.91+0.2	157.01+14.1	7.87+0.2	705.0±80.1	35.27±1.67	39.06+8.0	1.97+0.4
NRC+10%	2228.6+128.5	2025.1+124.7	240.5+20.6	11.86+0.4	297.4+29.4	14.67+0.8	255.3+27.8	12.59+0.8	81.03+8.4	4.00+0.2	159.80+10.0	7.89+0.2	736.5±63.6	36.33±1.24	37.97+4.3	1.88+0.2
NRC+20%	2186.6+56.8	1981.1+58.9	230.8+10.6	11.65+0.3	284.4+15.0	14.36+0.7	245.9+13.5	12.42+0.6	78.91+4.5	3.98+0.2	155.27+9.5	7.84+0.4	710.9±24.0	35.89±0.51	32.52+5.0	1.64+0.2
ระดับนัยสำคัญ	0.6713	0.6284	0.2770	0.0895	0.5251	0.5822	0.4669	0.3473	0.6302	0.6287	0.6280	0.9361	0.3874	0.1148	0.0832	0.1171
CV (%)	4.27	4.63	6.49	3.00	8.26	5.038	9.08	5.97	8.01	4.90	5.94	3.67	6.60	2.71	16.05	16.93
โปรตีนxไลซีน	0.0689	0.0632	0.1449	0.6410	0.0192	0.0224	0.0984	0.1903	0.1656	0.2858	0.0953	0.2359	0.0928	0.2513	0.1798	0.5273

หมายเหตุ ตัวอักษร a ,b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยของซากส่วนต่าง ๆ ในแต่ละระดับโปรตีน และไลซีนมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 38 ผลของระดับโปรตีน ต่อน้ำหนักตัวไก่ก่อนฆ่า และส่วนประกอบของซาก

ระดับโปรตีน (%)	ระดับไลซีน (%)	น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	น้ำหนักซากอุ่น (กรัม)	เนื้อสะโพก		หน้าอกรวมหนัง		เนื้อหน้าอก		สันนอก		เนื้อขา		เนื้อรวม		ไขมันช่องท้อง	
				(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น
	NRC	2318.1±79.9	2110.1±84.0	246.2±14.7	11.66±0.32	321.3±34.5	15.20±1.11	268.6±32.7	12.70±1.08	83.71±7.3	3.96±0.2	168.2±10.1	7.97±0.2	766.7±63.8	36.30±1.8	41.81±10.4	2.00±0.6
ปรกติ	NRC+10%	2253.3±184.7	2050.0±179.2	248.1±27.7	12.08±0.32	311.8±34.7	15.19±0.52	271.1±30.9	13.20±0.42	84.51±11.3	4.11±0.2	160.4±14.5	7.82±0.3	764.1±82.1	37.22±0.8	35.96±4.9	1.76±0.2
	NRC+20%	2192.7±71.5	1986.5±77.0	232.9±12.8	11.72±0.43	281.1±21.5	14.14±0.75	247.3±19.2	12.45±0.76	78.36±6.2	3.94±0.2	159.3±12.5	8.02±0.6	717.8±33.6	36.13±0.4	30.17±5.7	1.51±0.2
ระดับนัยสำคัญ		0.3944	0.3999	0.5131	0.2538	0.2115	0.1704	0.4566	0.4294	0.5623	0.5674	0.5669	0.7554	0.4958	0.3849	0.1386	0.2442
เฉลี่ย		2254.7±123.7^{a}	2048.9±122.8^{a}	242.4±19.1^{a}	11.82±0.4^{a}	304.7±33.2^{a}	14.84±0.9^{a}	262.3±27.8^{a}	12.78±0.8^{a}	82.19±8.2^{a}	4.01±0.2	162.6±12.1^{a}	7.94±0.4	749.5±61.7^{a}	36.55±1.15^{a}	35.98±8.3	1.76±0.4
	NRC	2086.0±51.3^{b}	1878.7±41.8^{b}	211.1±8.7^{b}	11.24±0.46	252.6±17.0^{b}	13.44±0.64	214.2±20.4^{b}	11.39±0.9	72.32±3.5^{b}	3.85±0.1	145.8±4.9^{b}	7.76±0.2	643.4±27.9^{b}	34.24±0.8	36.31±4.8	1.94±0.3
ต่ำ	NRC+10%	2204.0±52.8^{a}	2000.2±50.2^{a}	232.8±7.9^{a}	11.64±0.27	283.0±15.9^{a}	14.15±0.60	239.5±13.4^{a}	12.0±0.52	77.54±1.7^{a}	3.88±0.1	159.2±4.4^{a}	7.96±0.2	709.0±26.0^{a}	34.5±0.9	39.97±3.0	2.00±0.2
	NRC+20%	2180.4±48.0^{a}	1975.6±45.6^{a}	228.7±9.2^{a}	11.58±0.23	287.7±5.8^{a}	14.57±0.60	244.6±7.2^{a}	12.4±0.6	79.5±2.9^{a}	4.02±0.2	151.3±3.5^{b}	7.66±0.1	704.0±9.1^{a}	35.64±0.6	34.86±3.2	1.77±0.2
ระดับนัยสำคัญ		0.0215	0.0108	0.0138	0.2504	0.0118	0.0749	0.0360	0.1623	0.0143	0.2153	0.0055	0.0536	0.0046	0.0563	0.1950	0.3435
เฉลี่ย		2156.8±70.3^{b}	1951.5±68.8^{b}	224.2±12.6^{b}	11.45±0.4^{b}	274.4±20.5^{b}	14.05±0.7^{b}	232.8±19.2^{b}	11.92+0.7^{b}	76.44±4.0^{b}	3.92±0.2	152.1±7.0^{b}	7.79±0.2	685.5±37.3^{b}	35.11±0.94^{b}	37.05±4.1	1.90±0.2
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.0203	0.0191	0.0191	0.0285	0.0061	0.0156	0.0047	0.0061	0.0397	0.2706	0.0131	0.2341	0.0039	0.0019	0.6615	0.2638

หมายเหตุ ตัวอักษร a ,b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของซากส่วนต่าง ๆ ในแต่ละระดับโปรตีน มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 39 ผลของระดับไลซีน ต่อน้ำหนักตัวไก่ก่อนฆ่า และส่วนประกอบของซาก

ระดับไลซีน (%)	ระดับโปรตีน (%)	น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	น้ำหนักซากอุ่น (กรัม)	เนื้อสะโพก		หน้าอกรวมหนัง		เนื้อหน้าอก		สันนอก		เนื้อขา		เนื้อรวม		ไขมันช่องท้อง	
				(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น	(กรัม)	%ซากอุ่น
NRC	ปกติ	2318.1±79.9^{a}	2110.1±84.0^{a}	246.2±14.7^{b}	11.66±0.3	321.3±34.5^{a}	15.20±1.1^{a}	268.6±32.7^{a}	12.70±1.1	83.71±7.3^{a}	3.96±0.2	168.2±10.1^{a}	7.97±0.2	766.7±63.8^{a}	36.30±1.8	41.81±10.4	2.00±0.6
	ต่ำ	2086.0±51.3^{b}	1878.7±41.8^{b}	211.1±8.7^{b}	11.24±0.5	252.6±17.0^{b}	13.44±0.6^{b}	214.2±20.4^{b}	11.39±0.9	79.46±2.9^{b}	3.85±0.1	145.8±4.9^{b}	7.76±0.2	643.4±27.9^{b}	34.24±0.8	36.31±4.8	1.94±0.3
ระดับนัยสำคัญ		0.0027	.0026	0.0063	0.1813	0.0117	0.0327	0.0302	0.1052	0.0296	0.4396	0.0073	0.2094	0.0122	0.0766	0.3721	0.8565
เฉลี่ย		2202.0±138.8	1994.4±138.1	228.6±21.9	11.45±0.4	286.9±44.5	14.32±1.3	241.4±38.5	12.05±1.1	78.02±8.0	3.91±0.2	157.0±14.1	7.87±0.2	705.0±80.1	35.27±1.67	39.06±8.0	1.97±0.4
NRC+10%	ปกติ	2253.3±184.7	2050.0±179.2	248.1±27.7	248.1±27.7	311.8±34.7	15.19±0.5^{a}	271.1±30.9	13.20±0.4^{a}	84.51±11.3	4.11±0.2	160.4±14.5	7.82±0.3	764.1±82.1	37.22±0.8^{a}	35.96±4.9	1.76±0.2
	ต่ำ	2204.0±52.8	2000.2±50.2	232.8±7.9	232.8±7.9	283.0±15.9	14.15±0.6^{b}	239.5±13.4	11.97±0.5^{b}	77.54±1.7	3.88±0.1	159.2±4.4	7.96±0.2	709.0±26.0	35.5±0.9^{b}	39.97±3.0	2.00±0.2
ระดับนัยสำคัญ		0.6259	0.6115	0.3284	0.0783	0.1828	0.0390	0.1088	0.0103	0.2687	0.1137	0.8864	0.4302	0.2479	0.0262	0.2116	0.1518
เฉลี่ย		2228.6±128.5	2025.1±124.7	240.5±20.6	11.86±0.4	297.4±29.4	14.67±0.8	255.3±27.8	12.59±0.8	81.03±8.4	4.00±0.2	159.8±10.0	7.89±0.2	736.5±63.6	36.33±1.24	37.97±4.3	1.88±0.2
NRC+20%	ปกติ	2192.7±71.5	1986.5±77.0	232.88±12.8	232.9±12.8	281.1±21.5	14.14±0.8	247.3±19.2	12.45±0.8	78.36±6.2	3.94±0.2	159.3±12.5	8.02±0.6	717.8±33.6	36.13±0.4	30.17±5.7	1.51±0.2
	ต่ำ	2180.4±48.0	1975.6±45.6	228.7±9.2	228.7±9.2	287.7±5.8	14.57±0.6	244.6±7.2	12.39±0.6	79.46±2.9	4.02±0.2	151.3±3.5	7.66±0.1	704.0±9.1	35.64±0.6	34.86±3.2	1.77±0.2
ระดับนัยสำคัญ		0.7837	0.8162	0.6195	0.5671	0.5751	0.4036	0.7961	0.9125	0.7572	0.6008	0.2611	0.2394	0.4572	0.1987	0.2024	0.1289
เฉลี่ย		2186.6±56.8	1981±58.9	230.8±10.6	11.65±0.3	284.4±15.0	14.36±0.7	245.9±13.5	12.42±0.6	78.91±4.5	3.98±0.2	155.27±9.5	7.84±0.4	710.9±24.0	35.89±0.51	32.52±5.0	1.64±0.2
ระดับนัยสำคัญ(ค่าเฉลี่ย)		0.6713	0.6284	0.2770	0.0895	0.5251	0.5822	0.4669	0.3473	0.6302	0.6287	0.6280	0.9361	0.3874	0.1148	0.0832	0.1171

หมายเหตุ ตัวอักษร a ,b ที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันของค่าเฉลี่ยแสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของซากส่วนต่าง ๆ ในแต่ละระดับไลซีนมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. ผลของระดับโปรตีน และไลซีนต่อต้นทุนการผลิตไก่กระทง

ต้นทุนการผลิต (ตารางที่ 40) จะเห็นว่าเมื่อคิดราคาอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวมีชีวิต 1 กิโลกรัม พบว่าในช่วงทุกช่วงอายุ อาหารสูตรที่ 5 (ระดับโปรตีนต่ำกว่า NRC 1994 แนะนำร้อยละ 2 และระดับไลซีนที่สูงกว่าคำแนะนำของ NRC 1994 ร้อยละ 10) มีต้นทุนการผลิตไก่กระทงให้ได้น้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัมต่ำที่สุด คือช่วง 0 – 3 สัปดาห์ เท่ากับ7.84 บาท ช่วง 0 – 6 สัปดาห์ เท่ากับ 10.73 บาท และช่วง 0 – 8 สัปดาห์ เท่ากับ 12.08 บาท

ตารางที่ 40 ผลของระดับโปรตีน และไลซีนต่อต้นทุนการผลิตไก่กระทง

ระดับโปรตีน	ระดับไลซีนที่สูงกว่าแนะนำ[1/] (%)	ราคาอาหาร (บาท/กิโลกรัม)			ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)			น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม/ตัว)			ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัม (บาท)				
		ช่วง 0-3 สัปดาห์	ช่วง 3-6 สัปดาห์	ช่วง 6-8 สัปดาห์	ช่วง 0-3 สัปดาห์	ช่วง 3-6 สัปดาห์	ช่วง 6-8 สัปดาห์	ช่วง 0-3 สัปดาห์	ช่วง 3-6 สัปดาห์	ช่วง 6-8 สัปดาห์	ช่วง 0-3 สัปดาห์	ช่วง 3-6 สัปดาห์	ช่วง 6-8 สัปดาห์	ช่วง 0-6 สัปดาห์	ช่วง 0-8 สัปดาห์
ปรกติ	0	7.55	6.36	5.88	716.7	1965.3	1752.7	636.5	1017.8	621.4	8.31	12.29	16.58	10.83	12.40
	10	7.67	6.47	5.96	712.1	1966.4	1760.2	635.4	998.8	575.6	8.62	12.84	18.40	11.18	13.04
	20	7.78	6.57	6.03	718.3	1959.6	1740.9	656.7	941.5	553.8	8.55	13.71	19.15	11.59	13.47
ต่ำ	0	7.05	5.90	5.55	718.5	1951.4	1735.6	600.2	876.5	557.7	8.45	13.14	17.34	11.23	12.89
	10	7.16	5.98	5.57	694.0	1939.9	1720.4	634.2	912.0	619.8	7.84	12.79	15.72	10.73	12.08
	20	7.28	6.07	5.64	752.3	1945.4	1744.7	619.0	933.8	580.2	8.85	12.69	16.98	11.15	12.72

หมายเหตุ 1/ หมายถึง ระดับที่สูงกว่าที่แนะนำโดย NRC (1994)

บทที่ 3

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองสรุปได้ว่า:-

การทดลองที่ 1: การประเมินคุณค่าทางโภชนาการ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด โดยการประเมินจากตัวสัตว์โดยตรง

1.การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่แท้จริงที่ 48 ชั่วโมงของปลายข้าวมีค่าสูงที่สุด คือ ร้อยละ 98.81 รองลงมา คือ น้ำมันปาล์ม ร้อยละ 97.54 ข้าวโพดร้อยละ 90.71 ปลาป่น ร้อยละ 61.89 และกากถั่วเหลือง ร้อยละ 59.48

2.การใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนโดยประมาณของปลาป่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และปลายข้าว มีค่าร้อยละ 92.48, 90.30, 76.39 และ 69.45 ตามลำดับ

3.การใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่แท้จริงของ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และปลายข้าว มีค่าร้อยละ 94.71, 92.94, 87.90 และ 83.32 ตามลำดับ

4.พลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AME) ที่ 48 ชั่วโมง ในสภาพวัตถุแห้งของปลายข้าว ข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาป่น และน้ำมันปาล์ม มีค่าเท่ากับ 3,537.70, 3,634.55, 2,419.64, 3,078.57 และ7,987.37 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

5.พลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (AMEn) ที่ 48 ชั่วโมง ในสภาพวัตถุแห้งของปลายข้าว ข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาป่น และน้ำมันปาล์ม มีค่าเท่ากับ 3,658.92, 3,723.29, 2,432.74, 2,720.82 และ8,249.48 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

6.พลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TME) ที่ 48 ชั่วโมง ในสภาพวัตถุแห้งของปลายข้าว ข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาป่น และน้ำมันปาล์ม มีค่าเท่ากับ 4,030.40, 4,126.22, 2,911.27, 3,564.71 และ 9,078.65 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

7.พลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (TMEn) ที่ 48 ชั่วโมง ในสภาพวัตถุแห้งของปลายข้าว ข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาป่น และน้ำมันปาล์ม มีค่าเท่ากับ 3,834.26, 3,898.26, 2,607.70, 2,893.82 และ 8,637.85 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 : การศึกษาผลของระดับพลังงานที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่กระทง

1.ในทุกช่วงของการทดลอง (0 – 3 ,3 – 6 และ 6 - 8 สัปดาห์) ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (TME) ระดับ 3,400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด

2.ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของไก่กระทงช่วง 0 – 3 สัปดาห์ คือ กลุ่มที่ได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (TME) 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด ส่วนช่วง 0 – 6 และ 0 – 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (TME) 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด

3.ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่สูงขึ้นจะส่งผลทำให้ส่วนประกอบของซากไก่และส่วนของไขมันเพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 3 : การศึกษาผลของระดับโปรตีน และไลซีนต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่กระทง

1. การลดระดับโปรตีนในอาหารลงต่ำกว่า NRC (1994) แนะนำร้อยละ 2 ในช่วง 0 – 3 สัปดาห์ และในช่วง 0 – 8 สัปดาห์ให้ผลเหมือนกัน คือ มีผลทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนตาม NRC (1994) แนะนำ แต่การลดระดับโปรตีนในอาหารลงต่ำกว่า NRC (1994) แนะนำร้อยละ 2 ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

2. การลดระดับโปรตีนในอาหารลงต่ำกว่า NRC (1994) แนะนำร้อยละ 2 ในช่วง 3 – 6 สัปดาห์ และในช่วง 0 – 6 สัปดาห์ให้ผลเหมือนกัน คือ มีผลทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ยต่ำกว่า และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวแย่กว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนตาม NRC (1994) แนะนำ

3. การลดระดับโปรตีนในอาหารลงต่ำกว่า NRC (1994) แนะนำร้อยละ 2 ในช่วง 6 – 8 สัปดาห์ มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว เลวกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนตาม NRC (1994) แนะนำ แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มเฉลี่ย และปริมาณอาหารที่กิน

4. การลดระดับโปรตีนในอาหารลงต่ำกว่า NRC (1994) แนะนำร้อยละ 2 มีผลต่อส่วนประกอบซาก โดยมีผลทำให้ น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น และส่วนประกอบของซากลดลง ส่วนไขมันช่องท้องจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับโปรตีนลดลง

5.การเพิ่มระดับกรดแอมิโนไลซีนในอาหารในทุกช่วงอายุ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณโปรตีนที่กิน ปริมาณพลังงานที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และพบว่าระดับของไลซีนที่ศึกษาไม่มีผลต่อน้ำหนักมีชีวิตน้ำหนักซากอุ่น และส่วนประกอบของซาก

6.ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของไก่กระทงในทุกช่วงอายุ คือ กลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำเสริมไลซีนเพิ่มจากที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 มีต้นทุนการผลิตต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองครั้งนี้ทำการเสริมกรดแอมิโนไลซีนในอาหารเพิ่มจากที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 และ 20 ซึ่งการเสริมไลซีนเพิ่มจากที่ NRC (1994) แนะนำร้อยละ 10 ให้ผลการเลี้ยงไก่กระทงดีที่สุด ส่วนการเสริมในระดับร้อยละ 20 กลับให้ผลแย่ลง ดังนั้นผู้ที่สนใจในการทดลองต่อไปควรจะศึกษาผลของการเสริมไลซีนในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 10 เพื่อหาระดับที่เหมาะสมต่อไป

บรรณานุกรม

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2532. โภชนศาสตร์สัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 4. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประภากร ธาราฉาย. 2535. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและกรดอะมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดสำหรับเป็ดเนื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2539. หลักการอาหารสัตว์. เล่ม2 หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วรวิทย์ วณิชาภิชาติ. 2520. ความเข้มข้นที่เหมาะสมของโภชนะบางชนิดในอาหารไก่กระทงสำหรับประเทศในเขตร้อน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธา วัฒนสิทธิ์. 2533. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดในเป็ด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2537. สถานการณ์ปศุสัตว์ปี 2537 และแนวโน้มปี 2538. กรุงเทพฯ.

เสาวนิต คูประเสริฐ. 2538. โภชนาศาสตร์สัตว์. พิมพ์ครั้งที่2. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

อาวุธ ตันโช. 2538. การผลิตสัตว์ปีก. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

อุทัย คันโธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. พิมพ์ครั้งที่1. นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.

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

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

Church, D. C. 1984. Livestock Feeds and Feeding. 2nd ed. New Jersey : O&B Books, Inc.

Dale, N. M., H. L. Fuller, G. M. Pesti and R. D. Phillips. 1985. Freeze drying versus oven drying of excreta in true metabolizable nitrogen – corrected true metabolizable energy and true amino acid availability bioassays. Poultry Science 64 : 362 - 365.

Deaton, J. W., J. L. McNaughton, F. N. Reece and B. D. Lott. 1981. Abdominal fat of Broilers as influenced by dietary level of animal fat. Poultry Science 60 : 1250-1253.

Edmonds, M. S., C. M. Parsons and D. H. Baker. 1985. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. Poultry Science 64 : 1519-1526.

Engster, H. M., N. A. Cave, H. Likuski, J. M. McNab, C. A. Parsons and F. E. Pfaff. 1985. A collaborative study to evaluate a Precision fed rooster assay for true amino acid availability in feed ingredients. Poultry Science 64 : 487 - 498.

Fancher, B. L. and L. S. Jensen. 1989. Dietary protein level and essential amino acid content : influence upon female broiler performance during the grower period. Poultry Science 68 : 897 – 908.

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

Han, I. K., H. W. Hochsteler and M. L. Scott. 1976. Metabolizable energy value of some poultry feeds determined by various methods and their estimation using metabolizability of the dry matter. Poultry Science 55 : 1335-1342.

Han, Y. and D. H. Baker. 1993. Effect of sex, heat stress, body weight, and genetic stain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. Poultry Science 77 :701-708.

Han, Y., H. Suzuki, C. M. Parson and D. H. Baker. 1992. Amino acid fortification of a low protein corn-soybean meal diet for maximal weight gain and feed efficiency of the chick. Poultry Science 71 : 1168-1178.

Hari, H., L. C. Kearl, R. Soedomo, L. E. Harris, L. Soekanto and D. T. Allen. 1980. Tables of feed composition for indonesia. Utah : Logan.

Hartel, H. 1986. Influence of food input and procedure of determination on metabolizable energy and digestibility of a diet measured with young and adult birds. British Poultry Science 27 : 11-39.

Hill, F. W. and D. L. Anderson. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. Journal Nutrition 64 : 587-602.

Holsheimer, J. P. and E. W. Ruesink. 1993. Effect on performance, carcass composition, yield, and financial return of dietary energy and lysine level in starter and finisher diets feed to broilers. Poultry Science 72 : 806-815.

Izevbigi, E. B. and K. R. Robbins. 1988. Effect of season on the metabolizable energy requirement for broiler growth, carcass yield, and carcass composition. Tennessee Farm and Home Science 148 : 8-12.

Jensen, L. S., G. W. Schumaier and J. D. Latshaw. 1970. "Extra caloric" effect of dietary fat for developing turkeys as influenced by calorie protein ratio. Poultry Science 49 : 1697-1704.

Khoo, T. H. 1975. Effect of varying dietary energy and protein levels of starter ration on the performance of meat type chickens in tropical environment. Nutrition Abstract and Reviews 45 : 363.

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

Lipstein, B., S. Bornstein and I. Bartov. 1975. The replacement of some of the soybean meal by the first-limiting amino acids in practical broiler diets. 3. Effects of protein concentrations and amino acids supplementation in broiler finisher diets on fat deposition in the carcass. British Poultry Science 16 : 627-635.

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

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

Moran, E. T., JR. and S. F. Bilgili. 1990. Processing losses, carcass quality, and meat yields of broiler chickens receiving diets marginally different to adequate in lysine prior to marketing. Poultry Science 69 : 702-710.

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

NRC. 1984. Nutrient Requirements of Poultry. 8th ed. Washington, D. C. : National Academy of Science.

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. Washington, D. C. : National Academy of Science.

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

Parr, J. F. and J. D. Summers. 1991. The effects of minizing amino acids excesses in broiler diets. Poultry Science 70 : 1540-1549.

Parsons, C. M., L. M. Potter, R. D. Brown, Jr., T. D. Wilkins and B. A. Bliss. 1982. Microbial contribution to dry matter and amino acid content of poultry excreta. Poultry Science 61 : 925 - 932.

Pinchasov, Y., C. X. Mendonca and L. S. Jensen. 1990. Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. Poultry Science 69 : 1950-1955.

Plavnik, I., and S. Hurwitz. 1989. Effect of dietary protein, energy and feed pelleting on the response of chicks to early feed restriction. Poultry Science 68 : 1118-1125.

Raharjo, Y. and 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. Animal Feed Science and Technology. 12 : 29-45.

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

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

Shalev, B. A. 1995. Comparative growth and efficiency of various avian species. In Poultry Production (ed. Hunton P.) Amsterdam : Elsevier Science.

Sibbald, I. R. 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. Poultry Science 55 : 303-308.

Sibbald, I. R. 1978. The effect of the age of the assay bird on the true metabolizable energy values of feedingstuffs. Poultry Science 57 : 1008 - 1012.

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

Sibbald, I. R. 1986. The T.M.E. system of feed evaluation : methodology, feed composition data and bibliography. Ottawa : Animal Research Centre.

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

Sibbald, I. R. and M. S. Wolynetz. 1986. Effects of dietary lysine and feed intake on energy utilization and tissue synthesis by broiler chicks. Poultry Science 65 : 98-105.

Sibbald, I. R., K. Price and J. P. Barrette. 1980. True metabolizable energy values for poultry of commercial diets measured by bioassay and predicted from chemical data. Poultry Science 61 : 766-769.

Sonaiya, E. B., M. Ristic and F. W. Klein. 1990. Effect of environmental temperature, Dietary energy, age and sex on broiler carcase portions and palatability. British Poultry Science 31 : 121-128.

Stilborn, H. L. and P. W. Waldroup. 1989. Utilization of low-protein grower diets for broiler chickens. Poultry Science 68 Suppl. 1 : 142. (Abstr.)

Summer, J. D., D. Spratt and J. L. Aykinson. 1992. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level. Poultry Science 71 : 263-273.

Suwit, T. and I. Tasaki. 1984. Protein and amino digestibility, biological value of protein and energy metabolizability of some leaf protein concentrates in chickens. Japanese Poultry Science 21 : 64-74.

Waldroup, P. W., R. J. Mitchell, J. R. Payne and K.R. Hazen. 1976. Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. Poultry Science 55 :243-253.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลพื้นฐาน

ตารางภาคผนวกที่ 1 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสูตรอาหารไก่ไข่

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

ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณกรดแอมิโนในมูลของไก่ที่อดอาหารและในมูลของไก่ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ (ร้อยละของวัตถุแห้ง)

กรดแอมิโน	ในมูล				
	อดอาหาร	ปลายข้าว	ข้าวโพด	กากถั่วเหลือง	ปลาป่น
กรดแอสปาติก	0.326	0.719	0.540	0.601	0.657
ทรีโอนีน	0.225	0.500	0.367	0.322	0.231
เซอรีน	0.279	0.767	0.409	0.310	0.344
กรดกลูตามิก	0.488	1.172	0.734	0.833	0.683
โปรลีน	0.234	0.628	0.298	0.233	0.325
ไกลซีน	0.461	0.821	0.503	0.463	0.659
อลานีน	0.209	0.630	0.412	0.421	0.407
ซีสตีน	0.381	0.490	0.243	0.143	0.148
วารีน	0.189	0.554	0.333	0.330	0.248
เมทไธโอนีน	0.261	0.192	0.130	0.105	0.110
ไอโซลูซีน	0.177	0.500	0.339	0.330	0.364
ลูซีน	0.247	0.693	0.429	0.469	0.345
ฟีนิลลาลานีน	0.057	0.442	0.292	0.305	0.097
ไลซีน	0.369	0.337	0.326	0.362	0.244
อาร์จีนีน	0.158	0.453	0.228	0.228	0.298

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณมูล ความชื้น และพลังงานรวมในมูลไก่เมื่อได้รับวัตถุดิบอาหารชนิดต่าง ๆ (air dry basis)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ซ้ำที่	ปริมาณมูล		ความชื้น	พลังงานรวมมูล
		24 ชม.	48 ชม.	(%)	(แคลอรีต่อกรัม)
ไม่ให้อาหาร	1	4.047	8.078	91.68	2906.95
	2	3.478	6.913	93.88	2984.58
	3	3.806	6.473	94.28	2956.81
	4	4.127	8.058	89.69	2919.43
ข้าวโพด	1	8.000	12.455	83.29	3515.30
	2	8.644	11.654	86.64	3322.64
	3	8.820	13.753	90.52	3086.71
	4	6.532	11.933	89.69	3394.08
ปลายข้าว	1	4.508	8.310	90.04	3764.73
	2	4.623	9.239	84.12	3883.19
	3	4.684	7.841	89.16	4295.88
	4	5.457	7.801	90.76	4216.47
ภากถั่วเหลือง	1	23.968	29.257	86.40	3020.09
	2	22.344	27.889	86.03	2870.25
	3	21.279	26.897	86.51	3112.65
	4	25.182	31.450	83.34	2909.83
ปลาป่น	1	20.384	23.768	92.60	3374.17
	2	15.717	27.087	90.37	2820.09
	3	23.507	27.956	91.95	3085.22
	4	20.292	25.242	91.36	3147.37
ข้าวโพดผสมน้ำมันปาล์ม	1	9.902	11.855	88.54	4258.32
	2	7.095	10.658	92.93	4359.69
	3	6.905	9.909	90.46	4455.12
	4	7.234	9.588	91.58	4609.98

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในไก่ ที่แนะนำโดยผู้ทำการทดลองอื่น ๆ (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) ในสภาพวัตถุแห้ง

วัตถุดิบ อาหารสัตว์	AME	AMEn	TME	TMEn	ผู้ทำการทดลอง
ปลายข้าว	3,537.7	3,658.9	4,030.4	3,834.3	ทรงยศ (จากการทดลองนี้)
		3,493			Hari และคณะ (1980)
		3,360		3,973	NRC (1994)
	3,977				อุทัย (2529)
ข้าวโพด	3,634.6	3,723.3	4,126.2	3,898.3	ทรงยศ (จากการทดลองนี้)
			4,014	3,885	Engster และคณะ (1985)
				3,785	Fernandez และคณะ(1995)
		3,764		3,899	NRC (1994)
	3,874				อุทัย (2529)
กากถั่วเหลือง	2,419.6	2,432.7	2,911.3	2,607.7	ทรงยศ (จากการทดลองนี้)
				2,663	Fernandez และคณะ (1995)
			2,940	2,760	Dale และคณะ (1985)
		2,506			NRC (1994)
	2,533				อุทัย (2529)
ปลาป่น	3,078.6	2,720.8	3,564.7	2,893.8	ทรงยศ (จากการทดลองนี้)
		3,032			Hari และคณะ (1980)
		3,065		3,236	NRC (1994)
	3,204				อุทัย (2529)
น้ำมันปาล์ม	7,939.4	8,199.9	9,024.2	8,585.0	ทรงยศ (จากการทดลองนี้)
	8,300				อุทัย (2529)

ตารางภาคผนวกที่ 5 น้ำหนักตัวของไก่กระทงในสัปดาห์ต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2

อาหารสูตรที่ (พลังงาน)	ซ้ำที่	น้ำหนักเริ่มต้น	น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่							
			1	2	3	4	5	6	7	8
			(กรัม/ตัว)							
1	1	41.663	154.482	358.784	593.039	998.171	1373.791	1771.686	2113.531	2447.088
(2,800)	2	40.320	152.201	356.356	610.470	1010.982	1408.421	1783.551	2009.959	2330.265
	3	41.390	157.499	359.120	600.914	1011.170	1386.041	1766.456	2056.900	2345.006
	4	41.750	152.077	349.239	597.893	1006.210	1398.840	1788.845	2098.882	2353.171
2	1	41.020	159.684	366.681	646.072	1051.456	1483.510	1836.833	2245.297	2620.161
(3,000)	2	41.465	164.140	366.818	637.760	1017.762	1439.281	1792.571	2082.595	2434.429
	3	41.503	164.864	363.503	628.915	1037.715	1443.274	1844.673	2200.224	2536.931
	4	40.885	162.909	362.738	650.242	1065.489	1514.987	1910.744	2215.643	2597.178
3	1	41.550	174.179	394.245	663.738	1078.236	1526.985	1900.472	2256.625	2668.904
(3,200)	2	41.808	167.570	396.281	674.244	1140.976	1587.758	1982.372	2274.629	2589.846
	3	41.160	165.046	375.704	665.070	1070.454	1503.019	1895.061	2267.111	2586.521
	4	40.988	165.770	381.377	645.872	1047.539	1502.448	1880.943	2211.126	2555.603
4	1	41.708	172.363	396.566	650.414	1088.110	1547.086	1951.948	2259.556	2639.236
(3,400)	2	40.913	165.065	384.466	649.304	1178.175	1566.787	1996.786	2239.567	2649.550
	3	41.240	175.906	397.239	661.853	1143.712	1558.714	2007.908	2277.002	2762.158
	4	41.800	173.974	389.147	663.757	1092.283	1554.913	1958.242	2235.715	2602.648

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงในสัปดาห์ต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2

อาหารสูตรที่ (พลังงาน)	ซ้ำที่	ปริมาณอาหารที่กินสัปดาห์ที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		(กรัม/ตัว)							
1	1	141.28	197.37	302.63	746.32	820.26	1145.00	1012.63	1164.32
(2,800)	2	141.03	201.29	294.88	748.72	804.62	1115.90	1023.85	994.36
	3	139.00	192.56	282.56	752.56	803.95	1136.58	1073.51	1088.92
	4	141.25	196.50	307.69	784.21	808.42	1120.27	1058.57	1050.00
2	1	140.75	202.75	333.07	752.05	748.72	1043.08	1056.66	1139.21
(3,000)	2	138.46	206.16	290.53	756.06	731.58	1044.48	1141.63	971.05
	3	135.00	207.75	297.84	746.11	711.67	1138.89	1046.28	1048.29
	4	137.00	199.50	327.50	769.25	827.75	1048.50	1094.87	1136.50
3	1	143.00	200.50	311.25	721.75	765.50	1048.21	1048.95	1154.06
(3,200)	2	145.38	196.06	296.76	794.44	781.94	1043.89	914.69	815.94
	3	138.25	183.00	306.92	716.67	761.54	1025.64	955.64	911.28
	4	141.75	199.75	250.00	748.20	842.31	1037.44	995.64	987.43
4	1	144.36	191.02	256.41	770.00	753.33	1013.59	879.46	1011.94
(3,400)	2	143.00	194.87	270.54	810.81	773.61	1076.39	816.67	887.50
	3	146.92	185.90	280.77	764.11	734.21	1034.74	848.65	1046.49
	4	140.75	182.25	262.63	737.63	700.53	1073.95	848.92	964.87

ตารางภาคผนวกที่ 7 น้ำหนักมีชีวิต และน้ำหนักส่วนประกอบของซากส่วนต่าง ๆ (กรัม) ของการทดลองที่2

น้ำหนัก (กรัม)	กลุ่มที่			
	1	2	3	4
มีชีวิต	2,365.00	2,552.50	2,602.50	2,662.50
หลังเชือดคอ	2,302.50	2,492.50	2,537.50	2,602.50
ซากอุ่น	2,163.75	2,350.25	2,394.75	2,461.50
หัว	58.135	59.155	57.373	58.025
คอ	122.715	124.800	125.570	126.710
โครงกระดูก	337.210	349.695	374.220	384.273
เท้า+แข้ง	77.280	79.253	82.823	84.718
สะโพก	342.983	390.145	396.768	414.458
อก	381.135	429.375	439.810	445.668
สันอก	85.428	93.863	91.265	97.780
ขา	245.338	270.133	272.318	281.588
ปีก	200.250	214.240	220.873	225.043
ไขมันช่องท้อง	29.610	38.393	51.410	73.005

ตารางภาคผนวกที่ 8 น้ำหนักตัวของไก่กระทงในสัปดาห์ต่าง ๆ ของการทดลองที่ 3

อาหารสูตรที่ (โปรตีน ; ไลซีน ที่เสริม)	ซ้ำที่	น้ำหนักเริ่มต้น	น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่							
			1	2	3	4	5	6	7	8
		(กรัม/ตัว)								
1	1	44.072	155.476	360.108	694.400	1054.400	1399.200	1720.909	1963.000	2336.842
(ปรกติ ; 0)	2	43.364	151.396	357.708	665.600	1030.800	1390.000	1673.478	2025.909	2300.435
	3	43.392	138.996	353.708	648.000	970.000	1294.000	1633.333	2054.000	2238.421
	4	45.136	169.476	392.508	714.000	1094.800	1458.000	1765.417	2169.130	2403.043
2	1	44.504	161.356	362.908	679.600	1044.000	1315.600	1710.000	2042.000	2229.600
(ปรกติ ; 10)	2	43.788	146.156	374.900	636.086	980.435	1240.000	1510.500	1882.143	2026.111
	3	43.296	162.116	382.196	710.833	1073.750	1395.417	1707.727	1898.095	2310.000
	4	43.996	153.196	386.779	690.800	1041.600	1415.833	1784.091	2104.762	2449.048
3	1	41.840	163.356	379.308	710.400	1066.800	1412.500	1704.737	2023.529	2212.941
(ปรกติ ; 20)	2	42.096	153.488	377.952	716.000	1058.800	1387.600	1619.667	1880.000	2133.636
	3	43.204	131.220	388.716	727.600	1078.400	1483.913	1726.818	2025.714	2275.000
	4	43.744	131.476	335.708	643.600	967.826	1259.091	1512.381	1914.706	2157.368
4	1	42.264	151.676	366.908	668.400	959.167	1258.333	1513.478	1933.077	2036.429
(ต่ำ ; 0)	2	42.660	132.636	356.108	624.000	961.200	1248.000	1515.217	1861.111	2073.529
	3	43.940	156.276	349.708	653.600	962.917	1283.333	1554.783	2031.765	2104.500
	4	42.792	167.996	341.708	626.400	946.400	1250.417	1495.000	1895.500	2094.783
5	1	43.400	156.876	372.612	711.667	1042.083	1348.750	1636.957	1863.684	2159.412
(ต่ำ ; 10)	2	43.216	155.316	365.708	649.200	1006.400	1318.000	1630.000	2170.000	2295.263
	3	43.492	158.920	366.779	663.043	997.391	1300.435	1616.818	1935.909	2183.684
	4	42.988	158.644	372.792	686.000	1018.800	1312.800	1474.000	1931.250	2198.636
6	1	43.996	155.876	365.308	668.800	998.400	1277.500	1522.727	1964.706	2105.000
(ต่ำ ; 20)	2	43.508	150.876	363.029	657.916	1002.917	1352.083	1651.364	1940.526	2198.824
	3	44.676	164.436	356.908	662.800	964.800	1264.400	1598.750	1903.636	2223.000
	4	42.272	158.444	372.796	660.800	992.800	1326.087	1612.609	1969.565	2179.524

ตารางภาคผนวกที่ 9 ปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงในสัปดาห์ต่าง ๆ ของการทดลองที่ 3

อาหารสูตรที่ (โปรตีน ; ไลซีนที่เสริม)	ซ้ำที่	ปริมาณอาหารที่กินสัปดาห์ที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		(กรัม/ตัว)							
1	1	125.68	228.91	360.79	607.60	625.20	685.45	880.95	905.79
(ปรกติ ; 0)	2	131.43	215.81	335.48	643.60	649.58	682.08	828.75	903.04
	3	113.10	224.23	383.51	641.20	642.80	694.58	764.58	915.79
	4	122.52	232.32	392.83	636.00	656.00	697.08	836.25	975.65
2	1	117.53	223.66	351.95	628.80	583.20	651.20	837.20	929.58
(ปรกติ ; 10)	2	126.62	231.04	378.90	659.57	670.91	702.08	836.67	861.11
	3	121.73	218.10	369.75	624.58	665.00	692.73	845.00	949.50
	4	128.76	202.93	377.58	596.40	603.75	787.39	873.81	908.10
3	1	103.03	233.60	343.06	618.00	683.00	702.11	857.37	914.12
(ปรกติ ; 20)	2	130.14	230.35	372.74	627.20	648.00	709.17	894.17	907.27
	3	114.39	222.59	358.73	617.20	668.70	670.00	877.14	776.00
	4	119.02	241.66	403.82	577.83	612.73	704.55	828.00	909.47
4	1	111.78	217.00	363.09	613.75	658.75	697.92	850.53	922.14
(ต่ำ ; 0)	2	116.65	238.05	361.24	602.54	658.80	687.83	866.36	972.35
	3	127.69	231.88	368.78	616.75	644.58	686.52	835.65	865.50
	4	106.42	249.30	382.00	612.00	646.00	680.00	794.17	835.65
5	1	141.19	256.13	334.31	615.42	624.17	676.09	816.52	885.63
(ต่ำ ; 10)	2	100.11	239.63	330.90	675.20	639.00	699.47	814.44	835.79
	3	128.24	249.03	307.57	690.43	624.35	641.36	861.82	913.16
	4	116.95	222.38	349.70	597.60	630.40	646.00	846.67	907.73
6	1	135.64	272.65	380.67	688.40	669.17	623.18	873.16	885.00
(ต่ำ ; 20)	2	106.22	285.08	371.68	603.75	655.00	687.73	855.26	827.06
	3	138.92	261.67	355.91	602.00	646.40	676.40	880.80	931.50
	4	123.18	234.44	343.06	615.20	623.04	691.30	867.83	858.10

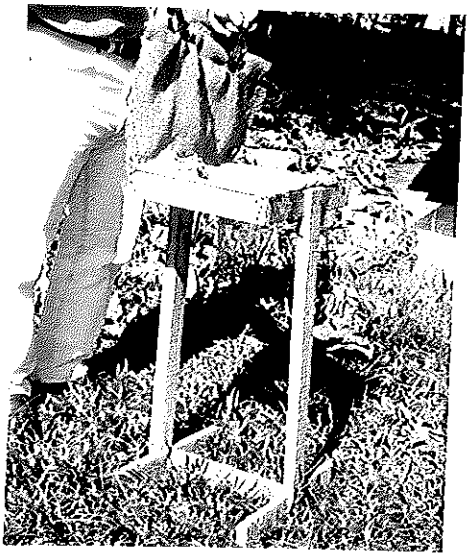
ตารางภาคผนวกที่ 10 น้ำหนักมีชีวิต และน้ำหนักส่วนประกอบของซากส่วนต่าง ๆ (กรัม) ของการทดลองที่3

น้ำหนัก (กรัม)	กลุ่มที่					
	1	2	3	4	5	6
มีชีวิต	2,318.09	2,253.29	2,192.74	2,085.95	2,203.97	2,180.37
หลังเชือดคอ	2,253.09	2,193.29	2,130.24	2,020.95	2,141.47	2,117.87
ซากอุ่น	2,110.09	2,050.04	1,986.49	1,878.70	2,000.22	1,975.62
หัว	58.720	59.113	58.025	58.793	58.03	59.163
คอ	125.800	124.800	125.295	119.643	119.885	119.205
โครงกระดูก	350.075	359.968	348.595	351.208	350.345	349.293
เท้า+แข้ง	80.018	81.828	79.490	79.413	80.553	80.365
สะโพก	346.250	339.830	320.334	296.570	329.631	322.716
เนื้อสะโพก	246.210	248.110	232.877	211.052	232.777	228.740
หนังสะโพก	64.170	55.910	51.395	49.509	61.649	59.464
กระดูกสะโพก	35.870	35.800	36.062	36.008	35.206	34.512
อก	321.270	311.780	281.074	252.581	283.030	287.664
เนื้ออก	268.550	271.100	247.324	214.215	239.458	244.561
หนังอก	52.720	40.700	34.403	38.368	43.636	43.039
สันอก	83.710	84.510	78.355	72.318	77.538	79.461
ขา	250.15	240.90	238.542	219.900	237.479	227.964
เนื้อขา	168.20	160.37	159.288	145.818	159.231	151.251
หนังขา	17.560	16.730	16.770	13.452	16.006	16.082
กระดูกขา	64.450	63.770	62.220	60.635	63.512	63.116
ปีก	222.470	217.510	212.767	201.081	211.084	209.138
ไขมันช่องท้อง	41.810	35.960	30.173	36.310	39.974	34.860

ภาคผนวก ข

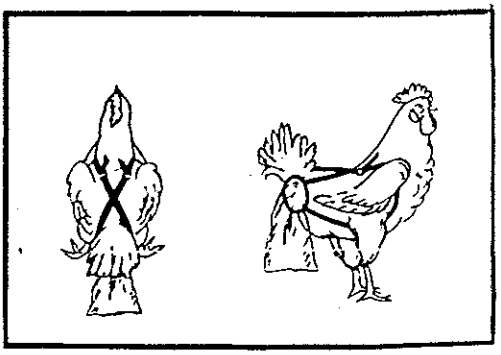
การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ภาพภาคผนวกที่ 1 อุปกรณ์ในการเก็บมูลและปัสสาวะ



ภาพภาคผนวกที่ 2 อุปกรณ์บังคับไก่สำหรับป้อนอาหาร

ภาพภาคผนวกที่ 3 ไก่เพศผู้ขณะป้อนอาหารพร้อมอุปกรณ์บังคับ



ภาพภาคผนวกที่ 4 การใส่อุปกรณ์ในการเก็บมูลและปัสสาวะกับตัวไก่

ขั้นตอนการป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้กับไก่ทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่จะป้อนตามปริมาณที่กำหนด (ประมาณ 50 กรัม) ลงในถ้วยอลูมิเนียมที่แห้งสะอาด
2. นำไก่ออกจากกรงขังเดี่ยว ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวไก่ทดลอง
3. นำไก่ที่ชั่งน้ำหนักแล้วไปใส่ในอุปกรณ์บังคับไก่สำหรับป้อนอาหาร
4. เติมน้ำลงไปในวัตถุดิบที่จะป้อนจนวัตถุดิบเปียกพอหมาด ๆ เพื่อให้สะดวกในการป้อน
5. ใช้มือปั้นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่จะป้อนให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.7-1.0 เซ็นติเมตร เป็นแท่งยาวประมาณ 2 – 3 เซนติเมตร
6. จับไก่อ้าปากและแหงนคอขึ้นเล็กน้อยแล้วนำวัตถุดิบที่ปั้นไว้ใส่ลงไปในคอไก่
7. ป้อนวัตถุดิบอาหารสัตว์จนหมด
8. นำไก่ออกจากอุปกรณ์บังคับไก่ แล้วนำไก่มาใส่อุปกรณ์ในการเก็บมูลและปัสสาวะ
9. นำไก่กลับเข้ากรงขังเดียว

หมายเหตุ ขณะป้อนอาหารถ้าไก่มีอาการอาหารติดคอให้หยุดป้อนอาหาร และรีบให้น้ำไก่กินทันที

ภาคผนวก ค

โปรแกรมการทำวัคซีนป้องกันโรค

ตารางภาคผนวกที่ 11 โปรแกรมการทำวัคซีนป้องกันโรคสำหรับไก่กระทง

อายุ	วัคซีนป้องกันโรค	วิธีใช้
1 วัน	วัคซีนป้องกันโรคหลอดลมอักเสบ(IB) (กรมปศุสัตว์)	หยอดจมูก
7 วัน	วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล สเตนเอฟ (ND) (กรมปศุสัตว์)	หยอดจมูกหรือตา
14 วัน	วัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร (IBD) (Select Laboratories, INC.)	หยอดปาก
17 วัน	วัคซีนป้องกันโรคฝีดาษ (fowl pox) (กรมปศุสัตว์)	แทงปีก
21 วัน	วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบ (B1 Type, LaSota strain, Mass Type) (Vineland Laboratories)	หยอดจมูกหรือตา

ภาคผนวก ง

วิธีการตัดแต่งซาก

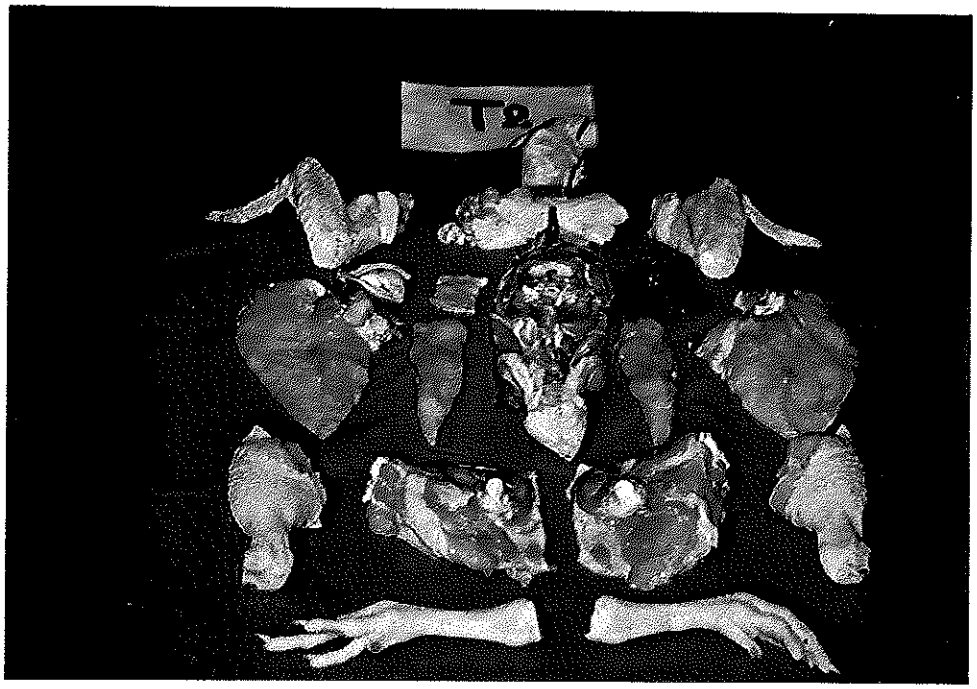
วิธีการตัดแต่งซาก ตามวิธีที่แนะนำโดย Moreng และ Avens (1985)

ขั้นตอนการตัดแต่งซากในไก่ เป็ด ไก่งวง และห่าน มีขั้นตอนการตัดแต่ง ดังนี้

1. ซากที่ได้หลังจากถอนขนไก่ออกหมดแล้ว นำมาผ่าเอาระบบทางเดินอาหาร และกระเพาะพักออกจากซาก
2. ตัดคอตรงกระดูกคอข้อสุดท้ายที่เชื่อมติดกับลำตัว
3. ตัดปีก ตรงบริเวณรอยต่อของข้อปีกที่ติดกับลำตัว
4. ตัดเท้าทั้ง 2 ข้างออก
5. การตัดแยกชิ้นส่วนระหว่างขากับสะโพก โดยใช้มีดผ่าหนังบริเวณขาที่ติดกับสะโพก แล้วกดแบะขาออกให้กระดูกขาหลุดออกจากกระดูกรอยต่อ หลังจากนั้นตัดกล้ามเนื้อให้รอบตามกระดูกสะโพก และตัดแยกชิ้นส่วนขากับสะโพกตรงรอยต่อระหว่างชิ้นขากับสะโพก
6. ตัดเนื้อหน้าอกออก โดยตัดจากหัวกระดูกหน้าอกด้านข้าง ตลอดไปจนถึงกระดูกซี่โครง
7. ดึงเนื้อหน้าอกออกจากลำตัว และตัดเนื้อที่ปุ่มไหล่เพื่อแยกเนื้อหน้าอกออก
8. ดึงกระดูกหลังให้แยกออกจากกระดูกซี่โครง
9. ผ่าดึงเนื้อหน้าอกตามแนวยาวในแต่ละข้างของกระดูกหน้าอก
10. ทำการแยกเนื้อตามส่วนต่าง ๆ เช่น หน้าอก สะโพก ขา เป็นต้น

ภาพภาคผนวกที่ 5 การผ่าแยกส่วนของขาทั้งหมดตรงบริเวณสะโพก

ภาพภาคผนวกที่ 6 รอยผ่าเพื่อแยกส่วนของหน้าอก



ภาพภาคผนวกที่ 7 ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของซากเมื่อผ่านการชำแหละ

ภาคผนวก จ

ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ตารางภาคผนวกที่ 12 ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารไก่ทดลอง

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)
ข้าวโพด	3.75*
รำละเอียด	3.65*
รำสกัดน้ำมัน	3.33*
กากถั่วเหลือง	8.04*
ปลาป่น	13.82*
น้ำมันปาล์ม	35.00**
พรีมิกซ์	54.00**
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	7.00**
เปลือกหอยป่น	2.80**
เกลือ	3.00**
ไลซีน	80.00**
เมทไธโอนีน	140.00**

หมายเหตุ * สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2537)

** ราคา ณ โรงผสมอาหารภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2538)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายทรงยศ สุวรรณนิเวศน์

วัน เดือน ปีเกิด 19 ตุลาคม 2514

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง	2534
เทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต	คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้	2536