ผลของระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อในไก่กระดูกดำ

พัชรี สมรักษ์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2561

ผลของระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อในไก่กระดูกดำ

พัชรี สมรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลของระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อในไก่กระดูกดำ

พัชรี สมรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภากร ธาราฉาย)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.จุฬากร ปานะถึก)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(สัตวแพทย์หญิง ดร.กฤดา ชูเกียรติศิริ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง ผลของระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อในไก่กระดูกดำ
ชื่อผู้เขียน นางสาวพัชรี สมรักษ์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภากร ธาราฉาย

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีน ในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต สมดุลไนโตรเจน องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อในไก่กระดูกดำที่อายุ 0-12 สัปดาห์ ใช้ไก่กระดูกดำแรกเกิด จำนวน 240 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับกรดอะมิโน (ไลซีนและเมทไธโอนีน) ในอาหาร คือ 80% (T1), 90% (T2), 100% (T3) และ 110% (T4) และแบ่งระยะการให้อาหารเป็น 3 ระยะ คือ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์ ให้ไก่กระดูกดำได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ตลอดการทดลอง จากผลการศึกษาพบว่า

การทดลองที่ 1 ไก่กระดูกดำในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในแต่ละกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม ไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) มีแนวโน้มค่าปริมาณอาหารที่กินเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มอื่นๆ และยังมีค่าสมดุลไนโตรเจนที่ดีกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อาหารที่มีระดับกรดอะมิโนที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อลักษณะซากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) มีค่าการออกซิเดชันที่ 7 วัน หลังฆ่า และค่าแรงตัดผ่านของเนื้ออกต่ำกว่ากลุ่มอื่น ($P<0.05$)

การทดลองที่ 2 ไก่กระดูกดำในช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ ปริมาณอาหารที่กินและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในแต่ละกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม ไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) มีแนวโน้มน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น มีสมดุลไนโตรเจนมากขึ้น และมีน้ำหนักปีกและสะโพก มากกว่ากลุ่มอื่น ($P<0.05$) ค่าการออกซิเดชัน ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน :

เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) ต่ำกว่ากลุ่มอื่น

การทดลองที่ 3 ไก่กระดูกดำในช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์ ปริมาณอาหารที่กินในแต่ละกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่อย่างไรก็ตาม ไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโน ไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีแนวโน้มปรับปรุงน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว สมดุลไนโตรเจน และน้ำหนักปีกและน่องมากกว่ากลุ่มอื่น ค่าการออกซิเดชันที่ 7 วัน หลังฆ่า ค่าการสูญเสียน้ำ และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อหน้าอกไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโน ไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ต่ำกว่ากลุ่มอื่น

จากการศึกษาครั้งนี้ ชี้ให้เห็นว่าระดับไลซีนและเมทไธโอนีนที่เหมาะสมในอาหารที่ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเจริญเติบโต สมดุลไนโตรเจน องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำในช่วงอายุ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์ มีค่าเป็น 90%, 100% และ 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) ตามลำดับ

คำสำคัญ : ไลซีน เมทไธโอนีน ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต สมดุลไนโตรเจน องค์ประกอบซาก ไก่กระดูกดำ

Title EFFECTS OF DIETARY LYSINE AND METHIONINE LEVELS ON GROWTH PERFORMANCE, CARCASS COMPOSITION, AND MEAT QUALITY IN BLACK-BONED CHICKENS

Author Miss Patcharee Somrak

Degree Master of Science in Animal Science

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Prapakorn Tarachai

ABSTRACT

The effects of dietary lysine (Lys) and methionine (Met) levels on growth performance, nitrogen balance (N balance), carcass compositions, and meat quality in Black-boned chickens at 0-12 weeks of age were studied. A total 240 day-old Black-boned chickens were randomly distributed in completely randomized design (CRD). 4 dietary treatments were assigned with different concentrations of Lys and Met levels, 80% (T1), 90% (T2), 100% (T3), and 110% (T4) of broiler recommendation by NRC (1994) with an age 3 period of 0-4, 4-8, and 8-12 weeks in both experiments. Chickens received feed and water and was freely available at all times (*ad libitum*). The results as follows:

Experiment 1: 0-4 week of age, body weight gain and feed conversion ratio were not difference among group ($P > 0.05$). However, chicks group 2 (Lys : Met 90% of broiler recommendation by NRC (1994) = 0.99 : 0.45) showed a tendency to increase feed intake and showed the greater value of N balance than other group ($P < 0.05$). Carcass characteristic were not affected by different levels of Lys and Met. But, meat of chicks group 2 (Lys : Met 90% of broiler recommendation by NRC (1994) = 0.99 : 0.45) had TBAR at day 7 and shear force lower than other group ($P<0.05$).

Experiment 2: 4-8 week of age, feed intake and feed conversion ratio were not difference among group ($P > 0.05$). However, chicks group 3 (Lys: Met 100% of broiler recommendation by NRC (1994) = 1.00 : 0.38) showed a tendency to increase

body weight gain, improve N balance, and weight of wings and thighs more than chicks fed in other group. TBAR, water holding capacity, and shear force values of meat in chicks group 3 (Lys: Met 100% of broiler recommendation by NRC (1994) = 1.00 : 0.38) were lower than other group.

Experiment 3: 8-12 week of age, feed intake was not difference among group ($P > 0.05$). However, chicks group 4 (Lys: Met 110% of broiler recommendation by NRC (1994) = 1.10: 0.42) showed a tendency to improve body weight gain, feed conversion ratio, N balance, and weight of wings, thighs and breasts. TBAR values at day 7, water holding capacity and shear force value of breast meat in chicks group 4 (Lys: Met 110% of broiler recommendation by NRC (1994) = 1.10: 0.42) were lower than other group.

In conclusion, this study indicated that the proper lysine and methionine levels in diets for improve growth performance, N balance, meat quality, and carcass composition in Black-boned chickens during 0-4, 4-8, and 8-12 week of age should be at 90%, 100% and 110% of broiler recommendation by NRC (1994), respectively.

Keyword : Lysine, Methionine, growth performance, N balance, carcass compositions, Black-Boned chickens

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภากร ธาราฉาย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ทั้งในด้านวิชาการและการดำเนินการวิจัย ตลอดจนสนับสนุนค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการทำวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดความสำเร็จขึ้นมาได้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.จุฬากร ปานะถึก และสัตวแพทย์หญิง ดร.กฤดา ชูเกียรติศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านวิชาการและด้านการดำเนินการวิจัย การเขียน ตรวจแก้วิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณฟาร์มสัตว์ปีก คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และคุณครรชิต ชมภูพันธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ดำเนินงานวิจัย คำแนะนำต่างๆ ตลอดจนบุคลากรฟาร์ม ฟาร์มสัตว์ปีก คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ช่วยเหลือการทำวิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณบุคลากรห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ และคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้อำนวยความสะดวกให้ความช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำวิจัย และสนับสนุนทุนในการทำวิจัย

ขอขอบคุณนักศึกษาบัณฑิตศึกษาทุกคน ตลอดจนน้องๆ ที่เรียนระดับปริญญาตรีสาขาวิชาสัตว์ปีก และอาหารสัตว์ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจอย่างดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ดวงนภา และคุณพ่อเมืองแก้ว เครือตา ตลอดจนญาติทุกท่าน ที่ให้การอบรมเลี้ยงดูเป็นอย่างดีมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

พัชรี สมรักษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญตารางผนวก ..... ฑ

สารบัญภาพ ..... ฒ

อักษรย่อ และสัญลักษณ์ ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

ขอบเขตการวิจัย 1

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร 3

1. ไก่กระดูกดำ 3
2. โปรตีน 7
3. สมดุลไนโตรเจน (Nitrogen Balance) 7
4. กรดอะมิโนไลซีน (Lysine) และเมทไธโอนีน (Methionine) 8
5. กรดอะมิโนในอุดมคติ (Ideal amino acid) 10
6. สมดุลกรดอะมิโนในอุดมคติ 10
7. การเป็นปรปักษ์ในการดูดซึมของกรดอะมิโน (Amino acid antagonism) 11

8. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำ 12
9. คุณภาพซากและส่วนประกอบของซากของไก่พื้นเมืองและไก่กระดูกดำ 13
10. คุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองและไก่กระดูกดำ 14
11. ระดับโปรตีน และพลังงาน ในอาหารที่มีผลต่อไก่พื้นเมือง 15
12. ระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่มีผลต่อไก่ 17
บทที่ 3 วิธีการวิจัย 19
อาหารทดลอง 19
การทดลอง 24
การบันทึกข้อมูล 25
การวิเคราะห์ข้อมูล 28
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 29
ผลการวิจัย 29
วิจารณ์ผลการวิจัย 55
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 63
สรุปผลการวิจัย 63
ข้อเสนอแนะ 63
บรรณานุกรม 64
ภาคผนวก 70
ประวัติผู้วิจัย 77

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สัดส่วนกรดอะมิโนขั้นต่ำโดยใช้ไลซีนเป็นหลัก (ไลซีนเท่ากับ 100%) 11

ตาราง 2 ข้อมูลน้ำหนักตัว (กรัม) และปริมาณการกินอาหาร (กรัม) ของไก่กระดูกดำบางสายพันธุ์ 12

ตาราง 3 คุณภาพซากของไก่ที่อายุ 16 สัปดาห์ 13

ตาราง 4 คุณภาพเนื้อของไก่แต่ละชนิด 14

ตาราง 5 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและปริมาณกรดอะมิโนของวัตถุดิบที่ใช้ในอาหารสัตว์ทดลอง 20

ตาราง 6 ส่วนประกอบของวัตถุดิบและโภชนะของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์..... 21

ตาราง 7 ส่วนประกอบของวัตถุดิบและโภชนะของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์..... 22

ตาราง 8 ส่วนประกอบของวัตถุดิบและโภชนะของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์..... 23

ตาราง 9 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารช่วงอายุ 0 ถึง 4 สัปดาห์..... 30

ตาราง 10 สมดุลไนโตรเจนของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์..... 31

ตาราง 11 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์..... 32

ตาราง 12 คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์ 36

ตาราง 13 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารช่วงอายุ 4 ถึง 8 สัปดาห์ 38

ตาราง 14 สมดุลไนโตรเจนและค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนและโปรตีนของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์ 39

ตาราง 15 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์..... 41

ตาราง 16 คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์ 45

ตาราง 17 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารช่วงอายุ 8 ถึง 12 สัปดาห์..... 47

ตาราง 18 สมดุลไนโตรเจนและค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนและโปรตีนของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์..... 48

ตาราง 19 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์ 49

ตาราง 20 คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์ 53

ตาราง 21 ค่าสีเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4, 8 และ 12 สัปดาห์..... 59

สารบัญตารางผนวก

หน้า

ตารางผนวก 1 ความต้องการทางโภชนะไก่เนื้อ (โปรตีนรวม และกรดอะมิโนจำเป็น) 71

ตารางผนวก 2 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์ 72

ตารางผนวก 3 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์ 73

ตารางผนวก 4 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์ 75

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 ไก่กระดูกดำ..... 3

ภาพ 2 ลักษณะของไก่กระดูกดำที่พบในการคัดเลือกสายพันธุ์..... 5

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

อักษรย่อ และสัญลักษณ์

กก.	=	กิโลกรัม
%	=	Percentage
°C	=	degree Celsius
a*	=	Redness
ADG	=	Average daily gain
b*	=	Yellowness
BW gain	=	Body weight gain
cm^3	=	Cubic centimeter
CPI	=	Crud protein intake
CRD	=	Completely randomized design
DM	=	Dry matter
FCR	=	Feed conversion ratio
FI	=	Feed intake
GC-MS	=	Gas Chromatograph-Mass Spectrometer
HCL	=	Hydrochloric acid
Kcal	=	Kilocalories
Kg	=	Kilogram
L*	=	Lightness
Lys	=	Lysine

ME	=	Metabolizable energy
Met	=	Methionine
N	=	Normality
N balance	=	Nitrogen balance
NE	=	Nitrogen excretion
NEF	=	Nitrogen efficiency
NI	=	Nitrogen intake
NR	=	Nitrogen retention
PER	=	Protein efficiency ratio
pH_1	=	pH at 45 minutes post mortem
pH_u	=	pH at 24 hours post mortem
P-value	=	Probability value
SEM	=	Standard error of mean
TBARS	=	Triobarbituric acid reactive substances analysis
WHC	=	Water Holding Capacity

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การนำเอากรดอะมิโนสังเคราะห์มาใช้ผสมในสูตรอาหารสัตว์ และปรับระดับของกรดอะมิโนในอาหารให้มีความสมดุลมากยิ่งขึ้น กรดอะมิโนที่จำเป็นนี้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการจัดการด้านอาหารของไก่ ในการศึกษาก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนช่วยปรับปรุงในส่วนของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว น้ำหนักตัว ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (โดยเฉพาะเนื้อหน้าอกและสะโพก) และไขมันช่องท้องลดลงในไก่เชิงการค้า อาทิเช่น Ross x Ross 308, 708 และ Cobb x Cobb 500, 700 (Kidd et al., 2005; Dozier et al., 2006; Corzo et al., 2010; Zhai et al., 2013) เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นที่รู้จักกันดีอยู่แล้วว่าไก่พื้นเมืองมีความต้านทานโรคบางโรคได้ และเนื้อมีรสชาติเฉพาะ (Melesse, 2000; Fanatico et al., 2005) ผู้ที่บริโภคผลิตภัณฑ์จากไก่พื้นเมืองส่วนใหญ่อยู่แถบเอเชียตะวันออกและยุโรป ถึงแม้ว่าเนื้อไก่พื้นเมืองในแถบนั้นจะมีราคาสูงก็ตาม (Yang and Jiang, 2005) ทั้งนี้การจัดการด้านอาหารของไก่พื้นเมืองนั้นมีน้อยมาก โดยเฉพาะความเข้มข้นของกรดอะมิโนในอาหารไก่พื้นเมือง ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งผลโดยตรงกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้ผลผลิต ลักษณะซาก และคุณภาพเนื้อ ส่วนสัตว์ทดลองที่ใช้เป็นไก่กระดูกดำซึ่งจัดเป็นไก่พื้นเมืองสายพันธุ์หนึ่งที่เลี้ยงกันในชนบทของภาคเหนือ ไก่ประเภทนี้มีการสร้างกล้ามเนื้อที่แข็งแรง และมีความต้านทานต่อโรคได้ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการปรับระดับกรดอะมิโนโดยเฉพาะไลซีน และเมทไธโอนีนในอาหารที่มีต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อในไก่กระดูกดำ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับกรดอะมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ในอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ช่วงของอายุ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์
2. เพื่อศึกษาระดับกรดอะมิโนไลซีน และเมทไธโอนีน ในอาหารที่เหมาะสมสำหรับส่วนประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ช่วงของอายุ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์

ขอบเขตการวิจัย

ในการทดลองนี้ทำการเสริมกรดอะมิโนในอาหารที่มีต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต สมดุลไนโตรเจน องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อในไก่กระดูกดำ โดยใช้ไก่กระดูกดำฝูงของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ตลอดการทดลอง และเลี้ยงแบบขังกรงเป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน โดยแบ่งเป็นช่วงๆ ในการทดลองตั้งแต่ 0-12 สัปดาห์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงระดับกรดอะมิโนในอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำ ที่ช่วงของอายุ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์
2. ทราบถึงระดับกรดอะมิโนในอาหารที่เหมาะสมสำหรับส่วนประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ช่วงของอายุ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

1. ไก่กระดูกดำ

ภาพ 1 ไก่กระดูกดำ

ไก่กระดูกดำเป็นไก่พื้นเมืองที่นิยมเลี้ยงและบริโภคในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน เช่น เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน เป็นต้น และมีแนวทางที่จะพัฒนาให้เป็นสัตว์เศรษฐกิจในระดับเกษตรกรรายย่อยได้ดี จากความเชื่อของชาวจีนที่ว่า ไก่กระดูกดำเมื่อนำมาตุ๋นกับยาจีนจะช่วยบำรุงกำลังร่างกายดีกว่าใช้ไก่หรือสัตว์ปีกชนิดอื่น แม้กระทั่งการบริโภคเนื้อไก่กระดูกดำโดยไม่นำมาตุ๋นกับยาจีนก็ยังเชื่อว่าบำรุงร่างกายดีกว่าเนื้อไก่ชนิดอื่นๆ ชาวจีนฮ่อในภาคเหนือจึงนิยมเลี้ยงไก่กระดูกดำไว้บริโภคและขายให้เพื่อนบ้านหรือผู้ที่ต้องการ โดยจะขายได้ราคาดีกว่าไก่บ้านมากกว่า 2 เท่า อย่างไรก็ตามไม่ใช่ว่ามีเฉพาะชาวจีนฮ่อที่นิยมบริโภคไก่กระดูกดำเท่านั้น แต่คนไทยส่วนใหญ่ก็ต้องการจะใช้ไก่กระดูกดำในทางด้านพิธีกรรมตามความเชื่อ อีกทั้งใช้บริโภคเพื่อบำรุงร่างกายด้วย ไก่กระดูกดำจึงได้รับความสนใจมากขึ้นความสนใจมากขึ้น เพียงแต่ไม่มีจำหน่ายในตลาดทั่วไป ซึ่งเป็นเพราะมีการเลี้ยงไก่กระดูกดำกันน้อยมาก ไม่เพียงพอต่อความต้องการ รวมทั้งสายพันธุ์ไก่กระดูกดำแท้ๆ ก็หายากอีกด้วย

1.1 ข้อมูลทั่วไปของไก่กระดูกดำ

ความหมายของคำว่า “ไก่กระดูกดำ” หรือ “Black – boned chickens” นั้น ระบุถึงลักษณะสีดำ 3 ส่วนของร่างกายไก่ ได้แก่ หนัง เนื้อ และกระดูก ซึ่งเกิดจากการสะสมเม็ดสีเมลานิน (Melanin) ในเนื้อเยื่อซึ่ง Smyth Jr (1990) ได้รายงานว่าขบวนการสร้างเม็ดสีเมลานิน (Melanism หรือ fibromelanosis) เกิดจากการควบคุมของยีน sex-linked id^{+} ร่วมกับ dominant enhancer gene Fm ลักษณะผสมของยีน 2 ชนิดนี้เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของการสะสมสีดำให้เข้มขึ้นในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) อย่างไรก็ตามการเน้นเรื่องกระดูกดำเป็นหลัก ซึ่งทุกส่วนของไก่กระดูกดำจะมีสีดำทั้งหมด และกระดูกทุกส่วนของร่างกายก็จะต้องมีสีดำ ถ้ากระดูกสีไม่ดำ

โดยอาจมีสีอื่น เช่น สีเหลือง ขาวปะปน ถือว่าไม่เป็นไก่กระดูกดำแท้ ในส่วนของหนังและเนื้อนั้นอาจมีสีดำไม่เข้ม อาจเป็นสีเทาก็ยังไม่ถือว่าเป็นลักษณะที่บกพร่องของพันธุ์ไก่กระดูกดำ

มูลนิธิโครงการหลวงได้พัฒนาไก่กระดูกดำนี้ให้มีการเจริญเติบโตดีและมีลักษณะตรงตามพันธุ์ คือ มีสีดำ 9 แห่ง ที่ปาก ใบหน้า ลิ้น หงอน เล็บ แข้งขา ผิวหนัง กระดูก และเนื้อ (สุชน และคณะ, 2557) ซึ่งความดำนี้เกิดจากกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานิน (melanin) ที่มีปริมาณมากกว่าปกติ อันเนื่องมาจากการแสดงออกของยีน Fibro melanosis (Fm) ซึ่งเป็นยีนที่กระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนเซลล์เม็ดสีดำสะสมในเนื้อเยื่อกระดูก และผิวหนัง (Bateson and Punnett, 1911) นอกจากนี้ยีน Fm ยังทำงานร่วมกับยีน Id (the sex-linked inhibitor of dermal melanin) ในกระบวนการ hyper pigmentation ด้วย (Dorshorst et al., 2010)

1.2 การปรับปรุงพันธุ์ไก่กระดูกดำ

เนื่องจากไก่กระดูกดำมีความหลากหลายของสายพันธุ์ เพิ่มศักดิ์ (2547) จึงได้ทำการศึกษาและคัดเลือกสายพันธุ์ไก่กระดูกดำในเบื้องต้น โดยพิจารณาจากสีขน แต่จะต้องมีลักษณะทั้งสามส่วน คือ หนัง เนื้อ และกระดูกเป็นสีดำ จากการศึกษาได้จำแนกไก่กระดูกดำออกเป็น 5 สายพันธุ์ คือ

1) ไก่กระดูกดำสีเทาคอลายแดง ลูกที่เกิดมีขนสีดำ 67.74%
2) ไก่กระดูกดำสีทอง ลูกที่เกิดมีขนสีน้ำตาล 91.66%
3) ไก่กระดูกดำสีเทาสร้อยทอง ลูกที่เกิดมีขนสีดำ 61.11%
4) ไก่กระดูกดำคอลาย ลูกที่เกิดมีขนสีดำ 63.16%
5) ไก่กระดูกดำสีขาวหรือไก่กระดูกดำชี ลูกที่เกิดมีขนสีขาว 100%

อย่างไรก็ตามไก่กระดูกดำสายพันธุ์ต่างๆ ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยในด้านการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีทั้งลักษณะภายนอก (สีขน) และลักษณะภายในของไก่กระดูกดำ 3 ประการ ดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น เพื่อประโยชน์ทั้งด้านการเลี้ยงเป็นงานอดิเรก ดูเล่นเพื่อความสวยงาม และเพื่อใช้เป็นยาจีนสำหรับบำรุงร่างกายอันเป็นแนวทางการเลี้ยงเพื่อเสริมรายได้สำหรับครอบครัวอีกทางหนึ่ง

ณัฐกานต์ และคณะ (2558) ได้ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ไก่ และมีหลักเกณฑ์การคัดเลือกต่างๆ โดยใช้ฝูงไก่กระดูกดำเดิมที่มีอยู่ในมูลนิธิ โครงการหลวงที่อายุ 22 สัปดาห์ ซึ่งมีจำนวน 162 ตัว เป็นเพศผ้ 34 ตัว และเพศเมีย 128 ตัว นำมาคัดเลือก ให้เหลือ 60 ตัว เป็นเพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 50 ตัว เพื่อใช้เป็นฝูงพ่อ-แม่พันธุ์ (P0) สำหรับการผลิตลูกไก่รุ่น F1 ต่อไป โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้

1. เกณฑ์การคัดเลือกตามน้ำหนัก (Growth performance) คัดเลือกไก่ที่มีน้ำหนักตัวสูงกว่าค่าเฉลี่ยของฝูงทั้งเพศผู้ และเพศเมีย มีสุขภาพแข็งแรง และไม่มีลักษณะพิการหรือผิดปกติ จากนั้นจึงทำการคัดเลือกลักษณะภายนอกตามเกณฑ์ข้อ 2 ต่อไป

2. เกณฑ์การคัดเลือกตามลักษณะภายนอกที่ตรงตามสายพันธุ์ (Physical characteristic true to breed) ใช้วิธีการเปรียบเทียบจากการถ่ายภาพแล้ว พิจารณาด้วยสายตาซึ่งมี 5 ลักษณะ ดังนี้ (**ภาพ 2**)

1) หงอนและใบหน้า: สีหงอนซึ่งเป็นหงอนจักร และสีใบหน้าต้องเป็นสีดำ (ภาพ 2; a1)

2) แข้งและเล็บ: สีแข้งและสีเล็บต้องเป็นสีดำ หรือถ้ามีจำนวนไก่ไม่ครบ อนุโลมให้มีสีเทาได้ (ภาพ 2; b1 และ b2)

3) ผิวหนัง: สีผิวหนังต้องเป็นสีดำเทา (ภาพ 2; c1)

4) ลิ้น: สีบริเวณใต้ลิ้นต้องเป็นสีดำมากกว่า 2/3 ของความยาวลิ้นหรือมากกว่า 50% ของลิ้น หากเป็นสีขาวให้คัดทิ้ง (ภาพ 2; d1 d2 d3 d4)

5) เพดานปาก: สีเพดานปากต้องเป็นสีดำ หากมีจำนวนไก่ไม่ครบตามจำนวนที่ต้องการอนุโลมให้เป็นสีเทาได้แต่ถ้าเป็นสีขาวให้คัดทิ้ง (ภาพ 2; e1 e2 และ e3)

ส่วนความดำภายใน ได้แก่ เนื้อและกระดูก ยังไม่นำมาใช้เป็นเกณฑ์การคัดเลือกในครั้งนี้ เนื่องจากการคัดเลือกไก่ในขณะที่ไก่ยังมีชีวิต

ภาพ 2 ลักษณะของไก่กระดูกดำที่พบในการคัดเลือกสายพันธุ์

1.3 การจัดการดูแลไก่กระดูกดำ

การจัดการดูแลไก่กระดูกดำ โดยเฉพาะด้านอาหารดำเนินการในรูปแบบที่คล้ายกับไก่ไข่ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ (เพิ่มศักดิ์, 2553) คือ

1. ระยะไก่เล็ก (อายุ 0 - 60 วัน หรือ 0 - 8 สัปดาห์) ไก่กระดูกดำระยะแรกจะต้องกกเพื่อให้ความอบอุ่น และการจัดการอื่นๆ เช่นเดียวกับลูกไก่ที่เลี้ยงทั่วไป แต่ให้อาหารสูตรเฉพาะมีโปรตีน 19% พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) 2,800 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม โภชนะอื่นๆ ใกล้เคียงกับลูกไก่ไข่

2. ระยะไก่รุ่น (อายุ 60-150 วัน หรือ 8-21 สัปดาห์) ไก่กระดูกดำรุ่น ไก่ระยะนี้พ้นการกกแล้ว โภชนะในสูตรอาหารต้องมีโปรตีน 14.50% พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) 2,800 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม โภชนะอื่นๆ ใกล้เคียงกับลูกไก่ไข่รุ่น ไก่ระยะนี้จะจำกัดปริมาณการกินอาหารเช่นเดียวกับไก่ไข่เมื่ออายุ 15 สัปดาห์ เป็นต้นไป

3. ระยะให้ไข่ เป็นระยะที่ไก่กระดูกดำมีอายุตั้งแต่ 21 สัปดาห์เป็นต้นไป แบ่งการจัดการเป็น 2 ส่วนตามอัตราการไข่ ดังนี้

3.1 ระยะให้ไข่น้อยกว่า 30% ระยะนี้ใช้อาหารมีโปรตีน 16.0% พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) 2,900 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัมอาหาร โภชนะอื่นๆ ใกล้เคียงกับลูกไก่ไข่

3.2 ระยะที่ให้ไข่มากกว่า 30% ระยะนี้มีโปรตีน 15.0% พลังงานใช้ประโยชน์เป็น (ME) 2,600 กิโลแคลอรี่ / กิโลกรัม โภชนะอื่นๆ ใกล้เคียงกับลูกไก่ไข่

สำหรับการจัดการในด้านการควบคุมโรคระบาดอาจใช้โปรแกรมทำวัคซีน เช่นเดียวกับไก่ไข่ อย่างไรก็ตามก่อนทำต้องคำนึงถึงโรคที่เคยระบาดในพื้นที่ รวมทั้งระยะเวลาที่โรคเคยระบาดด้วย จึงจะมีประโยชน์ นอกจากนี้ควรจัดการโรงเรือน ลานเลี้ยงไก่และบริเวณรอบด้านให้สะอาดตลอดเวลา

โรคที่ต้องระมัดระวังมากที่สุดคือ โรคขี้ขาว (pullorum disease) ซึ่งสามารถติดต่อมากับไข่มีเชื้อ และตัวลูกไก่ซึ่งพ่อ – แม่เป็นตัวนำเชื้อ โรคนี้อาจทำให้ไก่ตายได้ตั้งแต่ 50 – 100% โดยเฉพาะในสายพันธุ์ที่เลือดชิด ซึ่งปกติค่อนข้างจะอ่อนแอต่อทุกโรคอยู่แล้ว

การเลี้ยงไก่กระดูกดำตามรูปแบบที่กล่าวมาข้างต้น เป็นการเลี้ยงเพื่อใช้เป็นพ่อ – แม่พันธุ์ สำหรับการเลี้ยงเพื่อใช้ประโยชน์จากเนื้อปรุงกับเครื่องยาจีน เช่น ไก่กระดูกดำตุ๋นยาจีน เป็นต้น หลังจากไก่กระดูกดำอายุ 8 สัปดาห์เป็นต้นไป ส่วนหนึ่งคัดไว้เป็นพ่อ – แม่พันธุ์ ส่วนที่เหลือจะเลี้ยงเพื่อขายหรือใช้ประโยชน์จากเนื้อก็ตาม ควรเลี้ยงแบบปล่อยลานหรือสวนไม้ผลที่สะอาด เพื่อให้ไก่กระดูกดำระยะนี้ได้ออกกำลังกาย กล้ามเนื้อจะแข็งแรง และมีความต้านทานโรคได้ดี อาหารที่ให้ตามสูตรลดลง 50% แต่เสริมด้วยเมล็ดพืชบดหยาบ 50% เช่น ข้าวโพด ปลายข้าว หรือ ข้าวเปลือกตั้งใส่ภาชนะต่างหาก นอกจากนี้ควรให้เศษผักที่สะอาดสับเป็นชิ้นเล็กๆ ให้กินด้วยจะยิ่งดี ระยะเวลาในการเลี้ยงไก่กระดูกดำเพื่อส่งตลาดจะอยู่ในช่วง 12 – 16 สัปดาห์

การที่จะประสบความสำเร็จในการเลี้ยงไก่กระดูกดำได้มาก – น้อยเพียงใดนั้น ที่สำคัญ คือ ความตั้งใจและความขยันของผู้เลี้ยง ประกอบกับจะต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ ทั้งจากประสบการณ์ด้วยตนเอง และค้นคว้าจากแหล่งความรู้ต่างๆ นอกจากนี้ในด้านตลาดอาจต้องมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เนื้อไก่กระดูกดำและยาจีนในถาดบรรจุพร้อมปรุง หรือเครื่องดื่มไก่กระดูกดำหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าไก่กระดูกดำให้สูงขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย (เพิ่มศักดิ์, 2553)

2. โปรตีน

โดยทั่วไปโปรตีนมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการหาปริมาณของโปรตีนจึงใช้การวิเคราะห์หาจำนวนไนโตรเจนและคูณด้วย 6.25 โปรตีนประกอบขึ้นด้วยกรดอะมิโนหลายชนิดเกาะเกี่ยวกันด้วยพันธะเพปไทด์ โดยเอาหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ของกรดอะมิโนตัวหนึ่งมาต่อกับหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ของกรดอะมิโนอีกตัวหนึ่ง โดยสูญเสียน้ำไป 1 โมเลกุลต่อการเกิด 1 พันธะเปปไทด์ ดังนั้นเมื่อโปรตีนถูกย่อยแล้วขั้นสุดท้ายจะให้กรดอะมิโน การแบ่งกรดอะมิโนตามความต้องการใช้ของสัตว์ได้ 2 ประเภท (สาโรช, 2547) คือ

1) กรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential Amino Acid) เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายขาดไม่ได้ ทำให้ร่างกายเติบโตไม่เป็นปกติและสัตว์ไม่สามารถสร้างขึ้นเองจำเป็นต้องได้รับจากอาหาร ได้แก่ เมทไธโอนีน (Methionine) อาร์จินีน (Arginine) ทริปโตเฟน (Tryptophane) ทรีโอนีน (Threonine) วาลีน (Valine) ไอโซลูซีน (Isoleucine) ลูซีน (Leucine) เฟนิลอะลานีน (Phenylalanine) ฮีสติดิน (Histidine) และไลซีน (Lysine) ในกรณีสัตว์ปีกต้องการกรดอะมิโนเพิ่มเติมอีกสองชนิดคือ ไกลซีน (Glycine) และกลูตามิก (Glutamic acid)

2) กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (Non – Essential Amino Acid) มีความจำเป็นต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในร่างกายเช่นกัน แต่เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสร้างขึ้นเองได้จากสารที่มีไนโตรเจนหรือจากกรดอะมิโนที่จำเป็นในอาหาร แม้ว่าร่างกายไม่ได้รับจากอาหารก็ไม่แสดงอาการ ได้แก่ อะละนีน (Alanine) ไทโรซีน (Tryrosine) กลูตามีน (Glutamine) ซีรีน (Serine) ซีสเทอีน (Cystein) ไกลซีน (Glycine) กรดแอสปาติก (Aspartic acid) แอสพาราจีน (Asparagine) กรดกลูตามิก (Glutamic acid) และโพรลีน (Proline)

3. สมดุลไนโตรเจน (Nitrogen Balance)

สมดุลไนโตรเจนเป็นภาวะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ร่างกายสัตว์ได้รับเข้าไปในแต่ละวันมีความสมดุลกับปริมาณสารไนโตรเจนทั้งหมดที่ร่างกายสัตว์ขับออกมา ในสัตว์ที่กินอาหารปกติ และเพียงพอจะมีปริมาณของไนโตรเจนในร่างกายคงที่ ไนโตรเจนส่วนใหญ่ที่ขับออกจะได้จากการย่อย

สลายโปรตีนส่วนเกินในร่างกาย หรือได้มาจากโปรตีนที่มีการหมุนเปลี่ยนทดแทนกัน ซึ่งมีการสังเคราะห์และสลายโปรตีนทดแทนเป็นปกติของเซลล์ร่างกาย (Protein turnover) แต่ในบางภาวะร่างกายอาจจะอยู่ในสภาวะที่มีดุลไนโตรเจนเป็นลบหรือบวกได้ ค่าสมดุลไนโตรเจนจึงเป็นค่าที่แสดงถึงกระบวนการสลายและสร้างพลังงานภายในร่างกาย ซึ่งค่าสมดุลไนโตรเจนจะคำนวณจากค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่กินกับปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมา ดังสมการนี้ (Allison, 1959)

$$NB = NI - (NU+NF)$$

NB = สมดุลไนโตรเจน

NI = ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์กิน

NU = ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายทางปัสสาวะ

NF = ปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายทางมูล

ค่าสมดุลไนโตรเจนที่คำนวณได้ มี 3 แบบ คือ

1. สมดุลไนโตรเจน (Nitrogen equilibrium) ปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายขับถ่ายเท่ากับปริมาณที่ได้รับ เป็นภาวะที่พบได้ในสัตว์ปกติ การขับไนโตรเจนเปลี่ยนแปลงได้ตามปริมาณอาหารโปรตีน เมื่อได้รับอาหารโปรตีนมากจะขับไนโตรเจนออกมามาก เมื่อลดอาหารโปรตีนลง ในวันแรกๆ ร่างกายจะยังคงขับไนโตรเจนออกมามากอยู่เช่นเดิม ทำให้ดุลไนโตรเจนเป็นลบ ต่อมาอีก 2-3 วัน ร่างกายจะขับไนโตรเจนน้อยลง ทำให้เกิดสมดุลใหม่ซึ่งมีการขับไนโตรเจนน้อยลงกว่าเดิมเพื่อให้ได้สมดุลกับปริมาณโปรตีนที่ได้รับจากอาหาร

2. สมดุลเป็นบวก (Positive nitrogen balance) ไนโตรเจนที่ขับออกมีน้อยกว่าปริมาณที่ได้รับ แสดงว่า ร่างกายกำลังสะสมไนโตรเจนซึ่งส่วนใหญ่เป็นโปรตีนของกล้ามเนื้อ พบได้ในภาวะที่มีการสร้างเนื้อเยื่อของสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโตตั้งแต่แรกเกิด จนถึงวัยเจริญพันธุ์

3. สมดุลเป็นลบ (Negative nitrogen balance) มีการขับไนโตรเจนออกจากร่างกายมากกว่าที่ได้รับจากอาหาร แสดงว่า กำลังมีการสลายโปรตีนของเนื้อเยื่อมาใช้ เช่น ในสภาวะสัตว์ขาดอาหาร สัตว์เจ็บป่วย เป็นต้น (Suntornka, 2009)

4. กรดอะมิโนไลซีน (Lysine) และเมทไธโอนีน (Methionine)

กรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนจัดอยู่ในกลุ่มกรดอะมิโนจำเป็นที่มักขาดเสมอ (Limiting amino acid) ในสัตว์ปีก และพบว่ามักขาดเมทไธโอนีนเป็นอันดับแรก (First limiting amino acid) และไลซีนเป็นอันดับ 2 (Second limiting amino acid) สัตว์จึงจำเป็นต้องได้รับจากอาหารให้เพียงพอ เมทไธโอนีนเป็นกรดอะมิโนที่ช่วยในการย่อยสลายไขมัน มีบทบาทสำคัญในการช่วยป้องกัน

การสะสมของไขมันในตับ และช่วยป้องกันการเกิดโรคซึมเศร้า จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ทรงพลังเช่นเดียวกับซีสทีน ช่วยป้องกันร่างกายจากสารพิษ หน้าที่สำคัญของเมไธโอนีนคือ เป็นแหล่งให้ซัลเฟอร์ (Sulfur) หรือที่เรียกว่ากำมะถัน และสารประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นแก่ร่างกาย โดยร่างกายจะใช้กำมะถันสำหรับการเผาผลาญและการเจริญเติบโตตามปกติ หากร่างกายขาดหรือมีปริมาณของกำมะถันที่ไม่เพียงพอ ร่างกายจะไม่สามารถสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ และจะไม่สามารถนำสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากแหล่งต่างๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ อีกทั้งเมทไธโอนีนยังช่วยเสริมประสิทธิภาพการทำงานของตับอ่อน จึงช่วยแก้ปัญหาระบบการย่อยอาหาร ช่วยให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดีขึ้น ส่วนไลซีนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างโปรตีนที่สำคัญต่อร่างกาย โดยร่างกายต้องการไลซีนเพื่อการเจริญเติบโต การซ่อมแซมเนื้อเยื่อ การสร้างภูมิต้านทาน ฮอร์โมน รวมถึงเอนไซม์ต่างๆ และยังมีประโยชน์ในการช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย มีส่วนในการช่วยซ่อมแซมเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย เสริมสร้างภูมิต้านทาน ฮอร์โมน และเอนไซม์ต่างๆ ในร่างกาย ช่วยให้ร่างกายนำกรดไขมันมาใช้เผาผลาญให้เป็นพลังงาน ช่วยในการดูดซึมแคลเซียม ช่วยปรับสมดุลของระดับไนโตรเจน และช่วยให้หลอดเลือดแข็งแรง เป็นต้น

ในสัตว์ปีกมักจะขาดกรดอะมิโนเมทไทโอนีน ไลซีน อาร์จินีน และทริปโตเฟน เพราะวัตถุดิบอาหารสัตว์ส่วนใหญ่เหล่านี้เป็นเมล็ดธัญพืชหรือผลพลอยได้จากการเพาะปลูกซึ่งมีกรดอะมิโนเหล่านี้ต่ำ โดยทั่วไปการขาดกรดอะมิโนเหล่านี้มีผลเช่นเดียวกับการขาดโปรตีนและมีลักษณะพิเศษเฉพาะของการขาดกรดอะมิโนชนิดนั้นๆ ด้วย เช่น ในรายงานของ NRC (1994) กล่าวถึงลักษณะการขาดไลซีนทำให้ขนปีกมีสีจาง การขาดกรดอะมิโนเมทไทโอนีนทำให้พื้นเท้าของไก่เป็นแผ่นดำหนา ส่วนการขาดกรดอะมิโนลูซีน ไอโซลูซีน หรือเฟนิลอะลานีน ทำให้ลิ้นผิดปกติ กรณีที่สัตว์ได้รับโปรตีนมากเกินความต้องการ นอกจากทำให้ไม่คุ้มค่าการตอบแทนทางเศรษฐกิจแล้วยังทำให้สัตว์กินอาหารน้อยลง อัตราการเพิ่มน้ำหนักลดลง การขับถ่ายด้วยการทำงานของไตและการขจัดส่วนที่เหลือใช้ออกโดยตับต้องทำงานมากขึ้น และยิ่งสัตว์กินน้ำน้อย จะทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เกิดจากการกำจัดกรดอะมิโนสูงขึ้น ร่างกายกำจัดออกไม่ทัน ทำให้ความเป็นด่างในเลือดสูงขึ้น ความสมดุลของกรดและด่างมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้สัตว์มีความผิดปกติและเจ็บป่วยได้ (ธาตรี, 2549)

ดังนั้นต้องปรับสมดุลกรดอะมิโนโดยใช้ไลซีนเป็นหลักตามด้วยเมทไธโอนีนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากอาหารได้สูงสุด และจะเห็นได้ว่าเมทไธโอทีนจะทำงานร่วมกับกรดอะมิโนไลซีน อีกทั้งยังมีบทบาทในการสังเคราะห์แอล-คาร์นิทีน (L-carnitine) ซึ่งช่วยในการเผาผลาญไขมันอีกด้วย (Lam and Mindell, 2015)

5. กรดอะมิโนในอุดมคติ (Ideal amino acid)

ลำดับความสำคัญของกรดอะมิโนที่แบ่งตามกรดอะมิโนที่มีอยู่อย่างจำกัดหรือมักขาดเป็นตัวแรกๆ (Limiting amino acid) สำหรับไก่เป็นลำดับที่ 1, 2 และ 3 คือ เมทไธโอนีน ไลซีน และทรีโอนีน ตามลำดับ (สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2543) โปรตีนในอุดมคติ (Ideal protein) และกรดอะมิโนในอุดมคติ (Ideal amino acid) คือ โปรตีนที่มีความสมดุลของกรดอะมิโนหรืออีกนัยหนึ่งคือ โปรตีนที่มีดุลยภาพของกรดอะมิโนสมบูรณ์ มีชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนต่างๆ เพียงพอ ไม่มีกรดอะมิโนชนิดใดขาดหรือมากเกินพอ การประเมินคุณภาพโปรตีนต้องทราบรูปแบบและสัดส่วนกรดอะมิโนของกรดอะมิโนในอุดมคติ เพื่อใช้ประเมินคุณภาพของโปรตีน Wang and Fuller (1990) ได้นิยามกรดอะมิโนในอุดมคติว่า เป็นตัวแทนของกรดอะมิโนรวมหรือกรดอะมิโนที่ถูกดูดซึมหรือมีการใช้ประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งหมายถึงมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่ตรงกับความต้องการของสัตว์เพื่อใช้ในการดำรงชีพและเพื่อการเจริญเติบโต สาโรช (2547) ได้อธิบายว่าสัดส่วนของกรดอะมิโนในกรดอะมิโนในอุดมคติเป็นสัดส่วนที่เน้นถึงปริมาณกรดอะมิโนที่สัตว์ใช้ได้จริง (Bioavailability) แต่ในการวัดปริมาณกรดอะมิโนที่สัตว์ใช้ได้จริงในระดับเนื้อเยื่อทำได้ยาก ค่าที่ใช้จึงยึดระดับกรดอะมิโนที่ถูกดูดซึมได้จริง (True Ileal Digestibility) เมื่ออาหารผ่านมาถึงลำไส้เล็กส่วนปลาย แต่ไม่ใช่แค่กรดอะมิโนที่เข้าสู่ปฏิกิริยาจริงในกระบวนการเมตาบอลิซึมทั้งหมด เพราะกรดอะมิโนที่ถูกดูดซึมบางส่วนอาจไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ จึงเป็นค่าบ่งชี้ที่ใกล้เคียงการใช้ประโยชน์ได้จริงเท่านั้น เนื่องจากไก่และสุกรมีความต้องการปริมาณโปรตีนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความแตกต่างในด้านเพศ พันธุ์ น้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตในช่วงต่างๆ

6. สมดุลกรดอะมิโนในอุดมคติ

สมดุลกรดอะมิโนในอุดมคติคือ กรดอะมิโนที่ต้องการทั้งเพื่อดำรงชีพและการสร้างโปรตีนสะสมโดยยึดหลักของกรดอะมิโนไลซีนเป็นหลักตามแนวคิดการใช้กรดอะมิโนอ้างอิงเป็นตัวกำหนดอัตราส่วนกรดอะมิโนในอาหารของไก่เนื้อ ซึ่งแนวคิดนี้จะใช้สัดส่วนของกรดอะมิโนจำเป็นตัวอื่นๆ เปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของไลซีนเป็นหลัก (NRC, 1994; Baker and Han, 1994) ดังแสดงใน **ตาราง 1** ทั้งนี้เนื่องจากไลซีนเป็นกรดอะมิโนมักขาดเป็นอันดับสอง แต่เมื่อขาดจะไม่มีกรดอะมิโนตัวอื่นที่สามารถทดแทนได้และจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อโดยตรง อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารและความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในพืชอาหารสัตว์ได้ (Kidd et al., 1997)

ตาราง 1 สัดส่วนกรดอะมิโนขั้นต่ำโดยใช้ไลซีนเป็นหลัก (ไลซีนเท่ากับ 100%)

กรดอะมิโน	สัดส่วนกรดอะมิโน (%)		
	NRC (1994)	GRRS (1999)	Pastor et al. (2013)
ไลซีน	100	100	100
เมทไธโอนีน	38	37	38
เมทไธโอนีน+ซิสทีน	72	71	74
ทรีโอนีน	74	67	65
ทริปโตเฟน	18	16	17
อาร์จินีน	110	108	106
ไอโซลูซีน	73	69	68
วาลีน	82	-	79
ลูซีน	109	112	110
เฟนิลอะลานีน	65	65	66
เฟนิลอะลานีน+ไทรูซีน	122	118	118

หมายเหตุ: NRC = National Research Council, GRRS = German Recommendations for Requirement Standards

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Wecke et al. (2016)

7. การเป็นปรปักษ์ในการดูดซึมของกรดอะมิโน (Amino acid antagonism)

ผนังของลำไส้ (Epithelium) เป็นตัวจำกัดการดูดซึมสารต่างๆ ที่จะผ่านผนังลำไส้ โดยเฉพาะโปรตีนที่อยู่ในรูป Polypeptides, Dipeptides หรือ Tripeptides โปรตีนโมเลกุลใหญ่ๆ สามารถดูดซึมได้โดยกระบวนการ pinocytosis กรดอะมิโนที่ถูกดูดซึมจะเคลื่อนย้ายโดย Active transport system ซึ่งเป็นผลทำให้กรดอะมิโนที่อยู่ในรูปของ L-form จะดูดซึมได้ดีกว่า D-form การขจัดหมู่คาร์บอกซิลโดยการฟอร์ม ester หรือการทำให้ประจุของกรดอะมิโนหายไป โดยกระบวนการ acetylation หรือการทำให้เกิดประจุใน side chain ของกรดอะมิโนล้วนแล้วแต่จะไปทำลาย active transport กรดอะมิโนบางตัวจะมีการแก่งแย่งกันในเรื่องของการดูดซึม (antagonism) ยกตัวอย่าง เช่น อาหารที่มี leucine อยู่ในระดับสูง (มากกว่า 100% เมื่อเทียบกับไลซีนในอาหาร) จะทำให้ความต้องการ isoleucine สูงขึ้นตาม arginine, cystine และ ornithine (มากกว่าปริมาณที่ NRC (1994) กำหนด) จะยับยั้งการดูดซึมของ lysine ส่วน arginine, lysine และ ornithine จะยับยั้งการดูดซึม cysteine กรดอะมิโนที่เป็นกลางจะยับยั้งการดูดซึม basic amino acid เช่น methionine จะยับยั้ง

การดูดซึม lysine แต่ basic amino acid จะไม่ยับยั้งการดูดซึมของกรดอะมิโนที่เป็นกลาง (พันทิพา, 2543)

8. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำ

ในการกำหนดสูตรอาหารสำหรับไก่กระดูกดำในแต่ละช่วงอายุนั้น แหล่งพลังงานและโปรตีนเพื่อให้ไก่มีสมรรถนะในการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ น้ำหนักตัวและปริมาณการกินอาหารของไก่กระดูกดำบางสายพันธุ์ ตั้งแต่อายุ 1-20 สัปดาห์แสดงไว้ในตารางดังแสดงใน **ตาราง 2**

ตาราง 2 ข้อมูลน้ำหนักตัว (กรัม) และปริมาณการกินอาหาร (กรัม) ของไก่กระดูกดำบางสายพันธุ์

อายุ/ สัปดาห์	ขนสีน้ำตาลกาบอ้อย		ขนสีขาว		ขนสีดำคอลายขาว	
	น้ำหนักตัว	ปริมาณอาหาร/ตัว	น้ำหนักตัว	ปริมาณอาหาร/ตัว	น้ำหนักตัว	ปริมาณอาหาร/ตัว
1	46	57	43	57	42	74
2	97	94	92	127	88	106
3	155	148	150	152	146	112
4	232	181	250	208	232	146
5	306	194	333	238	324	261
6	377	271	458	367	449	279
7	387	300	477	414	456	303
8	539	332	614	495	570	325
9	690	553	774	655	698	500
10	968	573	958	683	968	613
11	1,043	613	1,041	775	1,040	687
12	1,059	3,941	1,167	5,422	1,100	4,563
13	1,188	500	1,242	667	1,254	588
14	1,275	400	1,333	533	1,262	413
15	1,375	438	1,400	417	1,354	629
16	1,456	513	1,555	482	1,438	625
17	1,575	500	1,636	464	1,508	554
18	1,625	475	1,709	564	1,833	450
19	1,787	493	1,782	427	1,833	433
20	1,853	400	1,800	640	1,991	491

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก เพิ่มศักดิ์ (2553)

9. คุณภาพซากและส่วนประกอบของซากของไก่พื้นเมืองและไก่กระดูกดำ

การศึกษาลักษณะคุณภาพซากและส่วนประกอบของซากของไก่พื้นเมืองและไก่กระดูกดำนั้น Jaturasitha et al. (2008) ได้สรุปผลการศึกษาว่า น้ำหนักซากของไก่กระดูกดำต่ำกว่าไก่ชนิดอื่น และเมื่อตัดแต่งซากแล้วเนื้อหน้าอก กระดูก และอัตราส่วนของเนื้อต่อกระดูกของไก่กระดูกดำมีเปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างจากไก่ชนิดอื่น ดังแสดงใน **ตาราง 3**

ตาราง 3 คุณภาพซากของไก่ที่อายุ 16 สัปดาห์

รายการ	ชนิดไก่				SEM	P-value
	ไก่กระดูกดำ	พื้นเมือง	เบรส	โรด		
น้ำหนักซาก (กก.)	1.10$^{c\ 1}$	1.28^{bc}	1.52^{ab}	1.58^{a}	0.057	0.001
น้ำหนักซากตัดแต่ง (%)	63.70	65.90	63.60	64.40	0.050	0.084
ชิ้นส่วนย่อย (% ของน้ำหนักซากเย็น)						
เนื้อหน้าอกรวมกระดูก	16.60	17.70	18.60	16.10	0.080	0.279
สะโพกรวมกระดูก	20.60	19.60	20.40	19.30	0.090	0.354
น่องรวมกระดูก	16.70	16.70	16.60	17.60	0.040	0.429
เนื้อสันใน	5.80	5.30	5.50	4.20	0.030	0.081
ชิ้นส่วนตัดแต่ง 4 ส่วน	60.00	59.30	61.20	57.20	0.110	0.290
การตัดแต่งซากแบบไทยไม่รวมกระดูก (% ของน้ำหนักซากเย็น)						
เนื้อหน้าอก	12.50^{ab}	15.50^{a}	14.80^{a}	11.70^{b}	0.050	0.002
สะโพก	13.40	13.00	13.30	12.70	0.040	0.673
น่อง	10.60	10.50	10.70	10.60	0.040	0.997
เนื้อสันใน	5.80	5.30	5.50	4.20	0.030	0.081
เนื้อแดงรวม	50.80	50.40	53.10	48.20	0.110	0.095
กระดูก	43.70^{ab}	41.40^{b}	41.00^{b}	45.20^{a}	0.080	0.010
สัดส่วนเนื้อแดง/กระดูก	1.17^{ab}	1.23^{ab}	1.30^{a}	1.08^{b}	0.004	0.022

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Jaturasitha et al. (2008)

10. คุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองและไก่กระดูกดำ

การศึกษาลักษณะคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองและไก่กระดูกดำ Jaturasitha et al. (2008) ได้สรุปผลการศึกษาว่า pH ของเนื้อไก่แต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ส่วนสีของเนื้อส่วนต่างๆ ของไก่กระดูกดำก็ไม่แตกต่างจากไก่ชนิดอื่น ดังแสดงใน **ตาราง 4**

ตาราง 4 คุณภาพเนื้อของไก่แต่ละชนิด

รายการ	ชนิดไก่				SEM	P-value
	ไก่กระดูกดำ	พื้นเมือง	เบรส	โรด		
pH เนื้อหน้าอก						
pH 45 min	5.95	5.86	5.92	5.96	0.006	0.902
pH 24 h	5.88	5.77	5.88	5.86	0.003	0.196
สีเนื้อหน้าอก						
L*	$50.7^{b\ 1}$	54.9^{b}	54.8^{b}	61.6^{a}	0.09	0.001
a*	1.66^{a}	1.27^{a}	2.98^{a}	-0.60^{b}	0.036	0.001
b*	10.5^{b}	13.6^{a}	8.4^{c}	14.1^{a}	0.03	0.001
สะโพก						
L*	45.9^{c}	51.9^{b}	52.0^{b}	55.5^{a}	0.06	0.001
a*	3.87^{ab}	5.27^{a}	5.22^{a}	3.53^{b}	0.033	0.007
b*	3.4^{b}	7.8^{a}	4.3^{b}	7.3^{a}	0.04	0.001
สีผิวหน้าอก						
L*	71.7^{a}	68.5^{b}	40.1^{d}	63.2^{c}	0.03	0.001
a*	7.62^{a}	4.32^{b}	4.98^{b}	7.68^{a}	0.01	0.001
b*	4.2^{c}	23.2^{a}	-0.6^{d}	16.3^{b}	0.02	0.001

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Jaturasitha et al. (2008)

ตาราง 4 คุณภาพเนื้อของไก่แต่ละชนิด (ต่อ)

รายการ	ชนิดไก่				SEM	P-value
	ไก่กระดูกดำ	พื้นเมือง	เบรส	โรด		
สีผิว						
สะโพก						
L*	68.40[b 1]	67.60[b]	42.80[c]	73.20[a]	0.020	0.001
a*	8.30[a]	3.95[b]	4.39[b]	7.47[a]	0.016	0.001
b*	6.20[c]	19.10[a]	0.80[d]	10.00[b]	0.020	0.001
ความสามารถในการอุ้มน้ำ (loss, % of total)						
เนื้อหน้าอก						
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	8.26	10.39	8.43	11.14	0.253	0.69
การสูญเสียน้ำจากการแช่แข็ง	5.54	3.64	4.67	5.42	0.074	0.14
การสูญเสียน้ำจากการต้มให้สุก	22.08	18.99	22.1	22.89	0.179	0.277
การสูญเสียน้ำจากการย่าง	24.65	20.66	19.18	20.16	0.298	0.418
เนื้อสะโพก						
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	4.22	3.42	3.66	4.09	0.177	0.975
การสูญเสียน้ำจากการแช่แข็ง	3.87	2.73	3.12	2.99	0.22	0.423
การสูญเสียน้ำจากการต้มให้สุก	20.12	23.38	22.7	19.92	0.061	0.423
การสูญเสียน้ำจากการย่าง	30.21[a]	27.65[ab]	21.06[b]	24.48[ab]	0.245	0.032

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Jaturasitha et al. (2008)

11. ระดับโปรตีน และพลังงาน ในอาหารที่มีผลต่อไก่พื้นเมือง

van Nguyen and Bunchasak (2005) ได้ศึกษาผลของโปรตีน (23, 21, 19 และ 17%) และพลังงานใช้ประโยชน์ (3,000 และ 3,200 กิโลแคลอรี/กก.) ในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่เบตงในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโต สามารถสรุปได้ว่าการให้โปรตีนในระดับต่ำจะเปลี่ยนโปรตีนไปเป็นน้ำหนักตัวในด้านประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ดีกว่าการให้โปรตีนในระดับสูง ส่วนอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์สูง 3,000 และ 3,200 กิโลแคลอรี/กก. ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ในขณะที่ไก่ที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์สูง 3,200

กิโลแคลอรี/กก. จะทำให้ไขมันในช่องท้องเพิ่มขึ้นจาก 0.39% เป็น 0.57% ของน้ำหนักตัว แต่ในทางกลับกันโปรตีนที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ไขมันในช่องท้องลดลง จะเห็นได้ว่าการใช้อาหารโปรตีนระดับ 19% ที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ระหว่าง 3,000-3,200 กิโลแคลอรี/กก. นั้นเพียงพอต่อความต้องการเพื่อการเจริญเติบโตและปรับปรุงคุณภาพซากของไก่เบตงแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

van Nguyen et al. (2010) ได้ศึกษาผลของโปรตีน (15, 17, 19 และ21%) และพลังงานใช้ประโยชน์ (3,000 และ 3,200 กิโลแคลอรี/กก.) ในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่เบตงในระยะการเจริญเติบโต พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างระดับโปรตีนและพลังงาน ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ที่ทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากดีที่สุดคือ 3,000 กิโลแคลอรี/กก. ส่วนระดับโปรตีนและพลังงานในอาหารที่แนะนำสำหรับไก่พื้นเมือง (ไก่เบตง) คือ โปรตีน 19% พลังงานใช้ประโยชน์ 3,000 กิโลแคลอรี/กก.

Miah et al. (2014) ได้ศึกษาผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ (2,400-3,000 กิโลแคลอรี/กก.) ที่แตกต่างกัน และระดับโปรตีนที่ 23% ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองในประเทศบังกลาเทศเพื่อขุนให้ได้น้ำหนัก 950 กรัม พบว่า กลุ่มที่ให้อาหารที่มีโปรตีน 23% และพลังงานใช้ประโยชน์ 2,800 กิโลแคลอรี/กก. ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Sompie et al. (2015) ได้ศึกษาผลของระดับโปรตีน (18 และ20%) และพลังงานใช้ประโยชน์ (2,800 3,000 และ 3,200 กิโลแคลอรี/กก.) ในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในไก่พื้นเมืองในประเทศอินโดนีเซีย สรุปได้ว่าระดับของโปรตีน 18 หรือ 20 % พลังงานใช้ประโยชน์ 2,800 กิโลแคลอรี/กก. มีไขมันช่องท้องน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ 3,000 หรือ 3,200 กิโลแคลอรี/กก. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Perween et al. (2016) ได้ศึกษาผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ (2,600, 2,800 และ 3,000 กิโลแคลอรี/กก.) และโปรตีน (17, 19 และ21%) ที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันของไก่พื้นเมืองในประเทศอินเดีย พบว่าที่ระดับโปรตีน 19% และ 21% และการให้อาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์สูง 3,000 กิโลแคลอรี/กก. ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับระดับโปรตีนที่ 17% อีกทั้งระดับโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันในการต้านโรคนิวคาสเซิลได้อีกด้วย

Miah et al. (2016) ได้ศึกษาผลของระดับพลังงานและโปรตีนในอาหารที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตเนื้อในไก่พื้นเมืองของประเทศบังกลาเทศ ในระยะแรกให้

ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ (2,800 และ 3,000 กิโลแคลอรี/กก.) ที่ระดับโปรตีน 23% และในระยะเติบโตจะใช้ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ (2,700 และ 2,900 กิโลแคลอรี/กก.) ที่ระดับโปรตีน 17% ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตเนื้อในไก่พื้นเมืองภายใต้สภาวะการเลี้ยงแบบชนบทของประเทศบังกลาเทศ การศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า การให้อาหารที่มีพลังงานสูง 3,000 กิโลแคลอรี/กก. และโปรตีน 23% จะส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Perween et al. (2017) ได้ศึกษาผลของระดับพลังงาน (2,600, 2,800 และ 3,000 กิโลแคลอรี/กก.) และโปรตีน (17, 19 และ21%) ในอาหารที่แตกต่างกันต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและผลผลิตทางเศรษฐกิจในไก่พื้นเมืองในประเทศอินเดียภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความร้อนชื้น (อุณหภูมิ 32 °C) พบว่า การให้อาหารที่มีพลังงานสูง 3,000 กิโลแคลอรี/กก. ร่วมกับโปรตีน 19% จะส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุชน และคณะ (2559) ได้เลี้ยงไก่กระดูกดำสายพันธุ์โครงการหลวงแบบปล่อยพื้นในโรงเรือนเปิดด้วยอาหารที่มี CP 2 ระดับ (21 vs. 19%, 19 vs. 17% และ17 vs. 15% ในช่วงอายุ 1-5, 6-10 และ 11-13 สัปดาห์ ตามลำดับ) โดยแต่ละระดับของ CP มี ME 2 ระดับ (3.2 vs. 2.9 kcal/g) ตลอดระยะการทดลอง 13 สัปดาห์ ผลสรุปได้ว่า ช่วงไก่อายุ 1-5 สัปดาห์ควรให้อาหารที่มี 21% CP, 2.9 kcal ME/g ส่วนช่วงอายุ 6-10 และ 11-13 สัปดาห์ควรให้ 19% CP, 2.9 kcal ME/g และ 17% CP, 3.2 kcal ME/g ตามลำดับ แต่เนื่องจากการศึกษาของสุชน และคณะ(2559) ข้างต้น เป็นการให้อาหารที่มี CP และ ME ระดับสูงกับระดับต่ำแบบต่อเนื่องตั้งแต่แรกเกิดจนถึง อายุ 13 สัปดาห์ซึ่งอาจกระทบต่อผลการทดลองในระยะต่อมา ปฏิวัติ และคณะ (2560) จึงได้ศึกษาโดยให้อาหารที่เหมาะสมในช่วงไก่อายุ 1-5 สัปดาห์ คือ 21% CP, 2.9 kcal ME/g ตามที่รายงานไว้โดยสุชน และคณะ (2559) ก่อน แล้วเริ่มทดลองต่อด้วยการให้อาหารที่มี CP และ ME ต่างกัน (19 vs. 17% CP และ 3.2 vs. 2.9 kcal/g ตามลำดับ) ในช่วงไก่อายุ 6-10 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า สูตรอาหารที่เหมาะสม คือ 19% CP, 2.9 kcal ME/g

12. ระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่มีผลต่อไก่

Zhai et al. (2016) ได้ศึกษาผลของการใช้กรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารสำหรับไก่เนื้อเพศผู้พันธุ์ Ross 708 ที่อายุ 21 - 42 วัน พบว่าการใช้กรดอะมิโนไลซีน 120% และเมทไธโอนีน 140% ของระดับกรดอะมิโนที่แนะนำในไก่กระทงโดย NRC (1994) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,204 kcal/kg. ส่งผลให้น้ำหนักตัวไก่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชัยพฤกษ์ และคณะ (2558) ได้ศึกษาผลของระดับเมทไธโอนีนในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่ชี โดยระดับเมทไธโอนีนในอาหารมี 4 ระดับคือ ร้อยละ 0.40, 0.50, 0.60 และ 0.70 ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ ร้อยละ 0.30, 0.40, 0.50, และ0.60 ในช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ และร้อยละ 0.25, 0.35, 0.45, และ0.55 ในช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์ ให้ไก่ชีได้รับอาหาร และน้ำดื่มอย่างเต็มที่จนกระทั่งอายุ 12 สัปดาห์ พบว่าในทุกช่วงอายุไก่ชีที่ได้รับอาหารที่มีระดับเมทไธโอนีนแตกต่างกัน มีสมรรถนะการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ($P>0.05$) จากการศึกษานี้จะเห็นได้ว่าระดับเมทไธโอนีนที่เหมาะสมในอาหาร สำหรับไก่ชีในช่วงอายุ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์ มีค่าเป็นร้อยละ 0.40 , 0.30 และ 0.25 ตามลำดับ

Yuan et al. (2015) ได้ทำการศึกษาผลของระดับกรดอะมิโนไลซีนในอาหารต่อประสิทธิภาพของคุณภาพซาก และลักษณะทางชีวภาพของไก่พันธุ์พื้นเมืองของประเทศจีน พบว่าการใช้กรดอะมิโนไลซีนในปริมาณที่สูงขึ้นในอาหารจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์ประกอบซาก ลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่ได้ดีขึ้น

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

อาหารทดลอง

ใช้อาหารพื้นฐานที่มีส่วนประกอบวัตถุดิบหลัก ได้แก่ ข้าวโพดและกากถั่วเหลือง เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ในประเทศไทย คุณภาพไม่แตกต่างกันมากในแต่ละพื้นที่ และสามารถใช้เป็นสูตรอาหารอ้างอิงกับงานวิจัยอื่นได้ ซึ่ง Baker and Han (1994) รายงานว่า สูตรอาหารพื้นฐานที่ใช้ข้าวโพด-กากถั่วเหลืองเป็นหลักโดยไม่มีปลาป่นในสูตรอาหาร มีค่าการย่อยได้ที่แท้จริงของกรดอะมิโนเฉลี่ย 88% วัตถุดิบหลักที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และรำละเอียด ได้นำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและปริมาณกรดอะมิโนก่อนที่จะนำข้อมูลมาใช้คำนวณสูตรอาหาร โดยคำนวณให้มีปริมาณกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารทดลองที่ระดับ 80, 90, 100 และ 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) ด้วยวิธีการปรับปริมาณกรดอะมิโนสังเคราะห์ แอล-ไลซีน และดีแอล-เมทไธโอนีน ที่เติมลงในสูตรอาหาร

ข้อมูลผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและกรดอะมิโนของข้าวโพด รำละเอียด และกากถั่วเหลือง แสดงไว้ใน**ตาราง 5**

อาหารทดลองแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1 (0-4 สัปดาห์) โปรตีน 20% : 3,000 kcal ME/kg ส่วนกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนอ้างจากคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) 100% เท่ากับ 1.10 : 0.50 (**ตาราง 6**)

การทดลองที่ 2 (4-8 สัปดาห์) โปรตีน 17% : 3,000 kcal ME/kg ส่วนกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนอ้างจากของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) 100% เท่ากับ 1.00 : 0.38 (**ตาราง 7**)

การทดลองที่ 3 (8-12 สัปดาห์) โปรตีน 15% : 3,000 kcal ME/kg ส่วนกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนอ้างจากของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) 100% เท่ากับ 1.00 : 0.38 (**ตาราง 8**)

ตาราง 5 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและปริมาณกรดอะมิโนของวัตถุดิบที่ใช้ในอาหารสัตว์ทดลอง

โภชนะ (%)	**ข้าวโพด**	**รำละเอียด**	**กากถั่วเหลือง**
ความชื้น	12.56	10.97	11.26
โปรตีน	8.73	12.11	45.89
ไขมัน	5.96	12.60	1.90
กรดอะมิโนที่จำเป็น			
ไลซีน	0.783	1.832	1.177
เมทไธโอนีน	0.045	0.066	0.200
ฮิสทิดีน	0.476	0.827	3.140
ไอโซลูซีน	0.313	0.508	2.440
ลูซีน	1.117	1.192	4.451
เฟนิลอะลานีน	0.668	1.080	4.387
ทรีโอนีน	0.092	0.142	0.731
ทริปโตเฟน	0.039	0.940	0.545
วาลีน	0.292	0.505	1.771
กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น			
อะลานีน	0.260	0.326	1.014
กรดแอสปาติก	0.256	0.543	2.994
ซีสทีน	0.162	0.284	1.498
กรดกลูตามิก	0.783	0.931	5.943
ไกลซีน	0.313	0.222	0.777
โปรลีน	0.359	0.267	1.327
เซอรีน	0.118	0.160	0.831
ไทโรซีน	0.473	0.919	4.081

ตาราง 6 ส่วนประกอบของวัตถุดิบและโภชนะของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์

วัตถุดิบ	ปริมาณกรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน (%)			
	0.88 : 0.40	0.99 : 0.45	1.10 : 0.50	1.21 : 0.55
	เทียบกับ NRC (1994)			
	80%	90%	100%	110%
ข้าวโพด	55.20	54.82	54.44	54.07
รำละเอียด	5.00	5.00	5.00	5.00
กากถั่วเหลือง	31.76	31.85	31.92	31.99
น้ำมันรำข้าว	3.76	3.90	4.04	4.18
แอล-ไลซีน	0.03	0.15	0.26	0.38
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.31	0.36	0.41	0.46
ไดแคลเซียมฯ	2.22	2.22	2.22	2.23
หินฝุ่น	0.95	0.95	0.94	0.94
เกลือแกง	0.25	0.25	0.25	0.25
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบทางโภชนะ จากการคำนวณ และการวิเคราะห์ (%)				
วัตถุแห้ง	88.63	88.67	88.70	88.73
พลังงาน (kcal ME/kg)	3,000	3,000	3,000	3,000
โปรตีน	20.00	20.00	20.00	20.00
ไขมัน	8.21	8.32	8.44	8.56
เยื่อใย	4.00	4.00	4.00	4.00
ไลซีน	0.88	0.99	1.10	1.21
เมทไธโอนีน	0.40	0.45	0.50	0.55
เมทฯ + ซีสทีน	0.98	1.03	1.08	1.13
แคลเซียม	1.00	1.00	1.00	1.00
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.45	0.45	0.45	0.45

ตาราง 7 ส่วนประกอบของวัตถุดิบและโภชนะของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์

วัตถุดิบ	ปริมาณกรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน (%)			
	0.85 : 0.30	0.90 : 0.34	1.00 : 0.38	1.10 : 0.42
	เทียบกับ NRC (1994)			
	80%	90%	100%	110%
ข้าวโพด	67.22	67.01	66.68	66.34
รำละเอียด	5.00	5.00	0.50	0.50
กากถั่วเหลือง	22.95	22.99	23.05	23.11
น้ำมันรำข้าว	1.12	1.20	1.32	1.45
แอล-ไลซีน	0	0.05	0.15	0.26
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.22	0.26	0.30	0.34
ไดแคลเซียมฯ	1.61	1.61	1.61	1.61
หินฝุ่น	1.13	1.13	1.13	1.13
เกลือแกง	0.25	0.25	0.25	0.25
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบทางโภชนะ จากการคำนวณ และการวิเคราะห์ (%)				
วัตถุแห้ง	88.26	88.28	88.03	88.33
พลังงาน (kcal ME/kg)	3,000	3,000	3,000	3,000
โปรตีน	17.00	17.00	17.00	17.00
ไขมัน	7.17	6.24	6.34	6.44
เยื่อใย	3.66	3.65	3.65	3.65
ไลซีน	0.85	0.90	1.00	1.10
เมทไธโอนีน	0.30	0.34	0.38	0.42
เมทฯ + ซีสทีน	0.76	0.86	0.85	0.89
แคลเซียม	0.90	0.90	0.90	0.90
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.35	0.35	0.35	0.35

ตาราง 8 ส่วนประกอบของวัตถุดิบและโภชนะของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์

วัตถุดิบ	ปริมาณกรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน (%)			
	0.85 : 0.30	0.90 : 0.34	1.00 : 0.38	1.10 : 0.42
	เทียบกับ NRC (1994)			
	80%	90%	100%	110%
ข้าวโพด	72.97	72.76	72.43	72.10
รำละเอียด	5.00	5.00	5.00	5.00
กากถั่วเหลือง	17.49	17.53	17.60	17.66
น้ำมันรำข้าว	0.21	0.29	0.41	0.54
แอล-ไลซีน	0.01	0.06	0.16	0.27
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.23	0.27	0.31	0.35
ไดแคลเซียมฯ	2.40	2.40	2.40	2.40
หินฝุ่น	0.94	0.94	0.93	0.93
เกลือแกง	0.25	0.25	0.25	0.25
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบทางโภชนะ จากการคำนวณ และการวิเคราะห์ (%)				
วัตถุแห้ง	88.18	88.20	88.23	88.26
พลังงาน (kcal ME/kg)	3,000	3,000	3,000	3,000
โปรตีน	15.00	15.00	15.00	15.00
ไขมัน	5.52	5.58	5.69	5.79
เยื่อใย	3.40	3.40	3.40	3.39
ไลซีน	0.85	0.90	1.00	1.10
เมทไธโอนีน	0.30	0.34	0.38	0.42
เมทฯ + ซีสทีน	0.69	0.73	0.77	0.81
แคลเซียม	1.00	1.00	1.00	1.00
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.45	0.45	0.45	0.45

การทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ตามช่วงระยะเวลาในการทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ไก่กระดูกดำช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์

ใช้ลูกไก่กระดูกดำแรกเกิดจากฟาร์มของมหาวิทยาลัยแม่โจ้จำนวน 240 ตัว ทำการสุ่มแบ่งไก่ทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 15 ตัว รวมทั้งหมด 240 ตัว ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ไก่ทุกกลุ่มการทดลองได้รับอาหารและน้ำดื่มเต็มที่ตามความต้องการ (*ad libitum*) ส่วนประกอบและปริมาณโภชนะในอาหารดังแสดงใน**ตาราง 6** ระยะกกทำการกกลูกไก่ด้วยหลอดไฟ 100 วัตต์ แสงสีส้ม ชนิดกลม จำนวน 1 หลอด/กรงที่มีขนาด 3 ตร. ม. ปูพื้นด้วยแกลบหนา 5 cm สัปดาห์แรกให้แสงสว่าง 24 ชั่วโมง ทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล (Newcastle) และหลอดลมอักเสบ (Infectious bronchitis) ตามโปรแกรมที่กำหนด และทำการชั่งน้ำหนักเริ่มทดลองและทุกสัปดาห์ เมื่ออายุครบ 4 สัปดาห์ สุ่มไก่กลุ่มทดลองละ 8 ตัว เพื่อศึกษาส่วนประกอบซาก และคุณภาพซาก รวมไก่ทั้งสิ้น 32 ตัว

การทดลองที่ 2 ไก่กระดูกดำช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์

ใช้ไก่กระดูกดำอายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 208 ตัว ทำการสุ่มแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 13 ตัว รวมทั้งหมด 208 ตัว ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ไก่ทุกกลุ่มการทดลองจะได้รับอาหารและน้ำดื่มเต็มที่ตามความต้องการ (*Ad libitum*) ส่วนประกอบและปริมาณโภชนะในอาหารดังแสดงใน**ตาราง 7** ทำการชั่งน้ำหนักเริ่มทดลองและทุกสัปดาห์ เมื่ออายุครบ 8 สัปดาห์ สุ่มไก่กลุ่มทดลองละ 8 ตัว เพื่อศึกษาส่วนประกอบซาก และคุณภาพซาก รวมไก่ทั้งสิ้น 32 ตัว

การทดลองที่ 3 ไก่กระดูกดำช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์

ไก่กระดูกดำอายุ 8 สัปดาห์ จำนวน 176 ตัว ทำการสุ่มแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 11 ตัว รวมทั้งหมด 176 ตัว ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ไก่ทุกกลุ่มการทดลองจะได้รับอาหารและน้ำดื่มเต็มที่ตามความต้องการ (*Ad libitum*) ส่วนประกอบและปริมาณโภชนะในอาหารดังแสดงใน**ตาราง 8** ทำการชั่งน้ำหนักเริ่มทดลองและทุกสัปดาห์ เมื่ออายุครบ 12 สัปดาห์ สุ่มไก่กลุ่มทดลองละ 16 ตัว เพื่อศึกษาส่วนประกอบซากและคุณภาพซาก รวมไก่ทั้งสิ้น 64 ตัว

การบันทึกข้อมูล

น้ำหนักตัว

ทำการชั่งน้ำหนักตัวทุกๆ สัปดาห์ โดยก่อนการชั่งน้ำหนักตัวจะงดอาหารประมาณ 6 ชั่วโมง แต่ให้น้ำตลอดเวลา

อาหารที่กิน

วิเคราะห์วัตถุดิบก่อนการผสมอาหาร โดยการประเมินองค์ประกอบของกรดอะมิโนตามวิธีการของ AOAC (2000) โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) และทำการชั่งน้ำหนักที่เหลือในแต่ละสัปดาห์ เพื่อนำมาคำนวณปริมาณอาหารที่ไก่กินในแต่ละสัปดาห์ โดยมีตารางบันทึกน้ำหนักอาหารที่กิน และประเมินคุณค่าทางโภชนะต่างๆ ในอาหาร ตามวิธีการของ AOAC (2000)

การศึกษาสมดุลไนโตรเจน

ใช้ไก่ชุดที่ 2 จำนวน 32 ตัว ที่อายุ 18-28, 46-56 และ 74-84 วัน ของแต่ละช่วงอายุ หลังจากที่ทำการชั่งน้ำหนักแล้ว สุ่มไก่ในน้ำหนักที่ใกล้เคียงกันในแต่ละทรีทเมนท์จำนวน 8 ตัว/ทรีทเมนท์ นำมาใส่กรงขังเดี่ยวกรงละ 1 ตัว ใช้ระยะปรับตัวให้ชินกับสภาพกรง และผลัดขน 7 วัน (adaptation period) หลังจากนั้นเริ่มเก็บข้อมูลการกินได้ และเก็บมูลของไก่กระดูกดำที่ถูกเลี้ยงแยกกรง 3 วันสุดท้ายของการทดลอง (collection period) ด้วยวิธีการเก็บแบบ total collection ทำการชั่งปริมาณมูลไก่ที่เก็บได้ในแต่ละครั้ง (กำจัดสิ่งเจือปนออกให้ได้มากที่สุด) และเก็บในตู้ –20 °C ทุกครั้ง (Mountzouris et al., 2010) จากนั้นนำตัวอย่างอาหารและมูลที่ได้มาอบที่อุณหภูมิ 60 °C จนแห้งและบดละเอียด แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง ไนโตรเจน และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2000) และนำค่าไนโตรเจนที่ได้มาทำตารางข้อมูลเทียบกลับเป็นน้ำหนักสด โดยค่าที่จะประเมินได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์กินเข้าไป (Nitrogen intake; NI) ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์สะสมไว้ (Nitrogen retention; NR) ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์ขับถ่ายออกมา (Nitrogen excretion; NE) และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (Nitrogen efficiency; NEF) ของไก่กระดูกดำ (Faria Filho et al., 2007) ดังสมการ

สมดุลไนโตรเจน = ปริมาณ N ที่กิน – ปริมาณ N ที่ขับถ่าย

การศึกษาองค์ประกอบซาก

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแต่ละระยะ (4, 8 และ 12 สัปดาห์) ทำการสุ่มไก่จำนวน 8, 8 และ 16 ตัว / ทรีทเมนท์ ตามลำดับ ก่อนเชือดทำการงดอาหารประมาณ 6 ชั่วโมง แต่จัดเตรียมน้ำให้ไก่กินตลอด จากนั้นทำการฆ่าไก่เพื่อศึกษาองค์ประกอบซากโดยวิธีการเมตตาฆาต ทำการชั่งน้ำหนักก่อนเชือด (น้ำหนักมีชีวิต) น้ำหนักหลังเอาเครื่องในออก น้ำหนักซากตัดแต่งที่ไม่รวมหัว คอ และเท้าไก่ และตัดแต่งซากเพื่อชั่งน้ำหนักส่วนประกอบซากในแต่ละส่วน โดยทำการตัดแยกชิ้นส่วนอวัยวะภายนอก ได้แก่ หัว (Head) และคอ (Neck) และชิ้นส่วนตัดแต่งย่อย (Retail cuts) ประกอบด้วย อก (Breast หรือ Pectoralis major) สะโพก (Thigh) น่อง (Drumstick) ปีกบน (Upper wing) ปีกล่าง (Lower wing) และสันใน (Pectoralis minor) จากทั้ง 2 ซีก โดยซีกขวาทำการตัดแต่งซากแบบสากล (รวมกระดูก) ส่วนซีกซ้ายตัดแต่งแบบไทย (เลาะกระดูกและหนักอกออก) และโครง (Body frame) บันทึกน้ำหนักแต่ละส่วนและคำนวณเปอร์เซ็นต์ของชิ้นส่วนตัดแต่ง 4 ส่วน คือ อก สันใน สะโพก และน่อง ทั้งแบบรวมกระดูกและไม่รวมกระดูก เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากอุ่น และนำค่าที่ได้มาคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้
(สัญชัย, 2534)

% ชิ้นส่วนซาก = (น้ำหนักชิ้นส่วนซาก/น้ำหนักซากอุ่น) x 100

โดยที่ น้ำหนักชิ้นส่วนซาก คือ น้ำหนักของชิ้นส่วนต่างๆ หลังจากทำการตัดแต่งแล้ว
น้ำหนักซากอุ่น คือ น้ำหนักซากหลังฆ่า ที่ไม่รวมขน และเครื่องใน (ลำไส้ หัวใจ ตับ ถุงน้ำดี กระเพาะแท้ กระเพาะบด และม้าม)

การวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ

หลังจากทำการตัดแต่งซากเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างเนื้อของไก่กระดูกดำแต่ละตัวมา 2 ส่วน คือ เนื้อหน้าอก และเนื้อสะโพก นำมาวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ ตามวิธีที่อธิบายโดย Pearson (2013) ดังนี้

การวัด pH ของเนื้อไก่กระดูกดำ

วัด pH ของเนื้อ โดยใช้ pH meter (Hanna instruments model HI 99163, Romania) การวัดค่า pH ของเนื้อไก่ ทำการวัดตัวอย่างละ 3 จุด โดยจะทำการวัด 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลังการฆ่าประมาณ 45 นาที (pH_1) และครั้งที่ 2 หลังเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (pH_u)

การวัดค่าสีของเนื้อไก่กระดูกดำ

วัดค่าสีของเนื้อโดยใช้ Chroma meter (Minolta, CR-400, Osaka, Japan) เพื่อประเมินค่าความสว่าง (L*), ค่าสีแดงของเนื้อ (a*), และค่าสีเหลืองของเนื้อ (b*) การวัดค่าสีของเนื้อไก่ทำการวัดตัวอย่างละ 3 จุด โดยทำการวัด 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลังการฆ่าประมาณ 45 นาที และครั้งที่ 2 หลังเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การวัดค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำ (Thiobarbituric Acid Reactive Substances, TBARS)

วัดค่าการออกซิเดชันของเนื้อ โดยนำเนื้อไก่ประมาณ 10 กรัม มาบดรวมกับน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และใส่ HCl 4 N ปริมาณ 2.5 มิลลิลิตรลงในตัวอย่าง จากนั้นเติมสาร antifoaming และกลั่นตัวอย่างจนได้ปริมาณ 30-50 มิลลิลิตร ดูดของเหลวที่ได้จากการกลั่น 5 มิลลิลิตร แล้วเติมด้วยสารละลาย thiobarbituric acid 5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าด้วยเครื่อง vortex ทำกลุ่มควบคุมโดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แล้วเติมด้วย thiobarbituric acid 5 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่อง vortex เช่นกัน แล้วนำตัวอย่างที่กลั่นเสร็จแล้วไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 30-35 นาที รอให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และนำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องสเปกโตโฟโตเมตเตอร์ (Spectrophotometer) โดยใช้ความยาวคลื่นที่ 538 นาโนเมตร และบันทึกข้อมูล

การวัดความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อไก่กระดูกดำ (Water Holding Capacity, WHC)

การวัดความสามรถในการอุ้มน้ำแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการวัดความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ โดยวัดการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss) และการสูญเสียน้ำจากการปรุงสุก (Boiling loss) ดังนี้

การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss) โดยทำการตัดตัวอย่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสประมาณ 20-30 กรัม ทำ 3 ซ้ำ/ตัวอย่าง ใช้กระดาษทิชชูซับน้ำบริเวณเนื้อ ชั่งน้ำหนักเนื้อแล้วบันทึก จากนั้นนำเนื้อห่อด้วยผ้าก๊อตแล้วนำเชือกมัด เก็บในถุงโดยมัดปากถุงไม่ให้เนื้อติดขอบถุง เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างออกจากถุง แกะผ้าก๊อตออก แล้วนำกระดาษทิชชูซับน้ำบริเวณรอบๆ เนื้อ ชั่งน้ำหนักเนื้อหลังแช่เย็น และบันทึกน้ำหนักหลังแช่เย็น คำนวณค่า Drip loss ดังสมการ

Drip loss = [(น้ำหนักเนื้อก่อนแช่เย็น – น้ำหนักเนื้อหลังแช่เย็น) / น้ำหนักเนื้อก่อนแช่เย็น] x 100

การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก (Boiling loss) โดยการนำน้ำใส่ใน water bath ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 80 °C ทำการตัดตัวอย่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสประมาณ 35 กรัม ทำ 3 ซ้ำ/ตัวอย่าง นำ

กระดาษทิชชูซับน้ำบริเวณเนื้อ ชั่งน้ำหนักเนื้อไก่ จากนั้นนำตัวอย่างใส่ถุงโดยไล่อากาศออกให้หมด มัดปากถุงแล้วนำตัวอย่างมาต้มใน water bath ประมาณ 15-35 นาที รอให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 30-45 นาที จากนั้นแกะตัวอย่างออกจากถุง ใช้กระดาษทิชชูซับน้ำที่ก้อนเนื้อ แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่าง คำนวณค่า Boiling loss ดังสมการ

Boiling loss = [(น้ำหนักเนื้อก่อนต้ม – น้ำหนักเนื้อหลังต้ม) / น้ำหนักเนื้อก่อนต้ม] x 100

การวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force)

การศึกษาแรงตัดผ่านเนื้อจะใช้ตัวอย่างต่อจากการหาค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก (Boiling loss) โดยตัวอย่างเนื้ออกไก่จะถูกทดสอบความเหนียวนุ่มโดยบรรจุลงในถุงที่มัดปากถุงแน่น แล้วนำถุงที่มีเนื้อตัวอย่างบรรจุอยู่ไปอุ่นให้ร้อนใน Water bath ที่ปรับอุณหภูมิ 80 °C นาน 15 นาที โดยให้มีอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 °C เมื่อครบกำหนดเวลานำตัวอย่างเนื้อมาตัดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีความหนาของชิ้นเนื้อ 1.27 เซนติเมตร และวางแนวของเนื้อให้ขนานตามแนวเส้นใยกล้ามเนื้อใต้ ใบมีดรูปตัว V ทำการวัดค่าแรงที่ใช้ในการตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง Instron Model 3433 Universal test machine, USA ทำการวัด 2 ซ้ำต่อตัวอย่าง นำค่าที่ได้มาคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงถึงค่าความเหนียวนุ่มของเนื้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) แบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยของกลุ่มการทดลองโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Tests (Steel et al., 1997)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อ ของไก่กระดูกดำ ช่วงอายุ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 20%, 17% และ 15% พลังงานใช้ประโยชน์ 3,000 kcal /kg ที่เท่าๆ กันในแต่ละช่วงอายุ แต่มีระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารที่มีกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีน 80%, กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 90%, กลุ่มที่ 3 เท่ากับ 100% และกลุ่มที่ 4 เท่ากับ 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) ทั้ง 3 ช่วงอายุ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

การทดลองระยะที่ 1 ไก่กระดูกดำช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์

การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อ ของไก่กระดูกดำ ช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 20% พลังงาน 3,000 kcal ME/kg เท่ากัน แต่มีระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40), กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45), กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.50) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.21 : 0.55) ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

จากผลการศึกษาพบว่า ไก่กระดูกดำที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่ระดับ 80 - 110 % มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 155.39, 156.66, 159.17 และ 150.9 กรัมต่อตัว ตามลำดับ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 3.26, 3.32, 3.23 และ 3.50 ตามลำดับ แต่ในทางกลับกันไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.21 : 0.55) มีค่าปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 522.64 กรัมต่อตัว ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40) ที่มีค่าปริมาณอาหารที่กิน 499.56 กรัมต่อตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่มี

ค่าปริมาณอาหารที่กินไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) และกลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.50) ที่มีค่าปริมาณอาหารที่กิน 512.68 และ 509.15 กรัมต่อตัว ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 9**

ตาราง 9 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารช่วงอายุ 0 ถึง 4 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	31.92	31.97	31.96	31.99	0.021	1.000
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	187.31	188.63	191.13	182.89	0.642	0.943
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	155.39	156.66	159.17	150.90	0.641	0.930
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	499.56$^{b\ 1}$	512.68^{ab}	509.15^{ab}	522.64^{a}	1.793	0.050
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	3.26	3.32	3.23	3.50	0.074	0.743

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

สมดุลไนโตรเจน

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของไก่กระดูกดำที่อายุ 3อ - 4 สัปดาห์ พบว่า ไก่กระดูกดำที่ได้รับอาหารที่มีระดับกรดอะมิโนที่แตกต่างกัน มีปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ในทางกลับกัน ไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) มีปริมาณไนโตรเจนที่สะสม และมีค่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อีกทั้งยังมียังมีปริมาณมูลที่ขับถ่ายออกมาน้อยว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 10**

ตาราง 10 สมดุลไนโตรเจนของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
ปริมาณไนโตรเจนที่กิน (กรัม/ตัว)	4.28	4.48	4.23	4.25	0.013	0.275
ปริมาณไนโตรเจนที่สะสม (กรัม/ตัว)	2.92$^{b\ 1}$	3.48^{a}	2.88^{b}	2.47^{c}	0.069	<0.001
ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก (กรัม/ตัว)	1.36^{b}	1.00^{c}	1.35^{b}	1.78^{a}	0.012	<0.001
ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (%)	68.14^{b}	77.66^{a}	68.01^{b}	58.08^{c}	0.597	<0.001

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

องค์ประกอบซาก

การศึกษาองค์ประกอบซากที่อายุ 4 สัปดาห์ ไก่กระดูกดำที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่ระดับ 80 - 110 % พบว่า น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า น้ำหนักซาก น้ำหนักซากตัดแต่งเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น น้ำหนักหัวและคอ โคนปีก ปลายปีก ปีกรวม น่องรวมกระดูก สะโพกรวม เนื้อสะโพก แข้งและเท้า เนื้อหน้าอกรวม หนังเนื้อหน้าอก เนื้อหน้าอก โครงกระดูก และอวัยวะรวม (ลำไส้ หัวใจ ตับ กระเพาะแท้และกระเพาะบด ม้าม) ของไก่กระดูกดำที่ได้รับอาหารที่มีระดับไลซีนและเมทไธโอนีนที่แตกต่างกัน มีน้ำหนักของชิ้นส่วนดังกล่าวที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และมีน้ำหนักปลายปีกและเนื้อหน้าอกไม่รวมหนังของกลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.50) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.21 : 0.55) สูงกว่ากลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อีกทั้งในไก่กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.50) มีน้ำหนักน่องมากกว่ากลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40) และกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) และมีน้ำหนักสะโพกมากกว่ากลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.21 : 0.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 11**

ตาราง 11 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น้ำหนักมีชีวิต (g)	193.12	187.34	199.94	197.13	0.468	0.627
น้ำหนักซากอุ่น (g)	135.46	129.7	139.29	135.89	0.423	0.740
น้ำหนักซากตัดแต่ง (g)	104.30	99.58	107.62	106.21	0.362	0.572
เปอร์เซนต์ซากอุ่น (%)	69.20	68.63	69.11	68.64	0.029	0.961
องค์ประกอบซาก (% ของน้ำหนักซากอุ่น)						
หัวและคอ	15.51	15.86	15.23	15.12	0.041	0.218
ปีก						
โคนปีก	6.22	6.35	6.37	6.62	0.038	0.757
ปีกกลาง	6.62[a 1]	5.28[ab]	4.98[b]	5.08[b]	0.215	0.094
ปลายปีก	2.06	1.96	2.15	2.13	0.082	0.413
ปีกรวม	14.90	13.59	13.50	13.83	0.252	0.501
น่อง	11.96	12.27	12.74	12.34	0.074	0.774
สะโพก						
สะโพกรวม	13.77	13.99	14.61	12.88	0.080	0.214
สะโพกไม่รวมหนัง	11.69[ab]	11.99[ab]	12.59[a]	10.65[b]	0.077	0.101
เนื้อสะโพก	9.77	10.53	10.09	9.07	0.069	0.203
แข้ง	7.89	7.60	8.35	7.55	0.049	0.355
อก						
อกนอกรวมหนัง	9.97	9.67	10.41	10.76	0.063	0.336
หนังของหน้าอกนอก	1.63	1.75	1.80	1.82	0.020	0.782
เนื้อหน้าอกนอก	8.34	7.97	8.61	8.94	0.057	0.390
อกใน	2.93[a]	2.41[b]	2.64[ab]	2.80[ab]	0.023	0.142
โครงกระดูก	24.14	24.08	23.78	24.89	0.123	0.826
อวัยวะ (% ของน้ำหนักมีชีวิต)						
อวัยวะรวม	19.39	18.75	17.81	18.44	0.045	0.693
ลำไส้	9.03	9.28	8.9	9.38	0.023	0.887
หัวใจ	0.75	0.74	0.79	0.66	0.027	0.374
ตับและถุงน้ำดี	3.76	3.65	3.49	3.21	0.011	0.351
กระเพาะแท้และกระเพาะบด	5.65	4.87	4.42	4.87	0.018	0.113
ม้าม	0.20	0.23	0.21	0.18	0.011	0.512

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

คุณภาพเนื้อ

การศึกษาคุณภาพเนื้อหลังจากการที่ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบซาก และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน จากการทดลองสามารถสรุปได้ ดังนี้

ค่า pH ของเนื้อไก่กระดูกดำ

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 4 สัปดาห์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อหน้าอกของไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาทีมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่ในทางกลับกันเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) ขึ้นไปมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ากลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสะโพกนั้นพบว่า ไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาทีมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ากลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.21 : 0.55) และเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 12**

ค่าสีของเนื้อไก่กระดูกดำ

ค่าความสว่างของเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ค่าความสว่างของเนื้อหน้าอกในไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อสะโพกไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 1 และ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% และ 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40 และ1.21 : 0.55) ที่วัดขณะหลังฆ่า 24 ชั่วโมง มีค่าความสว่างของเนื้อในไก่กระดูกดำต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 12**

ค่าสีแดงของเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ค่าสีแดงของเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกในไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 1 และ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% และ 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40 และ 0.99 : 0.45) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที มีค่าต่ำกว่าไก่กลุ่มที่ 3 และ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% และ 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.50 และ 1.21 : 0.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อหน้าอกของกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40) ที่วัดขณะหลังฆ่า 24 ชั่วโมง มีค่าสีแดงของเนื้อในไก่กระดูกดำต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 12**

ค่าสีเหลืองของเนื้อ

ค่าสีเหลืองของเนื้อหน้าอกในไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% และ 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40 และ 1.21 : 0.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อสะโพกของไก่กลุ่มที่ 1 และ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% และ 2 ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40 และ 0.99 : 0.45) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที มีค่าสีเหลืองของเนื้อในไก่กระดูกดำสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และหลังฆ่า 24 ชั่วโมงเนื้อสะโพกของไก่กลุ่มที่ 1 และ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% และ 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40 และ 1.21 : 0.55) มีค่าสีต่ำกว่ากลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 12**

ค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำ (Thiobarbituric Acid Reactive Substances, TBARS)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 4 สัปดาห์ มีค่าการออกซิเดชันของเนื้อหน้าอกไก่กระดูกดำหลังจากการฆ่า และ 7 วัน หลังฆ่า ในไก่กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40) มีค่ามากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 12**

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อไก่กระดูกดำ (Water Holding Capacity, WHC)

การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 4 สัปดาห์ มีเนื้อหน้าอกของไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นน้อยกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อสะโพกของไก่กลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.21 : 0.55) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 12**

การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก (Boiling loss)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 4 สัปดาห์ มีเนื้อหน้าอกของไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 : 0.40) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อสะโพกของไก่กลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.21 : 0.55) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 12**

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 4 สัปดาห์ มีค่าแรงตัดผ่านของเนื้อหน้าอกไก่กระดูกดำในไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสะโพกในไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.21 : 0.55) มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 12**

ตาราง 12 คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
pH เนื้อหน้าอก						
pH_1	5.78$^{b\ 1}$	5.93^{a}	5.69^{b}	5.67^{b}	0.022	<0.001
pH_u	5.44^{b}	5.58^{a}	5.52^{a}	5.53^{a}	0.014	0.005
pH เนื้อสะโพก						
pH_1	5.93^{bc}	6.03^{a}	5.98^{ab}	5.84^{c}	0.018	0.001
pH_u	5.88	5.89	5.90	5.82	0.015	0.227
ค่าสี 45 นาที หลังฆ่า						
เนื้อหน้าอก						
L*	41.04^{c}	47.76^{a}	43.19^{b}	40.84^{c}	0.047	<0.001
a*	5.41^{b}	4.97^{b}	6.89^{a}	6.44^{a}	0.015	<0.001
b*	2.36^{c}	4.38^{a}	3.37^{ab}	2.16^{c}	0.022	0.001
เนื้อสะโพก						
L*	47.31	49.43	47.04	46.58	0.045	0.115
a*	3.25^{b}	3.82^{b}	4.19^{a}	4.46^{a}	0.075	<0.001
b*	2.14^{a}	2.14^{a}	1.55^{b}	1.64^{b}	0.078	0.005
ค่าสี 24 ชั่วโมง หลังฆ่า						
เนื้อหน้าอก						
L*	40.61^{b}	42.81^{a}	39.24^{bc}	37.58^{c}	0.042	<0.001
a*	5.48^{b}	6.47^{a}	7.03^{a}	6.82^{a}	0.012	<0.001
b*	2.56^{bc}	3.99^{a}	2.92^{ab}	1.62^{c}	0.022	0.001
เนื้อสะโพก						
L*	35.87^{b}	37.29^{a}	37.08^{a}	35.96^{b}	0.021	0.019
a*	6.60	6.87	6.84	6.88	0.005	0.184
b*	1.10^{b}	1.48^{ab}	1.59^{a}	1.16^{b}	0.067	0.022

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ตาราง 12 คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์ (ต่อ)

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (%)						
เนื้อหน้าอก						
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	7.46$^{a\ 1}$	6.02^{b}	6.97^{a}	7.37^{a}	0.013	<0.001
การสูญเสียน้ำจากการต้มสุก	24.07^{a}	21.92^{b}	20.77^{b}	21.68^{b}	0.079	0.009
เนื้อสะโพก						
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	4.71^{b}	4.86^{b}	4.71^{b}	5.35^{a}	0.242	<0.001
การสูญเสียน้ำจากการต้มสุก	22.90^{b}	22.42^{b}	22.47^{b}	24.65^{a}	0.268	0.008
ค่าการออกซิเดชันของเนื้อหน้าอก (mg MDA/kg)						
หลังฆ่า	0.010^{a}	0.008^{b}	0.004^{c}	0.003^{d}	0.001	<0.001
7 วัน หลังฆ่า	0.063^{a}	0.018^{b}	0.017^{b}	0.031^{b}	0.010	<0.001
ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ (Kg/cm^3)						
เนื้อหน้าอก	0.78^{a}	0.68^{b}	0.75^{a}	0.80^{a}	0.011	<0.001
เนื้อสะโพก	0.66^{b}	0.85^{a}	0.69^{b}	0.79^{a}	0.017	<0.001

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

การทดลองระยะที่ 2 ไก่กระดูกดำในช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์

การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ค่าการย่อยได้ของไนโตรเจน องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อ ของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 17% ร่วมกับพลังงาน 3,000 kcal ME/kg เท่ากัน แต่มีระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30), กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34), กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

จากผลการศึกษาพบว่า ในไก่กระดูกดำที่ได้รับระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกันประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในด้านของการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันในแต่ละช่วงอายุ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ไก่กระดูกดำในช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ มีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเป็น 242.36, 279.5, 293.64 และ 278.89 กรัมต่อตัว ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณอาหารที่กินมีค่าเป็น 915.36, 931.49, 1,014.41 และ 1,045.85 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเป็น 3.89, 3.37, 3.57 และ 4.09 ตามลำดับ ดังแสดงใน **ตาราง 13**

ตาราง 13 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารช่วงอายุ 4 ถึง 8 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	187.31	188.63	191.13	182.89	0.053	0.943
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	429.67	468.13	484.77	461.78	0.511	0.469
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	242.36	279.50	293.64	278.89	1.799	0.577
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	915.36	931.49	1,014.41	1,045.85	2.506	0.191
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	3.89	3.37	3.57	4.09	0.065	0.690

สมดุลไนโตรเจน

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ พบว่า ไก่กระดูกดำที่ได้รับอาหารที่มีระดับกรดอะมิโนที่แตกต่างกัน มีปริมาณไนโตรเจนในอาหารที่กิน และไนโตรเจนที่สะสม ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ในทางกลับกัน ไก่กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) มีปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกมาน้อยกว่าไก่กลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่ไก่กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมากกว่าไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และ ไก่กลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีค่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนน้อยกว่าไก่กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30)และกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 14**

ตาราง 14 สมดุลไนโตรเจนและค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนและโปรตีนของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
ปริมาณไนโตรเจนที่กิน (กรัม/ตัว)	4.80	5.01	4.88	5.20	0.022	0.310
ปริมาณไนโตรเจนที่สะสม (กรัม/ตัว)	4.70	4.89	4.76	5.05	0.021	0.372
ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก (กรัม/ตัว)	$0.10^{b\ 1}$	0.12^{ab}	0.13^{ab}	0.15^{a}	0.018	0.040
ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (%)	97.95^{a}	97.72^{a}	97.42^{ab}	97.05^{b}	0.031	0.038

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

องค์ประกอบซาก

การศึกษาองค์ประกอบซากที่ได้หลังจากศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า น้ำหนักซาก น้ำหนักซากตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น น้ำหนักหัวและคอ ปีกกลาง ปลายปีก น่องรวมกระดูก เนื้อสะโพก แข้งและเท้า เนื้อหน้าอกรวม หนังเนื้อหน้าอก เนื้อหน้าอก สันใน โครงกระดูก และอวัยวะรวม (ลำไส้ ตับกระเพาะแท้และกระเพาะบด ม้าม) ของไก่กระดูกดำที่ได้รับระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน มีน้ำหนักของชิ้นส่วนดังกล่าวที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และมีน้ำหนักโคนปีก ปีกรวม สะโพกรวม และสะโพกรวมกระดูกของกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) ขึ้นไป มีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และในกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีน้ำหนักหัวใจมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 15**

ตาราง 15 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น้ำหนักมีชีวิต (g)	443.38	492.38	493.88	472.62	1.686	0.374
น้ำหนักซากอุ่น (g)	322.75	363.12	367.00	383.38	1.523	0.118
น้ำหนักซากตัดแต่ง (g)	255.62	288.88	296.74	307.50	1.375	0.079
เปอร์เซนต์ซากอุ่น (%)	73.23	73.32	70.55	79.12	0.150	0.067
องค์ประกอบซาก (% ของน้ำหนักซากอุ่น)						
หัวและคอ	13.03	12.70	12.77	12.40	0.069	0.720
ปีก						
โคนปีก	6.13$^{b\ 1}$	6.58^{ab}	6.83^{a}	6.25^{ab}	0.036	0.088
ปีกกลาง	4.91	5.13	5.24	4.89	0.021	0.122
ปลายปีก	1.95	2.02	2.02	1.74	0.018	0.182
ปีกรวม	12.99^{b}	13.73^{ab}	14.09^{a}	12.88^{b}	0.055	0.028
น่อง	11.76	12.33	12.21	11.85	0.047	0.375
สะโพก						
สะโพกรวม	14.22^{b}	15.18^{a}	15.22^{a}	13.93^{b}	0.054	0.014
สะโพกไม่รวมหนัง	12.71^{bc}	13.72^{a}	13.50^{ab}	12.54^{c}	0.042	0.020
เนื้อสะโพก	9.78	10.17	10.24	9.61	0.037	0.283
แข้ง	7.26	7.43	7.47	7.37	0.053	0.982
อก						
อกนอกรวมหนัง	10.79	10.93	11.32	10.79	0.054	0.737
หนังของหน้าอกนอก	1.40	1.34	1.64	1.66	0.021	0.295
เนื้อหน้าอกนอก	9.40	9.60	9.68	9.13	0.051	0.691
อกใน	3.43	3.73	3.60	3.28	0.026	0.351
โครงกระดูก	23.44	22.95	23.54	23.28	0.100	0.940
อวัยวะ (% ของน้ำหนักมีชีวิต)						
อวัยวะรวม	16.08	13.94	12.74	13.31	0.055	0.219
ลำไส้	8.60	6.76	6.01	7.19	0.0360	0.065
หัวใจ	0.52^{b}	0.50^{b}	0.52^{b}	0.67^{a}	0.023	0.022
ตับและถุงน้ำดี	2.74	3.25	3.00	2.63	0.011	0.197
กระเพาะแท้และกระเพาะบด	3.69	2.98	2.89	2.40	0.033	0.609
ม้าม	0.54	0.45	0.31	0.43	0.004	0.327

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

คุณภาพเนื้อ

การศึกษาคุณภาพเนื้อหลังจากการที่ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบซาก และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน จากการทดลองสามารถสรุปได้ ดังนี้

ค่า pH ของเนื้อไก่กระดูกดำ

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อหน้าอกของกลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ากลุ่มอื่นๆ เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) และกลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ากลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสะโพกนั้นพบว่า กลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง มีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 16**

ค่าสีของเนื้อไก่กระดูกดำ

ค่าความสว่างของเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ มีค่าความสว่างของเนื้อหน้าอกและสะโพกในไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 16**

ค่าสีแดงของเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ มีค่าสีแดงของเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกในไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อหน้าอกของกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของ

คำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ที่วัดขณะหลังฆ่า 24 ชั่วโมง มีค่าสีแดงของเนื้อในไก่กระดูกดำต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อสะโพกของกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ที่วัดขณะหลังฆ่า 24 ชั่วโมง มีค่าสีแดงของเนื้อในไก่กระดูกดำต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) และกลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 16**

ค่าสีเหลืองของเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ มีค่าสีเหลืองของเนื้อหน้าอกในไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื้อสะโพกของกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที มีค่าสีแดงของเนื้อในไก่กระดูกดำสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อหน้าอกของกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) ที่วัดขณะหลังฆ่า 24 ชั่วโมง มีค่าสีแดงของเนื้อในไก่กระดูกดำสูงกว่ากลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเนื้อสะโพกหลังฆ่า 24 ชั่วโมงมีค่าสีแดงของเนื้อในกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) สูงกว่ากลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) และกลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 16**

ค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำ (Thiobarbituric Acid Reactive Substances, TBARS)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ มีค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำหลังจากการฆ่าในไก่กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) มีค่ามากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P<0.05) และเมื่อระยะเวลการเก็บรักษาที่ 4 °C ผ่านไป 7 วัน ไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) มีค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 16**

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อไก่กระดูกดำ (Water Holding Capacity, WHC)

การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ มีเนื้อหน้าอก และเนื้อสะโพก ของไก่กระดูกดำในไก่กลุ่มที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกัน มีค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อทั้งสองส่วนที่ไม่มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 16**

การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก (Boiling loss)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ มีเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 16**

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ มีค่าแรงตัดผ่านของเนื้อหน้าอกไก่กระดูกดำในไก่กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสะโพกในไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 16**

ตาราง 16 คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
pH เนื้อหน้าอก						
pH_1	5.17$^{c\ 1}$	5.40^{b}	5.67^{a}	5.43^{b}	0.031	<0.001
pH_u	5.40^{b}	5.63^{a}	5.63^{a}	5.30^{b}	0.027	<0.001
pH เนื้อสะโพก						
pH_1	5.97^{a}	5.96^{a}	5.95^{a}	5.63^{b}	0.025	<0.001
pH_u	5.95^{a}	5.71^{b}	5.86^{a}	5.59^{c}	0.026	<0.001
ค่าสี 45 นาที หลังฆ่า						
เนื้อหน้าอก						
L*	46.31^{a}	40.73^{b}	40.26^{b}	40.93^{b}	0.067	0.002
a*	7.75^{ab}	7.51^{b}	8.50^{a}	6.44^{c}	0.018	<0.001
b*	3.28^{ab}	2.74^{ab}	3.99^{a}	2.03^{c}	0.025	0.034
เนื้อสะโพก						
L*	44.16^{a}	37.92^{b}	36.19^{b}	38.45^{b}	0.059	<0.001
a*	8.51^{a}	7.90^{b}	8.00^{b}	6.90^{c}	0.011	<0.001
b*	2.95^{a}	1.31^{b}	1.21^{b}	1.28^{b}	0.014	<0.001
ค่าสี 24 ชั่วโมง หลังฆ่า						
เนื้อหน้าอก						
L*	45.85^{a}	40.00^{b}	39.76^{b}	41.04^{b}	0.059	<0.001
a*	7.40^{a}	6.39^{b}	8.14^{a}	5.89^{b}	0.017	<0.001
b*	4.19^{a}	1.98^{ab}	3.54^{ab}	2.21^{b}	0.024	0.025
เนื้อสะโพก						
L*	40.99^{a}	36.59^{b}	35.80^{b}	37.44^{b}	0.042	<0.001
a*	7.51^{a}	7.04ab	7.52^{a}	6.84^{b}	0.010	0.027
b*	1.80^{a}	1.31b	1.40^{b}	1.53^{ab}	0.062	0.024

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ตาราง 16 คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์ (ต่อ)

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (%)						
เนื้อหน้าอก						
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	8.32	8.48	8.31	8.5	0.019	0.980
การสูญเสียน้ำจากการต้มสุก	26.89	26.24	26.79	25.17	0.049	0.631
เนื้อสะโพก						
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	5.58	5.56	5.40	6.32	0.013	0.094
การสูญเสียน้ำจากการต้มสุก	$22.80^{b\ 1}$	23.59^{b}	21.22^{b}	30.31^{a}	0.069	<0.001
ค่าการออกซิเดชันของเนื้อหน้าอก (mg MDA/kg)						
หลังฆ่า	0.021^{a}	0.017^{b}	0.015^{b}	0.015^{b}	0.001	<0.001
7 วัน หลังฆ่า	0.142^{b}	0.239^{a}	0.056^{b}	0.077^{b}	0.018	0.001
ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ (Kg/cm^3)						
เนื้อหน้าอก	1.21^{a}	1.35^{a}	0.80^{b}	1.30^{a}	0.040	<0.001
เนื้อสะโพก	1.36^{b}	1.91^{a}	0.90^{c}	1.23^{b}	0.054	<0.001

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

การทดลองระยะที่ 3 ไก่กระดูกดำในช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์

การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ค่าการย่อยได้ของไนโตรเจน องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อ ของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15% ร่วมกับพลังงาน 3,000 kcal ME/kg เท่ากัน แต่มีระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30), กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34), กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

จากผลการศึกษาพบว่า ไก่กระดูกดำที่ได้รับระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในด้านของการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันในแต่ละช่วงอายุ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไก่กระดูกดำในช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์ มีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเป็น 485.34, 455.3, 513.97 และ 554.6 กรัมต่อตัว ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณอาหารที่กินมีค่าเป็น 1,769.19, 1,912.23, 1,932.99 และ 1,935.57 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเป็น 3.82, 4.28, 3.92 และ 3.75 ตามลำดับ ดังแสดงใน **ตาราง 17**

ตาราง 17 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารช่วงอายุ 8 ถึง 12 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	429.67	468.13	484.77	461.78	1.742	0.469
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	915.01	923.44	998.74	1,016.38	1.744	0.124
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	485.34	455.30	513.97	554.60	2.350	0.461
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)	1,769.19	1,912.23	1,932.99	1,935.57	2.761	0.161
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	3.82	4.28	3.92	3.75	0.072	0.880

สมดุลไนโตรเจน

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ พบว่า ไก่กระดูกดำที่ได้รับอาหารที่มีระดับกรดอะมิโนที่แตกต่างกัน มีปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนที่สะสม ไนโตรเจนที่ขับถ่าย ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและไนโตรเจน ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 18**

ตาราง 18 สมดุลไนโตรเจนและค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนและโปรตีนของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
ปริมาณไนโตรเจนที่กิน (กรัม/ตัว)	6.82	6.85	6.75	6.93	0.018	0.779
ปริมาณไนโตรเจนที่สะสม (กรัม/ตัว)	6.66	6.71	6.57	6.74	0.017	0.784
ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก (กรัม/ตัว)	0.16	0.15	0.18	0.19	0.026	0.340
ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (%)	97.70	97.87	97.39	97.28	0.037	0.362

องค์ประกอบซาก

การศึกษาองค์ประกอบซากที่ได้หลังจากศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า น้ำหนักซาก น้ำหนักซากตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น น้ำหนักหัวและคอ ปีกรวม น่องรวม สะโพกรวม แข้งและเท้า เนื้อหน้าอกรวม โครงกระดูก และอวัยวะรวม (ลำไส้ หัวใจ ตับ กระเพาะแท้และกระเพาะบด ม้าม) ของไก่กระดูกดำ ที่ได้รับระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน มีน้ำหนักของชิ้นส่วนดังกล่าวที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และกลุ่มที่ 3 (ไลซีน : เมทไธโอนีน เท่ากับ 1.00 : 0.38) และกลุ่มที่ 4 (ไลซีน : เมทไธโอนีน เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีแนวโน้มน้ำหนักปีก น่อง และหน้าอก มากกว่ากลุ่มที่ 1 (ไลซีน : เมทไธโอนีน เท่ากับ 0.85 : 0.30) และกลุ่มที่ 2 (ไลซีน : เมทไธโอนีน เท่ากับ 0.90 : 0.34) (P>0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 19**

ตาราง 19 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น้ำหนักมีชีวิต (g)	933.90	941.40	1,013.90	1,010.20	2.182	0.286
น้ำหนักซากอุ่น (g)	715.23	730.57	800.72	790.09	2.069	0.203
น้ำหนักซากตัดแต่ง (g)	577.22	598.07	649.94	648.89	1.944	0.223
เปอร์เซนต์ซากอุ่น (%)	74.62	76.46	78.68	77.92	0.072	0.199
องค์ประกอบซาก (% ของน้ำหนักซากอุ่น)						
หัวและคอ	10.78	10.96	10.74	10.54	0.0549	0.900
ปีก						
โคนปีก	5.59	5.42	5.54	5.48	0.027	0.930
ปีกกลาง	4.72	4.78	4.94	4.80	0.021	0.778
ปลายปีก	1.79	1.78	1.88	1.74	0.010	0.558
ปีกรวม	11.97	12.02	12.11	12.36	0.049	0.863
น่อง	12.38	12.46	12.65	13.23	0.056	0.428
สะโพก						
สะโพกรวม	15.66	15.62	15.12	15.95	0.060	0.589
สะโพกไม่รวมหนัง	13.74	13.79	13.57	14.13	0.053	0.756
เนื้อสะโพก	11.01	10.81	10.71	11.52	0.047	0.341
แข้ง	6.90	7.05	7.26	6.44	0.053	0.475
อก						
อกนอกรวมหนัง	11.45	11.45	11.77	11.85	0.059	0.856
หนังของหน้าอกนอก	1.76	1.73	1.68	1.74	0.017	0.970
เนื้อหน้าอกนอก	9.69	9.73	10.10	10.11	0.051	0.755
อกใน	3.80	3.67	3.75	3.65	0.022	0.899
โครงกระดูก	22.73	23.58	21.47	22.50	0.105	0.264
อวัยวะ (% ของน้ำหนักมีชีวิต)						
อวัยวะรวม	11.88	11.95	12.00	11.85	0.023	0.997
ลำไส้	5.24	5.23	5.20	5.26	0.015	0.999
หัวใจ	0.49	0.50	0.48	0.49	0.015	0.958
ตับและถุงน้ำดี	2.76	2.96	2.79	2.83	0.077	0.835
กระเพาะแท้และกระเพาะบด	3.22	3.23	3.31	3.14	0.093	0.944
ม้าม	0.43	0.35	0.47	0.41	0.036	0.723

คุณภาพเนื้อ

การศึกษาคุณภาพเนื้อหลังจากการที่ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบซาก และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำที่ได้รับระดับไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน จากการทดลองสามารถสรุปได้ ดังนี้

ค่า pH ของเนื้อไก่กระดูกดำ

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อหน้าอกของกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาทีมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสะโพกนั้นพบว่า กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) และกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาทีมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ากลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) และเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน **ตาราง 20**

ค่าสีของเนื้อไก่กระดูกดำ

ค่าความสว่างของเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ มีค่าความสว่างของเนื้อหน้าอกในไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) ที่วัดขณะหลังฆ่า 24 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อสะโพกของกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที มีค่าความสว่างของเนื้อในไก่กระดูกดำสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และหลังฆ่า 24 ชั่วโมงค่าความสว่างของเนื้อในไก่กระดูกดำในกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) มีค่าสูงกว่าไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย

NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 20**

ค่าสีแดงของเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ มีค่าสีแดงของเนื้อหน้าอกในไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนเนื้อสะโพกของกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ที่วัดขณะหลังฆ่า 24 ชั่วโมง มีค่าสีแดงของเนื้อในไก่กระดูกดำต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) และกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 20**

ค่าสีเหลืองของเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ มีค่าสีเหลืองของเนื้อหน้าอกในไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เนื้อสะโพกของกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) ที่วัดขณะหลังฆ่า 45 นาที มีค่าสีแดงของเนื้อในไก่กระดูกดำสูงกว่ากลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนเนื้อหน้าอกของกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) ที่วัดขณะหลังฆ่า 24 ชั่วโมง มีค่าสีแดงของเนื้อในไก่กระดูกดำต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และเนื้อสะโพกหลังฆ่า 24 ชั่วโมงมีค่าสีแดงของเนื้อในกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิ

โนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 20**

ค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำ (Thiobarbituric Acid Reactive Substances, TBARS)

จากการทดลองพบว่า ไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ มีค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำหลังจากการฆ่าในไก่กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) มีค่าน้อยกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และเมื่อผ่านไป 7 วัน ไก่กลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำน้อยกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 20**

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อไก่กระดูกดำ (Water Holding Capacity, WHC)

การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ มีเนื้อหน้าอก และเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำในไก่กลุ่มที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกัน มีค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อทั้งสองส่วนที่ไม่มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 20**

การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก (Boiling loss)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ มีเนื้อหน้าอกของไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกมากกว่ากลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำในไก่กลุ่มที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกัน มีค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกที่ไม่มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 20**

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force)

จากการทดลองพบว่า ในไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ มีเนื้อหน้าอก และเนื้อสะโพก ของไก่กระดูกดำในไก่กลุ่มที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อของทั้งสองส่วนที่ไม่มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงใน **ตาราง 20**

ตาราง 20 คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
pH เนื้อหน้าอก						
pH_1	5.55$^{a\ 1}$	5.50^{b}	5.39^{c}	5.36^{c}	0.012	<0.001
pH_u	5.25	5.29	5.27	5.25	0.011	0.418
pH เนื้อสะโพก						
pH_1	5.77^{a}	5.78^{a}	5.59^{b}	5.58^{b}	0.017	<0.001
pH_u	5.44^{b}	5.54^{a}	5.38^{b}	5.44^{b}	0.017	0.014
ค่าสี 45 นาที หลังฆ่า						
เนื้อหน้าอก						
L*	40.95	43.57	41.27	40.08	0.048	0.062
a*	7.27^{a}	7.27^{a}	6.81^{a}	5.88^{b}	0.015	0.002
b*	2.50^{b}	3.45^{a}	1.52^{c}	1.21^{c}	0.018	<0.001
เนื้อสะโพก						
L*	37.97^{b}	40.35^{a}	37.98^{b}	37.18^{b}	0.034	0.005
a*	8.47	8.23	7.86	7.56	0.014	0.084
b*	1.71^{ab}	2.06^{a}	1.18^{c}	1.33^{bc}	0.049	0.001
ค่าสี 24 ชั่วโมง หลังฆ่า						
เนื้อหน้าอก						
L*	40.61^{b}	43.70^{a}	41.72^{ab}	39.91^{b}	0.047	0.023
a*	8.15^{a}	8.11^{a}	7.35^{a}	6.33^{b}	0.016	<0.001
b*	1.67^{b}	2.99^{a}	1.79^{b}	1.35^{b}	0.017	0.005
เนื้อสะโพก						
L*	38.88^{ab}	40.32^{a}	38.10^{b}	37.33^{b}	0.032	0.008
a*	8.59^{ab}	8.70^{a}	8.06^{bc}	7.66^{c}	0.011	0.002
b*	1.52^{ab}	1.80^{a}	1.18^{b}	1.18^{b}	0.079	0.010

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตาราง 20 คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์ (ต่อ)

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (%)						
เนื้อหน้าอก						
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	8.13	8.4	8.03	7.22	0.023	0.306
การสูญเสียน้ำจากการต้มสุก	21.88$^{a\ 1}$	18.97^{c}	20.89^{ab}	19.91^{bc}	0.032	0.006
เนื้อสะโพก						
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	4.92	5.67	5.86	5.96	0.017	0.145
การสูญเสียน้ำจากการต้มสุก	23.58	22.49	23.74	23.84	0.029	0.341
ค่าการออกซิเดชันของเนื้อหน้าอก (mg MDA/kg)						
หลังฆ่า	0.011^{a}	0.009^{b}	0.011^{a}	0.011^{a}	0.001	0.011
7 วัน หลังฆ่า	0.080^{a}	0.071^{a}	0.072^{a}	0.046^{b}	0.002	<0.001
ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ (Kg/cm^3)						
เนื้อหน้าอก	1.36	1.23	1.29	1.19	0.043	0.523
เนื้อสะโพก	1.74	1.72	1.48	1.57	0.067	0.466

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต สมดุลไนโตรเจน องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 0-12 สัปดาห์ ในส่วนของระดับโปรตีนและพลังงานในอาหารของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 0-12 สัปดาห์ ที่มีระดับโปรตีน 20%, 17% และ 15% ที่อายุ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์ ตามลำดับ และพลังงาน 3,000 kcal ME/kg ที่เท่าๆ กันในแต่ละช่วงอายุ แต่มีระดับกรดอะมิไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกัน นั้นเพียงพอต่อความต้องการในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของไก่กระดูกดำแล้ว จากการสรุปจากงานวิจัยหลายๆ งานที่เกี่ยวข้องกับระดับโปรตีนและพลังงานในอาหารของไก่พื้นเมือง และไก่กระดูกดำ ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับรายงานของ Perween et al. (2016) ได้ศึกษาผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ (2,600, 2,800 และ 3,000 kcal/kg) และโปรตีน (17, 19 และ 21%) ที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันของไก่พื้นเมืองในประเทศอินเดีย พบว่าที่ระดับโปรตีน 19% และ 21% และการให้อาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์สูง 3,000 kcal/kg ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับระดับโปรตีนที่ 17% อีกทั้งระดับโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันในการต้านโรคนิวคาสเซิลได้อีกด้วย และรายงานของสุชน และคณะ (2559) ที่ได้ทำการเลี้ยงไก่กระดูกดำสายพันธุ์โครงการหลวงแบบปล่อยพื้นในโรงเรือนเปิดด้วยอาหารที่มีโปรตีน 2 ระดับ (21 vs. 19%, 19 vs. 17% และ17 vs. 15% ในช่วงอายุ 1-5, 6-10 และ 11-13 สัปดาห์ ตามลำดับ) โดยแต่ละระดับของโปรตีน มีพลังงานใช้ประโยชน์ 2 ระดับ (3.2 vs. 2.9 kcal/g) ตลอดระยะการทดลอง 13 สัปดาห์ ผลสรุปได้ว่า ช่วงไก่อายุ 1-5 สัปดาห์ควรให้อาหารที่มีโปรตีน 21% และพลังงาน 2.9 kcal/g ส่วนช่วงอายุ 6-10 และ 11-13 สัปดาห์ควรให้โปรตีน 19% และพลังงาน 2.9 kcal ME/g และโปรตีน 17% และพลังงาน 3.2 kcal ME/g ตามลำดับ แต่เนื่องจากการศึกษาของสุชน และคณะ (2559) ข้างต้น เป็นการให้อาหารที่มีโปรตีนและพลังงานระดับสูงกับระดับต่ำแบบต่อเนื่องตั้งแต่แรกเกิดจนถึง อายุ 13 สัปดาห์ซึ่งอาจกระทบต่อผลการทดลองในระยะต่อมา ปฏิวัติ และคณะ (2560) จึงได้ศึกษาโดยให้อาหารที่เหมาะสมในช่วงไก่อายุ 1-5 สัปดาห์ คือโปรตีน 21% และพลังงาน 2.9 kcal ME/g ตามที่รายงานไว้โดยสุชน และคณะ (2559) ก่อน แล้วเริ่มทดลองต่อด้วยการให้อาหารที่มีโปรตีนและพลังงานต่างกัน (โปรตีน 19 vs. 17% และพลังงาน 3.2 vs. 2.9 kcal ME/g ตามลำดับ) ในช่วงไก่อายุ 6-10 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าสูตรอาหารที่เหมาะสม คือโปรตีน 19% และพลังงาน 2.9 kcal ME/g

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระดูกดำช่วงอายุ 0-4, 4-8 และ 8-12 สัปดาห์ จากผลการศึกษาพบว่า ไก่กระดูกดำที่ได้รับอาหารที่มีระดับกรดอะมิโนแตกต่างกันมีสมรรถนะการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันหรือไก่กระดูกดำมีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันในแต่ละช่วงอายุ เป็นไปในทางเดียวกันกับงานวิจัยของปฏิวัติ และคณะ (2560) ที่ได้ทำการศึกษาระดับโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมในสูตรอาหารไก่กระดูกดำโครงการหลวงช่วงอายุ 6-10 สัปดาห์ พบว่า โปรตีนและพลังงานไม่มีอิทธิพลร่วมกัน จึงพิจารณาแต่ละปัจจัยพบว่าอาหารที่มีโปรตีนสูงแม้จะมีแนวโน้มว่าทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นและ ADG สูงกว่า รวมทั้งมี FCR และอัตราการคัดทิ้งต่ำกว่าอาหารโปรตีนต่ำแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่การให้พลังงานระดับต่ำทำให้ไก่กินอาหารเฉลี่ยต่อวันมากขึ้น (51.05 vs. 47.24 กรัม) ซึ่งมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ADG และ FCR ดีขึ้น อีกทั้งยังมีน้ำหนักตัว เท่ากับ 182.89 – 191.13, 429.67 – 484.77 และ 915.01 – 1,016.38 กรัม ที่อายุ 4, 8 และ 12 สัปดาห์ ตามลำดับ ที่ค่อนข้างมากกว่างานวิจัยของ อุดมศรี และคณะ (2546ก, 2546ข) ที่ได้ทำการศึกษาการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ไก่พื้นเมืองของท้องถิ่น (ไก่ฟ้าหลวง) สำหรับเลี้ยงในเขตพื้นที่สูงภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า น้ำหนักตัวของไก่ฟ้าหลวงเฉลี่ย เท่ากับ 148.68, 452.68 และ 918.81 กรัม ที่อายุ 4, 8 และ 12 สัปดาห์ ตามลำดับ จากสรุปผลการทดลองทั้งหมดนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhai et al. (2016) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ผลผลิตเนื้อ และความคุ้มทุน ในไก่กระทงเพศผู้พันธุ์ Ross 708 ที่อายุ 21-42 วัน พบว่า ระดับกรดอะมิโนที่ใช้ไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และการใช้กรดอะมิโนในระดับที่เพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักตัวไก่ และการกินได้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ค่า FCR ดีขึ้นด้วย อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยพฤกษ์ และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาผลของระดับเมทไธโอนีนในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่ชี โดยระดับเมทไธโอนีนในอาหารมี 4 ระดับคือ 0.40, 0.50, 0.60 และ 0.70% ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ 0.30, 0.40, 0.50 และ 0.60% ในช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ และ 0.25, 0.35, 0.45 และ 0.55% ในช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์ ให้ไก่ชีได้รับอาหาร และน้ำดื่มอย่างเต็มที่ จนกระทั่งอายุ 12 สัปดาห์ พบว่าในทุกช่วงอายุไก่ชีที่ได้รับอาหารที่มีระดับเมทไธโอนีนแตกต่างกัน มีสมรรถนะการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

สมดุลไนโตรเจน

การศึกษาสมดุลไนโตรเจนของไก่กระดูกดำที่อายุ 4, 8 และ 12 สัปดาห์ จากผลการศึกษาพบว่า ไก่กระดูกดำอายุ 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำ

สำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) มีปริมาณไนโตรเจนที่สะสมและมีค่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมากกว่ากลุ่มอื่น และไก่กระดูกดำอายุ 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) มีแนวโน้มปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่าย ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนได้ดีกว่ากลุ่มอื่น อีกทั้งไก่กระดูกดำอายุ 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีแนวโน้มปริมาณการกินและสะสมไนโตรเจนมากกว่ากลุ่มอื่น จะเห็นได้ว่า สมดุลไนโตรเจนของทุกการทดลองมีค่าเป็นบวก แสดงว่าร่างกายของไก่กระดูกดำสามารถกักเก็บไนโตรเจนไว้ได้ส่วนหนึ่ง และเหตุการณ์นี้จะเกิดในสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโต มีการเพิ่มน้ำหนักตัว และมีการให้ผลผลิตต่าง ๆ (พันทิพา, 2543; Suntornka, 2009) อีกทั้งสูตรอาหารในงานทอลองในครั้งนี้ใช้อาหารพื้นฐานที่มีส่วนประกอบวัตถุดิบหลัก ได้แก่ ข้าวโพดกากถั่วเหลือง และรำข้าว และเพิ่มระดับกรดอะมิโนสังเคราะห์เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ในการคำนวณสูตรอาหารนั้นผู้วิจัยไม่ได้คำนวณถึงค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบเหล่านี้ภายในตัวสัตว์ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าสูตรอาหารพื้นฐานที่ใช้ข้าวโพด-กากถั่วเหลืองเป็นหลักโดยไม่มีปลาป่นในสูตรอาหาร มีค่าการย่อยได้ที่แท้จริงของกรดอะมิโนเฉลี่ย 88% ตามรายงานวิจัยของ Baker and Han (1994) จึงอาจนำมาซึ่งการใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบเหล่านี้ได้ไม่ถึง 100% ตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ข้างต้น

องค์ประกอบซาก

จากผลการศึกษาองค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่อายุ 4, 8 และ 12 สัปดาห์ พบว่า ไก่กระดูกดำแต่ละช่วงอายุที่ได้รับอาหารที่มีระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารที่แตกต่างกันมีองค์ประกอบซากแต่ละชิ้นส่วนที่ศึกษาใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามพบว่า ไก่กระดูกดำที่ 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.50) มีแนวโน้มน้ำหนักเนื้ออก น่อง และสะโพก มากกว่ากลุ่มอื่น และไก่กระดูกดำอายุ 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนตั้งแต่ 90% ขึ้นไป มีน้ำหนักปีกและสะโพกของไก่กระดูกดำเพิ่มขึ้น อีกทั้งไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ 3-4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% - 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38 –1.10 : 0.42) มีแนวโน้มของน้ำหนักเนื้ออกนอกมากกว่ากลุ่มอื่น จะเห็นได้ว่าไก่กระดูกดำที่ได้รับอาหารที่มีระดับกรดอะมิโนเพิ่มขึ้นจะช่วยปรับปรุงลักษณะขององค์ประกอบซากไก่กระดูกดำมีแนวโน้มดีขึ้นไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yuan et al. (2015) ที่ได้ทำการศึกษาผลของระดับกรดอะมิโนไลซีนในอาหารต่อประสิทธิภาพของคุณภาพซาก และลักษณะ

ทางชีวภาพของไก่พันธุ์พื้นเมืองของประเทศจีน พบว่าการใช้กรดอะมิโนไลซีนในปริมาณที่สูงขึ้นในอาหารจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์ประกอบซาก ลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่ได้ดีขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhai et al. (2016) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ผลผลิตเนื้อ และความคุ้มทุน ในไก่กระทงเพศผู้พันธุ์ Ross 708 ที่อายุ 21-42 วัน พบว่า การใช้กรดอะมิโนในระดับที่เพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักตัวไก่ และการกินได้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ค่า FCR ดีขึ้น และมีแน้วโน้มของน้ำหนักผลผลิตเนื้อที่ดีขึ้นด้วย

คุณภาพเนื้อ

ค่า pH ของเนื้อไก่กระดูกดำ

ไก่กระดูกดำที่อายุ 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) มีค่า pH_1 ของเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกของมากกว่ากลุ่มอื่น เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง เนื้อหน้าอกไก่กลุ่มที่ 2-4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90-110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99-1.21 : 0.45-0.55) มีค่า pH_u มากกว่ากลุ่มที่ 1 ส่วนไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) มีค่า pH_1 ของเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกมากกว่ากลุ่มอื่น และกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีค่า pH_u ของเนื้อสะโพกมากกว่ากลุ่มอื่น อีกทั้งไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) มีค่า pH_1 มากกว่ากลุ่มอื่นและกลุ่มที่ 1-2 (กรดอะมิโน ไลซีน : เมทไธโอนีน 80% - 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30 – 0.90 : 0.34) มีค่า pH_1 และ pH_u ของเนื้อสะโพกมากกว่ากลุ่มอื่น ทั้งนี้ ค่า pH ของเนื้อนั้นเป็นค่าที่บ่งบอกได้ถึงความเครียดของสัตว์ก่อนถูกฆ่า จึงทำให้เกิดการสะสมกรดแลคติกในเนื้อในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป การที่ไก่กระดูกดำสามารถใช้ประโยชน์จากกรดอะมิโนในอาหารที่มีความสมดุลนี้ ส่งผลอย่างเห็นได้ชัดในด้านลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำเป็นไปในทางที่ดีขึ้น สังเกตได้จากค่า pH ของเนื้อที่สูงในการวิจัยนี้ยังอยู่ในเกณฑ์ของค่าที่อยู่ในช่วง pH ที่เหมาะสมในเนื้อไก่ (5.2-5.8) (สัญชัย, 2543) ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ Qiao et al. (2002); Jaturasitha et al. (2004); Wattanachant et al. (2004) และ Jaturasitha et al. (2008) ที่ได้ศึกษาลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำ แล้วพบว่า ค่า pH ของเนื้อไก่แต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกัน และมีค่า pH_1 เท่ากับ 5.95 และ pH_u เท่ากับ 5.88

ค่าสีของเนื้อไก่กระดูกดำ

ค่าสีของเนื้อไก่กระดูกดำที่อายุ 4, 8 และ 12 สัปดาห์นั้นเป็นไปตามกรรมพันธุ์ และลักษณะประจำพันธุ์ของแต่ละเพศ พบว่าค่าสีของเนื้อไก่กระดูกดำทั้งเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกไม่มีแนวโน้มที่แน่นอน จากการสังเกตพบว่า เนื้อไก่กระดูกดำไม่ได้มีสีขาวเหมือนเนื้อไก่กระทง แต่จะมีสีเทา เทาอมแดง ไปจนถึงสีดำ ซึ่งไม่สามารถวัดได้ค่าสีที่แน่นอนจากเครื่องวัดสี L*, a* และ b* (ชนัดดา, 2559) ดังแสดงใน**ตาราง 21** เมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองของ Jaturasitha et al. (2008) ที่ได้ทำการศึกษาลักษณะคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองและไก่กระดูกดำ และได้รายงานว่า ค่าสีของเนื้อส่วนต่างๆ ของไก่กระดูกดำก็ไม่ค่อยแตกต่างจากไก่ชนิดอื่น

ตาราง 21 ค่าสีเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4, 8 และ 12 สัปดาห์

ค่าสี	อายุ (สัปดาห์)			SEM	P-value
	4	8	12		
45 นาที หลังฆ่า					
เนื้อหน้าอก					
L*	43.21	42.06	41.47	0.719	0.649
a*	5.93	7.55	6.81	0.290	0.055
b*	3.07	3.01	2.17	0.280	0.375
เนื้อสะโพก					
L*	47.59[a 1]	39.18[b]	38.37[b]	1.389	<0.001
a*	3.93[b]	7.83[a]	8.03[a]	0.586	<0.001
b*	1.87	1.69	1.57	0.153	0.763
24 ชั่วโมง หลังฆ่า					
เนื้อหน้าอก					
L*	40.06	41.66	41.49	0.636	0.575
a*	6.45	6.96	7.49	0.258	0.285
b*	2.77	2.98	1.95	0.278	0.302
เนื้อสะโพก					
L*	36.55	37.71	38.66	0.486	0.220
a*	6.80	7.23	8.25	0.206	0.001
b*	1.33	1.51	1.42	0.070	0.628

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำ

ไก่กระดูกดำที่อายุ 4 มีค่า TBAR ของเนื้อหน้าอกไก่กระดูกดำหลังฆ่าในกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.21 : 0.55) น้อยกว่ากลุ่มอื่น และเมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน กลับพบว่าไก่กลุ่มที่ 2-3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90 - 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 - 1.10 : 0.45 - 0.50) มีแนวโน้มของค่า TBAR น้อยกว่ากลุ่มอื่น ส่วนไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2-4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90 - 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 – 1.10 : 0.34 – 0.42) มีค่า TBAR น้อยกว่ากลุ่มอื่น และเมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน กลับพบว่าไก่กลุ่มที่ 1, 3 และ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80, 100 และ 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30, 1.00 : 0.38 และ 1.10 : 0.42) มีค่า TBAR น้อยกว่ากลุ่มอื่น อีกทั้งไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ มีค่า TBAR ของเนื้อไก่กระดูกดำหลังฆ่าในกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34) น้อยกว่ากลุ่มอื่น และเมื่อผ่านไป 7 วัน ไก่กลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีค่าการออกซิเดชันของเนื้อไก่กระดูกดำน้อยกว่ากลุ่มอื่นเช่นกัน ทั้งนี้ เนื้อที่มีค่าการออกซิเดชันต่ำนั้น เกิดจากการสลายพันธะของไขมันที่เกาะอยู่กับชั้นของโปรตีน และมีผลเนื่องมาจากกรดไขมันที่มีในเนื้อนั้นมีน้อยเช่นกัน (สัญชัย, 2543) จะเห็นได้ว่า การที่ไก่กระดูกดำสามารถใช้ประโยชน์จากกรดอะมิโนในอาหารที่มีความสมดุลนี้ส่งผลอย่างเห็นได้ชัดในด้านลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำเป็นไปในทางที่ดีขึ้น ทั้งนี้การที่ไก่กระดูกดำสามารถใช้ประโยชน์จากกรดอะมิโนในอาหารได้มากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดจากการสลายพันธะของไขมันที่เกาะอยู่กับชั้นของโปรตีนลดน้อยลง สังเกตได้จากค่า TBAR ของเนื้อที่มีค่าสูงของการวิจัยมีค่าลดน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Qiao et al. (2002); Jaturasitha et al. (2004); Wattanachant et al. (2004) และ Jaturasitha et al. (2008) ที่ได้ศึกษาลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำ แล้วพบว่า เนื้อไก่กระดูกดำจะมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูง ทำให้เกิดการออกซิเดชันได้ง่าย มีค่า TBAR หลังฆ่าและ 7 วันหลังฆ่า เท่ากับ 0.1-0.3 mg MDA/kg

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อไก่กระดูกดำ

การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น

ไก่กระดูกดำที่อายุ 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อหน้าอกน้อยกว่ากลุ่มอื่น ส่วนเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 1 - 3 (กรดอะมิโนไลซีน :

เมทไธโอนีน 80 - 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 – 1.10 : 0.40 – 0.50) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นน้อยกว่ากลุ่มอื่น ส่วนไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) มีแนวโน้มของค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นน้อยกว่ากลุ่มอื่น และไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ เนื้อหน้าอกของกลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) และเนื้อสะโพกกลุ่มที่ 1 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.85 : 0.30) มีแนวโน้มของค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นน้อยกว่ากลุ่มอื่น

การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก

ไก่กระดูกดำที่อายุ 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 - 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90 - 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 – 1.21 : 0.45 – 0.55) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกของเนื้อหน้าอกน้อยกว่ากลุ่มอื่น ส่วนเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำที่อายุ 4 และ 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ 1 - 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 80 - 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.88 – 1.10 : 0.40 – 0.50 และ 0.85 – 1.00 : 0.30 – 0.38 ตามลำดับ) มีค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกน้อยกว่ากลุ่มอื่นเช่นกัน ส่วนไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 และ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90 และ 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.90 : 0.34 และ 1.10 : 0.42 ตามลำดับ) มีแนวโน้มค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกของเนื้อหน้าอกน้อยกว่ากลุ่มอื่น ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่า เนื้อไก่ที่มีค่าการสูญเสียน้ำไม่ว่าจะเป็นจากการแช่เย็นหรือจากการทำให้สุกน้อยนั้นเกิดจากโปรตีนเกิดการเสียสภาพ (Denature) และการสลายพันธะของไขมันที่เกาะอยู่กับชั้นของโปรตีน และมีผลเนื่องมาจากกรดไขมันที่สูญเสียพันธะในเนื้อนั้นมีน้อยเช่นกัน (สัญชัย, 2553) อีกทั้งการที่ไก่กระดูกดำสามารถใช้ประโยชน์จากกรดอะมิโนในอาหารที่มีความสมดุลนี้ ส่งผลอย่างเห็นได้ชัดในด้านลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำเป็นไปในทางที่ดีขึ้น สังเกตได้จากค่า TBAR ของเนื้อที่มีค่าน้อย เป็นไปในทางเดียวกันกับการเสียสภาพของโปรตีนที่ทำให้การสูญเสียน้ำของเนื้อลดลงไปด้วย ซึ่งตรงกันข้ามกับงานวัจัยของ Jaturasitha et al. (2008) ที่ได้ศึกษาลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำแล้วพบว่า เนื้อไก่กระดูกดำจะมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูง ทำให้เกิดการออกซิเดชันได้ง่าย และมีค่าการสูญเสียน้ำที่ค่อนข้างมาก (Drip loss เท่ากับ 4.22% และ Broiling loss เท่ากับ 22.08%)

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force)

ไก่กระดูกดำที่อายุ 4 สัปดาห์ มีค่าแรงตัดผ่านของเนื้อหน้าอกไก่กระดูกดำกลุ่มที่ 2 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 90% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 0.99 : 0.45) ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ส่วนไก่กระดูกดำที่อายุ 8 สัปดาห์ มีค่าแรงตัดผ่านของเนื้อหน้าอกของไก่กลุ่มที่ 3 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 100% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.00 : 0.38) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น และไก่กระดูกดำที่อายุ 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ 4 (กรดอะมิโนไลซีน : เมทไธโอนีน 110% ของคำแนะนำสำหรับไก่กระทงโดย NRC (1994) เท่ากับ 1.10 : 0.42) มีแนวโน้มค่าแรงตัดผ่านของเนื้อหน้าอกต่ำกว่ากลุ่มอื่น จะเห็นได้ว่า การใช้กรดอะมิโนไลซีนในปริมาณที่สูงขึ้นในอาหารจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่ได้ดีขึ้น เนื่องจากไก่กระดูกดำสามารถใช้ประโยชน์จากกรดอะมิโนในอาหารที่มีความสมดุลได้มากขึ้น ส่งผลอย่างเห็นได้ชัดในด้านลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำเป็นไปในทางที่ดีขึ้น สังเกตได้จากค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อที่ลดลง เป็นไปในทางเดียวกันกับการเสียสภาพของโปรตีนทำให้ TBAR ของเนื้อที่มีค่าน้อยตามมา สัมพันธ์กับค่าแรงตัดผ่านของเนื้อลดต่ำลงด้วย เนื่องจากเนื้อจะมีความนุ่มมากขึ้นเพราะมีไขมันและน้ำสะสมอยู่ในเนื้อมากขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับงานวัจัยของ Qiao et al. (2002); Jaturasitha et al. (2004); Wattanachant et al. (2004) และ Jaturasitha et al. (2008) ที่ได้ศึกษาลักษณะเนื้อ และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำ แล้วพบว่า เนื้อไก่กระดูกดำจะมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูง ทำให้เกิดการออกซิเดชันได้ง่าย และมีค่าการสูญเสียน้ำที่ค่อนข้างมากเช่นกัน

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้ ชี้ให้เห็นว่าแนวโน้มของระดับไลซีนและเมทไธโอนีนที่เหมาะสมในอาหารสำหรับการเจริญเติบโต สมดุลไนโตรเจน องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำในแต่ละช่วงอายุมีดังนี้

ช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ โปรตีน 20% : 3,000 kcal ME/kg ไลซีน : เมทไธโอนีน เท่ากับ 0.99 : 0.45 ช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ โปรตีน 17% : 3,000 kcal ME/kg ไลซีน : เมทไธโอนีน เท่ากับ 1.00 : 0.38 ช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์ โปรตีน 15% : 3,000 kcal ME/kg ไลซีน : เมทไธโอนีน เท่ากับ 1.10 : 0.42

ข้อเสนอแนะ

1. สูตรอาหารในงานทดลองในครั้งนี้ใช้อาหารพื้นฐานที่มีส่วนประกอบวัตถุดิบหลัก ได้แก่ ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และรำข้าว และเพิ่มระดับกรดอะมิโนสังเคราะห์เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ในการคำนวณสูตรอาหารนั้นผู้วิจัยไม่ได้คำนวณถึงค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบเหล่านี้ในตัวสัตว์ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าสูตรอาหารพื้นฐานที่ใช้ข้าวโพด-กากถั่วเหลืองเป็นหลักโดยไม่มีปลาป่นในสูตรอาหาร มีค่าการย่อยได้ที่แท้จริงของกรดอะมิโนเฉลี่ย 88% ตามรายงานวิจัยของ Baker and Han (1994) จึงอาจนำมาซึ่งการใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบเหล่านี้ได้ไม่ถึง 100% ตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ข้างต้น
2. งานวิจัยในครั้งนี้ทำการทดลองในช่วงฤดูร้อน จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ไก่กินอาหารน้อยลงกว่าปกติ จึงน่าจะทำงานการทดลองในฤดูอื่นด้วย

บรรณานุกรม

ชนัดดา สุวรรณวิชนีย์. 2559. **การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของน้ำหนักตัว และระดับความดำของผิวหนังในไก่กระดูกดำฝูงมหาวิทยาลัยแม่โจ้**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ชัยพฤกษ์ หงษ์ลัดดาพร, สว่าง กุลวงษ์, สุธาสินี ครุฑธกะ, ดาริกา ยามา, ศุภิกา หล้ามะโฮง, สุพรรษา นิราศโศรก และ ศิริเหล่าไพศาล. 2558. ผลของระดับเมทไธโอนีนในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่ชี. **แก่นเกษตร 43**, ฉบับพิเศษ 1.

ณัฐกานต์ มณีทอง, สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ วิชิต สนลอย. 2558. ผลผลิตไข่และสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของไก่กระดูกดำโครงการหลวงพ่อแม่พันธุ์รุ่น P_0. **วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย** 2 (1): 28-38.

ธาตรี จีราพันธุ์. 2549. **อาหารและการให้อาหารสัตว์**: บทที่ 8 โรคขาดอาหารของสัตว์. แหล่งที่มา: http://elearning.nsru.ac.th/web_elearning/animal/lesson8_3.php.

ปฏิวัติ ผายทอง, สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ ศุภมิตร เมฆฉาย. 2560. **ระดับโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมในสูตรอาหารไก่กระดูกดำโครงการหลวงช่วงอายุ 6-10 สัปดาห์**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 48(2), 47-54.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2543. **หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1 โภชนะ (ฉบับปรับปรุง)**. เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ. 2547. **ไก่กระดูกดำกับความเป็นมา**. แหล่งที่มา: http://www.kaidam.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539185927&Ntype=1.

เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ. 2553. **ไก่กระดูกดำ: สัตว์เศรษฐกิจที่น่าสนใจสำหรับเกษตรกรรายย่อย**. แหล่งที่มา: http://www.kaidam.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539185926&Ntype=1.

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย. 2543. สมดุลย์กรดอะมิโนที่จำเป็นในสุกรและสัตว์ปีก. **ธุรกิจอาหารสัตว์**, 17(75): 62-64.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2534. **การจัดการเนื้อสัตว์.** เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สาโรช ค้าเจริญ. 2547. **อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, วิไลพร ทัณฑะรักษ์, ณัฐกานต์ มณีทอง, องอาจ ส่องสี, กัญญารัตน์ พวกเจริญ, วิชิต สนลอย และ ศุภฤกษ์ นาคกิตติเศรษฐ์. 2557. **การคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์สัตว์ปีก เพื่อเป็นสัตว์เศรษฐกิจทางเลือกใหม่อย่างยั่งยืนบนพื้นที่สูง**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) กรุงเทพมหานคร.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, ศุภมิตร เมฆฉาย, ปฏิวัติผายทอง และวิชิต สนลอย. 2559. **การวิจัยและพัฒนาสูตรอาหารสำหรับไก่กระดูกดำและระบบการผลิตลูกไก่และการเลี้ยงขุนตามระบบการผลิตที่ดี (GAPs) ที่เหมาะสมกับพื้นที่สูง**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) เชียงใหม่.

อุดม อินทรโชติ, ไสว นามคุณ และ อำนวย เลี้ยวธารากุล. 2546ก. **การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ไก่พื้นเมืองของท้องถิ่น (ไก่ฟ้าหลวง) สำหรับเลี้ยงในเขตพื้นที่สูงภาคเหนือของประเทศไทย 1. สมรรถภาพการผลิตและพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของไก่ฟ้าหลวงชั่วอายุที่ 1**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

อุดมศรี อินทรโชติ, นิพนธ์ วิทยากร และ อำนวย เลี้ยวธารากุล. 2546ข. **การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ไก่พื้นเมืองของท้องถิ่น (ไก่ฟ้าหลวง) สำหรับเลี้ยงในเขตพื้นที่สูงภาคเหนือของประเทศไทย: น้ำหนักตัว, อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารไก่ชั่วอายุที่ 2**. เชียงใหม่: มูลนิธิโครงการหลวง ฝ่ายวิจัย.

Allison, J. B. 1959. The efficiency of utilization of dietary proteins. **Protein and Amino Acid Nutrition**, 959: 97-115.

AOAC. 2000. **Official methods of analysis of AOAC International**. AOAC International.

Baker, D. H. and Y. Han. 1994. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, 73(9): 1441-1447.

Corzo, A., M. Schilling, R. Loar, L. Mejia, L. Barbosa, and M. Kidd. 2010. Responses of Cobb × Cobb 500 broilers to dietary amino acid density regimens. **Journal of Applied Poultry Research**, 19(3): 227-236.

Dorshorst, B., R. Okimoto, and C. Ashwell. 2010. Genomic regions associated with dermal hyperpigmentation, polydactyly and other morphological traits in the Silkie chicken. **Journal of Heredity**, 101(3), 339-350.

Dozier III, W., M. Kidd, A. Corzo, J. Anderson, and S. Branton. 2006. Growth performance, meat yield, and economic responses of broilers provided diets varying in amino acid density from thirty-six to fifty-nine days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, 15(3): 383-393.

Fanatico, A., L. Cavitt, P. Pillai, J. Emmert, and C. Owens. 2005. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: meat quality. **Poultry science**, 84(11): 1785-1790.

Faria Filho, D. d., D. M. B. Campos, K. A. Alfonso-Torres, B. S. Vieira, P. S. Rosa, A. M. Vaz, M. Macari, and R. L. Furlan. 2007. Protein levels for heat-exposed broilers: performance, nutrients digestibility, and energy and protein metabolism. **International Journal of Poultry Science**, 6(3): 187-194.

Jaturasitha, S., R. Khiaosa-ard, N. Pripwai, A. Sunthornneth, V. Leangwunta, and M. Kreuzer. 2004. Influence of sex, weight and muscle on fatty acid profile, cholesterol content and shelf life of meat from Thai native and crossbred chickens (Gai Baan Thai). Lipide in Fleisch, Milch und Ei-Herausforderung fur die Tierernahrung: Tagung zur Wurdigung des 60. **Geburtstags von Caspar Wenk: Tagungsbericht**, 13. Mai 2004, 25, 164-167.

Jaturasitha, S., T. Srikanchai, M. Kreuzer, and M. Wicke. 2008. Differences in carcass and meat characteristics between chicken indigenous to northern Thailand (Black-boned and Thai native) and imported extensive breeds (Bresse and Rhode Island Red). **Poultry Science**, 87(1): 160-169.

Jiang, X. and A. Groen. 2000. Chicken breeding with local breeds in China. A review. **Asian-Australasian Journal Animal Sciences**, 13(10): 1482-1498.

Kidd, M., A. Corzo, D. Hoehler, E. Miller, and W. Dozier 3rd. 2005. Broiler responsiveness (Ross x 708) to diets varying in amino acid density. **Poultry science**, 84(9): 1389-1396.

Kidd, M., B. Kerr, and N. Anthony. 1997. Dietary interactions between lysine and threonine in broilers. **Poultry Science**, 76(4): 608-614.

Lam and Mindell. 2015. **Amino acid**. Available: http://www.greenclinic.in.th/Amino-Acid.html.

Melesse, A. 2000. Comparative studies on performance and physiological responses of Ethiopian indigenous ("Angete-melata") chicken and their F1 crosses to long term heat stress. **Halle: Martin-Luther University, Institute of Animal Breeding and Husbandry**.

Miah, M., S. Chowdhury, and A. Bhuiyan. 2016. Effect of Different Dietary Levels of Energy on the Growth Performance and Meat Yield of Indigenous Chicken Reared in Confinement under the Rural Condition of Bangladesh. **International Journal of Animal Resources,** 1(1): 53-60.

Miah, M., S. Chowdhury, A. Bhuiyan, and M. Ali. 2014. Effect of different levels of dietary energy on growth performance of indigenous Desi chicks reared in confinement up to target weight of 950 g. **Livestock Research for Rural Development***,* 26(7): 124.

Mountzouris, K., P. Tsitrsikos, I. Palamidi, A. Arvaniti, M. Mohnl, G. Schatzmayr, and K. Fegeros. 2010. Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition. **Poultry Science***,* 89(1): 58-67.

National Research Council (NRC). 1994. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th ed National Academy Press, Washington, DC.

Pearson, A. M. 2013. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**.

Perween, S., K. Kumar, S. K. Chandramoni, P. K. Singh, M. Kumar, and A. Dey. 2016. Effect of feeding different dietary levels of energy and protein on growth performance and immune status of Vanaraja chicken in the tropic. **Veterinary World***,* 9(8): 893.

Perween, S., K. Kumar, S. Kumar, and A. G. Chandramoni. 2017. Effect of Feeding Different Dietary Level of Energy and Protein on Nutrient Utilization and Production Economy in Vanaraja Chicken under Hot Humid Environment. **Environment and Ecology***,* 35(1B): 544-548.

Qiao, M., D. Fletcher, J. Northcutt, and D. Smith. 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. **Poultry Science***,* 81(3): 422-427.

Smyth Jr, J. R. 1990. **Genetics of plumage, skin and eye pigmentation in chickens**. Developments in Animal and Veterinary Sciences (Netherlands).

Sompie, F. N., B. Bagau, M. R. Imbar, and Y. H. Kowel. 2015. The effects of various protein and energy in the diet on native chicken growth performance. **Lucrari Stiintifice-Universitatea de Stiinte Agricole Si Medicina Veterinara, Seria Zootehnie**, 63: 221-225.

Steel, R. G., J. H. Torrie, and D. A. Dickey. 1997. **Principles and Procedures of Statistics: A Biological Approach**. McGraw-Hill.

Suntornka. 2009. Equilibrium of the nitrogen. Available: http://swinenutrition.blogs-pot.com/2009/09/equilibrium-of-nitrogen.html.

van Nguyen, T. and C. Bunchasak. 2005. Effects of dietary protein and energy on growth performance and carcass characteristics of Betong chicken at early growth stage. **Growth**, 27(6): 1172.

Van Nguyen, T., C. Bunchasak, and S. Chantsavang. 2010. Effects of dietary protein and energy on growth performance and carcass characteristics of betong chickens (*Gallus domesticus*) during growing period. **International Journal of Poultry Science**, 9(5): 468-472.

Wang, T. and M. Fuller. 1990. The effect of the plane of nutrition on the optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. **Animal Science**, 50(1): 155-164.

Wattanachant, S., S. Benjakul, and D. Ledward. 2004. Composition, color, and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. **Poultry science**, 83(1): 123-128.

Wecke, C., A. Pastor, and F. Liebert. 2016. Validation of the lysine requirement as reference amino acid for ideal in-feed amino acid ratios in modern fast growing meat-type chickens. **Open Journal of Animal Sciences**, 6(03): 185.

Yang, N. and R.-S. Jiang. 2005. Recent advances in breeding for quality chickens. **World's Poultry Science Journal**, 61(3): 373-381.

Yuan, Y., X. Zhao, Q. Zhu, J. Li, H. Yin, E. R. Gilbert, Y. Zhang, Y. Liu, Y. Wang, and D. Li. 2015. Effects of dietary lysine levels on carcass performance and biochemical characteristics of Chinese local broilers. **Italian Journal of Animal Science**, 14(3): 3840.

Zhai, W., E. Peebles, , M. Schilling, and Y. Mercier. 2016. Effects of dietary lysine and methionine supplementation on Ross 708 male broilers from 21 to 42 d of age (I): growth performance, meat yield, and cost effectiveness. **Journal of Applied Poultry Research**, 25(2): 197-211.

Zhai, W., E. Peebles, C. Zumwalt, L. Mejia, and A. Corzo. 2013. Effects of dietary amino acid density regimens on growth performance and meat yield of Cobb× Cobb 700 broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, 22(3): 447-460.

ภาคผนวก

ตารางผนวก 1 ความต้องการทางโภชนะไก่เนื้อ (โปรตีนรวม และกรดอะมิโนจำเป็น)

โภชนะ (%)	อายุ (สัปดาห์)		
	0-3	3-6	6-8
โปรตีนรวม	23.00	20.00	18.00
อาร์จินิน	1.25	1.10	1.00
ไกลซีน+ซีรีน	1.25	1.14	0.97
ฮีสติดิน	0.35	0.32	0.27
ไอโซลูซีน	0.80	0.73	0.62
ลูซีน	1.20	1.09	0.93
ไลซีน	1.10	1.00	0.85
เมทไธโอนีน	0.50	0.38	0.32
เมทไธโอนีน+ซีสเทอีน	0.90	0.72	0.60
เฟนิลอะลานีน	0.72	0.65	0.56
ฟีนิลอะลานีน+ไทโรซีน	1.34	1.22	1.04
ทรีโอนีน	0.80	0.74	0.68
ทริปโตเฟน	0.20	0.18	0.16
วาลีน	0.90	0.82	0.70

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก NRC (1994)

ตารางผนวก 2 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น้ำหนักมีชีวิต (g)	193.12	187.34	199.94	197.13	0.438	0.627
น้ำหนักซากอุ่น (g)	135.46	129.70	139.29	135.89	0.375	0.740
น้ำหนักซากตัดแต่ง (g)	104.30	99.58	107.62	106.21	0.263	0.572
เปอร์เซนต์ซากอุ่น (%)	69.80	69.01	69.52	68.89	0.146	0.846
เปอร์เซนต์ซากตัดแต่ง (%)	77.26	76.87	77.50	78.34	0.134	0.575
องค์ประกอบซาก (% ของน้ำหนักมีชีวิต)						
หัวและคอ	10.85	10.95	10.59	10.42	0.037	0.471
ปีก						
โคนปีก	4.33	4.37	4.41	4.56	0.023	0.769
ปีกกลาง	4.66	3.63	3.45	3.49	0.076	0.084
ปลายปีก	1.43	1.35	1.50	1.46	0.069	0.277
ปีกรวม	10.42	9.35	9.35	9.51	0.045	0.373
น่อง	8.33	8.44	8.84	8.49	0.051	0.694
สะโพก						
สะโพกรวม	9.58	9.64	10.14	8.86	0.050	0.117
สะโพกไม่รวมหนัง	8.14	8.27	8.74	7.33	0.045	0.059
เนื้อสะโพก	6.80	7.27	7.00	6.24	0.036	0.162
แข้ง	5.50	5.24	5.83	5.20	0.040	0.304
อก						
อกนอกรวมหนัง	6.95	6.68	7.21	7.41	0.014	0.313
หนังของหน้าอกนอก	1.15	1.21	1.24	1.25	0.036	0.878
เนื้อหน้าอกนอก	5.80	5.49	5.96	6.15	0.015	0.322
อกใน	2.04	1.67	1.83	1.93	0.095	0.111
โครงกระดูก	16.84	16.63	16.54	17.17	0.093	0.909

ตารางผนวก 2 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 4 สัปดาห์ (ต่อ)

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
อวัยวะ						
อวัยวะรวม	19.39	18.75	17.81	18.44	0.045	0.693
ลำไส้	9.03	9.28	8.90	9.38	0.023	0.887
หัวใจ	0.75	0.74	0.79	0.66	0.017	0.374
ตับและถุงน้ำดี	3.76	3.65	3.49	3.21	0.011	0.351
กระเพาะแท้และกระเพาะบด	5.65	4.87	4.42	4.87	0.018	0.113
ม้าม	0.20	0.23	0.21	0.18	0.011	0.512

ตารางผนวก 3 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น้ำหนักมีชีวิต (g)	443.38	492.38	493.88	472.63	2.830	0.374
น้ำหนักซากอุ่น (g)	322.75	363.13	367.00	383.38	2.491	0.118
น้ำหนักซากตัดแต่ง (g)	255.63	288.88	296.74	307.50	1.998	0.079
เปอร์เซนต์ซากอุ่น (%)	72.62^{b} [1]	73.86^{b}	74.90^{b}	81.07^{a}	0.243	0.008
เปอร์เซนต์ซากตัดแต่ง (%)	79.27	79.66	80.87	80.12	0.073	0.175
องค์ประกอบซาก (% ของน้ำหนักมีชีวิต)						
หัวและคอ	9.48	9.38	9.54	10.00	0.044	0.513
ปีก						
โคนปีก	4.45^{b}	4.86^{ab}	5.10^{a}	5.05^{a}	0.022	0.028
ปีกกลาง	3.56^{b}	3.79^{a}	3.91^{a}	3.95^{a}	0.011	0.006
ปลายปีก	1.41	1.49	1.51	1.40	0.010	0.649
ปีกรวม	9.43^{b}	10.14^{a}	10.51^{a}	10.39^{a}	0.031	0.006

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางผนวก 3 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 8 สัปดาห์ (ต่อ)

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น่อง	8.54[b]	9.10[a]	9.09[a]	9.59[a]	0.024	0.003
สะโพก						
สะโพกรวม	10.33	11.21	11.38	11.27	0.041	0.062
สะโพกไม่รวมหนัง	9.23	10.13	10.09	10.15	0.037	0.053
เนื้อสะโพก	7.10	7.51	7.64	7.79	0.031	0.167
แข้ง	5.28	5.47	5.53	5.95	0.035	0.288
อก						
อกนอกรวมหนัง	7.84	8.10	8.50	8.75	0.055	0.368
หนังของหน้าอกนอก	1.01	0.99	1.23	1.36	0.018	0.138
เนื้อหน้าอกนอก	6.83	7.11	7.27	7.40	0.049	0.679
อกใน	2.49	2.77	2.71	2.67	0.024	0.684
โครงกระดูก	17.02	16.96	17.59	18.80	0.081	0.107
อวัยวะ						
อวัยวะรวม	17.32	14.64	13.96	15.09	0.177	0.276
ลำไส้	9.33	6.90	6.46	8.20	0.108	0.051
หัวใจ	0.56[b1]	0.54[b]	0.57[b]	0.74[a]	0.036	0.015
ตับและถุงน้ำดี	2.95	3.23	3.09	2.94	0.027	0.684
กระเพาะแท้และกระเพาะบด	3.89	3.55	3.51	2.66	0.086	0.545
ม้าม	0.59	0.44	0.34	0.54	0.111	0.146

หมายเหตุ [1] คือ ค่าเฉลี่ยในบรรทัดเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางผนวก 4 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
น้ำหนักมีชีวิต (g)	933.90	941.40	1013.90	1010.20	3.649	0.286
น้ำหนักซากอุ่น (g)	715.23	730.57	800.72	790.09	3.440	0.203
น้ำหนักซากตัดแต่ง (g)	577.22	598.07	649.94	648.89	3.237	0.223
เปอร์เซนต์ซากอุ่น (%)	76.15	77.52	79.00	78.19	0.145	0.260
เปอร์เซนต์ซากตัดแต่ง (%)	80.09	81.78	81.21	82.14	0.112	0.291
องค์ประกอบซาก (% ของน้ำหนักมีชีวิต)						
หัวและคอ	8.16	8.47	8.49	8.24	0.037	0.753
ปีก						
โคนปีก	4.24	4.19	4.39	4.29	0.021	0.827
ปีกกลาง	3.58	3.70	3.90	3.75	0.014	0.149
ปลายปีก	1.36	1.37	1.48	1.36	0.034	0.174
ปีกรวม	9.18	9.26	9.76	9.40	0.034	0.327
น่อง	9.59	9.58	10.45	9.74	0.039	0.100
สะโพก						
สะโพกรวม	11.90	12.12	11.96	12.47	0.052	0.701
สะโพกไม่รวมหนัง	10.44	10.69	10.73	11.05	0.045	0.610
เนื้อสะโพก	8.38	8.38	8.48	9.01	0.041	0.374
แข้ง	5.20	5.45	5.73	5.03	0.036	0.246
อก						
อกนอกรวมหนัง	8.71	8.88	9.31	9.26	0.049	0.561
หนังของหน้าอกนอก	1.34	1.33	1.32	1.36	0.014	0.994
เนื้อหน้าอกนอก	7.37	7.54	7.99	7.91	0.044	0.450
อกใน	2.89	2.85	2.97	2.86	0.018	0.904
โครงกระดูก	17.28	18.26	16.98	17.58	0.083	0.461

ตารางผนวก 4 องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่ได้รับกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนที่ระดับแตกต่างกันในอาหารที่อายุ 12 สัปดาห์ (ต่อ)

รายการ	ระดับไลซีนและเมทไธโอนีน				SEM	P-value
	80%	90%	100%	110%		
อวัยวะ						
อวัยวะรวม	11.56	11.89	11.57	11.14	0.066	0.727
ลำไส้	5.14	5.28	5.02	4.90	0.036	0.729
หัวใจ	0.46	0.49	0.45	0.45	0.026	0.675
ตับและถุงน้ำดี	2.46	2.62	2.48	2.43	0.014	0.540
กระเพาะแท้และกระเพาะบด	3.13	3.21	3.23	3.00	0.030	0.858
ม้าม	0.37	0.31	0.40	0.37	0.049	0.791

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาว พัชรี สมรักษ์
เกิดเมื่อ	24 ตุลาคม 2534
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2553 - 2557 ปริญญาตรี ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2557 - 2558 นักวิชาการฝ่ายผลิต บริษัท ซันฟู้ด อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด