

ความต้องการพลังงานและโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของไก่เบตง อายุ 28-56 วัน

อานภาพ เส็งสาย^{1/} ขบวน อินทรักษ์^{2/} จีระศักดิ์ ชอบแต่ง^{1/}

พินิจ สวัสดิ์รักษา^{3/} สดุดี พงษ์เพียรจันทร์^{4/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (net energy requirement for maintenance, NE_m) และความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (net protein requirement for maintenance, NP_m) ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (net energy requirement for growth, NE_g) และความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (net protein requirement for growth, NP_g) ของไก่เบตงเพศเมียและเพศผู้ที่มีอายุระหว่าง 28-56 วัน โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อย คือ การทดลองย่อยที่ 1 ไก่เบตงเพศเมีย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สตูล ต. หุ่น้อย อ. ควนกาหลง จ. สตูล และการทดลองย่อยที่ 2 ไก่เบตงเพศผู้ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส ต. ไพรวัน อ. ตากใบ จ. นราธิวาส โดยใช้วิธีการชำแหละซากเชิงเปรียบเทียบ (comparative slaughter technique)

ผลการทดลอง พบว่า ค่า NE_m สำหรับไก่เบตงเพศเมียและเพศผู้มีค่าเท่ากับ 75.26 และ 79.69 kcal/kg EBW^{0.75}/d ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (K_m) ของไก่เบตงเพศเมียและเพศผู้มีค่าเท่ากับ 0.57 และ 0.56 ตามลำดับ ค่า NP_m ของไก่เบตงเพศเมียและเพศผู้มีค่าเท่ากับ 4.75 และ 4.40 kcal/kg EBW^{0.75} ตามลำดับ การประเมินค่า NE_g สำหรับการเพิ่มน้ำหนักไม่รวมเศษอาหาร (empty bodyweight gain, EBG) ของไก่เบตงเพศเมียและเพศผู้ที่มีน้ำหนักตัวระหว่าง 200 - 600 กรัม โดยใช้สมการดังนี้ NE_g (kcal/kg EBG) = $1401 \times EBW^{-0.01}$ และ NE_g (kcal/kg EBG) = $1,808 \times EBW^{-0.01}$ ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต (K_g) ของไก่เบตงเพศเมียและเพศผู้ อายุ 28-56 วัน มีค่าเท่ากับ 0.15 และ 0.22 ตามลำดับ ประเมินค่า NP_g ของไก่เบตงเพศเมียและเพศผู้โดยใช้สมการดังนี้ NP_g (g/kg EBG) = $140.78 \times EBW^{-0.09}$ และ NP_g (g/kg EBG) = $201.34 \times EBW^{-0.01}$ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไก่เบตง ความต้องการโภชนะ โปรตีน พลังงาน เทคนิคชำแหละซากเปรียบเทียบ

เลขทะเบียนวิชาการ: 64(2)-0214-038

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อ. เมือง จ. ปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สตูล อ. ควนกาหลง จ. สตูล

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส อ. ตากใบ จ. นราธิวาส

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อ. ชะอำ จ. เพชรบุรี

Energy and protein requirements for maintenance and growth of Betong chicken during the 28-56 days of age.

Arnupap Sengsai^{1/} Kabouan Intaruk ^{2/} Jeerasak Chobtang^{1/} Pinit Sawatdiraksa ^{3/} Sadudee Pongpeachan ^{4/}

Abstract

The objective of the present study was to estimate net energy requirements for maintenance (NE_m), net protein requirements for maintenance (NP_m), net energy requirements for growth (NE_g) and net protein requirements for growth (NP_g) of female and male Betong chickens during 28-56 days of age. Two experiments were performed; experiment 1 (female) was carried out at Satun Animal Nutrition Research and Development Center and experiment 2 (male) was carried out at Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center. Nutrient requirements were assessed using a comparative slaughtering technique.

Results showed that the NE_m values of female and male chickens were 75.26 and 79.69 kcal/kg metabolic empty bodyweight ($EBW^{0.75}$), respectively. Coefficients of energy use efficiency for maintenance (K_m) of female and male chickens were 0.57 and 0.56, respectively. Additionally, the NP_m values of female and male chickens were 4.75 and 4.40 g/kg $EBW^{0.75}$, respectively. The equations to estimate NE_g for 1 kg empty bodyweight gain (EBG) of female and male chickens at empty bodyweight (EBW) ranged from 200-600 g were as follows: NE_g (kcal/kg EBG) = $1401 \times EBW^{-0.01}$ and NE_g (kcal/kg EBG) = $1,808 \times EBW^{-0.01}$, respectively. Moreover, coefficients of energy use efficiency for growth (K_g) of female and male chickens were 0.15 and 0.22, respectively. Furthermore, the equations to estimate NP_g for 1 kg EBG of female and male chickens were as follows: NP_g (g/kg EBG) = $140.78 \times EBW^{-0.09}$ and NP_g (g/kg EBG) = $201.34 \times EBW^{-0.01}$, respectively.

Keywords: Betong chicken, nutrient requirements, protein, energy

Registered No.: 64(2)-0214-038

^{1/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathumthani.

^{2/} Satun Animal Nutrition Research and Development Center, Khuan Kalong, Satun.

^{3/} Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center, Tak Bai, Narathiwat.

^{4/} Petchaburi Animal Nutrition Research and Development Center, Cha-Am, Petchaburi.

คำนำ

ไก่เบตง (Betong chicken) เป็นไก่พื้นเมืองไทยที่สำคัญทางภาคใต้ นิยมเลี้ยงกันมากในพื้นที่จังหวัด ยะลาและจังหวัดนราธิวาส รวมทั้งบางพื้นที่ของประเทศไทยที่ติดอยู่กับชายแดนไทย ลักษณะประจำ พันธุ์ คือ เพศผู้ มีขนสีเหลืองทอง หรือ สีเหลืองอ่อนทั้งตัว มีหงอนจักร ขนหางเป็นขนสร้อยทรงพุ่ม ปีกไม่มีขน แข็ง แข้งและปากมีสีเหลือง เพศเมีย มีขนสีน้ำตาลอ่อนเหลืองทอง ปีกและหางมีขนแข็งเล็กน้อย อาจมีขนสี ขาว หรือ ดำแซมที่ปีกได้บ้างเล็กน้อย หงอนจักร เพศผู้และเพศเมียมีน้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ 3.0 และ 2.7 กิโลกรัม ตามลำดับ ขยายพันธุ์ได้ง่าย ทนต่อสภาพอากาศร้อน เนื้อมีรสชาติดี เนื้อนุ่ม ไขมันน้อย มีหนังกรอบ เป็นที่ต้องการของตลาด โดยทั่วไปเกษตรกรจะเลี้ยงไก่เบตง ประมาณ 120-150 วัน เพื่อให้ได้น้ำหนักส่งตลาด คือ เพศผู้ 2.0-2.5 กิโลกรัม และเพศเมีย 1.5-2.0 กิโลกรัม (สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์, 2563; ปิยะนันท์และคณะ, 2562; ปิ่นและคณะ, 2547)

การยกระดับการเลี้ยงสู่ระบบการผลิตแบบประณีตจะช่วยพัฒนาให้เกษตรกรมีการเลี้ยงไก่เบตงป้อนสู่ ตลาดผู้บริโภคมากขึ้น ซึ่งการให้อาหารให้มีระดับพลังงานและโปรตีนที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตจึงเป็นการ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและพัฒนาระบบการให้อาหารสัตว์แบบแม่นยำ (Precision feeding system) เป็นแนวทางการลดต้นทุนของเกษตรกรโดยเฉพาะค่าอาหารสัตว์ซึ่งคิดเป็นต้นทุนร้อยละ 60-70 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด อย่างไรก็ตามข้อมูลความต้องการโภชนะของไก่เบตงมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพและการ เจริญเติบโตของไก่เบตง เพศผู้และเพศเมียที่มีอายุระหว่าง 28-56 วัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาค้นหาความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของไก่เบตง เพศเมียและเพศผู้ที่มีอายุระหว่าง 28-56 วัน แบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

การทดลองย่อยที่ 1 ไก่เบตงเพศเมีย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สตูล ตำบลทุ่งนุ้ย อำเภอ ควนกาหลง จังหวัดสตูล ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน 2563

การทดลองย่อยที่ 2 ไก่เบตงเพศผู้ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส ตำบลไพรวัน อำเภอ ตากใบ จังหวัดนราธิวาส ระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม 2563

โดยทั้ง 2 การทดลองย่อยมีวิธีการดำเนินงานในรูปแบบเดียวกัน รายละเอียดเกี่ยวกับการวางแผนการ ทดลอง การดำเนินการทดลอง การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ทางเคมีและการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นวิธีเดียวกัน

การดำเนินการทดลอง

การทดลองย่อยที่ 1 ไก่เบตงเพศเมีย

การทดลองย่อยที่ 2 ไก่เบตงเพศผู้

การทดลองย่อยทั้ง 2 เป็นการหาความต้องการโภชนะตามวิธีการและขั้นตอนในการชำแหละซากเชิง เปรียบเทียบ (comparative slaughter technique)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) มี 4 ซ้ำ สิ่งทดลอง ได้แก่ ระดับการให้อาหาร 4 ระดับ คือ (1) ให้อาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*, AL) (2) ให้อาหารในระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ของระดับ AL (3) ให้อาหารในระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ของระดับ AL และ (4) ให้อาหารในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ของระดับ AL สำหรับไก่ทดลอง 4 กลุ่ม ส่วนไก่กลุ่มฐาน 1 กลุ่มจะใช้ประเมินหาการสะสมองค์ประกอบทางเคมีเมื่อเริ่มทดลอง

สัตว์ทดลองและการเก็บข้อมูล

การทดลองย่อยที่ 1. ใช้ไก่เบตงเพศเมีย อายุ 28 วัน จำนวน 300 ตัว

การทดลองย่อยที่ 2. ไก่เบตงเพศผู้ อายุ 28 วัน จำนวน 300 ตัว

ไก่ทุกตัวทำวัคซีนตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ ในแต่ละการทดลองย่อยสุ่มไก่ออกเป็น 5 กลุ่ม ตามวิธีการชำแหละซากเชิงเปรียบเทียบ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มฐาน 20 ตัว ใช้เป็นไก่กลุ่มฐานสำหรับสร้างสมการถดถอยอย่างง่าย (simple linear regression) สำหรับใช้ประเมินองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และพลังงาน ในวันแรกของการทดลอง

กลุ่มที่ 2 ไก่กลุ่ม 160 ตัว จะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มย่อย ๆ ละ 40 ตัว ในแต่ละกลุ่มย่อยแบ่ง เป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว โดยไก่ในกลุ่มนี้จะได้รับแบบกินเต็มที่ (*ad libitum*, AL) และสุ่มไก่เพื่อประเมินองค์ประกอบทางเคมีทุก 7 วัน

กลุ่มที่ 3 - 5 แบ่งกลุ่มละ 40 ตัว (แต่ละกลุ่มจะแบ่งไก่ออกเป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว) จะได้รับอาหารแบบจำกัดในระดับ 80 60 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ของระดับแบบกินเต็มที่ AL ตามลำดับ สุ่มไก่ประเมินองค์ประกอบทางเคมีการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เลี้ยงไก่แต่ละซ้ำในคอกย่อยขนาด 2×2 ตารางเมตร มีรางอาหารและรางน้ำที่ไก่สามารถเข้ากินอาหารและน้ำสะอาดได้สะดวกในการศึกษาซากไก่จะทำกรงดให้อาหารเป็นเวลา 18 ชั่วโมง งดน้ำ 12 ชั่วโมง ก่อนการชำแหละ ชั่งน้ำหนักไก่ทดลองก่อนฆ่าชำแหละจะได้น้ำหนักตัวอดอาหาร (Shrunk bodyweight, SBW) จากนั้น จึงฆ่าไก่ให้ตายโดยสงบโดยการตีกระดูกข้อต่อระหว่างหัวและกระดูกคอ เปิดซากแล้วเอาเศษอาหารที่เหลืออยู่ในระบบทางเดินอาหารออกทั้งหมดจะได้น้ำหนักซากไม่รวมเศษอาหาร (empty bodyweight, EBW) นำซากไก่เบตงทั้งหมดมาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปบดโดยใช้เครื่องบดที่มีรูขนาด 5 มิลลิเมตร จำนวน 3 รอบ สุ่มตัวอย่างซากไก่แล้วนำมาอบโดยใช้ตู้อบชนิดเป่าลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

อาหารและการให้อาหาร

การทดลองย่อยที่ 1 ไก่เบตงเพศเมีย และการทดลองย่อยที่ 2 ไก่เบตงเพศผู้ ใช้อาหารทดลองที่มีวัตถุดิบหลักได้แก่กากถั่วเหลืองและข้าวโพด ประกอบสูตรอาหารให้มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับเลี้ยงไก่พื้นเมืองที่มีโปรตีนหยาบร้อยละ 20 พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามคำแนะนำของเครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนาการศาสตร์สัตว์ (2560) รายละเอียดสูตรอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองแสดงในตารางที่ 1

ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กินกินทุกวัน สำหรับปริมาณอาหารที่จะใช้เลี้ยงไก่ในกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบจำกัดจะคำนวณจากปริมาณอาหารที่กินในกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบเต็มทีในวันก่อนหน้า 1 วัน และมีการสุ่มตัวอย่างอาหารทดลองสำหรับการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี

ตารางที่ 1 สูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารไก่ทดลอง

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ร้อยละ
ข้าวโพดบด	57.00
กากถั่วเหลือง โปรตีนมากกว่าร้อยละ 44	28.00
ปลาป่น โปรตีนมากกว่าร้อยละ 55	3.00
รำละเอียด	4.00
น้ำมันถั่วเหลือง	5.00
กรดอะมิโนเมทไธโอนีน	0.60
เกลือ	0.10
ไดแคลเซียมฟอสเฟต พี 18	1.80
พรีมิกซ์ (วิตามิน+แร่ธาตุ) *	0.50
รวม	100
องค์ประกอบทางเคมี (%)	
วัตถุแห้ง	90.00
โปรตีน	20.05
ไขมัน	8.65
เยื่อใย	1.50
แคลเซียม	1.02
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.51
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.45
กรดอะมิโนไลซีน	1.14
กรดอะมิโนเมทไธโอนีน	0.45
กรดอะมิโนเมทไธโอนีน+ซิสทีน	0.76
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	3,100

* ปริมาณส่วนประกอบใน 1 กก. ประกอบด้วย วิตามินเอ 2,000,000 หน่วยสากล วิตามินดี3 250,000 หน่วยสากล วิตามินอี 4000 หน่วยสากล วิตามินเค3 0.80 กรัม วิตามินบี1 0.83 กรัม วิตามินบี2 1.60 กรัม วิตามินบี6 1.81 กรัม วิตามินบี12 3.00 มิลลิกรัม โคลีน 240 กรัม ไนอาซิน 12 กรัม กรดเพนโทธินิก 5 กรัม แมกนีเซียม 5.34 กรัม แมงกานีส 24.80 กรัม เหล็ก 22.50 กรัม สังกะสี 18 กรัม ทองแดง 2.25 กรัม ซีลีเนียม 0.06 กรัม สารธอนคุณภาพอาหารสัตว์ 2.50 กรัม เติมน้ำจืด 1 กิโลกรัม

การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้

ประเมินคุณค่าโภชนะของอาหารทดลอง โดยวิธี total collection ในช่วง 7 วันสุดท้ายของการทดลอง โดยสุ่มไก่จากคอก AL คอก 80%AL คอก 60%AL และคอก 40%AL มาคอกละ 2 ตัว เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาเพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนะของอาหารสัตว์ เลี้ยงไก่ทดลองในคอกเมแทบอลิซึม (metabolism cage) นาน 7 วัน บันทึกปริมาณการกินอาหารและปริมาณมูล และสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์และตัวอย่างมูลในช่วง 5 วันสุดท้าย ใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้น 20% จำนวน 10 มิลลิลิตรต่อวัน โดยแบ่ง 5 ครั้ง ๆ ละ 2 มิลลิลิตร ผิดพันบนมูลไก่เพื่อการตรึงไนโตรเจนและหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ นำตัวอย่างที่สุ่มเก็บมาอบโดยใช้ตู้อบชนิดเป่าลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้น นำไปบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

ประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ไม่รวมพลังงานจากการกักเก็บไนโตรเจน (ME_n) โดยใช้สมการดังนี้ ME_n (kcal/kg DM) = $AME - [8.22 \times (NI - NEx)/DMI]$ (Lammers et al., 2008) โดยที่ NI (g/d) หมายถึงปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์กิน และ NEx (g/d) หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์สูญเสีย และประเมินค่าพลังงานที่กินได้ (metabolizable energy intake, MEI) โดยใช้สมการ $MEI = ME_n \times DMI$ โดยที่ DMI หมายถึงปริมาณวัตถุดิบที่กิน

การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างอาหารสัตว์ มูลและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของไก่ ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM) โดยการอบด้วยตู้อบชนิด force-air oven ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 930.15 (AOAC, 2016) วิเคราะห์หาโปรตีนด้วยการหาไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl แล้วใช้แฟคเตอร์ 6.25 ตามวิธีที่ 5983-2 (ISO, 2009) ไขมัน (ether extract, EE) โดยใช้ปิโตรเลียมอีเธอร์ตามวิธีที่ 2003.05 (AOAC, 2016) เถ้า (Ash) โดยเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 942.05 (AOAC, 2016) วิเคราะห์เยื่อใยหยาบ (crude fiber, CF) โดยใช้เครื่อง Fibertec ตามวิธี ISO 6865 (ISO, 2009) และวิเคราะห์ค่าพลังงานรวม (gross energy, GE) โดยเครื่อง automatic isoperibol calorimeter (6400; Parr, Molin, Illinois, USA) ตามวิธีของ DIN 51900-2 (2003-05)

ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

ประเมินค่า NE_m (ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ; net energy requirement for maintenance) จากการศึกษาของ Lofgreen and Garrett (1968) และ Sakomura et al. (2005) โดยใช้สมการดังนี้ $HP = \alpha \times e^{(\beta \times MEI)}$ โดยที่ ค่า e หมายถึง ค่า Euler's number (~2.718281) ส่วนค่า α และ β เป็นค่าคงที่ของสมการ ดังนั้น จะได้ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE_m) เมื่อแทนค่า MEI ด้วยศูนย์ ($MEI = 0$)

ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต

ประเมินค่า NE_g (ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต; net energy requirement for growth) หรือพลังงานสุทธิสำหรับใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหารในระบบทางเดินอาหาร (empty body weight gain, EBG) 1 กิโลกรัม โดยใช้เฉพาะข้อมูลจากไก่เบตงกลุ่มที่กินอาหารแบบเต็มที (AL) ทั้ง 5 ระยะ นำมาสร้างสมการ allometry (ARC, 1980) ดังนี้ $EY = \alpha \times EBW^\beta$ โดยที่ EY หมายถึง ปริมาณพลังงาน (Mcal) ทั้งหมดในตัวไก่เบตง และ empty body weight, EBW หมายถึง น้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหารในระบบทางเดินอาหารของไก่เบตง (กิโลกรัม) ส่วนค่า α และ β เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ การประเมินค่า NE_g ที่น้ำหนักตัว (EBW) ต่าง ๆ ของไก่เบตงโดยใช้อนุพันธ์ลำดับที่ 1 ของสมการ allometry จะได้สมการดังนี้ NE_g (Mcal/kg EBW) = $\alpha \times \beta \times EBW^{(\beta-1)}$ (Lofgreen and Garrett, 1968; ARC, 1980)

ประเมินค่า RE การกักเก็บพลังงาน (energy retention, kcal/kg EBW^{0.75}/d) โดยนำปริมาณโปรตีนและไขมันที่กักเก็บในร่างกายคูณด้วยค่าพลังงานของโปรตีนและไขมันในเนื้อเยื่อ (5.66 kcal/g และ 9.37 kcal/g ตามลำดับ) (Blaxter and Rook, 1953)

ประเมินค่าพลังงานความร้อน (heat production, HP, kcal/kg BW^{0.75}/d) โดยใช้สมการของ Lofgreen and Garrett, (1968) ดังนี้ $HP = MEI - RE$

ประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (K_m)

คำนวณประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (K_m) ได้ดังนี้ $K_m = NE_m/ME_m$ (ARC, 1980) โดย ME_m (ความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ) โดยใช้สมการ $HP = \alpha \times e^{(\beta \times MEI)}$ และจะได้ค่า ME_m ก็ต่อเมื่อดุลสมการจนค่า $MEI = HP$ (Lofgreen and Garrett, 1968; Sakomura et al. 2005)

ประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต (K_g)

ประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต ซึ่งได้จากค่าความชัน (slope) ของสมการถดถอยอย่างง่ายระหว่างปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโต (MEI_g , kcal/kg EBW^{0.75}/d) [โดยที่ MEI_g (kcal/kg EBW^{0.75}/d) = MEI (kcal/kg EBW^{0.75}/d) - ME_m (kcal/kg EBW^{0.75}/d)] และอัตราการกักเก็บพลังงานในร่างกาย (RE, kcal/kg EBW^{0.75}/d) จากการแนะนำของ Tedeschi et al. (2002)

โปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

ประเมินค่า NP_m (net protein requirement for maintenance; ความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ) โดยใช้สมการเลขชี้กำลังระหว่างปริมาณการกินไนโตรเจน (nitrogen intake, NI, g/kg $EBW^{0.75}/d$) หรือ ไนโตรเจนที่กิน (nitrogen intake) และปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน (nitrogen loss, NEx, g/kg $EBW^{0.75}/d$) โดยที่ค่า NEx หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนที่มีสูญเสียออกจากร่างกาย ($NEx = NI - NR$) ดังต่อไปนี้ $NEx = \alpha \times e^{(\beta \times NI)}$ โดยที่ ค่า e หมายถึง ค่า Euler's number (~ 2.718281) ส่วนค่า α และ β เป็นค่าคงที่ของสมการ ทั้งนี้ ค่า α หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกเมื่อค่า $NI = 0$ หรือ หมายถึง ความต้องการไนโตรเจนสุทธิเพื่อการดำรงชีพแล้วคูณด้วยแฟคเตอร์ 6.25 จะได้ค่าความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

โปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต

ประเมินค่า NP_g (net protein requirement for growth) หรือโปรตีนสุทธิสำหรับการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร EBG (empty bodyweight gain) จำนวน 1 กิโลกรัม โดยใช้เฉพาะข้อมูลจากไก่เบตง กลุ่มที่กินอาหารแบบเต็มทีทั้ง 5 ระยะ สำหรับใช้ในการสร้างสมการ allometry (Lofgreen and Garrett, 1968; ARC, 1980) ดังนี้ $EP = \alpha \times EBW^\beta$ โดยที่ EP หมายถึง ปริมาณโปรตีน (กิโลกรัม) และ EBW หมายถึง น้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหารในระบบทางเดินอาหารของไก่เบตง (กิโลกรัม) ส่วนค่า α และ β เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ

ประเมินการกักเก็บไนโตรเจน (nitrogen retention, NR, g/kg $BW^{0.75}/d$) โดยใช้ปริมาณไนโตรเจนในตัวไก่เบตงเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (g/kg $BW^{0.75}$) หักลบออกจากปริมาณไนโตรเจนในตัวไก่เบตงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (g/kg $BW^{0.75}$)

ประเมินค่า NP_g ที่น้ำหนักตัว (EBW) ต่าง ๆ ของไก่เบตงโดยใช้อนุพันธ์ลำดับที่ 1 ของสมการ allometry ได้สมการดังนี้ NP_g (g/kg EBG) = $\alpha \times \beta \times EBW^{(\beta-1)}$ (Lofgreen and Garrett, 1968; ARC, 1980)

ผลการทดลอง

ผลการทดลองย่อยที่ 1 ไก่เบตงเพศเมีย

ไก่ทดลองกลุ่มฐาน

ผลทดลองนี้พบว่าไก่กลุ่มฐานมีน้ำหนักตัวมีชีวิตเฉลี่ยเท่ากับ 360.20 กรัม มีโปรตีน ไขมันและเถ้าคิดเป็น 70.24 19.44 และ 10.32 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และมีพลังงานเท่ากับ 5,520.86 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

สมรรถนะการผลิตของไก่เบตงเพศเมีย

ตารางที่ 2 แสดงสมรรถนะการผลิตและปริมาณการกินอาหารของไก่ รวมถึงค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารสัตว์ ซึ่งพบว่า เมื่อมีการจำกัดอาหารจะส่งผลต่อสมรรถนะการผลิตของไก่เบตง ได้แก่ น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเจริญเติบโต และปริมาณการกินโภชนาต่าง ๆ ลดลง ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ไก่เบตงกลุ่มกินเต็มที่ AL มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด เท่ากับ 17.81 กรัมต่อวัน ($p < 0.05$) และถัดมาคือ กลุ่ม 80%AL และกลุ่ม 60%AL ระหว่าง 10.60-11.43 กรัมต่อวัน ส่วนไก่ในกลุ่ม 40%AL มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำสุด เท่ากับ 6.17 กรัมต่อวัน ($p < 0.05$)

อาหารที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ไม่รวมพลังงานจากการสะสมไนโตรเจน (ME_n) เฉลี่ยเท่ากับ 3,243 kcal/kg DM การเพิ่มการจำกัดอาหารของไก่ทดลองทำให้ไก่มีปริมาณการกินวัตถุดิบแห้ง โปรตีนและพลังงานลดลง ($p < 0.05$) ส่งผลต่อเนื่องถึงอัตราการกักเก็บโปรตีนและอัตราการกักเก็บพลังงานในร่างกายของไก่ที่มีค่าลดลง ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 สมรรถนะการผลิต ปริมาณการกินและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารสัตว์ของไก่เบตงเพศเมีย อายุ 28-56 วัน ที่ได้รับอาหารในปริมาณแตกต่างกัน

รายการ	ระดับการให้อาหาร				SEM	p-value
	AL	80%AL	60%AL	40%AL		
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	205.98	207.93	208.05	210.98	2.42	-
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม)	704.49 ^a	527.96 ^b	504.73 ^b	383.72 ^c	28.54	<0.0001
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	17.81 ^a	11.43 ^b	10.60 ^b	6.17 ^c	0.98	<0.0001
ปริมาณการกิน						
วัตถุดิบแห้ง (กรัม/kg EBW ^{0.75} /วัน)	84.61 ^a	94.84 ^a	60.94 ^b	45.53 ^c	4.97	<0.0001
โปรตีน (กรัม/kg EBW ^{0.75} /วัน)	20.02 ^a	22.44 ^a	14.42 ^b	10.77 ^c	1.78	<0.0001
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (kcal/kg EBW ^{0.75} /วัน)	274.40 ^a	307.55 ^a	197.62 ^b	147.63 ^c	16.12	<0.0001

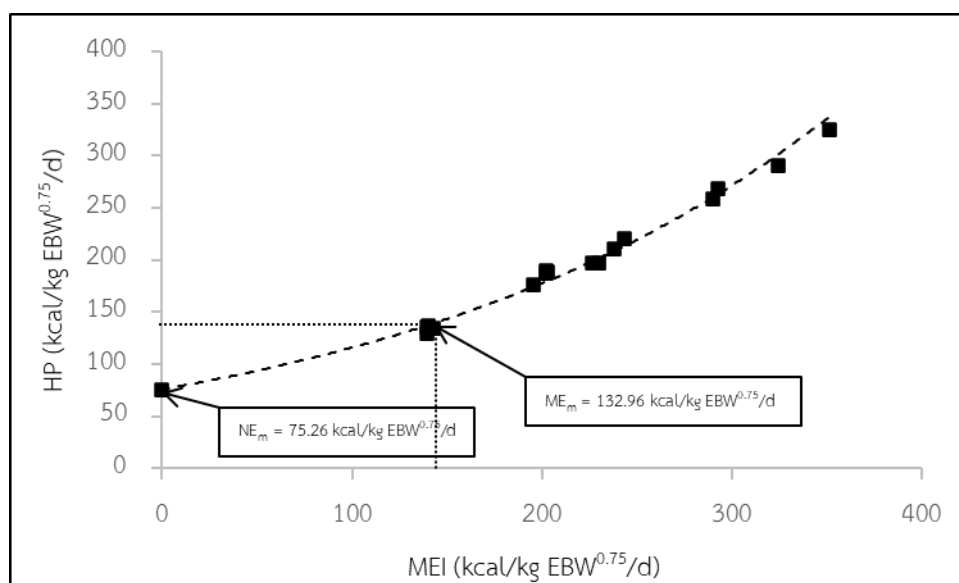
SEM = standard error of the means; ตัวอักษร ^{a, b, c} ที่กำกับค่าเฉลี่ยในแถวบนเดียวกันแตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลการประเมินความต้องการพลังงานสุทธิของไก่เบตงเพศเมีย

พลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

จากภาพที่ 1 ค่าความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE_m) ของไก่มีค่าเท่ากับ 75.26 kcal/kg EBW^{0.75}/d และค่า K_m หรือค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ ($K_m = NE_m/ME_m$) เท่ากับ 0.57

สำหรับค่าความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (ME_m) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 132.96 kcal/kg $EBW^{0.75}/d$ ซึ่งได้จากการตุลสมการ $HP = \alpha \times e^{(\beta \times MEI)}$ และจะได้ค่า ME_m ก็ต่อเมื่อค่า $MEI = HP$



ภาพที่ 1 แสดงการประเมินค่า NE_m และค่า ME_m โดยใช้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (MEI) และการผลิตพลังงานความร้อน (HP) เป็นสมการเลขชี้กำลังดังนี้ $HP = 75.26 (\pm 2.94) \times e^{(0.0043 \pm 0.001) \times MEI}$ ($R^2 = 0.99$) เมื่อค่าพลังงานความร้อนที่สัตว์ผลิตขึ้นเมื่อค่า $MEI = 0$ จะได้ค่า $NE_m = 75.26$ kcal/kg $EBW^{0.75}/d$ การประเมินค่า ME_m โดยใช้สมการ $HP = \alpha \times e^{(\beta \times MEI)}$ จะได้ค่า ME_m ก็ต่อเมื่อค่า $MEI = HP$ ซึ่งจะได้ค่า $ME_m = 132.96$ kcal/kg $EBW^{0.75}/d$

พลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต

สมการ allometry ระหว่างน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBW) และปริมาณพลังงานในร่างกาย (Energy yield) ของไก่เบตงเป็นสมการดังนี้

$$\text{Energy yield} = 1.42 (\pm 0.06) \times EBW^{0.99 (\pm 0.06)} \quad (R^2 = 0.96)$$

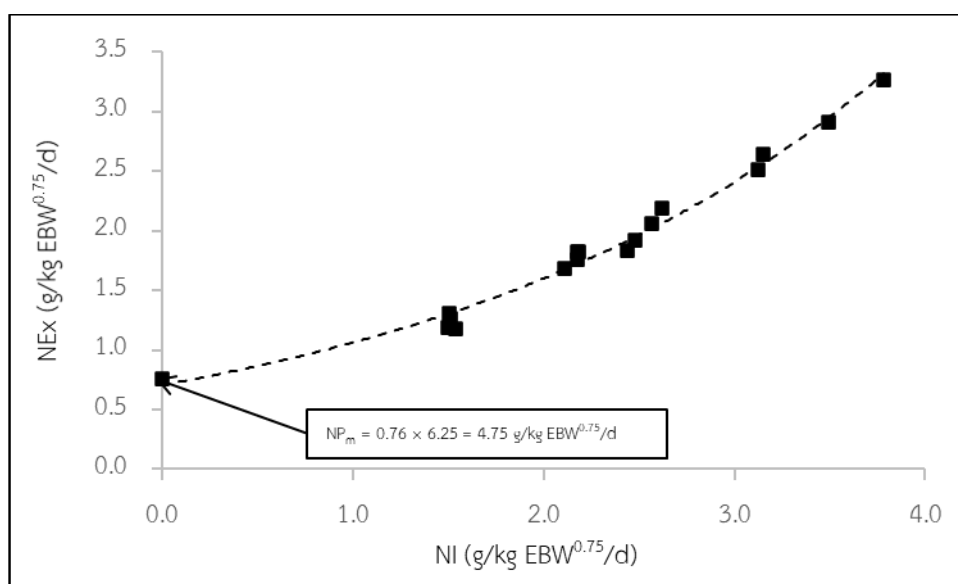
ดังนั้น สมการสำหรับประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตเป็นดังนี้ NE_g (kcal/kg EBG) = $1,401 \times EBW^{-0.01}$ โดยไก่ทดลองที่มีน้ำหนักตัว 200 - 600 กรัม จะมีค่า NE_g ตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

ประเมินค่า K_g (ค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต) ซึ่งได้จากค่าความชัน (slope) ของสมการถดถอยอย่างง่ายระหว่างปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโต (MEI_g , kcal/kg $EBW^{0.75}/d$) [โดยที่ MEI_g (kcal/kg $EBW^{0.75}/d$) = MEI (kcal/kg $EBW^{0.75}/d$) - ME_m (kcal/kg $EBW^{0.75}/d$)] โดยสมการถดถอยอย่างง่ายดังนี้ $RE = 0.15 (\pm 0.020) \times MEI_g$ ($R^2 = 0.78$) จึงได้ค่า $K_g = 0.15$

ความต้องการโปรตีนสุทธิของไก่เบตงเพศเมีย

โปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

ภาพที่ 2 แสดงผลการประเมินค่าความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NP_m) มีค่าเท่ากับ 4.75 (± 1.875) g/kg EBW^{0.75}/d คำนวณจากปริมาณไนโตรเจนที่มีการขับออกโดยที่ค่า NI = 0 มีค่าเท่ากับ 0.76 g/kg EBW^{0.75}/d



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินไนโตรเจน (NI) และอัตราการขับถ่ายไนโตรเจน (NEX) โดยใช้สมการดังนี้ $NEX = 0.76(\pm 0.03) \times e^{(0.39(\pm 0.01) \times NI)}$ ($R^2=0.99$)

โปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต

สมการ allometry ระหว่างปริมาณโปรตีน (Protein yield) และน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBW) ของไก่ทดลอง ได้ค่า Protein yield = $0.15 (\pm 0.01) \times EBW^{0.91(\pm 0.04)}$ ($R^2 = 0.97$) ดังนั้น สมการสำหรับใช้ประเมินค่าประเมินความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NP_g) ได้แก่ NP_g (g/kg EBG) = $140.78 \times EBW^{-0.09}$

ผลการทดลองย่อยที่ 2 ไก่ทดลอง เพศผู้

ไก่ทดลองกลุ่มฐาน

น้ำหนักตัวและองค์ประกอบทางเคมีของไก่เบตงเพศผู้กลุ่มฐานของการทดลองครั้งนี้มีน้ำหนักตัว 247.70 กรัม มีความชื้น โปรตีน ไขมันและเถ้าคิดเป็น 71.42 63.92 25.66 และ 10.42 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และมีพลังงานรวมเท่ากับ 5,948.56 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

สมรรถนะการผลิตของไก่เบตงเพศผู้

ในตารางที่ 3 แสดงของไก่เบตงสมรรถนะการผลิตของไก่เบตง ที่ได้รับอาหารในปริมาณแตกต่างกัน พบว่า ไก่เบตงกลุ่มที่ได้รับอาหารเต็มที่ AL และ 80%AL มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด อยู่ระหว่าง 7.87-8.80 กรัมต่อวัน ($p < 0.05$) ถัดมาเป็นไก่เบตงกลุ่ม 60%AL เท่ากับ 5.15 กรัมต่อวัน ส่วนไก่ในกลุ่ม 40%AL มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำสุด เท่ากับ 3.21 กรัมต่อวัน ($p < 0.05$) ทั้งนี้อาหารที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ไม่รวมพลังงานจากการสะสมไนโตรเจน (ME_n) เฉลี่ยเท่ากับ 3,430 kcal/kg DM

ตารางที่ 3 สมรรถนะการผลิต ปริมาณการกินและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารสัตว์ของไก่เบตงเพศผู้ อายุ 28-56 วัน ที่ได้รับอาหารในปริมาณแตกต่างกัน

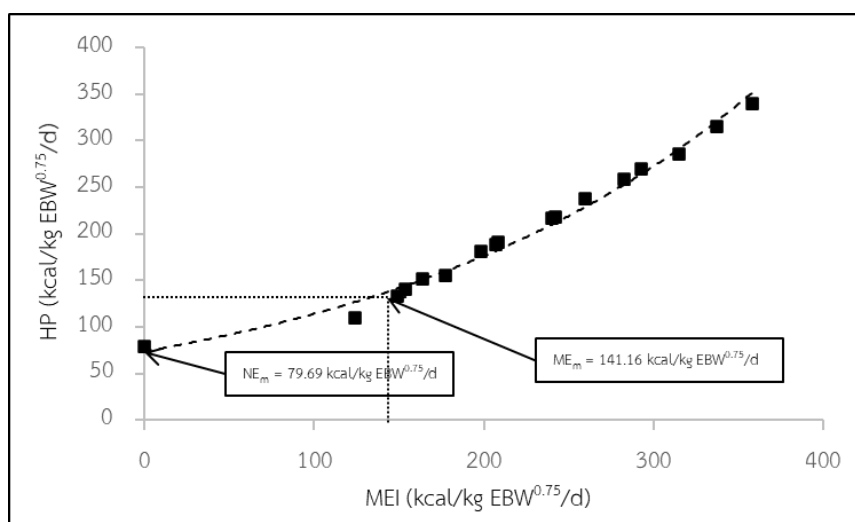
	AL	80%AL	60%AL	40%AL	SEM	p-value
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	265.88	265.50	263.18	266.86	2.67	0.7965
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม)	512.38 ^a	485.88 ^a	403.25 ^b	356.75 ^c	11.38	<0.0001
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	8.80 ^a	7.87 ^a	5.15 ^b	3.21 ^c	0.39	<0.0001
ปริมาณการกิน						
วัตถุดิบ (กรัม/kg $EBW^{0.75}$ /วัน)	91.68 ^a	68.37 ^b	58.50 ^c	40.90 ^d	2.20	<0.0001
โปรตีน (กรัม/kg $EBW^{0.75}$ /วัน)	31.16 ^a	15.78 ^b	13.50 ^c	9.44 ^d	0.51	<0.0001
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (kcal/kg $EBW^{0.75}$ /วัน)	314.46 ^a	234.45 ^b	200.66 ^c	140.30 ^d	7.86	<0.0001

SEM = standard error of the means; ตัวอักษร ^{a, b, c} ที่กำกับค่าเฉลี่ยในแถวบนเดียวกันแตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลการประเมินความต้องการพลังงานสุทธิของไก่เบตงเพศผู้

พลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

จากภาพที่ 1 ค่าความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ NE_m ของไก่เบตงจากการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ $79.69 \text{ kcal/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$ และมีค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ K_m ($K_m = NE_m/ME_m$) เท่ากับ 0.56 ซึ่งค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (ME_m) ของการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ $141.16 \text{ kcal/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$ ซึ่งได้จากการคูณสมการ $HP = \alpha \times e^{(\beta \times MEI)}$ และได้ค่า ME_m เมื่อค่า $MEI = HP$



ภาพที่ 3 การประเมินค่า NE_m และค่า ME_m โดยใช้ค่าปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (MEI) และการผลิตพลังงานความร้อน (HP) เป็นสมการเลขชี้กำลังดังนี้ $HP = 79.69 (\pm 2.450) \times e^{(0.004 \pm 0.001) \times MEI}$ ($R^2 = 0.99$) เมื่อค่าพลังงานความร้อนที่สัตว์ผลิตขึ้นเมื่อค่า $MEI = 0$ จะได้ค่า $NE_m = 79.69 \text{ kcal/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$ สำหรับการประเมินค่า ME_m โดยใช้สมการ $HP = \alpha \times e^{(\beta \times MEI)}$ จะได้ค่า ME_m ก็ต่อเมื่อค่า $MEI = HP$ ซึ่งจะได้ค่า $141.16 \text{ kcal/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$

พลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต

การประเมินโดยใช้สมการ allometry ระหว่างน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBW) และปริมาณพลังงาน (Energy yield) เป็นสมการดังนี้

$$\text{Energy yield} = 1.770 (\pm 0.080) \times \text{EBW}^{1.033 (\pm 0.053)} \quad (R^2 = 0.99)$$

เมื่อนำมาประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE_g) จะได้สมการ NE_g (kcal/kg EBG) = $1,401 \times \text{EBW}^{-0.01}$ กล่าวคือ ไก่น้ำหนัก 200-600 กรัม ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE_g) ลดลงเมื่อมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

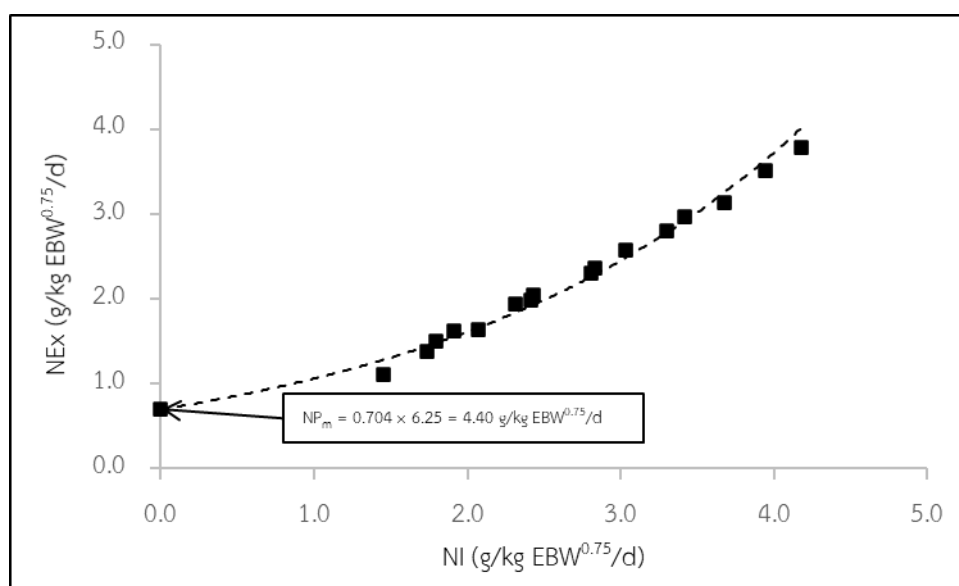
ประเมินค่า K_g (ค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต) ซึ่งได้จากค่าความชัน (slope) ของสมการถดถอยอย่างง่ายระหว่างปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโต (MEI_g , kcal/kg $\text{EBW}^{0.75}/\text{d}$) [โดยที่ MEI_g (kcal/kg $\text{EBW}^{0.75}/\text{d}$) = MEI (kcal/kg $\text{EBW}^{0.75}/\text{d}$) - ME_m (kcal/kg $\text{EBW}^{0.75}/\text{d}$)]

โดยสมการถดถอยอย่างง่ายดังนี้ $RE = 0.22 (\pm 0.020) \times MEI_g (R^2 = 0.93)$ ดังนั้น การทดลองนี้จึงได้ค่า $K_g = 0.22$

ความต้องการโปรตีนสุทธิของไก่เบตงเพศผู้

โปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

จากภาพที่ 4 จากการทดลองนี้ประเมินค่าความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NP_m) มีค่าเท่ากับ $4.40 (\pm 1.818) \text{ g/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$ คำนวณจากปริมาณไนโตรเจนที่มีการขับออกโดยที่ค่า $NI = 0$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $0.704 \text{ g/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินไนโตรเจนที่ย่อยได้ (NI) และอัตราการขับถ่ายไนโตรเจน (NEx) แสดงเป็นสมการ ดังนี้ $NEx = 0.704(\pm 0.291) \times e^{(1.341(\pm 0.047) \times NI)} (R^2 = 0.98)$

โปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต

สมการ allometry ระหว่างปริมาณโปรตีน (Protein yield) และน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBW) ของไก่ทดลอง ดังนี้ Protein yield จากการทดลองนี้มีค่า $= 0.199 (\pm 0.008) \times EBW^{1.013(\pm 0.046)} (R^2 = 0.97)$ ดังนั้น สมการสำหรับใช้ประเมินค่า NP_g เป็นดังนี้ $NP_g (\text{g/kg EBG}) = 201.34 \times EBW^{-0.01}$

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากข้อมูลความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิของไก่เบตง ในการทดลองย่อยที่ 1 เพศเมียและการทดลองย่อยที่ 2 เพศผู้ ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรงเนื่องจากการทดลองที่ดำเนินการในช่วงเวลาและสถานที่แตกต่างกัน

โดยตารางที่ 4 แสดงข้อมูลสรุปค่าความต้องการโภชนะและประสิทธิภาพการใช้โภชนะรวมถึงสมการสำหรับใช้ในการประเมินค่าความต้องการโภชนะของไก่เบตงที่มีอายุระหว่าง 28-56 วัน และมีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 200 – 600 กรัม

ตารางที่ 4 สรุปความต้องการโภชนะและประสิทธิภาพการใช้โภชนะต่าง ๆ ของไก่เบตงเพศผู้และเพศเมีย อายุ 28-56 วัน

	เพศเมีย	เพศผู้
ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE_m) (kcal/kg $EBW^{0.75}$)	75.26	79.69
ความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (ME_m) (kcal/kg $EBW^{0.75}$)	132.96	141.16
ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (K_m)	0.57	0.56
ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE_g) (kcal/kg EBG)	$1401 \times EBW^{0.01}$	$1,808 \times EBW^{0.01}$
ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต (K_g)	0.15	0.22
ความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NP_m) (g/kg $EBW^{0.75}$)	4.75	4.40
ความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NP_g) (g/kg EBG)	$140.78 \times EBW^{-0.09}$	$201.34 \times EBW^{-0.01}$

ความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

เมื่อพิจารณาความต้องการพลังงานและโปรตีนเพื่อการดำรงชีพของไก่เบตงจากการทดลองนี้ มีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับความต้องการโภชนะของไก่จากรายงานอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพจากการทดลองครั้งนี้ก็ค่อนข้างต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากการความแตกต่างของสายพันธุ์ อายุ เพศ ระยะการเติบโต ระยะการให้ผลผลิต อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมลักษณะของโรงเรือน และคุณภาพของอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ไก่มีความต้องการโภชนะแตกต่างกัน (Noblet, 2020 และ Sakomura, 2004)

ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE_m) ของไก่ทดลองเพศผู้และเพศเมีย มีค่า NE_m เท่ากับ 79.69 และ 75.26 kcal/kg $EBW^{0.75}$ ตามลำดับ ต่ำกว่าไก่เนื้อพันธุ์ Ross ที่มีค่า NE_m เท่ากับ 96.25 kcal/kg $EBW^{0.75}$ (Sakomura et al., 2005) ไก่เนื้อพันธุ์ฮับบาร์ดอายุ 5-20 สัปดาห์ ที่มีค่า NE_m เท่ากับ 92.5 kcal/kg $EBW^{0.75}$ (Sakomura et al., 2003) และไก่เนื้อพันธุ์ Arbor Acres อายุ 15 – 21 วัน ที่มีค่า NE_m เท่ากับ 110.42 kcal/kg $EBW^{0.75}$ (Liu et al., 2017)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (K_m) ไก่เบตงเพศผู้และเพศเมีย มีค่า K_m เท่ากับ 0.56 และ 0.57 ซึ่งต่ำกว่าไก่เนื้อพันธุ์ Ross ที่มีค่า K_m เท่ากับ 0.76 (Sakomura et

al., 2005) ไก่เนื้อพันธุ์ฮับบาร์ดอายุ 5-20 สัปดาห์ ที่มีค่า K_m เท่ากับ 0.72 (Sakomura et al., 2003) และไก่เนื้อพันธุ์ Arbor Acres อายุ 15 – 21 วัน ที่มีค่า K_m เท่ากับ 0.75 (Liu et al., 2017) ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (K_m) ได้แก่ พันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (Liu et al., 2017; Sakomura et al. 2003; Sakomura et al., 2005)

ความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต

ความต้องการพลังงานและโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตของไก่เบตงเพศผู้และเพศเมียจากการทดลองนี้ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ไก่เบตงเพศผู้มีความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น จาก 1.73 Mcal. เป็น 1.78 Mcal. เมื่อมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 200 กรัม เป็น 600 กรัม ในขณะที่ไก่เพศเมียมีความต้องการพลังงานสุทธิลดลงเมื่อน้ำหนักตัวเพิ่มจาก 1.43 Mcal เป็น 1.41 Mcal ในการเพิ่มน้ำหนักจาก 200 กรัม เป็น 600 กรัม

สำหรับความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตของไก่เบตงเพศผู้เมื่อน้ำหนักตัวเพิ่มจาก 200 กรัมเป็น 600 กรัม มีความต้องการโปรตีนสุทธิค่อนข้างคงที่คือ 201 กรัม อย่างไรก็ตามในไก่เบตงเพศเมียต้องการโปรตีนสุทธิลดลง 164 กรัม เป็น 148 กรัม

ความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิของไก่เบตงเพศเมีย

จากการศึกษาครั้งนี้ได้ค่าความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพมีค่าเท่ากับ $75.26 \text{ kcal/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$ และสมการความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต ได้แก่ $NE_g (\text{kcal/kg EBG}) = 1401 \times \text{EBW}^{-0.01}$

สำหรับความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพมีค่าเท่ากับ $4.75 \text{ g/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$ และ สมการสำหรับการใช้ในการประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต หรือการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBG) จำนวน 1 กิโลกรัม ได้แก่ $NP_g (\text{g/kg EBG}) = 140.78 \times \text{EBW}^{-0.09}$

ตารางที่ 5 แสดงผลการนำข้อมูลการการศึกษาครั้งนี้มาคำนวณและแปลผลเป็นตารางความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิของไก่เบตงเพศเมีย อายุ 28 – 56 วัน น้ำหนักตัวอยู่ระหว่าง 200 – 600 กรัม และอัตราการเจริญเติบโตต่าง ๆ (0 5 10 15 และ 20 กรัมต่อวัน) จะมีความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิต่างกัน ตัวอย่างเช่น การเลี้ยงไก่เบตงที่มีน้ำหนักตัว 500 กรัม ให้มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 10 กรัมต่อวัน จะต้องการพลังงานสุทธิต่อวันละ 55.81 กิโลแคลอรี และโปรตีนสุทธิต่อวันละ 4.12 กรัม เป็นต้น

ตารางที่ 5 ความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิของไก่เบตงเพศเมีย อายุ 28 – 56 วัน ที่มีน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตในระดับต่าง ๆ

SBW (g)	NE (kcal/d)					NP (g/d)				
	ADG (g/d)	0	5	10	15	20	0	5	10	15
200	20.97	28.10	35.22	42.35	49.47	1.32	2.13	2.95	3.77	4.59
250	24.79	31.90	39.01	46.12	53.23	1.55	2.36	3.16	3.96	4.76
300	28.42	35.52	41.62	49.71	56.81	1.78	2.57	3.36	4.15	4.94
350	31.91	38.99	46.08	53.16	60.25	2.00	2.78	3.56	4.34	5.11
400	38.27	42.34	49.42	56.50	63.57	2.21	2.98	3.75	4.52	5.29
450	38.83	45.59	52.66	59.73	66.80	2.42	3.18	3.94	4.70	5.46
500	41.69	48.75	55.81	62.88	69.94	2.61	3.37	4.12	4.88	5.63
550	44.78	51.84	58.89	65.94	70.00	2.81	3.56	4.30	5.05	5.80
600	47.80	54.85	61.90	68.95	75.99	3.00	3.74	4.18	5.23	5.97

SBW = Shrunken bodyweight, ADG = Average daily gain, NE = Net energy, NP = Net protein

ความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิของไก่เบตงเพศผู้

ในการทดลองครั้งนี้ค่าความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ เท่ากับ 79.69 kcal/kg EBW^{0.75}/d และมีสมการสำหรับใช้ในการประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต หรือการเพิ่มน้ำหนักตัว ไม่รวมเศษอาหาร (EBG) จำนวน 1 กิโลกรัม เป็นสมการดังนี้ $NE_g \text{ (kcal/kg EBG)} = 1,808 \times EBW^{0.27}$

โปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพมีค่าเท่ากับ และ 4.40 g/kg EBW^{0.75}/d ได้สมการสำหรับใช้ในการประเมินความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต $NP_g \text{ (g/kg EBG)} = 201.34 \times EBW^{-0.013}$

ตารางที่ 6 แสดงการแปลผลนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ มาสร้างเป็นตารางความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิของไก่เบตงเพศผู้ อายุ 28 – 56 วัน และมีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 200 – 600 กรัม อัตราการเจริญเติบโตต่าง ๆ (0 5 10 15 และ 20 กรัมต่อวัน) ตัวอย่างเช่น การเลี้ยงไก่เบตงน้ำหนักตัว 500 กรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 10 กรัมต่อวัน ไก่จะต้องการอาหารที่มีพลังงานสุทธิต่อวันละ 62.95 kcal. และโปรตีนสุทธิต่อวันละ 4.51 กรัม

ตารางที่ 6 ความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิของไก่เบตงเพศผู้ อายุ 28 – 56 วัน ที่มีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตในระดับต่าง ๆ

SBW (g)	NE (kcal/d)					NP (g/d)					
	ADG (g/d)	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
200		22.75	31.39	40.03	48.68	57.32	1.26	2.26	3.27	4.27	5.27
250		26.90	35.59	44.28	52.98	61.67	1.49	2.49	3.49	4.50	5.50
300		30.84	39.57	48.31	57.05	65.78	1.70	2.71	3.71	4.72	5.72
350		34.62	43.39	52.16	60.94	69.71	1.91	2.92	3.92	4.93	5.93
400		38.26	47.07	55.87	64.68	73.48	2.11	3.12	4.12	5.13	6.13
450		41.80	50.63	59.46	68.30	77.13	2.31	3.31	4.32	5.32	6.33
500		45.24	54.09	62.95	71.81	80.67	2.50	3.50	4.51	5.51	6.52
550		48.59	57.47	66.35	75.23	84.11	2.68	3.69	4.69	5.70	6.71
600		51.86	60.76	69.67	78.57	87.47	2.86	3.87	4.88	5.88	6.89

SBW = Shrunken bodyweight, ADG = Average daily gain, NE = Net energy, NP = Net protein

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาเพื่อประเมินความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพของไก่เบตงอายุ 28 – 56 วัน และมีน้ำหนักตัวอยู่ระหว่าง 200 – 600 กรัม โดยแบ่งออก 2 การทดลองย่อย 1) ไก่เบตงเพศเมีย และการทดลองย่อย 2) ไก่เบตงเพศผู้ สรุปผลได้ดังนี้

การทดลองย่อยที่ 1 ไก่เบตงเพศเมียมีความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพมีค่าเท่ากับ 75.26 kcal/kg EBW^{0.75}/d และโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพมีค่าเท่ากับ 4.75 g/kg EBW^{0.75}/d โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (K_m) เท่ากับ 0.57 และมีสมการสำหรับการใช้ในการประเมินความต้องการเพื่อการเจริญเติบโต ดังนี้

$$\text{สมการความต้องการพลังงานสุทธิ ได้แก่ } NE_g \text{ (kcal/kg EBG)} = 1401 \times EBW^{-0.01}$$

$$\text{สมการความต้องการโปรตีนสุทธิ ได้แก่ } NP_g \text{ (g/kg EBG)} = 140.78 \times EBW^{-0.09}$$

สำหรับค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (K_g) เท่ากับ 0.15

การทดลองย่อยที่ 2 ไก่เบตงเพศผู้มีความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพเท่ากับ 79.69 kcal/kg EBW^{0.75}/d และโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพมีค่าเท่ากับ และ 4.40 g/kg EBW^{0.75}/d โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (K_m) เท่ากับ 0.56 และมีสมการสำหรับการใช้ในการประเมินความต้องการเพื่อการเจริญเติบโต ดังนี้

$$\text{สมการประเมินความต้องการพลังงานสุทธิ ได้แก่ } NE_g \text{ (kcal/kg EBG)} = 1,808 \times EBW^{0.27}$$

$$\text{สมการประเมินความต้องการโปรตีนสุทธิ ได้แก่ } NP_g \text{ (g/kg EBG)} = 201.34 \times EBW^{-0.013}$$

ค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (K_g) เท่ากับ 0.22

เอกสารอ้างอิง

- เครือข่ายความร่วมมือดำเนินงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์สัตว์. 2560. ฐานข้อมูลคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบ และความต้องการโภชนะที่แนะนำสำหรับสัตว์ปีกในประเทศไทย.
- ปิยะนันท์ นวลหนูปล้อง ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ สุธา วัฒนสิทธิ์ และบัญชา สมบูรณ์สุข. 2562. ระบบการผลิต ไก่เบตงเชิงพาณิชย์ของเกษตรกรในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ (ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส). วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 36(1): 11-20
- ปิ่น จันจุฬา วรวิทย์ วณิชภิชาติ อารัง ทองจำรูญ และสมศักดิ์ เหล่า ทวีสุข. 2547. การเลี้ยงไก่เบตง ใน หมู่บ้าน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย:การศึกษาลักษณะที่ปรากฏ การเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซากและลักษณะการผลิตไข่ของไก่เบตง. วารสารเกษตร 20(3) 278-288.
- สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์. 2563. การขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์. สัตว์ปีก. ไก่เบตง. แหล่งที่มา <http://breeding.dld.go.th/th/index.php/2015-07-04-09-39-04/2015-07-04-09-45-02/2015-07-04-09-46-26/2015-07-04-10-41-00/63-betong-chickken> วันที่ค้น 20 มกราคม 2563.
- AOAC. 2016. Official Methods of Analysis. 20th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
- ARC. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough.
- Blaxter, K.L., and J.A.F. Rook. 1953. The heat of combustion of the tissues of cattle in relation to their chemical composition. Br. J. Nutr. 7: 83–91.
- DIN 51900-2. 2003-05. Testing of solid and liquid fuels -Determination of the gross calorific value by the bomb calorimeter and calculation of the net calorific value – Part 2: Method using isoperibol or static,jacket calorimeter.German.
- Hidayat, C., S. Iskandar, T. Sartika and I.T. Wardhan. 2016. Growth Response of Improved Breeds of Native Chicken to Diets Differed in Energy and Protein Content. JITV Vol. 21 No 3 Th. 174-181.
- ISO. 2009. ISO 5983-2: 2009. Animal feeding stuffs-Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content-Part 2: block digestion and steam distillation method.
- Jean Noblet. 2020. Comparative interests and limits of metabolizable energy and net energy for evaluating poultry and pig feeds. 20. European Symposium on Poultry Nutrition (ESPN), World’s Poultry Science Association (WPSA). INT., Aug 2015, Prague, Czech Republic. hal-02742572

- Lammers, P.J., B.J. Kerr, M.S. Honeyman, K. Stalder, W.A. Dozier III, T.E. Weber, M.T. Kidd and K. Bregendahl. 2005. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. *Poult. Sci.* 87: 104-107.
- Liu, W., C. H. Lin, Z. K. Wu, G. H. Liu, H. J. Yan, H. M. Yang and H.Y. Cai. 2017. Estimation of the net energy requirement for maintenance in broilers. *Asian-Australas J Anim Sci.* 30: 849–856.
- Liu, S.K., ZY. Niu, YN. Min, ZP. Wang, J. Zhang, ZF. He, HL. Li, TT. Sun and FZ. Liu. 2015. Effects of dietary crude protein on the growth performance, carcass characteristics and serum biochemical indexes of Lueyang Black-boned chickens from seven to twelve weeks of age. *Braz J Poult Sci.* 17: 103-108.
- Lofgreen, G.P. and W.N.A. Garrett. 1968. System for expressing net energy requirement and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27: 793-806.
- NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry 9th Revised Edition*. National Research Council. The National Academies Press.
- Sakomura, N.K., R. Silva, H. P. Couto, C. Coon, and C. R. Pacheco. 2003. Modeling Metabolizable Energy Utilization in Broiler Breeder Pullets. *Poultry Science* 82: 419–427.
- Sakomura, N.K. 2004. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science.* vol.6 no.1: 1-11.
- Sakomura, N.K., F.A. Longo, E.O. Oviedo-Rondon, C. Boa-Viagem and A. Ferraudo. 2005. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. *Poult. Sci.* 84: 1363-1369.