

ความต้องการพลังงานและโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของเป็ดเทศกบินทร์บุรี ระยะแรกเกิดถึง 28 วัน

ธนภุต อ่อนจันทร์^{1/} จีระศักดิ์ ขอบแต่ง^{2/} สุวรรณิ เกศกมลასัน^{2/} ศศนันท์ คฤหเดช^{3/} อีระชัย ช่อไม้^{3/}
ศุภลักษณ์ ศรีจันดี^{1/} แพรวพรรณ ชูช่วย^{4/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (net energy requirement for maintenance, NE_m) และโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (net protein requirement for maintenance, NP_m) และความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (net energy requirement for growth, NE_g) และโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (net protein requirement for growth, NP_g) ของเป็ดเทศกบินทร์บุรีระยะแรกเกิดถึง 28 วัน ศึกษาคุณค่าทางโภชนาของอาหารสัตว์โดยวิธี Total collection และประเมินความต้องการโภชนาของเป็ดที่น้ำหนักเมแทบอลิกไม่รวมเศษอาหาร (metabolic empty bodyweight, $EBW^{0.75}$) โดยใช้วิธี comparative slaughtering ผลการทดลอง พบว่า ความต้องการพลังงานและโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพของเป็ดเท่ากับ 75.57 กิโลแคลอรีต่อน้ำหนัก $EBW^{0.75}$ 1 กิโลกรัมต่อวัน และ 4.31 กรัมต่อน้ำหนัก $EBW^{0.75}$ 1 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ประเมินความต้องการพลังงานและโปรตีนสุทธิเพื่อการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (empty bodyweight gain, EBG) 1 กิโลกรัม โดยใช้สมการดังนี้ NE_g (kcal/kg EBG) = $2,457 \times EBW^{0.11}$ และ NP_g (g/kg EBG) = $60.88 \times EBW^{0.26}$ สรุปได้ว่า เป็ดเทศกบินทร์บุรีระยะแรกเกิดถึง 28 วัน มีความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในขณะที่ความต้องการโปรตีนสุทธิลดลงเมื่อเป็ดมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: เป็ดเทศกบินทร์บุรี ความต้องการโภชนา โปรตีน พลังงาน

เลขทะเบียนวิชาการ : 65(2)-0214-103

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อ. คลองหาด จ. สระแก้ว

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อ. เมือง จ. ปทุมธานี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์ปีก อ. กบินทร์บุรี จ. ปราจีนบุรี

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

**Energy and protein requirements for maintenance and growth of Kabinburi
Muscovy duck from hatch to 28 days of age.**

Tanakit Onjun^{1/} Jeerasak Chobtang^{2/} Suwannee Kaskommalas^{2/} Sosanun Karuhadej^{3/}
Theerachai Chormai^{3/} Supalak Srijundee^{1/} Phrawphan Chuchuyay^{4/}

Abstract

The objective of the present study was to assess net energy (NE_m) and net protein requirements (NP_m) for maintenance and net energy (NE_g) and net protein requirements (NP_g) for growth of Kabinburi Muscovy ducklings from hatch to 28 days of age. The nutritive component of feed was evaluated by a total collection method. Nutrient requirements of ducklings at different metabolic empty bodyweights ($EBW^{0.75}$) were assessed by a comparative slaughtering method. Results showed that the NE_m and NP_m of ducklings were 75.57 kcal/kg $EBW^{0.75}/d$ and 4.31 g/kg $EBW^{0.75}/d$, respectively. NE_g and NP_g of ducklings could be estimated by using the equations of NE_g (kcal/kg empty bodyweight gain) = $2,457 \times EBW^{0.11}$ and NP_g (g/kg empty bodyweight gain) = $60.88 \times EBW^{0.26}$, respectively. To sum up, the NE_g of ducklings increased while NP_g decreased as their body weights increased.

Keywords: Kabinburi Muscovy duck, nutrient requirements, protein, energy

Registered No.: 65(2)-0214-103

^{1/} Sakaeo Animal Nutrition Research and Development Center, Khong Had, Sakaeo.

^{2/} Bureau of Animal Nutrition Development, Muang, Pathumthani.

^{3/} Poultry Research and Development Center, Kabin Buri, Prachinburi

^{4/} Nakornrachasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pak Chong, Nakornrachasima

บทนำ

เป็ดเทศกบินทร์บุรีเป็นเป็ดเนื้อที่กรมปศุสัตว์คัดเลือกพันธุ์มาจากเป็ดพันธุ์บาร์บารี (Barbary) ซึ่งกรมปศุสัตว์ได้รับการสนับสนุนจากประเทศฝรั่งเศส สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์บางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการขยายพันธุ์และคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ให้เลี้ยงง่าย ขยายพันธุ์ได้ดี เจริญเติบโตเร็ว ต้านทานโรคและสามารถปรับตัวเข้ากับภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ต่อมาได้ย้ายฝูงเป็ดไปที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี และตั้งชื่อเป็น เป็ดเทศกบินทร์บุรี เป็ดเทศกบินทร์บุรีสามารถฟักไข่และเลี้ยงลูกได้ดีจึงมักพบเห็นเกษตรกรเลี้ยงปล่อยหลังบ้าน ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์ปีก รายงานว่า เมื่อแรกเกิดลูกเป็ดมีน้ำหนัก 45 - 55 กรัม เมื่อเข้าสู่ระยะโตเต็มวัยพ่อพันธุ์มีน้ำหนักตัว 5 - 6 กิโลกรัม และแม่พันธุ์มีน้ำหนักตัว 2.6 - 2.8 กิโลกรัม เป็ดเทศกบินทร์บุรีสามารถให้ไข่ได้ 160 - 180 ฟองต่อตัวต่อปี ปัจจุบันเกษตรกรมีการเลี้ยงเป็ดเทศมากขึ้น โดยส่วนใหญ่เลี้ยงขุนส่งตลาดได้ภายใน 10 - 12 สัปดาห์ (กรมปศุสัตว์, 2550) จากข้อมูลสถิติ กรมปศุสัตว์ (2565) รายงานว่า ประเทศไทยมีการเลี้ยงเป็ดเนื้อจำนวน 8,852,123 ตัว จากเกษตรกรจำนวน 32,308 ราย เป็ดเทศพันธุ์กบินทร์บุรีเป็นสายพันธุ์เป็ดเนื้อที่ได้รับความนิยมเพราะเลี้ยงง่ายและให้ผลตอบแทนสูง

NRC (1994) แนะนำว่า ในช่วงอายุ 2 สัปดาห์แรก เป็ดเนื้อ (meat type duck) ควรได้รับอาหารที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 21 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานไม่น้อยกว่า 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และในช่วงอายุ 2 - 7 สัปดาห์ อาหารเป็ดเนื้อควรมีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานไม่น้อยกว่า 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานถึงความต้องการโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมจำเพาะกับการเลี้ยงเป็ดเทศกบินทร์บุรี ดังนั้น การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าความต้องการพลังงานและโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและเพื่อการเจริญเติบโตของเป็ดเทศกบินทร์บุรีในระยะแรกเกิดถึงอายุ 28 วัน สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการประกอบสูตรอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงเป็ดอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์ปีก อ.กบินทร์บุรี จ. ปราจีนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือน กันยายน 2563 และวิเคราะห์ทางเคมีที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา และกลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ อ. เมือง จ. ปทุมธานี

แผนการทดลอง

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

สัตว์ทดลองและการจัดการ

ใช้ลูกเป็ดเทศกบินทร์บุรีคลေးเพศอายุ 1 วัน จำนวน 450 ตัว ทำวัคซีนตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ สุ่มเป็ดออกเป็น 5 กลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 30 240 60 60 และ 60 ตัว เป็ดในกลุ่มแรกจำนวน 30 ตัว จะใช้เป็นเป็ดกลุ่มฐานสำหรับการใช้ในการสร้างสมการถดถอยอย่างง่าย (simple linear regression) ในการประเมินองค์ประกอบทางเคมี (วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมันและพลังงาน) ของเป็ดทดลอง เป็ดในกลุ่ม 240 ตัว จะแบ่ง

ออกเป็น 4 กลุ่มย่อย ๆ ละ 60 ตัว ในแต่ละกลุ่มย่อยแบ่งออกเป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 15 ตัว เปิดทั้งหมดในกลุ่มนี้จะได้รับอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*, AL) และศึกษาซากทุก 7 วัน ส่วนเปิดที่เหลืออีก 3 กลุ่ม (ในแต่ละกลุ่มจะแบ่งเปิดออกเป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 15 ตัว) จะได้รับอาหารในระดับ 80 60 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของระดับ AL ตามลำดับ เลี้ยงเปิดแต่ละซ้ำในคอกย่อยที่มีขนาด 2×2 ตารางเมตร มีรางอาหารและรางน้ำที่เปิดสามารถเข้าถึงอาหารและน้ำสะอาดได้สะดวก ในช่วงอายุ 14 วันแรกของการทดลองกูกเปิดโดยใช้หลอดไฟให้มีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะไม่เปิดไฟจนสิ้นสุดการทดลอง ลูกเปิดจะได้รับแสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง

อาหารและการให้อาหาร

ใช้อาหารที่มีส่วนประกอบของกากถั่วเหลืองและข้าวโพดเป็นวัตถุดิบหลัก ประกอบสูตรอาหารให้มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับเลี้ยงเปิดเพศบิทรูอายุแรกเกิดถึง 28 วัน ตามคำแนะนำของ เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนาการศาสตร์สัตว์ (2560) สูตรอาหารและคุณค่าทางโภชนาการแสดงในตารางที่ 1 บันทึกปริมาณอาหารที่เปิดกินทุกวัน สำหรับปริมาณอาหารที่จะใช้เลี้ยงลูกเปิดในกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบจำกัดจะคำนวณจากปริมาณอาหารที่กินของเปิดในกลุ่ม AL ในวันก่อนหน้า 1 วัน สุ่มตัวอย่างอาหารสัตว์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์

ศึกษาการย่อยได้ของโภชนาการต่าง ๆ ของอาหารสัตว์โดยวิธี total collection ดำเนินการในช่วง 7 วัน สุดท้ายของการทดลอง สุ่มเปิดจากคอกที่ได้รับอาหารแบบเต็ม (AL) คอกที่ให้อาหารในระดับ 80%AL คอกที่ให้อาหารในระดับ 60%AL และคอกที่ให้อาหารในระดับ 40%AL คอกละ 3 ตัว นำมาเลี้ยงในคอกเมแทบอลิซึม (metabolism cage) บันทึกปริมาณการกินอาหารและปริมาณมูล และสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์และตัวอย่างมูลในช่วง 5 วันสุดท้าย นำตัวอย่างที่สุ่มมาอบโดยใช้ตู้อบชนิดเป่าลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้น นำไปบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

ประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolisable energy, ME) ของอาหารโดยใช้สมการดังนี้ $ME (kcal/kg DM) = (GEI - GEE)/DMI$ (Lammers et al., 2008) โดยที่ GEI (kcal/d) หมายถึง ปริมาณพลังงานรวมที่สัตว์กิน GEE (kcal/d) หมายถึง ปริมาณพลังงานรวมที่สัตว์ขับถ่าย และ DMI หมายถึง ปริมาณวัตถุดิบที่สัตว์กิน (kg/d)

ประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ไม่รวมพลังงานจากการสะสมไนโตรเจน (ME_n) โดยใช้สมการดังนี้ $ME_n (kcal/kg DM) = AME - [8.22 \times (NI - NEx)/DMI]$ (Lammers et al., 2008) โดยที่ NI (g/d) หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์กิน และ NEx (g/d) หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์ขับถ่าย

ตารางที่ 1 สูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมี

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ร้อยละ
ข้าวโพดบด	53.00
กากถั่วเหลืองโปรตีนมากกว่าร้อยละ 44	34.45
ปลาป่นโปรตีนมากกว่าร้อยละ 65	3.00
รำละเอียด	3.00
น้ำมันถั่วเหลือง	3.00
กรดอะมิโนเมทไธโอนีน	0.15
เกลือ	0.20
ไดแคลเซียมฟอสเฟต พี 18	2.70

พรีมิกซ์ (วิตามิน+แร่ธาตุ)	0.50
รวม	100
องค์ประกอบทางเคมี (%)	
วัตถุดิบ	84.41
โปรตีน	25.77
ไขมัน	5.36
เยื่อใย	16.54
แคลเซียม*	1.00
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.96
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้*	0.50
กรดอะมิโนไลซีน*	1.20
กรดอะมิโนเมทไธโอนีน*	0.53
กรดอะมิโนเมทไธโอนีน+ซิสทีน*	0.89

* เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ

การศึกษาซากและการสุ่มตัวอย่าง

ทำการศึกษาซากเปิดกลุ่มฐาน (จำนวน 30 ตัว) ในวันแรกของการทดลอง สำหรับเปิดกลุ่มที่เหลือจะทำการศึกษาซากในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามที่กำหนดในแผนการทดลอง โดยสุ่มเปิดที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของคอกจำนวน 3 ตัว ใช้เป็นตัวแทนของเปิดแต่ละคอก สำหรับช่วงเวลาและจำนวนเปิดที่จะใช้ในการศึกษาซากดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนการศึกษาซากในแต่ละช่วงเวลา

	ลูกเปิดกลุ่มฐาน	AL	80%AL	60%AL	40%AL
เริ่มต้นการทดลอง	30				
สัปดาห์ที่ 1	-	12	-	-	-
สัปดาห์ที่ 2	-	12	-	-	-
สัปดาห์ที่ 3	-	12	-	-	-
สัปดาห์ที่ 4	-	12	12	12	12

ทำการฆ่าเปิดโดยการตีกระดูกข้อต่อระหว่างหัวและกระดูกคอเพื่อให้เปิดเสียชีวิตอย่างรวดเร็วไม่ทรมาน จากนั้น เปิดซากเปิดเพื่อเอาเศษอาหารที่เหลืออยู่ในระบบทางเดินอาหารออกทั้งหมด บันทึกน้ำหนัก แล้วนำซากเปิดทั้งตัวมาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปบดโดยใช้เครื่องบดโดยใช้เครื่องบดที่มีรูขนาด 5 มิลลิเมตร จำนวน 3 รอบ สุ่มตัวอย่างซากเปิดแล้วนำมาอบโดยใช้ตู้อบชนิดเป่าลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้น นำไปบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างอาหารสัตว์ มูลและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของเปิด ได้แก่ วัตถุดิบ (dry matter, DM) โดยการอบด้วยตู้อบชนิด force-air oven ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 930.15 (AOAC, 2016) วิเคราะห์หาโปรตีน (Crude protein, CP) ด้วยการหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

ด้วยวิธี 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) และวิเคราะห์ค่าพลังงาน (gross energy) โดยใช้เครื่อง adiabatic bomb calorimeter

การประเมินความต้องการพลังงานและโปรตีน

ความต้องการพลังงาน

คำนวณปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (MEI, kcal/kg EBW^{0.75}/d) โดยนำปริมาณวัตถุดิบที่ป้อนคูณด้วยค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME_n) ของอาหารป้อน และประเมินปริมาณการสูญเสียพลังงานความร้อน (heat production, HP, kcal/kg BW^{0.75}/d) โดยใช้สมการที่แนะนำโดย (Lofgreen and Garrett, 1968) ดังนี้ $HP = MEI - RE$ โดยที่ RE (retained energy, kcal/kg BW^{0.75}/d) หมายถึง ปริมาณการสะสมพลังงานซึ่งคำนวณได้จากปริมาณพลังงานในตัวป้อนเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละช่วงลบด้วยปริมาณพลังงานในตัวป้อนเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

ประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (net energy requirement for maintenance, NE_m) ของเป็ดตามคำแนะนำของ Lofgreen and Garrett (1968) และ Yang et al. (2020) โดยใช้สมการ exponential ดังนี้ $HP = \alpha \times e^{(\beta \times MEI)}$ โดยที่ ค่า e หมายถึง ค่า Euler's number (~2.718281) ส่วนค่า α และ β เป็นค่าคงที่ของสมการ ทั้งนี้ค่า α หมายถึง ค่าพลังงานความร้อนที่สัตว์ผลิตขึ้นเมื่อค่า MEI = 0 หรือ หมายถึงความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE_m)

การประเมินความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (ME_m) ของเป็ดโดยการดูลสมการ $HP = \alpha \times e^{(\beta \times MEI)}$ และจะได้ค่า ME_m ก็ต่อเมื่อค่า $HP = MEI$ (Lofgreen and Garrett, 1968; Yang et al., 2020) หรือ เมื่อปริมาณการสูญเสียพลังงานความร้อนมีค่าเท่ากับปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ป้อน

ประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (net energy requirement for growth, NE_g) หรือพลังงานสุทธิสำหรับใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหารในระบบทางเดินอาหาร (empty body weight gain, EBG) 1 กิโลกรัม โดยใช้เฉพาะข้อมูลจากเป็ดกลุ่มที่กินอาหารแบบเต็มที (AL) ทั้ง 4 ระยะ (สัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4) นำมาสร้างสมการ allometry (ARC, 1980) ดังนี้ $EY = \alpha \times EBW^\beta$ โดยที่ EY (energy yield) หมายถึง ปริมาณพลังงาน (Mcal) ทั้งหมดในตัวเป็ด และ EBW (empty bodyweight) หมายถึง น้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหารในระบบทางเดินอาหารของเป็ด (กิโลกรัม) ส่วนค่า α และ β เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ

จากนั้น ประเมินค่า NE_g ที่น้ำหนักตัว (EBW) ต่าง ๆ ของเป็ดโดยใช้สมการดังนี้ $NE_g \text{ (Mcal/kg EBG)} = \alpha \times \beta \times EBW^{(\beta-1)}$ โดยที่ค่า α และ β ได้จากสมการ allometry (Lofgreen and Garrett, 1968; ARC, 1980)

ประเมินความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโต (metabolizable energy requirement for growth, ME_g) โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่า NE_g และประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต (k_g) ดังนี้ $ME_g \text{ (kcal/kg EBG)} = NE_g / k_g$ โดยที่ค่า k_g หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต 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)] และอัตราการสะสมพลังงานในร่างกาย (RE, kcal/kg EBW^{0.75}/d) (Tedeschi et al., 2002)

ความต้องการโปรตีน

ประเมินการสะสมไนโตรเจน (nitrogen retention, NR, g/kg BW^{0.75}/d) โดยใช้ปริมาณไนโตรเจนในตัวเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (g/kg BW^{0.75}) หักลบออกจากปริมาณไนโตรเจนในตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละช่วง (g/kg BW^{0.75})

ประเมินความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (net protein requirement for maintenance, NP_m, g/kg BW^{0.75}/d) โดยใช้สมการ exponential ระหว่างปริมาณการกินไนโตรเจน (nitrogen intake, NI, g/kg BW^{0.75}/d) และปริมาณการสูญเสียไนโตรเจน (nitrogen loss, NEx, g/kg BW^{0.75}/d) โดยที่ค่า NEx หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนที่มีสูญเสียออกจากร่างกาย (NEx = NI - NR) ดังต่อไปนี้ $NEx = \alpha \times e^{(\beta \times NI)}$ โดยที่ค่า e หมายถึง ค่า Euler's number (~2.718281) ส่วนค่า α และ β เป็นค่าคงที่ของสมการ ทั้งนี้ ค่า α หมายถึง ปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียเมื่อค่า NI = 0 หรือหมายถึง ความต้องการไนโตรเจนสุทธิเพื่อการดำรงชีพแล้วคูณด้วยแฟคเตอร์ 6.25 จะได้ค่าความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

ประเมินความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (net protein requirement for growth, NP_g) หรือ โปรตีนสุทธิสำหรับการเพิ่ม EBG จำนวน 1 กิโลกรัม โดยใช้เฉพาะข้อมูลจากเปิดกลุ่มที่กินอาหารแบบเต็มทั้ง 4 ระยะ (สัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4) สำหรับใช้ในการสร้างสมการ allometry (Lofgreen and Garrett, 1968; ARC, 1980) ดังนี้ $EP = \alpha \times EBW^\beta$ โดยที่ EP หมายถึง ปริมาณโปรตีน (กิโลกรัม) และ EBW หมายถึง น้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหารในระบบทางเดินอาหารของเป็ด (กิโลกรัม) ส่วนค่า α และ β เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ

จากนั้น ประเมินค่า NP_g ที่น้ำหนักตัว (EBW) ต่าง ๆ ของเป็ดโดยใช้สมการดังนี้ $NP_g (g/kg EBW) = \alpha \times \beta \times EBW^{(\beta-1)}$ โดยที่ค่า α และ β ได้จากสมการ allometry (Lofgreen and Garrett, 1968; ARC, 1980)

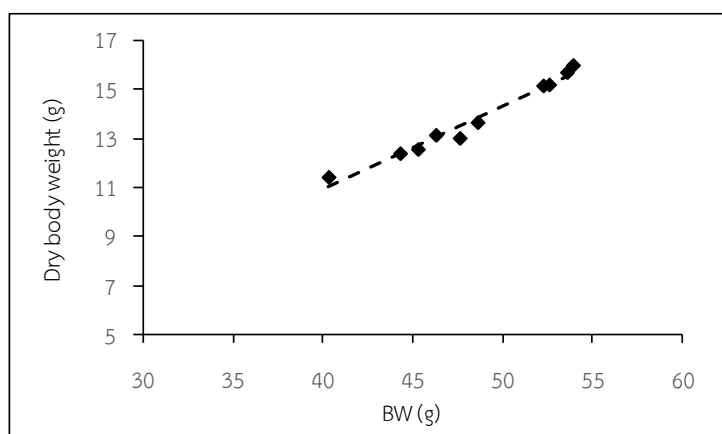
ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะทั่วไปของเปิดกลุ่มฐานและแบบจำลองทางสถิติสำหรับการทำนาย

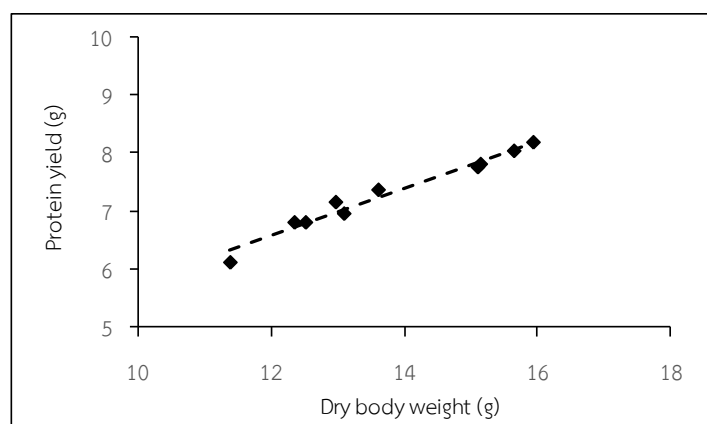
ตารางที่ 2 แสดงลักษณะทั่วไปของเปิดกลุ่มฐาน โดยมีน้ำหนักตัวเท่ากับ 48.53 กรัม มีโปรตีน ไขมัน และเถ้าคิดเป็น 52.94 40.09 และ 6.90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และมีพลังงาน 6.65 เมกะแคลอรี (Mcal) ต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวแห้ง (ภาพที่ 1) ระหว่างปริมาณโปรตีนและน้ำหนักตัวแห้ง (ภาพที่ 2) และระหว่างปริมาณพลังงานและน้ำหนักตัวแห้ง (ภาพที่ 3) เป็นสมการถดถอยอย่างง่ายที่มีค่า R² อยู่ในระดับสูงมาก ดังนั้น สามารถใช้สมการดังกล่าวในการประเมิน น้ำหนักตัวและปริมาณพลังงานและปริมาณโปรตีนของเป็ดทดลองได้

ตารางที่ 2 น้ำหนักตัวและองค์ประกอบทางเคมีของเปิดกลุ่มฐาน

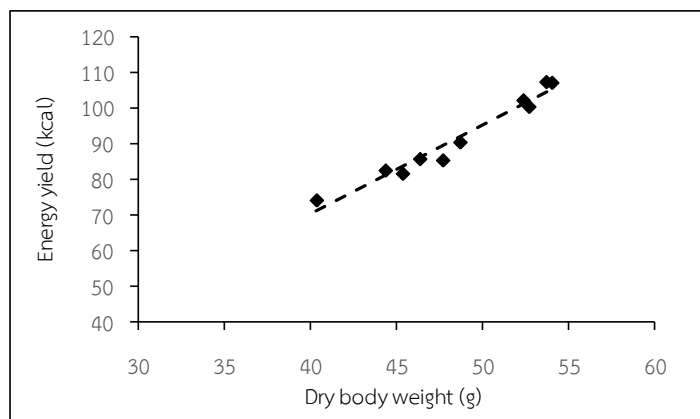
ลักษณะ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำหนักตัว (กรัม)	48.53	4.58
น้ำหนัก (DM basis)		
น้ำหนักตัว	13.77	1.57
โปรตีน (กรัม)	7.29	0.65
ไขมัน (กรัม)	5.52	0.90
เถ้า (กรัม)	0.95	0.13
ปริมาณพลังงาน (kcal)	91.57	11.78



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัว (BW) กับน้ำหนักตัวแห้ง (Dry bodyweight) เป็นสมการถดถอยอย่างง่ายดังนี้ $\text{Dry bodyweight} = 0.34 (\pm 0.02) \times \text{BW} - 2.70 (\pm 0.98) (R^2 = 0.97)$



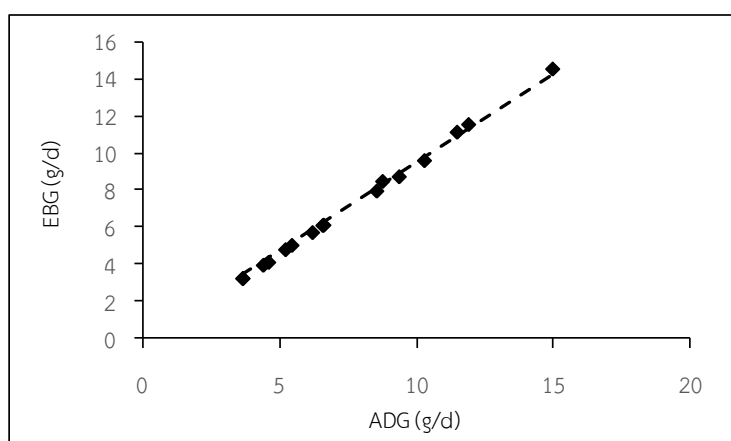
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัว (Dry bodyweight) กับปริมาณโปรตีน (Protein yield) เป็นสมการถดถอยอย่างง่ายดังนี้ $\text{Protein yield} = 0.41 (\pm 0.03) \times \text{Dry bodyweight} + 1.70 (\pm 0.35) (R^2 = 0.97)$



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัว (Dry bodyweight) กับปริมาณพลังงาน (Energy yield) เป็นสมการถดถอยอย่างง่ายดังนี้ $\text{Energy yield} = 7.46 (\pm 0.23) \times \text{Dry bodyweight} - 11.08 (\pm 3.24)$ ($R^2 = 0.99$)

สมรรถนะการผลิตของเป็ด

อัตราการเจริญเติบโต (ADG, g/d) และอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBG, kg/d) ของเป็ดกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบเต็มที่เป็นแบบสมการถดถอยอย่างง่ายดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโต (ADG) และอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBG) เป็นสมการถดถอยอย่างง่ายดังนี้ $\text{EBG} = 0.95 (\pm 0.01) \times \text{ADG}$ ($R^2 = 0.99$)

ตารางที่ 3 แสดงสมรรถนะการผลิตของเป็ดที่ได้รับอาหารในปริมาณแตกต่างกัน โดยเป็ดกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบเต็มที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด ($p < 0.05$) ถัดมาเป็นเป็ดที่มีได้รับอาหารในระดับ 80%AL และเป็ดที่ได้รับอาหารในระดับ 60%AL และ 40%AL ซึ่งเป็ด 2 กลุ่มนี้มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ระดับการจำกัดอาหารที่เพิ่มขึ้นทำให้เป็ดมีปริมาณการกินวัตถุดิบ โปรตีนและพลังงานลดลง ($p < 0.05$) ซึ่งส่งผลให้มีการสะสมพลังงานในร่างกายของเป็ดลดลงด้วย ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ระดับการจำกัดอาหารไม่ส่งผลต่ออัตราการสะสมโปรตีนในร่างกายของเป็ด ($p > 0.05$)

การทดลองนี้ใช้ตัวแทนของเป็ดแต่ละกลุ่มในการประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารสัตว์ ดังนั้น จึงไม่มีการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ โดยอาหารเป็ดมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และค่า

พลังงานใช้ประโยชน์ได้ไม่รวมพลังงานจากการสะสมไนโตรเจน (ME_n) เฉลี่ยเท่ากับ อยู่ในช่วง 3,527 kcal/kg DM และ 3,324 kcal/kg DM ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่า เมื่อเปิดโตขึ้นจะมีสะสมน้ำ โปรตีน ไขมันและเถ้าในร่างกายเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ว่าอัตราการสะสมโปรตีนจะสูงกว่าอัตราการสะสมไขมันในช่วงแรกที่เปิดมีน้ำหนักตัวจนถึงประมาณ 125 กรัม (อายุประมาณ 14 วัน) แต่เมื่อเปิดมีน้ำหนักตัวมากขึ้นอัตราการสะสมไขมันกลับสูงกว่าอัตราการสะสมโปรตีน

ตารางที่ 3 สมรรถนะการผลิต ปริมาณการกินและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารสัตว์ของเป็ดเทศกบินทร์บุรีที่ได้รับอาหารในปริมาณแตกต่างกัน

	AL	80%AL	60%AL	40%AL	SEM	p-value
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	43.87	45.78	43.13	45.63	0.42	0.2005
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม)	373.40 ^a	281.39 ^b	221.63 ^c	169.98 ^c	17.94	0.0001
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	11.77 ^a	8.41 ^b	6.38 ^c	4.44 ^c	0.65	0.0001
อัตราการสะสม						
โปรตีน (กรัม/kg $EBW^{0.75}$ /วัน)	3.73	3.76	4.01	3.64	0.10	0.0982
พลังงาน (kcal/kg $EBW^{0.75}$ /วัน)	69.15 ^a	60.60 ^b	53.98 ^b	36.13 ^c	2.19	0.0001
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	2.51	2.50	2.48	2.42	0.09	0.8761
ปริมาณการกิน (กรัม/วัน)						
วัตถุดิบแห้ง	26.91 ^a	19.72 ^b	14.98 ^c	10.39 ^d	0.72	0.0001
โปรตีน	6.94 ^a	5.08 ^b	3.86 ^c	2.68 ^d	0.18	0.0001
พลังงานใช้ประโยชน์ได้	90.69 ^a	64.08 ^b	50.86 ^c	34.07 ^d	2.42	0.0001
ME (kcal/kg DM)	3,584	3,438	3,624	3,496	-	-
ME_n (kcal/kg DM)	3,371	3,249	3,396	3,279	-	-

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

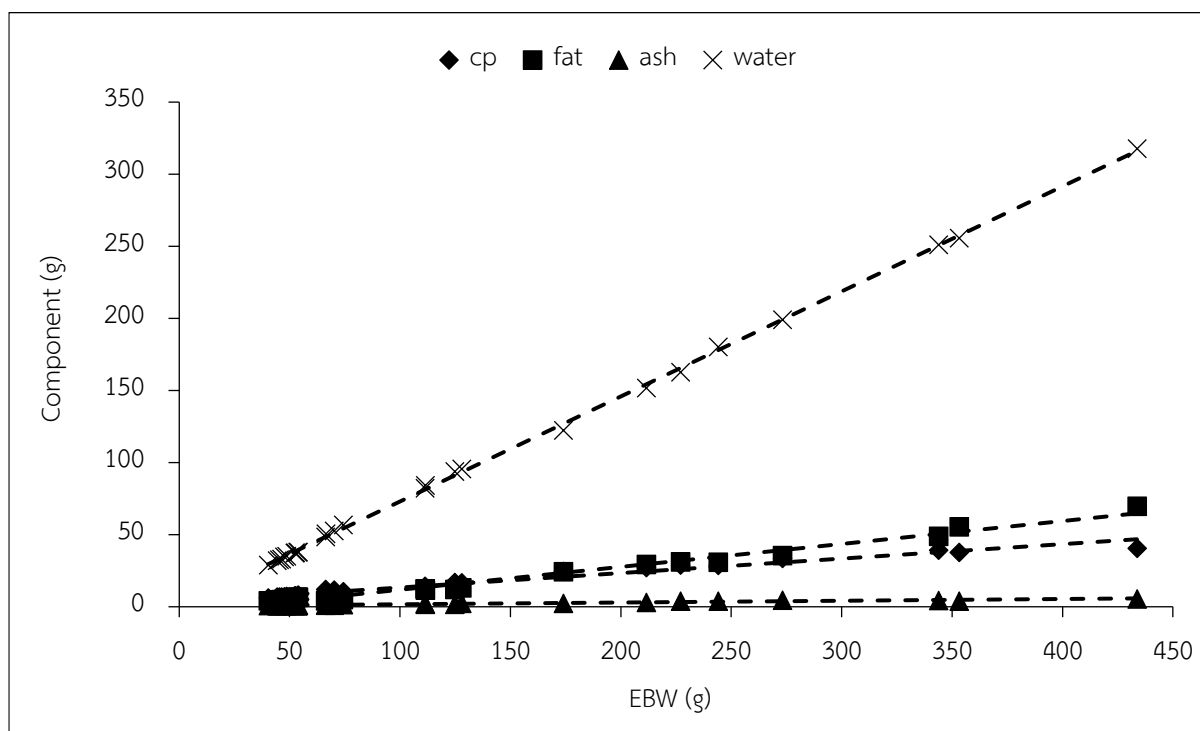
ความต้องการพลังงาน

สมการ exponential ระหว่างปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (MEI) และปริมาณการผลิตความร้อน (HP) เป็นดังนี้ $HP = 75.57 (\pm 3.05) \times e^{(0.004 (\pm 0.0001) \times MEI)}$ (ภาพที่ 6) ดังนั้น ปริมาณการผลิตความร้อนเมื่อค่า MEI = 0 หรือ ความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE_m) ของเป็ดมีค่าเท่ากับ 75.57 kcal/kg $EBW^{0.75}$ /d และเมื่อดุลสมการจนค่า HP = MEI จะได้ความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพ (ME_m) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 116.62 kcal/kg $EBW^{0.75}$ /d ดังนั้น ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (k_m) ค่าเท่ากับ 0.65

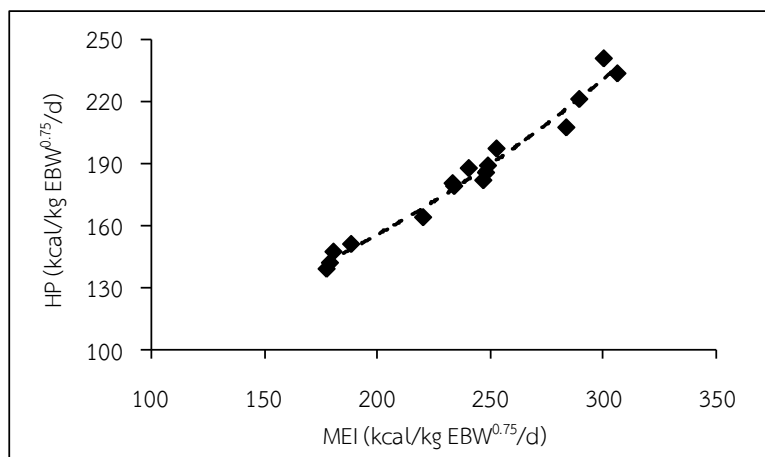
ความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพของสัตว์ปีกแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์และช่วงอายุของสัตว์ อย่างไรก็ตาม ค่าความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ ($NE_m = 75.57$ kcal/kg $EBW^{0.75}$ /d) และ ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ ($k_m = 0.65$) ของเป็ดเทศกบินทร์บุรีที่ได้จากการทดลองนี้มีค่า

ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเปิดเนื้อพันธุ์ Cherry Valley (Yang et al., 2020) ไก่เนื้อพันธุ์ Arbor Acres (Liu et al., 2017) และไก่เนื้อพันธุ์ Ross (Sakomura et al., 2005)

Yang et al. (2020) รายงานว่า เปิดเนื้อพันธุ์ Cherry Valley ที่มีอายุอยู่ในช่วง 2 – 3 สัปดาห์มีค่า NE_m และ k_m เท่ากับ 131.31 kcal/kg BW^{0.75} และ 0.88 ตามลำดับ ในขณะที่ Liu et al. (2017) รายงานว่า ไก่เนื้อพันธุ์ Arbor Acres อายุ 15 – 21 วัน มีค่า NE_m และ k_m เท่ากับ 110.42 kcal/kg BW^{0.75} และ 0.75 ตามลำดับ สำหรับไก่เนื้อพันธุ์ Ross นั้น Sakomura et al. (2005) รายงานว่า ไก่พันธุ์ Ross เพศผู้ อายุ 21 – 49 วัน ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะมีความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพแตกต่างกัน โดยไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิ 13 23 และ 32 องศาเซลเซียส มีค่า NE_m เท่ากับ 119.3 89.99 และ 96.25 kcal/kg BW^{0.75} ตามลำดับ และมีค่า k_m เท่ากับ 0.76 0.80 และ 0.76 ตามลำดับ

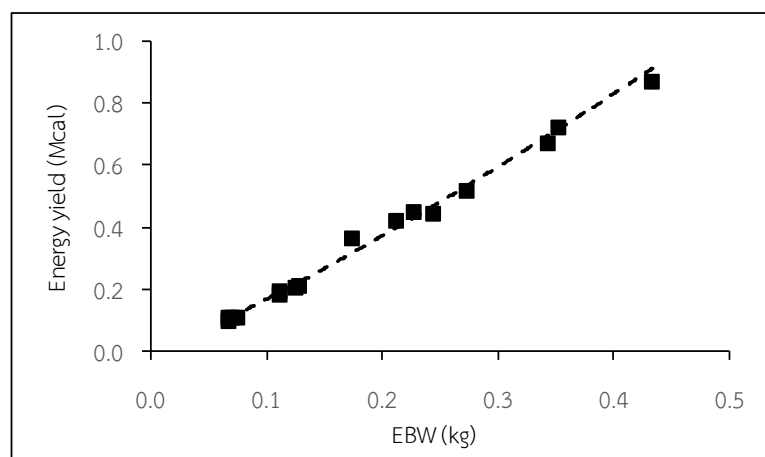


ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBW) และองค์ประกอบทางเคมีของเปิด (Component) ซึ่งประกอบด้วย น้ำ โปรตีน ไขมันและเถ้า



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (MEI) และการผลิตพลังงานความร้อน (HP) เป็นสมการเลขชี้กำลังดังนี้ $HP = 75.57 (\pm 3.05) \times e^{(0.004 (\pm 0.0001) \times MEI)}$ ($R^2 = 0.98$)

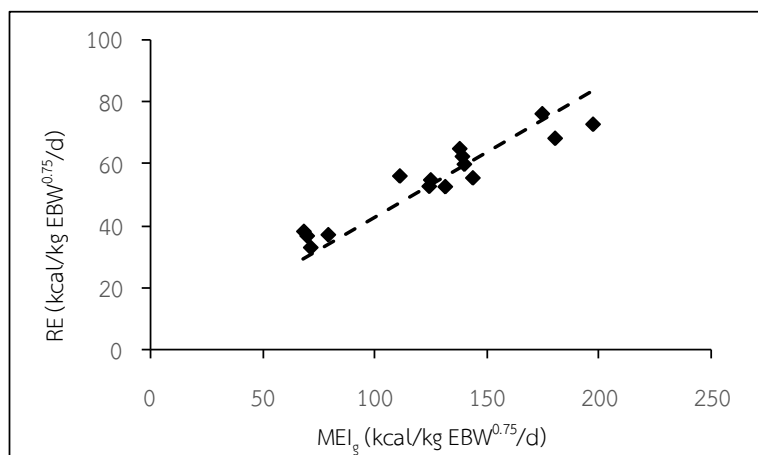
ประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE_g) หรือปริมาณพลังงานสุทธิสำหรับใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBG) 1 กิโลกรัม โดยใช้สมการ allometry ระหว่างน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBW) และปริมาณพลังงานในร่างกายของเป็ด (Energy yield) (ภาพที่ 7) ซึ่งมีค่า α และ β เท่ากับ $2.217 (\pm 0.079)$ และ $1.108 (\pm 0.028)$ ตามลำดับ ดังนั้น สามารถประเมินค่า NE_g ได้โดยใช้สมการดังนี้ $NE_g (\text{kcal/kg EBG}) = 2,457 \times EBW^{0.11}$ ดังนั้น เป็ดที่มีน้ำหนักตัว 50 - 450 กรัม มีค่า NE_g เพิ่มขึ้นตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและมีค่าอยู่ในช่วง 1.76 - 2.24 Mcal ความต้องการพลังงานส่วนใหญ่เกิดจากการสะสมไขมันซึ่งเห็นได้จากการที่อัตราการสะสมไขมันสูงกว่าอัตราการสะสมโปรตีนเมื่อเป็ดมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBW) และปริมาณพลังงาน (Energy yield) เป็นสมการเลขชี้กำลังดังนี้ $Energy\ yield = 2.217 (\pm 0.079) \times EBW^{1.108 (\pm 0.028)}$ ($R^2 = 0.99$)

ประเมินความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโตได้ดังนี้ $ME_g = NE_g/k_g$ โดยที่ค่า k_g หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโตซึ่งสามารถคำนวณได้โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโต (MEI_g) และอัตราการสะสมพลังงาน (RE) เป็นสมการถดถอยอย่างง่ายดังนี้ $RE = 0.42 (\pm 0.01) \times MEI_g$ (ภาพที่ 8) ดังนั้น ค่า k_g มีค่าเท่ากับ 0.42

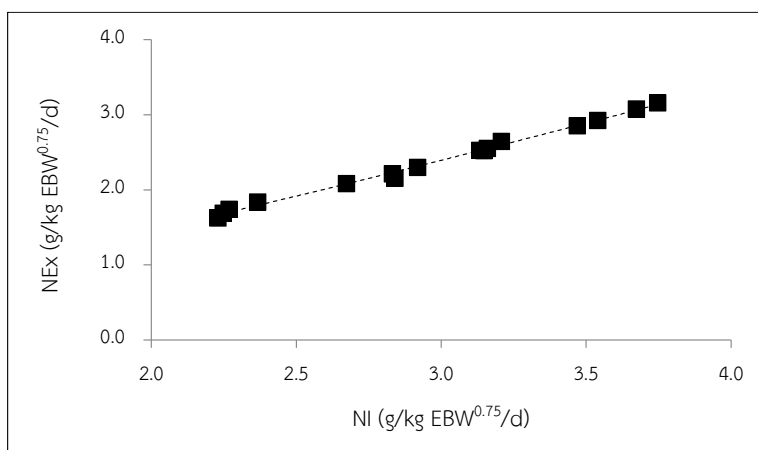
ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโตของสัตว์ปีกแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ช่วงหรือระยะของการเจริญเติบโตและคุณภาพของอาหารสัตว์ ค่า k_g ของเปิดเทศกบินทร์บุรีจากการทดลองนี้ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเปิดเนื้อและไก่เนื้อ เช่น Yang et al. (2020) รายงานว่า ค่า k_g ของเปิดเนื้อพันธุ์ Cherry Valley อายุ 2 – 3 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 0.75 สำหรับในไก่พันธุ์ Ross Sakomura et al. (2005) รายงานว่า อุณหภูมิในโรงเรือนที่แตกต่างกันทำให้ค่า k_g ของไก่เนื้อพันธุ์ Ross เพศผู้ อายุ 21 – 49 วัน แตกต่างกัน โดยไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิ 13 23 และ 32 องศาเซลเซียส มีค่า k_g เท่ากับ 0.60 0.57 และ 0.64 ตามลำดับ



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินพลังงานใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเจริญเติบโต (MEI_g) และอัตราการสะสมพลังงาน (RE) เป็นสมการถดถอยอย่างง่ายดังนี้ $RE = 0.42 (\pm 0.01) \times MEI_g$ ($R^2 = 0.98$)

ความต้องการโปรตีน

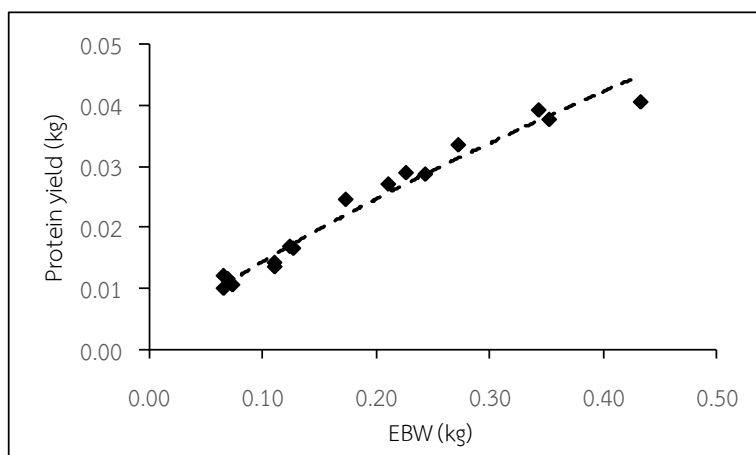
ปริมาณไนโตรเจนที่มีการขับออกเมื่อค่า $NI = 0$ มีค่าเท่ากับ $0.69 \text{ g/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$ (ภาพที่ 9) ดังนั้นค่า NP_m มีค่าเท่ากับ $4.31 \text{ g/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินไนโตรเจนที่ย่อยได้ (NI) และอัตราการสูญเสียไนโตรเจน (NEx) เป็นสมการเลขชี้กำลังดังนี้ $NEx = 0.69 (\pm 0.02) \times e^{(0.41 (\pm 0.01) \times NI)}$ ($R^2 = 0.99$)

ประเมินความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NP_g) สำหรับใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBG) 1 กิโลกรัม โดยใช้สมการ allometry ระหว่างน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBW) และ

ปริมาณโปรตีนในร่างกายของเป็ด (Protein yield) (ภาพที่ 10) ซึ่งมีค่า α และ β เท่ากับ $0.082 (\pm 0.004)$ และ $0.740 (\pm 0.034)$ ตามลำดับ ดังนั้น จะได้สมการสำหรับประเมินค่า NP_g ดังนี้ $NP_g (g/kg EBG) = 60.88 \times EBW^{0.26}$ ดังนั้น ค่า NP_g ของเป็ดที่มีน้ำหนักตัวอยู่ระหว่าง 50 - 450 กรัม ลดลงตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และมีค่าอยู่ในช่วง 135 - 76 กรัม ทั้งนี้ เกิดจากการที่อัตราการสะสมโปรตีนของเป็ดลดลงเมื่อเป็ดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นซึ่งสวนทางกับอัตราการสะสมไขมันที่เพิ่มขึ้นตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวไม่รวมเศษอาหาร (EBW) และปริมาณโปรตีน (Protein yield) เป็นสมการเลขชี้กำลังดังนี้ $Protein\ yield = 0.082 (\pm 0.004) \times EBW^{0.740 (\pm 0.034)}$ ($R^2 = 0.98$)

ความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิของเป็ดเทศกบินทร์บุรี

ตารางที่ 4 แสดงสรุปความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิของเป็ดเทศกบินทร์บุรีที่มีอายุ 0 - 28 วัน และมีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 50 - 450 กรัม ที่มีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 5 - 15 กรัมต่อวัน เช่น เป็ดที่มีน้ำหนักตัว 400 กรัม และมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 10 กรัมต่อวัน จะต้องการพลังงานสุทธิต่อวันละ 58.35 kcal และโปรตีนสุทธิต่อวันละ 2.83 กรัม

ตารางที่ 4 ความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์และโปรตีนสุทธิของเป็ดเทศกบินทร์บุรีอายุ 0 - 28 วัน ที่มีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตในระดับต่าง ๆ

BW (g) ADG (g/d)	Net energy (kcal/d)				Net protein (g/d)			
	0	5	10	15	0	5	10	15
50	7.63	16.40	25.18	33.96	0.43	1.10	1.78	2.45
100	12.83	22.30	31.77	41.24	0.72	1.28	1.85	2.41
150	17.39	27.29	37.20	47.10	0.98	1.48	1.99	2.50
200	21.58	31.80	42.02	52.24	1.21	1.68	2.15	2.62
250	25.51	35.98	46.46	56.93	1.43	1.88	2.32	2.77
300	29.24	39.93	50.62	61.31	1.64	2.07	2.49	2.91
350	32.83	43.70	54.57	65.44	1.85	2.25	2.66	3.07
400	36.29	47.32	58.35	69.37	2.04	2.43	2.83	3.22
450	39.64	50.81	61.99	73.16	2.23	2.61	2.99	3.37

สรุปผลการทดลอง

ความต้องการพลังงานสุทธิและโปรตีนสุทธิเพื่อการดำรงชีพของเป็ดเทศกบินทร์บุรี ระยะเวลา 0 – 28 วัน และมีน้ำหนักตัวอยู่ระหว่าง 50 – 450 กรัม มีค่าเท่ากับ $75.57 \text{ kcal/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$ และ $4.31 \text{ g/kg EBW}^{0.75}/\text{d}$ ตามลำดับ มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีพ (k_m) เท่ากับ 0.65 สมการสำหรับการประเมินความต้องการพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตเป็นดังนี้ $NE_g (\text{kcal/kg EBG}) = 2,457 \times \text{EBW}^{0.11}$ และความต้องการโปรตีนสุทธิเพื่อการเจริญเติบโตเป็นดังนี้ $NP_g (\text{g/kg EBG}) = 60.88 \times \text{EBW}^{0.26}$ ตามลำดับ โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (k_g) เพื่อการเจริญเติบโต (k_{pg}) เท่ากับ 0.42

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ที่อำนวยความสะดวกในด้านพันธุ์สัตว์ทดลองและด้านการวิเคราะห์ตัวอย่างทางเคมี ขอขอบคุณผู้อำนวยการ เจ้าหน้าที่ คณงาน ลูกจ้าง ของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์ปีก ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้วที่ช่วยให้การศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2550. การเลี้ยงเป็ดเทศพันธุ์กบินทร์บุรี. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กทม. 36 หน้า.
- เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์สัตว์. 2560. ฐานข้อมูลคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบ และความต้องการโภชนะ ที่แนะนำสำหรับสัตว์ปีกในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- 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.
- 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.
- Lammers, P.J., B.J. Kerr, M.S. Honeyman, K. Stalder, W.A. Dozier III, T.E. Weber, M.T. Kidd and K. Bregendahl. 2008. 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.
- Lofgreen, G. and W. Garrett. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. J. Anim. Sci. 27: 793-806.

- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. National Academy Press, Washington, DC.
- Tedeschi, L.O., C. Boin, D.G. Fox, P.R. Leme, G.F. Alleoni and D.P.D. Lanna. 2002. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. *J. Anim. Sci.* 80: 1671–1682.
- 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.
- Tedeschi, L.O., C. Boin, D.G. Fox, P.R. Leme, G.F. Alleoni, D.P.d. Lanna. 2002. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. *J. Anim. Sci.* 80: 1671-1682.
- Yang, T., L. Yu, M. Wen, H. Zhao, X. Chen, G. Liu, G. Tian, J. Cai and G. Jia. 2020. Modeling net energy requirements of 2 to 3-week-old Cherry Valley ducks. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 33: 1624-1632.