แก่นเกษตร
KHON KAEN AGRICULTURE
JOURNAL KAJ

ผลของการใช้หนอนแมลงวันลายป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูปต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of black soldier fly larvae meal (*Hermitia illucens* L.) replacing commercial feed on egg production performance and egg quality of laying Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*)

ภาคภูมิ ซอหนองบัว[1]*, ธีรเจต สายธนู[1] และ สุวิทย์ ทิพอุเทน[1]

Pakpoom Sawnongbua[1]*, Teerajet Saithanoo[1] and Suwit Thip-uten[1]

[1] สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

[1] Department of Animal Science, Faculty of Agricultural, Sakon Nakhon Rajabhat University

* Corresponding author: Pakpoom@snru.ac.th

บทคัดย่อ: การศึกษาการใช้หนอนหนอนแมลงวันลายป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูปต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น อายุ 7 – 16 สัปดาห์ จำนวน 192 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 12 ตัว แบ่งทรีทเมนต์ตามระดับการใช้หนอนแมลงวันลายป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูป 4 ระดับ คือทดแทนร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ผลการทดลองพบว่า ผลผลิตไข่ น้ำหนักมวลไข่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนาของเปลือกไข่ และความแข็งของเปลือกไข่ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และพบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (FCR) และต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ไข่ 1 กิโลกรัม) และคุณภาพของไข่ขาวในกลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 4 ดีที่สุด (P<0.05) ดังนั้นจึงสามารถใช้หนอนแมลงวันลายป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูปได้ร้อยละ 4 ในอาหารนกกระทาญี่ปุ่น
คำสำคัญ: นกกระทาญี่ปุ่นไข่; หนอนแมลงวันลายป่น; สมรรถภาพการผลิตไข่; คุณภาพไข่

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effect of Black soldier fly larvae meal (BSFLM) on egg production performance and egg quality in laying Japanese quail during 7-16 weeks of age. A total of 192 laying Japanese quails which were divided into 4 treatment groups. Each treatment consisted of four replicates of ten birds. The dietary treatments were control diet (0% BSFLM) and replacement of BSFLM with commercial feed at 2, 3 and 4% respectively. The results showed that hen day production, egg production, egg weight, egg mass, specific gravity, eggshell thickness, eggshell hardness were not statistically different (P>0.05). Feed conversion ratio, feed cost (baht/1kg egg), albumen height and Haugh unit when replacement of BSFLM with commercial feed at 4% had the highest level (P<0.05). In conclusion, replacing with BSFLM at 4 percent could replace commercial feed in the diet of laying Japanese quail.
Keywords: laying Japanese quail; black soldier fly larvae meal; egg production performance; egg quality

บทนำ

นกกระทาญี่ปุ่น (Japanese quail; *Coturnix coturnix japonica*) เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้น ให้ผลตอบแทนเร็วกว่าสัตว์ชนิดอื่น (ศิริพันธ์, 2541) ให้ผลผลิตได้ทั้งเนื้อและไข่ โดยนกกระทาเพศเมียให้ผลผลิตไข่เมื่ออายุ 6 สัปดาห์ ส่วนลูกนกกระทาเพศผู้สามารถนำมาเลี้ยงขุนจำหน่ายเป็นเนื้อได้ (Martin et al., 1998) ซึ่งในการเลี้ยงนกกระทาญี่ปุ่นนั้น ต้นทุนร้อยละ 65 - 70 เป็นต้นทุนค่าอาหาร โดยเฉพาะอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่มีราคาสูง ดังนั้นเพื่อเป็นการหาแหล่งวัตถุดิบอาหารโปรตีนทดแทนแหล่งวัตถุดิบชนิดเดิม โดยการใช้แมลงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ การใช้แมลง ซึ่งตามปกติแมลงเป็นอาหารตามธรรมชาติของสัตว์ปีก (Bovera et al., 2015) แมลงมีโปรตีนระหว่าง 42-63% และมีปริมาณไขมัน แร่ธาตุ และวิตามินสูง (Makkar et al., 2014)

แมลงวันลาย (*Hermetia illucens* L.) เป็นแมลงที่มีประโยชน์ ช่วยลดปริมาณขยะอินทรีย์ และมีความสามารถเปลี่ยนขยะอินทรีย์เป็นโปรตีนและไขมันได้ดี ทำให้มีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะแก่การนำมาเลี้ยงสัตว์ (กุลชาติ และ ทัศนีย์, 2553) หนอนแมลงวันลายมีโปรตีน 42%, ไขมัน 35%, พลังงานการใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลลอรี่ต่อกิโลกรัม รวมทั้งมีกรดอะมิโนและแร่ธาตุอื่นๆ อยู่สูง (Sprangher et al., 2017; De Marco et al., 2015) หนอนแมลงวันลายระยะก่อนเข้าดักแด้ (prepupae) เป็นระยะที่ตัวหนอนจะออกมากินอาหารก่อนเข้าดักแด้ ทำให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวตัวหนอนเพื่อนำมาเป็นอาหารสัตว์ ทั้งนี้มีการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการใช้หนอนแมลงวันลายในอาหารไก่เนื้อและไก่ไข่ (Makkar et al., 2014; Dahiru et al., 2016; Park et al., 2017) พบว่าเมื่อนำหนอนแมลงวันลายไปเลี้ยงลูกไก่ พบว่าลูกไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติเสริมด้วยตัวหนอนแมลงวันลายแห้งน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 96 มากกว่าลูกไก่ที่เลี้ยงด้วยถั่วเหลืองผสมไขมัน (Newton et al., 2005) หากแต่ยังไม่พบรายงานการวิจัยการใช้หนอนแมลงวันลายในนกกระทา ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้หนอนแมลงวันลายทดแทนอาหารสำเร็จรูปต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองเลี้ยงนกกระทาไข่ที่โรงเรือนสาธิตและวิจัยการผลิตสัตว์ปีก ฟาร์มสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยเริ่มเลี้ยงนกกระทาสาวที่อายุ 5 สัปดาห์ ด้วยอาหารพื้นฐาน (อาหารสำเร็จรูปทางการค้า ราคา 15.33 บาทต่อกิโลกรัม) จำนวน 192 ตัว เลี้ยงบนกรงขนาด 80 x 20 x 10 เซนติเมตร กรงละ 12 ตัว ภายในโรงเรือนระบบเปิด เมื่อนกกระทาไข่ อายุ 7 สัปดาห์ ทำการสุ่มนกกระทาไข่เข้าสู่แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomize design: CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ทรีทเมนต์ แต่ละทรีทเมนต์ประกอบด้วย 4 ซ้ำ ๆ ละ 12 ตัว โดยมีทรีทเมนต์ที่ต้องศึกษา ดังนี้ ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารสำเร็จรูป, ทรีทเมนต์ที่ 2 หนอนแมลงวันลายป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูปร้อยละ 2, ทรีทเมนต์ที่ 3 หนอนแมลงวันลายป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูปร้อยละ 3 และทรีทเมนต์ที่ 4 หนอนแมลงวันลายป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูปร้อยละ 4

ขั้นตอนการเตรียมหนอนแมลงวันลายป่น โดยนำหนอนแมลงวันลายสดจำนวน 3,000 กรัม นำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง จะได้หนอนแมลงวันลายแห้งจำนวน 1,350 กรัม หลังจากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบดแบบโพลเวอร์ไรเซอร์ ให้มีอนุภาค 2 มิลลิเมตร จะได้น้ำหนักหนอนแมลงวันลายละเอียด 1,200 กรัม

บันทึกสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาไข่ตั้งแต่อายุ 7 สัปดาห์ จนถึง 16 สัปดาห์ (รวม 10 สัปดาห์) สมรรถภาพการผลิตได้แก่ 1) ผลผลิตไข่ (hen day production) = (จำนวนไข่ที่ผลิตได้ทั้งหมด / จำนวนนกกระทาในแต่ละวัน) x 100 2) น้ำหนักไข่ (egg weight) = น้ำหนักไข่ที่ผลิตได้ทั้งหมด / จำนวนไข่ที่ผลิตได้ทั้งหมด 3) มวลไข่ (egg mass) = (น้ำหนักไข่ x ผลผลิตไข่) / 100 4) ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake) = ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) 5) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (feed conversion ratio: FCR) = ปริมาณอาหารที่กิน / มวลไข่ 6) จำนวนไข่ (number of egg) = (28 วัน x ผลผลิตไข่) / 100 ในส่วนของการศึกษาคุณภาพไข่นกกระทา (egg quality characteristics) ตามวิธีของ Al-Qazzaz et al. (2016) ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 2 สัปดาห์ของการเลี้ยง (ใน 2 วันสุดท้ายของสัปดาห์ที่ 2) โดยทำการสุ่มไข่จำนวน 3 ฟองต่อซ้ำ นำไปเก็บไว้ในตู้เย็น (อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก ด้วยตาชั่งดิจิตอล บันทึกเป็นน้ำหนักไข่ (egg weight) หลังจากนั้นตอกไข่โดยแยกเปลือกไข่ออกจากกันบริเวณกลางฟองไข่ ไข่แดงและไข่ขาวนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วทำการวัดความสูงของไข่ขาว (albumen height) ด้วยสเกลเวอร์เนียร์ (Vernier Caliper) จากนั้นแยกไข่แดงออกจากไข่ขาวแล้วชั่งน้ำหนัก บันทึกเป็น น้ำหนักไข่แดง (yolk weight) และน้ำหนักไข่ขาว (albumin weight) ส่วนเปลือกไข่นำไปล้างน้ำให้สะอาด อบแห้งที่อุณภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก บันทึกเป็น น้ำหนักเปลือกไข่ (shell weight) และวัดความหนาเปลือกไข่ (3 จุด) ด้วยดิจิตอลไมโครมิเตอร์ บันทึกเป็นความหนาเปลือกไข่ (shell thickness) ส่วนคุณภาพของไข่ขาว (Haugh unit) คำนวณได้จากสูตรตามวิธีการของ Oluyemi and Roberts (1979) ดังนี้ Haugh unit (HU) = 100 log (H + 7.57 - 1.7 $W^{0.37}$) ขณะที่ H = ความสูงของไข่ขาว และ W = น้ำหนักไข่ การวัดสีไข่แดง (yolk color) โดยใช้เครื่องวัดสี (MiniScan EZ HunterLab) และค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) โดยการลอยไข่ในน้ำเกลือ (Thompson and Hamilton, 1982) นำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่นกกระทา มาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบ

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้จากแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's news Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SAS V.9.0 (SAS, 2002)

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหนอนแมลงวันลายป่น พบว่ามีค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ไขมันรวม เถ้า เยื่อใยหยาบ เท่ากับ 94.36, 40.32, 31.65, 12.50 และ 20.12% และมีพลังงานรวม 5,346 Kg/Kcal สอดคล้อง Newton et al., (2005) ที่รายงานว่าหนอนแมลงวันลายมีค่า โปรตีนหยาบ ไขมันรวม และเยื่อใยหยาบ เท่ากับ 40.15, 28.00 และ 9.13% ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นที่ใช้เลี้ยงนกกระทา มีค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ ไขมันรวม เถ้า เยื่อใยหยาบ เท่ากับ 93.36, 20.12, 31.65, 10.46 และ 5.10% และมีพลังงานรวม 2,987 kg/kcal สอดคล้องกับ NRC (1994) ที่แนะนำว่าอาหารนกกระทาระยะไข่ควรมีโปรตีนหยาบ 20% และพลังงานรวม 2,900 Kg/Kcal ในอาหารทดลองครั้งนี้ใช้หนอนแมลงวันป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูปที่ระดับร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 พบว่ามีโปรตีนหยาบเท่ากับ 20.12, 20.52, 20.73 และ 20.93% ตามลำดับ

สมรรถนะการผลิตไข่ของนกกระทาญี่ปุ่นที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูปในระดับที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 ในระยะ 7 – 16 สัปดาห์ พบว่า ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และมวลไข่ ของนกกระทาในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงใน **Table 1** สอดคล้องกับ สายชล และวรพงษ์ (2561) ที่ใช้หนอนนกป่นในสูตรอาหารนกกระทาที่ระดับร้อยละ 0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 พบว่า ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และมวลไข่ ของนกกระทาในทุกกลุ่มการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ส่วนปริมาณการกินอาหารของนกกระทากลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 3 และ 4 สูงกว่า (P<0.05) กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 0 และ 2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (FCR) ของนกกระทากลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 3 และ 4 ต่ำกว่า (P<0.05) กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 0 และ 2 เนื่องจากการทดแทนหนอนแมลงวันลายป่นทำให้โปรตีนหยาบในอาหารเพิ่มสูงขึ้น จึงส่งผลให้ FCR ของกลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 3 และ 4 มีค่าดีที่สุด สอดคล้องกับ Yakout et al. (2004) ที่รายงานว่า FCR จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อระดับโปรตีนหยาบในอาหารเพิ่มสูงขึ้น ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ไข่ 1 กิโลกรัม) ของนกกระทากลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 4 ต่ำกว่า (P<0.01) กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 0

คุณภาพไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น ได้แก่ น้ำหนักไข่ ดัชนีรูปร่างไข่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนาของเปลือกไข่ ความแข็งของเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ ความเป็นกรดด่างของไข่แดง และน้ำหนักไข่ขาว ของนกกระทาในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) น้ำหนักไข่แดง ของนกกระทากลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 3 มีค่าสูงกว่า (P<0.05) กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 0, 2 และ 4 ดังแสดงใน **Table 2** เนื่องจากหนอนแมลงวันลายมีโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่สูง จึงส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักไข่แดง (Shafer et al., 1998) ความสูงไข่ขาวและคุณภาพของไข่ขาว (Haugh unit) ของนกกระทากลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 4 มีค่าสูงกว่า (P<0.05) กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายป่นที่ระดับร้อยละ 0, 2 และ 3 สอดคล้องกับ Park et al., (2017) ที่ใช้หนอนแมลงวันลายป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ ที่ระดับร้อยละ 0, 3.5, 5.0 และ 6.5 พบว่าค่าคุณภาพของไข่ขาว (Haugh unit) จะเพิ่มขึ้น (P<0.05) ตามระดับการใช้หนอนแมลงวันลายป่นที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร คือมีค่าเท่ากับร้อยละ 87.5, 90.7, 92.6 และ 93.0 ตามลำดับ

Table 1 Effect of black soldier fly larvae meal replacing commercial feed on egg production of laying Japanese quail

Parameter	Black soldier fly larvae meal (%)				SEM	P-value
	0	2	3	4		
hen day production (%)	88.34	89.96	89.23	89.56	0.77	0.52
Egg weight (g)	11.43	11.44	11.84	11.57	0.27	0.69
Egg mass	9.79	9.98	9.96	9.94	0.12	0.67
Feed intake (g/b/d)	28.16^{a}	27.69^{a}	26.94^{b}	26.82^{b}	0.24	0.01
FCR (kg feed/kg egg)	2.87^{a}	2.78^{a}	2.70^{b}	2.70^{b}	0.04	0.03
Feed cost (Baht/egg)	0.50^{a}	0.47^{ab}	0.47^{ab}	0.45^{b}	0.01	0.04
Feed cost (Baht/1kg egg)	44.09^{a}	41.69^{b}	40.06^{b}	39.51^{c}	0.60	0.01

[a,b,c] = Mean with different letters differ significantly (P<0.05)

Table 2 Effect of black soldier fly larvae meal replacing commercial feed on egg quality of laying Japanese quail

Parameter	Black soldier fly larvae meal (%)				SEM	P-value
	0	2	3	4		
Shape index (%)	79.52	76.35	78.45	78.86	1.84	0.66
Specific gravity	1.12	1.12	1.11	1.11	0.00	0.13
Eggshell thickness (mm)	0.31	0.30	0.35	0.39	0.00	0.31
Eggshell hardness (N)	11.34	11.04	11.10	11.30	0.68	0.99
Eggshell weight (g)	0.96	0.95	0.65	0.95	0.03	0.99
Yolk weight (g)	3.38[b]	3.66[ab]	3.90[a]	3.67[ab]	0.11	0.03
pH						
Yolk	5.90	5.92	5.94	5.87	0.03	0.41
Albumen	8.87[b]	8.94[a]	8.89[ab]	8.94[a]	0.02	0.05
Yolk colour						
Lightness (L*)	55.27	55.40	56.11	55.21	0.60	0.69
Redness (a*)	14.45[a]	12.95[b]	13.19[b]	13.43[b]	0.33	0.03
Yellowness (b*)	53.14[b]	52.91[b]	53.29[b]	54.94[a]	0.48	0.04
Albumen weight (g)	6.93	6.87	7.12	6.95	0.25	0.91
Albumen height (mm)	3.21[b]	3.17[b]	3.22[b]	3.77[a]	0.11	0.04
Haugh unit (%)	81.68[b]	81.35[b]	81.57[b]	85.21[a]	0.66	0.03

[a,b,c] = Mean with different letters differ significantly (P<0.05)

ค่าความสว่างของไข่แดง (lightness, L*) ของนกกระทาในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ค่าความเป็นสีแดงของไข่แดง (redness, a*) ของกลุ่มควบคุมสูงกว่า (P<0.05) กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายระดับร้อยละ 2, 3 และ 4 เนื่องจากในอาหารสำเร็จรูปทางการค้ามีการเติมสารสีช่วยเพิ่มสีให้ไข่แดง และการทดแทนหนอนแมลงวันลายป่นในอาหารซึ่งเป็นวัตถุดิบจากสัตว์ที่มีปริมาณแคโรทีน (carotene) และแซนโทฟิล (xanthophyll) ต่ำกว่าวัตถุดิบจากพืช จึงส่งผลให้ค่าความเป็นสีแดงของไข่แดงลดลง (Al-Qazzaz et al., 2016) ส่วนค่าความเป็นสีเหลืองของไข่แดง (yellowness, b*) ของกลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายที่ระดับร้อยละ 4 สูงกว่า (P<0.05) กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายระดับร้อยละ 0, 2 และ 3

สรุป

สามารถใช้หนอนแมลงวันลายป่นทดแทนอาหารสำเร็จรูปได้ที่ระดับร้อยละ 4 โดยมีสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ คือ ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ มวลไข่ น้ำหนักไข่ ดัชนีรูปร่างไข่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนาของเปลือกไข่ ความแข็งของเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และยังพบว่ามี อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ และต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ไข่ 1 กิโลกรัม) ความสูงไข่ขาว และคุณภาพของไข่ขาว ดีที่สุดอีกด้วย

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยอำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ที่สนับสนุนหนอนแมลงวันลายในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เอกสารอ้างอิง

กุลชาติ บูรณะ และทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2553. การแพร่กระจาย การเพาะเลี้ยง และคุณค่าทางโภชนะของแมลงวันลาย (Hermetia illucens L.). น. 603-609. ใน: การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11 วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2553. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ศิริพันธ์ โมราถบ. 2541. นกกระทาสัตว์เลี้ยงตัวเล็กน่ารัก. ว. เกษตรใหม่สีสันชีวิตไทย. 3 (17): 41-48.

สายชล เลิศสุวรรณ และวรพงษ์ นลินานนท์. 2561. ผลของการใช้หนอนนกป่นในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น. 2561. แก่นเกษตร 46. ฉบับพิเศษ 1: 566-570.

Al-Qazzaz, M.F.A., D. Ismail, H. Akit, and L.H. Idris. 2016. Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. R. Bras. Zootec. 45: 518-523.

Bovera, F., G. Piccolo, L. Gasco, S. Marono, R. Loponte, G. Vassalotti, V. Mastellone, P.lombardi, Y.A. Attia, and A. Nizza. 2015. Yellow mealworm larvae (Tenebrio molitor, L.) as a possible alternative to soybean meal in broiler diets. Brit. Poult. Sci. 56: 569-575.

Dahiru, S. J., B. K. Azhar and B. S. Anjas Asmara. 2016. Performance of spring chicken fed different inclusion level of larvae meal. Entomol Ornithol Herpetol. 5: 1-4.

De Marco, M., S. Martinez, F. Madrid, F. Gai, L. Rotolo and A. Kovitvadhi. 2015. Nutritional value of two insect larval meals (Tenebriomolitor and Hermetiallucens) of broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. Animal Feed Science and Technology. 209: 211-218.

Makkar, H.P.S., G. Tran, V. Heuze and P. Ankers. 2014. State of the art on use of insects as animal feed. Anim. Feed Sci. Technol. 197: 1-33.

Martin, F.W., A.G. Martin-Davis and A. Maffioli. 1998. Quail: an egg & meat production system. Available: https://goo.gl/ANsJ75. Accessed Aug. 18, 2020.

National Research Council. 1994. Nutrition Requirements of Poultry. 9th ed., National Academies Press, Washington, D.C.

Newton, L., D. C. Sheppard, D. W. Watson, G. Burtle and R. Dove. 2005. Using of black soldier fly, Hermetia illucens, as a value added tool for the management of swine manure. The animal and poultry waste management center. North Carolina University.

Oluyemi, J.A., and F.A. Roberts. 1979. Poultry production in warm wet climate. Macmillan press Ltd. London.

Park, B. S., K. H. UM, W. K. Choi and S. O. Park. 2017. Effect of feeding black soldier fly pupa meal in the diet on egg production, egg quality, blood lipid profiles and faecal bacteria in laying hens. Europ. Poult. Sci. 81: 1-12.

Shafer, D. J., J. B. Carey, J. F. Prochaska and A. R. Sams. 1998. Dietary methionine intake effects on egg component yield, composition, functionality and texture profile analysis. Poult. Sci. 77: 1056–1062.

Spranghers, T, M. Ottoboni, C. Klootwijk, A. Ovyn, S. Deboosere, B. De Meulenaer and S. De Smet. 2017. Nutritional composition of black soldier fly (Hermetiaillucens) prepupae reared on different organic wase substrates. J. Sci. Food Agric. 97: 2594-2600.

Thompson, B. K. and R. M. G. Hamilton. 1982. Comparison of the precision and accuracy of flotation andarachimeds methods for measuring the specific gravity of egg. Poultry Sci. 61:1599-1605.

Yakout, H. M., M. E. Omara, Y. Marie and R. A. Hassan. 2004. Effect of incorporating growth promoters and different dietary protein level into Mandarah hens layer's diets. Egypt. Poult. Sci. J. 24: 977-994.