



อิทธิพลของแหล่งโปรตีนทดแทนจากหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens*)
ต่อลักษณะการให้ผลผลิตและการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่
ในไก่ไข่พันธุ์การค้าที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด

Effect of dietary protein source from Black soldier fly (*Hermetia illucens*)
on productive traits and sensory evaluation of chicken egg
in commercial laying hens raised in opened-house

ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ

สุภาพร พาเจริญ

นันทิญา พันธุ์เทศ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา

งบประมาณกองทุนส่งเสริมงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565

เดือน กันยายน 2565



อิทธิพลของแหล่งโปรตีนทดแทนจากหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens*)
ต่อลักษณะการให้ผลผลิตและการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่
ในไก่ไข่พันธุ์การค้าที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด

Effect of dietary protein source from Black soldier fly (*Hermetia illucens*)
on productive traits and sensory evaluation of chicken egg
in commercial laying hens raised in opened-house

ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ

สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

สุภาพร พาเจริญ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

นันทิญา พันธุ์เทศ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา

เงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565

เดือน กันยายน 2565



Effect of dietary protein source from Black soldier fly (*Hermetia illucens*)
on productive traits and sensory evaluation of chicken egg
in commercial laying hens raised in opened-house

Teerapong Jaichansukkit

Supaporn Pajareon

Nantiya Panted

THIS RESEARCH SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF RESEARCH PROJECT

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY AND AGO-INDUSTRY

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY SUVARNABHUMI

PHARANAKHON SI AYTTHAYA HUNTRA CAMPUS

SEPTEMBER 2022

ชื่อเรื่อง	อิทธิพลของแหล่งโปรตีนทดแทนจากหนอนแมลงวันลาย (<i>Hermetia illucens</i>) ต่อลักษณะการให้ผลผลิตและการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่ในไก่ไข่พันธุ์การคำที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด
ผู้วิจัย	ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร สุภาพร พาเจริญ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร นันทิญา พันธุ์เทศ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
แหล่งทุน	เงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย
พ.ศ.	2565

บทคัดย่อ

หนอนแมลงวันลายมีระดับโปรตีนสูงจึงมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนในอาหารสัตว์ ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้หนอนแมลงวันลายในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพไข่ และศึกษาผลของการใช้หนอนแมลงวันลายในอาหารไก่ไข่ต่อคะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ในไก่ไข่ที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด โดยใช้ไข่จำนวน 100 ตัว ที่จำแนกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 25 ตัว โดยสุ่มไข่เข้าทดสอบในอาหาร 4 สูตร คือ อาหารที่ใช้ปลาป่น (FSH) อาหารที่ใช้กากถั่วเหลือง (SOY) อาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองร่วมกับหนอนแมลงวันลายร้อยละ 2 (BS2) และ อาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองร่วมกับหนอนแมลงวันลายร้อยละ 5 (BS5) ระยะเวลาการศึกษา 8 สัปดาห์ แผนการทดลองแบบ 4x8 factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ผลการศึกษาพบว่า สูตรอาหารมีผลต่อลักษณะน้ำหนักไข่ สีเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ ค่าความสดใหม่ และ สีไข่แดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไข่ไก่จากไก่ไข่ที่กินอาหารที่มีหนอนแมลงวันลายเป็นส่วนประกอบมีคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสดีกว่าไข่ไก่จากไก่ไข่ที่กินอาหารชนิดอื่นในบางลักษณะ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ ไข่ไก่จากไก่ไข่ที่กินอาหารที่มีหนอนแมลงวันลายเป็นส่วนประกอบ ยังมีคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับอาหารที่มีปลาป่นและกากถั่วเหลือง ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าหนอนแมลงวันลายสามารถนำมาใช้เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนในอาหารไก่ไข่ได้

คำสำคัญ : แหล่งโปรตีน หนอนแมลงวันลาย ไก่ไข่

Title	Effect of dietary protein source from Black soldier fly (<i>Hermetia illucens</i>) on productive traits and sensory evaluation of chicken egg in commercial laying hens raised in opened-house
Researcher	Teerapong Jaichansukkit Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry Supaporn Pajareon Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry Nantiya Panted Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry
Source of Fund	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
Year	2022

Abstract

The high protein content of black fly larvae could replace alternative sources of protein in animal feed. Therefore, the purpose of this study was to study the effect of the use of black soldier fly larvae in laying hen diet on egg quality and to study the effect of utilization of black soldier fly larvae in laying hen diet on sensory properties of eggs in laying hens raised in open houses. One hundred laying hens classified into 4 groups by 25 hens. Laying hens were randomly tested in 4 diets: fish meal (FSH), soybean meal (SOY), soybean meal and 2% of black soldier fly larvae (BS2) and soybean meal and 5% of black soldier fly larvae (BS5). Study duration is 8 weeks. The 4x8 factorial in CRD experiment was used and mean difference comparison by Duncan method. The results showed that feed type effected on total weight, eggshell color, eggshell thickness, albumin weight, yolk weight, eggshell weight, Haugh unit and yolk color was statistically significant. Broiled eggs from laying hens fed with a diet containing black soldier fly larvae had better sensory property scores than those fed laying hens fed with other diets ($P<0.01$). In addition, broiled eggs from laying hens fed with a diet containing black soldier fly larvae had no statistically significantly from sensory property scores than those fed with fish meal and soybean meal. The results of this study indicated that the black soldier fly larvae can be used as a protein substitute in laying hen diets.

Keywords : Protein source, black soldier fly larvae, laying hen

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย เริ่มจากในปี พ.ศ. 2563 คณะผู้วิจัยได้ประสานไปยัง ศ.ดร.อานัฐ ตันโช อาจารย์ประจำสาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร และดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาไส้เดือนดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ เพื่อให้คณะผู้วิจัยได้เข้าศึกษาดูงานการเลี้ยงหนอนแมลงวันลาย และแลกเปลี่ยนแนวคิดทางทฤษฎีและประสบการณ์ถึงความเป็นไปได้ในการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายในพื้นที่ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังได้รับความอนุเคราะห์หนอนแมลงวันลายจากผู้ผลิตที่เป็นบริษัทเอกชน และได้รับความอนุเคราะห์จากโครงการผลิตภัณฑ์จากหนอนแมลงวันลาย บ้านโนนศาลา จ.สกลนคร ซึ่งเป็นโครงการในความร่วมมือระหว่างชุมชนและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จ.สกลนคร ที่ได้แลกเปลี่ยนแนวคิดการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายด้วยขยะอินทรีย์ ต่อมาในปี พ.ศ.2565 ทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินงานวิจัยโดยใช้แนวทางการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายเพื่อการผลิตสัตว์ปศุสัตว์ โดยในกรณีของงานวิจัยนี้ได้ใช้หนอนแมลงวันลายเป็นวัตถุดิบทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารไก่ไข่ ซึ่งเป็นการต่อยอดงานวิจัยเดิม และยังถูกใช้เป็นวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาโทอีกด้วย

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงหนอนแมลงวันลายในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น สกลนคร และกรุงเทพฯ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ แก่คณะผู้วิจัยจนกระทั่งงานวิจัยเสร็จสิ้น และขอขอบคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาสัตวศาสตร์ และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่ให้คำแนะนำงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ

สุภาพร พาเจริญ

นันทิญา พันธุ์เทศ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	1
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	2
กิตติกรรมประกาศ	3
สารบัญ	4
สารบัญตาราง	5
สารบัญภาพประกอบ	6
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	7
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	8
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ	10
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย	12
3.3 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	13
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 ผลการวิเคราะห์และอภิปรายผล	14
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	16
5.2 ข้อเสนอแนะ	16
บรรณานุกรม	17
ภาคผนวก	
ก ภาพการดำเนินงาน	19
ข ชุดคำสั่งในการวิเคราะห์ข้อมูล	20
ประวัตินักวิจัย	22

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. Chemical nutritional of <i>H. illucens</i> larvae meal	16
2. Feed formulation for laying hens	17
3. Sensory parameters of the egg sensory evaluation	21
4. Descriptive statistics for studied traits	23
5. Probability value for fixed factors and their interactions	24
6. Least squares means (LSM) and standard errors (SE) of various feed types for the studied traits	24
7. Least squares means (LSM) and standard errors (SE) of tests for the studied traits	27
8. Sensory properties in albumin egg and egg yolk in different feed types	29

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1. Trend of studied traits in different weeks	28
2. Spider web for sensory properties by different feed types	30

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ความต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์จากสัตว์ยังคงมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (OECD/FAO, 2018) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไข่ไก่ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนระดับสูงที่หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง และสามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง (Miranda *et al.*, 2015; Secci *et al.*, 2018) จึงทำให้ผู้ผลิตในภาคธุรกิจยังคงให้ความสนใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไข่ไก่เป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม ในภาคธุรกิจนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงต้นทุนการผลิต ปริมาณผลผลิต และผลกำไรที่จะเกิดขึ้นอีกด้วย (Bryden *et al.*, 2021) เนื่องจากต้นทุนการผลิตไข่ไก่ทั้งหมดคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารถึง 60 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตสัตว์ทั้งหมด (Mohammed *et al.*, 2016; Barragan-Fonseca *et al.*, 2017) ทั้งนี้ องค์ประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ที่นิยมใช้พิจารณา คือ แหล่งโปรตีนในอาหาร ซึ่งแหล่งโปรตีนนั้นอาจได้มาจากพืชหรือสัตว์ เช่น ปลาป่น และกากถั่วเหลือง เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ต้นทุนค่าอาหารในปัจจุบันนี้มีราคาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการจำกัดปริมาณการจับปลาในทะเล จึงส่งผลทำให้ปริมาณและคุณภาพของปลาป่นลดลง เนื่องจากปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนหลักที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารสัตว์ (Mohammed *et al.*, 2016) ดังนั้นเมื่อเกิดปัญหาดังกล่าวจึงทำให้ปลาป่นอยู่ในภาวะขาดตลาด ส่งผลทำให้แนวโน้มของราคาปลาป่นในท้องตลาดจะสูงขึ้นต่อไปในอนาคต (Lalandera *et al.*, 2019) แม้ว่าปลาป่นจะเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นิยมเป็นอย่างมากก็ตาม แต่ปลาป่นมีลักษณะเฉพาะตัวในเรื่องของกลิ่นคาวที่อาจติดค้างไปยังผลผลิตของสัตว์ได้ เช่น เนื้อ นม และ ไข่ (ประภากร, 2560; Jacob, 2013) ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุให้ผู้ผลิตอาหารสัตว์หันมาใช้แหล่งโปรตีนชนิดอื่น ๆ เช่น ถั่วเหลือง ทานตะวัน และ เรพซีด เป็นต้น ซึ่งส่งผลทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากผู้ผลิตต่างเพิ่มพื้นที่การปลูกพืชดังกล่าวเพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ นำไปสู่การตัดไม้ทำลายป่า การใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกเพิ่มขึ้น และปัญหาการใช้สารเคมีเพื่อการเพาะปลูกและการกำจัดศัตรูพืช (Barragan-Fonseca *et al.*, 2017) จึงส่งผลต่อทำให้ต้นทุนค่าอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นประเด็นให้นักโภชนาศาสตร์อาหารสัตว์หรือนักวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปศุสัตว์ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้ การใช้แหล่งโปรตีนชนิดใหม่ที่มีคุณภาพดี และมีต้นทุนที่ไม่สูงมากนัก จึงเป็นทางเลือกที่ผู้ผลิตสัตว์และผู้ผลิตอาหารสัตว์กำลังให้ความสนใจเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งโปรตีนที่มาจากแมลง เช่น จิ้งหรีด หนอนนก และ หนอนจากแมลงวันลาย เป็นต้น ทั้งนี้ แมลงวันลายกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นแมลงที่เลี้ยงง่าย

กินอาหารได้หลากหลายชนิด และมีคุณค่าทางโภชนาศาสตร์อยู่ในระดับสูง (ดลฤดี และคณะ, 2563; เอกภพ และคณะ, 2563)

แมลงวันลายหรือแมลงวันเสือด้า (Black soldier fly) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hermetia illucens* พบได้ทั่วไปในเขตร้อนชื้นหรือเขตอบอุ่น ซึ่งจุดเด่นของแมลงชนิดนี้ คือ ไม่เป็นศัตรูและไม่ก่อโรคทั้งในคน พืช และสัตว์ ช่วยลดจำนวนประชากรแมลงศัตรูพืช (Wang and Shelomi, 2017) อีกทั้งยังช่วยกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตได้ เนื่องจากตัวอ่อนของแมลงวันลายสามารถดำรงชีวิตและเติบโตได้ในวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ เช่น เศษผักผลไม้ เศษอาหาร และมูลสัตว์ต่าง ๆ เป็นต้น (อานัฐ, 2560; Nguyen *et al.*, 2015; Sripontan, 2017) มีรายงานว่า หนอนชนิดนี้มีระดับโปรตีนอยู่ในช่วง 37.8 (Mutafela, 2015) ถึง 47.6 เปอร์เซ็นต์ (Aniebo *et al.*, 2009) และมีระดับไขมันอยู่ในช่วง 12.9 ถึง 41.7 เปอร์เซ็นต์ (Mutafela, 2015) นอกจากนี้ ยังมีแคลเซียมประมาณ 5 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าแมลงหลายชนิด (Khusro *et al.*, 2012; Marono *et al.*, 2017; Secci *et al.*, 2018) จากคุณสมบัติดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าหนอนแมลงวันลายมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนชนิดใหม่ในอาหารสัตว์ แต่ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่าการใช้แมลงในการเลี้ยงสัตว์ยังคงดูไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภคของมนุษย์ (Ankamah-Yeboah *et al.*, 2018) เนื่องจากอาจส่งผลให้กลิ่นหรือรสชาติของอาหารเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงเป็นอีกหนึ่งประเด็นที่ควรให้ความสนใจในเรื่องประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลผลิตจากสัตว์ที่เลี้ยงด้วยแหล่งโปรตีนจากแมลง

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้จะมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้หนอนแมลงวันลายเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับสัตว์ กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก แต่งานวิจัยแมลงวันลายในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบอาหารสัตว์ ลดต้นทุนราคาอาหารสัตว์ และลดปัญหาเรื่องความกังวลของผู้บริโภค ดังนั้น จึงทำการศึกษาอิทธิพลของแหล่งโปรตีนทดแทนจากหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens*) ต่อลักษณะการให้ผลผลิต และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่ในไข่พันธุ์การคำที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้หนอนแมลงวันลายเป็นวัตถุดิบในอาหารไก่ไข่เพื่อทดแทนแหล่งโปรตีนต่อประสิทธิภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพไข่ไก่ของไข่พันธุ์การคำที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้หนอนแมลงวันลายเป็นวัตถุดิบในอาหารไก่ไข่เพื่อทดแทนแหล่งโปรตีนต่อลักษณะการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่ของไข่พันธุ์การคำที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด

ขอบเขตของการวิจัย

ไก่ไข่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นไก่ไข่ที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิดภายใต้การกำกับดูแลของงานฟาร์มไก่ไข่ของสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา และใช้หนอนแมลงวันลายที่เลี้ยงด้วยเศษอาหารจากผู้เลี้ยงเอกชนสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารไก่ไข่ในงานวิจัยครั้งนี้

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ ชนิดของอาหารไก่ไข่ ได้แก่ 1) อาหารที่ใช้ปลาป่นร้อยละ 5 ของสูตรอาหาร 2) อาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองร้อยละ 5 ของสูตรอาหาร 3) อาหารที่ทดแทนปลาป่นด้วยหนอนแมลงวันลายร้อยละ 2 ของสูตรอาหาร 4) อาหารที่ทดแทนปลาป่นด้วยหนอนแมลงวันลายที่ร้อยละ 5 ของสูตรอาหาร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากหนอนแมลงวันลายเป็นวัตถุดิบทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ไก่ไข่ โดยพิจารณาจากการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่
2. ทราบถึงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่จากไก่ไข่ที่ได้รับอาหารต่างชนิดกัน
3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประกอบสูตรอาหารในสัตว์ชนิดอื่น ๆ ได้ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แมลงวันลาย เป็นแมลงที่มีความสามารถเปลี่ยนขยะอินทรีย์ให้เป็นโปรตีนและไขมันได้ดี (Mohammed *et al.*, 2016) มีรายงานว่า หนอนชนิดนี้มีระดับโปรตีนอยู่ในช่วง 37.8 (Mutafela, 2015) ถึง 47.6 เปอร์เซ็นต์ (Aniebo *et al.*, 2009) และมีระดับไขมันอยู่ในช่วง 12.9 ถึง 41.7 เปอร์เซ็นต์ (Mutafela, 2015) จัดเป็นหนอนที่มีคุณค่าทางโภชนาศาสตร์อยู่ในระดับสูงชนิดหนึ่ง และเมื่อเปรียบเทียบกับระดับโปรตีนของหนอนแมลงวันลายกับปลาป่นและกากถั่วเหลือง พบว่า หนอนชนิดนี้มีระดับโปรตีนใกล้เคียงกับกากถั่วเหลือง (44 เปอร์เซ็นต์) แต่ย่น้อยกว่าปลาป่น (50 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์) (กรมปศุสัตว์, 2560; ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน, 2556) นอกจากนี้ยังพบว่าหนอนแมลงวันลายมีปริมาณอยู่ประมาณ 5 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าแมลงหลายชนิด (Khusro *et al.*, 2012; Marono *et al.*, 2017) จากคุณค่าทางโภชนาการของหนอนแมลงวันลายข้างต้น จึงเป็นประเด็นที่นักโภชนาศาสตร์ให้ความสนใจนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเลี้ยงสัตว์ ทำให้มีคุณค่าทางอาหารสูง เหมาะแก่การนำมาเลี้ยงสัตว์ (Burana and Jamjanya, 2010)

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า มีงานวิจัยที่ใช้หนอนแมลงวันลายเป็นอาหารสัตว์ในรูปแบบของตัวหนอนสด ตัวอย่างเช่นในอุตสาหกรรมการประมงของ Bondari and Sheppard (1981) ที่นำตัวหนอนแมลงวันลายในสภาพสดโดยไม่ผ่านความร้อนไปเลี้ยงปลากดหลวง (*Ictalurus punctatus*) พบว่า ปลากดหลวงที่เลี้ยงด้วยหนอนแมลงวันลายมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับปลากดหลวงที่ให้อาหารสูตรปกติ อีกทั้งยังพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกามีการใช้หนอนแมลงวันลายไปใช้ในอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ในสัตว์อีกหลายชนิด เช่น การเลี้ยงปลาเทราต์ ปลาแซลมอน ปลานิล และกุ้ง เป็นต้น ซึ่งพบว่าสัตว์ที่กินหนอนแมลงวันลายมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับสัตว์ที่กินอาหารสูตรปกติ (Burana and Jamjanya, 2010)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการผลิตโดยใช้หนอนแมลงวันลายเป็นอาหารสำหรับสัตว์ปีก โดยการใช้หนอนแมลงวันลายสำหรับเลี้ยงสัตว์ในสภาพอบแห้งและบดละเอียด จากคำแนะนำของ Pieterse *et al.* (2019) ระบุว่าควรหลีกเลี่ยงการใช้หนอนสดในการเลี้ยงสัตว์ปีก เนื่องจากหนอนสดมีปริมาณน้ำที่สูงอาจส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการย่อยอาหารและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการใช้หนอนแมลงวันลายเป็นอาหารสัตว์คือ การอบด้วยความร้อน ดังนั้นการใช้หนอนแมลงวันลายสำหรับประกอบสูตรอาหารสัตว์จึงต้องผ่านกระบวนการผลิตด้วยการอบแห้งก่อนที่จะนำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ โดยอ้างอิงวิธีการจาก Kawasaki *et al.* (2019) และ Mohammed *et al.* (2016) ที่ทำการการแปรรูปหนอนมีชีวิตโดยใช้วิธีการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง (drying oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา

2 ถึง 5 วัน จากนั้นจึงนำไปบดเพื่อใช้ในเลี้ยงสัตว์ต่อไป ซึ่งมีงานวิจัยที่ทำการศึกษเกี่ยวกับการใช้หนอนแมลงวันลายเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ยกตัวอย่างเช่น

Cullere *et al.* (2016) ศึกษาการใช้หนอนแมลงวันลายเป็นแหล่งโปรตีนอาหารสำหรับนกกระทาเนื้อ (*Coturnix coturnix japonica*) อายุ 10 วัน ในประเทศอิตาลี ทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองและถั่วเหลืองด้วยหนอนแมลงวันลายที่ระดับ 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร พบว่าการใช้หนอนแมลงวันลายในอาหารสัตว์ มีสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซาก และลักษณะเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับการเลี้ยงด้วยน้ำมันถั่วเหลืองและถั่วเหลือง

Anankware, and Ayizanga (2018) ศึกษาการใช้ตัวอ่อนของหนอนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นหรือ กากถั่วเหลืองในอาหารสำหรับเลี้ยงไก่เนื้อพันธุ์ Cobb-500 ในประเทศกานา โดยแบ่งไก่ออกเป็น 3 กลุ่มตามอาหารที่ได้รับ ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับปลาป่นและถั่วเหลือง (Fish+Soy) กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายทดแทนปลาป่น (BSFL+Soy) และ กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายทดแทนกากถั่วเหลือง (BSFL+Fish) พบว่า กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายทดแทนกากถั่วเหลืองมีปริมาณอาหารที่กินได้สูงสุด อาจเป็นผลมาจากการรวมกันของปลาป่นและหนอนแมลงวันลายช่วยเพิ่มความน่ากิน แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับปลาป่นและถั่วเหลือง และยังพบว่า กลุ่มที่ได้รับหนอนแมลงวันลายทดแทนกากถั่วเหลืองมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและน้ำหนักสุดท้ายสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับปลาป่นและถั่วเหลือง

Marono *et al.* (2017) ศึกษาการใช้หนอนแมลงวันลายทดแทนกากถั่วเหลืองทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารของไก่ไข่พันธุ์ Lohmann Brown Classic เริ่มตั้งแต่อายุ 24 สัปดาห์ จนถึง 45 สัปดาห์ เลี้ยงในกรงที่มีพื้นที่ 800 ตร.ซม./ตัว ภายใต้โรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ในเขตพื้นที่ทางตอนใต้ของประเทศอิตาลี โดยวัดจากประสิทธิภาพการผลิตและผลการวิเคราะห์เลือด จัดกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้กากถั่วเหลือง (soybean meal, SBM) และกลุ่มที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยหนอนแมลงวันลาย (*H. illucens* larvae meal, HILM) จากการศึกษาพบว่า การทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยแมลงวันลายส่งผลทำให้ไก่ไข่มีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (feed conversion ratio, FCR) ต่ำกว่ากลุ่มกากถั่วเหลือง และเมื่อทำการตรวจขนาดไข่ตามน้ำหนักพบว่ากลุ่ม HILM มีจำนวนไข่ขนาด XL (>73 g) มากกว่า SBM นอกจากนี้เมื่อทำการวิเคราะห์ผลเลือดพบว่า กลุ่ม HILM มีปริมาณ cholesterol และ Triglycerides ต่ำกว่า SBM

Secchi *et al.* (2018) ศึกษาคุณภาพไข่จากแม่ไก่พันธุ์ Lohmann Brown Classic อายุ 24 สัปดาห์ จนถึงอายุ 45 สัปดาห์ ที่เลี้ยงด้วยหนอนแมลงวันลายทดแทนการใช้ถั่วเหลืองทั้งหมดในอาหาร โดยไก่ที่ทำการทดลองจะถูกเลี้ยงในกรงที่มีพื้นที่ 800 ตร.ซม./ตัว ภายใต้โรงเรือนที่มีการควบคุม

อุณหภูมิและความชื้น ในเขตพื้นที่ทางตอนใต้ของประเทศอิตาลี จัดกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้กากถั่วเหลือง (soybean meal, SBM) และกลุ่มที่ทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยหนอนแมลงวันลาย (*H. illucens* larvae meal, HIM) พบว่า กลุ่ม HIM มีคุณภาพของไข่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับกลุ่ม SBM นอกจากนี้การใช้หนอนแมลงวันลายยังช่วยเพิ่มน้ำหนักไข่แดง และมีปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงน้อยกว่ากลุ่มที่ให้กากถั่วเหลืองถึง 11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการลดลงของปริมาณคอเลสเตอรอลอาจเป็นประโยชน์ต่อโภชนาการของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่มีไขมันในเลือดสูงที่ต้องการลดการบริโภคคอเลสเตอรอลในอาหาร

Kawasaki *et al.* (2019) ศึกษาการใช้หนอนแมลงวันลายในระยะหนอน (Larvae) และระยะหนอนก่อนเข้าดักแด้ (Pre-Pupae) ที่เลี้ยงด้วยเศษขยะอินทรีย์จากครัวเรือน เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงไก่ไข่อายุ 24 สัปดาห์ ในประเทศญี่ปุ่น โดยทดแทนกากถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลืองด้วยหนอนแมลงวันลายในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร จากการศึกษาพบว่า การใช้หนอนแมลงวันผสมอาหารสัตว์ทดแทนกากถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทั้งในเรื่องของน้ำหนักตัวแม่ไก่ อัตราการให้ผลผลิต ความสูงของ villi และความลึกของ crypts นอกจากนี้ยังพบว่า การเลี้ยงด้วยอาหารผสมระยะหนอนก่อนเข้าดักแด้ ส่งผลทำให้น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่ขาว ความหนาเปลือก ความสูงของไข่ขาว และระดับแคลเซียมมากกว่า อาหารผสมหนอนระยะหนอน และการเลี้ยงด้วยกากถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลือง

Mohammed *et al.* (2016) ศึกษาการใช้หนอนแมลงวันลาย (BSFL) เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับไก่ไข่สายพันธุ์ Arabian ที่เลี้ยงในกรงตับที่ขนาด 200 x 300 เซนติเมตร ในประเทศมาเลเซีย แบ่งกลุ่มทดลองตามระดับการใช้ BSFL ในสูตรอาหาร ได้แก่ 0 เปอร์เซ็นต์ (อาหารพื้นฐาน), 1 เปอร์เซ็นต์ (10 g kg^{-1}) และ 5 เปอร์เซ็นต์ (50 g kg^{-1}) พบว่า การใช้ BSFL ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของไข่ได้ เมื่อเทียบกับระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นผลมาจากปริมาณโปรตีนในระดับสูงและระดับพลังงานที่ต่ำ ซึ่งตรงตามความต้องการของไก่ไข่ และปัจจัยเสริมในด้านปริมาณกรดอะมิโนที่มีอยู่ใน BSFL meal นอกจากนี้ระดับปริมาณ BSFL ที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลทำให้ค่า FCR เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปริมาณไคตินที่มีอยู่ในตัวหนอน ซึ่งโดยทั่วไปสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถย่อยได้ (Bovera *et al.*, 2016) จำเป็นต้องใช้จุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารในการย่อย ดังนั้นการมีไคตินในระดับที่สูงเกินไปจะส่งผลในการขัดขวางการย่อย และเป็นตัวจำกัดในการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ (Chitsatchapong, 2009) ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในเรื่องปริมาณไคตินในอาหารสัตว์

โดยทั่วไปแล้วการผลิตอาหารสำเร็จรูปสำหรับสัตว์มีทั้งแบบผงและแบบอัดเม็ด ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการให้อาหาร ตัวอย่างเช่น สรัสนันท์ (2553) ศึกษาผลของการให้อาหารอัดเม็ด

(Pellet feed) ในไก่ไข่ช่วงอายุ 50 ถึง 62 สัปดาห์ต่อสมรรถภาพการผลิต พบว่า อัตราการให้ผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต ค่า Haught unit และค่าน้ำหนักไข่เฉลี่ยของไก่ไข่กลุ่มที่กินอาหารรูปแบบอัดเม็ดมีค่ามากกว่าไก่ไข่กลุ่มที่กินอาหารรูปแบบผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากคุณสมบัติดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าหนอนแมลงวันลายมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนชนิดใหม่ในอาหารสัตว์ แต่ผู้บริโภครส่วนใหญ่คิดว่าการใช้แมลงในการเลี้ยงสัตว์ยังคงไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภคของมนุษย์ (Ankamah-Yeboah *et al.*, 2018) เนื่องจากอาจมีกลิ่นหรือรสชาติที่เปลี่ยนไป ดังนั้นจึงเป็นอีกหนึ่งประเด็นที่ควรให้ความสนใจในเรื่องประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลผลิตจากสัตว์ที่เลี้ยงด้วยแหล่งโปรตีนจากแมลง

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวัดค่า วิเคราะห์ผล แปลความหมายของลักษณะผลิตภัณฑ์ โดยการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 จากนั้นทำการวิเคราะห์ และสรุปผลจากปฏิกิริยาที่ได้รับจากความรู้สึกของมนุษย์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

1. การทดสอบความแตกต่าง (discrimination test) แบ่งออกเป็น การทดสอบความต่าง (difference test) และการทดสอบความไว (sensitive test) ได้แก่ การเจือจาง การวัดระดับความเข้มข้นที่ทำให้เกิดความรู้สึก ซึ่งมีวิธีการทดสอบ ได้แก่ การเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (paired comparison test) การเลือกตัวอย่างที่เหมือนกับตัวอย่างอ้างอิงจากตัวอย่างคู่ (duo-trio test) การเลือกตัวอย่างที่แตกต่างจากสามตัวอย่าง (Triangle test) การจัดลำดับ (Ranking test) และ การทดสอบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (Difference-from-control) (Pahumunto, 2009)

2. การทดสอบเชิงพรรณนา (descriptive test) เป็นวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ช่วยในการแยกแยะลักษณะทางประสาทสัมผัส และให้ข้อมูลระดับความเข้มข้น (Pahumunto, 2009)

3. การทดสอบความชอบหรือการยอมรับ (affective test) ทดสอบความรู้สึกของผู้ทดสอบในด้านความชอบและการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบ คือ ผู้บริโภคทั่วไป ไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนเหมาะสำหรับการศึกษาหาความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (consumer test) หรือการสำรวจผู้บริโภค (consumer survey) โดยสามารถใช้ได้ทั้งวิธีการวิเคราะห์แบบเชิงคุณภาพ (qualitative test) หรือเชิงปริมาณ (quantitative test) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) การทดสอบความชอบ (paired preference test) ได้แก่ การเปรียบเทียบตัวอย่างคู่เพื่อหาความชอบ (paired comparison) การเรียงลำดับความชอบ (ranking for preference) เป็นต้น (2) การทดสอบการยอมรับ (acceptance test) ได้แก่ การทดสอบหาอัตราความชอบ (hedonic scaling) และ การทดสอบแบบ Food action scale test สำหรับการทดสอบหาอัตราความชอบ (hedonic scaling) โดยใช้สเกลแบบ 9-point hedonic scaling

ได้รับการยอมรับที่กว้างขวาง เนื่องจากมีความไวมากกว่าสเกลอื่น เป็นวิธีการทดสอบที่วัดระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค (Pahumunto, 2009)

จากการศึกษาของ Mohammed *et al.* (2016) ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่ที่ได้จากแม่ไก่ที่กินอาหารตามระดับการใช้หนอนแมลงวันลายในสูตรอาหาร ได้แก่ 0 เปอร์เซ็นต์ (อาหารพื้นฐาน), 1 เปอร์เซ็นต์ (10 g kg^{-1}) และ 5 เปอร์เซ็นต์ (50 g kg^{-1}) โดยใช้ผู้ประเมินที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ที่มีอายุระหว่าง 20 ถึง 35 ปี โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ (appearance), กลิ่น (odor), ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture), รสชาติ (test) และความชอบโดยรวม ใช้แบบทดสอบความชอบแบบสเกล 9 ระดับ (9 - Point hedonic scale) ในการวัดความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยกำหนดคะแนน 1-9 จากไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด (1 = dislike extremely; 9 = like extremely) มีวิธีการทดสอบคือ ต้มไข่ครั้งละ 30 ฟอง/สิ่งทดลอง เป็นเวลา 10 นาที และทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปอกเปลือกไข่และหั่นแบ่งออกเป็น 4 ชิ้น ใส่ลงในจานสีขาว ผู้ประเมินทุกคนจะอยู่ในห้องปรับอากาศเพียงลำพังเพื่อไม่ให้เกิดการข้องเกี่ยวกับผลคะแนนซึ่งกันและกัน ดำเนินการประเมินผลหลังจากที่ทานอาหารเข้าเรียบร้อยแล้ว เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาผลลัพธ์คาดเคลื่อน จากผลการศึกษาพบว่า การใช้หนอนแมลงวันลายในสูตรอาหารในระดับที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ผู้บริโภคมีความชอบเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

สัตว์และการจัดการฟาร์ม

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับการรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ (IAU-RUS64-01)

การศึกษานี้จะใช้แม่ไก่ไข่พันธุ์ Lohmann Brown อายุ 29 สัปดาห์ จำนวน 100 ตัว เลี้ยงในกรงเดี่ยว (single-bird cage) ขนาด 20 x 45 x 37 เซนติเมตร (900 ตารางเซนติเมตร/ตัว) ที่ตั้งอยู่บริเวณกลางโรงเรือน มีรางอาหารอยู่ด้านหน้ากรงพร้อมกับติดตั้งระบบการให้น้ำอัตโนมัติแบบหัวหยด (nipple) โรงเรือนที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่เป็นโรงเรือนเปิดของงานฟาร์มไก่ไข่ ภายใต้การดูแลของสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ละติจูด 14.377070, ลองจิจูด 100.611998) โดยใช้แผนการทดลองแบบ 4x8 factorial in CRD (completely randomized design) โดยกำหนดให้ปัจจัยหลัก คือ ชนิดของอาหารไก่ไข่ จำนวน 4 สูตร และปัจจัยรอง คือ สัปดาห์ที่ทดสอบคุณภาพไข่ จำนวน 8 ครั้ง ซึ่งจะสุ่มแม่ไก่ไข่ด้วยวิธีจับสลาก จำนวน 25 ตัวต่อชนิดอาหาร

ทั้งนี้ สูตรอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่ถูกคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป FeedLIVE (2003) ประกอบสูตรอาหารให้มีระดับโปรตีนร้อยละ 18 มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) เท่ากับ 2,720 kcal ME/kg diet (11.5 MJ ME/kg diet) และ ได้รับวิตามินและแร่ธาตุ เพียงพอกับความต้องการของไก่ไข่ ตามคำแนะนำของ NRC (1994) โดยกำหนดให้ชนิดของอาหารไก่ไข่ จำนวน 4 สูตร มีดังนี้

- กลุ่มที่ 1 อาหารพื้นฐาน (FSH) ที่มีปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนหลัก
- กลุ่มที่ 2 อาหารที่ทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร (SOY)
- กลุ่มที่ 3 อาหารที่ทดแทนปลาป่นด้วยหนอนแมลงวันลายที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร (BS2)
- กลุ่มที่ 4 อาหารที่ทดแทนปลาป่นด้วยหนอนแมลงวันลายที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร (BS5)

หนอนแมลงวันลายทดแทนแหล่งโปรตีนที่ใช้ในอาหารกลุ่มทดลอง เป็นหนอนแมลงวันลายระยะก่อนเข้าดักแด้ (Pre-Pupae) ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทเอกชนในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งหนอนแมลงวันลายได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยการต้มและอบแห้งแล้ว จากนั้นนำไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่าง (Cyclone mill) (Model TWISTER, Retsch GmbH) และวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ (Nutrient Profile) โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ A.O.A.C (1990) ซึ่งผลวิเคราะห์องค์ประกอบ

ทางโภชนาการได้ผ่านการวิเคราะห์จากฝ่ายปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ (Animal Nutrition Laboratory) ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Department of Animal Science, Kasetsart University) ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Chemical nutritional of *H. illucens* larvae meal

characteristics	Amount
Dry matter, %	4.21
Crude protein, %	42.28
Ether extract, %	36.21
Crude fibre, %	7.51
Ash, %	6.88
Calcium, %	2.02
NaCl, %	0.04
ME, calorie/g	6,031.55

เมื่อทราบองค์ประกอบทางโภชนาศาสตร์ของหนอนแมลงวันลายแล้วจึงประกอบสูตรอาหารด้วยโปรแกรมประกอบสูตรอาหารสัตว์สำเร็จรูป โดยที่ส่วนประกอบของอาหารแต่ละสูตรแสดงใน Table 2 โดยอาหารทุกสูตรมีคุณค่าทางโภชนาศาสตร์ใกล้เคียงกัน สำหรับการผสมอาหารไก่ไข่แต่ละสูตรนั้นใช้การผสมอาหารด้วยมือ และอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ (Feed pellet machine) (Model V.4 3mm+1HP, ลัลล์ลิลการเกษตร, Thailand) ให้มีขนาด 3 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปตากแดดหรืออบให้แห้งก่อนนำไปใช้

การจัดการโรงเรือนไก่ไข่

โรงเรือนที่ใช้เลี้ยงแม่ไก่ไข่ของงานฟาร์มไก่ไข่มีลักษณะเป็นโรงเรือนแบบเปิด ด้านข้างของโรงเรือนติดตั้งตาข่ายลวดเพื่อป้องกันสัตว์จากภายนอก และมีตาข่ายพรางแสงสีดำเพื่อป้องกันแสงแดดและละอองฝน ภายในโรงเรือนติดตั้งกรงเดี่ยว (single-bird cage) ขนาด 20 x 45 x 37 เซนติเมตร ซึ่งกรงตั้บนี้ติดตั้งอยู่บนชั้นกรงแนวตั้งทรง A จำนวน 3 ชั้น ที่มีระบบให้น้ำอัตโนมัติ (nipple) บริเวณเหนือกรง และมีรางอาหารอยู่ที่บริเวณหน้ากรง

แม่ไก่ไข่ทุกตัวสามารถดื่มน้ำได้อย่างเต็มที่ผ่านระบบน้ำอัตโนมัติ ได้รับแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในช่วง 18.00 น. ถึงเวลา 22.00 น. (16L:8D) ต่อวันตลอดการทดลอง สำหรับการให้อาหารแม่ไก่แบ่งออกเป็น 2 ครั้งต่อวัน คือ เวลา 07.00 น. และ 15.00 น. ในปริมาณอาหาร 110 กรัม/ตัว ต่อวัน (ครึ่ง

ละ 55 กรัม/ตัว/วัน) หลังจากให้อาหารแม่ไก่เสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการจดบันทึกผลผลิตประจำวันและนำไข่ที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดไปเก็บรักษาไว้ในห้องเก็บไข่

Table 2 Feed formulation for laying hens

Ingredient	Amount (kg)			
	FSH ¹	SOY ¹	BS2 ¹	BS5 ¹
Fish meal 60%	5.00	0.00	0.00	0.00
Soybean meal 44%	21.60	29.90	28.04	24.94
Black soldier fly	0.00	0.00	2.00	5.00
Corn	57.00	57.00	57.00	57.00
Rice bran oil	0.26	1.39	0.84	0.00
Wheat bran	7.35	1.79	2.08	2.72
DL-Methionine	0.09	0.12	0.00	0.00
Dicalcium phosphate 18%	1.03	2.07	2.09	2.13
Calcium carbonate	7.26	7.19	7.40	7.66
Salt	0.17	0.30	0.30	0.30
Premix	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated values				
Metabolizable energy (cal/g)	2,639.78	2,723.25	2,718.73	2,714.74
Crude protein (%)	18.22	18.05	18.07	18.08
Crude fibre (%)	3.72	3.70	3.75	3.82
Fat (%)	3.22	3.80	3.76	3.70
Calcium (%)	3.50	3.50	3.60	3.72

¹ FSH = protein source from fish meal, SOY = protein source from soybean meal, BS2 = protein source from SOY and 2% of dried BSF larvae, and BS5 = protein source from SOY and 5% of dried BSF larvae

การวัดสมรรถภาพการผลิตของไข่ (Egg production performances)

ข้อมูลสมรรถภาพการผลิตของไข่ถูกเก็บรวบรวมดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) น้ำหนักฟองไข่ (Total egg weight; TW) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการชั่งน้ำหนักไข่แต่ละฟองด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง (Model BSA420S, Sartorius, Germany) จากนั้นทำการจำแนกเกรดไข่

(Egg grade) ตามข้อกำหนดของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2548) โดยจำแนกเกรดจากน้ำหนักฟองไข่ สามารถแบ่งออกเป็น 5 เกรด ดังนี้

เบอร์ 0 ขนาดจัมโบ้	น้ำหนักมากกว่า 70 กรัม
เบอร์ 1 ขนาดใหญ่พิเศษ	น้ำหนัก 65 ถึง 70 กรัม
เบอร์ 2 ขนาดใหญ่	น้ำหนัก 60 ถึง 65 กรัม
เบอร์ 3 ขนาดกลาง	น้ำหนัก 55 ถึง 60 กรัม
เบอร์ 4 ขนาดเล็ก	น้ำหนัก 50 ถึง 55 กรัม
เบอร์ 5 ขนาดจิ๋ว	น้ำหนัก 45 ถึง 50 กรัม

คุณภาพไข่ (Egg Quality)

การเก็บตัวอย่างไข่เพื่อวิจัยในครั้งนี้ ทำการเก็บไข่ทุกสัปดาห์ โดยทดสอบสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยนำมาจำแนกศึกษาคุณภาพทั้งภายนอกและภายใน ดังนี้

1. ดัชนีรูปทรงไข่ (Egg shape index, SI) หาได้จากค่าความกว้างของฟองไข่ (mm) และความยาวของฟองไข่ (mm)

$$\text{Egg shape index, \%} = \text{Yolk index, \%} = \frac{E_l \text{ (mm)}}{E_w \text{ (mm)}} \times 100$$

เมื่อ; E_w แทนความกว้างของฟองไข่ (egg width)

E_l แทนความยาวของฟองไข่ (egg length)

2. น้ำหนักเปลือกไข่ (egg shell weight; SW) น้ำหนักไข่ขาว (Albumin weight; AW) และ น้ำหนักไข่แดง (Yolk weight; YW) ถูกเก็บรวบรวมโดยการชั่งน้ำหนักด้วย เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง (Model BSA420S, Sartorius, Germany)

3. ความหนาเปลือกไข่ (Shell thickness; ST) ได้แก่ ความหนาเปลือกไข่ส่วนปลาย (egg shell thickness at tip; STT) ความหนาเปลือกไข่ส่วนกลาง (egg shell thickness at middle; STM) ความหนาเปลือกไข่ส่วนฐาน (egg shell thickness at base; STB) และความหนาเปลือกไข่เฉลี่ย (average of egg shell thickness; STA) ถูกวัดค่าความหนาเปลือกไข่ด้วยเครื่อง QCT - shell thickness micrometers (TSS, England)

4. ลักษณะสีเปลือกไข่ (Shell color; SC) ได้แก่ สีเปลือกไข่ส่วนปลาย (egg shell color at tip, SCT) สีเปลือกไข่ส่วนกลาง (egg shell color at middle; SCM) สีเปลือกไข่ส่วนฐาน (egg shell color at base; SCB) และสีเปลือกไข่เฉลี่ย (average of egg shell color; SCA) ถูกวัดค่าการสะท้อนของแสงและเก็บข้อมูลด้วยเครื่อง QCR - shell colour reflectometer (TSS, England) ซึ่งหลักการใช้ใช้การสะท้อน

ของแสงโดยกำหนดให้สีดำแทนการสะท้อนแสงที่ระดับ 0 เปอร์เซนต์ และสีขาวแทนการสะท้อนแสงที่ระดับ 100 เปอร์เซนต์ (Roberts et al., 2013)

5. ลักษณะคุณภาพภายในฟองไข่ ได้แก่ ความสูงไข่ขาว (albumin height) ค่าความสดใหม่ของไข่ (Haugh unit; HU) และสีไข่แดง (Yolk color; YC) ถูกวัดค่าด้วยเครื่อง Egg multimeter, EMT (EMT-7300, TOUHOKU RHYTHM CO.,LTD, Japan) โดยใช้สูตร Haugh unit = $100 \times \log (H-1.7W^{0.37}+7.6)$

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

ในทุก ๆ สัปดาห์ตลอดการทดลอง จะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างไข่ไก่จำนวน 10 ฟอง/กลุ่มทดลอง เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว จากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 8 คน ต้องมีคุณสมบัติ คือ 1) ไม่มีความผิดปกติด้านระบบประสาทสัมผัส 2) มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัว ไม่แพ้อาหารที่ใช้ในการทดสอบ และไม่สูบบุหรี่ 3) มีความกระตือรือร้นที่ต้องการจะเข้าร่วมการทดสอบ และไม่มีอคติใด ๆ ต่อการทดสอบ 4) มีความสามารถในการพรรณนาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส สามารถจดจำและแยกแยะคุณลักษณะพื้นฐานได้ และ 5) มีความสามารถในการให้คะแนนโดยปราศจากอคติใด ๆ ใช้วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่ใช้วิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Generic descriptive analysis technique) โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาคะแนนในรูปแบบของข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative data) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

1) กำหนดคำศัพท์และคำจำกัดความที่ใช้ในการอธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสร่วมกัน และกำหนดแนวทางในการให้ระดับความเข้มของความรู้สึกเป็นตัวหนังสือ

2) บันทึกอธิบายความรู้สึกเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ทางประสาทสัมผัสที่มีอยู่ในตัวอย่าง ได้แก่ ลักษณะปรากฏ (appearance) เนื้อสัมผัส (texture) กลิ่นรส (flavor) และความรู้สึกตกค้าง (aftertaste)

3) ลำดับการรับรู้ (order of perception) จัดลำดับความรู้สึกที่รับรู้ในลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง ทั้งก่อนชิม ขณะชิม และหลังชิมตัวอย่าง เช่น ความรู้สึกแห้ง หรือขมติดคอ เป็นต้น

4) ให้คะแนนความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง (intensity) ปัจจัยคุณภาพบนสเกลแบบเส้นตรงยาว 15 เซนติเมตร (Meilgard et al., 1999) กำหนดจุดสิ้นสุดขีดขอบของเส้นด้านซ้ายและขวาด้านละ 1.0 ซม. เพื่อระบุเป็นค่าต่ำสุด (minimum) และค่าสูงสุด (maximum) ตามวิธีของ Meilgard et al. (1999) ให้คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่โดยทำเครื่องหมาย I ลงบนเส้น

บริเวณที่ต้องการ ข้อมูลคะแนนดังกล่าวถูกวัดด้วยไม้บรรทัดสเกล 1 มิลลิเมตร เพื่อบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

นำไข่ไก่เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C พร้อมกับทำสัญลักษณ์รหัสลงบนเปลือกไข่เพื่อระบุกลุ่มทดลองของไข่ไก่แต่ละฟอง นำไข่ไก่มาต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที หลังจากครบเวลาที่กำหนด แช่ในน้ำเย็นจัดเป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นปอกเปลือกและจัดเสิร์ฟ โดยแยกทดสอบระหว่าง ไข่แดง และไข่ขาวในภาชนะมีการติดฉลากรหัสไว้โดยไม่ให้ผู้ทดสอบทราบว่าไข่ไก่แต่ละฟองคือกลุ่มทดลองใด ตามวิธีของนันทิญา และคณะ (2565) ซึ่งการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะแยกทดสอบทีละคนและดำเนินการประเมินผลหลังจากที่ทานอาหารเข้าเรียบร้อยแล้ว เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาผลลัพธ์คาดเคลื่อน (Mohammed et al., 2016)

จำแนกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไข่ขาวและไข่แดง จำนวน 18 คุณลักษณะ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มลักษณะ คือ ลักษณะปรากฏ (appearance) เนื้อสัมผัส (texture) กลิ่นรส (flavor) และความรู้สึกตกค้าง (aftertaste) นอกจากนี้ยังมีการประเมินการยอมรับโดยรวม (overall impression) โดยที่กลุ่มของลักษณะที่ปรากฏ ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏสำหรับสีไข่ขาว (appearance of albumen color; ALC), ลักษณะที่ปรากฏสำหรับความเงาวาวของไข่ขาว (appearance of albumen shine; ALS), ลักษณะที่ปรากฏสำหรับความฉ่ำน้ำของไข่ขาว (appearance of albumen juiciness; ALJ), ลักษณะที่ปรากฏสำหรับความผิดปกติของไข่ขาว (appearance of abnormal albumen; ALA), ลักษณะที่ปรากฏสำหรับสีไข่แดง (appearance of yolk color; AYC) และ ลักษณะที่ปรากฏสำหรับความกระด้างของไข่แดง (appearance of yolk roughness; AYR) ในขณะที่ลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัสสำหรับความแน่นเนื้อของไข่ขาว (texture of albumen firmness; TAF), ลักษณะเนื้อสัมผัสสำหรับความลื่นลื่นของไข่ขาว (texture of albumen silkiness; TAS), ลักษณะเนื้อสัมผัสสำหรับความมันของไข่แดง (texture of yolk oiliness; TYO) และ ลักษณะเนื้อสัมผัสสำหรับความฝืดเมือกลื่นของไข่แดง (texture of yolk adhesiveness; TYA) อีกทั้ง ลักษณะกลิ่นรส ได้แก่ ลักษณะกลิ่นรสสำหรับความคาวไข่ขาว (flavor of albumen odor intensity; FAO), ลักษณะกลิ่นรสสำหรับความผิดปกติของกลิ่นรสไข่ขาว (flavor of albumen off-flavor; FAF), ลักษณะกลิ่นรสสำหรับความเค็มไข่แดง (flavor of yolk saltiness; FYS), ลักษณะกลิ่นรสสำหรับความคาวไข่แดง (flavor of yolk odor intensity; FYO) และ ลักษณะกลิ่นรสสำหรับความผิดปกติของกลิ่นรสไข่แดง (flavor of yolk off-flavor; FYF) นอกจากนี้ ลักษณะความรู้สึกตกค้างสำหรับความมันเคลือบปากของไข่ขาว (aftertaste albumen oiliness; SAO) และ ลักษณะความรู้สึกตกค้างสำหรับความมันเคลือบปากของไข่แดง (aftertaste yolk oiliness; SYO) และสุดท้าย ลักษณะการยอมรับโดยรวม (overall impression; IMP) ตามวิธีของนันทิญา และคณะ (2565)

Table 3 Sensory parameters of the egg sensory evaluation

	Sensory parameters	Description
Appearance	Albumen color (ALC)	Overall color under fluorescent light from white to yellow
	Albumen shine (ALS)	Overall surface shine under fluorescent light
	Albumen juiciness (ALJ)	Visible Juiciness on surface, evaluated by looking
	Albumen abnormal (ALA)	Abnormalities on the surface of the albumen, such as blood spots or meat spots
Texture	Yolk color (AYC)	Overall color under fluorescent light from yellow to orange
	Yolk roughness (AYR)	Visible roughness on surface, evaluated by looking
	Albumen firmness (TAF)	Resistance force when pressing sample with molar tooth
	Albumen silkiness (TAS)	Silky sensation when the albumen touches the tongue
	Yolk oiliness (TYO)	Oily feeling in the mouth during chewing of the sample
	Yolk adhesiveness (TYA)	The strength when pressing the sample with the tooth to change the shape of the sample.
	Albumen odor intensity (TAO)	The intensity of the particular odor of the albumen
	Albumen off-flavor (FAF)	Abnormal sensation of smell during chewing samples
Flavor	Yolk saltiness (FYS)	Sensation of saltiness during the chewing of the sample
	Yolk odor intensity (FYO)	The intensity of the particular odor of egg yolk.
	Yolk off-flavor (FYF)	Abnormal sensation of smell during chewing samples
Aftertaste	Albumen oiliness (SAO)	Oily coating sensation in mouth after swallowing sample
	Yolk oiliness (SYO)	Oily coating sensation in mouth after swallowing sample
Overall impression (IMP)		Panelist's impression for all sensory parameters

ที่มา: นันทิญา และคณะ (2565)

การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis)

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็นลักษณะทางกายภาพของไข่ไก่ ได้แก่ น้ำหนักฟองไข่เฉลี่ย (Total egg weight; TW), ดัชนีรูปร่างไข่ (Egg shape index; SI), สีของเปลือกไข่ (Egg shell color; SC) และ ความหนาของเปลือกไข่ (Egg shell thickness; ST) และลักษณะทางคุณภาพของไข่ไก่ ได้แก่ น้ำหนักไข่ขาว (Albumin weight; AW), น้ำหนักไข่แดง (Yolk weight; YW), น้ำหนักเปลือกไข่ (Shell weight; SW), ค่าความสดใหม่ (Haugh unit; HU) และ สีของไข่แดง (Yolk color; YC) ที่ถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรตาม (Y) และถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนโดยใช้แบบจำลอง $y_{ijkl} = \mu + \text{feed type}_i + \text{week test}_j + (\text{feed type} \times \text{week test})_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$ โดยตรวจสอบอิทธิพลคงที่จากสิ่งทดลอง feed type คือ สูตรอาหาร 4 สูตร และจากอิทธิพลคงที่จาก week test คือ 8 สัปดาห์ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการหาค่าเฉลี่ยสี่สแควร์ (Least squares means; LSM) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error; SE) และความแตกต่างทางสถิติของอิทธิพลจากปัจจัยทดลอง และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) สำหรับข้อมูลที่ได้จากผู้ทดสอบแต่ละคนจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลอง ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) รายงานข้อมูลลักษณะทางประสาทสัมผัสของแต่ละตัวอย่างในรูปกราฟแบบใยแมงมุม (spider web)

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

ฟาร์มสัตว์และห้องปฏิบัติการภายใต้การดูแลของสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วัตถุประสงค์ที่ 1 ผลของสูตรอาหารไก่ไข่ที่ต่างกันต่อคุณภาพไข่ไก่

ค่าสถิติเชิงพรรณนาสำหรับลักษณะคุณภาพไข่ไก่ มีค่าอยู่ในช่วง 38.80 ถึง 67.90 กรัม, 23.23 ถึง 48.09 กรัม, 8.71 ถึง 16.39 กรัม และ 3.41 ถึง 7.34 กรัม สำหรับลักษณะ TW, AW, YW และ SW ตามลำดับ และมีค่าอยู่ในช่วง 69.67 ถึง 85.12 หน่วย และ 52.10 ถึง 97.50 หน่วย สำหรับลักษณะ SI และ HU นอกจากนี้ยังมีค่าอยู่ในช่วง 12.03 ถึง 39.83 คะแนน และ 6.10 ถึง 11.30 คะแนน สำหรับลักษณะ SC และ YC อีกทั้งยังมีค่าอยู่ในช่วง 0.19 ถึง 0.48 มิลลิเมตร สำหรับลักษณะ ST ดังแสดงใน Table 4

อย่างไรก็ตาม ลักษณะ YC ที่แสดงใน Table 4 นั้น มีจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าสถิติเชิงพรรณนาจำนวน 350 ข้อมูลเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลบางส่วนถูกนำออกจากการวิเคราะห์ที่อาจเกิดขึ้นมาจากหลายสาเหตุร่วมกัน เช่น สภาพอากาศที่ร้อนผิดปกติจึงทำให้ไก่ไข่กินน้ำเพิ่มขึ้นและกินอาหารลดลง ไก่ไข่จึงมีความเครียดและส่งผลให้คะแนนสีไข่แดงต่ำกว่าปกติ หรืออาจเกิดจากคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางอย่างไม่ตรงตามกำหนดจึงทำให้สีไข่แดงลดลงอย่างผิดปกติ เป็นต้น

Table 4 Descriptive statistics for studied traits

Trait	unit	Observation number	Minimum	Maximum	Mean	Standard deviation
Egg total weight (TW)	g	681	38.80	67.90	51.66	4.40
Egg shape index (SI)	unit	677	69.67	85.12	77.68	2.45
Egg shell color (SC)	score	678	12.03	39.83	22.81	4.08
Egg shell thickness (ST)	mm	681	0.19	0.48	0.35	0.04
Albumin weight (AW)	g	675	23.23	48.09	33.64	3.33
Yolk weight (YW)	g	674	8.71	16.39	12.46	1.30
Shell weight (SW)	g	680	3.41	7.34	5.56	0.65
Haugh unit (HU)	unit	675	52.10	97.50	82.14	7.90
Yolk color (YC)	score	350	6.10	11.30	8.14	0.89

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเป็นระยะเวลารวมทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาในการเลี้ยงและทดสอบคุณภาพไข่รายสัปดาห์เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่อาจมีอิทธิพลร่วมด้วย ด้วยเหตุนี้จึงได้ทดสอบอิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารและสัปดาห์ที่ทดสอบ ดังแสดงใน Table 5 ซึ่งพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อลักษณะที่ศึกษาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การอธิบายผลการศึกษาจึงพิจารณาเพียงอิทธิพลของสูตรอาหารและสัปดาห์ที่ทดสอบเท่านั้น

Table 5 Probability value for fixed factors and their interactions

Trait	Feed type	Week test	Feed type x Week test
Egg total weight (TW)	<0.001	<0.001	0.603
Egg shape index (SI)	0.433	<0.001	0.965
Egg shell color (SC)	0.037	<0.001	0.997
Egg shell thickness (ST)	<0.001	<0.001	0.133
Albumin weight (AW)	<0.001	<0.001	0.627
Yolk weight (YW)	0.002	<0.001	0.234
Shell weight (SW)	0.024	<0.001	0.191
Haugh unit (HU)	0.039	<0.001	0.055
Yolk color (YC)	0.001	0.002	0.753

สูตรอาหารของไก่ไข่มีผลทำให้ลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกลักษณะ ยกเว้น ลักษณะ SI (Table 5) และยังพบอีกว่าสัปดาห์ที่ทดสอบนั้นมีผลทำให้ลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกลักษณะที่ระดับ $P < 0.01$

Table 6 Least squares means (LSM) and standard errors (SE) of various feed types for the studied traits

Trait	Unit	Feed type ¹			
		FSH	SOY	BF2	BF5
Egg total weight (TW)	g	51.03±0.30 ^b	53.24±0.34 ^a	51.39±0.31 ^b	50.90±0.31 ^b
Egg shape index (SI)	unit	77.46±0.18	77.81±0.20	77.83±0.19	77.79±0.18
Egg shell color (SC)	score	23.34±0.29 ^a	22.56±0.34 ^{ab}	23.14±0.30 ^{ab}	22.25±0.30 ^b
Egg shell thickness (ST)	mm	0.36±0.01 ^a	0.34±0.01 ^c	0.35±0.01 ^b	0.36±0.01 ^{ab}
Albumin weight (AW)	g	33.19±0.23 ^b	35.06±0.27 ^a	33.47±0.24 ^b	32.94±0.24 ^b
Yolk weight (YW)	g	12.34±0.08 ^b	12.77±0.10 ^a	12.39±0.09 ^b	12.32±0.09 ^b
Shell weight (SW)	g	5.53±0.04 ^{ab}	5.44±0.05 ^b	5.52±0.05 ^{ab}	5.64±0.04 ^a
Haugh unit (HU)	unit	81.11±0.47 ^b	82.08±0.53 ^{ab}	82.88±0.48 ^a	82.65±0.48 ^{ab}
Yolk color (YC)	score	8.09±0.09 ^{bc}	7.83±0.10 ^c	8.21±0.09 ^{ab}	8.36±0.09 ^a

¹ FSH = protein source from fish meal, SOY = protein source from soybean meal, BS2 = protein source from SOY and 2% of dried BSF larvae, and BS5 = protein source from SOY and 5% of dried BSF larvae

^{a - c} Means in the same row with different superscript letters differ for $P < 0.05$

ผลการศึกษาสำหรับอิทธิพลของสูตรอาหารไก่ไข่ที่ส่งผลต่อลักษณะคุณภาพไข่ไก่ ($P < 0.05$) พบว่าสูตรอาหารไก่ไข่ที่มีหนอนแมลงวันลายเป็นส่วนประกอบมีค่าเฉลี่ยสีสแควร์สำหรับลักษณะน้ำหนักรไข่ อยู่ในช่วง 50.90 ± 0.31 (BS5) ถึง 51.39 ± 0.31 (BS2) กรัม แตกต่างจากสูตรอาหารไก่ไข่ FSH อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่าน้อยกว่าสูตรอาหาร SOY เท่ากับ 1.85 กรัม สำหรับสูตรอาหาร BS2 และ 2.34 กรัม สำหรับสูตรอาหาร BS5 ($P < 0.05$) ดังแสดงใน Table 6 ซึ่งผลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาสำหรับลักษณะน้ำหนักรไข่ขาว และ น้ำหนักรไข่แดง อีกด้วย โดยไก่ไข่ที่กินอาหาร BS2 และ BS5 มีน้ำหนักรไข่ขาวและน้ำหนักรไข่แดงแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับไก่ไข่ที่กินอาหาร FSH ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhao et al. (2022) และ Secci et al. (2018) แต่พบว่าน้ำหนักรไข่ขาวและน้ำหนักรไข่แดงมีค่าน้อยกว่า SOY ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากปริมาณของกรดอะมิโน จากรายงานของ Hussein and Harms (1994) ระบุว่า แม่ไก่ได้รับ Methionine และ Lysine ในอาหารไม่เพียงพอจะส่งผลทำให้น้ำหนักรไข่แดงลดลง นอกจากนี้เมื่อได้รับอาหารที่ขาด Methionine และ Tryptophan ยังส่งผลทำให้น้ำหนักรไข่ขาวลดลงอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงลักษณะความสดใหม่ของไข่ พบว่า ไก่ไข่ที่กินอาหาร BS2 มีค่าความสดใหม่ของไข่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับไก่ไข่ที่กินอาหาร SOY และ BS5 แต่มีค่าความสดใหม่ของไข่มากกว่าไก่ไข่ที่กินอาหาร FSH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) ทั้งนี้ เนื่องจากค่าความสดใหม่ของไข่เป็นค่าที่บอกความสดใหม่ของไข่โดยพิจารณาจากความสูงไข่ขาว ซึ่งจะมีความสัมพันธ์เช่นเดียวกับที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้แล้ว นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาสำหรับลักษณะสีของไข่แดง พบว่า ไก่ไข่ที่กินอาหารสูตร BS5 มีสีไข่แดงสูงกว่าไก่ไข่ที่กินอาหารสูตร FSH และ SOY อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับรายงานของ Secci et al. (2018) ที่พบว่า ไข่แดงของไก่ไข่กลุ่มที่กินหนอนแมลงวันลาย มีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม (total carotenoids) ลูทีน (Lutein) และเบต้า-แคโรทีน (β -carotene) มากกว่าไข่ที่ได้จากไก่ที่กินกากถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารรงควัตถุหรือสารสี (Pigment) ที่ให้สีเหลืองส้ม ส่งผลต่อความเข้มสีของไข่แดง สอดคล้องกับ Ushakova et al. (2017) ระบุว่าเม็ดสีประเภทยูเมลานินถูกสังเคราะห์ทั้งในระยะตัวอ่อน ระยะก่อนเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ และในแมลงวันตัวเต็มวัย การสะสมสารสีในไข่แดง เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แม่ไก่กินอาหาร สารสีที่อยู่ในอาหารจะถูกดูดซึมจากทางเดินอาหารและเข้าสู่กระแสเลือดส่งผ่านตัวมาสะสมยังไข่แดง นอกจากนี้ความเข้มสีของไข่แดงอาจเกิดจากปัจจัยที่อื่นๆ เช่น ปริมาณของไขมัน เนื่องจากสารสีมีคุณสมบัติที่ละลายได้ในไขมัน ดังนั้นไขมันจึงเป็นตัวพาสารสีเข้าไปสะสมในไข่แดงได้ ทำให้ความเข้มสีของไข่แดงมากขึ้น นอกจากนี้ยังสีของของไข่แดงอาจขึ้นอยู่กับปริมาณวิตามินเอ แคลเซียม การเกิดกระบวนการออกซิเดชันในอาหาร และฤดูกาลอีกด้วย (อัจฉรา และ มงคล, 2556)

ผลการศึกษาที่แสดงใน Table 7 และ Figure 1 แสดงให้เห็นว่าในสัปดาห์ที่ 1 ถึง 4 มีแนวโน้มคุณภาพไข่ไก่ลดลงอย่างต่อเนื่อง และจะมีแนวโน้มคุณภาพไข่ไก่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ถัดไป ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากโรงเรือนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นโรงเรือนแบบเปิดเช่นเดียวกับที่เกษตรกรรายย่อยและเกษตรกรที่มีฟาร์มขนาดกลางนิยมใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่ที่มีราคาในการสร้างโรงเรือนไม่สูงมากนัก แต่มีข้อเสียคือสภาพ

อากาศภายนอกโรงเรือนจะส่งผลต่อสภาพอากาศภายในโรงเรือนเช่นเดียวกัน อีกทั้งยังกระทบต่อแม่ไก่ไข่โดยตรง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้แม่ไก่ไข่เกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน (heat stress) ได้ง่าย สอดคล้องกับข้อมูลสภาพอากาศภายในโรงเรือนในช่วงที่ศึกษาพบว่ามีค่า THI อยู่ในช่วง 84.53 ถึง 89.45, 84.08 ถึง 90.22, 60.61 ถึง 89.46 และ 73.85 ถึง 84.25 สำหรับสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

งานวิจัยของ Zulovich and DeShazer (1990) ที่อ้างโดย Kim et al. (2021) รายงานถึงการกำหนดระดับของค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น (Temperature-Humidity index; THI) ในการเลี้ยงแม่ไก่ไข่ โดยพิจารณาจากการให้ผลผลิตไข่และการตอบสนองทางสรีรวิทยา จำแนกค่า THI ออกเป็น 4 ระดับ คือ comfort (THI < 70), alert (THI 70–75), danger (THI 76–81) และ emergency (THI > 81) ด้วยเหตุนี้ เมื่อพิจารณาจากข้อมูล THI สำหรับเลี้ยงไก่ไข่แล้วจะเห็นว่าแม่ไก่ไข่ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ถูกเลี้ยงภายใต้ดัชนีระดับ alert จนถึง emergency ในช่วงเวลาดังกล่าว

Table 7 Least squares means (LSM) and standard errors (SE) of different week tests for the studied traits

Trait	Week at test							
	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8
Egg total weight (TW)	51.90±0.43 ^c	50.25±0.45 ^{de}	50.29±0.46 ^{de}	49.34±0.46 ^e	51.31±0.45 ^{cd}	52.50±0.43 ^{bc}	53.56±0.43 ^{ab}	53.99±0.43 ^a
Egg shape index (SI)	78.07±0.26 ^{ab}	78.13±0.27 ^{ab}	77.9±0.28 ^{ab}	78.48±0.28 ^a	77.90±0.27 ^{ab}	77.30±0.26 ^{bc}	77.05±0.26 ^c	76.94±0.26 ^c
Egg shell color (SC)	23.7±0.42 ^{abc}	23.88±0.44 ^{ab}	24.64±0.45 ^a	22.59±0.45 ^{bcd}	22.47±0.45 ^{cd}	22.56±0.42 ^{cd}	21.67±0.43 ^{de}	21.07±0.42 ^e
Egg shell thickness (ST)	0.35±0.01 ^{bc}	0.34±0.01 ^{cd}	0.37±0.01 ^a	0.35±0.01 ^{bc}	0.34±0.01 ^d	0.36±0.01 ^{ab}	0.37±0.01 ^a	0.35±0.01 ^{bc}
Albumin weight (AW)	34.06±0.34 ^{ab}	33.12±0.36 ^{bcd}	33.07±0.36 ^{cd}	32.65±0.36 ^d	33.20±0.36 ^{bcd}	34.05±0.34 ^{abc}	34.48±0.35 ^a	34.70±0.34 ^a
Yolk weight (YW)	12.37±0.12 ^c	12.00±0.13 ^d	11.86±0.13 ^{de}	11.57±0.13 ^e	12.50±0.13 ^{bc}	12.77±0.12 ^b	13.15±0.12 ^a	13.42±0.12 ^a
Shell weight (SW)	5.44±0.06 ^c	5.16±0.07 ^d	5.36±0.07 ^c	5.12±0.07 ^d	5.61±0.07 ^b	5.74±0.06 ^{ab}	5.91±0.06 ^a	5.92±0.06 ^a
Haugh unit (HU)	85.25±0.67 ^a	80.31±0.71 ^c	87.31±0.72 ^a	86.43±0.72 ^a	75.01±0.71 ^d	74.67±0.67 ^d	85.62±0.68 ^a	82.83±0.66 ^b
Yolk color (YC)	-	-	-	-	7.97±0.10 ^b	8.06±0.09 ^b	8.43±0.09 ^a	8.02±0.09 ^b

^{a-e} Means in the same row with different superscript letters differ for P < 0.05

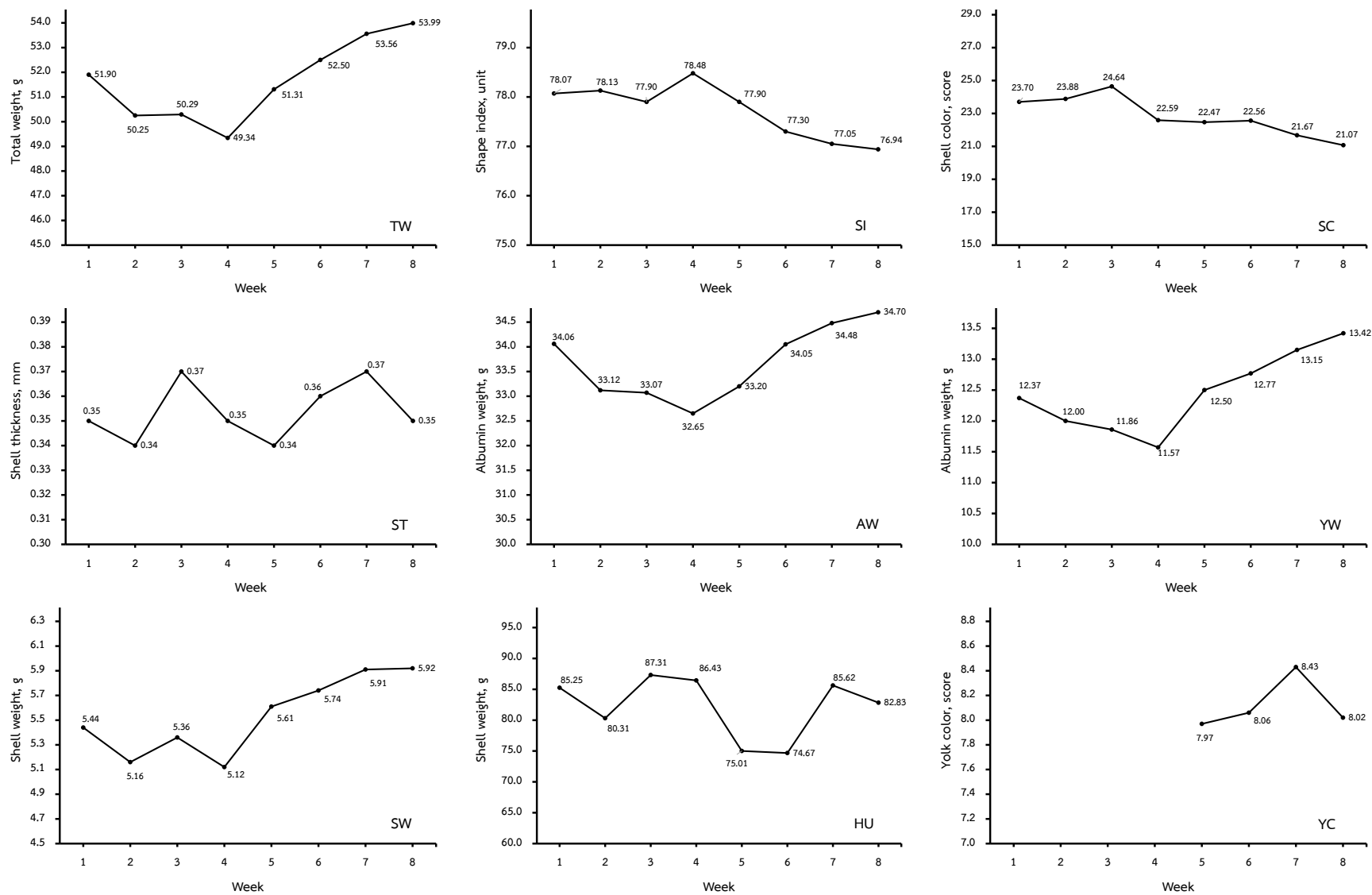


Figure 1 Trend of studied traits in different weeks

วัตถุประสงค์ที่ 2 ผลของอาหารที่แตกต่างกันต่อลักษณะการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่

ลักษณะที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มลักษณะ คือ ลักษณะปรากฏ (appearance) เนื้อสัมผัส (texture) กลิ่นรส (flavor) และความรู้สึตกค้าง (aftertaste) นอกจากนี้ยังมีการประเมินการยอมรับโดยรวม (overall impression) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.3-11.5, 1.8-11.9, 1.3-11.9, 1.3-13.2, 1.3-11.9 และ 1.6-12.3 คะแนน สำหรับลักษณะปรากฏ ALC, ALS, ALJ, ALA, AYC และ AYR และมีค่าอยู่ในช่วง 1.3-13.1, 1.2-12.8, 2.0-12.4, 1.4-12.2 และ 1.4-12.2 คะแนน สำหรับลักษณะเนื้อสัมผัส นอกจากนี้ยังมีค่าอยู่ในช่วง 1.3-11.2, 1.2-12.0, 1.3-10.8, 1.6-12.1 และ 1.3-12.2 คะแนน สำหรับลักษณะกลิ่นรส FAO, FAF, FYS, FYO และ FYF อีกทั้งยังมีค่าอยู่ในช่วง 1.2-12.0 และ 2.4-12.3 สำหรับลักษณะความรู้สึตกค้าง SAO และ SYO และสุดท้ายมีค่าอยู่ในช่วง 1.2-13.8 สำหรับการยอมรับโดยรวม

Table 8 Sensory properties in albumin egg and egg yolk in different feed types

Sensory parameters		Feed type ¹				SEM	P-value
		FSH	SOY	BS2	BS5		
Appearance	Albumen color (ALC)	4.51 ^b	4.82 ^b	5.90 ^a	6.65 ^a	0.34	<0.001
	Albumen shine (ALS)	6.54	6.34	7.35	7.45	0.35	0.054
	Albumen juiciness (ALJ)	5.76 ^b	5.73 ^b	7.12 ^a	7.09 ^a	0.34	0.002
	Albumen abnormal (ALA)	3.40	3.68	3.76	3.90	0.39	0.840
	Yolk color (AYC)	4.77	4.37	5.56	4.75	0.32	0.070
	Yolk roughness (AYR)	6.12	5.94	6.14	5.78	0.34	0.857
Texture	Albumen firmness (TAF)	6.87	7.07	5.81	6.18	0.38	0.075
	Albumen silkiness (TAS)	6.35	6.29	7.06	7.40	0.40	0.139
	Yolk oiliness (TYO)	8.15	7.97	7.38	7.44	0.34	0.288
	Yolk adhesiveness (TYA)	6.37	6.34	6.41	6.20	0.37	0.980
Flavor	Albumen odor intensity (FAO)	5.04 ^a	4.63 ^{ab}	4.42 ^{ab}	3.80 ^b	0.32	0.048
	Albumen off-flavor (FAF)	3.37	3.39	3.38	3.04	0.35	0.871
	Yolk saltiness (FYS)	4.39	4.36	4.12	3.60	0.36	0.375
	Yolk odor intensity (FYO)	5.86 ^a	5.07 ^{ab}	4.85 ^{ab}	4.24 ^b	0.36	0.020
	Yolk off-flavor (FYF)	4.51	3.58	3.50	3.37	0.40	0.177
Aftertaste	Albumen oiliness (SAO)	4.80	5.12	4.97	5.10	0.40	0.937
	Yolk oiliness (SYO)	7.03	7.42	7.36	7.45	0.31	0.762
Overall impression (IMP)		10.62	11.10	10.69	11.38	0.26	0.144

¹ FSH = protein source from fish meal, SOY = protein source from soybean meal, BS2 = protein source from SOY and 2% of dried BSF larvae, and BS5 = protein source from SOY and 5% of dried BSF larvae

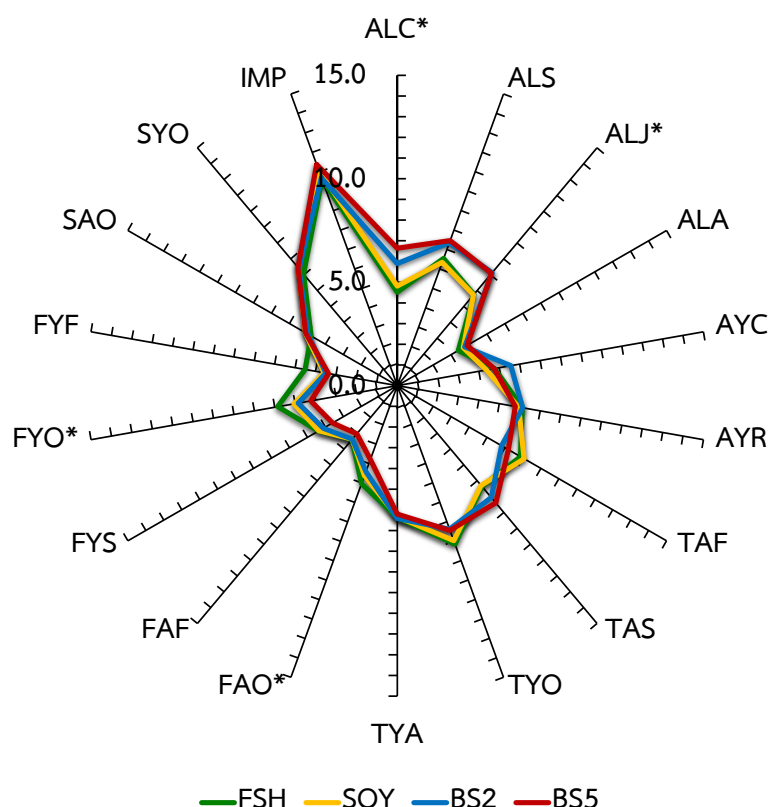


Figure 2 Spider web for sensory properties¹ by different feed types²

¹ ALC = appearance of albumen color, ALS = appearance of albumen shine, ALJ = appearance of albumen juiciness, ALA = appearance of abnormal albumen, AYC = appearance of yolk color, และ AYR = appearance of yolk roughness, TAF = texture of albumen firmness, TAS = texture of albumen silkiness, TYO = texture of yolk oiliness, TYA = texture of yolk adhesiveness, FAO = flavor of albumen odor intensity, FAF = flavor of albumen off-flavor, FYS = flavor of yolk saltiness, FYO = flavor of yolk odor intensity, FYF = flavor of yolk off-flavor, SAO = aftertaste albumen oiliness, SYO = aftertaste yolk oiliness, and IMP = overall impression

² FSH = protein source from fish meal, SOY = protein source from soybean meal, BS2 = protein source from SOY and 2% of dried BSF larvae, and BS5 = protein source from SOY and 5% of dried BSF larvae

ผลการศึกษาที่แสดงใน Table 8 และ Figure 1 นั้น เมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏสำหรับสีไข่ขาว (ALC), ลักษณะปรากฏสำหรับความฉ่ำน้ำของไข่ขาว (ALJ), ลักษณะกลิ่นรสสำหรับความคาวไข่ขาว (FAO) และ ลักษณะกลิ่นรสสำหรับความคาวไข่แดง (FYO) พบว่า ความแตกต่างของสูตรอาหารไก่ไข่มีผลต่อคะแนนประเมินจากประสาทสัมผัสการชิมในลักษณะดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ไข่ไก่ที่ได้จากไก่ไข่ที่กินอาหารสูตร BS2 และ BS5 มีคะแนนสำหรับลักษณะ ALC สูงกว่าไข่ไก่ที่กินอาหารสูตร FSH และ SOY ($P < 0.001$) เช่นเดียวกับที่พบในลักษณะ ALJ ($P = 0.002$) นอกจากนี้ ไข่ไก่ที่ได้จากไก่ไข่ที่กินอาหารสูตร BS5 มีคะแนนสำหรับลักษณะ FAO และ FYO แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับไข่ไก่ที่ได้จากไก่ไข่ที่กินอาหารสูตร FSH, SOY และ BS2 ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเมื่อพิจารณาที่คะแนนประเมิน

จากการกินโดยผู้เชี่ยวชาญ ไช้ไก่ที่ได้จากไก่ไข่ที่กินอาหารสูตร BS5 มีคะแนนประเมินที่ดีทั้งลักษณะปรากฏ และลักษณะกลีณรส ดังนั้น การใช้หนอนแมลงวันลายในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับร้อยละ 5 สามารถทำได้โดยไม่ส่งผลต่อลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลีณรส และความรู้สึกตกค้าง อีกทั้งยังไม่ส่งผลต่อการยอมรับโดยรวมอีกด้วย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ที่ 1

สูตรอาหารไก่ไข่ที่แตกต่างกันมีผลต่อน้ำหนักไข่ สีเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ ค่าความสดใหม่ และ สีไข่แดง อย่างไรก็ตาม สูตรอาหารไก่ไข่ที่มีหนอนแมลงวันลายเป็นวัตถุดิบสามารถนำมาใช้ทดแทนสูตรอาหารไก่ไข่ที่ใช้ปลาป่นและกากถั่วเหลืองได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางให้แก่ผู้ที่สนใจนำผลการศึกษานี้ไปใช้ควมคำนึงถึงต้นทุนทางด้านราคาของหนอนแมลงวันลาย เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์หนอนแมลงวันลายจากบริษัทเอกชนเพื่อดำเนินการวิจัย อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้รายงานผลการศึกษากการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายด้วยสูตรอาหารที่แตกต่างกันในงานวิจัยก่อนหน้า ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ได้รับทุนส่งเสริมงานวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีงบประมาณ 2563 เรียบร้อยแล้ว ผู้สนใจสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงได้จากงานวิจัยดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ได้ดำเนินการในโรงเรือนแบบเปิด ทำให้สภาพอากาศภายนอกโรงเรือนส่งผลต่อตัวไก่ได้โดยตรงจึงทำให้ไก่มีความเครียดจากความร้อน ซึ่งทำให้การให้ผลผลิตไข่ลดลงและมีคุณภาพไข่ลดลงเช่นเดียวกัน ดังนั้น ในกรณีที่มีการศึกษาครั้งต่อไป ผู้สนใจควรดำเนินการทดสอบและเลี้ยงไก่ในโรงเรือนระบบปิดที่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้และไม่กระทบกับตัวสัตว์ ซึ่งจะทำให้ผลการศึกษามีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ที่ 2

ไข่ไก่ที่ได้จากไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่มีหนอนแมลงวันลายเป็นส่วนประกอบมีคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสดีกว่าไข่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีปลาป่นและกากถั่วเหลืองในบางลักษณะ แต่ในบางลักษณะนั้นไข่ไก่ที่ได้จากไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่มีหนอนแมลงวันลายเป็นส่วนประกอบนั้นมีคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอาหารที่มีปลาป่นและกากถั่วเหลือง แสดงว่า การใช้หนอนแมลงวันลายเป็นส่วนประกอบในอาหารไก่ไข่นั้นสามารถนำมาใช้ได้และไม่ส่งผลต่อลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความรู้สึกตกค้าง อีกทั้งยังไม่ส่งผลต่อการยอมรับโดยรวมอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูตรอาหารไก่ไข่ที่มีหนอนแมลงวันลายเป็นส่วนประกอบร้อยละ 5

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาในครั้งนี้มีเพียงการใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินทางประสาทสัมผัส ซึ่งเป็นเพียงตัวแทนของกลุ่มผู้บริโภค ดังนั้น ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจพิจารณาเพิ่มจำนวนผู้ทดสอบโดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปซึ่งจะทำให้ได้จำนวนผู้ประเมินที่มากขึ้นและอาจได้ผลการศึกษาที่แม่นยำมากขึ้นเช่นเดียวกัน

บรรณานุกรม

- กรมปศุสัตว์. 2562. **สถานการณ์การผลิตและการตลาดไข่ไก่**. แหล่งที่มา: <http://extension.dld.go.th>. 11 มกราคม 2564.
- กรุงเทพมหานคร. 2563. **ไข่ไก่เพียงพอหรือไม่ในวิกฤติโควิด-19**. กรุงเทพมหานคร (26 มีนาคม 2563).
- ดลฤดี จรัสสุโรธรรม, ปราโมทย์ บุญโพธิ์, จิรายุส เข้มสวัสดิ์, อีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ, ชุติศักดิ์ พูลมา, สติยอรุณแสง และ ประไพพรรณ สิทธิกุล. 2563. ผลของอาหารหนอนผสมมูลสัตว์ต่อประสิทธิภาพการให้ผลผลิตของหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens*) ในระยะหนอนถึงแมลง. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, พระนครศรีอยุธยา.
- ไทยรัฐออนไลน์. รง.ปลาปนเมืองคอน โอต! ลาเล็กขาดตลาด กระทบถึงอาหารสัตว์. **ไทยรัฐออนไลน์** (8 กันยายน 2558).
- นันทิญา พันธุ์เทศ, สุภาพร พาเจริญ, ชลธิชา รัตนมณี, สุนิสา สุวรรณพันธ์, ปวีญา โภชนงค์, อีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ, ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และ บดินทร์ วงศ์พรหม. 2565. การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่การค้าที่แตกต่างกัน. **วารสารสัตวศาสตร์** 3(พิเศษ 1): 286-292.
- ประกาศ ธารฉาย. 2560. **โภชนาในอาหารสัตว์**. เอกสารประกอบการเรียนวิชาโภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์ปีก สาขาวิชาสัตวศาสตร์(สัตว์ปีก) คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน. 2556. **การเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวัน เพื่อทดแทนโปรตีนจากอาหารสัตว์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, จันทบุรี.
- สรสนันท์ สุขพิมาย, สุกัญญา จิตตพรพงษ์ และ สุชาติ สงวนพันธุ์. 2553. ผลของการอัดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่ไข่และคุณภาพไข่. **การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- อัจฉรา นิยมเดชา และ มงคล คงเสน. 2556. เมทาบอลิซึมและคุณประโยชน์ของแคโรทีนอยด์ในการเพิ่มความเข้มสีไข่แดง. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**. 5(4): 112-121
- อานัฐ ตันโช. 2560. **คู่มือการผลิตหนอนแมลงวัน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. Trio Advertising & Media Co., Ltd. เชียงใหม่, ประเทศไทย.

เอกภพ สมใจเพ็ง, ภาณุพงศ์ บุตรสี, จิรายุส เข้มสวัสดิ์, ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ, สนทยา มูลศรีแก้ว, สหัฐ นุชนารถ และ ประไพพรรณ สิทธิกุล. 2563. ผลของอาหารหนอนจากเศษเหลือหลากหลายชนิดต่อลักษณะการเจริญเติบโตและอัตราการตายของหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens*). ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, พระนครศรีอยุธยา.

Anankware, P.J. and R.A. Ayizanga,. 2018. Potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) as a replacement for fish/soybean meal in the diet of broilers. **Journal of Agricultural Science**. 7(8): 272-280.

Aniebo, A.O., E.S. Erundu and O.J. Owen. 2009. Replacement of fish meal with maggot meal in African catfish (*Clarias gariepinus*) diets. **Revista Cientifica UDO Agricola**. 9: 653-656.

Ankamah-Yeboah, I., J.B. Jacobsen and S.B. Olsen. 2018. Innovating out of the fishmeal trap
The role of insect-based fish feed in consumers' preferences for fish attributes. **British Food Journal**. 120(10): 2395-2410. DOI: 10.1108/BFJ-11-2017-0604.

Barragan-Fonseca, K.B., M. Dicke and J.J.A. van Loon. 2017. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review. **Journal of Insects as Food and Feed**. 3(2): 105-120.

Bondari, K. and D.C. Sheppard. 1981. Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. **Elsevier**. 24: 103-109.

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. **British Poultry Science**. 56: 569–575. DOI: 10.1080/00071668.2015.1080815.

Bryden, W.L., X. Li, I. Ruhnke, D. Zhang and S. Shini. 2021. Nutrition, feeding and laying hen welfare. **Animal Production Science**. 61: 893–914. DOI: 10.1071/AN20396.

Burana, K. and T. Jamjanya. 2010. Seasonal Distribution, Rearing Methods and Nutritional Value of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.). p. 603-609. In **The 11th Graduate Research Conference**. Khon Kaen University, Khon Kaen.

- Chitsatchapong, C. 2009. **The effects of shrimp shell meal on production performance, microbial population changes and immune response of broilers.** ME, Suranaree University of Technology.
- Cullere, M., G. Tasoniero, V. Giaccone, R. Miotti-Scapin, E. Claeys, S. De Smet and A. Dalle Zotte. 2016. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: apparent digestibility, excreta microbial load, feed choice, performance, carcass and meat traits. **Animal.** 10(12): 1923–1930.
- Hussein, S.M. and R. H. Harms. 1994. Effect of Amino acid deficiencies on yolk: albumen ratio in hen egg. **Journal of Applied Poultry Research.** 3:362-366.
- Jacob, J. 2013. Including Fishmeal in Organic Poultry Diets. **eOrganic** (November 6, 2013).
- Kawasaki, K., Y. Hashimoto, A. Hori, T. Kawasaki, H. Hirayasu, S. Iwase, A. Hashizume, A. Ido, C. Miura, T. Miura, S. Nakamura, T. Seyama, Y. Matsumoto, K. Kasai and Y. Fujitani. 2019. Evaluation of black soldier fly (*hermetia illucens*) larvae and pre-pupae raised on household organic waste, as potential ingredients for poultry feed. **animals.** 9(98): 1-14.
- Khusro, M., N.R. Andrew and A. Nicholas. 2012. Insect as poultry feed: a scoping study for poultry production systems in Australia. **Poultry Science Journal.** 68: 435-446.
- Kim, D.H., Y.K. Lee, S.H. Kim and K.W. Lee. 2021. The impact of temperature and humidity on the performance and physiology of laying hens. **Animals** 11: 1 – 12.
- Lalander, C., S. Dienerb, C. Zurbrüggb and B. Vinneras. 2019. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). **Journal of Cleaner Production.** 208: 211-219.
- Marono, S., R. Loponte, P. Lombardi, G. Vassalotti, M.E. Pero, F. Russo, L. Gasco, and G. Parisi. 2017. Productive performance and blood profiles of laying hens fed *Hermetia illucens* larvae meal as total replacement of soybean meal from 24 to 45 weeks of age. **Poultry Science.** 96(6): 1783-1790. DOI: 10.3382/ps/pew461.
- Miranda, J. M., X. Anton, C. Redondo-Valbuena, P. Roca-Saavedra, J. A. Rodriguez, A. Lamas, C. M. Franco and A. Cepeda. 2015. Egg and egg-derived foods: effects on human health and use as functional foods. **Nutrients.** 7: 706-729. DOI: 10.3390/nu7010706.

- Mohammed, 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 45(9): 518-523.
- Mutafela, R.N. 2015. **High value organic waste treatment via black soldier fly bioconversion: on site pilot study**. Master degree, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Nguyen, T.T.X., J.K. Tomberlin and S. Vanlaerhoven. 2015. Ability of black soldier fly (*Diptera: Stratiomyidae*) larvae to recycle food waste. **Environmental Entomology**. 44: 406–410.
- OECD/FAO. 2018. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027**. OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Pahumunto, N. 2009. **Nutrition and Flavor of Natural Fermented Soybean Curd (sufu)**. M.E. Thesis, Songkla University.
- Pieterse, E., S.W. Erasmus, T. Uushona and L.C. Hoffman. 2019. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a dietary protein source for broiler production ensures a tasty chicken with standard meat quality for every pot. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 99(2): 893-903. DOI: 10.1002/jsfa.9261.
- Pongjanyakul, T., T. Nualchan and P. Somsueb. 2008. **Replacement of Fish Meal Protein with Soybean Meal Protein in Diet of Black Ear Catfish (*Pangasius larnaudii* Bocourt, 1866)**. Ubonratchathani Inland Fisheries Research and Development Center, Department of Fisheries.
- Secci, G., F. Bovera, S. Nizza, N. Baronti, L. Gasco, G. Conte, A. Serra, A. Bonelli and G. Paris. 2018. Quality of eggs from Lohmann Brown Classic laying hens fed black soldier fly meal as substitute for soya bean. **Animal**. 12(10): 2191–2197.
- Sripontan, Y., T. Juntavimon, S. Songin and C.I. Chiu. 2017. Egg-trapping of black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) with various wastes and the effects of environmental factors on egg-laying. **Khon Kaen Agriculture Journal**. 45(1): 179-184.
- Ushakova, N. A., A. E. Dontsov , N. L. Sakina, E. S. Brodsky, I. A. Ratnikova, N. N. Gavrilova, A. I. Bastrakov, A. A. Kozlova and R. V. Nekrasov. 2017. Melanin properties at the

different stages towards life cycle of the fly *Hermetia illucens*. **Ukrainian Journal of Ecology**. 7(4): 424–431.

Wang, Y.S. and M. Shelomi. 2017. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food. **Foods**. 6: 91-114.

Zhao, J., K. Kawasaki, H. Miyawaki, H. Hirayasu, A. Izumo, S. I. Iwase, I. Iwase and K. Kasai. 2022. Egg quality and laying performance of Julia laying hens fed with black soldierfly (*Hermetia illucens*) larvae meal as a long-term substitute for fish meal. **Poultry Science**. 1: 1-7.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก



ภาคผนวก ข

Objective 1;

DM 'log;clear;out;clear;';

DATA BSFHen;

Infile BSFHen.txt' dlm = '09'x firstobs = 2;

Input HID\$ Td Tm Ty Wk\$ Trt\$ TrtCode\$ EggW EWD EL ESI SCT SCM SCB SCA AlbuH HU

YolkC AlbuW AlbuP YolkW YolkP Yolk2Alb ShellW ShellP STT STM STB STA BloodS\$ MeatS\$;

/*

*HID = Hen ID

*Td = Test date

*Tm = Test month

*Ty = Test year

*WK = Week (0,1,2,...)

*EggW = Egg weight

*EWD = Egg width

*EL = Egg Length

*ESI = Egg shape index

*SCT = Shell color at tip

*SCM = Shell color at middle

*SCB = Shell color at base

*SCA = Shell color average

*AlbuH = Albumin height

*HU = Haugh unit

*YolkC = Yolk color

*AlbuW = Albumin width

*AlbuP = Albumin ratio from egg weight

*YolkW = Yolk weight

*YolkP = Yolk ratio from egg weight

*Yolk2Alb = Yolk and Albumin ratio

*ShellW = Shell weight

*ShellP = Shell ratio from egg weight

*STT = Shell thickness at tip

```

*STM = Shell thickness at middle
*STB = Shell thickness at base
*STA = Shell thickness average
*BloodS = Blood spot
*MeatS = Meat spot
*/

*-----Set for total data (overall only 1 to 8 wk)-----;
IF Wk = "0" then delete;
IF EWD < 37 then EWD = ".";
    IF EWD > 46 then EWD = ".";
IF ESI > 88 then ESI = ".";
IF SCM > 40 then SCM = ".";
IF SCB > 35 then SCB = ".";
IF SCA > 40 then SCA = ".";
IF YolkW < 8 then YolkW = ".";
IF YolkP < 18 then YolkP = ".";
IF Yolk2Alb < 25 then Yolk2Alb = ".";
IF ShellW < 3 then ShellW = ".";
IF ShellP < 7 then ShellP = ".";
    IF ShellP > 14 then ShellP = ".";
IF STB > 0.45 then STB = ".";

* *****,
* -- Descriptive Data Analysis ----;
* *****,
/*

Proc Sort; by trt;
Proc Freq Data=BSFHen; by trt;
    Table Eggw;
*/

/*

IF Wk < 5 then delete;
IF YolkC < 5 then YolkC = ".";

```

```

Proc Univariate data = BSFHen all;
    Var YolkC ;
*/
/*
Proc sort; by wk;
Proc Univariate data = BSFHen all; by wk;
    Var EggW ;
*/
/*
*--Total data--;
Proc GLM data=BSFHen;
    Class Trtcode Trt wk ;
    Model EggW AlbuW YolkW ShellW HU YolkC STT STM STB = Trtcode wk ;
    LSMeans Trtcode wk/pdiff stderr ;
    Means Trtcode wk /duncan;
    *LSMeans Trtcode /pdiff stderr adjust=bon;
*/
* for Yolk color trait only;
IF Wk < 5 then delete;
IF YolkC < 5 then YolkC = ".";
*=== Total weeks ===*;
Proc GLM data=BSFHen;
    Class Trtcode Trt Wk;
    *Model EggW ESI SCT SCM SCB SCA STT STM STB STA AlbuW YolkW ShellW HU YolkC
= Trt Wk Trt*Wk;
    Model YolkC = Trt Wk Trt*Wk;LSMeans Trt Wk Trt*Wk /pdiff stderr;
    Means Trt Wk Trt*Wk /duncan;
    *LSMeans Trt /pdiff stderr adjust=bon;
/*
quit;
Run;

```

Objective 2:

```
DM 'log;clear;out;clear;'
```

```
DATA SSRBSF;
```

```
Infile 'SSRBSF.txt' dlm = '09'x firstobs = 2;
```

```
Input ID$ Td Tm Ty wk$ trt$ trtalp$ t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10 t11 t12 t13 t14 t15 t16  
t17 t18;
```

```
/*
```

```
Td    =    test date
```

```
Tm    =    test month
```

```
Ty    =    test year
```

```
    ID1    =    T.Sunisa
```

```
    ID2    =    S.Pimpawee
```

```
    ID3    =    S.Nut
```

```
    ID4    =    T.Bee
```

```
    ID5    =    S.Teerarat
```

```
    ID6    =    S.Kwanjira
```

```
    ID7    =    S.Pondrat
```

```
    ID8    =    S.Chonticha
```

```
wk    =    week at test
```

```
trt    =    Treatment
```

```
    1      =    FHS
```

```
    2      =    SOY
```

```
    3      =    BS2
```

```
    4      =    BS5
```

```
trtalp =    FHS,SOY,BS2,BS5
```

```
t1     =    Albumin color
```

```
t2     =    Albumin luster
```

```
t3     =    Albumin juicy
```

```
t4     =    Albumin abnormal
```

```
t5     =    Yolk color
```

```

t6    =    Yolk texture
t7    =    Before Albumin Egg taint
t8    =    Before Albumin firmness
t9    =    Before albumin silkiness
t10   =    Before yolk oiliness
t11   =    Before yolk egg taint
t12   =    Before yolk saltiness
t13   =    Before yolk hard to swallow
t14   =    After albumin oiliness
t15   =    After albumin abnormal flavour
t16   =    After yolk oiliness
t17   =    After yolk abnormal flavour
t18   =    Overall impression
*/

*IF t7 > 15.0 then t7 = ".";
*IF t15 > 15.0 then t15 = ".";

/*----- Descriptive statistics -----*/
/*

Proc summary print;
    Var t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10 t11 t12 t13 t14 t15 t16 t17 t18;
Proc univariate all;
    Var t18 ;

*/
/*

Proc GLM data=SSRBSF;
    Class Trtalp Wk;
    Model t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10 t11 t12 t13 t14 t15 t16 t17 t18 = Trtalp Wk
    Trtalp*Wk ;
    LSMeans Trtalp Wk Trtalp*Wk/pdiff stderr ;
    Means Trtalp Wk Trtalp*Wk /Duncan;

/*

```

```
Proc GLM data=SSRBSF;  
  Class Trt Trtalp Wk ID;  
  Model t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10 t11 t12 t13 t14 t15 t16 t17 t18 = Trtalp Wk ID ;  
  LSMeans Trtalp Wk/pdiff stderr ;  
  Means Trtalp Wk ID /Duncan;  
Quit;  
Run;
```

ประวัตินักวิจัย

นักวิจัยคนที่ 1

ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) อีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ

ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Teerapong Jaichansukkit

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2549	ปริญญาตรี	วท.บ.	สัตวศาสตร์	มหาวิทยาลัยศิลปากร	ไทย
2553	ปริญญาโท	วท.ม.	สัตวศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย
2560	ปริญญาเอก	ปร.ด.	สัตวศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- การวางแผนการทดลองและวางแผนการเก็บข้อมูลเพื่องานวิจัยทางสัตวศาสตร์
- การจัดการข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อเพิ่มผลผลิตและการปรับปรุงพันธุ์สัตว์สำหรับลักษณะการให้ผลผลิตของสัตว์ปศุสัตว์
- การใช้โปรแกรมทางสถิติสำหรับงานวิจัยทางสัตวศาสตร์

ผลงาน บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

นันทิญา พันธุ์เทศ, สุภาพร พาเจริญ, ชลธิชา รัตนมณี, สุนิสา สุวรรณพันธ์, ปวิษฐา โกษณงค์, **อีรพงษ์**

ใจชาญสุขกิจ, ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และ บดินทร์ วงศ์พรหม. 2565. การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่การค้าที่แตกต่างกัน. วารสารสัตวศาสตร์ 3(พิเศษ 1): 286-292.

ดลฤดี จรัสอุไรธรรม, ปราโมทย์ บุญโพธิ์, จิรายุส เข้มสวัสดิ์, **อีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ**, ชุศักดิ์ พูลมา, สติฉัย อรุณแสง และ ประไพพรรณ สิทธิกุล. 2564. ผลของอาหารหนอนผสมมูลสัตว์ต่อประสิทธิภาพการให้ผลผลิตของหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens*) ในระยะหนอนถึงแมลง. หน้า 551-556. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 5, 29-30 เมษายน 2564.

- เอกภพ สมใจเพ็ง, ภาณุพงศ์ บุตรสี, จิรายุส เข้มสวัสดิ์, **ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ**, สนทยา มุลศรีแก้ว, สหส นุชนารถ และ ประไพพรรณ สิทธิกุล. 2564. ผลของอาหารหนอนจากเศษเหลือหลากหลายชนิด ต่อลักษณะการเจริญเติบโตและอัตราการตายของหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens*). หน้า 557-563. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 5, 29-30 เมษายน 2564.
- สนทยา มุลศรีแก้ว, ชุศักดิ์ พูลมา, **ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ** และ กนกวรรณ อยู่ปรางค์. 2564. การใช้เศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งเป็นอาหารต่อปริมาณผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ และค่าชีวิตในเลือดของไก่ไข่. หน้า 492. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 5, 29-30 เมษายน 2564.
- ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ**, พินิจ กลั่นสร้อย, อุดมศักดิ์ นพพิบูลย์, น้ำทิพย์ จิรัชิตกัลพานธุ์ และ ประไพพรรณ สิทธิกุล. 2562. ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตของลูกสุกรก่อนหย่านม. แก่นเกษตร 47(ฉบับพิเศษ 2): 867-874.
- ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ**, สนทยา มุลศรีแก้ว, วิศิษฐ์ เกตุปัญญาพงศ์, สหส นุชนารถ, มานะ สุภาดี, ฐานิศวรร ชิตธนาเศรษฐ์, สุริยา แก้วกอง, กุลิสรา มรุษพันธ์ธร, ชุศักดิ์ พูลมา และ ชลธิชา ศรีวงศ์วรรณ. ความสัมพันธ์ของสีเปลือกไข่ต่อคุณลักษณะไข่ของแม่ไก่ไข่ที่ถูกเลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิด. แก่นเกษตร 47(ฉบับพิเศษ 2): 919-926.
- ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ**, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี และ ศกร คุณวุฒิฤทธิ์. 2559. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกสุกรที่สูญเสียกับจำนวนลูกสุกรแรกคลอดทั้งหมดของแม่สุกรเชิงการค้าที่เลี้ยงภายใต้โรงเรือนระบบเปิด. แก่นเกษตร 44 (ฉบับพิเศษ 2): 350-356.
- ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ**, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี และ ศกร คุณวุฒิฤทธิ์. 2558. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศรายวันและจำนวนลูกสุกรมัมมีของแม่สุกรพันธุ์แท่นด์เรชที่เลี้ยงในภาคเหนือของประเทศไทย. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2(ฉบับพิเศษ 1): 107-110.
- ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ**, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี และ ศกร คุณวุฒิฤทธิ์. 2557. พารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะครอกแรกเกิดของประชากรแม่สุกรแลนด์เรชที่ถูกเลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทย. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 1(พิเศษ): 305-308.
- ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ** และณัฐพล จงกสิกิจ. 2552. ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์พันธุ์ในโคขาวลำพูนของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. วารสารเกษตร 25: 199-206.
- Jaichansukkit, T., T. Suwanasopee, S. Koonawootrittriron and M.A. Elzo. 2017. Effect of daily fluctuations in ambient temperature on reproductive failure traits of Landrace and Yorkshire sows under Thai tropical environment conditions. Trop. Anim. Health Prod. 49(3): 503-508.

Jaichansukkit, T., T. Suwanasopee, S. Koonawootrittriron and M.A. Elzo. 2015. Genetic parameters of lifetime characteristics of pre-weaning production traits of Landrace sows raised under tropical conditions. ADSA-ASAS Joint Annual Meeting, Orlando, FL, July 12-16, 2015.

Jaichansukkit, T., T. Suwanasopee, M.A. Elzo and S. Koonawootrittriron. 2013. Characteristics of lifetime pre-weaning production traits in Landrace and Yorkshire sows under tropical conditions. ADSA-ASAS Joint Annual Meeting, Indianapolis, IN, July 8-12, 2013.

Jaichansukkit, T., T. Suwanasopee and S. Koonawootrittriron. 2012. Piglet death loss of sows in a commercial swine population raised under Thai tropical condition. *In* Proc. Genetic Improvement of Livestock and Aquatic Animals in the Tropics: Challenge and Reward (GILAAT), Bangkok, Thailand, September 24-26, 2012.

นักวิจัยคนที่ 2

ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) สุภาพร พาเจริญ

ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Supaporn Pajareon

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานและสถานที่ติดต่อ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2549	ปริญญาตรี	วท.บ.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (เกียรตินิยมอันดับ 1)	มหาวิทยาลัยสยาม	ไทย
2552	ปริญญาโท	วท.ม.	พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2561	ปริญญาเอก	ปร.ด.	วิทยาศาสตร์การอาหาร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

-

ผลงาน บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

สุภาพร พาเจริญ. 2561. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเคมีและคุณลักษณะการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดรสในหัวตัดแต่งจากสุพรรณบุรี.การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 (10th RMUTNC) ระหว่างวันที่ 1-3 สิงหาคม 2561 ณ โรงแรมเรืออัสสัมชัญ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง หน้า 124-131.

สุภาพร พาเจริญ, วรภา วงศ์แสงธรรม และจันทร์เพ็ญ บุตรใส. 2560. พฤติกรรมการบริโภคน้ำมันข้าวโพดและการยอมรับของผู้บริโภคในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนกึ่งร้อน ครั้งที่ 11 ระหว่างวันที่ 3-4 สิงหาคม 2560 ณ โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 69-77.

สุภาพร พาเจริญ. 2562.เสถียรภาพของสารสกัดแอนโทไซยานินจากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการห่อหุ้มด้วยโปรตีนรำข้าวเข้มข้นภายใต้สภาวะค่าความเป็นกรด-ด่างและความร้อนที่แตกต่างกัน ว.มทรส. 7(2) : 205-215

สุภาพร พาเจริญ. 2564. ผลของสภาวะที่ใช้ในการสกัดรำข้าวที่มีสีต่อปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น ว.มทรส. ศรีวิชัย ปีที่13 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน-ธันวาคม 2564

Yokesahachart, C., B. Chardchopowpong, S. Niramitmahapanja, **S. Pajareon**, P.

Yokesahachart. Study on Physical and Thermal Properties of Edible Films from Modified Cassava Starch Incorporated with Zein Protein. Journal of Food Technology, Siam University, 2019, 14(1), 58-68. แหล่งทุน: สวพ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Yokesahachart, C. and **S. Pajareon**. 2020. Comparative study of physico-mechanical properties, thermal stability and water absorption of biodegradable films prepared from commercial oxidized and cross-linked cassava starches, Journal of Current Science and Technology (JCST), 2020, 10(2), 121-129. แหล่งทุน: สวพ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

นนทิญา พันธุ์เทศ, **สุภาพร พาเจริญ**, ชลธิชา รัตนมณี, สุนิสา สุวรรณพันธ์, ปวิษฐา โกษณงค์, อีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ, ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และ บดินทร์ วงศ์พรหม. 2565. การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่การค้าที่แตกต่างกัน. วารสารสัตวศาสตร์ 3(พิเศษ 1): 286-292.

สุภาพร พาเจริญ วิจิตรา เหลียวตะกุล และ วรุฒิ ธาราภูมิ. 2564. การศึกษาผลของปริมาณสารสกัดจากโหระพาและเจลาตินต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่โหระพา. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 5 (สาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร) วันที่ 29-30 เมษายน 2564 ณ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

สุภาพร พาเจริญ ฌนกร หยกสหาติ กัญญารัตน์ สีนคำคุณ และ ฐิติรัตน์ นันทะกุล. 2564. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง.การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 5 (สาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร)วันที่ 29-30 เมษายน 2564 ณ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

สุภาพร พาเจริญ วิจิตรา เหลียวตะกุล และ วรุฒิ ธาราภูมิ. 2564. การศึกษาผลของปริมาณสารสกัดจากโหระพาและเจลาตินต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่โหระพา ว.มทรส.

พาขวัญ ทองรักษ์ วรรณภา วงศ์แสงธรรม **สุภาพร พาเจริญ** จันท์เพ็ญ บุตรใส และ รุ่งทิพย์ ไทยสม. 2560. การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวเกรียบมันเทศสู่การผลิตเชิงพาณิชย์โดยชุมชนมีส่วนร่วม.

นักวิจัยคนที่ 3

ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นันทิยา พันธเทศ

ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Nantiya Panted

ตำแหน่งปัจจุบัน นักศึกษาปริญญาโท

หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2562	ปริญญาตรี	วท.บ.	สัตวศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	ไทย
อยู่ระหว่างการศึกษา	ปริญญาโท	วท.ม.	เทคโนโลยีการเกษตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	ไทย

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

-

ผลงาน บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

นันทิญา พันธุ์เทศ, สุภาพร พาเจริญ, ชลธิชา รัตนมณี, สุณิสา สุวรรณพันธ์, ปวีชญา โภชฌงค์, อีรพงษ์
 ใจชาญสุขกิจ, ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และ บดินทร์ วงศ์พรหม. 2565.
 การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไข่ไก่การค้าที่แตกต่างกัน. วารสาร
 สัตวศาสตร์ 3(พิเศษ 1): 286-292.