Life Sciences and Environment Journal 2021; 22(2): 238-251

ผลของการเสริมดอกแคแดง แคแสด และสุพรรณิการ์ในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และค่าโลหิตวิทยา

EFFECTS OF *SESBANIA GRANDIFLORA* (L.) DESV, *SPATHODEA CAMPANULATE* (P.) BEAUV. AND *COCHLOSPERMUM REGIUM* (L.) ALSTON. FLOWERS SUPPLEMENTATION LAYER DIET ON EGG PRODUCTION, EGG QUALITY AND BLOOD PARAMETERS

สุภาวดี แหยมคง[1]* สุกัญยา แตงโม[1] สิริพร ห้าวหาญ[1] พัทธนันท์ โกธรรม[1]
ประภาศิริ ใจผ่อง[1] ทศพร อินเจริญ[2] และศิริวรรณ ม่วงทอง[3]

Suphawadee Yaemkong[1]*, Sukanya Tangmo[1], Siriporn Howhan[1], Pattanun Gothom[1]
Prapasiri Jaipong[1], Tossaporn Incharoen[2] and Siriwan Muangtong[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการเสริมดอกแคแดง *Sesbania grandiflora* (L.) Desv. ดอกแคแสด *Spathodea campanulate* (P.) Beauv. และดอกสุพรรณิการ์ *Cochlospermum regium* (L.) Alston. ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และค่าโลหิตวิทยา แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ถูกนำมาใช้ในการศึกษา อาหารทดลอง ประกอบด้วย อาหารควบคุม (กลุ่มที่ 1) อาหารที่มีดอกแคแดง (กลุ่มที่ 2) ดอกแคแสด (กลุ่มที่ 3) และดอกสุพรรณิการ์ (กลุ่มที่ 4) เสริมในอาหารระดับ 2% ถูกจัดโดยสุ่มให้กับไก่ไข่พันธุ์โลมันบราวน์ (Lohmann Brown) อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 160 ตัว มี 4 กลุ่ม ๆ ละ 20 ซ้ำ ๆ ละ 2 ตัว เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิด เป็นเวลา 60 วัน ผลการศึกษา

[1]คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok Province 65000
[2]คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Muang District, Phitsanulok Province 65000
[3]สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดพิษณุโลก อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3]Phitsanulok Provincial Livestock Office, Muang District, Phitsanulok Province 65000
*corresponding author e-mail: suphayaku@hotmail.com
Received: 5 July 2021; Revised: 21 September 2021; Accepted: 25 September 2021
DOI: https://doi.org/10.14456/lsej.2021.11

พบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่ 1 (ควบคุม) กลุ่มที่ 2 (ดอกแคแดง) และกลุ่มที่ 4 (ดอกสุพรรณิการ์) ให้ไข่ที่มีน้ำหนักไข่ไม่แตกต่างกัน แต่หนักกว่าไข่ของไก่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่ 3 (ดอกแคแสด) อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 2 (ดอกแคแดง) มีน้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลง ความกว้างไข่ ความกว้างไข่แดง และน้ำหนักไข่ขาวมากกว่าไก่ไข่ทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่ 4 (ดอกสุพรรณิการ์) ให้ไข่ที่มีความหนาเปลือกไข่และน้ำหนักเปลือกไข่มากกว่าไก่ไข่ทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ค่าฮอฟ์ยูนิตของไข่ไก่ที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 4 (ดอกสุพรรณิการ์) มีค่าสูงที่สุด (p>0.05) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทั้งที่ไม่มีหรือมีดอกไม้ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารต่อการผลิตไข่ ความยาวไข่ น้ำหนักไข่แดง สีไข่แดง ความสูงไข่ขาว และค่าโลหิตวิทยาไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ดอกไม้ 3 ชนิด สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบเสริมในอาหารเลี้ยงไก่ไข่ได้ โดยไม่ส่งผลกระทบทางลบต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และค่าโลหิตวิทยา

คำสำคัญ: อาหารสัตว์ แคแดง แคแสด สุพรรณิการ์ ไก่ไข่

Abstract

The objective of this research was to study the effects of Kae Dang [*Sesbania grandiflora* (L.) Desv.], Kae Sad [*Spathodea campanulate* (P.) Beauv.] and Supanniga [*Cochlospermum regium* (L.) Alston.] flowers in Layer diets on egg production, egg quality and blood parameters. A completely randomized design (CRD) was used in the study. Each of 4 diet groups; the control diet (group 1), a diet supplemented with 2% of Kae Dang (group 2), Kae Sad (group 3), and Supanniga (group 4) were randomly assigned to 160 (Lohmann Brown) 30-week-old laying hens, into 4 groups, each group consisted of 20 replicates (2 hens each), and then they were raised in a closed house for 60 days. The results showed that the laying hens fed in group 1 (control), group 2 (Kae Dang) and group 4 (Supanniga) gave eggs with no difference in egg weight, but they were significantly heavier (p<0.05) than eggs of hens fed in group 3 (Kae Sad). The laying hens fed in group 2 (Kae Dang) showed the change in body weight, egg width, yolk width, and albumen weight significantly higher than laying hens fed in all groups (p<0.05). Layers fed in group 4 (Supanniga) yielded eggs with significantly higher eggshell thickness and eggshell weight than laying hens in all groups (p<0.05). The Haugh unit of eggs from hens fed in group 4 (Supanniga) was the highest (p<0.05), but showed no significant difference from the control group. However, laying hens fed with

or without flowers of all three types were no significant difference in feed intake, egg yield, feed conversion ratio per egg production, egg length, yolk weight, yolk color, albumen height, and blood parameters. The results indicated that three types of flowers could be used as a supplementary source of feed for laying hens without negative effects on productivity, egg quality and hematology.

Keywords: Feeds, *Sesbania grandiflora* (L.) Desv., *Spathodea campanulate* (P.) Beauv., *Cochlospermum regium* (L.) Alston., Layer

บทนำ

การเลี้ยงไก่ไข่ให้ได้ผลผลิตและคุณภาพไข่ดีตรงความต้องการของผู้บริโภค จำเป็นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของไข่ โดยเฉพาะสีไข่แดงซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ผู้ผลิตไก่ไข่จึงปรับปรุงสีไข่แดงให้มีความเข้มมากยิ่งขึ้น (Niyomdecha & Khongsen, 2013) โดยทั่วไปผู้ผลิตไก่ไข่มักเสริมสารสีสังเคราะห์ในอาหาร เช่น Carophyll Red ซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การนำดอกไม้ที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น ดอกแคแดง ดอกแคแสด และดอกสุพรรณิการ์ ซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นที่สามารถหาได้ง่ายในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทยและมีราคาถูก มาเสริมในอาหารไก่ไข่ อาจสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตและลดการนำเข้าสารสีสังเคราะห์จากต่างประเทศได้ นอกจากนี้มีสรรพคุณทางเภสัชวิทยาของดอกไม้ดังกล่าว เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการลดคอเลสเตอรอล เป็นต้น

แคแดง (*Sesbania grandiflora* (L.) Desv.) อยู่ในวงศ์ Leguminosae – Papilionoideae มีดอกสีแดง เป็นต้นไม้พื้นบ้าน เปลือกต้น ดอก ใบสด และยอดอ่อนสามารถนำมาปรุงเป็นสมุนไพรพื้นบ้าน โดยเปลือกต้นสามารถนำมาต้มหรือฝน แล้วทานเป็นยาสำหรับแก้มูกเลือด ช่วยดับพิษร้อนถอนพิษไข้ ดอกแค ใช้เป็นอาหาร รักษาอาการไข้เปลี่ยนอากาศ เปลี่ยนฤดู (แก้ไข้หัวลม) ฝักอ่อนใช้เป็นอาหารได้ (The Botanical Garden Organization, 2013) ทั้งนี้ Yommarat & Jamjang (2016) รายงานว่า ข้าวที่แช่ด้วยดอกแคแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 37.77%

แคแสด (*Spathodea campanulate* (P.) Beauv.) อยู่ในวงศ์ Bignoniaceae ส่วนของเปลือกลำต้นสามารถนำมารักษาแผล โรคผิวหนัง แผลเรื้อรัง และแก้บิด ใบและดอก ใช้พอกแผล ดอกใช้รักษาแผลเรื้อรัง หรือนำมาประกอบอาหารได้เหมือนแคบ้าน (The Botanical Garden Organization, 2013) Liaotrakoon (2016) รายงานว่าดอกแคอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น โพลีฟีนอลิค และสารฟลาโวนอยด์ สามารถต้านกิจกรรมของอนุมูลอิสระได้เทียบเท่ากับวิตามินอี (α-tocopherol; Gowri & Vasantha, 2010) และมากกว่าสาร Butylated hydroxyanisole และ Butylated hydroxytolune โดยเฉพาะดอกแคแดงที่อุดมไปด้วย Anthocyanin ซึ่งให้สีม่วงแดง และดอกแคยังมีฤทธิ์เป็นสาร Anti-

inflammatory และ Antinociceptive activities ซึ่งมีแนวโน้มนำไปพัฒนาเป็นอาหารเสริมได้เช่นกัน (Longanayaki et al., 2012)

ส่วนสุพรรณิการ์ (*Cochlospermum regium* (L.) Alston.) อยู่ในวงศ์ Bixaceae เป็นไม้ผลัดใบที่มีถิ่นกำเนิดในแถบทุ่งหญ้าเขตร้อนแซราดู (Cerrado) ในทวีปอเมริกาใต้ บริเวณประเทศบราซิล โบลิเวีย และปารากวัย ปัจจุบันพบได้ทั่วไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ใบอ่อนของสุพรรณิการ์ นำมาต้มเอาน้ำมาใช้สระผม เนื้อไม้ต้มกับแป้งเป็นอาหาร ดอกแห้งและใบแห้งใช้เป็นยาบำรุงกำลัง (The Botanical Garden Organization, 2013)

ในปัจจุบัน ยังไม่พบรายงานการนำดอกไม้ทั้ง 3 ชนิด มาเสริมในอาหารสัตว์ที่ชัดเจน แต่ Tangmo et al. (2019) รายงานว่า ดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณสารฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์สูงกว่า (48.82 mg GAE/g, 28.91 mg β-carotene/100 g และ 8.87 mg CE/g) ดอกแคแสด (6.64 mg GAE/g, 9.31 mg β-carotene/100 g และ 3.47 mg CE/g) และ ดอกแคแดง (5.61 mg GAE/g, 4.13 mg β-carotene/100 g และ 0.97 mg CE/g) ตามลำดับ ในขณะที่สารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) พบได้เฉพาะในดอกแคแดง (119.40mg CGE/100 g) เท่านั้น นอกจากนี้ Liaotrakoon (2016) ยังรายงานว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในดอกแคแดงมีปริมาณวิตามิน ซี, Anthocyanin, Tannin, Phenol, DPPH และ FRAP เท่ากับ 24.80 mg of ascorbic acid equ/100 g, 3.26 mg/g of sample, 28.98 mg tannic acid equ/100 g, 69.59 mg gallic acid equ/100 g, 48.09 mg gallic acid equ/100 g และ 1.68 mg gallic acid equ/100 g ในขณะเดียวกัน Fangkrathok et al. (2017) รายงานว่า ดอกสุพรรณิการ์มีสาร total phenolics 148.30 mg GAE/g extract, total flavonoids 62.39 mg QCE/g extract, antityrosinase 1.28 IC50; mg/ml และ antioxidant activity 114.33 ± 14.00 IC50; µg/ml ซึ่งของดอกสุพรรณิการ์และดอกแคแสดมีดอกสีเหลืองถึงสีเหลืองส้ม จึงทำให้พบปริมาณสารแคโรทีนอยด์สูงกว่าดอกแคแดง ดอกไม้ทั้งสามชนิดจึงอาจเป็นอีกทางเลือกในการเพิ่มสีของไข่แดงและให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ การต้านอนุมูลอิสระและสรรพคุณทางสมุนไพรอื่น ๆ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการเสริมดอกแคแดง แคแสด และสุพรรณิการ์ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และค่าโลหิตวิทยา

วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างดอกแคแดง ดอกแคแสด และดอกสุพรรณิการ์ ถูกเก็บจากต้นในพื้นที่ที่ศึกษา (มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก) นำมาอบแห้ง โดยใช้เฉพาะส่วนกลีบดอกของดอกไม้ ด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนมีความชื้นไม่เกิน 5% ตัวอย่างแห้งที่ได้นำมาเข้าเครื่องบดเพื่อการวิเคราะห์ รุ่น Polymix ® PX-MFC 90 D (35010021) จากนั้นทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2000) ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 Chemical composition (% dry matter basis) of Kae Dang *Sesbania grandiflora* (L.) Desv. Kae Sad *Spathodea campanulate* (P.) Beauv. and Supanniga *Cochlospermum regium* (L.) Alston. flowers

Composition	*Sesbania grandiflora* (L.) Desv.	*Spathodea campanulate* (P.) Beauv.	*Cochlospermum regium* (L.) Alston
Dry matter (g/kg)	83.02 ± 0.23	92.26 ± 0.31	90.60 ± 0.14
Crude protein (g/kg DM)	22.87 ± 1.33	11.87 ± 0.75	12.31 ± 1.57
Ether extract (g/kg DM)	0.45 ± 0.03	0.38 ± 0.05	0.35 ± 0.10
Crude fiber (g/kg DM)	9.64 ± 0.06	19.22 ± 3.87	25.29 ± 1.08
Ash (g/kg DM)	6.99 ± 0.08	7.33 ± 0.21	8.51 ± 0.15

แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ถูกนำมาใช้ในการศึกษา อาหารทดลองถูกผสมขึ้น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม กลุ่มที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของดอกแคแดง 2% กลุ่มที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของดอกแคแสด 2% และกลุ่มที่ 4 อาหารที่มีส่วนผสมของดอกสุพรรณิการ์ในอาหาร 2% ดังตารางที่ 2 (Table 2) อาหารทดลองแต่ละกลุ่มถูกสุ่มจัดให้กับไก่ไข่พันธุ์โลมันบราวน์ (Lohmann Brown) อายุ 30 สัปดาห์ (มีเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ย 85%) จำนวน 160 ตัว ได้ไก่ไข่ 4 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ซ้ำ ๆ ละ 2 ตัว บนกรงตับ (ขนาดช่องละ 30 × 40 × 37 เซนติเมตร จุไก่ช่องละ 2 ตัว) และถูกเลี้ยงในโรงเรือนในระบบปิดที่ ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยระบบการทำความเย็นแบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) เป็นเวลา 60 วัน ไก่ไข่ทุกตัวจะได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง ในเวลา 08.00 น. และเวลา 16.00 น. และเก็บไข่ไก่ทุกวันสำหรับนำมาใช้ในการศึกษา

Table 2 Feed formulation and chemical composition of the experimental diets

Group	Control	*Sesbania grandiflora* (L.) Desv.	*Spathodea campanulate* (P.) Beauv.	*Cochlospermum regium* (L.) Alston
Broken rice	17.00	15.89	16.87	17.00
Cassava	3.27	0.00	0.00	0.00
Corn	28.27	25.01	28.00	28.00
Fish meal (58% CP)	3.47	4.90	4.50	5.45
Soybean meal	12.38	14.00	12.20	12.54
Sesbania grandiflora (L.) Desv. flower	-	2.00	-	-

Table 2 Feed formulation and chemical composition of the experimental diets (cont.)

Group	Control	*Sesbania grandiflora* (L.) Desv.	*Spathodea campanulate* (P.) Beauv.	*Cochlospermum regium* (L.) Alston
Spathodea campanulate (P.) Beauv. flower	-	-	2.00	-
Cochlospermum regium (L.) Alston. flower	-	-	-	2.00
Rice bran	14.69	16.80	16.43	15.00
Corn bran	17.92	18.40	17.00	17.01
Premix	0.20	0.20	0.20	0.20
Dicalcium phosphate (18% P)	0.20	0.20	0.20	0.20
L-Lysine	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-Methionine	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamin	0.20	0.20	0.20	0.20
Oyster shell	2.00	2.00	2.00	2.00
Crude fiber	5.31	5.50	5.28	5.15
Calcium	3.09	3.10	3.11	3.11
Available Phosphorus	0.53	0.55	0.54	0.55
Lysine	0.90	0.99	0.93	0.97
Methionine	0.54	0.57	0.55	0.57
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,000.09	2,901.00	2,911.36	2,923.43
Price (Baht/kg)	14.34	14.90	14.59	14.99

ข้อมูลสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ น้ำหนักตัวเริ่มต้น และน้ำหนักตัวสุดท้าย ถูกจัดเก็บเพื่อคำนวณเป็นค่าน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง บันทึกปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ และน้ำหนักไข่

ไข่ไก่ถูกสุ่มซ้ำละ 2 ฟอง ทุก 7 วัน เพื่อตรวจสอบคุณภาพภายนอกและภายในฟองไข่ ได้แก่ ความกว้างของไข่ และความยาวของไข่ โดยใช้เครื่อง vernier caliper ความหนาของเปลือกไข่ ถูกวัดโดยจากค่าเฉลี่ยของจุดกึ่งกลางของเปลือกไข่ที่ลอกเยื่อผนังด้านในออก ข้อมูลน้ำหนักเปลือกไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว ความกว้างไข่แดง สีไข่แดง ความสูงไข่ขาว และค่าฮอฟ์ยูนิต (Haugh unit) ถูกจัดเก็บจากเครื่องวัดอัตโนมัติ (Egg Multi Tester Machine; EMT-7300, Japan)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (วันที่ 61) อดอาหารไก่ไข่เป็นเวลา12 ชั่วโมง จากนั้นสุ่มไก่ไข่จำนวน 4 ตัว จากแต่ละกลุ่ม เก็บตัวอย่างเลือดไก่บริเวณปีก (wing vein) ตัวละ 2 มิลลิลิตร กลูโคสในเลือดถูกวัดโดยใช้เครื่อง Glucosure Autocode Blood Glucose Meter (บริษัท ลาโบตรอน จำกัด จากประเทศเยอรมัน)

คอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ ถูกวัดโดยใช้เครื่อง Multi Care In Meter (บริษัท ลาโบตรอน จำกัด จากประเทศอิตาลี)

ข้อมูลที่รวบรวมได้ถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2004)

รายละเอียดของการศึกษาครั้งนี้ ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (PSRU-(AG)-2019-001)

ผลการวิจัย

จากการใช้ดอกไม้ทั้ง 3 ชนิด เสริม 2% ในอาหารไก่ไข่ และนำไปเลี้ยงไก่ไข่เป็นเวลา 60 วัน ผลปรากฏว่า ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแดง และกลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์ ให้ไข่ที่มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน แต่หนักกว่าไข่ของไก่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่ 3 (ดอกแคแสด) อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ส่วนปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารต่อการผลิตไข่ การใช้หรือไม่ใช้ดอกไม้ทั้ง 3 ชนิด ให้ผลไม่แตกต่างกัน ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแสด และกลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์ มีน้ำหนักตัวเพิ่มต่ำกว่า ในขณะที่กลุ่มที่เสริมด้วยดอกแดดแดงมีค่าเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม (p<0.05) สำหรับผลการเสริมดอกไม้ทั้ง 3 ชนิดต่อคุณภาพไข่ พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแดง ให้ผลผลิตไข่ที่มีความกว้างของไข่ ความกว้างไข่แดง และน้ำหนักไข่ขาวสูงกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) แต่ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแสด และกลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์ ให้ผลผลิตไข่ที่มีความกว้างของไข่ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่มีการเสริมดอกไม้ทั้ง 3 ชนิด ระดับ 2% มีคอเลสเตอรอล กลูโคส และไตรกลีเซอไรด์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) โดยปริมาณกลูโคส คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของไก่ไข่กลุ่มที่ใช้ดอกสุพรรณิการณ์ต่ำกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มอื่น ๆ ดังตารางที่ 3 (Table 3)

Table 3 Effect of Kae Dang *Sesbania grandiflora* (L.) Desv., Kae Sad *Spathodea campanulate* (P.) Beauv. and Supanniga *Cochlospermum regium* (L.) Alston. flowers in layer diets on productive performance, egg quality and blood parameters

Group	Control	2% *Sesbania grandiflora* (L.) Desv.	2% *Spathodea campanulate* (P.) Beauv.	2% *Cochlospermum regium* (L.) Alston.	*p*-value
Production performance					
Body weight gain (g)	50.37±1.07^{b}	56.14±0.31^{a}	40.91±0.05^{d}	43.24±0.09^{c}	0.000
Feed intake (g)	114.87±0.11	114.70±0.17	114.61±0.11	114.78±0.15	0.205
Egg production (%)	84.25±0.17	84.25±0.17	84.15±0.18	84.17±0.17	0.974
Feed conversion ratio	2.39±0.21	2.38±0.27	2.59±0.21	2.41±0.10	0.235
Egg weight (g)	57.04±0.66^{a}	57.16±0.68^{a}	52.53±1.05^{b}	56.70±0.57^{a}	0.000
Egg quality					
Egg width (mm)	43.10±0.16^{b}	46.54±0.94^{a}	43.10±0.16^{b}	43.17±0.16^{b}	0.000
Egg length (mm)	55.89±0.29	55.81±0.29	55.89±0.29	56.40±0.28	0.471
Shell thickness (mm)	0.32±0.005^{b}	0.32±0.004^{b}	0.32±0.005^{b}	0.34±0.003^{a}	0.033
Eggshell weight (g)	6.82±0.10^{c}	7.32±0.14^{b}	6.82±0.10^{c}	7.87±0.11^{a}	0.000
Yolk weight (g)	17.97±0.26	18.85±0.41	17.92±0.27	18.85±0.41	0.090
Yolk width (mm)	44.42±0.28^{b}	46.57±0.54^{a}	44.42±0.28^{b}	42.60±0.44^{c}	0.000
Albumen weight (g)	31.72±0.46^{c}	35.42±0.45^{a}	31.72±0.46^{c}	33.50±0.44^{b}	0.000
Yolk color	3.57±0.16	3.68±0.14	3.71±0.15	3.99±0.14	0.263
Albumen height (mm)	6.20±0.30	5.96±0.34	5.79±0.23	6.18±0.27	0.717
Haugh unit	76.55±2.66^{a}	63.97±1.49^{b}	67.60±1.74^{b}	78.98±2.19^{a}	0.000
Blood parameters					
Glucose (mg/dL)	223.50±3.50	222.50±3.10	213.00±3.20	210.50±3.30	0.8946
Cholesterol (mg/dL)	147.00±2.50	139.00±2.20	138.50±2.20	136.50±0.30	0.8155
Triglycerides (mg/dL)	268.50±5.50	219.50±5.30	207.00±5.50	195.50±0.40	0.0829

Remark ^{a,b,c,d} Mean ± SD values in rows with no common superscripts differ significantly (p<0.05)

อภิปรายผล

การที่ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแดง มีน้ำหนักตัวเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์ และกลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแสด ตามลำดับ ซึ่งจากคู่มือของ Lohmann (2020) รายงานการจัดการไก่ไข่สายพันธุ์โลมันบราวน์ โดยแนะนำให้อาหารไก่ไข่ควรมีโปรตีน อยู่ระหว่าง 15.77-18.13% ซึ่งจะเห็นได้ว่าอาหารทดลองทุกกลุ่มมีระดับโปรตีนอยู่ในช่วงที่แนะนำประจำสายพันธุ์ อย่างไรก็ตาม ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยดอกแคแดง มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์ และกลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแสด ตามลำดับ (p<0.05)

ในขณะที่อัตราการกินอาหารของไก่ทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน (p>0.05) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากระดับโปรตีนในอาหารของกลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแดง (18.00%) มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ นอกจากนี้ Orr & Murray (1977) รายงานว่า การเพิ่มโปรตีนในอาหารจะส่งผลให้ไข่มีขนาดใหญ่ โดยอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแดง พบว่ามีโปรตีนสูงกว่าทุกกลุ่มจึงทำให้มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยมากที่สุดเช่นเดียวกัน

ในทางตรงกันข้ามพบว่า ค่าน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ และน้ำหนักไข่ของกลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแสดมีค่าต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ อาจเป็นผลมาจากคุณสมบัติของดอกแคแสดที่มีเมือกอยู่ภายในดอกแคแสดนี้ ซึ่งจากการศึกษาของ Trigo & Santos (2000); Zangerl & Bazzaz (1992) พบว่า เมือกภายในดอกแคแสดมีคุณสมบัติทางเคมีที่อาจจะทำให้เกิดพิษที่มีผลต่อแมลงและทำให้แมลงที่มาดูดน้ำหวานที่เกสรของดอกแคแสดตายได้เช่นกัน ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้อาจจะมีผลทำให้ไก่ไข่กลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแสดมีลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาต่ำไปด้วย

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า น้ำหนักเปลือกไข่ และน้ำหนักไข่ขาว มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) จึงอาจมีผลทำให้น้ำหนักไข่มีความแตกต่างกันด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ Panja & Srichana (2012) รายงานว่าน้ำหนักจากไข่ขาวมีผลต่อน้ำหนักไข่มากที่สุด เมื่อน้ำหนักไข่ขาวมีความแตกต่างกัน จึงส่งผลให้น้ำหนักไข่มีความแตกต่างกันด้วยเช่นกัน โดยน้ำหนักไข่ขาวที่สูงของกลุ่มที่ใช้ดอกแคแดงกว่าทุกกลุ่ม อาจเนื่องมาจากดอกแคแดงมีแหล่งของสารสีที่เป็นสารแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบ (119 ± 3.98 mg CGE/100 g of dry weight) มากกว่าดอกแคแสดและดอกสุพรรณิการ์ (Tangmo et al., 2019) จึงทำให้ไก่ไข่ในการทดลองนี้สามารถนำโปรตีนในอาหารไปใช้ในการผลิตไข่ขาวมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ซึ่งส่งผลต่อน้ำหนักไข่ขาวด้วยเช่นกัน (Vichitpanyathorn, 2012)

กลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์มีผลต่อความหนาเปลือกไข่ และน้ำหนักเปลือกไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) และกลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์ให้ผลของความกว้างไข่แดงต่ำกว่ากลุ่มดอกแคแสดและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ซึ่งจากการที่เสริมดอกสุพรรณิการ์มีผลทำให้ความหนาของเปลือกไข่เพิ่มขึ้น จากการศึกษาของ Yaemkong et al. (2020) พบว่าดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณฟลาโวนอยด์และฟีนอลิคทั้งหมด เท่ากับ 8.88±0.38 mg CE/g และ 48.83±0.41 mg GAE/g นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (DPPH และ FRAP) ประมาณ 60.00±1.95 mg TE/g และ 81.60±9.24 mg TE/g ตามลำดับ ซึ่งจะส่งผลให้การย่อยและการดูดซึมไดแคลเซียมฟอสเฟต (P 18) ที่เป็นส่วนผสมในอาหารได้ดีขึ้น (Prasomsuk et al., 2018) ทำให้เปลือกไข่ของกลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์มีความหนากว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม และจากการทดลองในครั้งนี้พบว่าความหนาของเปลือกไข่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับน้ำหนักเปลือกไข่ด้วยเช่นกัน

ในขณะที่กลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์มีค่าฮอฟ์ยูนิตไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (p>0.05) แต่กลุ่มที่เสริมด้วยดอกแคแดงและดอกแคแสดมีค่าฮอฟ์ยูนิตต่ำกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์และกลุ่มควบคุมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 3 (Table 3) ซึ่งค่าฮอฟ์ยูนิต

เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความสดของไข่หรือคุณภาพของไข่ขาว โดยเป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างความสูงไข่ขาวกับน้ำหนักไข่เฉลี่ย โดยอาจมีสาเหตุมาจากดอกสุพรรณิการ์มีสารสำคัญที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าดอกแคแดงและแคแสด จากการศึกษาของ Yaemkong et al., 2020 พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP สอดคล้องกับปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระที่ตรวจพบในดอกไม้ 5 ชนิด (ดอกคูณ ดอกแคแดง ดอกแคแสด ดอกเหลืองเชียงราย และดอกสุพรรณิการ์) โดยมีปริมาณฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ ฟีนอลิคทั้งหมดสูง พบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH และ FRAP สูงตามไปด้วย จากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ ฟีนอลิคทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ของดอกไม้ 5 ชนิด พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฟลาโวนอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากัน คือ 0.94 นอกจากนี้พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.97 ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าดอกไม้ทั้ง 5 ชนิด ที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงจึงตรวจพบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ที่สอดคล้องกัน ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ Dajanta & Aiampong (2019); Tyug et al. (2010); Dajanta et al. (2013) ที่พบว่าฤทธิ์การรีดิวซ์เฟอร์ริกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารประกอบฟีนอลและฟลาโวนอยด์ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยในการยับยั้งการเกิดกระบวนการ Lipid peroxidation บริเวณ Membrane lipid matrix ดังนั้นจึงช่วยส่งผลป้องกันการถูกทำลายของเซลล์วิลไล ทำให้วิลไลมีความสูงซึ่งย่อมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมสารอาหารได้ดียิ่งขึ้น (Niyomdecha & Khongsen, 2013) อาหารที่ไก่ไข่กินจึงถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างไข่ขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Lokaewmanee et al., 2016) อย่างไรก็ตามกลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์ผลมีค่าฮอฟยูนิตไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากความสูงไข่ขาวในการทดลองครั้งนี้ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Lokaewmanee & Paikhunthod (2019) ได้รายงานว่า ค่าฮอฟยูนิต (Haugh Unit; H.U.) เป็นค่าที่วัดได้จากการคำนวณน้ำหนักไข่และความสูงไข่ขาวข้น การแบ่งคุณภาพความสดของไข่ไก่ตามมาตรฐานของ (USDA, 2000) คือ ระดับคุณภาพ ชั้นเอเอ (AA) มีค่า H.U. ไม่ต่ำกว่า 72 ระดับคุณภาพเอ (A) มีค่า H.U. เท่ากับ 60-71 และระดับคุณภาพบี (B) มีค่า H.U. ต่ำกว่า 60 โดยไข่ที่ออกจากแม่ไก่ใหม่จะสดใหม่และมีคุณภาพอยู่ในชั้นเอเอ หากเวลาผ่านไปค่า H.U. จะลดลงตามลำดับ ซึ่งคุณภาพไข่ขาวของไข่ไก่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษา (Samli et al., 2005)

อย่างไรก็ตามสีไข่แดงในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของกลุ่มที่ศึกษา ($p>0.05$) อาจเพราะปริมาณของดอกไม้แต่ละชนิด (2%) ที่เสริมไปอาจไม่เพียงพอต่อการแสดงออกของสีไข่แดง ทำให้ไม่เห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ศึกษา และจากการศึกษาของ Belyavin & Marangos (1987) กล่าวว่า การดูดซึมและการสะสมเม็ดสีในไข่แดงขึ้นอยู่กับไขมันในอาหาร ถ้าอาหารมีกรดไขมันอิ่มตัวอยู่สูง ทำให้สีของไข่แดงลดลงเช่นเดียวกัน (Chaiwong et al., 2017) อย่างไรก็ตาม Niyomdecha &

Khongsen, 2013 รายงานว่าการทำให้สีของไข่แดงมีความเข้มนั้น เกิดจากปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณของไขมัน วิตามินเอ แคลเซียมในอาหาร ตลอดจนการเกิดกระบวนการออกซิเดชั่นในอาหาร ปริมาณการกินได้ของสัตว์ที่มีผลต่อการรับปริมาณสารอาหารและสารสีเข้าสู่ร่างกาย ตลอดจนฤดูกาลที่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของสัตว์ด้วย นอกจากนี้การสะสมสารสีในส่วนของไข่แดงและผิวหนังขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและระดับของแคโรทีนอยด์ จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า ไก่ไข่กลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์มีค่าสีของไข่แดงสูงกว่าไก่ไข่กลุ่มอื่นๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากผลการวิเคราะห์เบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ พบว่าดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณสารฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์สูงถึง 8.88 ± 0.38 mg CE/g 28.91 ± 0.43 mg β-carotene/g และ 48.83 ± 0.41 mg GAE/g ตามลำดับ ดอกแคแสดมีปริมาณสารฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์ เท่ากับ 6.64 ± 0.13 mg CE/g 9.32 ± 0.14 mg β-carotene/g และ 3.47 ± 0.14 mg GAE/g ตามลำดับ และดอกแคแดงมีปริมาณสารฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์ เท่ากับ 5.61 ± 0.10 mg CE/g 4.13 ± 0.06 mg β-carotene/g และ 0.97 ± 0.02 mg GAE/g ตามลำดับ (Yaemkong et al., 2020) ซึ่งสารที่กล่าวมานี้มีผลช่วยทำให้สีของไข่แดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากการศึกษาของ Marusich & Bauernfeind (1970) กล่าวว่าสารสีที่เข้าไปสะสมในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์ปีก ซึ่งจะให้สี (Pigment) ตั้งแต่สีเหลืองถึงสีแดงอมส้ม เมื่อสัตว์กินเข้าไปจะไปสะสมเป็นสารสีที่ผิวหนังหรือไข่แดง จากการศึกษาของ Marusich et al. (1960) และ Pino et al. (1962) รายงานว่าปริมาณสารสีในไข่แดงขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณสารสีแคโรทีนอยด์ในอาหาร

กลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการณ์มีค่าโลหิตวิทยาต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากดอกสุพรรณิการ์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ และฟีนอลิคทั้งหมดสูงที่สุด สารเหล่านี้มีผลต่อค่าโลหิตวิทยาของไก่ไข่ เป็นไปในทิศทางเดียวกับ Luximon-Ramma et al. (2002); Bahorun et al. (2005); Jeyanthi, (2012); Khan et al. (2012); Mohammad et al. (2017); Pawar & Killedar (2017); Sanoria et al. (2020); Srichantawong et al. (2021) ที่ทำการวิเคราะห์และรายงานในดอกคูณและผลไม้บางชนิดมีสารฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ และฟีนอลิคทั้งหมดนอกจากนี้ยังมีแทนนิน ซึ่งสารเหล่านี้สามารถยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล และป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

ผลของการเสริมดอกไม้ทั้ง 3 ชนิดในอาหารระดับ 2% พบว่ากลุ่มที่เสริมด้วยดอกแค มีค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง น้ำหนักไข่ ความกว้างของไข่ ความกว้างไข่แดง และน้ำหนักไข่ขาวสูงขึ้น และกลุ่มที่เสริมด้วยดอกสุพรรณิการ์มีค่าความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ และค่าฮอฟ์ยูนิตสูงกว่าทุกกลุ่มการทดลอง แต่พบว่าสีไข่แดงและค่าโลหิตวิทยาไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่ม ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าดอกไม้ทั้ง 3 ชนิด สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารเลี้ยงไก่ไข่ได้ โดยไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และค่าโลหิตวิทยา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนพัฒนาการวิจัยและบริหารจัดการงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2562 รหัสทุนวิจัย RDI-3-62-03 และขอขอบคุณฟาร์มปศุสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สำหรับความอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

AOAC. Official methods of analysis. USA: Association of official analytical chemists international; 2000.

Bahorun T, Neergheen VS. Aruoma OI. Phytochemical constituents of cassia fistula. African Journal of Biotechnology 2005;4:1530-1540.

Belyavin CG, Marangos A. Natural products for egg yolk pigmentation. In: Recent Advances in Animal Nutrition, London: Butterworths; 1987.

Chaiwong S, Insongjai W, Jantayod K, Jaidee P, Changklungdee S. Utilization of dry pumpkin powder as a source of pigment in layer diet. Agricultural Science Journal 2017;48(2):459-465.

Dajanta K, Aiampong P. Effect of temperature and time in ultrasonic extraction on the properties of polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity of banana peel. Khon Kaen Agriculture Journal 2019;47(1):1507-1514.

Dajanta K, Janpum P, Leksing S. Antioxidant capacities, total phenolics and flavonoids in black and yellow soybeans fermented by Bacillus subtilis: A comparative study of Thai fermented soybeans (thua nao). International Food Research Journal 2013;20:3125-3132.

Fangkrathok N, Deeharing S, Petshri W, Yahauyai J, Nontakham J, Siripong P, et al. Antioxidant and antityrosinase activities of cochlospermum regium twig, petal and leaf extracts. Thai Journal of Pharmaceutical Sciences 2017;41:13-16.

Gowri S, Vasantha K. Antioxidant activity of *Sesbania grandiflora* (pink variety) L. pers. International Journal of Engineering Science and Technology 2010;2:4350-4356.

Jeyanthi KA. Beneficial effect of *Cassia fistula* (L) flower extract on antioxidant defense in streptozotocin induced diabetic rats. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 2012;4:274-276.

Khan BA, Akhtar N, Rasul A, Mahmood T, Khan HS, Iqbal M, et al. Investigation of the effects of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of *Cassia fistula* L. Journal of Medicinal Plants Research 2012;6:500-503.

Liaotrakoon W. Study of bioactive components and antioxidative properties of Seabania grandiflora as well as potential for utilization as health foods), Bangkok: Rajamagala University of Technology Suvarnabhumi; 2016.

Lohmann T. Lohmann Brown-Lite Layers. 2020. Available at: https://lohmann-breeders.com/media/2020/07/ManagementGuideBrownLiteNorthAmerica.pdf. Accessed September 19, 2021.

Lokaewmanee K, Paikhunthod O. Effect of egg size on egg quality. Journal of Agricultural Research and Extension 2019;36(1):21-32.

Lokaewmanee K, Pramu A, Kotmanee A. Effect of *Butea monosperma* (Lam.) taub flower power supplementation in layer diet on egg production and egg quality. King Mongkut's Agricultural Journal 2016;34(3):86-95.

Longanayaki N, Suganya N, Manian S. Evaluation of edible flowers of agathi (*Sesbania grandiflora* L. Fabaceae) for in vivo anti-inflammatory and analgesic, and in vitro antioxidant potential. Food Science and Biotechnology 2012;21:509-517.

Luximon-Ramma A, Bahorun T, Soobrattee MA. Antioxidant activities of phenolic, proanthocyanidin, and flavonoid components in extracts of Cassia fistula. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2002;50:5042-5047.

Marusich WL, Bauernfeind JC. Oxycarotenoids in poultry pigmentation two broiler studies. Poultry Science 1970;49:1566-1579.

Marusich WL, Ritter ED, Baueernfeind JC. Evaluation of carotenoid pigments for coloring egg yolk. Poultry Science 1960;39:1338-1345.

Mohammad ABN, Mohammad SH, Mohammad AH. *Cassia Fistula* (Bundaralati) Linn: phytochemical and pharmacological studies: A review. International Journal of Advanced Scientific Research 2017; 2:25-30.

Niyomdecha A, Khongsen M. Metabolism and nutritional values of carotenoids on egg yolk color. Princess of Naradhiwas University Journal 2013;5(4):112-121.

Orr HL, Murray DB. Eggs and Egg Products. 5th ed. Canada: Canada department of agriculture, Ontario; 1977.

Panja P, Srichana D. Effect of Camellia sinensis and Morus alba Leaf Extracts on Production of Layer, Egg Quality and Cholesterol in Egg Yolk. Journal of Science and Technology 2012;20(2):127-138.

Pawar AV, Killedar SG. Uses of *Cassia fistula Linn* as a medicinal plant. International Journal for Advance Research and Development 2017;2:85-91.

Pino JA, Brambila S, Mondoza C. Pigment depletion and repletion rate in egg yolks from hens on different rations, Poultry Science 1962;41:1672-1673.

Prasomsuk R, Muangman S, Rattanawut J, Khamseekhiew B. Effect of delonix regia supplementation in layer diet on production performance and egg quality. Journal of Agricultural Research & Extensio*n* 2018;35(2):15-21.

Samli H E, Agna A, Senkoylu N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. The Journal of Applied Research 2005;14:548-553.

Sanoria S, Qadrie ZL, Gautam SP, Barwal A. *Cassia Fistula*: Botany, phytochemistry and pharmacological leverages-a review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 2020;12:1-7.

SAS. Stat user’s guide. North Carolina: SAS Institute; 2004.

Srichantawong C, Srinual K, Deepanya W, Buranachokpaison K, Anukulwattana K. Carotenoid contents and antioxidant activities in Avocado, Passion fruit and Black ginger from Khao Kho District, Phetchabun Province Area. Life Sciences and Environment Journal 2021;22(2):216-223.

Tangmo S, Howhan S. Jaipong P, Gothom P, Nguyen Ngoc T, Sonmanee S, Yeamkong S. Analyses of bioactive ingredients and pigments from some edible flowers for poultry diets. Naresuan Agriculture Journal 2019;16(1):47-52.

Trigo JR, Santos WF. Insect mortality in *Spathodea campanulate* Beauv. (Bignoniaceae) flowers. Revista Brasileira de Biolgia 2000;60(3):537-538.

Tyug TS, Prasad KN, Ismail A. Antioxidant capacity, phenolics and isoflavones in soybean by-products. Food Chemistry 2010;123:583-589.

USDA. Egg-Grading Manual. United states: Department of agriculture; 2000.

Vichitpanyathorn N. Supplementation tomato pomace in laying diets on production performance, quality of egg and yolk color. Bangkok: Research and development institute chandrakasem rajabhat university; 2012.

The Botanical Garden Organization. BGO Plant Databases: Medicinal Plants Database, 2013. Available at: http://www.qsbg.org/Database/plantdb/mdp/medicinal-specimen.asp?id=805. Accessed January 4, 2021.

Yaemkong S, Tangmo S, Howhan S, Kotom P, Jaipong P, Nguyen Ngoc T, et al. Chemical compositions, antioxidant activities, flavonoid, carotenoid and total phenolic contents of some flowers. Khon Kaen Agriculture Journal 2020;48(1):1011-1018.

Yommarat S, Jamjang K. Rice admixed with the antioxidant compounds production from 5 types of edible flowers. In: Proceedings of the 3rd Kamphaeng Phet Rajabhat National Conference. Kamphaeng Phet: Kamphaeng Phet Rajabhat University; 2016.

Zangerl AR, Bazzaz FA. Theory and pattern in plant defense allocation. In: Fritz RS. & Simms E.L. (eds.), Plant resistance to hervbivores and pathogens, University of Chicago Press. Chicago; 1992.