

ผลของการเสริมดอกดาวเรืองป่นและดอกหางนกยูงฝรั่งป่นในอาหารไก่ไข่ ต่อคุณภาพไข่และสีไข่แดง

Effects of Marigold Flower and Peacock Flower Meal Supplementation in Layer Diet on Egg Quality and Yolk Color

พรนภา พันโบ¹ วรัญญา มหามัตย์¹ ศุภชัย เวียงคำ¹ และ เกชา คูหา^{1*}

Pornnapa Punbo¹ Warunya Mahamatr¹ Supachai Wiengkham¹ and Kecha Kuha^{1*}

¹ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

¹ Department Animal Science, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani, Thailand. 34000

บทคัดย่อ

ศึกษาคุณภาพไข่ไก่และสีไข่แดงเมื่อเสริมดอกดาวเรืองป่นและดอกหางนกยูงฝรั่งป่นในอาหาร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 3 ทรีทเมนต์ คือ การให้อาหารไก่ไข่สำเร็จทางการค้า (กลุ่มควบคุม) และการให้อาหารไก่ไข่สำเร็จทางการค้าเสริมดอกดาวเรืองป่น 1.0% และเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งป่น 1.0% ของอาหาร วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยวิธีพหุคูณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การศึกษาพบว่าการเสริมดอกดาวเรืองป่นส่งผลให้คะแนนสีไข่แดงเพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในสัปดาห์แรกของการทดลอง คะแนนสีไข่แดงยังคงระดับสูงกว่าต่อเนื่องไปตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ การเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งป่นส่งผลให้คะแนนสีไข่แดงสูงกว่าทรีทเมนต์ควบคุมในสัปดาห์ที่สามของการทดลอง โดยการเสริมสารสีจากวัตถุดิบทั้งสองส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ hen day อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล ต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 โหล น้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว และดัชนีคุณภาพไข่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับทรีทเมนต์ควบคุม ดังนั้น การเสริมดอกดาวเรืองป่นระดับ 1% ในอาหาร จึงเป็นทางเลือกในการนำวัตถุดิบธรรมชาติที่มีศักยภาพช่วยปรับปรุงคุณภาพสีไข่แดง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของแม่ไก่ไข่และคุณภาพไข่

คำสำคัญ: ไก่ไข่ ดอกดาวเรือง ดอกหางนกยูงฝรั่ง สีไข่แดง คุณภาพไข่

*Corresponding author: kecha.k@ubru.ac.th

Abstract

The quality of eggs and the hue of yolks were examined after incorporating meals from marigold flowers (*Tagetes spp.*) and peacock flowers (*Delonix regia (Bojer Ex Hook.) Rafin.*) into the diet of layers. The study design was completely randomized (CRD), comprising three treatments. The treatment consisted of a commercial layer diet (CLD; control) and CLD supplemented with 1.0% marigold and peacock flower meal. The data were subjected to analysis of variance, and the means were compared utilizing Duncan's multiple range test within a statistical software application. The research revealed that incorporating marigold flower meal into the diet significantly enhanced the yolk color score compared to the control treatment throughout the initial week of the trial. During the eight-week duration, the egg color score remained persistently high. Supplementation with peacock flower meal can induce variations in yolk color compared to the control treatment by the third week of the experiment. Feed intake, hen day egg production, feed conversion ratio per dozen eggs, feed cost per dozen eggs, egg weight, egg albumen height, and egg quality index were all influenced by either material color that was not substantially different. Consequently, the inclusion of 1% marigold in the diet served as an alternative method for enhancing yolk color quality. This does not affect the performance of laying hens or the quality of eggs.

Keywords: layer, marigold flower, peacock flower, yolk color, egg quality

บทนำ

ผู้บริโภคไข่ไก่ในประเทศไทยนิยมไข่เปลือกสีน้ำตาลและไข่แดงสีเข้ม โดยมีความเชื่อว่าไข่สีส้มสดใสอุดมไปด้วยสารอาหารและมีรสชาติที่ดีกว่า สอดคล้องว่าไก่ที่สุขภาพดีจะให้ไข่แดงสีเข้มกว่าไก่สุขภาพไม่ดี (Cisneros, 2021) เป็นเหตุให้การทำสูตรอาหารเลี้ยงไก่ไข่ในอุตสาหกรรมมักทำการผสมสารสีสังเคราะห์ จำพวกสารคาโรฟิลล์ (carophyll) แคนตาแซนทีน (cantaxanthin) ช่วยเพิ่มสีไข่แดง แม้ในสูตรอาหารมีแหล่งสารสีจากข้าวโพดอยู่แล้วก็ตาม ซึ่งสารสีสังเคราะห์เป็นเพียงสารให้สี ไม่มีคุณค่าทางอาหารแต่อย่างใด และมีราคาแพงต้องนำเข้าจาก

ต่างประเทศ (สุภาพร และคณะ, 2537) จึงมีแนวทางการนำสารสีจากพืชในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ ซึ่ง ดาวเรือง (marigolds) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tagetes spp.* เป็นไม้ดอกล้มลุก มีดอกหลายเฉดสีขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ในกลีบดอกดาวเรืองจะมีสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ คือ แซนโทฟิลล์ (xanthophyll) (Leigh Hadden et al., 1999) ดาวเรืองกลุ่มดอกสีส้มเหมาะสำหรับปลูกเป็นพืชสีมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์ทอริเตอร์ ออเรนจ์เลดี้ บัมกิ้นครีซ และ อะพอลโล โดยมีปริมาณแซนโทฟิลล์ เท่ากับ 15,249.54 13,751.34 13,376.79 และ 13,323.32 ppm. ตามลำดับ (สมเพียร, 2546) กลีบดอกดาวเรืองที่มีปริมาณแซนโทฟิลล์สูงสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารเพิ่มสีไข่แดงและสีผิวหนังไก่ได้

(สุภาพร และคณะ, 2537; Guenther et al., 1973; Lokaewmanee, et al., 2011) ด้วยคุณสมบัติของสาร β -carotenes ทำหน้าที่เป็นโปรวิตามินเอ ซึ่งถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอเมื่อเข้าสู่ร่างกาย แซนโทฟิลล์เป็นส่วนประกอบของลูทีน (lutein) เป็นสารช่วยบำรุงสายตา และซีแซนทิน (zeaxanthin) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ป้องกันการเกิดมะเร็ง (malignant tumors) และมะเร็งต่อมน้ำเหลือง (non-Hodgkin lymphoma) (Kelemen et al., 2006) ส่วนหางนกยูงฝรั่ง (peacock flower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Delonix regia* (Bojer Ex Hook.) Rafin. ลักษณะเป็นไม้ยืนต้น สูง 10 – 15 เมตร ออกดอกสีแดงสดหรือเหลืองในช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน ดอกหางนกยูงฝรั่งมีสารแคโรทีนอยด์ที่สำคัญอยู่หลายชนิด ได้แก่ γ -carotene, rubicxanthin, phytoene, lycopene, lutein, zeaxanthin และ phytofluene (Veigas et al., 2012) การขนส่งและการดูดซึมแคโรทีนอยด์เกิดขึ้นหลังการถูกย่อยในลำไส้เล็ก แคโรทีนอยด์ถูกละลายผสมอยู่ใน micelle (Parker, 1996) แล้วถูกดูดซึมผ่านเซลล์ของลำไส้เล็ก รวมกันเป็น chylomicrons นำส่งเข้าสู่ระบบน้ำเหลือง แล้วถูกส่งเข้าระบบลำเลียงเลือดกระจายไปยังเซลล์เนื้อเยื่อตับ (During et al., 2005) ด้วยความช่วยเหลือจากไลโปโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ แคโรทีนอยด์หลังถูกดูดซึมจะสะสมในเซลล์ไขมัน จึงถูกสะสมรวมอยู่ในไขแดงในที่สุด (Pérez-Vendrell et al., 2001) เช่นเดียวกับดาวเรือง สารสีในดอกหางนกยูงฝรั่งอาจจะสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งสารสีในอาหารสัตว์ปีกได้ (Veigas et al., 2012) การขนส่งและการดูดซึมจะขึ้นอยู่กับประเภทของแคโรทีนอยด์ ปริมาณที่ได้รับในอาหาร และโมเลกุลพื้นฐานของสารสีที่มีอยู่ในแหล่งวัตถุดิบอาหาร (da Silva Pires et al., 2020) การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมสารสีจากดอกดาวเรืองและดอกหางนกยูงฝรั่งในอาหารไก่ไข่ว่าส่งผลต่อสีไข่แดง คุณภาพไข่ และสมรรถภาพการผลิตของแม่ไก่ไข่ เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงคุณภาพสีไข่แดงโดยการเสริมสารสีจากแหล่งธรรมชาติและการลดต้นทุนการผลิตไข่

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ประกอบด้วย 3 ทรีทเมนต์ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารไก่ไข่สำเร็จรูปทางการค้า (กลุ่มควบคุม)

ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารไก่ไข่สำเร็จรูปทางการค้า เสริมดอกดาวเรืองป่น 1.0 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร

ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารไก่ไข่สำเร็จรูปทางการค้า เสริมดอกหางนกยูงป่น 1.0 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร

แต่ละทรีทเมนต์ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละหน่วยประกอบด้วยไก่ไข่พันธุ์ชวบราวชัระยะไข่ อายุ 40 สัปดาห์ จำนวน 5 ตัว รวมใช้แม่ไก่ทั้งสิ้น 45 ตัว เลี้ยงในกรงตับแบบขังเดี่ยว ให้มีน้ำสะอาดสำหรับดื่มกินตลอดเวลา แบ่งให้อาหารวันละ 2 มื้อ คือ มื้อเช้าเวลา 07.00 น. และมื้อบ่ายเวลา 15.00 น. เปิดไฟให้แสงสว่างวันละ 15 ชั่วโมง

การจัดเตรียมดอกดาวเรืองป่น ดอกหางนกยูงฝรั่งป่น และอาหารทดลอง

เก็บดอกดาวเรือง และดอกหางนกยูงฝรั่งจากต้นนำมาคัดแยกเอาเฉพาะกลีบดอก แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อน (hot air oven) เพื่อลดปริมาณน้ำอิสระหรือลดความชื้นลง (water activity; a_w) ให้ต่ำกว่า 0.7 จากนั้นบดวัตถุดิบทั้งสองด้วยเครื่องสับปั่น (blender) ให้ละเอียดกรองเอาส่วนผงด้วยตระแกรงร่อน ขนาด 2 มิลลิเมตร บรรจุผงจากการร่อนในถุงซิปล็อก นำไปเป็นส่วนผสมอาหารไก่ไข่สำเร็จรูปทางการค้า การเตรียมอาหารทดลอง ทำการคำนวณหาปริมาณดอกดาวเรืองป่นและดอกหางนกยูงฝรั่งป่น คิดเป็น 1% ของน้ำหนักอาหาร และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอล การผสมดอกดาวเรืองป่นและดอกหางนกยูงฝรั่งป่นกับอาหาร โดยตักอาหารจากกองมาจำนวน

หนึ่ง แล้วผสมคลุกเคล้ากันให้ทั่วถึงก่อนนำส่วนผสมไปคลุกเคล้ากับกองอาหารส่วนที่เหลือ กระทั่งวัตถุดิบผสมเข้ากันดี บรรจุอาหารใส่กระสอบสำหรับนำไปทดลองเลี้ยงไก่ไข่ และสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารใส่ภาชนะที่ปิดมิดชิดเก็บรักษาในตู้เย็น สำหรับนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์คุณภาพไข่

ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กิน (feed intake) และบันทึกการให้ไข่ของแม่ไก่แต่ละตัวเป็นรายวัน นำบันทึกข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่รายวัน (hen day egg production; HD) อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ 1 โหล สุ่มเก็บไข่หน่วยทดลองละ 3 ฟอง ในวันสุดท้ายของทุกสัปดาห์ นำมาตรวจสอบคุณภาพภายใน 24 ชั่วโมง ด้วยเครื่องตรวจคุณภาพไข่ (Egg Multi Tester) รุ่น EMT-5200 (Robotmation Co., Ltd, Japan) ตรวจวัดน้ำหนักไข่ทั้งฟอง (whole egg weight), ความสูงไข่ขาว (albumen

height), สีไข่แดง (yolk color score), ดัชนีบ่งชี้คุณภาพของไข่ (Haugh unit) ซึ่งตัวเครื่องคำนวณให้อัตโนมัติจากสมการ $HU = 100 \times \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.6)$ เมื่อ H คือ ความสูงของไข่ขาว; W คือ น้ำหนักไข่ทั้งฟอง และวัดสีไข่แดงด้วยพัดเทียบสี (Yolk Colour Fan, Thailand) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับการวัดด้วยเครื่อง Egg Multi Tester และวัดความหนาของเปลือกไข่ (shell thickness) โดยใช้ electronic digital caliper

การวิเคราะห์ค่าโภชนาอาหารทดลอง

ตัวอย่างอาหารที่สุ่มเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น นำมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, %DM), โปรตีนหยาบ (crude protein, %CP), เถ้า (ash, %), ไขมัน (ether extract, %EE), เยื่อใยหยาบ (crude fat, %CF), และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (nitrogen free extract, %NFE) (AOAC, 2019) ผลการวิเคราะห์ค่าโภชนาอาหารทดลอง ดังตารางที่ 1

Table 1 Nutrition contents of experimental diet

Contents	Commercial diet (control)	Commercial diet + 1% marigold flower meal	Commercial diet + 1% peacock flower meal	P-Value
DM (%)	90.97 ± 1.11	90.62 ± 0.97	91.60 ± 0.12	0.41
CP (%)	14.08 ± 0.27	15.37 ± 0.37	15.07 ± 0.28	0.16
CF (%)	28.94 ± 0.25 ^b	29.40 ± 0.15 ^a	28.84 ± 0.17 ^b	0.03
EE (%)	2.14 ± 0.36	1.51 ± 0.90	1.91 ± 0.15	0.43
NFE (%)	24.99 ± 1.47	25.76 ± 2.34	24.21 ± 0.84	0.55
Ash (%)	14.80 ± 0.27	15.37 ± 0.37	15.07 ± 0.28	0.16

^{ab} different letters in the same row denote a highly significant difference (p<0.05)

DM = dry matter (%), CP = crude protein (%), CF = crude fat (%), EE = ether extract (%), NFE = nitrogen free extract (%), Ash (%),

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลค่าสังเกตการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย วิธี Duncan's multiple range test และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ค่าคะแนนสีไข่แดงจากระหว่างพัตเทียบสีกับเครื่องตรวจคุณภาพไข่ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SAS® On Demand for Academics

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

สมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่

จากการทดลองพบว่า แม่ไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จทางการค้า (control) และแม่ไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จทางการค้าเสริมดอกดาวเรืองปน และดอกหางนกยูงปน 1% ในอาหาร มีปริมาณการกินได้ ผลผลิตไข่จากจำนวนแม่ไก่แต่ละวัน อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล และต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 โหล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 2 โดยปริมาณอาหารที่ไก่กินใกล้เคียงกับช่วงแนะนำตามคู่มือการเลี้ยงไก่พันธุ์อีซาบราวส์ ที่ 112 กรัม/ตัว/วัน (Hendrix Genetics Corp, 2020) โดย Adegbenro et al. (2020) แนะนำการอาหารเลี้ยงไก่อีซาบราวส์ที่ไนจีเรีย ควรให้อาหาร 115 กรัม/ตัว/วัน จะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่สุด

Table 2 Comparison of productive performance of layer supplemented with marigold flower and peacock flower meals

Traits	control	1% MFM	1% PFM	P-Value
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
Feed intake (g/h/d)	113.81 $\pm$ 0.72	113.98 $\pm$ 0.46	113.41 $\pm$ 1.36	0.75
Hen day of egg production (%)	88.82 $\pm$ 1.68	89.05 $\pm$ 1.15	88.09 $\pm$ 2.09	0.78
Feed intake per dozen egg (kg)	1.56 $\pm$ 0.04	1.55 $\pm$ 0.03	1.57 $\pm$ 0.05	0.82
Feed cost per dozen egg (bath)	23.91 $\pm$ 0.59	23.76 $\pm$ 0.44	24.03 $\pm$ 0.75	0.86

MFM = marigold flower meals, PFM = peacock flower meals

ลักษณะคุณภาพไข่ไก่

คุณภาพไข่ไก่เมื่อทำการเสริมเสริมดอกดาวเรืองปน และดอกหางนกยูงปน 1% ในอาหารสำเร็จทางการค้า ส่งผลต่อค่าบ่งชี้คุณภาพไข่ คือ น้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ความหนาเปลือกไข่ ค่าบ่งชี้ถึงคุณภาพไข่ (Haugh unit; HU) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยทริทเมนต์ที่ทำการเสริมดอกหางนกยูงฝรั่ง 1% มีแนวโน้มจะมีค่า HU ต่ำกว่า ทริทเมนต์ควบคุม โดยการเสริมดอกดาวเรืองปนมีค่าบ่งชี้ถึงคุณภาพไข่ HU สูงที่สุด อย่างไรก็ตามค่าบ่งชี้คุณภาพไข่ HU ทั้ง 3 ทริทเมนต์สูงกว่า 72 เมื่อจัดคลาสตาม

มาตรฐานคุณภาพไข่ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) สามารถจัดคุณภาพอยู่ในคลาสระดับ AA (USDA, 2000) โดย มาตรฐานคุณภาพไข่ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา แบ่งเป็น คลาส AA มีค่า HU 72 หรือสูงกว่า คลาส A มีค่า HU ระหว่าง 71 – 60 คลาส B มีค่า HU ระหว่าง 59 – 31 และ คลาส C มีค่า HU 30 หรือต่ำกว่า (USDA, 2000) ซึ่งเกรดคุณภาพไข่สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากปัจจัยเนื่องจากอายุการเก็บรักษา อุณหภูมิเก็บรักษา การเคลือบผิวเปลือกไข่ และชนิดของวัสดุเคลือบผิวไข่ (Nongtaodum et al., 2013; Yüceer and Caner, 2020)

Table 3 Comparison of egg quality of layer supplemented with marigold flower and peacock flower meals

Traits	control	1% MFM	1% PFM	P-Value
	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	
Egg weight (g)	57.26 $\pm$ 0.94	58.11 $\pm$ 1.46	56.84 $\pm$ 2.28	0.65
Egg albumen height (mm)	6.62 $\pm$ 0.15	6.96 $\pm$ 0.43	6.22 $\pm$ 0.45	0.12
Haugh unit	81.36 $\pm$ 1.09	83.71 $\pm$ 2.25	78.34 $\pm$ 2.69	0.06
Egg shell thickness (mm)	0.20 $\pm$ 0.01	0.20 $\pm$ 0.01	0.19 $\pm$ 0.01	0.37

MFM = marigold flower meals, PFM = peacock flower meals

สีไข่แดง

การเปลี่ยนแปลงสีไข่แดงตลอด 8 สัปดาห์ของการทดลอง จากการวัดด้วยเครื่องตรวจคุณภาพไข่ (egg multi tester, รุ่น EMT-5200) ดังตารางที่ 4 และรูปที่ 1(a) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสีไข่แดงหลังแม่ไก่ได้รับการเสริมแหล่งสารสีจากดอกดาวเรืองป่นเพิ่มสูงขึ้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) จากทริทเมนต์ควบคุมตั้งแต่สัปดาห์แรกหลังการเสริม โดยสีไข่แดงของทริทเมนต์เสริมดอกดาวเรืองป่นมีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ซึ่งคะแนนสีไข่แดงเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยจาก 1.94 เป็น 3.64 คะแนน คิดเป็นคะแนนที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 87.78 ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีไข่แดงเมื่อเสริมดอกหางนกยูงป่น พบว่าสารสีจากดอกหางนกยูงป่นสามารถเพิ่มคะแนนสีไข่แดงได้ แม้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับทริทเมนต์ควบคุมในช่วงสัปดาห์ที่ 1 – 4 ของการทดลอง แต่ในช่วงการทดลองตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 – 8 และคะแนนสีไข่แดงตลอดการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติกับทริทเมนต์ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$) บ่งชี้ว่าการเสริมดอกดาวเรือง

ป่นสามารถเพิ่มสีไข่แดงได้ไว และสูงกว่าการเสริมดอกหางนกยูงป่นในอัตราการใช้ 1% ในอาหารเท่ากัน และสูงกว่าการไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงสีไข่แดง จากการใช้สายตาดูด้วยพัดเทียบสี (egg color fan) ให้ผลในทิศทางเดียวกันกับการวัดด้วยเครื่อง แม้ค่าที่วัดได้จะสูงกว่าการวัดด้วยเครื่องตรวจคุณภาพไข่ในทุกทริทเมนต์ ดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 1(b) พบว่า การเสริมดอกดาวเรืองป่นส่งผลต่อการเพิ่มสีไข่แดงสูงกว่าการไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ตั้งแต่สัปดาห์แรกกระทั่งสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง ส่วนการเสริมดอกหางนกยูงป่นส่งผลให้คะแนนสีไข่แดงเริ่มแตกต่างจากทริทเมนต์ควบคุมในสัปดาห์ที่ 3 ของการทดลอง เมื่อพิจารณาคะแนนสีไข่แดงเฉลี่ยตลอดการทดลอง พบว่า การเสริมดอกดาวเรืองป่นสามารถเพิ่มสีไข่แดงได้มากที่สุด ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการเสริมดอกหางนกยูงป่นที่สามารถเพิ่มสีไข่แดงได้รองลงมา และการเสริมดอกหางนกยูงป่นที่สามารถเพิ่มสีไข่แดงได้มากกว่าทริทเมนต์ที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 4 Comparison of yolk color measurements using the egg multi tester throughout 8-week experiment

week	control	1% MFM	1% PFM	P-Value
	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	
1	1.96 $\pm$ 0.22 ^b	3.14 $\pm$ 0.43 ^a	2.06 $\pm$ 0.05 ^b	0.01
2	2.19 $\pm$ 0.54 ^b	4.21 $\pm$ 0.63 ^a	2.78 $\pm$ 0.78 ^b	0.02
3	2.17 $\pm$ 0.34 ^c	4.51 $\pm$ 0.24 ^a	3.07 $\pm$ 0.64 ^b	0.002
4	2.32 $\pm$ 0.62 ^b	4.14 $\pm$ 0.38 ^a	2.84 $\pm$ 0.51 ^b	0.01
5	1.79 $\pm$ 0.30 ^b	2.99 $\pm$ 0.63 ^a	2.72 $\pm$ 0.08 ^a	0.03
6	1.94 $\pm$ 0.17 ^c	4.20 $\pm$ 0.67 ^a	3.07 $\pm$ 0.68 ^b	0.009
7	1.52 $\pm$ 0.21 ^c	3.28 $\pm$ 0.48 ^a	2.18 $\pm$ 0.11 ^b	0.001
8	1.61 $\pm$ 0.29 ^b	2.62 $\pm$ 0.22 ^a	2.72 $\pm$ 0.33 ^a	0.02
average	1.94 $\pm$ 0.20 ^c	3.64 $\pm$ 0.36 ^a	2.68 $\pm$ 0.20 ^b	0.001

^{abc} different letters in the same row denote a high significant difference ($p < 0.05$)

MFM = marigold flower meals, PFM = peacock flower meals

Table 5 Comparison of yolk color measurements using the yolk color fan throughout 8-week experiment

week	control	1% MFM	1% PFM	P-Value
	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	
1	3.89 $\pm$ 0.19 ^b	5.33 $\pm$ 0.00 ^a	3.89 $\pm$ 0.19 ^b	<.0001
2	2.78 $\pm$ 1.02 ^b	4.55 $\pm$ 0.39 ^a	3.44 $\pm$ 0.20 ^{ab}	0.04
3	2.33 $\pm$ 0.58 ^c	4.67 $\pm$ 0.34 ^a	3.56 $\pm$ 0.20 ^b	0.001
4	3.45 $\pm$ 0.69 ^b	5.11 $\pm$ 0.19 ^a	3.78 $\pm$ 0.77 ^b	0.03
5	2.44 $\pm$ 0.20 ^c	4.78 $\pm$ 0.51 ^a	3.67 $\pm$ 0.67 ^b	0.003
6	2.89 $\pm$ 0.84 ^b	4.89 $\pm$ 0.70 ^a	3.11 $\pm$ 0.38 ^b	0.02
7	1.00 $\pm$ 0.00 ^c	4.67 $\pm$ 0.34 ^a	3.00 $\pm$ 0.33 ^b	<.0001
8	3.11 $\pm$ 0.38 ^b	5.11 $\pm$ 0.51 ^a	3.67 $\pm$ 0.33 ^b	0.003
average	2.74 $\pm$ 0.35 ^c	4.90 $\pm$ 0.23 ^a	3.51 $\pm$ 0.09 ^b	0.0001

^{ab} different letters in the same row denote a highly significant difference ($p < 0.01$)

MFM = marigold flower meals, PFM = peacock flower meals

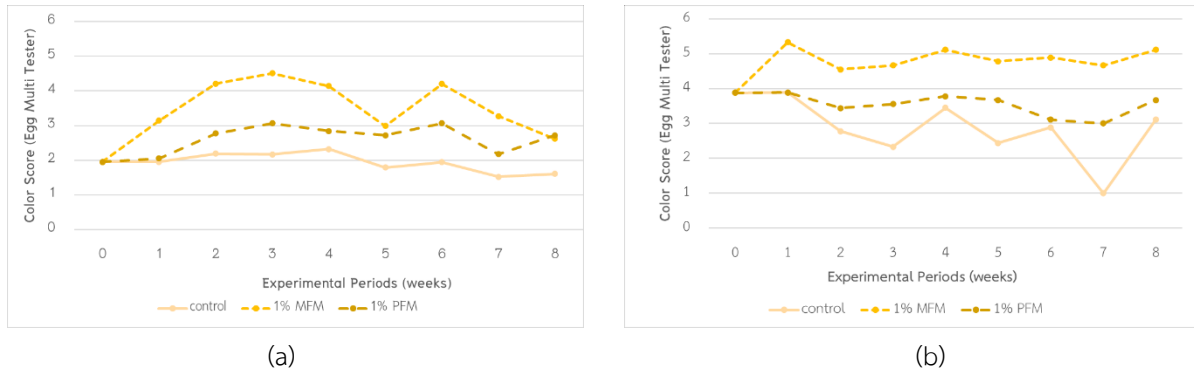


Figure 1 Comparison yolk color score throughout 8-week experiment

(a) measurements using the egg multi tester (b) measurements using yolk color fan

ผลการทดลองสอดคล้อง Lokaewmanee et al., (2010); Matache et al., (2024) พบว่า การเสริมดอกดาวเรืองป่นสามารถเพิ่มสีไข่แดงได้ โดยสารแซนโทฟิลล์ที่มีในดอกดาวเรืองสามารถเปลี่ยนสีไข่แดงของแม่ไก่ได้ การใช้สารสีดอกดาวเรืองนอกจากช่วยเพิ่มสีไข่ ยังช่วยสร้างความพึงพอใจแก่ผู้บริโภคได้ การเสริมผสมดอกนกยูงป่น 1% ในอาหารในการทดลองนี้ แม้สามารถเพิ่มสีไข่แดงได้ แต่ให้ผลต่อการเพิ่มสีไข่แดงได้น้อยกว่าการเสริมดอกดาวเรืองป่น ซึ่งจากการศึกษาของรุ่งรัตน์ และคณะ (2561) พบว่าการผสมดอกนกยูงป่นระดับ 1.5% ในสูตรอาหารไก่ไข่สามารถช่วยเพิ่มสีไข่แดง เพิ่มมวลไข่และน้ำหนักไข่ขาวได้ จึงแนะนำให้ใช้ในระดับดังกล่าว

สรุปผลการวิจัย

การเสริมดอกดาวเรืองป่น 1% และเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งป่น 1% ในอาหารสำเร็จทางการค้า ส่งผลให้คะแนนสีไข่แดงตลอดการทดลองทั้งจากเครื่องวัดไข่อัตโนมัติ และจากพดเทียบสีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเสริมดอกดาวเรืองป่น 1% ส่งผลต่อการเพิ่มสีไข่แดงมากกว่าเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งป่น 1% โดยส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตด้านอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณอาหารที่กิน, ผลผลิตไข่ hen day, อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล,

ต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 โหล, น้ำหนักไข่, ความสูงไข่ขาว และคุณภาพไข่ของแม่ไก่ไม่แตกต่างจากทรีทเมนต์ควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณฟาร์มเกษตร 50 พรหมามหาวิชา ลงกรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการสืบพันธุ์สัตว์เลี้ยง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้การอนุเคราะห์วิเคราะห์ข้อมูลทางห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

รุ่งรัตน์ ประสมสุข, ศศิวิมล เมืองแมน, เจษฎา รัตนวุฒิ และ บดี คำสีเขียว. (2561). ผลของการเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งในอาหารไก่ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่. *วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร*, 35(2) (พิเศษ 2), 15-21.

สมเพียร เกษมทรัพย์. (2546). *นิทรรศการงานวิจัย 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: ดาวเรือง*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สุภาพร อธิริโยดม, ประทีป ราชแพทยาคม, ครัวญ บัวศิริ, และวิไล สันติโสภาสศรี. (2537). การเสริมสารสีจากธรรมชาติบางชนิดในอาหารไก่ไข่. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาสัตวศาสตร์ สัตวแพทยศาสตร์* (น. 34-38). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Adegbenro, M., Ajidara, A. S., Modupe, S. G., & Onibi, G. E. (2020). Performance and egg qualities of isa-brown layers fed different quantities of feed at varying feeding frequencies. *Turkish journal of agriculture-food science and technology*, 8(4), 864–872. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v-8i4.864-872.3014>
- AOAC. (2019). *Official methods of analysis of AOAC international* (21st ed.). AOAC International- al.
- Cisneros, F. (2021). *DMS-Firmenich egg yolk pigmentation guidelines*. <https://www.dsm-firmenich.com/-/anh/news/feed-talks/articles/egg-yolk-pigmentation-guidelines.html>
- da Silva Pires, P. G., da Silva Pires, P. D., Cardinal, K. M., & Bavaresco, C. (2020). The use of coatings in eggs: A systematic review. *Trends in food science & technology*, 106, 312–321. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.019>
- During, A., Dawson, H. D., & Harrison, E. H. (2005). Carotenoid transport is decreased and expression of the lipid transporters SR-BI, NPC1L1, and ABCA1 is downregulated in Caco-2 cells treated with ezetimibe. *The journal of nutrition*, 135(10), 2305–2312.
- Guenthner, E., Carlson, C. W., Olson, O. E., Kohler, G. O., & Livingston, A. L. (1973). Pigmentation of egg yolks by xanthophylls from corn, marigold, alfalfa and synthetic sources. *Poultry science*, 52(5), 1787–1798.
- Hadden, W. L., Watkins, R. H., Levy, L. W., Regalado, E., Rivadeneira, D. M., Van Breemen, R. B., & Schwartz, S. J. (1999). Carotenoid composition of marigold (*Tagetes erecta*) flower extract used as nutritional supplement. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(10), 4189–4194. <https://doi.org/10.1021/jf990096k>
- Hendrix Genetics Corp. (2020). *Isa brown product guide: Cage production systems*. https://frabopoultry.com/wp-content/uploads/2016/10/isa_brown_product_guide_cage_production_systems_vs.1.1web.pdf
- Kelemen, L. E., Cerhan, J. R., Lim, U., Davis, S., Cozen, W., Schenk, M., Colt, J., Hartge, P., & Ward, M. H. (2006). Vegetables, fruit, and antioxidant-related nutrients and risk of non-Hodgkin lymphoma: A National Cancer Institute–Surveillance, Epidemiology, and End Results population-based case-control study. *The American journal of clinical nutrition*, 83(6), 1401–1410.
- Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., Komori, T., & Saito, K. (2011). Enhancement of yolk color in raw and boiled egg yolk with lutein from marigold flower meal and

- marigold flower extract. *The journal of poultry science*, 48(1), 25–32.
- Matache, C.-C., Cornescu, G. M., Drăgotoiu, D., Cișmăileanu, A. E., Untea, A. E., Sărăcilă, M., & Panaite, T. D. (2024). Effects of marigold and paprika extracts as natural pigments on laying hen productive performances, egg quality and oxidative stability. *Agriculture*, 14(9), 1464. <https://doi.org/10.3390/agriculture14091464>
- Nongtaodum, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Dhamvithee, P., No, H. K., & Prinyawiwatkul, W. (2013). Oil coating affects internal quality and sensory acceptance of selected attributes of raw eggs during storage. *Journal of food science*, 78(2), S329–S335. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12035>
- Ortiz, D., Lawson, T., Jarrett, R., Ring, A., Scoles, K. L., Hoverman, L., Rocheford, E., Karcher, D. M., & Rocheford, T. (2022). The impact of orange corn in laying hen diets on yolk pigmentation and xanthophyll carotenoid concentrations on a percent inclusion rate basis. *Journal of applied poultry research*, 31(1), 100218. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100218>
- Parker, R. S. (1996). Absorption, metabolism, and transport of carotenoids. *The FASEB journal*, 10(5), 542–551. <https://doi.org/10.1096/fasebj.10.5.8621054>
- Pérez-Vendrell, A. M., Hernandez, J. M., Llaurodo, L., Schierle, J., & Brufau, J. (2001). Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poultry science*, 80(3), 320–326. <http://doi.org/10.1093/ps/-80.3.320>
- USDA. (2000). *United States standards, grades, and weight classes for shell eggs*. AMS 56.210. https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Shell_Egg_Standard%5B1%5D.pdf.
- Veigas, J. M., Divya, P., & Neelwarne, B. (2012). Identification of previously unreported pigments among carotenoids and anthocyanins in floral petals of *Delonix regia* (Hook.) Raf. *Food research international*, 47(1), 116–123.
- Yüceer, M., & Caner, C. (2020). The effects of ozone, ultrasound and coating with shellac and lysozyme–chitosan on fresh egg during storage at ambient temperature. Part II: Microbial quality, eggshell breaking strength and FT-NIR spectral analysis. *International Journal of food science and technology*, 55(4), 1629–1636.