

ผลของการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ในอาหารเป็ดไข่
ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ ระดับคอเลสเตอรอล และวิตามินเอในไข่แดง
Effects of Crude Palm Oil as Carotenoid Source in the Diet of Laying Ducks
on Productive Performance, Egg Quality, Cholesterol and Vitamin A in Yolk

พีรวัฒน์ ชูเพ็ง^{1*}, จิรวัดน์ มาลา² และณัฐพร จุ้ยจุลเจิม³

Peerawat Choopeng^{1*}, Jirawat Mala² and Nuttaporn Jujujjuerm³

¹สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84100

²สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84100

³ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ตรัง ตรัง 92190

¹Program in Animal Science, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Surat Thani, Thailand 84100

²Program in Public Health, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Surat Thani, Thailand 84100

³Trang Animal Nutrition Research and Development Center, Trang, Thailand 92190

*Corresponding author: peerawat.chu@sru.ac.th

Received: December 18, 2019

Revised : June 24, 2020

Accepted: July 24, 2020

Abstract

The objective of this research was to investigate the effects of crude palm oil as carotenoid source in the diet of laying ducks on productive performance, egg quality, cholesterol and vitamin A in yolk. A total of 27 weeks old of 180 Khaki Campbell laying ducks was used with the completely randomized design (CRD) by dividing into four treatments and three replications (15 birds/rep.). Dietary supplementation of carotenoid (809.74 mg/kg) from crude palm oil was prepared to contain 0 (control), 2, 4 and 6% (w/w) during the 4-weeks trial. The results found that the use of carotenoids in dietary was not affected by performance (feed intake, egg production, and weight) and egg quality (shell thickness, shell weight, yolk weight, egg white weight, and Haugh Unit) ($P>0.05$). However, the results indicated that the yolk color was raised by 5.43, 6.60, 7.00 and 8.26 color scale, respectively. Moreover, dietary supplementation of 6% carotenoid revealed the highest average of yolk color scale when compared to other treatments ($P<0.01$). While cholesterol content and vitamin A in yolk showed the same trends which were 13.47, 13.80, 14.52, and 19.50 mg/g of cholesterol content and 162.00, 228.00, 326.00, and 374.00 $\mu\text{gRe}/100\text{g}$ of vitamin A, respectively. In conclusion, these results indicated that the use of carotenoids in crude palm oil can be an advantage in the increasing of yolk color, cholesterol content and vitamin A which was no negative impact on performance and egg quality.

Keywords: carotenoid, crude palm oil, egg quality, laying ducks

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ในสูตรอาหารเปิดไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ ค่าคลอเลสเทอรอลและวิตามินเอในไข่แดงของเป็ดไข่สายพันธุ์กากิแคมป์เบลล์ อายุ 27 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว แบ่งเปิดทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 15 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ใช้น้ำมันปาล์มดิบที่มีแคโรทีนอยด์ความเข้มข้น 809.74 มก./กก. ในสูตรอาหารเปิด 4 ระดับ คือ 0 (กลุ่มควบคุม) 2, 4 และ 6% ตามลำดับ ในช่วงระยะทดลอง 4 สัปดาห์ การทดลองพบว่า การใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ในสูตรอาหารไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต (ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่) และคุณภาพไข่ (ความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว และค่า Haugh unit ($P>0.05$) ยกเว้นสีของไข่แดง โดยกลุ่มที่ใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ในสูตรอาหารมีค่าคะแนนสีของไข่แดงเพิ่มขึ้น มีค่าเท่ากับ 5.43 (กลุ่มควบคุม) 6.60, 7.00 และ 8.26 ตามลำดับ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างชัดเจนและเพิ่มขึ้นตามระดับเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มในสูตรอาหาร ซึ่งระดับ 6% มีคะแนนสีสูงที่สุดและค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนค่าคลอเลสเทอรอลและวิตามินเอในไข่แดงก็เพิ่มขึ้นไปในแนวเดียวกันและมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ($P<0.01$) มีค่าเท่ากับ 13.47, 13.80, 14.52 และ 19.50 มก./กรัม ตามลำดับ และ 162.00, 228.00, 326.00, และ 374.00 $\mu\text{gRe}/100\text{g}$ ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ในสูตรอาหารเปิดไข่สามารถเพิ่มความเข้มสีของไข่แดง วิตามินเอและค่าคลอเลสเทอรอลโดยไม่มีผลกระทบในเชิงลบต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

คำสำคัญ: แคโรทีนอยด์ น้ำมันปาล์มดิบ คุณภาพไข่เปิดไข่

คำนำ

จังหวัดสุราษฎร์ธานีเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงเป็ดเพื่อจำหน่ายไข่เปิดทั้งในรูปแบบสดและแบบแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นชื่อของจังหวัด คือ ไข่เค็มสูตรไชยา ลักษณะของไข่เค็มไชยาของจังหวัดสุราษฎร์ธานีที่โดดเด่น คือ ไข่แดงจะต้องมีสีแดง-ส้มเข้ม และมีมันเยิ้ม ซึ่งเป็นสิ่งที่นิยมและยอมรับจากผู้บริโภค จากรายงานของ Galobart *et al.* (2004) พบว่าผู้บริโภคในเอเชียและยุโรปส่วนใหญ่จะนิยมสีของไข่แดงที่อยู่ในช่วงเบอร์ 10-14 ของพัดวัดสีไข่ ซึ่งในการเลี้ยงเป็ดไข่แบบธรรมชาติ (ไล่ทุ่ง) เป็ดจะได้รับสารสีจากพืชและสัตว์ที่กิน เช่น แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) และฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ซึ่งสารสีส่วนใหญ่จะละลายได้ดีในไขมัน แต่ในกรณีที่เลี้ยงเป็ดแบบจำกัดพื้นที่เปิดจะได้รับสารสีจากข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่ (Rattanawut *et al.*, 2017) ซึ่งให้สีของไข่แดงได้เพียงระดับหนึ่ง ดังนั้นอาหารสำเร็จรูปทางการค้าจึงมีการเติมสารสีสังเคราะห์เพื่อให้ไข่แดงมีสีตรงตามความต้องการของผู้บริโภค แต่ปัจจุบันการคำนึงถึงปัญหาสุขภาพของผู้บริโภคและกระแสของอาหารอินทรีย์ส่งผลให้มีการลดหรือห้ามใช้สารสีสังเคราะห์ในอาหารสัตว์ จึงจำเป็นต้องมีการหาแหล่งของสารสีจากธรรมชาติที่มีปริมาณและคุณภาพดีเพื่อมาทดแทนสารสีสังเคราะห์ และเพื่อช่วยส่งเสริมสารสีในวัตถุดิบข้าวโพด โดยมีรายงานการใช้สารสีจากธรรมชาติเพื่อทดแทนสารสีสังเคราะห์ ได้แก่ ใต้น้ำ ดอกทองกวาว (*Butea monosperma*) และเมล็ดคำแสด (*Bixa orellana* L.) (Rattanawut *et al.*, 2017; Lokaewmanee *et al.*, 2016; Kado *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตามน้ำมันปาล์มดิบ (Crude palm oil) จากผลปาล์มน้ำมันเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากปาล์มน้ำมัน

เป็นพืชเศรษฐกิจที่นิยมปลูกกันมากที่สุดทางภาคใต้ โดยเฉพาะพื้นที่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่ามีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดของประเทศไทยและเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์มหลายประเภท (Office of Agricultural Economics, 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านกระบวนการหีบหรือสกัดเบื้องต้นมีสีแดง-ส้ม ซึ่งมีสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ในปริมาณสูง จากรายงานของ May (1994) พบว่าน้ำมันปาล์มดิบมีปริมาณของแคโรทีนอยด์ประมาณ 700 มก./กก. ซึ่งแคโรทีนอยด์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเรตินอลหรือโปรวิตามินเอ (Provitamin A) โดยในกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคจะมีขั้นตอนการกำจัดสีส้มแดงของแคโรทีนอยด์ออกไปด้วยวิธีการกลั่นเพื่อให้น้ำมันมีสีอ่อนหรือใสขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่นิยมบริโภคน้ำมันที่มีสีอ่อนใส และทำให้วิตามินอีถูกทำลาย คุณประโยชน์ของแคโรทีนอยด์มีหลายประการ เช่น เป็นแหล่งโปรวิตามินเอ เพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน ลดคอเลสเตอรอล เป็นต้น (Hammond and Renzi, 2013)

อย่างไรก็ตามการนำน้ำมันปาล์มดิบมาใช้ประโยชน์เพื่อใช้เป็นแหล่งของสารสีจากธรรมชาติในการเลี้ยงเปิดไข่ยังมีข้อมูลจำกัด ดังนั้นการทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลของการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ในสูตรอาหารเปิดไข่เพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ ค่าคอเลสเตอรอล และวิตามินเอในไข่แดง เพื่อนำไปทดแทนสารสีสังเคราะห์และยังเป็นการนำปาล์มน้ำมันที่มีในท้องถิ่นไปเพิ่มศักยภาพและมูลค่าในการผลิตสัตว์ ตลอดจนนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผลิตผลด้านปศุสัตว์ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมน้ำมันปาล์มดิบ

ใช้ผลปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* jacq) สายพันธุ์เทนเนอรา (Tenera) ได้จากแปลงปลูกปาล์มน้ำมันหมู่ที่ 9 ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยนำผลปาล์มที่ร่วงมาล้างน้ำให้สะอาดและนำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C จนกระทั่งผลปาล์มน้ำมันนิ่ม หลังจากนั้นทำการบีบแยกเมล็ดกับเปลือกนอกออกจากกัน นำเปลือกนอกที่ได้ไปใส่ถุงผ้าไนลอนแล้วนำไปหีบด้วยเครื่องไฮดรอลิก เมื่อน้ำมันปาล์มดิบนำไปเก็บในถังพลาสติกทึบแสงเพื่อใช้สำหรับการผสมอาหารสัตว์ทดลองต่อไป

สัตว์ทดลอง การจัดการ สูตรอาหารและแผนการทดลอง

ใช้เปิดไข่พันธุ์กากีแคมป์เบลล์ อายุ 27 สัปดาห์ ที่มีผลผลิตไข่ในฝูงเฉลี่ย 80% จำนวน 180 ตัว เลี้ยงในคอกแบบปล่อยพื้นขนาด 3x4 ตร.ม. ใช้ฟางรองพื้นคอกสูง 3 ซม. มีภาชนะให้อาหารและถังใส่น้ำเพื่อให้เปิดได้กินอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) โดยให้วันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น และให้เปิดได้รับแสงสว่างวันละ 16 ชั่วโมง สุ่มเปิดทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งเป็น 4 กลุ่ม (Treatment) แต่ละกลุ่มมี 3 ซ้ำๆ ละ 15 ตัว รวมทั้งหมด 12 หน่วยทดลอง โดยเปิดจะได้กินอาหารทดลองที่ปลอดสารปฏิชีวนะซึ่งคำนวณองค์ประกอบสูตรอาหารให้มีความต้องการของโภชนาตามคำแนะนำของ National Research Council (1994) โดยใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นส่วนประกอบที่ระดับ 0 (กลุ่มควบคุม) 2, 4 และ 6% ในสูตรอาหารทดลอง ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1 ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Table 1 Feed formulation and chemical composition of experimental diets

Item	Level of crude palm oil in diets (%)			
	Control	2	4	6
Ingredient				
Broken rice	13.00	12.00	15.00	13.20
Rice bran	18.10	19.20	21.00	20.00
Corn	30.00	30.00	23.00	23.00
cassava meal	1.50	1.50	1.50	1.50
Soybean meal, (44%CP)	23.10	23.00	23.20	24.00
Fish meal, (55%)	3.00	3.00	3.00	3.00
Rice bran oil	2.00	-	-	-
Crude palm oil	-	2.00	4.00	6.00
Molasses	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-methionine	0.30	0.30	0.30	0.30
Shell ground	7.30	7.30	7.30	7.30
Dicalcium phosphate (18% P)	1.00	1.00	1.00	1.00
Premix ¹	0.20	0.20	0.20	0.20
Total	100	100	100	100
Calculated chemical composition (% air dry basis)				
Crude protein	18.00	18.00	18.00	18.00
Metabolizable energy (kcal/kg)	2,738	2,736	2,798	2,871
Crude fiber	4.60	4.76	4.81	4.73
Crude fat	6.72	6.89	8.83	10.69
Calcium	3.30	3.27	3.30	3.30
Available phosphorus	0.46	0.46	0.46	0.46
Lysine	0.95	0.95	0.96	0.97
Methionine	0.59	0.58	0.59	0.59

¹Composition per 1 kg premix: 2.0 MIU vitamin A, 0.32 ICU vitamin D₃, 2,000 mg vitamin E, 330 mg vitamin K₃, 220 mg vitamin B₁, 450 mg vitamin B₂, 4.5 mg vitamin B₁₂, 600 mg niacin, 100 mg copper, 10,000 mg Iron, 150 mg iodine, 8,800 mg manganese, 8,800 mg zinc, 130 mg cobalt, up to 1 kg filter

การวัดปริมาณแคโรทีนอยด์ สีของน้ำมันปาล์มดิบ ค่าคอเลสเตอรอลและวิตามินเอในไข่แดง

นำตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบไปทดสอบด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) รุ่น Waters 600 controller, XTerra RP-8TM ชนิด Column Nsymmetry C18 ขนาด Column 4.6×150 mm เพื่อหาปริมาณแคโรทีนอยด์และนำน้ำมันปาล์มดิบไปวัดสีด้วยเครื่อง Konica Minolta รุ่น CR-400

นำตัวอย่างไข่เปิดจากการทดลองส่งวิเคราะห์คอเลสเตอรอล (Cholesterol) และวิตามินเอ (Vitamin A) ตามวิธีการ In-House Method TE-CH-143 based (AOAC, 2016) ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การวัดสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

ซึ่งนำหนักเปิดเมื่อเริ่มการทดลอง และสิ้นสุดการทดลอง เพื่อนำไปคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงสำหรับการทดสอบสมรรถภาพการผลิตทำทุกๆ สัปดาห์ โดยบันทึกปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ มวลไข่ (ผลผลิตไข่ × น้ำหนักไข่) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ (ปริมาณอาหารที่กิน/มวลไข่) และการตรวจสอบคุณภาพไข่ทำทุกๆ สัปดาห์ โดยสุ่มไข่จำนวน 6 ฟองต่อกลุ่ม (ไข่ละ 2 ฟอง) นำมาตรวจสอบน้ำหนักฟองไข่ ความแข็งของเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง สีไข่แดง และค่า Haugh unit เมื่อครบสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างไข่กลุ่มละ 6 ฟอง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลและวิตามินเอในไข่แดง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และองค์ประกอบทางเคมีของไข่แดง มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณของแคโรทีนอยด์และค่าสีของน้ำมันปาล์มดิบ

จากการวิเคราะห์ค่าปริมาณของแคโรทีนอยด์ในน้ำมันปาล์มดิบ (Table 2) พบว่าในน้ำมันปาล์มดิบมีแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 809.74 มก./กก. ซึ่งมีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Ng and Choo (2016) ที่รายงานว่าน้ำมันปาล์มดิบมีปริมาณของแคโรทีนอยด์อยู่ในช่วง 500-700 มก./กก. และ Baharin *et al.* (2001) รายงานปริมาณของแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบที่เก็บตัวอย่างจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มในประเทศมาเลเซียมีค่าเท่ากับ 632 มก./กก. อย่างไรก็ตามปริมาณของแคโรทีนอยด์อาจจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สายพันธุ์ของปาล์ม น้ำมัน ระยะเวลาเก็บทะลายน้ำมัน และกระบวนการให้ความร้อนของกระบวนการผลิต เนื่องจากความร้อนสูงจะทำให้ลายแคโรทีนอยด์ในน้ำมันปาล์ม (Fabien *et al.*, 2014) จากรายงานของ Yap *et al.* (1991) พบว่า ปาล์ม น้ำมัน (*Elaeis oleifera*) จากประเทศอเมริกาใต้มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงถึง 4,000 มก./กก.

ค่าสีของน้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 19.37 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 18.72 ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 9.03 และค่า a^*/b^* เท่ากับ 2.07 ซึ่งค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ต่ำกว่ารายงานของ Almeida *et al.* (2019) ที่รายงานค่าสีของน้ำมันปาล์มดิบมีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 30.34-34.00 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) 19.81-25.93 แต่ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่า a^*/b^* สูงกว่า ทำให้ปาล์มน้ำมันดิบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีสีส้มแดง ซึ่งค่าสีจะมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณของแคโรทีนอยด์ในน้ำมันดิบ (Rossi *et al.*, 2001)

Table 2 Carotenoid content and color of crude palm oil

Item	Crude palm oil
Carotenoids (mg/kg)	809.74
L*	19.37
a*	18.72
b*	9.03
a*/b*	2.07

L* lightness; a* redness; b* yellowness; a*/b* hue value

ผลของการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ ต่อสมรรถภาพการผลิต

การใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์
ในสูตรอาหารเปิดไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต (Table 3)
พบว่าระดับการไข่ในสูตรอาหารไม่มีผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลง
ของน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่

มวลไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ในทุก
กลุ่มทดลอง ($P>0.05$) เนื่องจากอาหารทดลองทุกสูตรได้
มีการปรับสมดุลของโภชนาให้ใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อเปิดไข่
ได้กินอาหารตามความต้องการโภชนาเพื่อการดำรงชีพ
แล้ว เปิดจะกินอาหารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้าง
ฟองไข่ ดังนั้นสมรรถภาพการผลิตจึงไม่แตกต่างกัน

Table 3 Performance of laying ducks feed different levels of crude palm oil

Item	Dietary crude palm oil (%)				SEM	P-value
	0	2	4	6		
Initial body weight (g)	1,508.33	1,495.66	1,507.00	1,493.00	8.32	0.505
Final body weight (g)	1,625.60	1,630.00	1,632.33	1,621.67	16.64	0.968
Body weight changes (g)	117.27	134.34	125.33	128.67	9.48	0.654
Feed intake (g/d)	130.00	131.98	126.87	128.33	2.10	1.427
Egg production (%)	82.17	84.28	85.49	82.54	1.59	0.536
Egg weight (g)	63.58	64.50	63.41	61.70	1.37	0.570
Egg mass (g/d)	52.28	54.37	54.28	50.93	1.92	0.555
Feed conversion ratio	2.50	2.43	2.35	2.52	8.75	0.529

ผลของการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ต่อคุณภาพไข่

ผลของการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ต่อคุณภาพไข่ จากการตรวจสอบพบว่า ไม่มีผลต่อค่าความแข็งของเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว และค่า Haugh unit ($P>0.05$) แต่มีผลต่อค่าสีของไข่แดง โดยสีของไข่แดงเพิ่มขึ้นตามระดับน้ำมันปาล์มดิบที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในกลุ่มที่ใช้ไขมันปาล์มดิบ 6% ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งค่าสีไข่แดงที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 8.26 แสดงใน Table 4 โดย Rattanawut *et al.* (2017) รายงานว่า ระดับการเสริมไขมันที่เพิ่มขึ้น

ในสูตรอาหารเปิดไข่ทำให้สีของแดงเพิ่มขึ้น เนื่องจากเปิดได้รับสารเบต้าแคโรทีนและแซนโทฟิลที่สามารถใช้เป็นแหล่งสารสีได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้ในงานทดลองครั้งนี้พบว่า มีแคโรทีนอยด์รวม 809.74 มก./กก. ดังนั้นจึงมีผลต่อการเพิ่มสีของไข่แดง อย่างไรก็ตามสีของไข่แดงที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ยังน้อยกว่าความต้องการของผู้บริโภคทั่วไปที่ต้องการสีไข่แดงที่อยู่ในช่วงเบอร์ 10-14 ของฟัดด์สีไข่ (Galobart *et al.*, 2004) ดังนั้นในการทำสูตรอาหารเปิดไข่ควรมีการใช้แหล่งสารสีชนิดอื่นๆ จากธรรมชาติร่วมด้วย เช่น ดอกดาวเรือง ใบกระถิน เป็นต้น เพื่อให้ได้สีไข่แดงตามความต้องการของผู้บริโภคและเป็นไข่เปิดที่ปลอดภัย

Table 4 Effects of crude palm oil on egg quality of laying ducks

Item	Dietary crude palm oil (%)				SEM	P-value
	0	2	4	6		
Shell strength (kg/cm ²)	4.59	4.24	4.20	4.53	0.10	0.752
Shell thickness (mm)	0.34	0.35	0.34	0.37	1.08	0.427
Shell weight (%)	11.28	11.11	11.31	11.30	0.25	0.938
Yolk weight (%)	30.29	30.96	31.00	31.04	0.93	0.928
Albumen weight (%)	58.30	58.44	57.47	57.64	0.72	0.736
Haugh unit	85.26	85.03	86.56	86.60	1.54	0.832
Yolk color	5.43C	6.60B	7.00B	8.26A	0.17	0.000

A,B,C; Means with different superscripts within a row were highly significant difference ($P<0.01$).

ผลของการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ต่อค่าคลอเลสเทอรอลและวิตามินเอในไข่แดง

การตรวจวิเคราะห์ ค่าคลอเลสเทอรอลและวิตามินเอในไข่แดงของเปิดไข่ (Table 5) พบว่าคลอเลสเทอรอลและวิตามินเอในไข่แดงมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ในสูตรอาหารเปิดไข่ทำให้ค่าคลอเลสเทอรอลเพิ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม (0%) ค่าคลอเลสเทอรอลที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกับ Tanjor

et al. (2015) ที่รายงานว่ามีค่าของเปิดมีปริมาณคลอเลสเทอรอล 19.64 มก./กรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าไข่แดงของไก่ ในขณะที่ Akarapunyavit *et al.* (1997) ศึกษาการเสริมไขมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มสเตียรีนและน้ำมันปาล์มโอเลอินในอาหารไก่พบว่า ค่าคลอเลสเทอรอลในไข่แดงที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 13.50-14.22 มล./กรัม ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ระดับการใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ในสูตรอาหารเปิดจะทำให้เปิดได้ปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นจึงทำให้คลอเลสเทอรอลในไข่แดงเพิ่มขึ้น

แตกต่างกัน ($P < 0.01$) แต่อย่างไรก็ตามคลอเลสเตอรอลที่พบในไข่แดงของเป็ดและไก่ส่วนใหญ่จะเป็นชนิด HDL (High Density Lipoprotein) มากกว่า LDL (Low Density Lipoprotein) ซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค (Ukachukwu *et al.*, 2017) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์วิตามินเอในไข่แดง ซึ่งกลุ่มที่ใช้ไขมันปาล์มดิบมีค่าสูงกว่า

กลุ่มควบคุมและระดับการใช้ที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าที่วัดได้แตกต่างกัน ($P < 0.01$) เนื่องจากในน้ำมันปาล์มดิบมีสารแคโรทีนอยด์ชนิดแคโรทีนที่อยู่ในรูปของเบต้าแคโรทีนสูง ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินเอในสัตว์ โดยดูดซึมที่ลำไส้เล็กพร้อมไขมันและส่งผ่านตับเปลี่ยนเป็นวิตามินเอสะสมในเนื้อเยื่อไขมันและไข่แดงของสัตว์ปีก

Table 5 Effect of crude palm oil on the concentration of cholesterol and vitamin A in yolk

Item	Dietary crude palm oil (%)				SEM	P-value
	0	2	4	6		
Cholesterol (mg/g)	13.47D	13.80C	14.52B	19.50A	1.45	0.000
Vitamin A (retinol) ($\mu\text{gRe}/100\text{g}$)	162.00D	228.00C	326.00B	374.00A	0.42	0.000

A,B,C; Means with different superscripts within a row were highly significant difference ($P < 0.01$).

สรุปผลการวิจัย

การใช้ไขมันปาล์มดิบเป็นแหล่งแคโรทีนอยด์ในสูตรอาหารเป็ดไข่สามารถเพิ่มค่าสีของไข่แดงได้และมีผลต่อการสะสมคลอเลสเตอรอลและวิตามินเอในไข่แดง โดยระดับการใช้ที่ 6% มีค่าสูงที่สุด และไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ขาว ไข่แดงและเปลือกไข่ ความหนาและความแข็งของเปลือกไข่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ให้ทุนอุดหนุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Akarapunyavit, S., S. Isariyodom, P. Rachapaetayakom, P. Sinchaisri and W. Santisophasri. 1997. Effects of Various Fat Sources Supplemented in Laying Hen Rations. pp. 144-151. *In Proceedings of the 35th Kasetsart University Annual Conference: Animal Science, Veterinary Science (Pre-forum) 3-5 Feb 1997*. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Almeida, D.T., T.V. Viana, M.M. Costa, C.S. Silva and S. Feitosa. 2019. Effects of different storage conditions on the oxidative stability of crude and refined palm oil, olein and stearin (*Elaeis guineensis*). *Food Science and Technology (Campinas)* 39(Suppl.1): 211-217.

- AOAC. 2016. **Official Methods of Analysis of AOAC International, 20thed.** Maryland: AOAC international. 3172 p.
- Baharin, B.S., R.A. Latip, Y.B. Che Man and R.A. Rahman. 2001. The effect of carotene extraction system on crude palm oil quality, carotene composition, and carotene stability during storage. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 78(8): 815-855.
- Fabien, D.D.F., N.N. Annie, D.M. Adélaide, S. Florian and G. Inocent. 2014. Effect of heating and of short exposure to sunlight on carotenoids content of crude palm oil. **Journal of Food Processing Technology** 5(4): 1-6.
- Galobart, J., R. Sala, X. Rincón-Carruyo, E.G. Manzanilla, B. Vil and J. Gasa. 2004. Egg yolk color as affected by saponified oleoresin of red pepper (*Capsicum annuum*) fed to laying hens. **Poultry Sciences** 69: 462-470.
- Hammond, B.R. and L.M. Renzi. 2013. Carotenoids. **Advances in Nutrition** 4(4): 474-476.
- Kado, H., S. Wongpichet and W. Ketpanyapong. 2015. Effect of pigment from Annatto seed in layer diets on yolk color. **Journal of Yala Rajabhat** 10(1): 17-28. [in Thai]
- Lokaewmanee K., A. Pramul and A. Kotmanee. 2016. Effect of *Butea monosperma* (Lam.) Taub flower powder supplementation in layer diet on egg production and egg quality. **King Mongkut's Agricultural Journal** 34(3): 86-95. [in Thai]
- May, C.Y. 1994. Palm oil carotenoids. **Food and Nutrition Bulletin** 15(2): 1-8.
- National Research Council. 1994. **Nutrient Requirements of Poultry 9threv. ed.** Washington, D.C.: National Academy Press. 157 p.
- Ng, M.H. and Y.M. Choo. 2016. Improved method for the qualitative analyses of palm oil carotenoids using UPLC. **Journal of Chromatographic Science** 54(4): 633-638.
- Office of Agricultural Economics. 2017. **Important agricultural products situation and trends in 2017.** [Online]. Available <http://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดภาวะเศรษฐกิจการเกษตร/ภาวะเศรษฐกิจการเกษตร/27466/TH-TH> (April 2, 2019). [in Thai]
- Rattanawut, J., D. Trirabiep and N. Ketkaew. 2017. Effects of dietary water meal (*Wolffia* spp.) supplementation on production performance and egg yolk color of laying ducks. **Khon Kaen Agriculture Journal** 45(2): 249-254.

- Rossi, M., M. Gianazza, C. Alamprese and F. Stanga. 2001. The Effect of Bleaching and Physical Refining on Color and Minor Components of Palm Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 78(10): 1051–1055.
- Tanjor, S., T. Saiwan, P. Puwastien, A. Deeaum and K. Judprasong. 2015. Nutritive value of commonly consumed eggs and effects of cooking. **Kasetsart Journal Science and Technology** 23(4): 651-666. [in Thai]
- Ukachukwu, U., V. Ozougwu and V. Nwankwo. 2017. A comparative study on the total cholesterol, triacylglycerides and lipid concentrations of quail and chicken eggs. **International Journal of Research in Pharmacy and Biosciences** 4(10): 11-16.
- Yap, S.C., Y.M. Choo., C.K. Ooi., A.S.H. Ong and S.H. Goh. 1991. Quantitative analysis of carotenes in the oil from different palm species *Elaeis*. **Journal of Oil Palm Research** 3(2): 369-378.