Academic Article
Journal of Vocational Education in Agriculture Vol. 9 ● No. 2 • July – December 2025

สารเสริมจากธรรมชาติในอาหารไก่ไข่

Natural Substances Supplement in Laying Hen Diet

กานดา ล้อแก้วมณี[1*]
Kanda Lokaewmanee[1*]

Received: 18 October 2024
Revised: 5 February 2025
Accepted: 2 October 2025

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนักโภชนาการได้ยอมรับว่าไข่ไก่มีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไข่ไก่จัดเป็นแหล่งอาหารที่มีโปรตีนคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วนตามความต้องการของร่างกาย ไข่ไก่ 1 ฟอง ประกอบด้วยสารอาหารโปรตีน 7 กรัมต่อฟอง กรดอะมิโน เลซิธิน ไวตามินเอ ไวตามินบี 1 ไวตามินบี 2 ไวตามินดี ธาตุแคลเซียม ธาตุเหล็กและพลังงาน 75 แคลอรี่ต่อฟอง ส่วนประกอบของไข่ไก่ 1 ฟองจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ เปลือกไข่ ไข่ขาวและไข่แดง มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 11, 62 และ 27 ตามลำดับ สีของไข่แดงมีผลต่อความน่ากินของอาหาร จึงส่งผลต่อความพึงพอใจและการยอมรับของผู้บริโภค อุตสาหกรรมการผลิตไข่ไก่มักเสริมสารสีสังเคราะห์เพื่อเพิ่มความเข้มของสีไข่แดง นอกจากนี้ยังมีการเสริมสารสีจากธรรมชาติอีกด้วย ได้แก่ การใช้ใบหม่อนแห้งบดในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 3.0-20 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าสีไข่แดงเท่ากับ 10.84 การใช้สารสกัดหยาบใบหม่อนในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 1.0-1.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าสีไข่แดง เท่ากับ 7.01-10.50 การใช้พริกหวานสีเขียวในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 225 พีพีเอ็ม ให้ค่าสีไข่แดงเท่ากับ 8.1 การใช้พริกแดงในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0.3 พีพีเอ็ม ให้ค่าสีไข่แดงเท่ากับ 10.2 การใช้ดอกทองกวาวผงในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 1.00 เปอร์เซ็นต์ให้ค่าสีไข่แดงเท่ากับ 6.53 และการใช้เมล็ดกัญชงในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าสีไข่แดงเท่ากับ 6.20 ในไข่แดงของไข่ไก่มีสารลูทีนเท่ากับ 0.3-0.5 มิลลิกรัมต่อฟอง การใช้ดอกดาวเรืองแห้งและสารสกัดจากดอกดาวเรืองที่ระดับ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารของไก่ไข่ให้สารลูทีนเท่ากับ 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักไข่แดง 100 กรัม นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการใช้เมล็ดกัญชงและน้ำมันกัญชงในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ไข่แดงมีกรดไขมันโอเมก้า 3 เท่ากับ 144.6 และ 250.6 มิลลิกรัม

[1]คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร สกลนคร ประเทศไทย 47000
[1]Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, Sakon Nakhon, Thailand 47000
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน (Corresponding author) e-mail: csnkdp@ku.ac.th

ดังนั้นการใช้สารเสริมจากธรรมชาติในอาหารไก่ไข่จึงเป็นแนวทางการผลิตไข่ไก่ที่มีคุณสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆได้ดังนั้นไข่ไก่จัดได้ว่าเป็นอาหารส่งเสริมการมีสุขภาพที่ดี

คำสำคัญ: ไก่ไข่ ไข่ไก่ คุณภาพ ผลผลิต สารเสริมจากธรรมชาติ

ABSTRACT

Nutritionists now recognize that laying hen eggs contain essential nutrients for the human body to grow. In particular, laying hen eggs are considered the best food source of high quality protein.Because it has all the essential amino acids that the body needs, one egg contains 7 grams of protein per egg, amino acids, lecithin, vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, vitamin D, calcium, iron and 75 calories per egg.The composition of one chicken egg consists of 3 main parts: egg shell, egg white, and egg yolk, with proportions equal to 11, 62, and 27 percent, respectively.The color of the yolk affects the palatability of the food. Therefore, it affects the satisfaction and acceptance of consumers.The egg production industry often adds synthetic colorants to increase the intensity of the egg yolk color.There is also the addition of natural pigments, such as the use of ground dried mulberry leaves in the feed of laying hens at a level of 3.0-20 percent, giving an egg yolk color value of 10.84.The use of crude mulberry leaf extract in laying hens' feed at a level of 1.0-1.2 percent gave an egg yolk color value of 7.01-10.50. The use of green bell peppers in laying hens' feed at a level of 225 ppm gave an egg yolk color value of 8.1.Using red chili in laying hens' feed at a level of 0.3 ppm gave an egg yolk color value of 10.2. Using *Butea monosperma* (Lam.) flower powder in laying hens' feed at a level of 1.00 percent gave an egg yolk color value of 6.53, and using hemp seeds in laying hens' food at a level of 5 percent gave an egg yolk color value of 6.20. In the yolk of laying hen eggs, there is lutein equal to 0.3-0.5 milligram per egg.The use of dried marigold flowers and marigold extract at a level of 40 milligram per kilogram of feed of laying hens gave lutein equal to 3 and 4 miligram per 100 g of egg yolk weight.It was also found that the use of hemp seeds and hemp oil in the laying hens' diet at a level of 20 percent resulted in egg yolks containing 144.6 and 250.6 milligrams of omega-3 fatty acids.Therefore, the use of natural supplements in the feed of laying hens, it is a way to produce laying hen eggs that have properties to promote health and reduce the risk of various diseases. Therefore, laying hen eggs can be considered a food that promotes good health.

Keywords: Laying Hen; Egg; Quality; Production; Natural Substances Supplement

บทนำ

การเลี้ยงสัตว์ปีกอย่างยั่งยืนต้องควบคุมต้นทุนการเลี้ยงและต้องมีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพภายใต้เงื่อนไขที่มีการจำกัดและควบคุมการใช้ยาปฏิชีวนะ ดังนั้นผู้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องพัฒนารูปแบบการเลี้ยง การจัดการ อีกทั้งต้องสรรหาสารเสริมอาหารสัตว์ (Feed additive) สำหรับเสริมให้การเลี้ยงสัตว์ประสบความสำเร็จโดยไม่มีการใช้ยาปฏิชีวนะ (Raised without antibiotics หรือ RWA) สารเสริมอาหารสัตว์ หมายถึง สารที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ แต่ใช้เติมในอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากอาหารและการให้ผลผลิตของสัตว์ได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเพื่อประโยชน์ทางเทคโนโลยีในการผลิต การบรรจุ การเก็บรักษาหรือการขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพหรือมาตรฐานหรือลักษณะของอาหารสัตว์ โดยสามารถจำแนกประเภทตามวัตถุประสงค์การใช้คือ เพื่อความคงทนของอาหาร เพิ่มความน่ากินของอาหาร ป้องกันการหืน ป้องกันเชื้อรา และเพื่อเร่งการเจริญเติบโต หรืออาจแบ่ง 3 กลุ่มได้ดังนี้คือ สารเสริมอาหารกลุ่มเพิ่มคุณสมบัติของอาหาร ได้แก่ สารป้องกันเชื้อรา สารป้องกันการเหม็นหืน สารเหนียวหรือสารประสาน และสารช่วยการอัดเม็ด เป็นต้น สารเสริมอาหารกลุ่มเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารและการเจริญเติบโต ได้แก่ สารแต่งกลิ่นและรสชาติอาหาร เอนไซม์ สารปรับสภาพกรด-ด่าง สารประกอบประจุ ไอโอโนฟอร์ โปรไบโอติก พรีไบโอติก ซินไบโอติก กรดอินทรีย์ สารสี สารป้องกันท้องอืดและสารกระตุ้นน้ำลาย เป็นต้น สารเสริมกลุ่มที่เป็นเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรม ได้แก่ กากมะเขือเทศ กากกาแฟ กากองุ่น กากเม่า กากงา กากปลาร้า กากนุ่น กากมันสำปะหลัง กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม กากเบียร์ กากมะพร้าว และกากเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น [1]

สารสีที่ใช้เสริมในอาหารสัตว์แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ สารสีสังเคราะห์ (Synthetic pigments) และสารสีธรรมชาติ (Natural pigments) สารสีเป็นสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำแต่จะละลายในไขมันประกอบด้วย Isoprene unit (C_5H_8) อาจจะให้สีเหลืองสีม่วงและสีแดง โดยทั่วไปมีอยู่หลายชนิดเช่นแซนโทฟิลล์ (Xanthophyll) ซีแซนทีน (Zeaxanthin) แคนทาแซนทีน (Canthaxanthin) และ β-apo-8-caroteoic acid สารสีสังเคราะห์เป็นสารประกอบแซนโทฟิลล์ที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมีและมีความสามารถในการเพิ่มสีไข่แดงและผิวหนังไก่เนื้อเหมือนกับสารสีธรรมชาติ แต่สารสีสังเคราะห์จะมีความเข้มข้นความคงทนและมีปริมาณที่แน่นอนกว่าสารสีธรรมชาติ อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพการสะสมในร่างกายหรือในผลิตภัณฑ์สูงกว่าสารสีธรรมชาติประมาณ 3 เท่า จึงนิยมใช้สารสีสังเคราะห์เสริมในสูตรอาหารสัตว์ ปัจจุบันมีผู้ผลิตสารสีสังเคราะห์เพื่อใช้ในอาหารสัตว์เป็นหลักเพียง 2 ราย ได้แก่ ดีเอสเอ็ม (DSM) และบีเอเอสเอฟ (BASF) โดยมีชื่อทางการค้าแตกต่างกันออกไป เช่น แคโรฟิลล์เยลโล่ แคโรฟิลล์พิงค์ แคโรฟิลล์เรด ลูแคนติเยลโล่ ลูแคนติพิงค์ และลูแคนติเรด เป็นต้น สารสีสังเคราะห์นี้ทั่วไปแล้วแนะนำให้เติมในสูตรอาหารเพียง 5-10 กรัมต่ออาหาร 1 ตันก็สามารถให้สีไข่แดงและสีผิวหนังไก่เนื้อเข้มตามความต้องการ ปกติโรงงานอาหารสัตว์และผู้เลี้ยงไก่ไข่นิยมเสริมสารสีสังเคราะห์คือพวกแคโรฟิลล์ลงไปในอาหารไก่ไข่เพื่อปรับปรุงสีผลผลิตให้ดีขึ้น โดยเฉพาะสีของไข่แดงเนื่องจากสารสีสังเคราะห์ต้องซื้อจากต่างประเทศทำให้ราคาแพง เป็นเหตุให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นและสารสีไม่มีคุณค่าทางอาหารต่อสัตว์ [2]

สารสีธรรมชาติ (Natural Pigments)

โดยทั่วไปแหล่งของสารสีธรรมชาตินิยมใช้กันมากในอาหารสัตว์ปีก ได้แก่ เมล็ดข้าวโพดอาหารสัตว์ (Corn) เพราะในข้าวโพดมีสารสีเหลืองแดงของสารซีแซนทีน (Zeaxanthin) และสารสีเหลืองของสารลูทีน (Lutein) ทำให้ไข่แดงมีสีแดงเข้มขึ้นและในไก่เนื้อทำให้มีสีเนื้อและผิวหนังสีเหลืองสวยงาม นอกจากนี้ในการ

เลี้ยงสัตว์ปีกยังพบการใช้ใบหม่อน (Muberry leaves) [3, 4] ดอกดาวเรือง (Marigold flower) [5] พริกหยวก (Paprika) [6] พริกหวานสีเขียว (Sweet Green Pepper) [7] พริกแดง (Red pepper)[8] ดอกทองกวาว (*Butea monosperma* Lam.) [9] และกัญชง [10] อีกด้วย

ใบหม่อน (Muberry leaves หรือ *Morus alba* L.)

ใบหม่อนเป็นพืชที่หาได้ง่าย นิยมนำไปเป็นอาหารเลี้ยงหนอนไหม เนื่องจากมีโปรตีน 15-35 เปอร์เซ็นต์ [3] แร่ธาตแคลเซียม 2.42-4.71 เปอร์เซ็นต์ และแร่ธาตุฟอสฟอรัส 0.23-0.97 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 1,130-2,240 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม [10] นอกจากนี้ใบหม่อนยังนิยมนำไปทำเป็นชาใบหม่อน เนื่องจากใบหม่อนมีสาร Deoxynojirimycin (DNJ) ซึ่งสารนี้มีผลในการลดระดับน้ำตาลในเลือดมีสารกาบา (Gamma amino butyric acid หรือ GABA) ที่มีคุณสมบัติในการลดความดันโลหิตและสารไฟโตเสตอรอล (Phytosterol) ที่มีประสิทธิภาพในการลดระดับคอเลสเตอรอลอีกทั้งมีสารเควอซิติน (Quercetin) และเคมเฟอรอล (Kaempferol) ซึ่งเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ที่มีคุณสมบัติป้องกันการดูดซึมของน้ำตาลในลำไส้เล็ก ทำให้กระแสเลือดไหลเวียนดีและหลอดเลือดแข็งแรง ยับยั้งการเกิดสารก่อมะเร็งเม็ดเลือด มะเร็งเต้านมและมะเร็งลำไส้ใหญ่ ลดอาการแพ้และยืดอายุเม็ดเลือดขาว [12]

ใบหม่อนมีสารแซนโทฟิลล์และสามารถสะสมสารแซนโทฟิลล์ในไข่แดงได้ ซึ่งจะสามารถช่วยให้ไข่แดงมีสีไข่แดงที่เข้มขึ้น [3] จากการวิจัยการใช้ใบหม่อนลงในอาหารไก่ไข่มีทั้งรูปแบบการทดแทนการใช้กากถั่วเหลือง [13] และการเสริมใบหม่อนในสูตรอาหารไก่ไข่ [3] นอกจากนี้รูปแบบการใช้มีทั้งรูปแบบใบหม่อนแห้งบด [3,11] และสารสกัดหยาบจากใบหม่อน [14, 15] ดังแสดงในตารางที่ 1 การใช้ใบหม่อนแห้งบดเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย แต่มีข้อควรระวังคือไม่ควรใช้ใบหม่อนที่แก่จนเกินไป ซึ่งทำให้สัตว์ได้รับเยื่อใยที่ในปริมาณสูง ทำให้เกิดปัญหาความฟ่าม (Bulky) ลดความน่ากินและทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง [11] ในขณะที่การใช้สารสกัดหยาบจากใบหม่อนช่วยให้คอเลสเตอรอลในเลือดไก่ลดลง แต่ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงไม่ลดลง [15]

ตารางที่ 1 ผลของการใช้ใบหม่อนแห้งบดและสารสกัดหยาบจากใบหม่อนต่อผลผลิตไข่

รูปแบบใบหม่อน	อายุไก่ไข่ (สัปดาห์)	ระดับที่ใช้ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)	ผลผลิตไข่ (เปอร์เซ็นต์)	สีไข่แดง	อ้างอิง
ใบหม่อนแห้งบด (Mulberry leaf meal)	26-38	20	97.3	79.8	ไม่มีข้อมูล	[13]
ใบหม่อนแห้งบด (Mulberry leaf meal)	44-51	3.0	106.30	84.10	10.84	[3]
สารสกัดหยาบจากใบหม่อน (Mulberry leaf extract)	38-46	1.2	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	10.50	[14]
สารสกัดหยาบจากใบหม่อน (Mulberry leaf extract)	46-54	1.0	105.32	73.30	7.01	[15]

ดอกดาวเรือง (Marigold flower)

ดอกดาวเรือง (Marigold flower) เป็นวัตถุดิบธรรมชาติที่ให้สารสีแซนโทฟิลล์ในระดับสูงเมื่อเทียบกับวัตถุดิบที่เป็นสารสีจากธรรมชาติอื่นๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ สารซีแซนทีน (Zeaxanthine) และสารลูทีน (Lutein) ซึ่งในดอกดาวเรืองแห้งมีปริมาณสารแซนโทฟิลล์ 6,000-10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจะพบสารลูทีนในปริมาณมาก [16]

จากการวิจัยพบว่าสารสกัดจากดอกดาวเรือง (Marigold flower extract) มีปริมาณแซนโทฟิลล์ ซีแซนทีนและลูทีนในปริมาณมากกว่าดอกดาวเรืองแห้ง (Marigold flower meal) [5] สารสกัดจากดอกดาวเรืองมีปริมาณลูทีน 27.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม [17] ลูทีนเป็นสารสีที่สกัดได้จากดอกดาวเรืองและเป็นสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งมีฤทธิ์ในการสร้างสารต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ช่วยป้องกันเยื่อแก้วตาและจอประสาทตาไม่ให้ถูกทำลายโดยการออกฤทธิ์ลดอนุมูลอิสระ นอกจากนี้สารลูทีนยังช่วยกรองแสงสีน้ำเงินที่จะทำลายดวงตาและช่วยกรองหรือป้องกันรังสีจากแสงแดดอีกด้วย [1] ผลการเสริมลูทีน [18] ดอกดาวเรืองแห้งและดอกดาวเรืองสกัดส่งต่อให้การสะสมปริมาณลูทีนในไข่ที่แตกต่างกัน [5] ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของการใช้ลูทีน ดอกดาวเรืองแห้งและสารสกัดจากดอกดาวเรืองต่อปริมาณลูทีนในไข่แดง

	ปริมาณที่ใช้	ปริมาณลูทีนในไข่แดง	อ้างอิง
ลูทีน	1,000 พีพีเอ็ม	1.62 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักไข่ 60 กรัม	[18]
ดอกดาวเรืองแห้ง	40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	3 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักไข่แดง 100 กรัม	[5]
สารสกัดจากดอกดาวเรือง	40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	4 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักไข่แดง 100 กรัม	[5]

พริกหยวก (Paprika)

พริกหยวก (Paprika) จะมีสารสีช่วยเพิ่มสีไข่แดง โดยเมื่อนำพริกหยวกที่ผ่านการสกัดเปรียบเทียบปริมาณสารสีในข้าวโพดและดอกดาวเรืองสกัด พบว่าดอกดาวเรืองสกัดมีปริมาณแคโรทีนอยด์ แซนโทฟิลล์ ลูทีนและซีแซนทีนสูงที่สุด [6] ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณและชนิดของสารสีในข้าวโพด พริกหยวกสกัดและดอกดาวเรืองสกัด

	ข้าวโพด	พริกหยวกสกัด	ดอกดาวเรืองสกัด
แคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	0.03	5.56	25.01
แซนโทฟิลล์ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	0.04	5.44	32.51
ลูทีน(มิลลิกรัมต่อกรัม)	0.005	ตรวจไม่พบ	22.56
ซีแซนทีน(มิลลิกรัมต่อกรัม)	0.01	0.54	1.65
คริปโทแซนทีน(มิลลิกรัมต่อกรัม)	0.003	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
ทรานส์-คริปโทแซนทีน (มิลลิกรัมต่อกรัม)	ตรวจไม่พบ	2.51	ตรวจไม่พบ
ซีส-คริปโทแซนทีน (มิลลิกรัมต่อกรัม)	ตรวจไม่พบ	0.46	ตรวจไม่พบ

ที่มา: [6]

พริกหวานสีเขียว (Sweet Green Pepper)

พริกหวานสีเขียวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum annuum* L. var. longum อยู่ในวงศ์ Solanaceae จัดอยู่ในสกุล Capsicum เป็นพืชผักที่มีความสำคัญของโลกมีพื้นที่ปลูกประมาณ 1,200,000 เฮกตาร์ ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ปลูกอยู่ในเอเชีย ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 1,669 ไร่ ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือ พริกชนิดนี้มีรสชาติหวาน ไม่เผ็ด สามารถรับประทานสดในสลัดหรือนำมาผัดกับผักต่างๆให้สีสันน่ารับประทานและยังมีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นแหล่งวิตามินเอ บี1 บี2 และ ซี มีสารแคปไซซินช่วยยับยั้งสารอนุมูลอิสระ ลดความเสี่ยงของการเกิดหลอดเลือดโรคต้อกระจกและโรคมะเร็ง [19]

การประเมินผลของพริกหวานสีเขียว (Sweet Green Pepper) ในไก่ไข่สายพันธุ์ไฮไลน์ บราวน์ (Hy-line brown) อายุ 36 สัปดาห์ จำนวน 144 ตัว โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มๆละ 9 ซ้ำๆละ 4 ตัว กลุ่มทดลองที่ 1- 4 ได้รับอาหารที่เสริมพริกหวานสีเขียวในระดับ 0, 75, 125 และ 225 พีพีเอ็มตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการเสริมพริกหวานสีเขียวในอาหารทุกระดับไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ มวลไข่และอัตราการเปลี่ยนอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล ในขณะที่การใช้พริกหวานสีเขียวในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 225 พีพีเอ็มส่งผลทำให้น้ำหนักไข่ลดลง [20]

การเสริมพริกหวานสีเขียวในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะ ความสูงไข่ขาว ค่าฮอกยูนิต น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว เปอร์เซนต์ไข่ขาวและค่าความสว่างของไข่แดง (Lightness, L*) และค่าความเป็นสีเหลืองของไข่แดง (Yellowness, b*) ในขณะที่การใช้พริกหวานสีเขียวในอาหารที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไข่แดง สีไข่แดงโดยใช้พัดสีมาตรฐานของโรชและค่าความเป็นสีแดงของไข่แดง (Redness, a*) เพิ่มขึ้น โดยไก่ไข่ที่กินอาหารที่เสริมพริกหวานสีเขียวในระดับ 0, 75, 125 และ 225 พีพีเอ็ม ทำให้สีไข่แดงที่วัดโดยพัดสีมาตรฐานของโรชเท่ากับ 7.2, 7.7, 8.1 และ 8.1 ตามลำดับ ไก่ไข่ที่กินอาหารที่เสริมพริกหวานสีเขียวในระดับ 125 และ 225 พีพีเอ็ม ให้ค่าสีไข่แดงสูงที่สุด ไก่ไข่ที่กินอาหารที่เสริมพริกหวานสีเขียวในระดับ 0, 75, 125 และ 225 พีพีเอ็มทำให้ค่าความเป็นสีแดงของไข่แดงเท่ากับ -1.38, -0.40, -0.28 และ 1.88 ตามลำดับ ไก่ไข่ที่กินอาหารที่เสริมพริกหวานสีเขียวในระดับ 225 พีพีเอ็มทำให้ค่าความเป็นสีแดงของไข่แดงสูงที่สุด [20]

จากข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าพริกหวานสีเขียวสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร เพื่อเพิ่มสีไข่แดง ในขณะที่การใช้พริกหวานสีเขียวในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ อย่างไรก็ตามการใช้พริกหวานสีเขียวมีผลต่อน้ำหนักไข่ ดังนั้นการใช้พริกหวานสีเขียวในอาหารไก่ไข่อาจจะเป็นวิธีที่น่าสนใจของผู้ผลิตและอุตสาหกรรมไข่ไก่ ที่ต้องการควบคุมขนาดของไข่ไก่ที่มาจากแม่ไก่ไข่อายุมากและอาจช่วยปรับปรุงคุณภาพเปลือกไข่ให้ดีขึ้นได้อีกด้วย [20]

พริกแดง (Red pepper)

พริกแดงมีสารแคโรทีนอยด์ 112-232 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แซนโทฟิลล์ 116-239 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ลูทีน 0.90-2.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซีแซนทีน 5.10-18.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แคปแซนทีน 56.70-125 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ทรานซ์-แคปแซนทีน 41.30-92 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมและทรานซ์-แคปแซนทีน 15.40-36 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ทั้งนี้ปริมาณสารในพริกแดงขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และชนิดของพริกแดง รวมถึงแหล่งที่ปลูกพริกแดงด้วย [21]

ผลของพริกแดงต่อสมรรถภาพการผลิตและสีไข่แดงในไก่ไข่ โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Hy-line brown อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว ไก่ไข่กินอาหารไก่ไข่ที่เสริมคลอโรฟิลล์เรด (Carophyll Red) ในระดับ 0.3 พีพีเอ็ม หรือพริกแดง (Red pepper pigment) ที่ระดับ 0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8 และ 9.6 พีพีเอ็มตามลำดับ ระยะเวลาการทดลอง 22 วัน ผลการทดลองพบว่าไก่ไข่ที่กินอาหารเสริมคลอโรฟิลล์เรดและพริกแดงไม่มีผล

ต่อผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ในขณะที่ไก่ไข่กินอาหารเสริมพริกแดงที่ระดับ 1.2, 2.4 และ 9.6 พีพีเอ็ม มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยสูงกว่าไก่ไข่ที่กินอาหารเสริมพริกแดงที่ระดับ 0.3 พีพีเอ็ม แต่ไม่แตกต่างจากไก่ไข่ที่กินอาหารเสริมคลอโรฟิลล์เรดและพริกแดงที่ระดับ 0.6 และ 4.8 พีพีเอ็ม [21] ไก่ไข่กินอาหารเสริมคลอโรฟิลล์เรดที่ระดับ 0.3 พีพีเอ็ม หรือพริกแดงที่ระดับ 0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8 และ 9.6 พีพีเอ็ม ให้สีไข่แดงเท่ากับ 8.3, 7.7, 7.8, 7.6, 8.2, 8.5 และ 10.2 ตามลำดับ โดยไก่ไข่ที่กินอาหารเสริมพริกแดงที่ระดับ 0.3 พีพีเอ็ม มีค่าสีไข่แดงสูงที่สุด [21]

ดอกทองกวาว (*Butea monosperma* Lam.)

ดอกทองกวาวที่มีสีแดงส้ม ในประเทศอินเดียจึงนิยมนำดอกทองกวาวมาตากแห้งแล้วบดเพื่อใช้เป็นแหล่งให้สีในงานเทศกาลแห่งสี (Holi festival) ทองกวาวมีชื่อสามัญ Bastard teak, Bengal kino, Flame of the forest ชื่อวิทยาศาสตร์ *Butea monosperma* (Lam.) Taub. จัดอยู่ในวงศ์ Fabaceae-Papilionode ทองกวาวมีชื่ออื่นๆ ได้แก่ กวาว ก๋าว จอมทอง จ้า จาน ทองต้น ทองธรรมชาติ และทองพรมชาติ เป็นต้น ทองกวาวเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งมีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียใต้ จากประเทศไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย ศรีลังกา เนปาล บังกลาเทศ ปากีสถาน อินเดียและในแถบทางภาคตะวันตกของอินโดนีเซีย โดยจัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ดอกทองกวาวนั้นเป็นช่อคล้ายกับดอกทองหลาง ดอกทองกวาวมีสีแดงส้มหรือแสด มีความยาวประมาณ 6-15 เซนติเมตร มีดอกย่อยเกาะกันเป็นกลุ่ม เมื่อดอกบานจะมีกลีบ 5 กลีบและจะออกดอกมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของทุกปี ดอกทองกวาวให้สีแดงใช้ย้อมผ้าโดยใช้ดอกทองกวาวสดมาต้มเอาน้ำซึ่งเป็นสารสีจากธรรมชาติ [9] สาระสำคัญที่พบในดอกทองกวาว สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ buteinbutin, butrin, isobutrin, palastrin, coreopsin, isocoreopsin, sulphuresin, monospermoside, isomonospermoside, 7,3',4'-trihydroxyflavoneMyricyl alcohol ดอกทองกวาวมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระฤทธิ์ ลดความดันโลหิต และลดระดับน้ำตาลในเลือด ฤทธิ์ต้านการอักเสบฤทธิ์ต้านจุลชีพและแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านเบาหวาน ฤทธิ์ต้านมะเร็ง ฤทธิ์ต้านโรคหืด ต้านอาการชัก และต้านไวรัส เป็นต้น [22]

ผลของการเสริมดอกทองกวาวผงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ โดยทำการศึกษาโดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ทางการค้า แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ไก่ไข่กินอาหารสูตรที่มีปลายข้าวเป็นส่วนผสม กลุ่มทดลองที่ 2, 3 และ 4 ไก่ไข่กินอาหารสูตรที่มีปลายข้าวเสริมดอกทองกวาวผงที่ระดับร้อยละ 0.05, 1.00 และ 1.50 ตามลำดับ และกลุ่มทดลองที่ 5 ไก่ไข่กินอาหารสูตรที่มีข้าวโพดเป็นส่วนผสม ผลการทดลองพบว่าดอกทองกวาวที่เสริมในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ในส่วนของดัชนีรูปทรงไข่ ดัชนีไข่ขาว ความถ่วงจำเพาะ เปอร์เซ็นต์ไข่แดง เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ ค่าความเป็นสีแดงของเปลือกไข่ (Redness, a*) และค่าความเป็นสีเหลืองของเปลือกไข่ (Yellowness, b*) กลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 มีต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตไข่ 1 โหลต่ำกว่ากลุ่มทดลองที่ 5 ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ 1, 2 และ 4 มีน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดการทดลองต่ำกว่ากลุ่มทดลองที่ 3 และ 5 [9]

ในด้านของเปอร์เซ็นต์เกรดไข่ พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์เกรดไข่เบอร์ 1 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 แต่กลุ่มทดลองที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์เกรดไข่เบอร์ 2 น้อยที่สุด ในด้านของคุณภาพไข่ พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าดัชนีไข่แดงต่ำกว่ากลุ่มทดลองที่ 4 และ 5 ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าฮอฟ์ยูนิต ความหนาเปลือกไข่ และความแข็งเปลือกไข่สูงที่สุด นอกจากนี้กลุ่มทดลองที่ 5 มีค่าสีไข่แดงจากพัดสีมาตรฐานของโรช ค่าความเป็นสีแดงของไข่แดง (Redness, a*) ค่าความเป็นสีเหลืองของไข่แดง (Yellowness, b*) และค่าความสว่างของเปลือกไข่ (Lightness, L*) สูงที่สุด สรุปได้ว่าการเสริมดอกทองกวาวผงที่ระดับร้อยละ 1.00 ในอาหารไก่ไข่สามารถปรับปรุงสีของไข่แดงได้ดีกว่าการเสริมดอกทองกวาวผงที่ระดับร้อยละ 0.05 และ 1.50 [9]

กัญชง (Hemp)

กัญชง (Hemp) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Cannabis sativa* L.subsp. *Sative*) ส่วนกัญชา (Marijuana) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Cannabis sativa* L.subsp. *Indica*) กัญชงเป็นพืชที่มีเส้นใยอ่อนนุ่ม เหนียว ทนทาน แข็งแรงและให้เส้นใยที่ยาว สามารถนำไปแปรรูปและใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม เช่น สิ่งทอ กระดาษ วัสดุก่อสร้าง และเครื่องสำอาง เป็นต้น โดยเมล็ดกัญชงมีคุณค่าทางโภชนาการสูงสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น นมจากเมล็ดกัญชง ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เมล็ดพืชน้ำมันหรือนำไปผลิตเป็นแป้งทดแทนถั่วเหลืองได้อย่างดี เมล็ดกัญชงมีผิวเรียบมันลายประสีน้ำตาล เมื่อออกดอกจะมียางที่ช่อดอกไม่มากและมีสาร Δ-9-Tetrahydrocannabinol ซึ่งเป็นสารเสพติดกระตุ้นประสาทที่มีปริมาณต่ำกว่า 0.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกัญชงมีสารเสพติดน้อยมาก ดังนั้นในทางกฎหมายสากลถือว่าไม่เป็นสารเสพติด นอกจากนี้เมล็ดกัญชงและเศษเหลือทิ้งจากเมล็ดกัญชงมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงในตารางที่ 4 โดยเมล็ดกัญชงที่ไม่กระเทาะเปลือกมีโปรตีนสูงถึง 32.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันกัญชงมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids, PUFAs) ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 5[10]

ตารางที่ 4 คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดกัญชงและเศษเหลือทิ้งจากเมล็ดกัญชง

คุณค่าทางโภชนาการ (%)	เมล็ดกัญชง	เมล็ดกัญชงกระเทาะเปลือก	เศษเหลือทิ้งจากเมล็ดกัญชง	เปลือกเมล็ดกัญชง
วัตถุแห้ง	94.10	95.10	92.60	94.90
โปรตีน	24.10	32.30	31.70	12.70
ไขมัน	31.10	45.40	11.80	10.30
เถ้า	6.20	6.10	7.00	3.90
พลังงานรวม (เมกะจูลต่อกิโลกรัม)	23.70	23.90	17.00	20.20

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก [10]

ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดกัญชง

กรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์)								
กรดไขมันปาล์มมิติก ($C_{16:0}$)	กรดไขมันสเตียริก ($C_{18:0}$)	กรดไขมันโอเลอิก ($C_{18:1}$)	กรดไขมันลิโนเลอิก ($C_{18:2}$)	กรดไขมันแกมมา-ลิโนเลอิก ($C_{18:3}$)	กรดไขมันแอลฟ้า-ลิโนเลอิก ($C_{18:3}$)	กรดไขมันสเตียริโดนิก ($C_{18:4}$)	กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	เอกสารอ้างอิง
5.00-7.00	3.00-4.00	8.00-13.00	52.00-62.00	3.00-4.00	8.00-13.00	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	[23]
5.00	2.00	9.00	56.00	4.00	22.00	2.00	84.00	[24]
7.40	2.90	15.0	56.0	1.70	16.30	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	[25]
6.50	2.40	10.80	55.30	3.10	19.80	1.40	4.50	[26]

กัญชงเป็นพืชที่มีโปรตีนและกรดไขมันสูง ในด้านสัตวศาสตร์จึงมีผลการวิจัยการใช้กัญชงต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่และคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่ ผลการทดลองพบว่าการใช้เมล็ดกัญชงที่ระดับ 6

เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารไก่ไข่อายุ 63-67 สัปดาห์ ส่งผลทำให้ผลผลิตไข่และปริมาณการกินได้สูงที่สุด และไก่ไข่กลุ่มที่ได้กินอาหารที่มีเมล็ดกัญชง 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้เมล็ดกัญชงที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ไม่ได้ใช้เมล็ดกัญชงในสูตรอาหาร นอกจากนี้การใช้เมล็ดกัญชงในสูตรอาหารที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารไก่ไข่อายุ 59-63 สัปดาห์ ทำให้ค่าดัชนีไข่แดงสูงกว่าการใช้เมล็ดกัญชงในสูตรอาหารที่ระดับ 5, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ไก่ไข่ที่ได้กินอาหารที่มีเมล็ดกัญชงในสูตรอาหารที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร มีค่าฮอกยูนิตและค่าคะแนนสีไข่แดงสูงที่สุด (86.3 และ 6.20 ตามลำดับ) [25] นอกจากนี้การใช้น้ำมันเมล็ดกัญชงในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารจะเพิ่มการสะสมกรดแกมมาลิโนเลอิกและกรดแอลฟาลิโนเลอิกในไข่แดงสูงกว่าการไม่ใช้น้ำมันเมล็ดกัญชงในสูตรอาหารและการใช้น้ำมันเมล็ดกัญชงในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ [27] การใช้เมล็ดกัญชงและน้ำมันกัญชงในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ จะเพิ่มการสะสมกรดไขมันดีเอชเอและกรดไขมันโอเมก้า 3 ในไข่แดงสูงกว่าการไม่ใช้เมล็ดกัญชงในสูตรอาหาร [28]

สรุปผล

ไข่ไก่ที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมักต้องมีลักษณะของไข่แดงที่สีเข้ม จึงทำให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ไข่ให้ความสำคัญกับสีของไข่แดง ข้าวโพดจัดเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงานและสารสีในอาหารไก่ไข่ เมื่อไก่ไข่กินข้าวโพดเข้าไปแล้วสารสีในข้าวโพดจะไปสะสมเป็นสารสีในไข่แดง ซึ่งนอกจากข้าวโพดที่ช่วยเพิ่มสีของไข่แดงแล้ว การใช้สารสีสังเคราะห์และสารสีจากธรรมชาติช่วยเพิ่มสีไข่แดงให้เข้มขึ้นและไข่แดงมีความน่ารับประทานเพิ่มขึ้นได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามสารสีสังเคราะห์มีราคาแพง จึงทำให้สารสีจากธรรมชาติเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจ เช่น ใบหม่อน ดอกดาวเรือง พริกหยวก พริกหวานสีเขียว พริกแดง ดอกทองกวาว และกัญชง เนื่องจากให้สารสีในระดับสูงเมื่อเทียบกับวัตถุดิบที่เป็นแหล่งสารสีจากธรรมชาติชนิดอื่น ซึ่งสารสีจากธรรมชาตินอกจากการเพิ่มสีของไข่แดงแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตไข่ให้มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย ไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงไก่ไข่ด้วยสารสีจากธรรมชาติจึงจัดได้เป็นอาหารที่ส่งเสริมการมีสุขภาพดีและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆได้

References

[1] Lokaewmanee, K. (2023). *Qualitative Animal Nutrition*. Sakon Nakhon: Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus. (in Thai)

[2] Isariyodom, S., et al. (1995). Supplementation Of Some Natural Pigments In Layer Rations. In *The 33rd Kasetsart University Annual Conference* (p. 34-38). 30 January-1 February 1995, Bangkok, Thailand.(in Thai)

[3] Lokaewmanee, K., et al. (2009). Effects of Dietary Mulberry Leaves (*Morus alba* L.) on Egg Yolk Color. *The Journal of Poultry Science*, 46(2), 112-115.

[4] Kamruzzaman, M., et al. (2012). Significant Effect of Mulberry Leaf (*Morus alba*) Meal in the Reduction of Egg Yolk Cholesterol. *Bangladesh Research Publications Journal*, *7*(2), 153–160.

[5] Lokaewmanee, K., et al. (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

[6] Lokaewmanee, K., et al. (2010). Effect on Egg Yolk Colour of Paprika or Paprika Combine with Marigold Flower Extracts. *Italian Journal of Animal Science*, 9(3), 356–359.

[7] Rossi, P., et al. (2015). Effect of Sweet Green Pepper on Yolk Color and Performance of Laying Hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 24(1), 10–14.

[8] Lokaewmanee, K., et al. (2012). Effect of Dietary Red Pepper on Egg Yolk Colour and Histological Intestinal Morphology in Laying Hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(5), 986–995.

[9] Lokaewmanee, K., et al. (2016). Effect of *Butea monosperma* (Lam.) Flower Powder Supplementation in Layer Diet on Egg Production and Egg Quality. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 34(3), 86–95. (in Thai)

[10] Nopparatmaitri, M., & Chumchen, P. (2020). Hemp: Novel Laying Hen Feedstuff for Functional Egg Production. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 39(5), 481–495. (in Thai)

[11] Punja, P. (2013). The Effects of Dietary Mulberry Leaves (*Morus alba* L.) on Chicken Performance, Carcass, Egg Quality and Cholesterol Content of Meat and Egg. *Walailak Journal of Science and Technology*, 10(2), 121–129.

[12] Kaewruang, W. (2008). *Mulberry Leaf Tea is a Health Drink that is Difficult to Refuse*. Available from https://www.gotoknow.org/posts/176052. 3 September 2024. (in Thai).

[13] Al-Kirshi, et al. (2010). Utilization of Mulberry Leaf Meal (*Morus alba*) as Protein Supplement in Diets for Laying Hens. *Italian Journal of Animal Science*, 9(3), 265–267.

[14] Zhang, B. (2022). Positive Effects of Mulberry Leaf Extract on Egg Quality, Lipid Metabolism, Serum Biochemistry, and Antioxidant Indices of Laying Hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 861214.

[15] Punja, P., & Srichana, D. (2012). Effect of *Camellia sinensis* and *Morus alba* Leaf Extracts on Production of Layer, Egg Quality and Cholesterol in Egg Yolk. *Thai Science and Technology Journal*, 20(2), 127–138. (in Thai)

[16] Kanto, U. (2016). *Applied Pig and Poultry Feed*. Chachoengsao: UKT Publishing.(in Thai)

[17] Suwanklang, P., et al. (2023). Analysis of Lutein Content in Microencapsulated Marigold Flower Extract (*Tagetes erecta* L.) Using UHPLC-Q-Orbitrap-HRMS and Its Cytotoxicity in ARPE-19 Cells. *Molecules*, 28(16), 6138.

[18] Leeson, S., & Caston, L. (2004). Enrichment of Eggs with Lutein. *Poultry Science*, 83(10), 1709–1712.

[19] Munkit, S. (2013). *The Inbred Lines Selection on Sweet Pepper* (Research Report). Royal Project Foundation. (in Thai)

[20] Rossi, P., et al. (2015). Effect of Sweet Green Pepper on Yolk Color and Performance

of Laying Hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 24(1), 10–14.

[21] Li, H., et al. (2012). Effect of Red Pepper (*Capsicum frutescens*) Powder or Red Pepper Pigment on the Performance and Egg Yolk Color of Laying Hens. *Animal Feed Science and Technology*, 175(3-4), 1605–1610.

[22] Ponwiriya, V. (2021). *Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activity of Butea monosperma Flower Extract* (Master thesis, Mae Fah Luang University). (in Thai)

[23] Leizer, D., et al. (2000). The Composition of Hemp Seed Oil and Its Potential as an Important Source of Nutrition. *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*, 2(4), 35–53.

[24] Callaway, J. C. (2004). Hempseed as a Nutritional Resource: An Overview. *Euphytica*, 140, 65–72.

[25] Bazdidi, N., et al. (2016). Evaluation of Dietary Hempseed and Hempseed Oil on Performance, Egg Quality and Some Blood Parameters in Laying Hens After Peak Period. *Poultry Science Journal*, 4(2), 89–95.

[26] Sandiron, I. S. (2017). *Preliminary Assessment of Hemp Seed Products as Feed Ingredients for Laying Hens*. Washington, DC: Washington State Department of Agriculture.

[27] Jing, M., et al. (2017). Performance and Tissue Fatty Acid Profile of Broiler Chickens and Laying Hens Fed Hemp Meal and HempOmega™. *Poultry Science*, 96(6), 1809–1819.

[28] Gakhar, N., et al. (2012). Effect of Feeding Hemp Seed and Hemp Seed Oil on Laying Hen Performance and Egg Yolk Fatty Acid Content: Evidence of Their Safety and Efficacy in Laying Hen Diets. *Poultry Science*, 91(3), 701–711.