การวิเคราะห์หาสารสำคัญและสารสีจากดอกไม้กินได้บางชนิดเพื่อใช้ในอาหารสัตว์ปีก
Analyses of Bioactive Ingredients and Pigments from Some Edible Flowers for Poultry Diets

สุกัญยา แตงโม[1], สิริพร ห้าวหาญ[1], ประภาศิริ ใจผ่อง[1], พัทธนันท์ โกธรรม[1], Tuan Nguyen Ngoc[1], ศรัณญา สอนมณี[1], และสุภาวดี แหยมคง[1]*
Sukanya Tangmo[1], Siriporn Howhan[1], Pattanun Gothom[1], Nguyen Ngoc Tuan[1], Saranya Sonmanee[1], and Suphawadee Yaemkong[1]*

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญและสารสีจากสารสกัดของดอกไม้ที่บริโภคได้จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ดอกแคแสด ดอกแคแดง ดอกสุพรรณิการ์ และดอกคูณ เตรียมสารสกัดโดยนำผงดอกไม้อบแห้งผสมกับเมทานอล (80:20 v/v) ในอัตราส่วน 1:5 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำการศึกษาปริมาณสารสำคัญและสารสีในกลุ่มฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ แอนโทไซยานิน และฟลาโวนอยด์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์ จากผลการทดลองพบว่า ดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณสารฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์สูงที่สุด (48.82 ± 0.41 mg GAE/g, 28.91 ± 0.43 mg β-carotene/100 g และ 8.87 ± 0.38 mg CE/g) รองลงมา ได้แก่ ดอกคูณ (26.94 ± 0.33 mg GAE/g, 22.95 ± 0.20 mg β-carotene/100 g และ 3.53 ± 0.11 mg CE/g) ดอกแคแสด (6.64 ± 0.13 mg GAE/g, 9.31 ± 0.14 mg β-carotene/100 g และ3.47 ± 0.14 mg CE/g) และดอกแคแดง (5.61 ± 0.10 mg GAE/g, 4.13 ± 0.06 mg β-carotene/100 g และ 0.97 ± 0.02 mg CE/g) ตามลำดับ ตรงกันข้ามกับปริมาณสารแอนโทไซยานินที่สามารถพบได้เฉพาะในดอกแคแดงเท่านั้น (119.40±3.98 mg CGE/100 g) ดังนั้นสรุปได้ว่าการใช้ดอกไม้ที่บริโภคได้ทั้ง 4 ชนิดนี้ โดยเฉพาะดอกสุพรรณิการ์ซึ่งมีปริมาณสารสำคัญและสารสีมากกว่าดอกไม้ชนิดอื่น อาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับการใช้สารสีเพื่อเพิ่มความเข้มสีของไข่แดงให้แก่ผู้บริโภค และผู้ผลิตหรือผู้เลี้ยงสัตว์ปีกนำไปเป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ปีกได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ฟีนอลิก, แคโรทีนอยด์, แอนโทไซยานิน, ฟลาโวนอยด์, ดอกไม้กินได้

Abstract

The study aim was to analyze bioactive ingredients and pigments such as amount of total phenolic, total carotenoid, total anthocyanin, and total flavonoid contents of 4 common edible flower, including African tulip (*Spathodea campanulate*), agasta (*Sesbania grandiflora*), yellow silk cotton (*Cochlospermum regium*) and golden shower

[1]คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก 65000
Faculty of Food and Agricultural technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, 65000
*Corresponding author: suphayaku@hotmail.com

(*Cassia fistula*). Dried samples were serially extracted with methanol (80:20 v/v) ratio 1: 5 in period 12 hrs. Analysis of variance and least square means comparison were used for the study. The result revealed that yellow silk cotton had the highest values of total phenolic, total carotenoid and total flavonoid contents (48.82 ± 0.41 mg GAE/g, 28.91 ± 0.43 mg β-carotene/100 g and 8.87 ± 0.38 mg CE/g), follow by golden shower (26.94 ± 0.33 mg GAE/g, 22.95 ± 0.20 mg β-carotene/100 g and 3.53 ± 0.11 mg CE/g), African tulip (6.64 ± 0.13 mg GAE/g, 9.31 ± 0.14 mg β-carotene/100 g and 3.47 ± 0.14 mg CE/g), and agasta (5.61 ± 0.10 mg GAE/g, 4.13 ± 0.06 mg β-carotene/100 g and 0.97 ± 0.02 mg CE/g), respectively. On the other hand, total anthocyanin content was found only in agasta (119.40±3.98 mg CGE/100 g). In conclusion, using 4 edible flowers especially yellow silk cotton had higher values of bioactive ingredients and pigments than other flowers. This was another option for consumers and laying chicken farm manufacturer or farmer could be a source as pigment for enhancing the color intensity of the egg yolk can be used and ingredient in poultry feed in the future.

Keywords: Phenolic, Carotenoid, Anthocyanin, Flavonoid, Edible flowers

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจในเรื่องของสุขภาพ และมีความต้องการอาหารที่มีประโยชน์เพื่อเสริมสร้างสุขภาพ (healthy food) หรืออาหารโภชนเภสัชภัณฑ์ (nutraceutical food) มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรับประทานผักและผลไม้เพื่อสุขภาพ ที่ประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเชื่อกันว่าสามารถช่วยชะลอหรือป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ สารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่ ได้แก่ สารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ แอนโทไซยานิน และฟลาโวนอยด์ เป็นต้น ซึ่งพบมากในผักและผลไม้ โดยสารเหล่านี้มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (ลดาชาติ และคณะ, 2544; พสุธร และสรณะ, 2559) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งสารสีธรรมชาติที่ช่วยเพิ่มความเข้มของสีในไข่แดงอีกด้วย (สุธาทิพย์ และคณะ, 2560) ดังนั้นความเข้มสีของไข่แดงจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกซื้อของผู้บริโภค ถ้าหากสีของไข่แดงมีความเข้มมากขึ้น จะทำให้ผู้บริโภคมีความต้องการมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งผู้เลี้ยงหรือผู้ผลิตต้องมีการปรับปรุงให้สีของไข่แดงเข้มมากขึ้น (อัจฉรา และมงคล, 2556) โดยปกติโรงงานอาหารสัตว์และผู้เลี้ยงนิยมเสริมสารสีสังเคราะห์ ได้แก่ คลอโรฟิลล์ลงไปในอาหารเพื่อปรับปรุงสีของผลผลิตให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะสีของไข่แดง เนื่องจากสารสีสังเคราะห์ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ทำให้มีราคาแพง เป็นเหตุให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และสารสีสังเคราะห์ก็ไม่มีคุณค่าทางอาหารต่อสัตว์ (สุภาพร และคณะ, 2538) อย่างไรก็ตามมีหลายงานวิจัยทั้งในต่างประเทศและประเทศไทยที่ได้นำดอกไม้บางชนิดมาใช้เป็นแหล่งสารสีที่สำคัญในอาหารสัตว์ปีก (สุภาพร และคณะ, 2538; รุ่งรัตน์ และคณะ, 2561; Anonymus, 1988; Lokaewmanee *et al*., 2010; Skrivan *et al*., 2016; Nuraini *et al*., 2017) แต่ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารสีในดอกไม้ที่กินได้ของไทยยังมีอยู่ไม่มากนัก เช่น สารฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ แอนโทไซยานิน และฟลาโวนอยด์ เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารสีจากดอกไม้กินได้บางชนิด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัยในการเพิ่มความเข้มสีของไข่แดงในอาหารสัตว์ปีกได้ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเก็บตัวอย่างดอกไม้กินได้ที่สามารถนำไปใช้ประกอบอาหาร จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ดอกแคแสด (African tulip: *Spathodea campanulate*) ดอกแคแดง (agasta: *Sesbania grandiflora*) ดอกสุพรรณิการ์ (yellow silk cotton: *Cochlospermum regium*) และดอกคูณ (gloden shower: *Cassia fistula*) โดยเก็บตัวอย่างในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ในระยะดอกบานเต็มที่ (Fully open stage) โดยใช้เฉพาะส่วนกลีบดอกของดอกไม้ทุกชนิด นำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนมีความชื้นไม่เกิน 5% ตัวอย่างแห้งที่ได้นำมาบดให้ละเอียด จากนั้นนำดอกไม้แห้ง 4 ชนิด มาทำการสกัดด้วย เมทานอล (80:20 v/v) ในอัตราส่วน 1:5 (w/v) นำไปเขย่าที่ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง แล้วทำการกรอง จากนั้นนำสารสกัดมาหมุนเหวี่ยงที่ 10,000 รอบต่อวินาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใสไว้ในขวดสีชา ที่ -20 องศาเซลเซียส ตรวจวิเคราะห์คุณภาพของสารสกัดดังนี้ Benvenuti *et al*. (2016)

การตรวจหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ดัดแปลงมาจาก Chanida *et al*. (2013) โดยผสมสารสกัด 400 ไมโครลิตร กับสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent เข้มข้น 0.25 นอร์มัล จำนวน 2 มิลลิลิตร หลังเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (เข้มข้น 7.5%, w/v) 1.6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มหลอดทดลองในอ่างน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และบ่มต่อในที่มืด 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณของสารประกอบฟีนอลในหน่วย mg gallic equivalent (GAE)/g of dry weight โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid

การตรวจหาปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด ดัดแปลงมาจาก Moumouni *et al*. (2013) นำสารสกัดมาเจือจางให้เหมาะสมแล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง UV Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 455 นาโนเมตร คำนวณปริมาณสารแคโรทีนอยด์ ในหน่วย mg β-carotene/ 100 g of dry weight โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของ β-carotene

การตรวจหาปริมาณการหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ด้วยวิธี pH-differential method ดัดแปลงมาจาก Giusti and Wrolstad (2005) โดยการผสมสารสกัด 2 มิลลิลิตร กับสารละลายบัฟเฟอร์ pH เท่ากับ 1.0 จำนวน 2 มิลลิลิตร และ ผสมสารสกัด 2 มิลลิลิตร กับสารละลายบัฟเฟอร์ pH เท่ากับ 4.5 จำนวน 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 510 และ 700 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณของสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในสารสกัดและรายงานปริมาณสารแอนโทไซยานินในหน่วยของ mg cyanidin-3-glucoside equivalents (CGE)/ 100 g of dry weight

การตรวจหาปริมาณการหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด โดยนำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรผสมกับน้ำปราศจากไอออน 1.25 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไนไตร์ท เข้มข้นร้อยละ 5 (w/v) 750 ไมโครลิตร บ่มในที่มืด 5 นาที เติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ เข้มข้นร้อยละ 10 (w/v) 500 ไมโครลิตร บ่มในที่มืด 6 นาที เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มัล 500 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติมน้ำปราศจากไอออน 775 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณของฟลาโวนอยด์โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเคอร์ซิติน (catechin) ในหน่วย mg catechin equivalent (CE)/ 100 g of dry weight

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SAS (SAS, 2004) เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) แบบ Completely randomized design (CRD) จำนวนตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิก ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และปริมาณสารแคโรทีนอยด์จากสารสกัดของดอกไม้กินได้ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ดอกแคแสด ดอกแคแดง ดอกสุพรรณิการ์ และดอกคูณ (Table 1) พบว่าดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณสารฟีนอลิก (48.82 ± 0.41 mg GAE/g) แคโรทีนอยด์ (28.91 ± 0.43 mg β-carotene/100 g) และฟลาโวนอยด์ (8.87 ± 0.38 mg CE/g) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับดอกคูณ (26.94 ± 0.33 mg GAE/g, 22.95 ± 0.20 mg β-carotene/100 g และ 3.53 ± 0.11 mg CE/g) ดอกแคแสด (6.64 ± 0.13 mg GAE/g, 9.31 ± 0.14 mg β-carotene/100 g และ 3.47 ± 0.14 mg CE/g) และดอกแคแดง (5.61 ± 0.10 mg GAE/g, 4.13 ± 0.06 mg β-carotene/100 g และ 0.97 ± 0.02 mg CE/g) ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า สารแอนโทไซยานินสามารถพบได้เฉพาะในดอกแคแดงเท่านั้น (119.40±3.98 mg CGE/100 g) ในดอกแคแสด ดอกสุพรรณิการ์ และดอกคูณไม่สามารถพบสารชนิดนี้ได้จากการทดลองในครั้งนี้

Table 1 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิก ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของสารสกัดจากดอกแคแสด ดอกแคแดง ดอกสุพรรณิการ์ และดอกคูณ

Samples	Phenolic content (mg GAE/g of dry weight)	Anthocyanin content (mg CGE/100 g of dry weight)	Carotenoid content (mg β-carotene/100 g of dry weight)	Flavonoid content (mg CE/g of dry weight)
African tulip	6.64 ± 0.13^{c}	ND	9.31 ± 0.14^{c}	3.47 ± 0.14^{b}
Agasta	5.61 ± 0.10^{d}	119.40±3.98	4.13 ± 0.06^{d}	0.97 ± 0.02^{c}
Yellow silk cotton	48.82 ± 0.41^{a}	ND	28.91 ± 0.43^{a}	8.87 ± 0.38^{a}
Golden flower	26.94 ± 0.33^{b}	ND	22.95 ± 0.20^{b}	3.53 ± 0.11^{b}

^{a,b,c,d}values within a column followed by the same upper case letter are not significantly different (P<0.05)

ND = Not detect

เมื่อพิจารณาปริมาณสารฟีนอลิก ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ และปริมาณสารฟลาโวนอยด์พบว่าดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณมากที่สุดรองลงมา ได้แก่ ดอกคูณ ดอกแคแสด และดอกแคแดง ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะของดอกสุพรรณิการ์ ดอกคูณ และดอกแคแสดมีลักษณะของดอกเป็นสีเหลืองถึงสีเหลืองส้ม จึงทำให้พบปริมาณสารแคโรทีนอยด์สูงกว่าดอกแคแดง สอดคล้องกับการศึกษาของวีระศักดิ์ (2550) ที่

รายงานว่าเบตาแคโรทีน พบมากในพืชที่มีสีเหลืองและสีส้ม เช่น หัวแครอท หัวผักกาดแดง และมะเขือเทศ เป็นต้น และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ อัจฉรา และมงคล (2556) และอุษาพร (2558) กล่าวว่าแคโรทีนอยด์ เป็นรงควัตถุหรือสารสี (pigment) ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่มีสีเหลือง ส้มหรือแดง พบได้ทั่วไปในสิ่งมีชีวิต เช่น พืชชั้นสูง สาหร่าย สัตว์ และจุลินทรีย์ ซึ่งแคโรทีนอยด์ในพืชนั้น สามารถพบได้ในส่วนต่างๆ เช่น ผล ดอก และราก แคโรทีนอยด์มีหลายชนิด แต่ที่รู้จักกันดี คือ เบต้า-แคโรทีน พบมากในผักที่มีสีส้ม เช่น แครอท มะเขือเทศ ฟักทอง และหัวผักกาดแดง เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบในตับ เครื่องในสัตว์ กุ้งและผักใบเขียว เช่น บรอคโคลี่ พริก ผักตำลึง ผักบุ้ง และในผักใบเขียวทั้งหมด จะมีแคโรทีนอยด์อยู่ในโคโรพลาสต์รวมกับคลอโรฟิลล์ แต่ไม่ปรากฏสีเพราะมีปริมาณของโคโรฟิลล์มากกว่าจึงบังสีเหลืองไว้ แต่เมื่อผักเริ่มแก่มากจนใบร่วง สีเขียวจางลงเพราะคลอโรฟิลล์สลายตัวมีปริมาณลดลงและมีแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น จึงเห็นเป็นสีเหลือง ซึ่งเกิดขึ้นเช่นเดียวกันกับในผลไม้และผักบางชนิด นอกจากนี้แคโรทีนอยด์ ยังมีบทบาทสำคัญหลายอย่าง เช่น ป้องกันการทำลายเซลล์จากอนุมูลอิสระ (free radical) ปกป้องพืชในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เกิดบาดแผล หรือกระทบกับแสงแดดอย่างรุนแรง ป้องกันการติดเชื้อและการทำลายจากแสงแดด และช่วยเพิ่มความเข้มสีของไข่แดง (Magels *et al*., 1993) ดังนั้นการใช้แคโรทีนอยด์เพื่อเพิ่มความเข้มสีไข่แดง จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคไข่แดงที่มีสีเข้ม นอกจากนี้งานวิจัยของ Kaisoon *et al*. (2012) รายงานว่าในดอกดาวเรือง (*Tagetes erecta*) ที่มีลักษณะดอกสีเหลืองจะมีสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่า ดอกเฟื่องฟ้า ดอกดาวกระจาย และดอกพวงชมพูประมาณ 2 เท่า แต่อย่างไรก็ตามสำหรับปริมาณสารแอนโทไซยานิน พบว่ามีเพียงดอกแคแดงเท่านั้นที่พบสารชนิดนี้ อาจเนื่องมาจากลักษณะของดอกแคแดงจะมีสีแดงเข้ม ส่วนดอกคูณ ดอกแคแสด และดอกสุพรรณิการ์จะมีลักษณะดอกสีเหลืองถึงเหลืองส้ม ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของญานี และปิยะวิทย์ (2555) ที่ได้ทำการศึกษาความคงตัวของสารสีแอนโทไซยานินจากกากกลีบดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) ในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน รายงานว่าแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุหรือสารสีที่มีช่วงสีแดงถึงสีน้ำเงิน สามารถพบได้ในผัก ผลไม้ และดอกไม้หลายชนิด เช่น ดอกอัญชัน กลีบดอกกระเจี๊ยบแดง ผลองุ่น และผลสตอเบอรี่ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามมีหลายงานวิจัย ได้แก่ Kaur *et al*. (2006) และ Youwei *et al*. (2008) ที่ได้กล่าวว่าดอกไม้ยังเป็นแหล่งสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในธรรมชาติ เช่น phenolic acids ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิกอื่น ๆ และจากงานวิจัยของรุ่งรัตน์ และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ พบว่าการเสริมดอกหางนกยูงทุกระดับมีผลทำให้ความหนาของเปลือกไข่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในดอกหางนกยูงมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนิกและแอนโทไซยานิกอยู่สูง ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้หลายชนิด (Nidhi *et al*., 2016) ดอกหางนกยูงมีปริมาณฟีนอลสูง 193.57 mg GAE/g dry wt. และมีปริมาณฟลาโวนอยด์ 196.44 mg QE/g dry wt. ดังนั้นจึงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงถึง 76.60% (สุภกร และคณะ, 2559) ส่งผลให้การย่อยและการดูดซึมแคลเซียมจากเปลือกหอยที่เป็นส่วนผสมในอาหารได้ดีขึ้น เปลือกไข่จึงหนากว่ากลุ่มควบคุม การเสริมดอกหางนกยูงในอาหารในปริมาณที่เหมาะสมส่งผลให้ความเข้มของสีไข่แดงของไข่ไก่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในกลีบดอกหางนกยูงมีแคโรทีนอยด์สูงถึง 129 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (Jungalwala *et al*., 1962) จึงมีผลช่วยทำให้สีของไข่แดงเพิ่มขึ้น

จากที่กล่าวมานี้สารสีจากดอกไม้กินได้ทั้ง 4 ชนิด พบว่ามีปริมาณสารฟีนอลิก ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ที่สูง ได้แก่ ดอกสุพรรณิการ์ ซึ่งดอกไม้บริโภคได้นี้เป็นอีกทางเลือก

หนึ่งให้กับผู้ผลิตหรือผู้เลี้ยงสัตว์ นำไปเป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ปีก เช่น ไก่ไข่ เป็นต้น เพื่อเป็นแหล่งสารสีธรรมชาติในการเพิ่มสีของไข่แดงได้ต่อไป

สรุป

สารสกัดของดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณสารฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์สูงที่สุดรองลงมา ได้แก่ ดอกคูณ ดอกแคแสด และดอกแคแดง แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ดอกแคแดงเพียงชนิดเดียวที่มีสารแอนโทไซยานิน ดังนั้นสรุปได้ว่าการใช้ดอกสุพรรณิการ์ในอาหารสัตว์ปีก อาจสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งสารสีเพื่อเพิ่มความเข้มสีของไข่แดงได้มากกว่าดอกคูณ ดอกแคแสด และดอกแคแดง ตามลำดับ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภค และผู้ผลิตหรือผู้เลี้ยงไก่ไข่นำไปเป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ได้ต่อไป

กิติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนพัฒนาการวิจัยและบริหารจัดการงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2562 และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มีส่วนร่วมในข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ญานี จินดามัง, และปิยะวิทย์ ทิพรส. (2555). ความคงตัวของสารสีแอนโทไซยานินจากกากกลีบดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) ในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูน. *วารสารสุทธิปริทัศน์, 80*, 129-146.

พสุธร อุ่นอมรมาศ, และสรณะ สมโน. (2559). การวิเคราะห์หาสารสำคัญและฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้กินได้บางชนิด. *วารสารเกษตร*, *32*(3), 435-445.

รุ่งรัตน์ ประสมสุข, ศศิวิมล เมืองแมน, เจษฎา รัตนวุฒิ, และบดี คำสีเขียว. (2561). ผลของการเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่. *วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร*, *35*(พิเศษ 2), 15-21.

ลดาชาติ แต่พงษ์โสรัถ, อธิกา จารุโชติกมล, วนิดา ไทรชมภู, และปิยะวรรณ กำลังมาก. (2544). *รายงานการวิจัยฤทธิ์ต้านออกซิแดนท์ของผักพื้นบ้านในเขตจังหวัดมหาสารคาม*. (รายงานการวิจัย). มหาสารคาม: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วีระศักดิ์ สามี. (2550). แคโรทีนอยด์: โครงสร้างทางเคมีและกลไกที่มีต่อการทำหน้าที่ของร่างกาย. *ศรีนครินทรวิโรฒเภสัชสาร*, *10*(1), 58-66.

สุธาทิพย์ ไชยวงศ์, วัชรินทร์ อินสองใจ, คมสัน จันต๊ะยอด, ภราดร ใจดี, และสุวรรณ ช่างกลึงดี. (2560). การใช้ประโยชน์จากเนื้อฟักทองบดแห้งเพื่อใช้เป็นแหล่งสารสีในอาหารไก่ไข่. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, *48*(2), 459-465.

สุภกร บุญยืน, ปาริยา ณ นคร, และนิรมล ศากยวงศ์. (2559). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดพืชหางนกยูง. *Thai Journal of Science and Technology*, *5*(13), 20-28.

สุภาพร อิสริโยดม, ประทีป ราชแพทยาคม, ครวญ บัวคีรี, และวิไล สันติโสภาศรี. (2538). การเสริมสารสีจากธรรมชาติบางชนิดในอาหารไก่ไข่. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ 30 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2538* (หน้า 34-38).

อัจฉรา นิยมเดชา, และมงคล คงเสน. (2556). มทาบอลิซึมและคุณประโยชน์ของแคโรทีนอยด์ในการเพิ่มความเข้มสีไข่แดง. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, *5*(ฉบับพิเศษ), 112-121.

อุษาพร ภูคัสมาส. (2558). แคโรทีนอยด์สารสีในอาหาร. *อาหาร*, *45*(2), 47-49.

Anonymus. (1988). *Egg yolk pigmentation with carophyll F*. Hoffmann La Roche & Co Ltd, Basel, Switzerland. 31 p.

Benvenuti S., E. Bortolotti, and R. Maggini. (2016). Antioxidant power, anthocyanin content and organolepticperformance of edible flowers. *Scientia Horticulturae*, *199*, 170–177.

Chanida S., L. Zhonghua, H. Jianan, and G. Yushun. (2013). Anti-oxidative biochemical properties of extracts from some Chinese and Thai rice varieties. *African Journal of Food Science*, *7*(9), 300-305.

Giusti M.M., and R.E. Wrolstad. (2005). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopoy. In R. E. Wrolstad, T. E. Acree, E. A. Decker, M. H. Penner, D. S. Reid, S. J. Schwartz, C. F. Shoemaker, D. Smith, and P. Sporns (eds). *Handbook of food analytical chemistry*. Wiley Interscience, Hoboken, New Jersey, 19-31.

Jungalwala, F.B., and H.R. Cama. (1962). Carotenoids in *Delonix regia* (Gul Mohr) flower. *Biochemical Journal*, *85*(1), 1-8.

Kaisoon, O., I. Konczak} and S. Siriamompun. (2012). Potential health enhancing properties of edible flowers from Thailand. *Food Research International*, *46*(2), 563-565.

Kaur, G., M.S. Alamb, Z. Jabbar, K. Javed, and M. Athar. (2006). Evaluation of antioxidant activity of *Cassia siame*a flower. *Jounal Ethnopharmacology*, *108*, 340-348.

Lokaewmanee, K., K.E. Yamauchi, T. Komori and K. Saito. (2010). Effects on egg yolk colour of paprika or paprika combined with marigold flower extracts. *Italian Journal of Animal Science*, *9*(4), 356-359.

Magels, A.R., J.M. Holden, G.B. Beecher, M.R. Forman, and E. Lanza. (1993). Carotenoids content of fruits and vegetables: An evaluation of analytical data. *Journal of American Dietetic Association*, *93*, 284-296.

Moumouni K., H. Adama, S. Koussao, P. Eloi, S. Abdoulaye, B. Jérôme, and N. Mouhoussine. (2013). Evaluation of eight orange fleshed sweet potato (OFSP) varieties for their total antioxidant, total carotenoid and polyphenolic contents. *Journal of Natural Sciences Research*, *3*(4), 67-73.

Nidhi, S., R.S. Rishi, and S. Mahenda. (2016). Gulmohar an ornamental plant with medical uses. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *5*(6), 245-248.

Nuraini, N., M. Mirzah, and A. Djulardi. (2017). Marigold flower extract as a feed additive in the poultry diet effects on laying quail performance and egg quality. *International Journal of Poultry Science*, *16* (1), 11-15.

SAS. (2004). *SAS Online Dec 9.13*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Skrivan M., M. Marounek, M. Englmaierova, and E. Skrivanova. (2016). Effect of increasing doses of marigold (*Tagetes erecta*) flower extract on eggs carotenoids content, colour and oxidative stability. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *25*, 58-64.

Youwei, Z., Z. Jinlian, and P. Yonghong. (2008). A comparative study on the free radical scavenging activities of some fresh flowers in southern China. *LWT-Food Science and Technology*, *41*, 1586-1591.