วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

ผลของการใช้สมุนไพรฝางเป็นสารเสริมในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

Effect of *Caesalpinia sappan* wood supplementation on production performance and egg quality of layer hen

จารุนันท์ ไชยนาม[1]*, ฉัตรชัย เสนขวัญแก้ว[1], บัณฑิต กีรติการกุล[2], ปวีณอิศรัชต์ เคนจันทน์[3] และปภังกร ส่างสวัสดิ์[4]

Jarunan Chainam[1]*, Chatchai Seankuankeaw[1], Bundits Kiratikrankul[2], Paweenisaras Khenjan[3] and Papungkorn Sangsawad[4]

[1] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ แขนงสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180 ประเทศไทย
[1] Faculty of Agricultural Technology, Animal Science, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage Pathum Thani 13180 Thailand
[2] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย
[2] Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, Chiang Mai, 50290 Thailand
[3] คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ ชลบุรี 20110
[3] Faculty of Agricultural and Natural Resources Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, Thailand 20110
[4] สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชศรีมา 30000 ประเทศไทย
[4] Faculty of Animal Technology and Innovation, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand 30000

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้สมุนไพรฝางผงเป็นสารเสริมในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ไฮบริด (hibrid) อายุ 22 สัปดาห์ จำนวน 36 ตัว สุ่มไก่ทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัวๆละ 3 ซ้ำ โดยศึกษาระดับของการเสริมสมุนไพรฝางผง 4 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4 และ 6% ในอาหารสำเร็จรูป วางแผนการทดลองแบบสุ่มแบบสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ให้ไก่ทดลองได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ ระยะเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักไก่ (hen weight) ปริมาณการกินได้ (feed intake) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (feed conversion ratio) ผลผลิตของไข่ (egg production rate) อัตราการเลี้ยงรอด (survival rate) ของทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ด้านคุณภาพไข่ กลุ่มทดลองที่เสริมฝางระดับ 4% ส่งผลทำให้น้ำหนักไข่ (egg weight) ค่าฮอกพ์ยูนิต (Haugh unit) ดัชนีไข่ขาว (albumen index) ดัชนีไข่แดง (yolk index) น้ำหนักไข่ขาว (albumen weight) มีคุณภาพไข่ดีขึ้นกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มทำให้ไข่แดงมีสีเข้มขึ้น ($P>0.05$) แต่การเสริมสมุนไพรฝางผงมีผลทำให้ความหนาของเปลือกไข่มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการใช้สมุนไพรฝางผงในอาหารไก่ไข่ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและการเสริมฝางผงในระดับ 4% ในอาหารไก่ส่งผลทำให้คุณภาพไข่ดีขึ้น

คำสำคัญ: สมุนไพรฝาง; สมรรถภาพการผลิต; คุณภาพไข่; ไข่แดง

ABSTRACT: This study was conducted to determine the effects of *Caesalpinia sappan* wood supplementation on production performance and egg quality of layer hen. A total of Thirty-six hybrid breeds and 22-week-old divided into 4 treatments, with 3 replications of 3 birds each were randomly assigned. Completely Randomized Design was used in this experiment. The dietary treatments were T1: control without supplementation, T2: 2% of *Caesalpinia sappan* wood

* Corresponding author: jaru8382@gmail.com

powder, T3: 4% of *Caesalpinia sappan* wood powder and T4: 6% of *Caesalpinia sappan* wood powder, respectively. The experiment was conducted for 4 weeks. The results showed that the hen weight, feed intake, feed conversion ratio, egg production rate, survival rate of all treatment did not different significantly (p>0.05). Egg quality, *Caesalpinia sappan* wood powder supplements of 4% had better quality on egg weight, Haugh unit, albumen index, yolk index, albumen weight than other treatment (p<0.05) and *Caesalpinia sappan* wood powder supplements of 4% has tends to yolk darker (P>0.05). However, *Caesalpinia sappan* wood powder supplements were significantly lower eggshell thickness than the control group (P<0.05). In conclusion, *Caesalpinia sappan* wood powder supplements did not affect to production performance. However, *Caesalpinia sappan* wood powder supplements of 4% had the potential enhance egg quality and has tends to yolk darker.

Keywords: *Caesalpinia sappan* wood powder; production performance; egg quality; egg yolk

บทนำ

ไข่ไก่ เป็นอาหารโปรตีนสูงที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั่วไป ในปัจจุบันไก่ไข่นับว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยที่มีความต้องการในตลาดสูง ดังนั้นการเลี้ยงไก่ไข่ต้องคำนึงถึงผลผลิต และคุณภาพของไข่มาเป็นลำดับต้นๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งสีไข่แดง โดยความเข้มสีของไข่แดงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการตัดสินซื้อของผู้บริโภค ผู้บริโภคมีความต้องการสีไข่แดงที่มีความเข้มสูง (อัจฉรา และมงคล, 2556) โดยผู้บริโภคในหลายๆ ประเทศให้ความนิยมบริโภคไข่ไก่ที่มีความเข้มสีไข่แดงที่ระดับ 8-12 คะแนน (Merk, 1978) ทำให้อุตสาหกรรมอาหารสัตว์และเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่จึงมีความพยายามปรับปรุงให้สีของไข่แดงเข้มขึ้น โดยปกติโรงงานอาหารสัตว์นิยมเสริมสารสีสังเคราะห์ ได้แก่ คลอโรฟิลล์ลงไปในอาหารเพื่อปรับปรุงสีของไข่แดงให้ดียิ่งขึ้น แต่เนื่องจากสารสีสังเคราะห์ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ราคาสูง มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์สูงขึ้น นอกจากนี้สารสีสังเคราะห์ ส่วนใหญ่ไม่มีคุณค่าทางอาหารต่อสัตว์ (สุภาพร และคณะ, 2538) ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจในเรื่องของสุขภาพมากขึ้น โดยนิยมรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ (healthy food) และมีความปลอดภัย โดยเฉพาะอาหารที่มาจากธรรมชาติ หรือสารเสริมที่มาจากธรรมชาติ โดยเฉพาะสมุนไพรเพื่อสุขภาพที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งช่วยชะลอหรือป้องกันการเกิดโรคต่างๆ มักพบสารเหล่านี้ในพืชผัก ผลไม้ ดอกไม้ รวมถึงสมุนไพร (สุกัญยา และคณะ, 2562) อรทัย จินตสภาพร (2564) รายงานว่าวัตถุประสงค์ของการเลือกใช้พืชสมุนไพรในการผลิตสัตว์มีหลากหลายวัตถุประสงค์ หนึ่งในนั้นคือเพื่อเป็นสารให้สี โดยสมุนไพรสีเหลืองเป็นกลุ่มที่มีสารคาโรทีน และสมุนไพรสีเขียวจะมีกลุ่มแซนโทฟิลล์ มีคุณสมบัติเพื่อเพิ่มสีไข่ดี พืชที่ใช้ เช่น ฟ้าทลายโจร กลีกดอกดาสเรือง ใบกระถิน ใบมันสำปะหลัง ใบแค เป็นต้น พนอจิต นิติสุข และคณะ (2562) พืชให้สี นอกเหนือจากได้สีสันสวยงาม ยังประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่ก่อเกิดประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ในดอกอัญชันมีสารแอนโทซัยยานิน ในใบเตยและใบย่านางมีคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ฝาง (*Caesalpinia sappan* L.) เป็นพืชสมุนไพรพื้นเมืองของประเทศไทย โดยส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ คือเนื้อไม้และแก่นฝาง (แต่นิยมใช้แก่นฝางมากกว่า) ฝางมี 2 ชนิด คือ ฝางเสน มีแก่นสีแดงเข้ม มีรสหวาน ให้สีแดงเข้ม (sappanin) เป็นสารให้สีประเภท brazilin เป็นสารละลายน้ำได้และไม่ตกค้างในร่างกาย และฝางส้ม มีแก่นสีเหลือง มีรสฝาดขื่น โดยทั้งสองชนิดถูกนำมาใช้ประโยชน์เป็นยาแผนโบราณ ในตำรับยาบำรุงโลหิต ยาฝาดสมาน ยาแก้ท้องเสีย ใช้ทำน้ำยาอุทัยผสมน้ำดื่ม สีผสมอาหาร สีย้อมผ้าไหม ผ้าฝ้าย ผ้าขนสัตว์ เป็นต้น พนอจิต นิติสุข และคณะ (2562) ฝางจึงจัดเป็นแหล่งสารสีจากธรรมชาติ เป็นพืชที่ให้สีแดงจากสาร Brazilin และมีคุณสมบัติทางยาที่เกิดจากกลุ่ม phenol ที่มีชื่อเรียกว่า Homoisoflavonoids ปัจจุบันมีการศึกษาสาร Brazilin ที่สกัดจากแก่นฝางมีฤทธิ์ระงับการอักเสบ ระงับเชื้อโรค และมีคุณสมบัติด้านการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ให้สีสันในอาหารสวยงาม นอกจากนี้พืชทุกชนิดพบว่ามีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะผงฝาง ผงย่านาง และผงมะกอก โดยเฉพาะผงฝางที่พบว่ามีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเกือบทุกชนิดในปริมาณสูง ฝาง มีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วยปริมาณโปรตีน 0.98 g/100g ปริมาณไขมัน 1.08 g/100g ปริมาณเถ้า 0.76 g/100g ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 88.50 g/100g ปริมาณพลังงาน 369.93 Kcal/100g สารฟีนอลิก 147.02 mgGAE/g ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (เปอร์เซนต์การยังยั้ง) 33.95 (นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ และคณะ, 2559) ดังนั้นการใช้สารสีที่ได้จากวัตถุดิบธรรมชาติน่าเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มความเข้มของสีในไข่แดง และยังช่วยแก้ปัญหาเรื่องความปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้ อย่างไรก็ตามหลายงานวิจัยทั้งในต่างประเทศและประเทศไทย ได้นำพืชและสมุนไพรหลายชนิดมาใช้เป็นแหล่งสารสี

ที่สำคัญในอาหารสัตว์ปีก โดย ภุชงค์ วีรดิษฐกิจ และไพโชค ปัญจะ (2558) แนะนำว่า ระดับการใช้ ใบมะรุมผงที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ส่งผลทำให้ไข่ไก่มีสีไข่แดงเข้มกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมใบมะรุม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ ฮานีย๊ะ กะโด และคณะ (2558) ศึกษาการเสริมดอกคำแสดในระดับ 0, 1, 2, 3 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร พบว่า การเสริมสารสีจากเมล็ดคำแสดทุกระดับ (1-3% ในอาหาร) ให้ความเข้มสีไข่แดงมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยการเสริมเมล็ดคำแสดที่ระดับ 1% มีความเข้มสีไข่แดงมากที่สุด (แต้มคะแนน 12.88) โสภณและจุฑามาศ (2551) ศึกษาการเสริมขมิ้นชันใน อาหารไก่ไข่ที่ระดับ 10, 20, 30 และ 40 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม พบว่ามีสีไข่แดงเพิ่มขึ้นตามระดับขมิ้นชันที่เพิ่มขึ้น และแนะนำว่าสามารถใช้ขมิ้นชันเป็นแหล่งของรงควัตถุในอาหารไก่ไข่ได้ที่ ระดับสูงสุดไม่เกิน 20 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม คัธรียามะลิวัลย์ และคณะ (2558) ศึกษาการเสริมดอกดาวเรืองที่ระดับ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 % พบว่าการเสริมฟ้าทะลายโจร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ แต่พบว่าการเสริมในระดับที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักไข่แดงและสีไข่แดงมีความเข้มขึ้น ทวีศักดิ์ เตชะเกียรยงไกรและคณะ (2543) ศึกษาการเสริมใบมันสำปะหลัง ที่ระดับแซนโทรฟิลล์ 10 20 30 40 และ 50 มิลลกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าการเสริมใบมันสำปะหลังช่วยทำให้มีค่าสีของไข่แดงเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับของใบมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำการศึกษาการใช้สมุนไพรฝางผงเป็นแหล่งสารสีในอาหารไก่ไข่ เพื่อเพิ่มความเข้มของสีไข่แดง และหาระดับที่เหมาะสมของการใช้สมุนไรฝางผงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ เพื่อเป็นทางเลือกในการใช้สมุนไพรสำหรับการผลิตปศุสัตว์สำหรับการเลี้ยงสัตว์ปลอดภัยในอนาคตต่อไป

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ดำเนินการทดลองที่ทำฟาร์มสัตว์ปีก สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ศูนย์การศึกษาสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง ใช้ไก่ไข่พันธุ์การค้า ไฮบริด (hibrid) เพศเมีย อายุ 22 สัปดาห์ทำวัคซีนนิวคลาสเชิลและอหิวาต์ตามโปรแกรม จำนวน 36 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 3 ตัว เลี้ยงไก่ไข่ปล่อยในโรงเรือนเปิด ได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ (ad libitum) โดยสัตว์ทดลองแต่ละตัวนำมาปรับสภาพก่อนเริ่มทดลอง 2 สัปดาห์ ใช้ระยะเวลาการทดลอง 29 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทางการค้าชนิดเม็ดที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 16% ความชื้นไม่มากกว่า 13% ไขมันไม่น้อยกว่า 3% กากไม่มากกว่า 7% ใช้ระยะเวลาทดลอง 4 สัปดาห์

3. โรงเรือน ใช้โรงเรือนเปิด ติดตั้งหลอดไฟให้แสงสว่าง โรงเรือนมีตาข่ายล้อมรอบภายในโรงเรือนมีคอกขนาด (กว้าง**×**ยาว) 1 ×1 เมตร พื้นคอกเป็นคอนกรีต ใช้แกลบเป็นวัสดุรองพื้นหนา ประมาณ 10 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงไก่ไข่จำนวน 3 ตัวต่อคอก จำนวน 12 คอก ภายในโรงเรือนมีถังน้ำจำนวน 1 อัน ที่ให้อาหารแบบแขวน จำนวน 1 อัน และจัดทำรังไข่และมีวัสดุรองรัง

4. อุปกรณ์สำหรับผสมอาหารทดลอง ใช้ถังพลาสติกผสมอาหาร เพื่อใช้ผสมอาหารสำเร็จรูปและฝางผง และเครื่องชั่งน้ำหนักวัตถุดิบอาหารสัตว์ สูตรอาหารทดลองที่เสริมด้วยสมุนไพรฝางผง 3 ระดับ ในอัตราร้อยละ 0, 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนัก (โดยเติมสารเสริมสมุนไพรผงฝาง 0, 20, 40, และ 60 กรัมต่ออาหารข้น 1 กิโลกรัม ตามลำดับ)

5. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล

เครื่องชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลอง และอาหารทดลองขนาด 60 กิโลกรัม

6. อาหารทดลอง ไก่อายุ 22 สัปดาห์ ถึง 26 สัปดาห์ได้รับอาหารสำเร็จรูปแบบเม็ด (โปรตีนไม่ต่ำกว่า 16%) เสริมด้วยสมุนไพรฝางผง แบ่งไก่ไข่ออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 3 ตัว ได้รับอาหารแตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (ได้รับอาหารสำเร็จรูป 100% ไม่เสริมด้วยสมุนไพรฝางผง)

กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารสำเร็จรูป และเสริมด้วยสมุนไพรฝางผง 2%

กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารสำเร็จรูป และเสริมด้วยสมุนไพรฝางผง 4%

กลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารสำเร็จรูป และเสริมด้วยสมุนไพรฝางผง 6%

วิธีทดลอง

1. การจัดการเลี้ยงดู ไก่ไข่ถูกเลี้ยงแบบปล่อยฝูงในโรงเรือนเปิด จำนวน 12 คอกๆ ละ 3 ตัว ทุกคอกได้รับและน้ำ อาหารอย่างเต็มที่ (ad libitum) โดยใช้ถังน้ำ จำนวน 12 อัน และถังอาหารแบบแขวน จำนวน 12 อัน

2. การบันทึกและการเก็บตัวอย่าง

2.1 สมรรถภาพการผลิต

2.1.1 การบันทึกผลการทดลองจะบันทึก ดังนี้ จำนวนไก่ตาย ผลผลิตไข่ทุกวัน น้ำหนักตัวปริมาณอาหารที่กินและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ บันทึกทุกสัปดาห์ จนสิ้นสุดการทดลองแล้วประมวลข้อมูล

2.1.2 สุ่มเก็บอาหารทดลอง เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะในอาหาร ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2012)

2.2 คุณภาพภายในฟองไข่ ทำการสุ่มไข่ทุกวันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ เพื่อชั่งน้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักเปลือกไข่ วัดความหนาของเปลือก ค่าฮอกฟ์ยูนิตและ สีไข่แดง โดยใช้พัดสี (Roche) Yolk colour fan และบันทึกค่าสีไข่แดง โดยมีระดับสี 1-15 คะแนน ซึ่งคะแนนสีเหลืองหรือต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนน สีเข้มแดงสุดเท่ากับ 15 คะแนน วัดความกว้างไข่ขาว ความกว้างไข่แดง ความสูงไข่ขาว และความสูงไข่แดง โดยใช้เครื่องมือ Electronic digital calipers มีหน่วยวัดเป็น มิลลิเมตร (มม.) เพื่อคำควณค่าดัชนีไข่ขาวและไข่แดง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองใช้แผนการทดลองแบบสุ่มแบบสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's new multiple rang test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษา

1. ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

อาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงไก่ไข่อายุ 22 สัปดาห์ ประกอบด้วยสูตรอาหารควบคุมและกลุ่มที่เสริมฝางร้อยละ 6 (**Table 1**) จากการสุ่มวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารก่อนการทดลอง พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร พบว่า ไก่สูตรควบคุม มีปริมาณโปรตีน, ไขมัน, ความชื้น, เถ้า และเยื่อใย เท่ากับ 16.64, 3.68, 8.66, 13.06 และ 6.39 ตามลำดับ และอาหารสำเร็จรูปผสมสมุนไพรฝางผง พบว่า มีโปรตีน, ไขมัน, ความชื้น, เถ้า และเยื่อใย เท่ากับ 16.40, 3.85, 6.26, 12.70 และ 9.40 ตามลำดับ ซึ่งอาหารทดลองทั้ง 2 แบบมีโภชนะใกล้เคียงกัน

Table 1 Chemical composition of control diets and *Caesalpinia sappan* wood powder supplementation diets

Chemical composition	Control diets	*Caesalpinia sappan* wood powder supplements diets
Protein (%)	16.64	16.40
Fat (%)	3.68	3.85
Moisture (%)	8.66	6.26
Ash (%)	13.06	12.70
Fiber (%)	6.39	9.40

2. สมรรถภาพการผลิต (production performance)

ผลการทดลองใช้สมุนไพรฝางผงเป็นสารเสริมในอาหารไก่ไข่ในระดับต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 2, 4 และ 6 % **(Table 2)** พบว่า น้ำหนักไก่เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.696, 1.703, 1.741, 1.731 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งมีสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนาและอรรถพงษ์ (2560) ศึกษาการเสริมสมุนไพรย่านางในอาหารไก่ไข่ ที่ระดับ 0, 1, 2, และ 3% ตามลำดับพบว่าน้ำหนักไก่สิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 1,544.55-1,552.22 กรัม ปริมาณการกินได้ (feed intake) ของทุกกลุ่มการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) โดยมีเท่ากับ 79.17, 78.19, 77.69, 75.17 ตามลำดับ ซึ่งอาจเพราะงานวิจัยนี้เลี้ยงไก่แบบระบบเปิด และช่วงการทดลองสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง และการเสริมสมุนไพรฝางผงมีรสฝาด จึงทำให้ทำให้ไก่กินอาหารได้น้อยลง นอกจากนี้การเสริมฝางมีผลทำให้สูตรอาหารไก่ไข่มีความฟ่ามสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Malekizadeh et al. (2012) ศึกษาการใช้ขิงผงและขมิ้นชันผงในอาหารไก่ไข่ พบว่ากลุ่มทดลองอาหารที่เสริมด้วยขิงผงมีปริมาณการกินได้เท่ากับ 86.18-93.63 กรัม และกลุ่มทดลองอาหารที่เสริมด้วยขมิ้นชันผงมีค่าปริมาณการกินได้เท่ากับ 80.37-86.84 กรัม เนื่องจากการเสริมสารจากสมุนไพรในอาหารเลี้ยงไก่ส่งผลให้กลิ่น และรสชาติของอาหารเปลี่ยนไป จึงทำให้ไก่กินอาหารได้น้อยลง อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ พบว่ากลุ่มที่เสริมสมุนไพรฝางในอาหารไก่ไข่มีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ (%) พบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเสริมฝางไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ของกลุ่มทดลองเสริมผงฝางที่ระดับ 4 และ 6 % มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) Scott et al (1982) รายงานว่า ไก่ไข่จะกินอาหารตามความต้องการพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีพและการให้ผลผลิต การเสริมสมุนไพรในสูตรอาหารไก่ทำให้ปริมาณการกินได้น้อยลงในทุกกลุ่มทดลอง เมื่อเทียบกับงานทดลองการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ โดยปกติค่าปริมาณการกินจะอยู่ในช่วง 101-105 กรัม/ตัว/วัน (คัธรียา และคณะ, 2556) ดังนั้นจึงอาจมีแนวโน้มทำให้ไก่ไข่ได้รับสารอาหารต่ำกว่าความต้องการให้ผลผลิต จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่มีแนวโน้มลดลงด้วย (P=0.279) ซึ่งสอดคล้องกับผลของการเสริมสมุนไพรฝางที่ระดับสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณอาหารที่กินมีแนวโน้มลดลง (P=0.567) (75.17-77.69 กรัม/ตัว/วัน) ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากสารแทนนินในสมุนไพรฝาง ซึงเป็นสารที่ทำให้เกิดรสฝาด โดยแทนนินจะลดประสิทธิภาพของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยอาหารของไก่ ทำให้สัตว์มีการย่อยได้ของเยื่อใย โปรตีน และพลังงานต่ำลง และทำให้ไก่ไม่สามารถใช้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาของ Kimestri et al. (2018) พบว่าฝางมีปริมาณแทนนิน 46.42 ± 0.23 มิลลิกรัม/100กรัม ผลการศึกษาการเสริมสมุนไพรฝางผงในอาหารต่อการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ พบว่าการเสริมสมุนไพรฝางผงไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 1.527, 1.278, 1.236 และ 1.132 ผลผลิตไข่การเสริมสมุนไพรฝางในสูตรอาหารไก่พบว่าไม่มีผลการผลผลิตไข่ (P>0.05) โดยการเสริมสมุนไพรฝางผงมีค่าผลผลิตไข่เท่ากับ 46.00, 50.89, 54.62 และ 50.51 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทวีศักดิ์ และคณะ (2543) ทำศึกษาการใช้สารสีจากใบมันสำปะหลังเป็นอาหารพื้นฐานในอาหารไก่ไข่พบว่ามีผลผลิตไข่อยู่ในช่วงร้อยละ 55.65 Papa และคณะ (1985) รายงานว่าการใช้สารสีจากวัตถุดิบต่างชนิดกันและปริมาณของสารสีที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อผลผลิตไข่และประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเลี้ยงรอด (survival rate) พบว่าอัตราการตายของไก่ไข่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง (P>0.05) เนื่องจากางผงไม่มีสารพิษ ทั้งเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณ ในการป้องกันและรักษาโรคได้ (รัชฎาพรและคณะ, 2554) และไก่ไข่ได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ ทำให้การเสริมสมุนไพรผางผงในอาหารไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคัธรียา และคณะ (2556) การเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรไม่มีผลต่ออัตราการเลี้ยงรอดของไก่ไข่ และรัชดาวรรณ (2543) รายงานว่าการเสริมฟ้าทะลายโจร ระดับ 0.2 0.3 0.4 และ 0.5% ในอาหารเปรียบเทียบกับการใช้ยาปฏิชีวนะที่ระดับ 0.5% ไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตและอัตราการ เลี้ยงรอดของไก่ไข่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 2 Effect of *Caesalpinia sappan* wood powder supplementation diets on growth performance of layer hen

Items	Treatment				SEM	p-value
	Control	CS2%	CS4%	CS6%		
Weight) kilogram)	1.696	1.703	1.741	1.731	0.214	0.853
Feed intake (g/hen/day)	79.17	78.19	77.69	75.17	1.013	0.567
Feed conversion ratio, FCR	1.527	1.278	1.236	1.132	0.071	0.076
Egg production rate (%)	46.00	50.89	54.62	50.51	2.778	0.279
Survival rate (%)	100	88.89	88.89	88.89	4.35	0.463

Control, CS2%, CS4%, CS6% = 0, 2, 4, 6% of *Caesalpinia sappan* wood powder supplements, respectively

3. คุณภาพไข่ของไก่ไข่ (egg quality)

น้ำหนักไข่เฉลี่ย (egg weight)

การศึกษาผลของการใช้สมุนไพรฝางเป็นสารเสริมในอาหารไก่ไข่ในระดับที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) พบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมฝางระดับ 2% มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่มที่เสริมฝางระดับ 4 และ 6% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 52.32, 55.49, 56.36, 59.14 กรัม ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักไข่ของการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของคัธรียาและคณะ (2556) ศึกษาการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ ที่ระดับ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7% พบว่าน้ำหนักไข่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 52.42-53.87 กรัม โดยพบว่ากลุ่มทดลองที่เสริมสมุนไพรฝางผง 6% ให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยสูงสุด

สีไข่แดง (yolk color)

สีไข่แดงของไก่ไข่ (**Figure 1**) ที่ได้รับอาหารควบคุม และกลุ่มเสริมสมุนไพรฝางผง ที่ระดับ 0, 2, 4 และ 3% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.14, 12.28, 13.14, 12.50 ตามลำดับ (**Table 3**) พบว่าสีไข่แดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) อาจเป็นไปได้ว่าสีของไข่แดงได้รับอิทธิพลจากปริมาณอาหารที่กิน รัตนา และ อรรถพงษ์ (2560) ศึกษาการเสริมใบย่านางในสูตรอาหารไก่ไข่พบว่า ผลของการเสริมใบย่านางสีไข่แดงไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่าสีไข่แดงอยู่ในช่วง เท่ากับ 11.08- 11.26 ถึงแม้ว่าในใบย่านางมีแซนโทรฟิลเป็นองค์ประกอบอยู่ก็ตาม ผลของค่าสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างปริมาณอาหารที่กินและสีไข่แดงของไก่ไข่ (r=0.97) เห็นได้ว่าถ้าไก่ไข่กินอาหารลดลง จะทำให้สีของไข่แดงลดลงด้วย อย่างไรก็ตามกลุ่มที่เสริมสมุนไพรฝางผงที่ระดับ 4% มีแนวโน้มค่าสีของไข่แดงสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) วิโรจน์ (2537) รายงานว่าสีของไข่แดงเปลี่ยนแปลงตามชนิดอาหารและองค์ประกอบของเม็ดสีในอาหารที่ได้รับ ถ้าอาหารมีเม็ดสีมาก โดยเฉพาะเม็ดสีแซนโทฟิลล์จะทำให้ไข่แดงมีสีเข้มจัด อาจเป็นไปได้ว่าไก่ไข่ได้รับแซนโทรฟิลในอาหารไม่มากจนทำให้เกิดความไม่แตกต่างของสีในไข่แดง นอกจากนี้ Belyavin and Marangos (1987) กล่าวว่าการสะสมแซนโทฟิลล์ในไข่แดงนอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของแซนโธฟิลล์ในอาหาร โดยประสิทธิภาพการขนส่งแซนโธฟิลล์ของแม่ไก่จากอาหารไปยังไข่แดงลดลง เมื่อปริมาณแซนโธฟิลล์ในอาหารเพิ่มขึ้น ความเข้มของสีไข่แดงหรือผิวหนังของไก่ จึงไม่ได้สูงขึ้นตามระดับการเสริมที่มากขึ้นในอาหาร อย่างไรก็ตามเนื่องจากสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์คาโรทีนอยด์ได้เองจึงต้องรับจากอาหาร (Goodwin, 1980) และสัตว์ปีกยังมีความสามารถพิเศษในการเปลี่ยนเบต้าแคโรทีนไปเป็นไวตามินเอ หรือสารเมตาบอไลซ์อื่นๆ ได้เกือบสมบูรณ์ วัตถุดิบที่มีเบต้าแคโรทีนจึงใช้เป็นแหล่งสารสีในอาหารสัตว์ปีกได้ (Hencken,1992) ฉะนั้นสารสีในสัตว์ปีกจึงขึ้นอยู่กับปริมาณแซนโทฟิลล์ (ออกซีคาโรทีนอยด์) ในอาหาร มีรายงานว่าปริมาณแซนโทฟิลล์ในอาหารมีผลโดยตรงต่อสีของไข่แดง (ครวญ, 2536)

ค่าฮอกฟ์ยูนิต (haugh unit)

ค่าฮอกฟ์ยูนิต (haugh unit) กลุ่มที่เสริมฝางผง 6% พบว่ามีค่าฮอกฟ์ยูนิตสูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มที่เสริมฝาง 2% และ 4% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 11.20, 10.76, 11.33, 11.94 ตามลำดับ

ค่าดัชนีไข่ขาว (Albumen index) และดัชนีไข่แดง (Yolk index)

ผลของการเสริมสมุนไพรฝางผงต่อคุณภาพไข่ ดัชนีไข่แดง เมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่เสริมสมุนไพรฝางที่ระดับ 4% พบว่ามีค่าดัชนีสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะกลุ่มที่เสริมสมุนไพรฝางที่ระดับ 2% มีค่าดัชนีไข่แดงต่ำที่สุด ค่าดัชนีไข่ขาวมีค่าดัชนีสูงที่สุดในการเสริมสมุนไพรฝางที่ระดับ 4% เช่นกัน

น้ำหนักไข่แดง (yolk weight) เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ (egg shell (%))

น้ำหนักไข่แดง และเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ พบว่ากลุ่มการทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สุวรรณ (2529) รายงานว่าน้ำหนักไข่แดงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักเปลือกไข่ และน้ำหนักไข่ ดังนั้นจึงทำให้น้ำหนักไข่แดงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากว่าจำนวนที่เสริมสมุนไพรฝางไม่กระทบต่อโภชนะในสูตรอาหารซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันทุกกลุ่ม และเพียงพอต่อความต้องการพื้นฐานในการดำรงชีวิตและการให้ผลผลิตของไก่ไข่ ซึ่งน้ำหนักเปลือกไข่ (เปอร์เซ็นต์) มักไม่มีการเปลี่ยนแปลงแม้ว่าน้ำหนักไข่ขาวและน้ำหนักไข่แดงจะมีสัดส่วนเปลี่ยนไป จึงทำให้น้ำหนักเปลือกไข่มีค่าคงที่ (Rose S.P., 1997) ซึ่งสอดคล้องกับ น้ำหนักไข่แดงของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารควบคุม และอาหารเสริมใบย่านางที่ระดับ 1 2 และ 3 % พบว่า น้ำหนักไข่แดงของการศึกษาในครั้งนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) การศึกษาการใช้สมุนไพรฝางผงในไก่ไข่ยังไม่มี ขณะที่ภุชงค์ และไพโชค (2558) รายงานว่าน้ำหนักไข่แดงของไก่ไข่ที่ได้รับการเสริมใบมะรุมผงในอาหาร 2 4 และ 6% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และการศึกษาของ รัชดาวรรณ (2543) พบว่าการเสริมฟ้า ทะลายโจรระดับ 0.1 ถึง 0.5% ของอาหารไม่ทำให้การผลิตไข่และคุณภาพของฟองไข่แตกต่างจาก กลุ่มควบคุม ($P>0.05$)

น้ำหนักไข่ขาว (Albumen weigh) ความหนาของเปลือกไข่ (Shell thickness)

น้ำหนักไข่ขาวและความหนาของเปลือกไข่พบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยฝางอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาการเสริมใบย่านางบดแห้งในอาหารไก่ พบว่าค่าความหนาของเปลือกไข่ (0.310-0.316) ซึ่งใกล้เคียงกับการการทดลองนี้ อย่าไรก็ตามผลการศึกษานี้ไม่สอดคล้องกับ Rose S.P. (1997) รายงานว่าไก่ไข่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีน ไขมัน และพลังงานใกล้เคียงกันจะไม่กระทบต่อน้ำหนักไข่ ซึ่งน้ำหนักไข่จะสัมพันธ์กับน้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง และน้ำหนักเปลือกไข่ จึงทำให้น้ำหนักไข่ขาวไม่แตกต่างกันด้วย

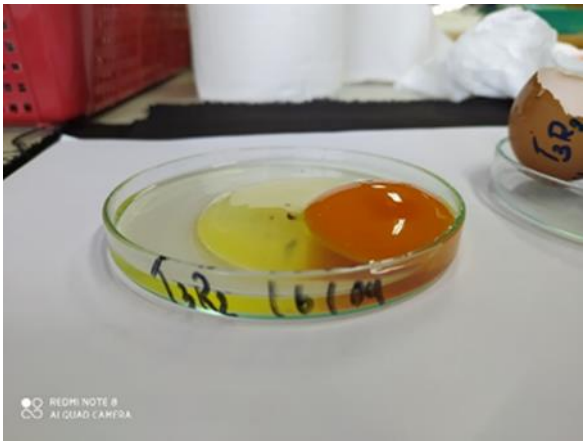

Figure 1 Yolk color of *Caesalpinia sappan* wood powder supplementation

Table 3 Effect of *Caesalpinia sappan* wood powder supplementation diets on egg quality of layer hen

Items	Treatment				SEM	p-value
	T1	T2	T3	T4		
Egg weight (gram)	52.32^{c}	55.49^{bc}	56.36^{ab}	59.14^{a}	0.980	0.002
Yolk color (Roche 1-15)	12.14	12.28	13.14	12.50	0.238	0.472
Haugh Unit	75.20^{c}	82.30^{b}	87.79^{a}	83.02^{b}	0.976	0.000
Albumen index	7.79^{c}	10.49^{b}	10.95^{a}	9.01^{c}	0.240	0.000
Yolk index	0.38^{ab}	0.37^{b}	0.41^{a}	0.39^{ab}	0.005	0.001
Yolk weight (gram)	16.83	15.03	15.62	16.69	0.646	0.070
Albumen weigh (gram)	21.01^{c}	26.68^{b}	28.34^{ab}	29.64^{a}	0.272	0.000
Egg shell (%)	11.24	10.88	11.32	11.95	0.227	0.415
Shell thickness (mm.)	0.48^{a}	0.42^{b}	0.42^{b}	0.39^{b}	0.063	0.002

^{a,b,c} mean within row with common superscript differ significant ($p<0.05$)

Control, 2%, 4%, 6% = 0, 2, 4, 6% of *Caesalpinia sappan* wood powder supplements, respectively

สรุป

การศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการใช้สมุนไพรฝางผงในอาหารไก่ไข่ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต และการเสริมฝางผงในระดับ 4% ในอาหารไก่จะส่งผลทำคุณภาพไข่ดีขึ้น โดยพบว่าน้ำหนักไข่ไก่ ค่าฮอกฟ์ยูนิต ดัชนีไข่ขาว ดัชนีไข่แดง น้ำหนักไข่ขาวที่ดีขึ้น และมีแนวโน้มของสีไข่แดงเข้มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปภัมถ์ ศูนย์สระแก้ว ขอบคุณนักศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ แขนงสัตวศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา จันทร์สิงห์. 2563. ฝาง, แหล่งที่มา :https://arit.kpru.ac.th/ap2/local/?nu=pages&page_id= 1732&code_db =610010&code_type=01 ค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2564.

คัธรียา มะลิวัลย์, กานต์ สุขสุแพทย์, Kutthareeya Maliwanand และ Kan Suksupath. 2556. ผลการเสริมฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพฟองไข่ แหล่งข้อมูล :http://www.annualconference.ku.ac.th/cd53/02_005 _P36.pdf ค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2564.

ครวญ บัวคีรี. 2536. การเสริมสารสีจากธรรมชาติบางชนิดในอาหารไก่กระทงและไก่ไข่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และอุทัย คันโธ. 2543. ประสิทธิภาพของสารสีจากใบมันสำปะหลังในอาหารไก่ไข่. น. 227-235. ใน: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 1-4 กุมภาพันธ์ 2543 สาขาสัตวศาสตร์และสาขาสัตวแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ ภาวิณี อารีศรีสม และรุ่งทิพย์ กาวารี. 2559. รายงานผลการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรจากฝางมหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์, ภาวิณี อารีศรีสม, ทิพย์สุดา ตั้งตระกูล, วาที คงบรรทัด, เยาวนิตย์ ธาราฉาย และรุ่งทิพย์ กาวารี. 2560. ผลของอุณหภูมิการอบแห้งต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางโภชนาการของชาแก่นฝาง น.165-170. ใน: การประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ .ครั้งที่ 8 ทรัพยากรไทย: ศักยภาพมากล้นมีให้เห็น. 29 พฤศจิกายน -1 ธันวาคม 2560 ศูนย์เครือข่ายการเรียนรูปเพื่อภูมิภาค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สระบุรี.

พนอจิต นิตสิข, กรรณิการ์ ห้วยแสน หนูเดือน สาระบุตร และ พนิดา วงศ์ปรีดี. 2562. การผลิตและคุณภาพของผงสีผงให้กลิ่น และผงปรุงแต่งรสชาติจากธรรมชาติ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร. น. 1479-1487. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ครั้งที่ 1 “นวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ เพื่อความยั่งยืน” มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, กาฬสินธุ์.

ภุชงค์ วีรดิษฐกิจ และไพโชค ปัญจะ. 2558. อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23: 294-305.

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์. 2543. ผลของการเสริมสมุนไพรฟ้าทลายโจรในอาหารไก่กระทงและไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

รัตนา นึกเร็ว และ อรรถพงษ์ คงรักษา. 2560. ศึกษาการใช้ใบย่านางผสมในอาหาร ตอสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของไก่ไข่ ที่เลี้ยงปล่อยฝูงในโรงเรือน. แหล่งข้อมูล: http://extension.dld.go.th/th1/images/stories /research/research 2560/protech research2017101801.pdf ค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2564.

สุกัญยา แตงโม, สิริพร ห้าวหาญ, ประภาศิริ ใจผ่อง, พัทธนันท์ โกธรรม, Tuan Nguyen Ngoc, ศรัณญา สอนมณี, และสุภาวดี แหยมคง. 2562. การวิเคราะห์หาสารสำคัญและสารสีจากดอกไม้กินได้บางชนิดเพื่อใช้ในอาหารสัตว์ปีก เกษตรนเรศวร. 16(1): 57-64.

สุภาพร อิสริโยดม, ประทีป ราชแพทยาคม, ควญ บัวคีรี และวิไล สันติโสภาศรี. 2538. การเสริมสารสีจากธรรมชาติบางชนิดในอาหารไก่ไข่.น. 34-38. ใน: การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 30 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2538. สาขาสัตวศาสตร์ สัตวแพทยศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

โสภณ บุญล้า และจุฑามาศกระจ่างศรี. 2551. การเสริมขมิ้นชนั ในไก่ไข่ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวทิยาลัยราชภฏสุราษฎร์ธานี.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529. ไข่และเนื้อไก่, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิโรจน์ จันทร์รัตน์ .2537. กายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์ปีก ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่

อัจฉรา นิยมเดชา และ มงคล คงเสน. 2556. เมทาบอลิซึมและคุณประโยชน์ของแคโรทีนอยด์ในการเพิ่มความเข้มสีไข่แดง .วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ .ฉบับพิเศษ 5(4): 112-121.

ฮานีย๊ะ กะโด ศิริลักษณ์ วงส์พิเชษฐ และวิศิษย์ เกตุปัญญาพงศ์ .2558. ผลของสารสีจากเมล็ดคำแสดในอาหารไก่ไข่ต่อความเข้มสีไข่แดง วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 10(1): 17-27.

AOAC. 2012. Official Method of Analysis, 19th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC

Belyavin, C. G. and Marangos A. G. 1987. Natural Products for Egg Yolk Pigmentation. P. 47-68. In: Recent Advances in Animal Nutrition, W. Haresign and D.J.A. Cole (eds.). London; Butterworths.

Goodwin, T.W.1980. The Biochemistry of the Carotenoids. Vol 1. 2nd ed., Chapman and Hall, New York.

Hencken, H. 1992. Chemical and physiology behavior of feed carotenoids and their effect on pigmentation. Poultry Science. 71: 711-717

Kimestri, A.B., Indratiningsih and Widodo. 2018. Microbiological and physicochemical quality of pasteurized milk supplemented with sappan wood extract (*Caesalpinia sappan L*.) International Food Research Journal. 25: 392-398.

Malekizadeh M, M.M. Moeini, and S. Ghazi. 2012. The effects of different levels of ginger (Zingiber officinale Rosc) and turmeric (Curcuma longa Linn) rhizomes powder on some blood metabolites and production performance characteristics of laying hens. Journal Agricultural Science Technology. 14: 127-134.

Mack O. North.1978. Commercial Chicken Production Manual. The AVI Publishing Company, Connecticut.

Papa, C.M. and D.L. Fletcher. 1985. Utilization and yolk coloring capability of xanthophylls from synthetic and high xanthophyll concentrates. Poultry Science. 64:1464-1469.

Rose, S.P.1997. Principle of Poultry Science, CAB international Wallingford.

Scott, M.L., M.C. Nesheim and R.J. Young. 1982. Nutrition of the Chicken. 3rd ed., M.L. Scott and Associates, New Yolk.