# ผลของการเสริมสารสีจากธรรมชาติในรูปแบบผงต่อผลผลิตและคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น

# Effect of Natural Pigment Powder Supplementation on Egg Production and Egg Quality of Japanese Quail

*เบญญา แสนมหายักษ์[1*], ญารัตน์ ปุ๊กหมื่นไวย[1], สุนิสา จากโคกสูง[1] และ เดือนเพ็ญ วงศ์สอน[1]*
*Benya Saenmahayak[1*], Yarat Pookmuenwai[1], Sunisa Jakcoksoong[1] and Duanpen Wongsorn[1]*

Received: 8 ธ.ค. 2566
Revised: 27 ธ.ค. 2566
Accepted: 28 ธ.ค. 2566

**บทคัดย่อ**

การศึกษาผลของการเสริมสารสีจากธรรมชาติในรูปแบบผงต่อคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น ใช้นกกระทาเพศเมียอายุ 60 วัน จำนวน 72 ตัว แบ่งนกกระทาออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 8 ซ้ำ ๆ ละ 3 ตัว ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นกกระทาแต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลอง กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารพื้นฐาน (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมผงบีทรูท 2% และกลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมผงโกจิเบอร์รี่ 2% ผลการทดลอง พบว่าการเสริมผงบีทรูทและผงโกจิเบอร์รี่ในอาหาร ไม่มีผลต่อผลผลิตไข่ ความสูงไข่แดง เส้นผ่านศูนย์กลางของไข่แดง ดัชนีไข่แดง น้ำหนักไข่ ดัชนีรูปร่างไข่ และความหนาของเปลือกไข่ (P>0.05) ในขณะที่ไข่นกกระทาของกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงโกจิเบอร์รี่ มีค่าฮอกยูนิต ความสูงของไข่ขาว และดัชนีไข่ขาวดีที่สุด (P<0.05) ส่วนไข่นกกระทาของกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงโกจิเบอรี่มีค่า h* ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) และไข่นกกระทาของกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงบีทรูทมีค่า Yolk color fan ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมผงโกจิเบอรี่ (P<0.05) โดยการเสริมผงบีทรูทและผงโกจิเบอร์รี่ มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีของไข่แดง (ΔE) ระหว่างการเก็บรักษาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) ดังนั้นการเสริมผงบีทรูทและผงโกจิเบอร์รี่ในรูปแบบผงในสูตรอาหารนกกระทา สามารถรักษาการเปลี่ยนแปลงสีของไข่แดงระหว่างการเก็บรักษาไข่นกกระทาได้

**คำสำคัญ** : นกกระทาญี่ปุ่น, คุณภาพไข่, บีทรูท, โกจิเบอร์รี่

---

[1]*คณะนวัตกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา*

[1]*Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima*

**Corresponding Author Email: benya.sa@rmuti.ac.th*

**Abstract**

The influence of natural pigment powder supplementation on quail egg quality was conducted. A total of 72 female quails with 60-day-old were divided into 3 treatments (8 replicates/treatment, 3 birds/pen). The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD). Quails were divided into 3 groups as follows; group 1-basal diet (control); group 2-basal diet + 2% beetroot powder, and group 3-basal diet + 2% goji berry powder. The result demonstrated that supplementation of either beetroot powder or goji berry powder did not affect quail egg production, yolk height, yolk diameter, yolk index, egg weight, shape index, and shell thickness ($P>0.05$). While, quails supplemented with goji berry powder improved haugh unit, albumen height, and albumen index ($P<0.05$). Those quail-fed goji berry powder supplementation had significantly lowered h* ($P<0.05$) and those quail-fed beetroot power supplementation had decreased yolk fan color ($P<0.05$) when compared to the control. Supplementation with beetroot and goji berry lowered yolk color differences ($\Delta E$) during storage ($P<0.05$) when compared with the control group. Therefore, beetroot and goji berry powder supplementation in quail feed can maintain egg yolk color during storage.

**Keywords**: Japanese quail, Egg quality, Beetroot, Goji berry

**บทนำ**

นกกระทาญี่ปุ่นถูกเลี้ยงเป็นสัตวเศรษฐกิจด้วยการนำเนื้อและไข่มาบริโภค เป็นที่ได้รับความนิยมในการเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจ คุณภาพของไข่นกกระทาโดยเฉพาะสีของไข่แดงเกิดจากสารสีในส่วนประกอบของอาหารที่กินเข้าไป สีของไข่แดงที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคจำเป็นต้องเพิ่มแหล่งสารสีในสูตรอาหาร โดยสารสีที่นิยมใช้ในอาหารสัตว์มักได้มาจากสารสีสังเคราะห์ เช่น สารกลุ่มแคนตาแซนทิน (Canthaxanthin) ที่มีราคาค่อนข้างสูง และมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค ทำให้ทางสหภาพยุโรปได้กำหนดปริมาณการตกค้างสาร Canthaxanthin จากการเติมในอาหารสัตว์ ในปริมาณที่ยอมรับได้ของสาร Canthaxanthin ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อไข่แดง 1 กิโลกรัม ในไข่ไก่ หรือ ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อตับ 1 กิโลกรัม ในสัตว์ปีก (European Food Safety Authority, 2007) ในปัจจุบันการใช้ผลพลอยได้จากสารสีธรรมชาติในอาหารสัตว์ปีกที่ได้รับความสนใจอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ โดยมีการเสริมสารสีจากแหล่งวัตถุดิบธรรมชาติลงในอาหาร ซึ่งสารสีจากธรรมชาติมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการดูดซึมสารอาหาร การใช้สารสีจากธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากสารสีจากธรรมชาติมีคุณสมบัติในการเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิต เช่น อัตราการกินได้ (Feed intake) อัตราแลกเนื้อ (Feed conversion ratio) อัตราการย่อยได้ (Digestibility) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ช่วยป้องกันโรคที่เกิดขึ้นในสัตว์ อีกทั้งยังมีความปลอดภัยไม่มีสารตกค้างสู่ผู้บริโภค (Pearce and Jin, 2010)

โดยสารเสริมธรรมชาติ เช่น บีทรูท (*Beta vulgaris* L.) หรือ ผักกาดฝรั่ง ผักกาดแดง เป็นหัวพืชหรือรากที่สะสมอาหารอยู่ใต้ดิน ประกอบด้วยสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันเล็กน้อย และยังประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิด ได้แก่ โซเดียม โพแตสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม กำมะถัน คลอรีน ไอโอดีน เหล็ก ทองแดง วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอะซิน วิตามินบี6 และวิตามินซี นอกจากนี้ยังประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย แต่มีพลังงานต่ำ ประกอบด้วยรงควัตถุที่สำคัญ คือ ไลโคพีน (Lycopene) และบีตาเลน (Betalain) เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่ให้สีแดงและเหลือง ละลายน้ำได้ดี สามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ดีกว่าคาเทชิน (Catechin) และวิตามินซี (ทัดดาว, 2557) และแอนโทไซยานิน (Anthocyanin)

จัดเป็นรงควัตถุธรรมชาติ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ และอัมพาต (ภชมน, 2556; Stafford, 1994) ซึ่งแอนโทไซยานินมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีรงควัตถุที่สามารถเพิ่มสีของเนื้อนกกระทาญี่ปุ่น เหมาะที่จะนำมาใช้ในการเสริมในอาหารเลี้ยงสัตว์ปีก (วัฒนา, 2565) และโกจิเบอร์รี่ (*Lycium barbarum*) ยังเป็นสารสีธรรมชาติที่มีรงควัตถุที่ทำให้มีสีส้มแดง ที่นำมาผสมอาหารสัตว์ได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าเป็นพืชที่มีใยอาหารสูงถึงร้อยละ 20 ประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด มีแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น สังกะสี เหล็ก ทองแดง แคลเซียม ฟอสฟอรัส ซิลีเนียม เป็นต้น นอกจากนี้โกจิเบอร์รี่ยังมีสารสำคัญจำพวกซีแซนทีน (zeaxanthin) ลูทีน (lutein) และเบต้าแคโรทีน (Beta-carotene) คือสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) โดยมีสูงมากกว่าผักและผลไม้ทั่วไป (วีณา และธันย์ชนก, 2559) โดยที่ร่างกายไม่สามารถสร้างสารทั้งสองนี้ได้ ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงศึกษาผลการเสริมบีทรูทและโกจิเบอร์รี่ในรูปแบบผงต่อผลผลิตและคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเตรียมสัตว์ทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ใช้นกกระทาญี่ปุ่นเพศเมีย อายุ 60 วัน จำนวน 72 ตัว แบ่งนกกระทาออกเป็น 3 กลุ่ม ให้มีน้ำหนักเฉลี่ยใกล้เคียงกันทุกกลุ่ม (Allotment) กลุ่มละ 8 ซ้ำ ๆ ละ 3 ตัว ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบรูณ์ (Completely Randomized Design, CRD) เลี้ยงนกกระทาในกรงขนาด 44 x 44 เซนติเมตร ในโรงเรือนระบบเปิด ให้อาหารทดลองและน้ำแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดระยะเวลาในการทดลอง 42 วัน

### 2. การเตรียมอาหารทดลองและการเสริมสารสีธรรมชาติ

นำวัตถุดิบผงบีทรูทและผงโกจิเบอร์รี่ทางการค้ามาผสมกับอาหารนกกระทา โดยใช้อาหารนกกระทา 1 กิโลกรัม ต่อสารเสริมสีธรรมชาติ 20 กรัม (2%) จากนั้นวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ของอาหารตามวิธีของ AOAC (1995) และประกอบสูตรอาหารตามคำแนะนำของ NRC (1994) โดยมีอาหารทดลอง 3 กลุ่มการทดลอง ได้แก่ กลุ่มควบคุม (อาหารสูตรพื้นฐาน) กลุ่มที่เสริมผงบีทรูท 2% และกลุ่มที่เสริมผงโกจิเบอร์รี่ 2%

### 3. การประเมินผลผลิตไข่

เก็บผลผลิตไข่ทุกวัน โดยเก็บแยกเป็นแต่ละกลุ่มการทดลอง เพื่อคำนวณเปอร์เซนต์ผลผลิตไข่ (Hen day production), Hen day production (%) = [จำนวนไข่ที่ผลิตได้ (ฟอง)/จำนวนนกกระทา (ตัว)] x 100

### 4. การวัดคุณภาพไข่

สุ่มเก็บไข่ทุกกลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ฟอง ในวันที่ 21 และวันที่ 28 ของการทดลอง เพื่อบันทึกน้ำหนักไข่และวัดคุณภาพไข่ ได้แก่ น้ำหนักไข่ (Egg weight) ความหนาเปลือกไข่ (Egg shell thickness) ความสูงไข่แดง (Yolk height) ความสูงไข่ขาว (Albumen height) โดยใช้ Digital Vernier Caliper และคะแนนสีของไข่แดง (Yolk color score) โดยใช้เครื่อง Digital Egg Tester รุ่น DET6500

#### 4.1 ค่าฮอกยูนิต (Haugh Unit)

เป็นหน่วยวัดที่บ่งชี้ถึงคุณภาพไข่ โดยการวัดความสูงของไข่ขาวข้นที่คลุมรอบไข่แดง (Height, H) คำนวณร่วมกับน้ำหนักไข่ (Weight, W) (Haugh, 1937), Haugh Unit = 100 x log (H-1.7$W^{0.37}$+7.6)

#### 4.2 ดัชนีไข่แดง (Yolk Index, %)

คำนวณโดยการหาสัดส่วนระหว่างความสูงของไข่แดง (Yolk height) และเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่แดง (Yolk diameter) โดยใช้ Digital Vernier Caliper, Yolk Index (%) = [Yolk height (mm)/Yolk diameter (mm)] x 100

**4.3 ดัชนีไข่ขาว (Albumen Index, %)**

คำนวณโดยการหาสัดส่วนระหว่างความสูงของไข่ขาว (Albumen height) และความกว้างของไข่ขาว (Albumen width) โดยใช้ Digital Vernier Caliper, Albumen Index (%) = [Albumen height (mm)/Albumen width (mm)] x 100

**4.4 ดัชนีรูปร่างไข่ (Egg Shape Index, %)**

คำนวนโดยการหาสัดส่วนระหว่างความกว้างของฟองไข่ (Egg width) และความยาวของฟองไข่ (Egg height) โดยใช้ Digital Vernier Caliper ตามวิธีของ Panda (1996), Egg Shape Index (%) = [Egg width (mm)/ Egg length (mm)] x 100

**4.5 วัดค่าสีไข่**

ใช้ระบบ CIELAB โดยวัดค่า L* (Lightness, ค่าความสว่าง) ค่า a* (Redness, ค่าความเป็นสีแดง) ค่า b* (Yellowness, ค่าความเป็นสีเหลือง) ค่า c* (Chroma, ค่าความอิ่มตัวของสี) และค่า h* (Hue, ค่าเฉดสี) โดยใช้เครื่อง Portable Chroma Meter CR-400 จากนั้นคำนวนค่าการเปลี่ยนแปลงสีไข่แดง (ΔE) ดังนี้

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2}$$

**5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of Variances: ANOVA ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยการทดลองโดยวิธี Tukey's Test ด้วยโปรแกรม SPSS version 23 (2015)

**ผลและอภิปรายผล**

จากการศึกษาผลของการเสริมบีทรูทและโกจิเบอร์รี่ในรูปแบบผงต่อผลผลิตไข่นกกระทาญี่ปุ่น พบว่าผลผลิตไข่สัปดาห์ที่ 1-6 ของนกกระทากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงบีทรูท และกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงโกจิเบอร์รี่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ (Duru, 2019) ที่ศึกษาการเสริมผงโกจิเบอร์รี่ที่ระดับ 1, 5, 10, และ 20 กรัมต่ออาหารพื้นฐานของไก่ไข่ 1 กิโลกรัม พบว่าการเสริมผงโกจิเบอร์รี่ไม่มีผลต่ออัตราการผลิตไข่และน้ำหนักไข่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.05) อีกทั้งการศึกษาอื่น ๆ ที่เสริมสารสีจากธรรมชาติ เช่น การศึกษาของ (เบญญาภา และคณะ, 2564) ที่ศึกษาผลของการเสริมดอกดาวเรืองและไข่น้ำในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพของไก่ไข่ที่ระดับ 0.5 และ 1% พบว่าการเสริมดอกดาวเรืองและไข่น้ำในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อการผลิตไข่ และการศึกษาของ (เจษฎา และคณะ, 2560) ที่รายงานผลการเสริมไข่น้ำต่อสมรรถภาพการผลิตและสีไข่แดงของเป็ดไข่ พบว่า การเสริมไข่น้ำที่ระดับที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลต่อการผลิตไข่ และน้ำหนักไข่ การศึกษาของ (Sengul, 2021) ที่ศึกษาผลของการเสริมผงบีทรูทในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นที่ระดับ 0.5, 1 และ 1.5% ต่อการผลิตและคุณภาพของไข่ พบว่าการเสริมผงบีทรูทส่งผลต่อผลผลิตไข่ (P<0.05) แต่ไม่ได้มีผลต่อปริมาณการกินได้ต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหาร และน้ำหนักไข่

**ตารางที่ 1** ผลของการเสริมบีทรูทและโกจิเบอร์รี่ในรูปแบบผงต่อผลผลิตไข่นกกระทาญี่ปุ่น

| Parameter | Control[1] | 2% Beetroot | 2% Goji berry | SEM[2] | P-value[3] |
|---|---|---|---|---|---|
| Hen day production (%) | | | | | |
| Week 1 | 66.66 | 72.62 | 79.76 | 6.00 | NS |
| Week 2 | 73.21 | 77.38 | 70.24 | 5.82 | NS |
| Week 3 | 75.00 | 82.14 | 73.81 | 5.56 | NS |
| Week 4 | 71.43 | 72.02 | 70.84 | 5.90 | NS |
| Week 5 | 61.90 | 54.76 | 59.52 | 5.34 | NS |
| Week 6 | 73.33 | 60.00 | 62.50 | 4.30 | NS |

[1]Control (ให้อาหารพื้นฐานเพียงอย่างเดียว); 2% Beetroot (อาหารพื้นฐาน+ผงบีทรูท 2%); 2% Goji berry (อาหารพื้นฐาน+ผงโกจิเบอร์รี่ 2%), [2]SEM = Standard error of the mean, [3]NS = Non-significant (P>0.05)

ผลของการเสริมบีทรูทและโกจิเบอร์รี่ในรูปแบบผงต่อคุณภาพไข่นกกระทา แสดงในตารางที่ 2 พบว่าน้ำหนักไข่ ดัชนีรูปร่างไข่ ความหนาของเปลือกไข่ ความสูงของไข่แดง เส้นผ่านศูนย์กลางของไข่แดง ดัชนีไข่แดง และค่าสี (L* a* b* และ c*) ของไข่นกกระทากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงบีทรูทและกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงโกจิเบอร์รี่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามนกกระทากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงโกจิเบอร์รี่ มีค่าดัชนีไข่ขาว ความสูงไข่ขาว ค่าฮอกยูนิต และค่าสี Yolk color fan มากกว่ากลุ่มการทดลองอื่น และมีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) และนกกระทากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงบีทรูทมีค่า h* ต่ำกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม (P<0.05) โดยค่า h* เป็นค่าเฉดสีของไข่แดง กลุ่มที่เสริมผงบีทรูทและผงโกจิเบอร์รี่ มีค่าเฉดสีไปทางสีส้มแดง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉดสีไปทางสีเหลือง (h* = 00 แสดงค่าเป็นสีแดง, h* = 90 แสดงค่าเป็นสีเหลือง) ส่วนค่า ΔE (ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของไข่แดง) ของไข่นกกระทากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงบีทรูทและกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมผงโกจิเบอร์รี่มีค่าต่ำกว่า (P<0.05) นกกระทากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าไข่ของนกกระทา 2 กลุ่มดังกล่าวมีความเปลี่ยนแปลงของสีไข่แดงน้อยในระหว่างการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในผงบีทรูทและผงโกจิเบอร์รี่ที่ช่วยรักษาค่าสีไว้ได้ ส่วนการทดลองของ (คคนางค์ และคณะ, 2562) รายงานว่าการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่าในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 1.5, 2.5% ทำให้น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ ความสูงของไข่แดง เส้นผ่าศูนย์กลางของไข่แดง และค่าดัชนีของไข่แดง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่าในอาหารที่ระดับ 1.5-2.5% มีผลทำให้น้ำหนักไข่ขาว ความหนาของเปลือกไข่ ความสูงของไข่ขาวและค่าฮอกยูนิต มีค่าเพิ่มขึ้น และมีผลทำให้ความสว่างและความเหลืองของไข่แดงลดลง แต่มีผลทำให้ค่าความเป็นสีแดงของสีไข่แดงมีสีเข้มมากขึ้น เนื่องมาจากสาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นสาหร่ายที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูง ซึ่งแคโรทีนอยด์ มีผลต่อการทำให้ไข่แดงของสัตว์มีสีเข้มขึ้น การทดลองของ (ภุชงค์ และไพโชค, 2558) พบว่าความสูงไข่ขาวของไก่ไข่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6% ไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งความสูงไข่ขาวเป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพไข่และความสดของไข่ ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความสูงของไข่ขาว คือ อายุ อุณหภูมิ สภาพแวดล้อม สายพันธุ์ วิธีการจัดการเก็บไข่และสุขภาพของไก่ และความสูงไข่ขาวนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บไข่ โดยพบว่าไข่ที่เก็บไว้นานจะมีความสูงไข่ขาวต่างมีลักษณะไข่ขาวเหลว เนื่องจากพันธะระหว่างโปรตีนโอโวมูซิน และโปรตีนไลโซไซม์อ่อนแอลง ส่วนสีของไข่แดงเพิ่มสูงขึ้นตามระดับใบมะรุมที่เพิ่มขึ้นในอาหาร (P<0.05) เนื่องจากใบมะรุมมีปริมาณ Xanthophyll และแคโรทีน (carotene) สูง ส่วนการศึกษาของ (Cayan and Erener, 2015) รายงานการเพิ่มระดับของผงใบมะกอกในอาหารไก่ส่งผลให้สีของไข่แดงเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับผงใบมะกอกที่ระดับ 2-3% เนื่องจากใบมะกอก

มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูง การศึกษาของ (Sengul, 2021) โดยการเสริมผงบีทรูทสีแดง ที่ระดับ 0, 0.5, 1 และ 1.5% ในอาหารนกกระทา พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 สีไข่แดงของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกัน โดยในกลุ่มที่เสริมผงบีทรูท 1 และ 1.5% มีค่าสีของไข่แดงมากที่สุด การศึกษาของ (Souza et al., 2019) ที่ศึกษาสีของไข่แดงจากไก่ไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมผงแครอทและผงบีทรูท พบว่าการเสริมผงแครอทและบีทรูทที่ 0.8% มีผลต่อสีของไข่แดงมากที่สุด เนื่องจากในบีทรูทมีสารต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิก ช่วยเสริมเรตินอลในไข่แดง การศึกษาของ (Duru, 2019) ที่ศึกษาการเสริมผงโกจิเบอร์รี่ที่ระดับ 1, 5, 10, และ 20 กรัมต่ออาหารพื้นฐานของไก่ไข่ 1 กิโลกรัม พบว่ากลุ่มที่เสริมผงโกจิเบอร์รี่ที่ระดับ 10 และ 20 กรัม ความหนาของเปลือกไข่ลดลง ($P<0.05$) ส่วนกลุ่มที่เสริมผงโกจิเบอร์รี่ 10 กรัม เพิ่มดัชนีไข่ขาวเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

การเสริมบีทรูทและโกจิเบอร์รี่ มีสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ โดยมีส่วนประกอบของลูทีน และซีแซนธิน ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จะช่วยลดความเครียด ช่วยเพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน ต่อต้านเชื้อแบคทีเรียกลุ่มก่อโรคในลำไส้ ลดคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ลดการเกิดปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่น เพิ่มอัตราการเจริบเติบโต ส่งเสริมสุขภาพสัตว์ และช่วยกระตุ้นการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโรค โดยสารกลุ่มแคโรทีนอยด์เป็นกลุ่มสารสีในพืชทั่วไป โดยเป็นสารให้สีเหลือง ส้ม หรือแดง ซึ่งในสูตรอาหารสัตว์ปีกโดยทั่วไปใช้ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบหลัก มีผลทำให้ไข่แดงมีสีเข้มขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณสารให้สีในวัตถุดิบอาหารสัตว์มีความผันแปรจากหลายปัจจัย ด้วยเหตุนี้จึงมีการเสริมสารสีสังเคราะห์ในสูตรอาหารเพื่อให้ได้สีไข่แดงตามความต้องการ และส่งเสริมการเจริญเติบโต เนื่องจากในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารที่ปลอดภัยมากขึ้น

**ตารางที่ 2** ผลของการเสริมเสริมบีทรูทและโกจิเบอร์รี่ในรูปแบบผงต่อคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น

| Parameter | Control[1] | 2% Beetroot | 2% Goji berry | SEM[2] | P-value[3] |
|---|---|---|---|---|---|
| Yolk | | | | | |
| Yolk height (mm) | 9.74 | 9.46 | 9.70 | 0.27 | NS |
| Yolk width (mm) | 26.49 | 25.10 | 25.52 | 0.43 | NS |
| Yolk index (%) | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.21 | NS |
| Albumen | | | | | |
| Albumen height (mm) | 3.78$^{b}$ | 3.62$^{b}$ | 4.42$^{a}$ | 0.17 | 0.0036 |
| Albumen index (%) | 8.54$^{b}$ | 8.04$^{b}$ | 10.30$^{a}$ | 0.33 | <0.0001 |
| Haugh unit | 91.89$^{b}$ | 91.29$^{b}$ | 95.12$^{a}$ | 0.86 | 0.0057 |
| Yolk color | | | | | |
| L* | 67.73 | 67.94 | 66.87 | 0.46 | NS |
| a* | 11.70 | 12.08 | 13.04 | 0.67 | NS |
| b* | 54.11 | 52.49 | 49.90 | 1.63 | NS |
| ΔE | 14.84$^{a}$ | 8.52$^{b}$ | 10.12$^{b}$ | 1.08 | 0.0038 |
| c* | 55.37 | 54.00 | 51.60 | 1.69 | NS |
| h* | 78.09$^{a}$ | 76.10$^{ab}$ | 75.39$^{b}$ | 0.69 | 0.0295 |
| Yolk color fan | 7.12$^{ab}$ | 6.85$^{b}$ | 7.67$^{a}$ | 0.20 | 0.0168 |
| Egg weight (g) | 11.66 | 11.59 | 11.80 | 0.23 | NS |
| Egg shape index (%) | 77.51 | 77.26 | 78.97 | 0.76 | NS |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Shell thickness (mm) | 0.22 | 0.21 | 0.22 | 0.004 | NS |

[1]Control (ให้อาหารพื้นฐานเพียงอย่างเดียว); 2% Beetroot (อาหารพื้นฐาน+ผงบีทรูท 2%); 2% Goji berry (อาหารพื้นฐาน+ผงโกจิเบอร์รี่ 2%), [2]SEM = Standard error of the mean, [3]NS = Non-significant (P>0.05)
[abc]ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

**สรุปผล**

การเสริมผงบีทรูทและผงโกจิเบอร์รี่ที่ระดับ 2% พบว่ากลุ่มที่เสริมผงโกจิเบอร์รี่ สามารถส่งเสริมคุณภาพของไข่ขาว ค่าความสูงของไข่ขาว ค่าดัชนีไข่ขาว และค่าฮอกยูนิต อีกทั้งการเสริมผงบีทรูทและผงจิเบอร์รี่ ยังสามารถคงความเปลี่ยนแปลงของสีไข่แดงได้ ซึ่งอาจสรุปได้ว่าการเสริมสารสีธรรมชาติโดยใช้ผงบีทรูทและผงโกจิเบอร์รี่ที่ระดับ 2% สามารถเห็นผลได้ดีในด้านของคุณภาพไข่ และยังสามารถคงความเปลี่ยนแปลงของสีไข่แดงได้ดีอีกด้วย

**เอกสารอ้างอิง**

คคนางค์ รัตนานิคม, นิภา นาสินพร้อม และธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร. (2562). การเร่งสีไข่แดงโดยการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่าในอาหารเลี้ยงไก่ไข่, *วารสารแก่นเกษตร*, 47, 1195-1202.

เจษฎา รัตนวุฒิ, ดณุสรณ์ ไตรระเบียบ และนิตยา เกตุแก้ว. (2560). การเสริมไข่น้ำต่อสมรรถภาพการผลิตและสีไข่แดงของเป็ดไข่, *วารสารแก่นเกษตร*, 45, 249-254.

ทัดดาว ภาษีผล. (2557). เบตาเลน : สารสกัด และการวิเคราะห์, *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 42(4), 718-729.

เบญญาภา สุรสอน, วิชชุดา ยินดี, กนกกาญจน์ รีบเร่งรัมย์, นันทา สมเป็น, วรพรภัฏ ปัดภัย และณัฏฐวรรณ สมนึก. (2564). ผลการเสริมดอกดาวเรืองและไข่น้ำในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพของไก่ไข่, *วารสารแก่นเกษตร*, พิเศษ (2), 680-684.

ภุชงค์ วีรดิษกิจ และไพโชค ปัญจะ. (2558). อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่, *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 23(2), 293-304.

วัฒนา วิริวุฒิกร. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำบีทรูทผสมน้ำแครอทและน้ำสับปะรดเสริมคอลลาเจน. การประชุมวิชาการระดับชาติของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ครั้งที่ 16, 74-84.

วีณา นุกูลการ และธันย์ชนก ปักษาสุข. (2559). โกจิเบอร์รี่ ผลไม้บำรุงสายตาและช่วยชะลอความเสี่ยงโรคจอประสาทตาเสื่อม บทความวิชาการของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภชมน พิชญาจิตติพงษ์. (2556). การผลิตและสมบัติทางชีวภาพของสีผสมอาหารจากเปลือกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อผลสีแดง (*Hylocercus polyrhizus*). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

AOAC. (1995). Official Methods of Analysis. 14th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.

Cayan, H. and Erenre, G. (2015). Effect of olive leaf (*Olea europaea*) powder on laying hens performance, egg quality and egg yolk cholesterol levels, Asian Australasian Journal of Animal Sciences. 28(4): 538-543.

Duru, A.A. (2019). Effect of dietary goji berry (*Lyceum barbarum* L.) leaf meal on performance, egg quality and egg yolk cholesterol levels of laying hens, Pakistan Journal of Biological Sciences. 65(2): 1-8.

European Food Safety Authority (EFSA). (2007). Opinion of the scientific panel on additives and products or substances used in animal feed on the maximum residue limits for canthaxanthin in foodstuffs coming from animals fed with canthaxanthin used as a feed additive in accordance with Council Directive 70/524/EEC, European Food Safety Authority Journal. 507: 1-19.

Haugh, H. (1937). The Haugh Unit for Measuring Egg Quality, The U.S. Egg & Poultry Magazine, 43: 552-555, 572-573.

NRC. (1994). Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. National Academic Press, Washington, D.C.

Panda, P.C. (1996). Shape and Texture. In: Textbook on Egg and Poultry Technology, 3rd Edition, Vikas Publishing House, New Delhi, 57.

Pearce, M.E. and Jin, G.L.Z. (2010). Additos fitogênicos. Porkworld. 58: 28-136.

Sengul, A.N. (2021). Effect of supplementation of red beetroot powder in quail diets, Indian Journal of Animal Sciences. 91(1): 58-62.

Souza, L.A.Z., Lima, D.J.H., Martins, A.R., Assuncao, A.S.A., Junior, N.A.D., Silva, F.W. and Silva, G.F. (2019). Egg yolk colour and retinol concentration of eggs from laying hens fed diets containing carrot and beetroot meal, Czech Journal of Animal Science. 64(9): 395-403.

SPSS. (2015). IBM SPP Statistics for Window, Version 23.0. Aemonk, NY: IBM Corp.

Stafford, H.A. (1994). Anthocyanins and betalains: evolution of the mutually exclusive pathways. (Review), Plant Science. 101(2): 91-98.