

ผลของการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในอาหารต่อการเจริญเติบโตและสีของปลาทอง

วันที่รับ: 29 มิถุนายน 2568

วันที่แก้ไข: 17 กันยายน 2568

วันที่ตอบรับ: 18 กันยายน 2568

สุภภณ พลอยอิม¹, ศุภกร น้อยวงษ์¹,

ประวิติ ปรางสุรางค์¹ และ อพิศรา หงส์หิรัญ^{1*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดพิษณุโลก

*Corresponding author e-mail: moddy_moddy@rmutl.ac.th



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในอาหารต่อการเจริญเติบโตและสีของปลาทอง (*Carassius auratus*) การทดลองถูกออกแบบแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม (ไม่เสริมดอกสุพรรณิการ์ผง) และชุดทดลองที่ได้รับอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในระดับร้อยละ 1.5, 3 และ 5 โดยแต่ละชุดมี 3 ซ้ำ อาหารที่ใช้เลี้ยงมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 40 ให้ปลากินวันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00–10.00 น. และ 15.00–16.00 น. เลี้ยงเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ระหว่างการทดลอง ได้ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดค่าสีของปลาทองทุก 2 สัปดาห์ โดยประเมินค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เพื่อศึกษาผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพสีของปลา เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาทองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แต่ในด้านค่าสีของปลาทอง พบว่าค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของปลาที่ได้รับอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงทุกระดับมีค่าสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) โดยเฉพาะกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ 5 ให้ค่าสีดีที่สุด เนื่องจากดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงถึง 28.91(0.43) mg β -carotene/g ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นสารให้สีธรรมชาติ (Coloring agent) ในอาหารส่งผลให้สีของปลาทองมีความสว่างเพิ่มขึ้น ลักษณะสีสันโดยรวมมีความสดใสและสังเกตได้ชัดเจน จึงเป็นแนวทางในการเพิ่มคุณภาพสีของปลาทอง และมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นอาหารเชิงพาณิชย์สำหรับปลาสวยงามต่อไป

คำสำคัญ: ดอกสุพรรณิการ์, การเจริญเติบโต, สีของปลาทอง, ปลาทอง

EFFECTS OF SUPPLEMENTATION OF YELLOW SILK COTTON FLOWERS POWDER IN THE DIET ON THE GROWTH AND COLOR OF GOLDFISH

Received: June 29, 2025

Revised: September 17, 2025

Accepted: September 18, 2025

Supaphon Ployim¹, Supakorn Noi Wong¹,

Prawat Prangsurang¹ and Apisara Honghirun^{1*}

¹Faculty of Sciences and Agricultural Technology,

Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok, Thailand

*Corresponding author e-mail: moddy_moddy@rmutl.ac.th



Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of supplementing Marigold flower powder (*Cochlospermum regium*) in the diet on the growth and coloration of goldfish (*Carassius auratus*). The experiment was conducted using a completely randomized design with four treatments: control (0%) and diets supplemented with 1.5%, 3%, and 5% Marigold flower powder, each with three replicates. All diets contained 40% protein, and fish were fed twice daily (09:00–10:00 and 15:00–16:00) for 10 weeks. Fish were randomly weighed and measured for color parameters every two weeks, including lightness (L^*), redness (a^*), and yellowness (b^*), to assess growth performance and color quality. At the end of the experiment, dietary supplementation with Marigold flower powder did not significantly affect growth performance or survival rate ($p > .05$). However, fish fed diets supplemented with Marigold flower powder at all levels exhibited significantly higher lightness (L^*), redness (a^*), and yellowness (b^*) compared to the control ($p > .05$). Notably, fish receiving 5% supplementation showed the highest color values, which can be attributed to the high carotenoid content in Marigold flower (28.91(0.43) mg β -carotene/g), acting as a natural coloring agent. This resulted in brighter and more vivid overall coloration. These findings indicated that Marigold flower powder could effectively enhance goldfish coloration and had potential for development as a commercial feed for ornamental fish.

Keywords: Yellow silk cotton, Growth, Goldfish coloration, Goldfish

บทนำ

อุตสาหกรรมการส่งออกปลาสดของประเทศไทยมีมูลค่าและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะปลาสดที่มีรูปร่างที่แปลกตาและมีสีสัน ในทุก ๆ ปี มีการขยายตัวของตลาดปลาสดเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งพบว่ามีปลาสดมากกว่า 5,300 สายพันธุ์ (Novák et al., 2020) ประเทศไทยเป็นอันดับต้น ๆ ที่มีการส่งออกปลาสดไปยังตลาดต่างประเทศ จากสถิติการส่งออกสัตว์น้ำในเดือนมกราคม-พฤษภาคม 2568 พบว่า ประเทศไทยได้ส่งออกสัตว์น้ำสด มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 264,480,000 บาท โดยเฉพาะในกลุ่มของปลาทองติดอันดับ 1 ใน 10 ของสัตว์น้ำสดที่มีศักยภาพในการพัฒนา (กรมประมง, 2568) และในปัจจุบันตลาดปลาสดมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งปลาสดของไทยมีความได้เปรียบทั้งในด้านความหลากหลายของสายพันธุ์ ความสวยงาม แปลกใหม่ และราคาไม่สูง ปลาสดที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ปลากัด ปลาหางนกยูง ปลาชีวาขางหวาน ปลากังพระร่วง และปลาทอง (กรมประมง, 2566)

ปลาทอง (*Carassius auratus*) เป็นสายพันธุ์ปลาสดที่ได้รับความนิยมในการเลี้ยงทั่วโลก ปลาทองมีสีส้มแดงโดดเด่น (Blanco & Unniappan, 2022) การศึกษาด้านโภชนาการที่ผ่านมาได้แสดงถึงข้อมูลอาหารที่เหมาะสมของปลาทองจะต้องโปรตีนร้อยละ 38-45 เพื่อให้เจริญเติบโตได้ดีที่สุดในระยะวัยอ่อนและระยะโตเต็มวัย (Bandyopadhyay et al., 2005) อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มที่เกษตรกรจะให้ความสำคัญกับอาหารโปรตีนสูงเพื่อเร่งการเจริญเติบโต ซึ่งอาจทำให้ละเลยสารอาหารอื่นที่จำเป็นต่อการพัฒนา จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพสีของปลา สารในกลุ่มที่จะช่วยให้มีการสร้างเม็ดสีได้ดีคือกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Elshafey et al., 2023; Gouveia & Rema, 2005; Khieokhajonkhet et al., 2022) ซึ่งปลาทองไม่สามารถสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ได้ จึงต้องอาศัยจากอาหารที่ได้รับเป็นหลัก ในปัจจุบันมีการใช้วัตถุดิบจากพืชมาเป็นส่วนประกอบเสริมในสูตรอาหาร เช่น ผัก ผลไม้ และดอกไม้ต่าง ๆ ซึ่งแคโรทีนอยด์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ลดความเสียหายของเซลล์ ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันทำให้ปลาต้านทานโรคได้ดีขึ้น (de Carvalho & Caramujo, 2017) และสามารถสะสมในเนื้อและผิวหนังของปลาได้ ทำให้ปลาทองสีสวยสด รวมถึงลักษณะทางสรีรวิทยาอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็น รูปร่างของลำตัว ครีบ และขนาด โดยลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญในการกำหนดราคาของปลาสด (Gouveia & Rema, 2005; Khieokhajonkhet et al., 2023; Nishshanka et al., 2022)

ดอกสุพรรณิการ์ (*Cochlospermum religiosum*) ปัจจุบันนิยมปลูกเป็นไม้ประดับ พบได้ทั่วไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กลีบดอกมีทั้งแบบกลีบซ้อนและแบบชั้นเดียวแล้วแต่สายพันธุ์ สีของดอกและเกสรเป็นสีเหลือง เมื่อดอกบานจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-8 เซนติเมตร ส่วนดอกประกอบไปด้วย โปรตีนร้อยละ 13.24(0.41) ไขมันร้อยละ 0.40(0.08) และมีสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ 8.88(0.38) mg CE/g, ฟีนอลิกทั้งหมด 48.83(0.41) mg GAE/g และมีแคโรทีนอยด์ สูงถึง 28.91(0.43) mg β -carotene/g (สุกัญญา แต่งโม และคนอื่น ๆ, 2562; สุภาวดี แหมมคม และคนอื่น ๆ, 2564) ดอกแห้งและใบแห้งใช้เป็นยาบำรุง ดังนั้น ดอกสุพรรณิการ์ถือเป็นหนึ่งในทางเลือกสำหรับการใช้เป็นส่วนประกอบที่นำมาเสริมในอาหารสำหรับสัตว์น้ำสด

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ดอกสุพรรณิการ์เป็นวัตถุดิบเสริมในอาหารปลาทอง เพื่อเร่งสี อันเป็นการเพิ่มมูลค่าและความต้องการทางการตลาด โดยมุ่งเน้นการหาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเร่งสี การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลาทอง ทั้งนี้ ผลการศึกษาอาจเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับปลากัดและปลาสดชนิดอื่น ๆ เพื่อยกระดับศักยภาพการแข่งขันในตลาดโลก



วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในอาหารต่อการเจริญเติบโตและสีของปลาทอง



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในรูปแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) เพื่อศึกษาผลของการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในอาหารต่อการเจริญเติบโตและสีของปลาทอง โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatment) แต่ละชุดมี 3 ซ้ำ (Replication) ดังนี้

กลุ่มการทดลองที่ 1 สูตรอาหารเลี้ยงปลาทอง (ชุดควบคุม)

กลุ่มการทดลองที่ 2 สูตรอาหารเลี้ยงปลาทองที่ผสมดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ 1.5

กลุ่มการทดลองที่ 3 สูตรอาหารเลี้ยงปลาทองที่ผสมดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ 3

กลุ่มการทดลองที่ 4 สูตรอาหารเลี้ยงปลาทองที่ผสมดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ 5

ทุกชุดการทดลองจะมีระดับโปรตีนในอาหารร้อยละ 40 โดยใช้ปลาทองที่มีน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 4 กรัมต่อตัว การทดลองดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเตรียมบ่อทดลอง

เตรียมบ่อขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร ลึก 20 เซนติเมตร จำนวน 12 บ่อ แช่คลอรีนปริมาณความเข้มข้น 10 ppm นาน 7 วัน หลังจากนั้นล้างทำความสะอาดและเติมน้ำลงในบ่อจนได้ระดับความสูงประมาณ 15 เซนติเมตร พร้อมติดตั้ง เครื่องให้อากาศ (Air diffuser / หัวทราย หรือท่อกระจายอากาศ)

2. การเตรียมลูกปลาทองและการให้อาหาร

ลูกปลาทองที่ใช้ทดลองในครั้งนี้ เป็นลูกปลาทองที่ได้จากการเพาะรุ่นเดียวกัน โดยลูกปลาทองมีน้ำหนักเฉลี่ย 3.96(0.14) กรัมต่อตัว พักปลาทองไว้ 7 วัน ก่อนเริ่มทำการทดลอง และฝึกให้ปลาทองกินอาหารชุดควบคุม โดยให้อาหารวันละ 2 มื้อ อาหารที่ให้โปรตีนร้อยละ 40 มีอัตราการปล่อยปลาทอง 15 ตัว ต่อตารางเมตร

3. การเตรียมอาหารทดลอง

ดอกสุพรรณิการ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ นำมาจากธรรมชาติ โดยคัดแยกก้านออกให้เหลือแต่กลีบดอก จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาบดให้เป็นผง แล้วผสมกับวัตถุดิบต่าง ๆ ดังตาราง 1 ผสมให้เข้ากันและนำเข้าเครื่องอัดเม็ด และนำอาหารเม็ดไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำอาหารเม็ดที่ได้มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ได้แก่ โปรตีนโดยวิธี Kjeldahl method ไขมันโดยวิธี Ether extract เยื่อใยโดยวิธี Fitted glass crucible method เถ้าโดยวิธี Muffle furnace combustion และความชื้นโดยวิธี Drying in vacuo at 103-105 °C ตามมาตรฐานของ Association of Official Analytical Chemist (Association of Official Analytical Chemist, 2000)

ตาราง 1 สูตรและองค์ประกอบของวัตถุดิบอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผง (กรัม/กิโลกรัม, วัตถุแห้ง)

วัตถุดิบ	0	1.5	3	5
สูตรอาหาร (กรัม/กิโลกรัม ⁻¹)				
ปลาป่น ^a	390	390	390	390
หมักป่น ^b	140	140	140	140
กากถั่วเหลือง ^c	200	200	200	200
ข้าวโพดป่น	22	22	22	22
แป้งสาลี	84	69	54	34
ปลายข้าว	30	30	30	30
ผงดอกสุพรรณิการ์	0	15	30	50
น้ำมันถั่วเหลือง	110	110	110	110
วิตามินรวม ^d	5	5	5	5
แร่ธาตุรวม ^e	5	5	5	5
ไลซีน	7	7	7	7
เลซิทีน	4	4	4	4
วิตามินซี	3	3	3	3
รวม	1,000	1,000	1,000	1,000
องค์ประกอบ (%)				
ปริมาณโปรตีนทั้งหมด	39.587	39.580	39.573	39.564
ปริมาณไขมันทั้งหมด	12.147	12.144	12.141	12.137
ปริมาณเถ้าทั้งหมด	2.81	2.91	2.95	2.96
ปริมาณความชื้นทั้งหมด	7.62	7.51	7.54	7.63

หมายเหตุ: ^aปลาป่น, ผู้จำหน่ายอาหารสัตว์แพร่พันธ์ จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย

^bหมักป่น, บริษัท โปร-สควิด จำกัด กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

^cกากถั่วเหลือง, บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน) จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย

^dวิตามิน SUN-MIX, บริษัท ม่วงคงอินเตอร์ฟู้ด จำกัด จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย

^eแร่ธาตุ MINMIN, บริษัท ม่วงคงอินเตอร์ฟู้ด จำกัด จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย

4. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized designed, CRD) ประกอบด้วย

4 ชุดการทดลอง (Treatment) การทดลองละ 3 ซ้ำ (Replication) โดยทำการศึกษาการใช้ดอกสุพรรณิการ์ผงที่ระดับต่าง ๆ ดังนี้

การทดลองที่ 1	อาหารมีส่วนผสมของดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ	0 (ชุดควบคุม)
การทดลองที่ 2	อาหารมีส่วนผสมของดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ	1.5
การทดลองที่ 3	อาหารมีส่วนผสมของดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ	3
การทดลองที่ 4	อาหารมีส่วนผสมของดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ	5

5. การบันทึกข้อมูล

5.1 บันทึกการเจริญเติบโตด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักทุก ๆ 2 สัปดาห์ จากนั้นนำมาคำนวณหาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย ดังสมการ (1), (2), (3), (4) และ (5) แสดงดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain; grams)} \\ & = \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลอง} \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (Average daily growth; grams/fish/day)} \\ & = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}} \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; percent/day)} \\ & = \frac{(\ln \text{น้ำหนักสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเริ่มต้น})}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}} \times 100 \quad (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio; FCR)} \\ & = \frac{\text{ปริมาณอาหารทั้งหมดที่ปลากินตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{น้ำหนักรวมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักรวมเมื่อเริ่มการทดลอง}} \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{อัตราการรอดตาย (Survival rate; percent)} \\ & = \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาที่ปล่อยเมื่อเริ่มการทดลอง}} \times 100 \quad (5) \end{aligned}$$

5.2 วัดค่าสีปลาทอง ได้แก่ ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง (L^* , a^* และ b^*) ทุก ๆ 2 สัปดาห์ โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter lap colorFlex A60-1003-150

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละชุดการทดลอง โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลต่าง ๆ ในชุดการทดลอง โดยใช้วิธีการ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย

การเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในอาหารปลาทองที่ระดับร้อยละ 1.5, 3 และ 5 พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย (SR) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่กลับพบว่า การเจริญเติบโตในบางตัว เช่น น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระดับความเข้มข้นของการเสริมดอกสุพรรณิการ์ และค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในระดับร้อยละ 1.5 แต่ความแตกต่างดังกล่าวก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นกัน ทั้งนี้ อัตราการรอดตายในทุกกลุ่มอยู่ในระดับสูงเฉลี่ยร้อยละ 75-80 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติพบว่า มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)

ตาราง 2 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาทองที่ได้รับอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผง 10 สัปดาห์

การเจริญเติบโต	ระดับอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผง (ร้อยละ)				p-value
	0	1.5	3	5	
	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	
IBW (g/fish)	3.98 (0.02)	3.96 (0.08)	3.97 (0.06)	3.98 (0.02)	.704
FBW (g/fish)	9.98 (1.14)	10.31 (1.72)	10.66 (1.71)	11.12 (1.11)	.390
WG (g/fish)	6.01 (1.00)	6.33 (1.73)	6.70 (1.73)	7.20 (0.93)	.357
ADG (g/fish/day)	0.09 (0.02)	0.09 (0.01)	0.10 (0.02)	0.10 (0.01)	.368
SGR (%/day)	1.31 (0.11)	1.35 (0.25)	1.40 (0.23)	1.49 (0.10)	.311
FCR	2.40 (0.42)	2.03 (0.46)	2.20 (0.43)	2.21 (0.43)	.359
SR (%)	75.56 (7.70)	75.56 (3.85)	77.78 (7.70)	80.00 (6.67)	.463

หมายเหตุ: $\bar{X}$ (S.D.) = ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ซึ่งได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

อักษรย่อ: IBW (Initial body weight) = น้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง;

FBW (Final body weight) = น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง;

WG (Weight gain) = น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น;

ADG (Average daily growth) = น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน;

SGR (Specific growth rate) = อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ;

FCR (Feed conversion ratio) = อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ;

SR (Survival rate) = อัตราการรอดตาย

2. ค่าการวัดสีของปลาทอง

ผลการวัดค่าสีของปลาทอง ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์ โดยแบ่งการวัดทุก 2 สัปดาห์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่ต่างกันตามระดับการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผง (ตาราง 3) ดังนี้

ค่าความสว่าง (L^*) ของปลาทองในทุกกลุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเพิ่มจาก 43.63 (3.03) เป็น 48.45 (2.09) ในสัปดาห์ที่ 10 ขณะที่กลุ่มที่ได้รับการดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ 5 มีค่าเพิ่มสูงกว่าทุกชุดการทดลอง โดยเพิ่มจาก 43.51 (2.17) เป็น 53.83 (2.18) แสดงให้เห็นถึงผลของการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงช่วยเพิ่มความสว่างของสีของปลาทองได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของค่าสีแดง (a^*) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทุกชุดการทดลอง โดยกลุ่มควบคุมเพิ่มจาก 20.33 (1.83) เป็น 22.73 (3.33) ขณะที่กลุ่มที่ได้รับการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ 5 มีค่าเพิ่มจาก 20.26 (2.45) เป็น 33.42 (1.93) ในสัปดาห์ที่ 10 ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกชุดการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความเข้มของสีแดงในปลาทองได้อย่างเด่นชัด สำหรับค่าสีเหลือง (b^*) มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเพิ่มจาก 38.60 (4.42) เป็น 39.98 (1.70) ขณะที่กลุ่มที่ได้รับการเสริมสารทดลองร้อยละ 5 มีค่าเพิ่มจาก 38.70 (5.32) เป็น 49.38 (1.85) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มความเข้มของสีเหลืองได้ดีที่สุดเช่นกัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

ตาราง 3 ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และสีเหลืองของปลาทองที่ได้รับอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผง 10 สัปดาห์

สัปดาห์	สี	0% (control)	1.5%	3%	5%
		$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)
เริ่มการทดลอง	L^*	43.63 (3.03)	43.86 (3.30)	43.23 (4.95)	43.51 (1.27)
	a^*	20.33 (1.83)	20.38 (1.70)	20.35 (2.57)	20.26 (2.45)
	b^*	38.60 (4.42)	38.57 (3.85)	38.40 (4.35)	38.70 (5.32)
สัปดาห์ที่ 2	L^*	46.23 (3.09 ^c)	47.65 (2.92 ^b)	47.30 (3.22 ^b)	49.13 (4.24 ^a)
	a^*	21.21 (3.02 ^b)	21.69 (2.35 ^b)	21.76 (3.24 ^b)	24.19 (2.78 ^a)
	b^*	38.85 (3.98 ^b)	38.83 (3.89 ^b)	39.78 (3.19 ^a)	40.24 (4.14 ^a)
สัปดาห์ที่ 4	L^*	47.26 (3.22 ^c)	49.42 (3.21 ^b)	49.79 (2.61 ^b)	51.13 (3.10 ^a)
	a^*	21.87 (2.23 ^c)	21.99 (2.41 ^c)	22.63 (2.40 ^b)	26.28 (2.58 ^a)
	b^*	39.17 (4.07 ^b)	39.05 (2.31 ^b)	40.63 (1.66 ^b)	42.20 (3.70 ^a)
สัปดาห์ที่ 6	L^*	48.53 (3.34 ^c)	50.42 (4.05 ^b)	50.98 (2.34 ^a)	51.93 (7.89 ^a)
	a^*	22.07 (3.56 ^c)	22.98 (2.89 ^c)	23.22 (2.76 ^b)	28.63 (2.34 ^a)
	b^*	39.52 (5.72 ^b)	39.54 (5.71 ^b)	41.15 (2.17 ^b)	44.62 (4.50 ^a)
สัปดาห์ที่ 8	L^*	50.12 (3.11 ^b)	52.35 (4.21 ^a)	52.03 (4.37 ^a)	52.48 (5.33 ^a)
	a^*	22.44 (3.87 ^c)	24.52 (2.91 ^b)	24.61 (2.74 ^b)	30.98 (2.45 ^a)
	b^*	39.74 (2.36 ^c)	39.91 (3.33 ^c)	41.93 (4.06 ^b)	48.33 (5.12 ^a)
สัปดาห์ที่ 10	L^*	48.45 (2.09 ^b)	53.03 (4.01 ^a)	53.54 (1.89 ^a)	53.88 (6.43 ^a)
	a^*	22.73 (3.33 ^c)	25.06 (3.19 ^b)	25.30 (2.63 ^b)	33.42 (1.35 ^a)
	b^*	39.98 (1.70 ^c)	40.06 (3.73 ^c)	42.03 (3.01 ^b)	49.38 (1.85 ^a)

หมายเหตุ: $\bar{X}$ (S.D.) = ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ซึ่งได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)



อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในอาหารต่อการเจริญเติบโตและสีของปลาทอง ในส่วนของการเจริญเติบโตมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากความแปรปรวนของข้อมูลภายในแต่ละกลุ่มการทดลองที่ค่อนข้างสูง และอาจเพราะระดับความเข้มข้นของดอกสุพรรณิการ์ผง ที่เสริมไปอาจไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลาทอง ทำให้ไม่เห็นความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง อย่างไรก็ตาม แนวโน้มที่สูงขึ้นในกลุ่มการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ 5 อาจมีส่วนมาจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผง พบว่า การเจริญเติบโตของปลาทองที่ให้อาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงมีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่สูงกว่าชุดควบคุม มีน้ำหนักตัวสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) สูงที่สุด รวมถึงมีสมรรถนะของการเจริญเติบโตที่ดี โดยมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ที่ต่ำ และน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปาร์วัน (ADG) มีแนวโน้มที่สูงกว่าชุดควบคุม อีกทั้งยังมีอัตราการรอดตายสูงกว่าชุดควบคุม เนื่องจากดอกสุพรรณิการ์ประกอบไปด้วยฟลาโวนอยด์และฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 8.88 (0.38) mg CE/g และ 48.83 (0.41) mg GAE/g รวมทั้งยังมีสารออกฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (DPPH และ FRAP) ประมาณ 60.00 (1.95) mg TE/g และ 81.60 (9.24) mg TE/g ตามลำดับ ซึ่งสารดังกล่าวเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายได้ (สุภาวดี แหยมคง และคนอื่น ๆ, 2563; Chakraborty & Hancz, 2011; Harikrishnan et al., 2011; Reverter et al., 2014; Sivaram et al., 2004)

ในการศึกษาผลของการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในระดับที่แตกต่างกันต่อการเกิดสีของปลาทอง พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของปลาทองที่ได้รับอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงทุกระดับ มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สาเหตุเนื่องมาจากดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณแคโรทีนอยด์ สูงถึง 28.91 (0.43) mg β -carotene/g ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นสารให้สีธรรมชาติ (Coloring agent) ในอาหาร จึงส่งผลให้ความสว่างของสีปลาทองเพิ่มขึ้น ทำให้ลักษณะสีสันทันโดยรวมมีความสดใสและสังเกตได้ชัดเจนทั้งนี้ ปลาเป็นสัตว์ที่ไม่สามารถสังเคราะห์สารสีได้เอง สารสีที่พบในร่างกายต้องได้จากการบริโภค โดยเฉพาะสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ซึ่งเมื่อปลาได้รับสารซีแซนทีน (Zeaxanthin) จะถูกเปลี่ยนเป็นเบต้าแคโรทีน (β -carotene) และเปลี่ยนต่อไปเป็นแอสตาแซนทีน (Astaxanthin) และแคนทาแซนทีน (Cantaxanthin) สารสีทั้งสองชนิดนี้มีผลโดยตรงต่อการสะสมเม็ดสีในผิวหนังของปลา ทำให้สีสันทันเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว และมีความเด่นชัด โดยเฉพาะแอสตาแซนทีนซึ่งเป็นแคโรทีนอยด์ที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้อาหารปลาเกิดความสดสวย (Gomes et al., 2002) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุกัญญา แดงโม และคนอื่น ๆ (2562) ที่ได้ทำการวิเคราะห์สารสำคัญและสารสีจากดอกไม้ที่บริโภคได้ 4 ชนิด ได้แก่ ดอกแคสด ดอกแคแดง ดอกสุพรรณิการ์ และดอกคูน โดยพบว่าดอกสุพรรณิการ์มีปริมาณสารแคโรทีนอยด์ ฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์สูงที่สุด จึงเป็นแหล่งสารสำคัญที่มีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบเสริมอาหาร เพื่อช่วยเพิ่มความสดใสและความเด่นชัดของสีในสัตว์น้ำสวยงาม



สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาทองที่ได้รับอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาทองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) อย่างไรก็ตาม การเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงมีผลทำให้คุณภาพ

สีของปลาทองดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) จึงส่งผลให้แสงสว่างของสีปลาทองเพิ่มขึ้น ทำให้ลักษณะสีสันโดยรวมมีความสดใสและสังเกตเห็นได้ชัดเจน โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงร้อยละ 5 ให้ค่าสีที่ดีที่สุด

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้เลี้ยงปลาทองสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในอาหารปลาทอง เพื่อเพิ่มคุณภาพสีให้ปลามีสีสัน ความสวยงาม และมีมูลค่าทางการตลาดสูงขึ้น โดยไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตหรืออัตราการรอดตายของปลา

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงในระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการทดลองที่หลากหลาย เพื่อประเมินผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาทอง
2. ในการทดลองในอนาคต จำเป็นที่จะต้องตรวจวัดและรายงานคุณภาพน้ำอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของอาหารทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะปริมาณแคลโรทีนอยด์เพื่อยืนยันคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร
3. ควรศึกษาผลของการเสริมดอกสุพรรณิการ์ผงต่อคุณภาพอื่น ๆ ของปลาทอง เช่น สุขภาพโดยรวม การต้านอนุมูลอิสระ และความต้านทานโรค รวมถึงการทดลองในระดับฟาร์มหรือสถานการณ์จริง เพื่อประเมินความเหมาะสมในการใช้งานเชิงพาณิชย์อย่างปลอดภัย



กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาประมง และสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก สำหรับความอนุเคราะห์ในด้านสถานที่ในการทดลอง และเครื่องมือในการวัดค่าสีของการศึกษาในครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. (2566). *กรมประมงเปิดกระแสน้ำ 5 ลิสต์ปลาสวยงามไทยดังไกลทั่วโลก พร้อมต้นมาตรฐานปลาไทย “สวยคุณภาพ” ออกผงดัดตลาดต่างแดน*. กรม. https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_activities/1210/198482
- _____. (2568). *สถิติส่งออกสัตว์น้ำรายปี 2568*. กรม. <http://file.fisheries.go.th/f/85a5967485/>
- สุกัญญา แดงโม, สิริพร ห้าวหาญ, ประภาศิริ ใจผ่อง, พัทธนันท์ โกธธรรม, Tuan Nguyen Ngoc, ศรีณญา สอนมณี, และสุภาวดี แหยมคง. (2562). การวิเคราะห์หาสารสำคัญและสารสีจากดอกไม้กินได้บางชนิดเพื่อใช้ในอาหารสัตว์ปีก. *วารสารเกษตรนเรศวร*, 16(1), 57-64. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/aginujournal/article/view/247855>
- สุภาวดี แหยมคง, สุกัญญา แดงโม, สิริพร ห้าวหาญ, พัทธนันท์ โกธธรรม, ประภาศิริ ใจผ่อง, ตวัน เจริญ น้อย, และศรีณญา สอนมณี. (2563). องค์ประกอบทางเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฟลาโวนอยด์ แคลโรทีนอยด์ และฟีนอลิกทั้งหมดของดอกไม้บางชนิด. *แก่นเกษตร*, 48(พิเศษ 1), 1011-1018. https://agkb.lib.ku.ac.th/kku/search_detail/result/401835

- สุภาวดี แหยมคง, สุกัญญา แต่งโม, สิริพร หัวหาญ, พัทธนันท์ โกธธรรม, ประภาศิริ ใจผ่อง, ทศพร อินเจริญ, และ ศิริวรรณ ม่วงทอง. (2564). ผลของการเสริมดอกแคแดง แคสด และสุพรรณิการ์ในอาหารไก่ไข่ต่อ สมรรถภาพการผลิตคุณภาพไข่ และค่าโลหิตวิทยา. *แก่นเกษตร*, 49(พิเศษ 2), 940-950. https://agkb.lib.ku.ac.th/kku/search_detail/result/413246
- Association of Official Analytical Chemist. (2000). *Official Method of Analytical* (17th ed.). AOAC international.
- Bandyopadhyay, P., Swain, S. K., & Mishra, S. (2005). Growth and dietary utilisation in goldfish (*Carassius auratus* Linn.) fed diets formulated with various local agro- produces. *Bioresource Technology*, 96(6), 731–740. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.018>
- Blanco, A. M., & Unniappan, S. (2022). Goldfish (*Carassius auratus*): biology, husbandry, and research applications. In L. D'Angelo, & P. de Girolamo (Eds.), *Laboratory Fish in Biomedical Research* (pp.373–408). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821099-4.00012-2>
- Chakraborty, S. B., & Hancz, C. (2011). Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. *Reviews in Aquaculture*, 3(3), 103–119. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2011.01048.x>
- de Carvalho, C. C. R., & Caramujo, M. J. (2017). Carotenoids in aquatic ecosystems and aquaculture: A colorful business with implications for human health. *Frontiers in Marine Science*, 4, 93. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00093>
- Elshafey, A. E., Khalafalla, M. M., Zaid, A. A. A., Mohamed, R. A., & Abdel-Rahim, M. M. (2023). Source diversity of Artemia enrichment boosts goldfish (*Carassius auratus*) performance, β -carotene content, pigmentation, immune-physiological and transcriptomic responses. *Scientific Reports*, 13, 21801. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48621-4>
- Gomes, E., Dias, J., Silva, P., Valente, L., Empis, J., Gouveia, L., Bowen, J., & Young, A. (2002). Utilization of natural and synthetic sources of carotenoids in the skin pigmentation of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Eur. Food. Res. Technol*, 214, 287-293. <https://doi.org/10.1007/s00217-001-0475-9>
- Gouveia, L., & Rema, P. (2005). Effect of microalgal biomass concentration and temperature on ornamental goldfish (*Carassius auratus*) skin pigmentation. *Aquaculture Nutrition*, 11, 19–23. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00319.x>
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C., & Heo, M. -S. (2011). Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture*, 317(1-4), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.039>
- Khieokhajonkhet, A., Uanlam, P., Ruttarattanamongkol, K., Aeksiri, N., Tatsapong, P., & Kaneko, G. (2022). Replacement of fish meal by black soldier fly larvae meal in diet for goldfish *Carassius auratus*: growth performance, hematology, histology, total carotenoids, and coloration. *Aquaculture*, 561, 738618. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738618>



- Khieokhajonkhet, A. , Suwannalers, P. , Aeksiri, N. , Ratanasut, K. , Chitmanat, C. , Inyawilert, W. , Phromkunthong, W., & Kaneko, G., (2023). Effects of dietary red pepper extracts on growth, hematology, pigmentation, disease resistance, and growth- and immune-related gene expressions of goldfish (*Carassius auratus*). *Animal Feed Science and Technology*, 301, 115658. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115658>
- Nishshanka, K. M. , Radampola, K. , & Bulugahapitiya, V. (2022). Effects of partial replacement of dietary fishmeal using plant-protein sources on the growth performance, coloration and liver histology of guppy fry (*Poecilia reticulata*) in outdoor farming conditions. *Journal of Applied Aquaculture*, 34(3), 715–733. <https://doi.org/10.1080/10454438.2021.1886216>
- Novák, J., Kalous, L., & Patoka, J. (2020). Modern ornamental aquaculture in Europe: early history of freshwater fish imports. *Reviews in Aquaculture*, 12(4), 2042–2060. <https://doi.org/10.1111/raq.12421>
- Reverter, M., Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B., & Sasal, P. (2014). Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: current status and future perspectives. *Aquaculture*, 433, 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.048>
- Sivaram, V., Babu, M. M., Immanuel, G., Murugadass, S., Citarasu, T., & Marian, M. P. (2004). Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. *Aquaculture*, 237(1-4), 9-20. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.03.014>