ผลของการใช้มะละกอสุกผสมอาหารเพื่อเร่งสีผิวปลาทอง

Effect of Ripe Papaya (*Carica papaya* L.) Inclusion In Feed for Color Enhancing in Goldfish (*Carassius auratus*)

ภัทรียา พลซา[1*], จุไรรัตน์ ม่วงทิม[1] และ ธัญลักษณ์ คำแดง[1]

Pattareeya Ponza[1*], Jurairat Muangtim[1] and Thunyalak Kamdaeng[1]

[1]สาขาวิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

*Corresponding author: pattareeyap@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลของมะละกอสุกต่อสีของปลาทอง โดยใช้อาหารที่ผสมมะละกอสุกในอัตราส่วน 0%, 5%, 10% และ15% โดยน้ำหนัก เปรียบเทียบกับอาหารเร่งสีจากท้องตลาด ทำการเลี้ยงปลาทองอายุ 1 เดือน ด้วยระยะเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ จากนั้นจึงให้อาหารสูตรควบคุมอีก 2 สัปดาห์ แล้ววัดค่าการเปลี่ยนแปลงของสีเปรียบเทียบจากค่าเริ่มต้น และทุก ๆ สัปดาห์ ผลของการวิเคราะห์ทางโภชนะพบว่าอาหารทุกสูตรมีปริมาณโปรตีน 27-29% และปริมาณเถ้า 11% เท่ากัน เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงค่าสี พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าสีเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้นทุกสัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองอาหารในสัปดาห์ 6 พบว่าอัตราการเจริญเติบโต และอัตรารอด ในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) พบว่าระดับของมะละกอสุกในอาหารปลาส่งผลให้สีผิวปลามีความสว่างเพิ่มขึ้นตามลำดับ (42, 44 และ 46 unit) แตกต่างจากชุดควบคุมและชุดอาหารเร่งสีสำเร็จรูป (46 และ 48 unit, ตามลำดับ) (P<0.05) ค่าสีแดงของผิวปลาเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 โดยมีค่าสูงสุดวัดได้จากปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมมะละกอสุกในอัตราส่วน 10% (P<0.05) สำหรับค่าสีเหลือง พบว่าชุดการทดลองที่เสริมมะละกอ 15% ทำให้สีผิวปลามีสีเหลืองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปลาที่ได้รับอาหารเร่งสีสำเร็จรูป และอาหารผสมมะละกอสุกในอัตราส่วน 0, 5 และ 10% (P<0.05) เมื่อประเมินการคงอยู่ของสีพบว่า ปลาทองที่ได้รับอาหารผสมมะละกอ 10% ยังคงสภาพสีแดง และ สีเหลืองไว้ได้มากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ

คำสำคัญ: ปลาทอง, มะละกอสุก, สารเร่งสี, การเจริญเติบโต

ABSTRACT

This study aimed to determine the result of supplementing ripe papaya (RP) into goldfish feed for color enhancement by comparing feed with 0%, 5%, 10% and 15% RP together with commercial grade color enhancement feed. The gold fish aged 1 month old was fed with the experimental diets for 6 weeks, followed by control pellets for 2 weeks. Color parameters were weekly monitored using Colorimeter comparing the result of the feed from the initial date. A nutritional value indicated that all feed formula contained similar protein and ash (27% and 11%, respectively). Growth and survival rate did not affected by the feed formulations. Results from Colorimeter suggested that all parameter measured (brightness, yellow and red) tended to increase with time feeding. The brightness on fish skin increased with increasing levels of papaya which were significantly differed from control and commercial feed. The goldfish received

10% RP represented maximum redness, where fish received 15% RP showed maximum yellowness on the skin (P<0.05). Testing on color maintaining after feeding by feeding only control feed for two weeks indicated that colors measured from most of treatments dropped. However, this study showed that goldfish fed with 10% RP could maintain more yellowness and redness on their skin than the other treatments.

Keywords: *Carassius auratus*, ripe papaya, color enhancement, growth

บทนำ

ปลาสวยงาม เป็นปลาที่มนุษย์เลี้ยงไว้เป็นสัตว์เลี้ยงเพื่อความเพลิดเพลินหรือเพื่อความสวยงาม ไม่ใช่เพื่อการบริโภค นิยมเลี้ยงไว้ในสถานที่ต่างๆ ในบ้านพักอาศัย อาทิ ตู้ปลา บ่อ หรือสระ ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการประมง ปัจจุบันมีผู้สนใจนิยมหันมาเลี้ยงปลาสวยงามกันเพิ่มขึ้น จนทำมีการจัดประกวดปลาสวยงานประเภทต่างๆ ซึ่งเกณฑ์การประกวดจะดูลักษณะภายนอก สี และไม่เป็นโรค เป็นต้น จะเห็นได้ว่านอกจากรูปร่างลักษณะภายนอกที่สวยงามแล้ว สีที่ปรากฏบนตัวปลาก็เป็นปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินว่าปลามีคุณลักษณะที่สวยงามครบถ้วน ปลาทองเป็นหนึ่งในจำนวนปลาสวยงาม ที่ได้รับความนิยมลำดับต้นๆจากผู้เลี้ยงที่นิยมเลี้ยงปลาสวยงาม เนื่องด้วยปลาทองมีสีสันสดใส เลี้ยงง่าย และประกอบกับรูปร่างและองค์ประกอบของครีบที่สวยงามจึงทำให้ปลาทองเป็นที่นิยมของผู้ที่ชื่นชอบเลี้ยงปลาสวยงาม ปัญหาที่ผู้เลี้ยงปลาทองประสบนอกเหนือจากการเกิดโรคในปลาคือ สีบนลำตัวมักจะซีดลงเมื่อเลี้ยงไปได้ระยะหนึ่ง เนื่องด้วยสีที่แสดงออกบนผิวตัวของปลาทองเป็นสารสีชนิดแคโรทีนอยด์ ซึ่งปลาทองไม่สามารถสังเคราะห์สารสีเองได้ จึงจำเป็นต้องได้รับจากอาหารที่กินเข้าไปโดยตรง ปัจจุบันสารแคโรทีนอยด์ที่ใช้ในการเสริมอาหารของสัตว์น้ำเพื่อเร่งสีส่วนใหญ่เป็นสารที่ได้จากการสังเคราะห์ซึ่งมีราคาแพง เมื่อพิจารณาพืชหลายชนิด พบว่าแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่พบในคลอโรพลาสต์ (chloroplast) และโครโมพลาสต์ (chromoplast) ของผลไม้ดอกไม้ และใบของพืช และยังพบได้ในสัตว์จุลชีพที่สังเคราะห์แสงได้ จึงน่าจะเป็นไปได้ว่าสารธรรมชาติเหล่านี้อาจช่วยในการเร่งสีปลาได้ มะละกอเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกากลาง เป็นไม้ล้มลุก ผลมะละกอเมื่อสุกมีเหลืองจนถึงส้มแดงขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ มีคุณค่าทางโภชนะสูง ให้พลังงานต่ำ จากการวิเคราะห์ของMuller (1997) พบว่ามะละกอมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม 5 มิลลิกรัม ต่อส่วนที่กินได้ 100 กรัม ประกอบด้วยเบต้าแคโรทีน 532 ไมโครกรัม (Department of Public Health, 2006) ปริมาณของแคโรทีนอยด์รวมอาจมีมากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ภูมิอากาศ และดินที่ปลูก (Sangsoy et al., 2017)

การสะสมรงควัตถุในสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสะสมแคโรทีนอยด์ ในกุ้งคูรุม่า (*P. japonicas*) ใช้แคโรทีนอยด์เริ่มต้นจากเบต้าแคโรทีนแล้วมีการเปลี่ยนเบต้าแคโรทีนให้เป็นแอสต้าแซนทีนจากนั้นจึงสะสมไว้ในรูปของแอสต้าแซนทีนอิสระ (reviewed by Wirason, 2006) สำหรับปลาคาร์พแดงเริ่มต้นจากเบต้าแคโรทีนและเซียแซนทีน (Zeaxanthin) แล้วเปลี่ยนไปเป็นแอสต้าแซนทีน การสะสมสีของปลาทองจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับปลาคาร์พแดง นอกจากนี้ปลาทองสามารถสะสมเบต้าแคโรทีนได้อีกด้วย (Anuchart, 2008; Tondiew et al., 2007)

ในการปรับปรุงสีของปลาทองจึงน่าจะสามารถทำได้โดยการเสริมแคโรทีนอยด์จากพืชผักผลไม้ลงในอาหารปลา ในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะนำมะละกอสุกที่ปริมาณมากและสามารถหาได้ง่าย มีต้นทุนต่ำ และในบางปีผลผลิตล้นตลาด นำมาเป็นแหล่งที่ให้สารสี โดยศึกษาระดับความเหมาะสมของการใช้มะละกอสุกเป็นอาหารปลาและผลต่อสีผิวปลาทอง ด้วยการผสมเนื้อมะละกอสุกลงไปในอาหารเม็ดสำเร็จรูปแล้วเลี้ยงปลาทอง จากนั้นจึงติดตามการพัฒนาของสีผิวปลา และการเจริญเติบโต รวมถึงคุณภาพน้ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมอาหาร

นำมะละกอสุกมาบดให้ละเอียด ผสมกับอาหารปลาดุกบดละเอียด โดยแบ่งเป็นชุดการทดลอง ดังนี้ ชุดควบคุม (อาหารปลาดุกไม่ใส่มะละกอ; Control) ชุดควบคุมเชิงบวก (อาหารเร่งสีตามท้องตลาด; Commercial) ชุดการทดลองที่ 1 (อาหารปลาดุผสมมะละกอในอัตราส่วน 5% โดยน้ำหนัก; 5%RP) ชุดการทดลองที่ 2 (อาหารปลาดุกผสมมะละกอในอัตราส่วน 10% โดยน้ำหนัก; 10%RP) ชุดการทดลองที่ 3 (อาหารปลาดุกผสมมะละกอในอัตราส่วน 15% โดยน้ำหนัก; 15%RP) นำไปขึ้นรูปเม็ดอาหาร ก่อนจะผึ่งลมหนึ่งคืน และอบด้วยความร้อน 50 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง บรรจุอาหารที่ทำแล้วในถุงพลาสติกแช่เย็น และนำมาชั่งให้ได้ปริมาณอาหาร 7% ของน้ำหนักตัว โดยให้วันละสองเวลาเช้าและเย็น ได้แก่เวลา 8.00 น. และ 16.00 น. ตามลำดับ

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ปลาทองอายุ 1 เดือน ความยาว 3 เซนติเมตร น้ำหนัก 2-3 กรัม/ตัว จำนวน 80 ตัว จากฟาร์มเลี้ยงในจังหวัดตาก ทำการกำจัดปรสิตด้วยวิธีการแช่ในฟอร์มาลิน 25 ppm เป็นเวลาหนึ่งคืน ก่อนจะเปลี่ยนน้ำ ทำการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เมื่อพบว่าไม่มีปรสิตแล้วจึงนำปลาทองจำนวน 5 ตัว ลงเลี้ยงในตู้กระจกที่มีปริมาณน้ำ 32 ลิตร ต่อหน่วยการทดลอง รวมทั้งสิ้น 15 หน่วยการทดลอง (ใช้ปลาจำนวน 75 ตัว) ให้อาหารทุกวัน วันละสองเวลา โดยให้ปริมาณ 6% ของน้ำหนักตัว ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% ทุก ๆ สามวัน ทั้งนี้มีการควบคุมคุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลาย ค่าความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ แอมโมเนีย และไนไตรท์ ให้อยู่ในมาตรฐานการเลี้ยงสัตว์น้ำ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ทดลองในปีการศึกษา 1/2557 ยังไม่มีการประกาศใช้ พรบ.สัตว์ทดลอง ปี 2558 ดังนั้น จึงยังไม่มี Approve number

การวัดสี

ปลาทองถูกนำมาวัดสีด้วยเครื่องวัดสี (MiniScan XE PLUS™, HunterLab, Taiwan) ทุกสัปดาห์ โดยทำการลำเลียงปลาแต่ละตัวในภาชนะพลาสติกขนาด 3 ลิตร โดยใส่ปลา 1 ตัว ให้อากาศ และนำไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อวัดสีปลาบริเวณพื้นที่ลำตัวเหนือเส้นข้างลำตัวปลาทั้งสองด้าน โดยวัดค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ให้อาหารทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ จากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นอาหารชุดควบคุมอีกสองสัปดาห์และวัดสี

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณอัตรารอด อัตราการเจริญเติบโตทางน้ำหนักและความยาว ค่าสี จากนั้นนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ระดับความแปรปรวนด้วยวิธี One way analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป SPSS Version 17.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลกระทบของอาหารทดลองต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของปลาทอง

ในการวิเคราะห์โภชนะในอาหารแต่ละสูตรที่ใช้ในการทดลองได้วิเคราะห์ค่าทางโภชนะของโปรตีน ไขมัน และเถ้า พบว่าค่าของโปรตีนในอาหารที่ใช้ในชุดควบคุมเชิงบวกมีโปรตีนสูงสุด คือ 29.6% อาหารชุดควบคุมและชุดที่ผสมมะละกอมีปริมาณโปรตีน (27%) และเถ้า (11%) ใกล้เคียงกัน จากการทดลองพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองเพิ่มมากที่สุดในชุดการทดลองชุดควบคุมเชิงบวก คือ 2.51±1.75 กรัมต่อตัว และมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มน้อยที่สุดในชุดการทดลองที่มีมะละกอสุกผสมอาหาร 10% คือ 1.87±1.16 กรัม เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าชุดควบคุมและชุดที่ผสมมะละกอสุกทุกระดับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมเชิงบวก (P<0.05) เมื่อพิจารณาอัตรารอดของทุกชุดการทดลอง พบว่า

ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยปลาทองที่ได้รับอาหารผสมมะละกอ 0-15% มีอัตรารอด 93%-100% ขณะที่ในชุดควบคุมเชิงบวกมีอัตรารอดต่ำที่สุดคือ 80%

จากการทดลองจากสัปดาห์เริ่มต้นจนถึงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองพบว่าค่าสีเหลืองในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าสีเหลืองเฉลี่ยสูงสุดในชุดการทดลองที่มีมะละกอสุกผสมในอาหาร 15% และค่าสีเหลืองเฉลี่ยเพิ่มน้อยที่สุด จากชุดการทดลองอาหารสำเร็จรูป แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละชุดการทดลอง (P<0.05) (Table 3) หลังให้อาหารชุดควบคุมพบว่าค่าเฉลี่ยของสีเหลืองในแต่ละชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จากภาพถ่ายการวัดสีผิวปลาทอง ให้ผลเป็นดัง Figure 1

จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าปลาทองสามารถรับอาหารปลาดุกผสมมะละกอสุกโดยไม่ส่งผลทางลบต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงทางด้านน้ำหนัก พบว่าในชุดควบคุมเชิงบวกนั้นมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ จึงอาจส่งผลให้การเจริญเติบโตที่สุด คาโรทีนอยด์ในอาหารเป็นแหล่งสำคัญของการเร่งสีผิวปลาทอง ทำให้ปลามีมูลค่าการตลาดเพิ่มขึ้น มีรายงานกล่าวว่าคาโรทีนอยด์เร่งการเติบโตในลูกปลารวมถึงเพิ่มอัตรารอดในกุ้งกุรุม่า (De la Mora et al., 2006; Chien and Jeng, 1992) อย่างไรก็ตามจากงานทดลองครั้งนี้พบว่าการเติบโตของปลาทองที่ได้รับมะละกอสุกทุกระดับไม่ต่างกัน และต่ำกว่าอาหารสูตรเปรียบเทียบแต่มีอัตรารอดตายสูงกว่า ในการทดลองนี้จึงไม่ได้ชี้ให้เห็นว่าอาหารผสมมะละกอส่งผลให้เพิ่มการเติบโตของปลาทองอย่างชัดเจน เช่นเดียวกับผลการทดลองใช้คาโรทีนอยด์ในปลาทองของ Alma et al. (2013) และ ในปลา *Pagrus pagrus* (Chatzifotis et al., 2005)

การเปลี่ยนแปลงของสีผิวหนังปลาทอง

จากการทดลองจากสัปดาห์เริ่มต้นจนถึงสัปดาห์สุดท้ายพบว่าค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในสัปดาห์ที่ 6 พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมมะละกอสุก 15% มีค่าสีแดงสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับแต่ละชุดการทดลองของสัปดาห์นั้นๆ หลังจากให้อาหารชุดควบคุม 2 สัปดาห์ ชุดควบคุมมีค่าความสว่างสูงสุด รองลงมาคือชุดการทดลองที่ผสมมะละกอสุก 10% ไม่มีความแตกต่างกันค่าสถิติ (P>0.05) ดัง Table 1

ค่าสีแดงมีการเปลี่ยนแปลงทุกสัปดาห์ โดยค่าเฉลี่ยสีแดงมีการเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 6 ในชุดการทดลองที่ผสมมะละกอสุก 10% และค่าสีแดงเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดในชุดควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในชุดควบคุมกับชุดการทดลองที่ผสมมะละกอสุก 10% (P<0.05) และในสัปดาห์ที่ 6 เมื่อทดสอบสีในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าค่าสีแดงลดลงทุกชุดการทดลองและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 2)

ผลของการเร่งสีผิวปลาทองในครั้งนี้พบว่าการผสมมะละกอสุกในอาหารสามารถทำให้ปลาทองมีสีผิวลำตัวเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะค่าสีแดงและค่าสีเหลือง Saetae (1982) และ Santawanpasaya (1996) ได้ศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์และชนิดของแคโรทีนอยด์ที่พบในมะละกอสุกสายพันธุ์ต่าง ๆ และระบุว่าแคโรทีนอยด์ที่พบในมะละกอสุกมี 3 ชนิดหลัก คือ Beta-carotene, Beta-Cryptoxanthin และ Lycopene ซึ่งสองชนิดแรกจะให้สีเหลือง ส้ม และชนิดหลังจะให้สีแดง จึงอาจเป็นไปได้ว่าเมื่อปลาทองได้รับอาหารเสริมมะละกอสุก ก็สามารถสะสมที่ผิวหนังทำให้สีผิวลำตัวมีค่าสีเหลืองและแดงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Kiriratnikom et al. (2005) ที่ให้สไปรูลิน่าซึ่งมีเบต้าแคโรทีนเป็นหลัก จึงสามารถเร่งสีเหลืองในปลาทองได้ เมื่อทดสอบด้วยอาหารควบคุมในสองสัปดาห์ต่อมาพบว่าสีของปลาทองลดลงและไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง อย่างไรก็ตามปลาที่ได้รับ 10% มะละกอสุกในอาหารมีสีเหลืองและสีแดงคงอยู่ได้ค่อนข้างมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าสารเร่งสีจากธรรมชาติสามารถเร่งสีให้คงอยู่ได้ระยะหนึ่ง

ปลาแต่ละชนิดสามารถนำสารสีไปสะสมที่ผิวหนังได้ต่างกันตามวิถีเมตาบอลิซึมของปลาชนิดนั้น ๆ (Alma et al., 2013) ในการทดลองนี้ปลาทองอาจเปลี่ยนแปลงเบต้าแคโรทีนจากอาหารให้เป็นแอสตาแซนทีนในผิวหนังได้ต่ำ ทำให้สีแดงบนผิวปลาทองในการทดลองนี้เปลี่ยนแปลงได้น้อย นอกจากนี้ปลามีความจำกัดในการดูดซับและขนส่งแคโรทีนอยด์ ดังนั้นการ

เพิ่มแคโรทีนอยด์ไม่อาจทำให้สีปลาเพิ่มขึ้น ดังที่ Alma et al. (2013) สรุปว่าปลาทองสามารถรับแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร แม้จะเพิ่มให้มากกว่านี้ก็ไม่สามารถสะสมในสีผิวได้

สรุป

การผสมมะละกอสุกในอาหารปลาทองสามารถทำให้ปลาทองมีสีเหลือง และสีแดงเพิ่มขึ้นโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปลา จึงสรุปได้จากการทดลองนี้ว่าอาหารผสมมะละกอสุก 10% ทำให้สีเหลืองบนผิวของปลาทองเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในการสนับสนุนสถานที่ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

Alma. A.V.M., Juan, C. O.R, Pablo, E.V.E., Adrian, G.Q.G., Maurilio, L.F. 2013. The effect of marigold (*Tagetes erecta*) as natural carotenoid source for the pigmentation of goldfish (*Carassius auratus* L.). Res. J. Fish and Hydrobiol. 8(2): 31-37.

Anuchat, P. 2008. Effect of caroteinoid from microbes used in color enhancement for goldfish (*Carssius auratus*). MS Thesis, Prince of Songkla university, Songkla. (in Thai)

Chatzifotis, S., Pavlidis, M., Jimeno, C.D., Vardanis, G., Sterioti, A. and Divanach, P. 2005. The effect of different carotenoid sources on skin coloration of cultured red porgy (*Pagrus pagrus*). Aquacult. Res. 36: 1517-1525.

Chien, Y.H and Jeng, S.C. 1992. Pigmentation of kuruma prawn *Penaeus japonicas* Bate, by various pigment sources and levels and feeding regimes. Aquaculture 102: 333-346.

De la Mora, G.I., J.L. Arredondo-Figueroa, J.T. Ponce-Palafox, I.A. Barriga-Sosa and Vernon-Carter. 2006. Comparison of red chilli (*Capsicum annuum*) oleoresin and astaxanthin on rainbow trout fillet pigmentation. Aquaculture. 258: 487-495.

Department of Public Health. 2006. Antioxidants (Beta-carotene, Vitamin A, Vitamin C) in fruits. Available source: http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/main/view, April 8, 2014. (in Thai)

Kiriratnikom, S., Zaau, R. and Adcharatt, S. 2005. Effects of various levels of Spirulina on growth performance and pigmentation in goldfish (*Carassius aurarus*). Songklanakarin J. Sci. Tech. 27 (Suppl.1): 133-139. (in Thai)

Saetae, S. 1982. Quantity and quality analysis of carotenoids in ripe papaya. Independent Study in Master degree, Chiangmai University, Chaingmai. (in Thai)

Sangsoy, K., Mongkolporn, O., Imsabai, W. and Luengwilai, K. 2017. Papaya carotenoids increased in Oxisols soils. ANRES 51: 253-261.

Santawanpas, S. 1995. Analysis for Carotenoids variation and nutirional value of Vitamin A in papaya varieties. Khon Khaen University, Khon Khaen. (in Thai)

Tondiew, C. 2007. Effect of Noni (*Morinda citrifolia*) and Kalmegh (*Andrographis paniculata*) on coloration and phagocytosis in goldfish (*Carrasius auratus*). MS Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Wirason, P. 2006. Efficiency of caroteinoid for growth performance, survival, pigmentation and accumulation, immunity and stress resistance in Pacific white Pacific shrimp (*Penaeus vannamei*). MS Thesis, Prince of Songkla University, Songkla. (in Thai).

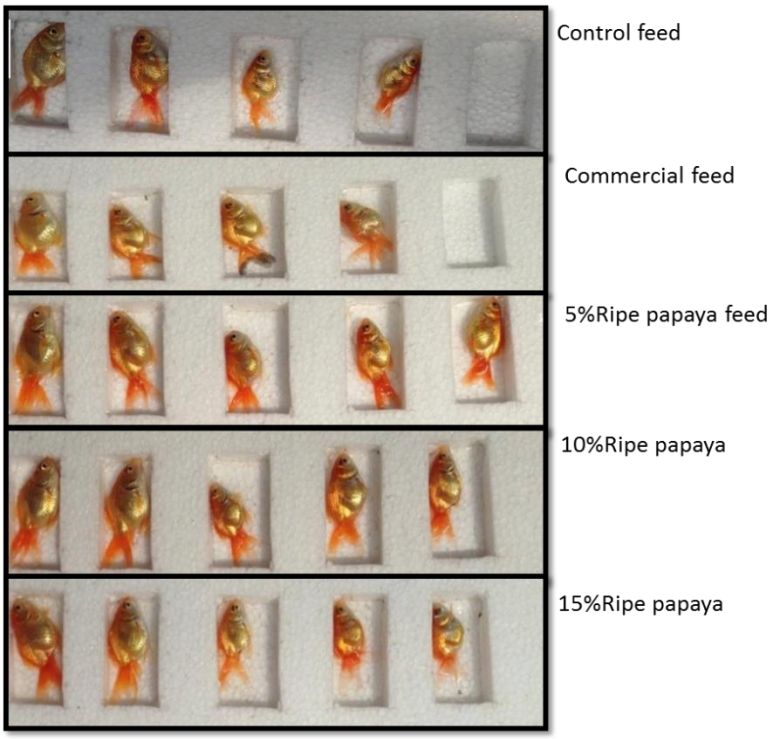

Figure 1 Skin color of goldfish at the end of experiment (week 6th)**.**

Table 1 Brightness development at first week, 6th week and after stop feeding experimental feed.

Week	Control	Commercial	5%RP	10%RP	15%RP
0	37.02±8.79	37.02±8.79	37.02±8.79	37.02±8.79	37.02±8.79
6	46.08±5.19^{b}	48.50±8.01^{b}	42.30±6.82^{c}	43.99±6.02^{a}	50.14±4.11^{a}
8	51.72±5.91	48.52±7.71	48.99±6.81	51.11±7.03	46.63±7.93

Different letter in the same row indicated significant differences of average values (P<0.05)

Table 2 Redness development at first week, 6th week and after stop feeding experimental feed.

Week	Control	Commercial	5%RP	10%RP	15%RP
0	10.02±3.28	10.02±3.28	10.02±3.28	10.02±3.28	10.02±3.28
6	9.53±3.33^{ab}	9.39±2.77^{b}	11.95±3.15^{ab}	13.16±4.28^{a}	11.26±2.30^{ab}
8	9.07±3.20	10.43±4.60	11.78±1.67^{a}	11.20±4.28	10.58±2.28

Different letters in the same row indicated significant differences of average values (P<0.05)

Table 3 Yellowness development at first week, 6th week and after stop feeding experimental feed.

Week	Control	Commercial	5%RP	10%RP	15%RP
0	23.91±5.44	23.91±5.44	23.91±5.44	23.91±5.44	23.91±5.44
6	32.49±6.78^{ab}	32.37±6.94^{b}	32.56±6.60^{ab}	35.14±5.93^{ab}	38.40±4.72^{a}
8	30.71±7.01	33.09±9.03	35.91±4.58	35.60±5.54	33.97±8.02

Different letter in the same row indicated significant differences of average values (P<0.05)

Supplement data

Table A1 Nutrition value analysis of experimental feed.

Nutrition	Ripe papaya	Control feed	Commercial feed	5% Ripe papaya	10% Ripe papaya	15% Ripe papaya
Protein (%)	9.23	27.57	29.60	27.61	27.75	27.02
Lipid (%)	0.35	3.15	4.00	3.95	3.95	3.26
Ash (%)	12.41	11.24	12.80	11.23	11.23	11.74

Table A2 Growth performance (Average daily growth, g/fish.day) and survival rate from goldfish fed with experimental feed. Values were averaged from three replicates (N = 3).

Parameters	Control feed	Commercial feed	5% Ripe papaya	10% Ripe papaya	15% Ripe papaya
Average daily growth (g/fish/day)	1.95^{b}	2.51^{a}	1.94^{b}	1.87^{b}	1.96^{b}
Survival rate (%)	93	80	93	93	100

Different letter in the same row indicated significant differences of average values (P<0.05)