

ผลของการเสริมไรรำนางฟ้าไทยชนิดผงต่อความเข้มสีผิวและอัตราการเจริญเติบโต ของลูกปลาแฟนซีคาร์พ

The Effect of Fairy Shrimp (*Branchinella thailandensis*) Powder Supplementation on Skin Color and Growth Rate in Juvenile Fancy Carp (*Cyprinus carpio* Linn.)

จิตรา สิมาวาน*, สมศักดิ์ ระยัน, และโฆษิต ศรีภูธร

Jitra Simawan, Somsak Rayan and Kosit Sreeputhron

สาขาวิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร 47160

* E-mail: jitra203@hotmail.com โทร. 042-771460, 087-2545471

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เพื่อทดสอบผลของการเสริมไรรำนางฟ้าไทยในอาหารปลาชนิดผงต่อความเข้มสีผิวและอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาแฟนซีคาร์พ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 5 ชุดการทดลอง (จำนวน 3 ซ้ำ) ได้แก่ อาหารผสมไรรำนางฟ้าไทยที่ระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ 0, 25, 50, 75 และ 100 มก./อาหาร 1 กก. เริ่มเลี้ยงปลาน้ำหนักเฉลี่ย 0.55 ก./ตัว ทดลองเลี้ยงนาน 90 วัน พบอาหารผสมไรรำนางฟ้าไทยที่ความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ 100 มก./อาหาร 1 กก. ส่งผลทำให้ปลาลูกปลาแฟนซีคาร์พมีความเข้มสีผิวสูงสุด โดยพบค่าสีแดง (14.66 ± 1.77) และค่าสีเหลือง (30.58 ± 1.21) บนผิวหนังของปลาเมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่นๆ ($P < 0.05$) และพบต้นทุนค่าอาหารเท่ากับ 1,844.56 บ./กก. เมื่องดให้กินอาหารทดลองนาน 30 วัน พบลูกปลาแฟนซีคาร์พมีสีผิวซีดลง โดยพบค่าสีแดงลดต่ำลง แต่พบค่าสีเหลืองและค่าความสว่างสีมีแนวโน้มสูงขึ้น อาหารเสริมแคโรทีนอยด์จากไรรำนางฟ้าไทยทุกระดับไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกปลาแฟนซีคาร์พ ($P > 0.05$) ดังนั้น ไรรำนางฟ้าไทยสามารถใช้เป็นแหล่งเพิ่มสารสีส้มแดงในอาหารลูกปลาแฟนซีคาร์พได้ดีที่ระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวม 100 มก./อาหาร 1 กก. แต่การใช้ไรรำนางฟ้าไทยผสมลงในอาหารปลาควรคำนึงถึงต้นทุนการผลิตด้วย

คำสำคัญ: ไรรำนางฟ้าไทย, ความเข้มสีผิว, ลูกปลาแฟนซีคาร์พ, การเจริญเติบโต

Abstract

The objective of this experiment was to study the effect of supplementation of fairy shrimp powder on skin color and the growth rate of juvenile fancy carp (*Cyprinus carpio* Linn.). The experimental design was a completely randomized design (CRD) of 5 treatments (3 replications); supplementation of fairy shrimp powder as carotenoids content 0, 25, 50, 75 and 100 mg/kg of feed. The initial average weight of juvenile fancy carp was 0.55 g/fish and the experimental period was 90 days. The results showed that supplementation of fairy shrimp powder at carotenoid content 100 mg/kg of feed had the highest skin color, the redness value (14.66 ± 1.77) and the yellowness value (30.58 ± 1.21) on fish skin were significantly higher than other treatment ($P < 0.05$) and the feed cost was 1,844.56 baht/kg. Moreover, after a 30-day period refraining from experiment diet, the redness value of juvenile fancy carp was decreased while the yellowness value and the lightness value tended to increase. The supplements of fairy shrimp in diet did not affect on the growth rate and efficiency of

feed utilization of juvenile fancy carp ($P>0.05$). Thus, the fairy shrimp can be used as a color pigment for juvenile fancy carp at level of carotenoids content 100 mg/kg of food, however the cost of production of supplementation of fairy shrimp should also be considered.

Keywords: fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*), skin color, juvenile fancy carp, growth rate

1. บทนำ

ปลาแพนซีคาร์พ (*Cyprinus carpio* Linn.) หรือที่เรียกกันว่า ปลาไนแพนซี เป็นปลาน้ำจืดในกลุ่มปลาตะเพียน (Carp) ปลาแพนซีคาร์พมีลักษณะโดดเด่นเป็นที่ดึงดูดใจในกลุ่มผู้เพาะเลี้ยงปลาสวยงาม เนื่องจากเป็นปลาที่มีความหลากหลายของสีและรูปแบบของสี (Gomelsky *et al.*, 1996) แตกต่างกันอย่างมากกว่า 100 รูปแบบ (Kuroki, 1981; Tamadachi, 1990) ในปัจจุบันธุรกิจปลาสวยงามให้ความสำคัญกับลักษณะสีและความสวยงามของลวดลายของปลาแพนซีคาร์พเป็นอันดับหนึ่ง แต่เมื่อเลี้ยงปลาแพนซีคาร์พได้ในระยะหนึ่งสีของปลาแพนซีคาร์พจะมีสีซีดจางลง (Goodwin, 1984) ซึ่งการแสดงออกของกลุ่มเม็ดสีที่บริเวณผิวหนังของปลาในกลุ่มเม็ดสีเอริโดฟอรัส (Erydophores) จะให้สีส้มและสีแดง และกลุ่มเม็ดสีแซนโทฟอรัส (Xanthophores) จะให้สีเหลือง โดยความเข้มของลวดลายและสีบนตัวปลาส่วนใหญ่มีอิทธิพลมาจากอาหารที่มีส่วนผสมสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์และนำไปให้ปลากินอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ Goodwin (1984) รายงานว่า ปลาไม่สามารถสังเคราะห์สารสีแคโรทีนอยด์ได้เองต้องได้รับจากอาหารที่กินเข้าไป ซึ่งสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่ผสมลงในอาหารสัตว์น้ำ ได้แก่ สารสีในกลุ่ม β -carotene, lutein, Taraxanthin, Astaxanthin, Tunaxanthin, α -, β -doradoxanthins และ Zeaxanthin เป็นต้น (NRC, 1983a; NRC, 1993b) และ Emidio *et al.* (2002) ยังพบว่าแคโรทีนอยด์ส่วนใหญ่ในร่างกายปลาทองประกอบด้วย Astaxanthin, Zeaxanthin และ β -carotene ดังนั้น กลุ่มนักวิจัยจึงนำวัตถุดิบที่มีรงควัตถุสีหลากหลายชนิดมาผสมลงในอาหารให้ปลาสวยงามกินเพื่อเพิ่มเม็ดสีบนตัวปลา (Shahidi *et al.*, 1998; Kalinowski *et al.*, 2005) โดยวัตถุดิบที่ให้สารสีแต่ละชนิดนั้น อาจมาจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีโดยตรงหรือวัตถุดิบที่ให้สารที่มีอยู่ในธรรมชาติ แต่แคโรทีนอยด์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีมีราคาแพงหรืออาจมีข้อจำกัดในการนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้น แหล่งแคโรทีนอยด์ที่ได้มาจากธรรมชาติจึงมีบทบาทในการนำมาทดแทนสารสีสังเคราะห์ในอาหารสัตว์น้ำ โดยพบมีการศึกษาแหล่งสารสีที่ได้จากพืช เช่น การใช้ผงบีทรูท (*Beta vulgaris*) และแครอท *Carantho* (*Daucus carota*) ในอาหารของปลากระดี่แคระ (Baron *et al.*, 2007), การเสริมสาหร่ายสีเขียว (*Chlorella vulgaris* และ *Haematococcus pluvialis*) ในอาหารปลาทองและปลาคาร์พ (Gouveia *et al.*, 2003) และการใช้เปลือกแก้วมังกรในอาหารปลานกแก้ว (นงนุช และคณะ, 2553) เป็นต้น และพบแหล่งสารสีที่ได้จากสัตว์ เช่น การใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสง *Rhodospseudanonas palustris* และจุลินทรีย์ในอาหารปลาแพนซีคาร์พ (Xiangjun *et al.*, 2012) การใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทิ้งจากเปลือกกุ้งและเปลือกปู (Babu *et al.*, 2010) และการใช้ไร่น้ำนางฟ้าสีรินธรในอาหารปลาหมอสีปลาเวอร์ฮอน (Sornsupharap, 2013) เป็นต้น

ไร่น้ำนางฟ้า (Fairy Shrimps) เป็นสัตว์น้ำจืดขนาดเล็กที่มีความสำคัญต่ออาหารสัตว์น้ำ ในปัจจุบันถูกพัฒนานำมาเป็นแหล่งอาหารที่มีชีวิตอีกชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจและกลุ่มผู้เลี้ยงปลาสวยงาม เนื่องจากไร่น้ำนางฟ้ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะในไร่น้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis* sanoamuang, Saengphan and Murugan, 2002) ที่มีลักษณะลำตัวสีส้มแดงตลอดทั้งตัวจึงทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงเท่ากับ 64.94 % และมีไขมัน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 5.07, 8.40 และ 17.96 % ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ อีกทั้งพบสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์สูง 254.41 ± 21.5 มก./ก. (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งประกอบไปด้วย Lutein (1.91%), β -carotene (15.31%), Astaxanthin (65.08%) และ Canthaxanthin (17.69%) ในปริมาณสูง และพบกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายสูงถึง 391.6 มก./ก. (Dararat, 2011; Dararat *et al.*, 2012) โดยสารสีกลุ่มแอสตาแซนทิน (Astaxanthin) และเบต้าแคโรทีน (β -carotene) มีคุณสมบัติช่วยเร่งสีส้ม-แดงบนตัวปลา และเร่งการเจริญเติบโต

ในสัตว์น้ำได้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคโรทีนอยด์รวมที่พบในอาหารมีชีวิตสำหรับการเลี้ยงปลาสวยงาม พบว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร ไร่น้ำนางฟ้าไทย อาร์ทีเมีย และไรแดง มีค่าปริมาณแคโรทีนอยด์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 75.12 ± 1.49 , 66.48 ± 1.57 , 10.69 ± 1.04 และ 7.35 ± 0.43 มก./ก. (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ (ลอศรี และคณะ, 2553) อีกทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย Chinavenmeni and Natesan (2007) ศึกษาโภชนาการของไร่น้ำนางฟ้า *Streptocephalus dichotomus* ในระยะตัวเต็มวัย พบมีโปรตีน 55 %, คาร์โบไฮเดรต 9 %, ไขมัน 19 % และค่าพลังงาน 20 KJ/g. ซึ่งในองค์ประกอบของโปรตีนยังพบกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ได้แก่ Lysine, Methionine, Histidine, Arginine, Isoleucine, Leucine, Valine, Glycine และ Threonine เป็นต้น โดยไร่น้ำนางฟ้า *S. dichotomus* ยังสารสีในกลุ่ม Carotenoids สูง ซึ่งประกอบไปด้วยสารสี Astaxanthin, Canthaxanthin และ β -carotene สูงเช่นกัน

จากความต้องการเพิ่มสีส้มในปลาสวยงาม ถ้าใช้อาหารมีชีวิตที่อยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด ไร่น้ำนางฟ้าไทยจึงเป็นอาหารมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อนำมาเป็นแหล่งให้รงควัตถุสีส้มแดงในอาหารปลาสวยงามได้ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อศึกษาผลของการเสริมไร่น้ำนางฟ้าไทยต่อความเข้มสีผิวและการเจริญเติบโตของลูกปลาแพนซีคาร์ฟ อาจเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำเร่งสีในปลาสวยงาม ลดการใช้สารสีเคมีสังเคราะห์ และสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตอาหารเร่งสีสำหรับปลาแพนซีคาร์ฟในอนาคตได้

2. วิธีการศึกษา

2.1 การเตรียมปลาทดลองและสถานที่ทำการทดลอง

ทำการอนุบาลลูกปลาแพนซีคาร์ฟด้วยอาหารชนิดผงสำเร็จรูปให้ครบ 2 เดือน จากนั้นสุมนำลูกปลาจากบ่ออนุบาลรุ่นเดียวกันที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.55 ก./ตัว ปล่อยปลาทดลองจำนวน 15 ตัว/บ่อ จำนวน 15 บ่อ ขนาดบ่อซีเมนต์เส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. เติมน้ำที่ระดับความลึก 30 ซม. ตรวจสอบคุณภาพน้ำทุกๆ 15 วัน ศึกษาทดลอง ณ สาขาวิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร

2.2 การเตรียมอาหารและอัตราการให้อาหารทดลอง

นำไร่น้ำนางฟ้าไทยอบแห้งที่อุณหภูมิ 65°C และบดละเอียดนำมาสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์รวม และกำหนดระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ในอาหารผงสำเร็จรูปตามเป็น 0 (กลุ่มควบคุม), 25, 50, 75 และ 100 มก./อาหาร 1 กก. หรือผสมไร่น้ำนางฟ้าไทยผงเท่ากับ 0, 142.88, 285.76, 428.64 และ 571.52 ก./อาหาร 1 กก. ตามลำดับ (ระดับโปรตีนในอาหารผงเท่ากับ 40%) บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟลอยด์และเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5°C ผสมอาหารทดลองทุกๆ 15 วัน โดยให้ปลาทดลองกินในอัตรา 3-7 % ของน้ำหนักตัว วันละ 2 มื้อ เวลาเช้า (09.00 น.) และบ่าย (15.00 น.) เก็บอาหารคงเหลือหลังจากให้ปลากินนาน 20 นาที ทดลองนาน 90 วัน หลังจากนั้นให้อาหารทดลองแต่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปทุกบ่อเป็นเวลานาน 30 วัน

2.3 การศึกษาความเข้มของสีผิวและอัตราการเจริญเติบโตของปลา

ทำการสุ่มจับปลาจำนวน 40 % ของปลาทดลอง (6 ตัวต่อบ่อ) เพื่อวัดอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย โดยชั่งน้ำหนัก (ก.) และวัดความยาว (ซม.) ก่อนเริ่มทำการทดลองและหลังการทดลอง เพื่อคำนวณหาค่าความยาวเฉลี่ยเพิ่ม (ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย-ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น) น้ำหนักที่เพิ่มต่อวัน (น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย-น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น / ระยะเวลาในการเลี้ยง ; กรัมต่อวัน) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (ค่า \ln ของน้ำหนักสุดท้าย- ค่า \ln ของน้ำหนักเริ่มต้น $\times 100$ /เวลา; % /วัน) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น/น้ำหนักโปรตีนที่ปลากิน) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (น้ำหนักอาหารที่ให้ปลากินทั้งหมด/น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น) และอัตราการรอดตายของปลาทดลอง (จำนวนปลาที่เหลือรอดครั้งสุดท้าย/จำนวนปลาเริ่มทดลอง $\times 100$)

ทำการวัดค่าสีและความคงตัวของสีก่อนทดลอง (วันที่ 0), สิ้นสุดการทดลอง 90 วัน และหลังหยุดให้อาหาร

ทดลองนาน 30 วัน วิธีการวัดโดยนำปลาทดลองแช่ในสารละลายยาสลับ (น้ำมันกาลพลู 9 มล. : เอทิลแอลกอฮอล์ 95 % ในปริมาตร 90 มล.) เพื่อลดความบอบช้ำ จากนั้นวัดค่าสีบริเวณข้างลำตัวทั้ง 2 ข้าง ด้วยเครื่องวัดสี Hunter lab รุ่น Color Flex model 45°/0° แสดงข้อมูลในระบบ CIE 1976 โดยแสดงเป็นค่า Lightness; L (L หมายถึง ความสว่าง เมื่อ L =100 คือ สีขาว และ L = 0 คือ สีดำ) ค่า Redness; a* (a* หมายถึง ค่าสีแดง เมื่อ a* มีค่าเป็นบวกให้สีแดง และมีค่าเป็นลบให้สีเขียว) และค่า Yellowness; b* (b* หมายถึง ค่าสีเหลือง เมื่อ b* มีค่าเป็นบวกให้สีเหลือง และมีค่าเป็นลบให้สีน้ำเงิน)

2.4 วางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (Completely randomized design : CRD) มี 5 ชุดการทดลอง (จำนวน 3 ซ้ำ) ได้แก่ อาหารปลาสำเร็จรูปชนิดผสมไร่น้ำนางฟ้าไทยที่มีระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวมเท่ากับ 0 (กลุ่มควบคุม) 25, 50, 75 และ 100 มก./อาหาร 1 กก. ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) แบบทางเดียว (One-way analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (SPSS, 1999)

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

3.1 ผลของการเสริมไร่น้ำนางฟ้าไทยชนิดผงในอาหารต่อความเข้มของสีผิวของลูกปลาแพนซีคาร์ฟ

จากการศึกษาสีผิวของลูกปลาแพนซีคาร์ฟก่อนเริ่มให้กินอาหารทดลอง พบค่าความสว่างสี ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองของแพนซีคาร์ฟไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อทดลองให้ลูกปลาแพนซีคาร์ฟกินอาหารผสมไร่น้ำนางฟ้าไทยทุกสูตร นาน 90 วัน พบการเสริมไร่น้ำนางฟ้าไทยเพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าความสว่างสีผิวปลามีแนวโน้มลดต่ำลง ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองเพิ่มสูงขึ้นอย่างแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยอาหารผสมไร่น้ำนางฟ้าไทยระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวม 100 มก./อาหาร 1 กก. ส่งผลทำให้ลูกปลาแพนซีคาร์ฟมีความเข้มของสีผิวสูงสุด ซึ่งพบการแสดงออกของค่าสีแดงและค่าสีเหลืองชัดเจนที่สุด (14.66 ± 1.77 และ 30.58 ± 1.22 ตามลำดับ) และเมื่อความเข้มของสีผิวของลูกปลาแพนซีคาร์ฟสูงขึ้นส่งผลทำให้ค่าความสว่างของสีผิวที่ปรากฏลดต่ำลง (58.16 ± 2.03 และ 58.92 ± 1.57 ตามลำดับ) ดังตารางที่ 1 เมื่อไร่น้ำนางฟ้าไทยมีสารสีแคโรทีนอยด์รวมสูงจึงส่งผลต่อค่าสีส้มแดงบนสีผิวของลูกปลาแพนซีคาร์ฟสูงขึ้น จากการสกัดไร่น้ำนางฟ้าไทยแห้ง 1 ก. พบปริมาณสารสีแคโรทีนอยด์รวมสูงถึง 174.96 มก.ก. โดยปลาได้รับอาหารและดูดซึมสารสีแคโรทีนอยด์ได้บริเวณทางเดินอาหารแล้วนำไปสะสมในเนื้อ ส่งผลทำให้เนื้อปลาและผิวหนังมีความเข้มสีเพิ่มสูงขึ้น (Torrison, 1989) และ Baron *et al.* (2007) พบเมื่อนำสารสี Lucantin pink ที่เป็นส่วนประกอบของสารสี Astaxanthin สังเคราะห์ผสมลงในอาหารปลา Dwarf gourami 100 มก./อาหาร 1 กก. ส่งผลทำให้สีผิวของปลามีค่าสีแดงสูงสุด Dararat (2011) และ Dararat *et al.* (2012) รายงานว่าไร่น้ำนางฟ้าไทยแห้งมีสารแคโรทีนอยด์รวมสูงที่สุด (254.41 ± 21.5 มก.ก./ก.) จึงส่งผลทำให้ปริมาณสารสี Astaxanthin (65.08 ± 6.74 %) และ Lutein (1.91 ± 1.32 %) มีสูงกว่าไร่น้ำนางฟ้าชนิดอื่นๆ เช่นกัน ดังนั้น เมื่อปลาถูกปลาแพนซีคาร์ฟกินอาหารผสมไร่น้ำนางฟ้าไทยที่มีสารสีแดงและสีเหลืองในปริมาณสูงขึ้นไป จึงทำให้ลูกปลาเกิดการแสดงออกของค่าสีแดง และสีเหลืองบนผิวหนังสูงขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งการทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Sornsupharph (2013) ทดลองเลี้ยงปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอนด้วยอาหารผสมไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร 20 % นาน 90 วัน พบปลาหมอสีมีการสะสมแคโรทีนอยด์รวม สารสี Canthaxanthin, Astaxanthin และ β -carotene และเกิดการสร้างสีบริเวณผิวหนังมากที่สุด และเช่นเดียวกับ Choubert *et al.* (2009) พบว่า สีกล้ามเนื้อของปลาได้รับอิทธิพลมาจากอาหารที่แตกต่างกัน ซึ่งเมื่อปลาได้รับอาหารผสมสารสีเป็นเวลา 42 วัน ส่งผลทำให้เนื้อปลามีค่าความสว่างสีลดลงแต่พบค่าสีแดงและสีเหลืองเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม

สารสีแคโรทีนอยด์ที่ผสมอยู่ในอาหารเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดสี แต่ความเป็นจริงการกระจายตัวและความหนาแน่นของเม็ดสีอยู่ภายใต้การควบคุมของพันธุกรรมด้วยเช่นกัน ซึ่งตามปกติลักษณะเม็ดสีบนตัวปลาประกอบด้วยเม็ดสี Melanophores, Xanthophores, Erythrophores, Leucophores และ Iridophores โดยจะแสดงออกมาแบบผสมผสานจนเกิดเป็นสีบนตัวปลา (Fujii, 2000) อย่างไรก็ตาม ยังพบการเสริมแคโรทีนอยด์ที่ไม่มีผลต่อค่าความสว่างสีของปลา Red porgy การเกิดเม็ดสีบนผิวหนังของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังเปลี่ยนแปลงมาจากการได้รับสิ่งกระตุ้นภายนอก เช่น ฮอร์โมน, สีพื้นหลังและการส่องสว่างของแสง เป็นต้น (Rotllant *et al.*, 2003; Kalinowski *et al.*, 2005) ยกตัวอย่างเช่น ปลากะพงแดงออสเตรเลียมีความเข้มของสีผิวสูงขึ้นเมื่อได้รับอิทธิพลจากการเลี้ยงปลาในกระชังทำให้ปลาอยู่ใกล้บริเวณพื้นผิวของน้ำและปลาสามารถสัมผัสแสงแดดได้ดีจึงส่งผลต่อความเข้มของสีเมลานินบนผิวหนังปลาสูงขึ้น (Booth *et al.*, 2010)

เมื่อหยุดให้อาหารทดลองแต่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป (โปรตีน 40 %) นาน 30 วัน พบลูกปลาแฟนซีคาร์พมีแนวโน้มความเข้มค่าสีแดงลดลง แต่ค่าความสว่างสีและค่าสีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มปลาที่ให้อาหารทดลองนาน 90 วัน เนื่องจากปลาได้รับอาหารที่ไม่มีสารแคโรทีนอยด์ในการเร่งสีส้มแดง จึงส่งผลทำให้ปลาหลังงดอาหารทดลองมีสีแดงบนลำตัวซีดลง ส่งผลต่อค่าความสว่างสีและค่าสีเหลืองปรากฏชัดเจนมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังพบความคงตัวของค่าสีแดงและสีเหลืองอยู่ในระดับสูงตามระดับการผสมโรนังนางฟ้าไทยในอาหารที่เพิ่มสูงขึ้น ($P < 0.05$) โดยเมื่ออาหารผสมโรนังนางฟ้าไทยตั้งแต่ระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวม 50-100 มก./อาหาร 1 กก. พบลูกปลาแฟนซีคาร์พมีค่าสีแดงและค่าสีเหลืองคงตัวมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ อรพินท์ และคณะ (2548) พบปลาแฟนซีคาร์พที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์รวม 96.2 และ 103.9 มก./ก. ส่งผลต่อค่าสีแดงบนผิวหนังมากกว่าปลาแฟนซีคาร์พกลุ่มอื่นๆ ($P < 0.05$) และเมื่อหยุดให้อาหารเร่งสีเป็นระยะเวลา 30 วัน ปลาแฟนซีคาร์พยังสามารถรักษาระดับความเข้มของสีแดงได้ดี

Table 1 Skin color of Fancy carp cultured with different total carotenoids level from fairy shrimps in diets for 90 days culture period.

Parameter	Diets (Concentration of total carotenoids from fairy shrimps ; mg./Kg.feed)					P-value
	0	25	50	75	100	
0 day						
L ^{ns}	66.49±1.18	66.92±1.61	66.09±1.41	65.23±1.98	66.13±2.14	0.100
a* ^{ns}	2.33±0.55	2.40±0.93	2.11±0.68	2.51±0.91	2.41±0.78	0.417
b* ^{ns}	13.54±2.22	14.21±3.84	13.77±1.47	14.05±1.26	13.21±2.09	0.554
90 day						
L	61.29 ^a ±1.09	59.84 ^b ±1.20	58.78 ^c ±1.32	57.69 ^d ±1.56	57.47 ^d ±0.95	0.000
a*	7.45 ^e ±0.80	9.76 ^d ±1.26	11.57 ^c ±0.81	13.04 ^b ±0.84	14.66 ^a ±1.77	0.000
b*	27.22 ^b ±1.54	28.17 ^b ±1.34	30.37 ^a ±2.53	30.96 ^a ±1.66	30.58 ^a ±1.22	0.000
After 30 day						
L	62.36 ^a ±2.37	60.57 ^{bc} ±0.05	61.65 ^{ab} ±4.13	60.66 ^{bc} ±1.20	59.92 ^{abc} ±2.10	0.005
a*	6.61 ^d ±1.84	9.07 ^c ±2.33	9.52 ^{bc} ±1.86	10.42 ^{ab} ±3.04	11.44 ^a ±2.08	0.000
b*	27.53 ^b ±2.11	29.82 ^{ab} ±4.03	31.20 ^a ±6.44	31.23 ^a ±4.22	29.48 ^{ab} ±2.59	0.008
Cost of feed ¹ (THB/Kg)	130.00	558.64	987.28	1,415.92	1,844.56	

^{a-d} Means with different letters within a row of each group are significantly different at $P < 0.05$.

ⁿ Means with different letters within a row of each group are no significantly different at $P > 0.05$.

¹ The sum of powder feed cost (130 THB/Kg) and fairy shrimps powder cost (3,000 THB/Kg)

3.2 ผลของการเสริมไร่น้ำนางฟ้าไทยชนิดผงในอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลาลูกปลาแพนซีคาร์ฟ

การนำไร่น้ำนางฟ้าไทยผสมลงในอาหารปลาชนิดผงที่ระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ 0, 25, 50, 75 และ 100 มก./อาหาร 1 กก. อาหารทุกชุดการทดลองไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการรอดตายลูกปลาแพนซีคาร์ฟ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 2 การศึกษาครั้งนี้ พบว่าไร่น้ำนางฟ้าไทยมีโภชนาการสูงแต่ไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญของลูกปลาแพนซีคาร์ฟ โดยเมื่อนำอาหารชนิดผงสำเร็จรูป (โปรตีน $\leq 40\%$ และไขมัน $\leq 5\%$) ผสมกับไร่น้ำนางฟ้าไทยผงในอัตราความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ที่ระดับสูงขึ้น อาจส่งผลทำให้คุณค่าทางโภชนาการจากไร่น้ำนางฟ้าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของไร่น้ำนางฟ้าที่เพิ่มขึ้น โดยลูกปลาแพนซีคาร์ฟที่ได้รับอาหารผสมไร่น้ำนางฟ้าจึงมีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไร่น้ำนางฟ้าไทยในห้องปฏิบัติการ พบไร่น้ำนางฟ้าไทยแห้ง 1 ก. มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 60.87% ไขมัน 11.14% เถ้า 11.41% และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย 10.00% ตามลำดับ Chinavenmeni and Natesan (2007) พบว่า ไร่น้ำนางฟ้า *S. dichotomus* มีโปรตีนและพลังงานสูง มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารมีชีวิตสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ดี โดยสามารถใช้ประโยชน์จากไร่น้ำนางฟ้าได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ไร่น้ำนางฟ้าสด แช่แข็ง แบบแห้งหรือแบบเกล็ด เป็นต้น อีกทั้งปลาแพนซีคาร์ฟที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองยังได้รับโปรตีนที่อยู่ในอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต โดยความต้องการโปรตีนของปลาสวยงามในกลุ่มปลากินทั้งพืชและเนื้ออาจแตกต่างกันได้ เช่น Olvera-Novoa *et al.* (1996) พบว่าปลา Redhead cichlid มีความต้องการโปรตีนเท่ากับ 40.8% และปลาทองมีความต้องการโปรตีนเท่ากับ 30% (Lochmann and Phillips, 1994) เป็นต้น อย่างไรก็ตามยังพบว่าแหล่งสารสีมีชีวิตมีผลต่อการเจริญเติบโตปลาสวยงามเช่นกัน โดย Sornsupharph (2013) พบว่าเมื่อเลี้ยงปลาหมอสี ปลาเวอร์ฮอนด้วยอาหารผสมไร่น้ำนางฟ้าสีรินธ 20% ปลามีการเจริญเติบโตสูงสุด ($424.89 \pm 66.31\%$) เมื่อเทียบกับสูตรอาหารที่ผสมไร่น้ำ 10 และ 30 % เนื่องจากปลามีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของแคโรทีนอยด์ลดลง เมื่อปริมาณไร่น้ำนางฟ้าเพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร และ Xiangjun *et al.* (2012) พบปลาแพนซีคาร์ฟที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Spirulina platensis* 75 ก./อาหาร 1 กก. ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ($WGR = 2.71 \pm 0.12$) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงสุด ($FCR = 1.45 \pm 0.07$) เนื่องจาก *S. platensis* เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญสำหรับอาหารสัตว์ เพราะมีโปรตีนสูงและมีกรดอะมิโน วิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ Tacon (1981); Segner *et al.* (1989) รายงานว่า สารสี Carotenoids มีบทบาทสำคัญต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของปลา เนื่องจากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารและอาจส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของปลาเพิ่มสูงขึ้น (Amar *et al.*, 2001) และสำคัญต่อระบบการสีพันธุอีกด้วย (Miki, 1991) แต่อาหารผสมสารสีสังเคราะห์ Astaxanthin และ Canthaxanthin ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายในปลาแซลมอล Atlantic ขนาดเล็กและวัยรุ่น (Christiansen and Torrisen, 1996) และไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตในปลาเตตร้า *Hyphessobrycon callistus* (Yi-Juan *et al.*, 2006) ดังนั้น ไร่น้ำนางฟ้าไทยสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งเสริมสารสีสังเคราะห์สำหรับปลาสวยงามวัยอ่อนได้ดี

เมื่อทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกบ่อทดลองทุกๆ 15 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับตามเกณฑ์มาตรฐานและไม่เป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 3 อาจเนื่องจากในระหว่างการทดลองมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกๆ 15 วัน จึงส่งผลทำให้ไม่มีของเสียตกค้างกันบ่อและส่งผลทำให้คุณภาพน้ำในระหว่างการทดลองอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงลูกปลาแพนซีคาร์ฟ โดยพบค่าคุณภาพน้ำในระดับปกติที่ปลาสามารถเจริญเติบโตได้ดีอยู่ในช่วงต่างๆ ดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 6.5-9, อุณหภูมิเท่ากับ 25-32°C, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากกว่า 5 mg.O₂/L (ขึ้นอยู่กับปลาแต่ละชนิด), ค่าแอมโมเนียรวม 1.0-1.2 mg./L อันไอออนไนซ์แอมโมเนีย (NH₃) ต่ำกว่า 0.1 mg.-N/L, ค่าความกระด้างรวมอยู่ระหว่าง 20-150 mg.CaCO₃/L และสภาพต่างรวม 20-150 mg.CaCO₃/L

4. สรุปผล

ผลของการเสริมโรนังนางฟ้าไทยในอาหารลูกปลาแพนซีคาร์ฟพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวม 100 มก./อาหาร 1 กก. ส่งผลทำให้ปลาลูกแพนซีคาร์ฟมีค่าความเข้มสีผิวดีที่สุดเนื่องจากเกิดการสะสมสารสีแคโรทีนอยด์ในชั้นผิวหนังของปลา โดยพบค่าสีแดงและค่าสีเหลืองของตัวปลาสูงสุด แต่พบค่าความสว่างสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ตั้งแต่ระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวม 50-100 มก./อาหาร 1 กก. และพบต้นทุนค่าอาหารสูงสุด (1,844.56 บ./กก.) เมื่อเสริมโรนังนางฟ้าที่ระดับเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวม 100 มก./อาหาร 1 กก. และหลังหยุดให้อาหารทดลอง 30 วัน พบลูกปลาแพนซีคาร์ฟทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มสีซีดลง พบค่าความเข้มของสีแดงลดลง แต่ค่าสีเหลืองและความสว่างสีเพิ่มสูงขึ้น ($P<0.05$) อาหารผสมโรนังนางฟ้าไทยทุกชุดการทดลองไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการรอดตายของลูกปลาแพนซีคาร์ฟ ($P>0.05$) ดังนั้น การใช้โรนังนางฟ้าไทยเป็นแหล่งเพิ่มสารสีส้มแดงในอาหารลูกปลาแพนซีคาร์ฟสามารถใช้ได้ดีที่ระดับความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวม 100 มก./อาหาร 1 กก. แต่การเลือกใช้โรนังนางฟ้าไทยเป็นส่วนผสมในอาหารปลาคาร์ฟควรคำนึงถึงต้นทุนค่าอาหารด้วย

Table 2 Growth rate and feed utilization of Fancy carp cultured with different carotenoids level in diets for 90 days culture period.

Parameter	Diets (Concentration of total carotenoids from fairy shrimps ; mg/Kg.feed)					P-value
	0	25	50	75	100	
Initial weight ^{ns} (g)	0.57 ±0.01	0.56±0.02	0.55±0.01	0.54±0.00	0.55±0.01	0.336
Final weigh ^{ns} (g)	3.28±0.30	3.55±0.23	3.33±0.19	3.12±0.20	3.56±0.32	0.251
Length gain ^{ns} (cm)	2.20 ±0.55	2.62±0.04	2.28±0.15	2.34±0.25	2.77±0.22	0.225
Daily weight gain ^{ns} (g/day)	0.43±0.03	0.50±0.04	0.45±0.01	0.43±0.03	0.51±0.05	0.052
Specific growth rate ^{ns} (%/day)	1.46±0.04	1.60±0.11	1.53±0.05	1.49±0.08	1.62±0.09	0.113
Survival rate ^{ns} (%)	97.78±3.85	100.00±0.00	100.00±0.00	97.78±3.85	97.78±3.85	0.737
Feed conversion ratio ^{ns}	3.32±0.40	2.94±0.07	3.16±0.12	3.20±0.31	2.84±0.22	0.199
Protein efficiency ratio ^{ns}	0.76±0.09	0.85±0.02	0.79±0.03	0.78±0.07	0.88±0.07	0.171

^{ns} Means with different letters within a row of each group are no significantly different at $P>0.05$.

Table 3 The average water quality of Fancy carp tanks cultured with different carotenoids level in diets.

Parameter	Level of carotenoids in feed (mg/Kg feed)					P-value
	0	25	50	75	100	
pH ^{ns}	7.20 ±0.35	7.15±0.33	7.31±0.43	7.29±0.49	7.19±0.49	0.371
Temperature ^{ns} (°C)	25.63 ±2.70	25.82±2.28	26.07±2.27	26.06±2.42	25.96±2.08	0.913
Total Ammonia ^{ns} (mg/L)	0.86 ±1.30	0.84±1.32	1.08±1.61	0.84±1.29	0.77±1.16	0.877
Dissolved Oxygen ^{ns} (mgO ₂ /L)	4.69 ±2.24	3.92±1.38	4.24±1.76	4.05±1.56	4.19±1.70	0.689
Hardness ^{ns} (mg/L.CaCO ₃)	112.50±22.36	103.33±12.90	107.14±18.89	107.69±18.77	109.09±20.22	0.840
Alkalinity ^{ns} (mg/L.CaCO ₃)	98.35±11.88	98.35±11.88	98.35±13.63	103.30±8.39	104.42±13.09	0.793

^{ns} Means with different letters within a row of each group are no significantly different at $P>0.05$.

5. คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ผู้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2556

6. เอกสารอ้างอิง

- นงนุช เลาหะวิสุทธิ, ลาพิง พุ่มจันทร์ และสิริพงษ์ วงศ์พรประทีป. 2553. การใช้สารสกัดเบตาเลน จากเปลือกแก้วมังกร เพื่อเร่งการพัฒนาสีผิวในปลาหมอนกแก้ว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 12 (4): 29-36.
- ละออศรี เสนาะเมือง, โฆษิต ศรีภูธร, นันทิตา โทวรรณ, วิภาวี ดารารัตน์ และสุทธนา พลอดสมบูรณ์. 2553. ไร่น้ำนางฟ้า สัตว์เศรษฐกิจในภาคอีสาน และความก้าวหน้าการวิจัย. ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. ในเอกสารประกอบการบรรยาย การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 14, 10-12 ตุลาคม 2553.
- อรพินท์ จินตสถาพร, บัณฑิต ยวงสร้อย, ประเสริฐ สมิตธิวงศ์, G.R. Stoner และ J. Gabaudan. 2548. ระดับเหมาะสมของแคโรทีนอยด์รวมต่อความเข้มสีปลาคาร์ป (*Cyprinus carpio*). การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43: สาขาประมง สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 368-378.
- Amar, E.C., Kiron, V., Satoh, S. and T., Watanabe. 2001. Influence of various dietary synthetic carotenoids on bio-defence mechanisms in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquac Res. 32: 162-163.
- Babu, C.M., Chakrabarti, R. and K.R.S. Sambasivarao. 2008. Enzymatic isolation of carotenoid-protein complex from shrimp head waste and its use as a source of carotenoids. Food Sci. and Technol. 41: 227-235.
- Booth, M.A., Allan, G.L. and Pirozzi, I. 2010. Estimation of digestible protein and energy requirements of yellowtail kingfish *Seriola lalandi* using a factorial approach. Aquac. 307:247-259.
- Baron, M., Davies, S., Alexander, L., Snellgrove, D. and K. A. Sloman. 2007. The effect of dietary pigments on the coloration and behavior of flame-red dwarf gourami, *Colisa lalia*. Anim Behav. 75: 1041-1051.
- Chinavenmeni S. Velu and Natesan Munuswamy. 2007. Composition and nutritional efficacy of adult fairy shrimp *Streptocephalus dichotomus* as live feed. Food Chem. 100(4): 1435-1442.
- Choubert, G., Cravedi, J.P. and Laurentie, M. 2009. Effect of alternate distribution of astaxanthin on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle pigmentation. Aquac. 286: 100-104.
- Christiansen, R. and O.J. Torrissen. 1996. Growth and survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. fed different dietary levels of astaxanthin. Juveniles. Aquac Nutr. 2: 55-62.
- Dararat, W. 2011. Comparative studies on biology, fecundity, biochemical composition and egg storage methods of tree fairy shrimp from Thailand. Ph.D. Thesis. Khon Kaen University, Khon Kaen.

- Dararat, W., Lomthaisong, K. and L. Sanoamuang. 2012. Biochemical composition of three species of fairy shrimps (Branchiopoda: Anostraca) from Thailand. *J. Crustacean Biol.* 32(1): 81-87.
- Emidio Gomes, Jorge Dias, Paula Silva, Luísa Valente, José Empis, Luísa Gouveia, Joanne Bowen and Andrew Young. 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.
- Fujii, R., 2000. The regulation of motile activity in fish chromatophores. *Pigment Cell Research*, 13: 300-319.
- Goodwin TW. 1984. The biochemistry of carotenoids. Vol. II, Chapman, London, UK.
- Gomelsky, B., Cherfas, N.B., Ben-Dom, N., and G. Hulata. 1996. Color inheritance in ornamental (Koi) carp (*Cyprinus carpio* L.) inferred from color variability in normal and gynogenetic progenies. *Aquac.* 48(4): 219–230.
- Goodwin, T. 1984. The Biochemistry of Carotenoids: Volume II Animals. Springer, Netherlands.
- Gouveia L., P. Rema, O. Pereira and J. Empis. 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. *Aquac Nutr.* 9(2): 123–129.
- Kalinowski, C.T., Robaina, L.E., Fernandez-Palacios, H., Schuchardt, D., and M.S. Izquierdo. 2005. Effect of different carotenoid sources and their dietary levels on red porgy (*Pagrus pagrus*) growth and skin colour. *Aquac.* 244: 223–231.
- Kuroki, T., 1981. The Latest “Manual to Nishikigoi”. Shin Nippon Kyoiku Tosho, Japan. 272.
- Lochmann, R.T. and H. Phillips. 1994. Dietary protein requirement of juvenile golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria. *Aquac.* 128: 277-285.
- Miki W. 1991. Biological functions and activities of animal carotenoids. *J. Pure Appl. Chem.* 63: 141-146.
- NRC (National Research Council). 1983a. Nutrient Requirements of Warm Water Fishes and Shellfishes, Revised Ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- NRC (National Research Council). 1993b. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Olvera-Novoa, M.A., Gasca-Leyva, E. and C.A. Martinez-Palacios. 1996. The dietary protein requirements of *Cichlasoma synspilum* Hubbs, 1935 (Pisces:Cichlidae) fry. *Aquac. Res.* 27:167-173.
- Paripatananont, T., Tangtrongpaioj, J., Sailasuta, A. and N. Chansue. 1999. Effect of astaxanthin on the colouring of goldfish *Carassius auratus*. *J. World Aquac Soc.* 30: 454-460.
- Rasool Maleknejad, Mohammad Sudagar and Arezoo Azimi. 2014. Effect of Different Live Foods Source (Culex Larvae, *Chironomus* Larvae and Artemia) on Pigmentation of Electric Yellow (*Labidochromis Caeruleus*). *Int J. of Adv Bio. & Biomed. Res.* 2(4): 1287-1295.
- Rotllant, J., Tort, L., Montero, D., Pavlidis, M., Martinez, M., Wenderlaar Bonga, S.E., and P.H.M. Balm. 2003. Background colour influence on the stress response in cultured red porgy *Pagrus pagrus*. *Aquac.* 223: 129– 139.
- Segner, H., Arend, P., Von Poeppinghaussen, K., and H. Schmidt. 1989. The effect of feeding astaxanthin to *Oreochromis niloticus* and *Colisa labiosa* on the histology of the liver. *Aquac.* 79: 381– 390.
- Shahidi, F., Metusalach, and J.A. Brown. 1998. Carotenoid pigments in sea foods and aquaculture. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 38: 1–67.

- Sornsupharp B. 2013. Utilization of dried fairy shrimp (*Streptocephalus sirindhornae*) as a source of carotenoids for flower horn cichlid. M.S. Thesis. Khon Kean University, Khon Kean.
- Sornsupharp. S, H. U. Dahms and L. Sanoamuang. 2013. Nutrient composition of fairy shrimp (*Streptocephalus sirindhornae*) nauplii as live food and growth performance of giant freshwater prawn postlarvae. *Aquac Nutr.*19: 349-359.
- SPSS Inc. 1999. SPSS Base 10.0 for Windows User's Guide. SPSS Inc., Chicago IL.
- Tacon, A.G.J., 1981. Speculative review of possible carotenoid function in fish. *Prog. Fish-Cult.* 43: 205-208.
- Tamadachi, M., 1990. The Cult of the Koi. T.F.F. Publications, Neptune City. 287.
- Torrissen, O.J. 1989. Pigmentation of salmonids: interaction of astaxanthin and cantaxanthin on pigment deposition in rainbow trout. *Aquac.* 79: 363-374.
- Xiangjun Sun , Yu Chang , Yuantu Ye , Zhihong Ma , Yongjun Liang , Tieliang Li , Na Jiang ,Wei Xing and Lin Luo. 2012. The effect of dietary pigments on the coloration of Japanese ornamental carp (koi, *Cyprinus carpio* L.). *Aquac.* 342-343.
- Yi-Juan Wang, Yew-Hu Chien and Chih-Hung Pan. 2006. Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. *Aquac.* 261: 641-648.