วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 29 (ฉบับที่ 1) มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2567
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 29 (No.1) January – April 2024 บทความวิจัย

สารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าต่อการเร่งสีของปลาซิวข้างขวานเล็ก

Blue Swimming Crab Shells Extracted Carotenoid on Color Inducing of Lambchop Rasbora (*Trigonostigma espei*)

ดลฤดี พิชัยรัตน์, นพรัตน์ มะเห และ วรวุฒิ เกิดปราง*

Donrudee Pichairat, Nopparat Mahae and Worawut Koedprang*

สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ประเทศไทย

Department Aquaculture and Fishery Products, Faculty of Science and Fisheries Technology,
Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus, Thailand

Received : 25 December 2023, Received in revised form : 31 March 2024, Accepted : 31 March 2024

Available online : 9 April 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา : การนำเปลือกของปูม้าซึ่งเป็นเศษเหลือจากอุตสาหกรรมประมงมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าเศษเหลือจากการประมง โดยการสกัดสารแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้า จากนั้นทำการผสมในอาหารเพื่อการกระตุ้นสีของปลาซิวข้างขวานเล็กให้มีสีส้มเข้มขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเร่งสีสังเคราะห์ และเพิ่มมูลค่าของปลาซิวข้างขวานเล็กให้สูงขึ้นก่อนส่งขายสู่ตลาดปลาสวยงาม

วิธีดำเนินการวิจัย : สกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าด้วยเอทานอล และทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการเร่งสีของปลาซิวข้างขวานเล็ก โดยอาหารผสมสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าที่ระดับต่าง ๆ ดังนี้ ปริมาณ 0 (กลุ่มควบคุม), 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมแอสตาแซนทินต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และอาหารสำเร็จรูปผสมแอสตาแซนทินทางการค้า เลี้ยงปลาซิวข้างขวานเล็กเพศผู้ ขนาดความยาวประมาณ 2.50±0.19 เซนติเมตร ในตู้กระจกบรรจุน้ำปริมาตร 10 ลิตร จำนวน 15 ตัวต่อตู้ ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยทำการวัดค่าสีแดง ($+a^*$) ค่าสีเหลือง ($+b^*$) และค่าความสว่าง (L^*) การเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของปลาซิวข้างขวานเล็ก

ผลการวิจัย : ปลาซิวข้างขวานเล็กที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสารสกัดแคโรทีนอยด์ปริมาณ 25, 50 และ 75 มิลลิกรัมแอสตาแซนทิน พบว่าปลามีค่าสีแดง 4.39±0.09, 4.64±0.21 และ 4.53±0.18 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแอสตาแซนทินทางการค้า (4.19±0.17) แต่มากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารกลุ่มควบคุม (2.37±0.21) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดปริมาณ 100 มิลลิกรัมแอสตาแซนทิน มีค่าสีแดง 5.27±0.24 และมากกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ค่าสีเหลืองของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดปริมาณ 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมแอสตาแซนทิน ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสารแอสตาแซนทินทางการค้า แต่จะมีค่าเหลืองมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าไม่มีผลต่อค่าความสว่าง การเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของปลาทุกกลุ่มการทดลอง ($p>0.05$)

สรุปผลการวิจัย : สารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าสามารถเร่งสีแดงและสีเหลืองในปลาซิวข้างขวานเล็กได้ ซึ่งทำให้สีผิวของปลาเข้มขึ้น อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าปูม้าเศษเหลือจากอุตสาหกรรมประมงปูม้าต่อไป

คำสำคัญ : ปลาซิวข้างขวานเล็ก ; เปลือกปูม้า ; แอสตาแซนทิน ; การเร่งสี

Abstract

Background and Objectives : The carotenoid was extracted from blue swimming crab shells, waste from the fisheries industry for utilization and value added. The efficiency of carb shells extracted carotenoid on color inducing of Lambchop rasbora (*Trigonostigma espei* Meinken, 1967) was studied to avoid chemical use, increase the income of a farmer, and value add of Lambchop rasbora before sending to the ornamental fish market.

Methodology : The carotenoid was extracted from blue swimming crab shells by ethanol. The carotenoid concentrations of 0 (control group), 25, 50, 75, and 100 mg astaxanthin per 1 kg of feed were infused into ornamental fish feed. The commercial astaxanthin mixed feed was used for comparison. The 15 adult Lambchop rasbora with 2.50±0.19 cm of total length were stocked in a square aquarium with 10 liters of water with triplication in each group. After four weeks of rearing, redness values (+*a**), yellowness values (+*b**), lightness value (*L**), growth and survival rate were estimated.

Main Results : The fish fed with feed containing crab shells extracted carotenoid 25, 50, and 75 mg astaxanthin per 1 kg presented redness values, 4.39±0.09, 4.64±0.21 and 4.53±0.18, respectively, and no significant difference with the commercial feed group, 4.19±0.17 but different ($p<0.05$) from the control group, 2.37±0.21. While, the redness value of the 100 mg astaxanthin per 1 kg group was 5.27±0.24, and significantly higher than others ($p<0.05$). The yellowness values of 25, 50, 75, and 100 mg astaxanthin per 1 kg, and commercial feed groups were no significant differences ($p>0.05$). However, theirs were significantly different from the control groups. The blue swimming crab shells extracted carotenoid did not affect the lightness value, growth, and survival rate of fish ($p>0.05$).

Conclusions : This study can conclude that blue swimming crab shells extracted carotenoid can induce redness, yellowness and the color intensity of skin of Lambchop rasbora. It has the potential to utilize and value added crab shell waste from the fisheries industry.

Keywords : Lambchop rasbora ; crab shells ; astaxanthin ; color inducing

[*]**Corresponding author. E-mail** : worawut.k@rmutsv.ac.th

บทนำ

ปลาซิวข้างขวานเล็ก (Lambchop rasbora, *Trigonostigma espei* Meinken, 1967) เป็นปลาขนาดเล็กลำตัวยาวประมาณ 2.5-3.5 เซนติเมตร (Akkathaweewat & Pongchawee, 2000) ลักษณะลำตัวแบนข้างสีน้ำตาลอมเขียว บริเวณลำตัวไปถึงหางเป็นสีส้มหรือสีแดงอ่อน ส่วนกลางลำตัวมีแถบสามเหลี่ยมคล้ายรูปขวานสีดำ เพศผู้มีสีที่เข้ม และลำตัวเรียวยาวกว่าเพศเมีย กินอาหารทั้งพืชน้ำ แพลงก์ตอน ไรน้ำ ตัวอ่อนแมลง และอื่น ๆ (Wongkittiveja, 2000) แพร่กระจายตามแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตร้อน ได้แก่ ประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย พบได้ในแม่น้ำลำคลอง แหล่งน้ำตื้น หรือบริเวณป่าพรุ ทางภาคตะวันออก และภาคใต้ โดยเฉพาะในเขตอำเภอย่านตาขาว และอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จะพบปลาชนิดนี้มากที่สุดของประเทศไทย (Kraisurasre & Kraisurasre, 2008) จากลักษณะสีสันสวยงามและแถบรูปขวานที่เป็นเอกลักษณ์ ทำให้ปลาซิวข้างขวานเล็กเป็นที่นิยมในการเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม โดยปลาส่วนใหญ่จะจับปลาจากธรรมชาติ ส่งขายให้กับพ่อค้าคนกลางในราคาไม่สูงมาก ประมาณตัวละ 1-3 บาท แต่เมื่อมีการส่งไปจำหน่ายยังตลาดปลาสวยงาม หรือหรือผู้เลี้ยงปลาสวยงาม ราคาของปลาซิวข้างขวานอาจสูงถึงตัวละ 25 บาท หรือเพิ่มขึ้นอีกหลายเท่าตัว เมื่อส่งไปขายยังต่างประเทศ โดยสายพันธุ์ปลาซิวข้างขวานที่นิยมในต่างประเทศมี 2 สายพันธุ์ คือ ปลาซิวข้างขวานใหญ่และปลาซิวข้างขวานเล็ก ซึ่งประเทศไทยส่งออกปลาซิวข้างขวานประมาณปีละเกือบ 1 ล้านตัว คิดเป็นมูลค่าประมาณ 3.5 ล้านบาทต่อปี ในการเลี้ยงปลาซิวข้างขวานเล็กพบว่าเมื่อเลี้ยงปลาในโรงเพาะฟักไประยะเวลาหนึ่ง รวมถึงปลาที่เพาะพันธุ์จากโรงเพาะฟัก สีแดง-ส้มบริเวณข้างลำตัวไปถึงหางจะไม่ค่อยสดใสเมื่อเทียบกับปลาที่จับได้จากธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากปลาที่เลี้ยงในตู้ปลาจะได้รับเฉพาะอาหารเม็ดสำเร็จรูป โดยไม่ได้รับอาหารชนิดอื่น ๆ เลย ขณะที่ปลาซิวข้างขวานเล็กที่อยู่ในธรรมชาติจะได้กินอาหารที่หลากหลายกว่า ซึ่งอาหารดังกล่าวนอกจากจะมีสารอาหารในการดำรงชีวิต การเจริญเติบโตแล้ว ยังประกอบไปด้วยรงควัตถุชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มของสารแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ที่ทำให้เกิดการสร้างเม็ดสีในตัวปลา แคโรทีนอยด์สามารถพบได้ทั้งในพืชและสัตว์ ซึ่งในพืชสามารถพบได้ในสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) หลายชนิด เช่น สาหร่าย *Haematococcus pluvialis*, *Dunaliella salina*, *Arthospira maxima* และ *Chlorella vulgaris* เป็นต้น และยังพบได้ใน ข้าวโพด ถั่วแอลฟัลฟา (alfalfa) ดอกดาวเรือง และพริกแดง (red peper) รวมถึงยีสต์ *Phaffia rhodozyma* ส่วนในสัตว์พบได้ในสัตว์กลุ่มครัสตาเซียน (crustacean) เช่น กุ้ง เคยและปู (García-Chavarría & Lara-Flores, 2013) เปลือกสัตว์กลุ่มนี้มีรงควัตถุสีแดงในกลุ่มแคโรทีนอยด์ คือ แอสตาแซนทิน (astaxanthin) โดยในขณะที่มีชีวิตแคโรทีนอยด์ในเปลือกของสัตว์น้ำจะจับกับโปรตีนอยู่ในรูปแคโรทีนอโปรตีน (carotenoprotein) หรือ crustacyanin และแคโรทีนอยด์อิสระ (free carotenoid) ทำให้เปลือกมีสีฟ้า เทา เขียวหรือน้ำเงิน เมื่อให้ความร้อนทำให้โปรตีนเสียสภาพและปลดปล่อยแอสตาแซนทิน ทำให้เปลือกเปลี่ยนเป็นสีส้ม-แดง (Wisespongpand *et al*., 2015; Tamtin *et al*., 2014) การใช้แคโรทีนอยด์ในการเพิ่มสีของปลาโดย Gupta *et al*. (2007) รายงานการใช้แคโรทีนอยด์จากแหล่งต่าง ๆ ในการเร่งสีปลา พบว่า ปริมาณแอสตาแซนทินที่เหมาะสมในการเร่งสีปลาทอง (*Carassius auratus*) ประมาณ 36-37 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ขณะที่ในปลาสอดแดง (*Xiphophorus helleri*) และปลาเรนโบว์ (*Pseudomugil furcatus*) ใช้สาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) 1.5-2 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้สาหร่าย *Haematococcus pluvislis* 1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารสามารถเพิ่มสีของปลาได้

ขณะที่บริเวณพื้นที่อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง เป็นแหล่งประมงปูม้า (Blue swimming crab, *Portunus pelagicus* Linnaeus) ที่สำคัญในจังหวัดตรัง ซึ่งนอกจากการจำหน่ายปูม้าในรูปปูสดแล้ว ยังมีการต้มปูม้าเพื่อแกะเนื้อส่งขายร้านอาหาร สร้างรายได้ให้กับกลุ่มชาวบ้านในพื้นที่ โดยเปลือกปูเศษเหลือไม่ได้มีการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ ส่วนใหญ่นำไปใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยสำหรับสวนยางและสวนปาล์ม โดยประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปู จะถูกทิ้งในรูปของเปลือก ซึ่งสามารถนำมาสกัดสารแคโรทีนอยด์ เพื่อเพิ่มมูลค่าและลดมลภาวะในสิ่งแวดล้อม (García-Chavarría & Lara-Flores, 2013) โดย Wisespongpand *et al*. (2015) ศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในเปลือกปูส่วนกระดอง ลำตัว ก้าม และขาเดินที่แยกเนื้อออกแล้ว พบว่าเปลือกปูม้ามีแคโรทีนอยด์ 3.40 ไมโครกรัมต่อกรัม ขณะที่เปลือกปูม้าลาย (*P. gladiator*) มีแคโรทีนอยด์ 3.34 ไมโครกรัมต่อกรัม

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาการใช้แอสตาแซนทินจากเปลือกปูม้าผสมในอาหารเพื่อการกระตุ้นสร้างเม็ดสีของปลาชิวข้างขวานเล็กที่เลี้ยงในโรงเพาะฟัก เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเร่งสีสังเคราะห์ ในการทำให้ปลาชิวข้างขวานเล็กให้มีสีสันเข้มและสวยงามขึ้น สามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้สนใจในการเลี้ยงปลาชิวข้างขวานเพื่อเป็นปลาสวยงาม เป็นการเพิ่มมูลค่าของปลาชิวข้างขวานเล็กให้สูงขึ้นก่อนส่งขายสู่ตลาด ตลอดจนการนำเปลือกปูม้าซึ่งเป็นเศษเหลือจากอุตสาหกรรมประมงมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าเศษเหลือจากการประมงต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

สกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Hamdi *et al*. (2020) โดยนำเปลือกปูม้าต้มส่วนกระดองที่ล้างทำความสะอาดและทำให้แห้ง บดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.85 มิลลิเมตร อัตราส่วนเปลือกปูม้าต่อเอทานอล 1:10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปิดฝาขวดด้วยจุกยางและนำไปสกัดด้วยวิธีการแช่ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 120 ชั่วโมง กรองสารสกัดที่ได้ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 จากนั้นนำสารละลายที่กรองได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยระบบสุญญากาศ (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยให้มีปริมาตรลดลงร้อยละ 95 เก็บสารสกัดเข้มข้นในขวดสีชาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ในรูปของแอสตาแซนทินตามวิธีการของ Sanchez-Camargo *et al*. (2011) โดยการทดลองครั้งนี้สารสกัดแคโรทีนอยด์มีปริมาณแอสตาแซนทิน เท่ากับ 0.0341 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำไปคำนวณปริมาตรสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าและเอทานอลในส่วนผสมอาหารแต่ละสูตร เพื่อให้ได้ปริมาณแอสตาเซนทินตามที่กำหนด (Table 1) นำสารสกัดผสมกับเอทานอลให้เข้ากัน และนำอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ไม่มีส่วนผสมสารแอสตาแซนทิน ในอาหารสูตร 2 ถึง 6 ส่วนอาหารสูตร 1 ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรเร่งสีสำหรับปลาสวยงาม (ยี่ห้อ Optimum ที่ระบุว่ามีการเติมแอสตาแซนทิน แต่ไม่ระบุปริมาณสาร) แช่ในเอทานอลเป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้อาหารดูดซึมสารละลาย นำอาหารกระจายในถาด เข้าตู้ลม (air dryer) ที่อุณหภูมิ 33-34 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิห้อง) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เคลือบผิวอาหารด้วยน้ำมันปลา 0.6 มิลลิลิตร (2 มิลลิลิตรต่ออาหาร 100 กรัม) ให้ทั่ว เก็บอาหารในภาชนะทึบแสง เพื่อนำไปเลี้ยงปลาต่อไป

การศึกษาการเร่งสีปลาชิวข้างขวานเล็กด้วยแอสตาแซนทินจากสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้า โดยแบ่งอาหารออกเป็น 6 ชุดการทดลอง (สูตร) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้ คือ สูตร 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรเร่งสีที่มีส่วนผสม

แอสตาแซนทินแต่ไม่ระบุปริมาณสาร และสูตร 2 ถึงสูตร 6 ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมแอสตาแซนทินจากสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้า ระดับความเข้มข้นของแอสตาแซนทิน 0 (กลุ่มควบคุม), 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ รวบรวมพันธุ์ปลาซิวข้างขวานเล็กจากธรรมชาติ นำมาเลี้ยงในโรงเพาะฟักเพื่อปรับสภาพและเพิ่มการเจริญเติบโตให้ได้ขนาดตามต้องการเป็นเวลา 4 สัปดาห์ คัดเลือกปลาซิวข้างขวานเล็กเพศผู้ ขนาดความยาวประมาณ 2.50 เซนติเมตร คัดแยกปลาจำนวน 270 ตัว ฝึกให้ปลากินอาหารเม็ดสำเร็จรูปกลุ่มควบคุม (สูตร 2) จนคุ้นเคย ปล่อยปลาลงเลี้ยงในตู้กระจกขนาด ขนาด 25x50x30 เซนติเมตร ที่ระดับน้ำ 25 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำประมาณ 10 ลิตร ให้อากาศตลอดเวลา จำนวนตู้ละ 15 ตัว ให้อาหารปลาแต่ละชุดการทดลองวันละ 2 มื้อ เช้าและเย็น โดยให้ปลากินจนอิ่มและไม่เหลือเศษอาหารในตู้ ทำการเลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Table 1 Experimental feeds preparation by infused with blue swimming crab shell extracted carotenoid

Feeds	Astaxanthin (mg kg^{-1})	Ornamental fish feed (g)	Extracted Carotenoid** (ml)	Ethanol 95% (ml)
1	+*	30	0	88
2	0	30	0	88
3	25	30	22	66
4	50	30	44	44
5	75	30	66	22
6	100	30	88	0

*The commercial feed contains astaxanthin without quantity noted.

**The Blue swimming crab shell extracted carotenoid contains 0.0341 mg ml^{-1} of astaxanthin.

การวัดความเข้มสีก่อนและหลังการทดลอง โดยสลบปลาด้วยยาสลบ (น้ำมันกานพลู ความเข้มข้น 15 ppm) ก่อนวัดค่าความเข้มของสีลำตัว จำนวนตู้ละ 10 ตัว โดยวัดบริเวณสีส้มข้างลำตัวด้วยเครื่องวัดสี (3nh; NR100 Colorimeter) โดยใช้ระบบค่าสี CIELAB Scale โดยวัดค่า *a** (*+a** คือค่าสีแดง และ *-a** คือค่าสีเขียว) ค่า *b** (*+b** คือค่าสีเหลือง และ *-b** คือค่าสีน้ำเงิน) และ *L** (ค่าความสว่าง) ชั่งน้ำหนักปลา และนับจำนวนปลาแต่ละตู้เพื่อคำนวณอัตรารอดตายของปลาแต่ละชุดการทดลอง นำข้อมูลค่าสีค่าสีแดง-สีเขียว ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน ค่าความสว่าง น้ำหนัก และอัตรารอดตายของปลาแต่ละชุดการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way Analysis of Variance; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบพหุคูณด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาอนุญาตใช้สัตว์ทดลองในการวิจัยจากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ใบรับรองเลขที่ IAC 13-06-65 และผู้วิจัยได้รับอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ เลขที่ใบอนุญาต U1-00294-2558

ผลการวิจัย

ปลาชิวข้างขวานเล็กแต่ละชุดการทดลอง เมื่อเริ่มทดลองมีค่าสีแดงเฉลี่ย (+*a**) ระหว่าง 1.57-1.96 ค่าสีเหลืองเฉลี่ย (+*b**) ระหว่าง 1.32-1.71 ค่าความสว่างเฉลี่ย (*L**) ระหว่าง 24.40-29.10 น้ำหนักเฉลี่ยระหว่าง 0.168-0.171 กรัม และความยาวเฉลี่ยระหว่าง 2.53-2.65 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าปลาชิวข้างขวานเล็กที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแอสตาแซนทินจากสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าปริมาณ 25, 50 และ 75 มิลลิกรัม (สูตร 3, 4 และ 5 ตามลำดับ) มีค่าสีแดง (+*a**) 4.39±0.09, 4.64±0.21 และ 4.53±0.18 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแอสตาแซนทินทางการค้า (สูตร 1) ที่มีค่าสีแดง 4.19±0.17 และทั้ง 4 สูตร มีค่าสีแดงมากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ผสมแอสตาแซนทินสูตร 2 หรือกลุ่มควบคุมที่มีค่าสีแดง 2.37±0.21 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแอสตาแซนทินจากสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าปริมาณ 100 มิลลิกรัม (สูตร 6) มีค่าสีแดง 5.27±0.24 ซึ่งมากกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2)

ค่าสีเหลือง (+*b**) ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแอสตาแซนทินจากสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าปริมาณ 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัม (สูตร 3 ถึงสูตร 6) และปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมแอสตาแซนทินทางการค้า (สูตร 1) มีค่าสีเหลือง 3.38±0.45, 3.17±0.33, 3.58±0.14, 4.12±0.05 และ 3.61±0.34 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ทุกกลุ่มมีค่าเหลืองมากกว่ากลุ่มควบคุม ที่มีค่าสีเหลือง 2.42±0.27 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2) และสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (*L**) โดยมีค่าระหว่าง 26.62-30.60 และไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของปลาทุกกลุ่มการทดลองเช่นเดียวกัน (Table 3)

Table 2 Mean values (±SE) of redness, yellowness, and lightness of Lambchop rasbora fed with feed containing different concentration of astaxanthin from blue swimming crab shell extracted carotenoid for 4 weeks

Feeds*	Redness value (+*a**)	Yellowness value (+*b**)	Lightness Value (*L**)
1	4.19±0.17 ^{b}	3.61±0.34 ^{a}	29.42±0.82
2	2.37±0.21 ^{c}	2.42±0.27 ^{b}	27.43±1.93
3	4.39±0.09 ^{b}	3.38±0.45 ^{a}	30.60±1.66
4	4.64±0.21 ^{b}	3.17±0.33 ^{a}	27.98±0.26
5	4.53±0.18 ^{b}	3.58±0.14 ^{a}	26.62±1.71
6	5.27±0.24 ^{a}	4.12±0.05 ^{a}	26.78±1.68

*Feed No.1 is a commercial feed containing astaxanthin without quantity noted, and 2 to 6 are feeds containing 0, 25, 50, 75, and 100 mg astaxanthin per 1 kg of feed.

The Values in the same column with different superscript letters present significantly different ($p<0.05$).

Table 3 Mean body weight and survival rate (±SE) of Lambchop rasbora fed with feed containing different concentration of astaxanthin from blue swimming crab shell extracted carotenoid for 4 weeks

Feeds*	Weight (g)	Survival rate (%)
1	0.244±0.007	90.00±0.00
2	0.221±0.016	86.67±3.33
3	0.225±0.007	96.67±3.33
4	0.222±0.008	90.00±0.00
5	0.235±0.031	86.67±6.67
6	0.218±0.009	95.00±5.00

*Feed No.1 is a commercial feed containing astaxanthin without quantity noted, and 2 to 6 are feeds containing 0, 25, 50, 75, and 100 mg astaxanthin per 1 kg of feed.

The Values in the same column with different superscript letters present significantly different ($p<0.05$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาการเร่งสีปลาซิวข้างขวานเล็กด้วยสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าที่มีปริมาณแอสตาแซนทินเท่ากับ 0.0341 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูป 0, 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมแอสตาแซนทินต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า อาหารสำเร็จรูปที่ผสมแอสตาแซนทินทุกสูตร (สูตร 1 และสูตร 3 ถึง 6) สามารถทำให้ปลาซิวข้างขวานเล็กมีค่าสีแดง (+*a**) และค่าสีเหลือง (+*b**) สูงกว่าอาหารสำเร็จรูปที่ไม่ผสมสารสกัด (สูตร 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่อาหารสำเร็จรูปที่ผสมแอสตาแซนทินจากสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้า 100 มิลลิกรัมแอสตาแซนทิน มีค่าสีแดง (+*a**) มากที่สุด และแตกต่างจากทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าแอสตาแซนทินที่มีอยู่ในสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้า ในการศึกษาครั้งนี้สามารถเร่งสีปลาซิวข้างขวานเล็กได้แม้จะใช้ปริมาณของสารแอสตาแซนทินเพียง 25 มิลลิกรัมแอสตาแซนทินต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ขณะที่ Chankaew *et al*. (2020) ใช้สารสกัดแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายสีแดงน้ำจืดชนิด *Caloglossa beccarii* De Toni ปริมาณ 15, 30, 60 และ 120 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ไม่สามารถเร่งสีในปลาซิวข้างขวานเล็กได้ โดยพบว่าในสาหร่ายดังกล่าวมีสารแคโรทีนอยด์ในกลุ่มแซนโทฟิลล์ ประกอบด้วย ซีแซนทิน และลูทีน แต่ไม่พบแอสตาแซนทิน ขณะที่สารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้ามีแอสตาแซนทินเป็นส่วนประกอบ แสดงให้เห็นว่าปลาซิวข้างขวานเล็กสามารถใช้แอสตาแซนทิน ซึ่งอยู่ในกลุ่มแซนโทฟิลล์เช่นเดียวกับซีแซนทินและลูทีน ในการสร้างสีแดงและสีเหลืองได้ดีกว่า เช่นเดียวกับ Hamrang *et al*. (2019) รายงานการผสมแอสตาแซนทิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมในการเลี้ยงปลาออสการ์ *Astronotus ocellatus* เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าสีแดงและเหลืองของปลาที่กินอาหารผสมแอสตาแซนทินมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม และ Samranrat *et al*. (2011) ทดลองผสมแอสตาแซนทินในอาหารปลาการ์ตูนส้มขาว พบว่าปลาที่กินอาหารผสมแอสตาแซนทิน 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าสีแดงสูงกว่าปลากลุ่มควบคุมในสัปดาห์ที่ 2 ขณะที่ปลาที่กิน

อาหารผสมแอสตาแซนทิน 50, 100 และ 150 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าสีแดงสูงกว่าปลากลุ่มควบคุมในสัปดาห์ที่ 8 Torrisen *et al*. (1989) กล่าวว่าส่วนใหญ่ปลามีความสามารถในการดูดซึมและสะสมแอสตาแซนทินได้ดีกว่าสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ชนิดอื่น ๆ และปลาหลายชนิดสามารถสะสมแอสตาแซนทินและสร้างสีแดงและสีเหลืองบนลำตัว เช่น ปลาการ์ตูนแดง *Premnas biaculeatus* (Somranrat & Jaritkhuan, 2019) ปลาหมอลูกผสม *Cichlasoma* sp. (Rodloy *et al*., 2018) และ ปลาหมอแรมแดง jewel cichlidz; *Hemichromis bimaculatus* (Mirzaee *et al*., 2013) ปลาทอง *Carassius auratus* และปลาสอดแดง *Xiphophorus helleri* (Gupta *et al*., 2007) เป็นต้น นอกจากนี้ Mirzaee *et al*. (2013) แสดงความคิดเห็นว่า ปลาแต่ละชนิดมีความสามารถในการสะสมสารแคโรทีนอยด์แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสามารถในการย่อย และการดูดซึม ประสิทธิภาพในการขนส่ง เมตาบอลิซึม กลไกการสะสมสารในเนื้อเยื่อต่าง ๆ และอัตราการขับถ่ายที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามนอกจากแอสตาแซนทิน อาจมีสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ชนิดอื่น ๆ ในสารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าที่ไม่ได้ศึกษาในครั้งนี้ที่มีผลต่อการเพิ่มสีแดงและสีเหลืองของปลาซิวข้างขวานเล็กด้วยเช่นกัน ดังที่ Takashi (2011) รายงานว่านอกจากแอสตาแซนทิน ยังสามารถพบ adonixanthin และ 3-hydroxyechinenone ในสัตว์กลุ่มครัสตาเซียน และพบ 2,3'-dihydroxycanthaxanthin ในปู hermit crab *Paralithodes brevipes* และ 2,3-dihydroserythrin ในกุ้ง crawfish *Procambarus clarkii* ในการศึกษาครั้งนี้แสดงถึงศักยภาพในการนำเปลือกปูม้าเศษเหลือจากอุตสาหกรรมประมงปูม้ามาเพิ่มมูลค่าโดยการสกัดสารแคโรทีนอยด์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและด้านอื่น ๆ ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดแคโรทีนอยด์จากเปลือกปูม้าซึ่งประกอบด้วยแอสตาแซนทินสามารถเร่งสีแดงและสีเหลืองของปลาซิวข้างขวานเล็กได้ โดยผสมในอาหารปริมาณ 100 มิลลิกรัมแอสตาแซนทินต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ให้ปลากินติดต่อกันอย่างน้อย 4 สัปดาห์ สามารถส่งผลทำให้ปลาซิวข้างขวานเล็กมีค่าสีแดงและสีเหลืองมากที่สุด แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและอาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรเร่งสีที่มีส่วนผสมของแอสตาแซนทิน โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของปลา

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปี พ.ศ. 2565 ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ในการสนับสนุนทุนวิจัย รวมทั้งอุปกรณ์และสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ นักศึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหารและสาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ที่ให้การสนับสนุนต่าง ๆ จนกระทั่งการวิจัยสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงให้บทความวิจัยนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Akkathaweewat, S., & Pongchawee, K. (2000). *Taxonomy of Ornamental Fishes for Export of Thailand*. Department of fisheries, Ministry of Agriculture and Co-operative. (in Thai)

Chankaew, S., Wanna, J., Penprapai, P., & Chankaew, W. (2020). Potential of Carotenoid from Freshwater Red Alga, *Caloglossa beccarii* DeToni on Color Enhancement in Harleguin Rasbora (*Trigonostigma espei*) and Blue Danio (*Davario regina*). *Princess of Naradhiwas University Journal*, *12*(2), 241-258. (in Thai)

García-Chavarría, M., & Lara-Flores, M. (2013). The use of carotenoid in aquaculture. *Research Journal Fisheries and Hydrobiology*, *8*(2), 38-49.

Gupta, S.K., Jha, A.K., Pal, A.K., & Venkateshwarlu, G. (2007). Use of natural carotenoids for pigmentation in fishes. *Natural Product Radiance*, *6*(1), 46-49.

Hamdi, M., Nasri, R., Dridi, N., Moussa, H., Ashour, L., & Nasri, M. (2020). Development of novel high-selective extraction approach of carotenoproteins from blue crab (*Portunus segnis*) shells, contribution to the qualitative analysis of bioactive compounds by HR-ESI-MS. *Food Chemistry*, *302,* 125-344.

Hamrang, O.A., Bahri, A., Khara, H., & Mohammadizadeh, F. (2019). The effects of lucantin red, yellow and astaxanthin on growth, hematological, immunological parameters and coloration in the Tiger Oscar (*Astronotus ocellatus* Agassiz, 1831). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *18*(4),798-811.

Kraisurasre, S., & Kraisurasre, A. (2008). *Breeding of Trigonostigma espei on different material spawning*. Bangkok: Department of Fisheries. (in Thai)

Mirzaee, S., Mohammad Beygi, M., Nekoubinand, H., & Shabani, A. (2013). Effect of placement carrot (*Daucus carota*) and red pepper (*Capsicum annuum*) in diets on coloration of Jewel Cichlid (*Hemichromis bimaculatus*). *World Journal of Fish and Marine Sci*ences, *5*(4), 445-448.

Rodloy, A., Invichien, N., Tebsun, K., Jintasataporn, J., & Phosa, R. (2018). *The Effect of Spirulina platensis and Astaxanthin on Color and Growth of Crossbreed Cichlid (Cichlasoma sp.)*. Bangkok: Department of Fisheries. (in Thai)

Sanchez-Camargo, A.P., Meireles, M.A.A, Lopes, B.L.F., & Cabral, F.A. (2011). Proximate composition and extraction of carotenoids and lipids from Brazilian redspotted shrimp waste (*Farfantepenaeus paulensis*). *Journal of Food Engineering*, *102*(1), 87-93.

Samranrat, N., & Jaritkhuan, S. (2019). Effects of different carotenoids on growth and pigmentation of Spine-cheek anemonefish (*Premnas biaculeatus* Bloch, 1790). *Princess of Naradhiwas University Journal*, *11*(1), 135-148. (in Thai)

Samranrat, N., Tamtin, M., Thongrod, S., & Chaikul, S.L. (2011). *Concentration of dietary astaxanthin on coloration of False percula clownfish (Amphiprion ocellaris Cuvier, 1830)*. Bangkok: Department of Fisheries. (in Thai)

Tamtin, M., Samranrat, N., & Kademuan, K. (2014). *Effect of dietary pigment sources on growth, survival rate, moulting and carotenoids profile of blue swimming crab (Portunus pelagicus, Linnaeus 1758)*. Bangkok: Department of Fisheries. (in Thai)

Takashi, M. (2011). Carotenoids in Marine Animals. *Marine. Drugs*, *9*, 278-293.

Torrisen, O.J., Hardy, R.W., & Shearer, K.D. (1989). Pigmentation of salmonids-carotenoid deposition and metabolism. *Aquatic Sci*ences, *1*(2), 209-225.

Wisespongpand, P., Eamsa-ard, D., Vareevanich, D., & Khaodon, K. (2015). Carotenoids form shells of wasted crab caught by bottom gill net. In *Proceedings The 53rd Kasetsart University Annual Conference*. (pp 1342-1349). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

Wongkittiveja, S. (2000). *Freshwater Fishes of Thailand*. Bangkok: AM Supply Co., Ltd. (in Thai)