การใช้ประโยชน์ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็งเป็นแหล่งแคโรทีนอยด์สำหรับกุ้งสีเครย์ฟิช

The Utilization of Frozen Fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*) as a Carotenoid Source for Crayfish

สายรุ้ง สอนสุภาพ และบรรเจิด สอนสุภาพ

Sairung Sornsupharp and Bancherd Sornsupharp

สาขาวิชาประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Department of Fisheries, Faculty of Agricultural Technology, Buriram Rajabhat University

E-mail: sornsupharp_s@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณแคโรทีนอยด์ในกุ้งสีเครย์ฟิช โดยใช้อาหารทดลอง 4 สูตร ได้แก่ อาหารเม็ดสำเร็จรูป ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง หนอนแดงแช่แข็ง และไรแดงแช่แข็ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ เลี้ยงกุ้งสีเครย์ฟิชเป็นระยะเวลา 60 วัน โดยใช้กุ้งสีเครย์ฟิชที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 4.39±0.01 กรัม ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของกุ้งสีเครย์ฟิช ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งสีเครย์ฟิชที่กินอาหาร ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง อาหารเม็ดสำเร็จรูป หนอนแดงแช่แข็งและไรแดงแช่แข็ง เท่ากับ 5.07±0.50, 4.91±0.14, 4.87±0.30, และ 4.70±0.53 กรัม ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 1.27±0.08, 1.25±0.03, 1.24±0.05 และ 1.21±0.12 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารทดลองและในตัวกุ้งสีเครย์ฟิช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคโรทีนอยด์ในไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง หนอนแดงแช่แข็ง อาหารเม็ดสำเร็จรูป ไรแดงแช่แข็ง มีค่าเท่ากับ 178.36±18.75, 128.34±25.80, 39.88±19.11, 36.36±6.94 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งสีเครย์ฟิชที่กินไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง หนอนแดงแช่แข็ง อาหารเม็ดสำเร็จรูป และไรแดงแช่แข็ง มีค่าเท่ากับ 33.08±3.04, 31.16±6.81, 23.42±3.71, 17.2±2.48 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ องค์ประกอบของสารอาหารในไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง พบว่า มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน เฉลี่ยเท่ากับ 63.83±0.59, 13.39±1.42, 4.27±0.73 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง จากผลการศึกษาในครั้งนี้บ่งชี้ว่าสามารถใช้ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง เป็นอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและเป็นแหล่งแคโรทีนอยด์สำหรับกุ้งสีเครย์ฟิช

คำสำคัญ: กุ้งสีเครย์ฟิช การเจริญเติบโต แคโรทีนอยด์ อาหารแช่แข็ง

Abstract

The objective of this study was to compare the effects of frozen Fairy shrimp *(Branchinella thailandensis)* on growth performance and carotenoid composition in Crayfish. Four feeds such as commercial food, frozen Fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*), frozen Midge (*Chironomus* sp.) and frozen Water flea (*Moina* sp.) were investigated. Completely Randomized Design (CRD) with 3 replications was designated for 60 days. Crayfish average initial weight was 4.39±0.01 grams. The results found that growth performance of Crayfish were not significant. The weight gain of Crayfish fed with frozen Fairy shrimp, commercial food, frozen Midge and frozen Water flea were 5.07±0.50, 4.91±0.14, 4.87±0.38, and 4.70±0.53, grams, respectively. The specific growth rates were 1.27±0.08, 1.25±0.03, 1.24±0.01, and 1.21±0.12 % day^{-1}, respectively. There were significant differences ($p< 0.05$) in carotenoid contents of experimental feeds and Crayfish whole body. The carotenoid contents in frozen Fairy shrimp, frozen Midge, commercial food, and frozen Water flea were 178.36±18.75, 128.34±25.80, 39.88±19.11, and 36.36±6.94 µg g^{-1} dry diet, respectively. Carotenoid contents in Crayfish whole body were took with frozen Fairy shrimp, frozen Midge, commercial food, and frozen Water flea were 33.08±3.04, 31.16±6.81, 23.42±3.71, and 17.2±2.48 µg g^{-1} dry diet, respectively. The nutritional composition revealed that frozen Fairy shrimp had protein; lipid and carbohydrate content were 54.55±0.63, 13.39±1.42, 4.27±0.73 % dry diet, respectively. The present studies suggest that frozen Fairy shrimp can be used as a nutritionally adequate food for growth performance and carotenoid source in Crayfish.

Keywords: Crayfish, growth performance, carotenoid, frozen food

บทนำ

การเลี้ยงกุ้งสีสวยงามเครย์ฟิช เป็นงานอดิเรกที่ได้รับความนิยมแพร่หลายกว้างขวางไปทั่วโลก ทำให้ธุรกิจการค้ากุ้งสีสวยงามมีความสำคัญและเพิ่มมูลค่าการค้าในตลาดมากขึ้น ทั่วโลกมีการเลี้ยงกุ้งสีสวยงามมานานหลายสิบปี เนื่องจากกุ้งมีสีที่สวยงาม ทำให้เพลิดเพลินในการเลี้ยงและมีหลายชนิดให้เลือกเลี้ยง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชนิด *Procambarus clarkii* ที่มีรูปร่างดูบึกบึน แข็งแกร่ง มีสีสันสวยงาม ต่อมามีการพัฒนาสายพันธุ์จากเดิมที่มีสี

แดงตามธรรมชาติ มามีสีที่หลากหลายเพิ่มขึ้น เช่น สีฟ้า สีน้ำเงิน สีขาว และสีส้ม เป็นต้น สำหรับในประเทศไทย กุ้งสีสวยงามเลี้ยงกันมานานไม่ต่ำกว่า 20 ปี ในชื่อของ กุ้งแดง หรือ กุ้งญี่ปุ่น หรือมีชื่อเรียกแตกต่างกัน เช่น ไบร์ออเรนจ์ อิเล็คทริคบลู กุ้งฟ้า และสโนว์ไวท์ เป็นต้น

การเลี้ยงกุ้งสีสวยงามจะมีการเร่งสีกุ้ง เพื่อให้กุ้งมีสีสันที่สวยสดและจำหน่ายได้ในราคาที่สูงขึ้น การเร่งสีในตัวกุ้งอาจทำได้โดยการใช้สารสีผสมในสูตรอาหารกุ้ง เช่น การผสม carotenoid (zeaxanthin, lutein canthaxanthin และ astaxanthin) บริสุทธิ์ลงในอาหารประมาณ 1-4 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ความเข้มของสีกุ้งเหล่านี้ดีขึ้น แต่แคโรทีนอยด์ส่วนใหญ่ที่ใช้ เป็นแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ ซึ่งมีราคาแพงและต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ จึงมีการนำเอาวัตถุดิบจากธรรมชาติมาใช้แทนสารสีสังเคราะห์ โดยแคโรทีนอยด์ที่มีอยู่ในธรรมชาตินั้นพบได้ทั้งในพืชและสัตว์ เช่น ในกลีบดอกดาวเรือง สาหร่ายสไปรูไลน่า (D'Abramo, 1983) และที่พบในสัตว์น้ำ เช่น ในหยดไขมันของ โคพีพอด และ *Daphnia* (Fox, 1976) กุ้งทะเล หอยเม่น ปลิงทะเล และรวมทั้งไรน้ำนางฟ้า (Murugan *et al.*, 1995; นุกูล และคณะ, 2549) ไรน้ำนางฟ้าเป็นสัตว์น้ำจืดขนาดเล็ก ที่สามารถนำมาเป็นอาหารเลี้ยงกุ้งสีสวยงามได้ และทำให้กุ้งสีสวยงามมีสีสันที่สดใส ซึ่งไรน้ำนางฟ้าที่พบในประเทศไทยนั้นมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ไรน้ำนางฟ้าสิรินธร ไรน้ำนางฟ้าไทย และ ไรน้ำนางฟ้าสยาม โดยที่ไรน้ำนางฟ้าทั้งสามชนิดจะพบแพร่กระจายอยู่ตามแหล่งน้ำนิ่งในธรรมชาติ และสามารถนำไรน้ำนางฟ้าไทยและไรน้ำนางฟ้าสิรินธรมาเพาะเลี้ยง ตลอดจนเก็บรักษาไข่ และพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ได้ (นุกูล และคณะ, 2549) จากการศึกษาคุณค่าทางอาหารของไรน้ำนางฟ้าไทย พบว่ามีโปรตีน 64.94 เปอร์เซ็นต์ (นุกูล และละออศรี, 2547) อาร์ทีเมียตัวเต็มวัยน้ำหนักแห้งที่มีโปรตีน 56.4 เปอร์เซ็นต์ (อนันต์ และคณะ, 2536) ไรแดง *Moina macrocopa* มีโปรตีน 74.09 เปอร์เซ็นต์ (กรมประมง, 2549) และหนอนแดง มี โปรตีน 61.53 เปอร์เซ็นต์ (นุกูล, 2555) และจากการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) ในไรน้ำนางฟ้าสิรินธรพบ Lysine มากที่สุด 9.61 เปอร์เซ็นต์ และไรน้ำนางฟ้าไทยพบ Methionine มากที่สุด 15.27 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นไรน้ำนางฟ้ายังมี β-carotene และ astaxanthin เป็นสารหลักในรงควัตถุแคโรทีนอยด์เป็นจำนวนมาก ทำให้ไรน้ำนางฟ้ามีศักยภาพที่จะนำมาผลิตเป็นอาหาร ของสัตว์น้ำสวยงามราคาแพงได้เป็นอย่างดี รวมถึงสัตว์น้ำเศรษฐกิจอื่น ๆ เช่น การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ กุ้งก้ามกราม และกุ้งขาวแวนาไม (ละออศรี, 2541; นุกูล และคณะ, 2549) นอกจากไรน้ำนางฟ้าจะถูกนำมาเป็นอาหารเพื่อเลี้ยงสัตว์น้ำแล้วยังใช้เป็นสัตว์ทดลองในการศึกษาด้านพิษวิทยา (Toxicology) ใช้บำบัดน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำและโรงงานแปรรูปสินค้าเกษตร (Dumont และ Munuswamy, 1997)

จากคุณสมบัติและข้อดีของไรน้ำนางฟ้าที่มีสารประกอบแคโรทีนอยด์และโปรตีนสูง จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้ทดลอง เพื่อพัฒนาเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง ไรแดงแช่แข็ง และหนอนแดงแช่แข็ง เพื่อเร่งสีให้เกิดความสวยงามและทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งสีเครย์ฟิช มีการเจริญเติบโตที่ดี เทียบเท่ากับอาหาร

กุ้งสีเครย์ฟิชที่ผลิตและจำหน่ายเป็นการค้า จึงดำเนินการศึกษาทดลองในครั้งนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหาร และปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในตัวของกุ้งสีเครย์ฟิช

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของอาหารกุ้งสีเครย์ฟิชชนิดเม็ดสำเร็จรูป ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง หนอนแดงแช่แข็ง และ ไรแดงแช่แข็ง ต่อการเจริญเติบโตของกุ้งสีเครย์ฟิช

2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารกุ้งสีเครย์ฟิชชนิดเม็ดสำเร็จรูป ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง หนอนแดงแช่แข็ง และไรแดงแช่แข็ง และการสะสมแคโรทีนอยด์ในตัวของกุ้งสีเครย์ฟิช

วิธีการ

เลี้ยงกุ้งสีเครย์ฟิช 60 วัน ที่สาขาวิชาประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยใช้อาหาร 4 ชนิด ได้แก่ ชนิดที่ 1 อาหารสำเร็จรูปทางการค้า (ชุดควบคุม) ชนิดที่ 2 ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง ชนิดที่ 3 หนอนแดงแช่แข็ง และชนิดที่ 4 ไรแดงแช่แข็ง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ กุ้งสีเครย์ฟิชที่ใช้เริ่มต้นน้ำหนักเฉลี่ย 4.39±0.007 กรัม จำนวน 36 ตัว อัตราการให้อาหาร 10 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัวทั้งหมด ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น และเวลา 16.30 น เปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 5 วัน ในระดับน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำทั้งหมด

ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดกุ้งเครย์ฟิช ทุก 15 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลไปวิเคราะห์พารามิเตอร์การเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ เปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้วิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่

การศึกษาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

= น้ำหนักสุดท้าย - น้ำหนักเริ่มต้น

การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(Specific Growth Rate)

= <u>ค่า ln น้ำหนักสุดท้าย – ค่า ln น้ำหนักเริ่มต้น</u> × 100

จำนวนวันที่ทดลองเลี้ยง

การศึกษาอัตราการรอด (Survival Rate)

$$= \frac{\text{จำนวนกุ้งที่เหลือ}}{\text{จำนวนกุ้งเมื่อเริ่มทำการทดลอง}} \times 100$$

การวิเคราะห์องประกอบของสารอาหาร ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น เยื่อใยและเถ้า ดำเนินการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ของ AOAC, 1995

การวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารทดลองและในกุ้งสีเครย์ฟิชหลังสิ้นสุดการทดลองจะดำเนินการตามวิธีการของ Britton (1995) โดยใช้อะซีโตนเป็นสารสกัดเริ่มต้น

นำสารสกัดแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้จากกุ้งสีเครย์ฟิช ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 450 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (T60 UV Visible, PG Instruments Limited)

ผลการวิจัย

ผลของการเจริญเติบโตของกุ้งสีเครย์ฟิชที่ระยะเวลา 60 วัน

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต ของกุ้งสีเครย์ฟิชที่ได้รับอาหารทดลอง 4 ชนิด ได้แก่ อาหารเม็ดสำเร็จรูป ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง หนอนแดงแช่แข็ง และไรแดงแช่แข็ง พบว่าพารามิเตอร์การเจริญเติบโตทั้งหมด ไม่มีความแตกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ากุ้งสีเครย์ฟิชที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูป มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.39±0.17 กรัม น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 9.31±0.25 กรัม น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.91±0.14 กรัม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 1.25±0.03 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ กุ้งสีเครย์ฟิชที่กินไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.38±0.15 กรัม น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 9.45±0.59 กรัม น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.07±0.50 กรัม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 1.27±0.08 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ กุ้งสีเครย์ฟิชที่กินหนอนแดงแช่แข็ง มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.40±0.24

กรัม น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 9.27±0.55 กรัม น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.87±0.30 กรัม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 1.24±0.01 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ กุ้งสีเครย์ฟิชที่กินไรแดงแช่แข็ง มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.40±0.18 กรัม น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 9.11 ±0.37 กรัม น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.70±0.53 กรัม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 1.21±0.12 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของกุ้งสีเครย์ฟิชที่ระยะเวลา 60 วัน

พารามิเตอร์	อาหารเม็ดสำเร็จรูป	ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง	หนอนแดงแช่แข็ง	ไรแดงแช่แข็ง
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	4.39±0.17[a]	4.38±0.15[a]	4.40±0.24[a]	4.40±0.188[a]
น้ำหนักสุดท้าย(กรัม)	9.31±0.25[a]	9.45±0.59[a]	9.27±0.55[a]	9.11±0.37[a]
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(กรัม)	4.91±0.14[a]	5.07±0.50[a]	4.87±0.30[a]	4.70±0.53[a]
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	1.25±0.03[a]	1.27±0.08[a]	1.24±0.01[a]	1.21±0.12[a]
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	100[a]	100[a]	100[a]	100[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในอาหารทดลองและในตัวกุ้งสีเครย์ฟิช

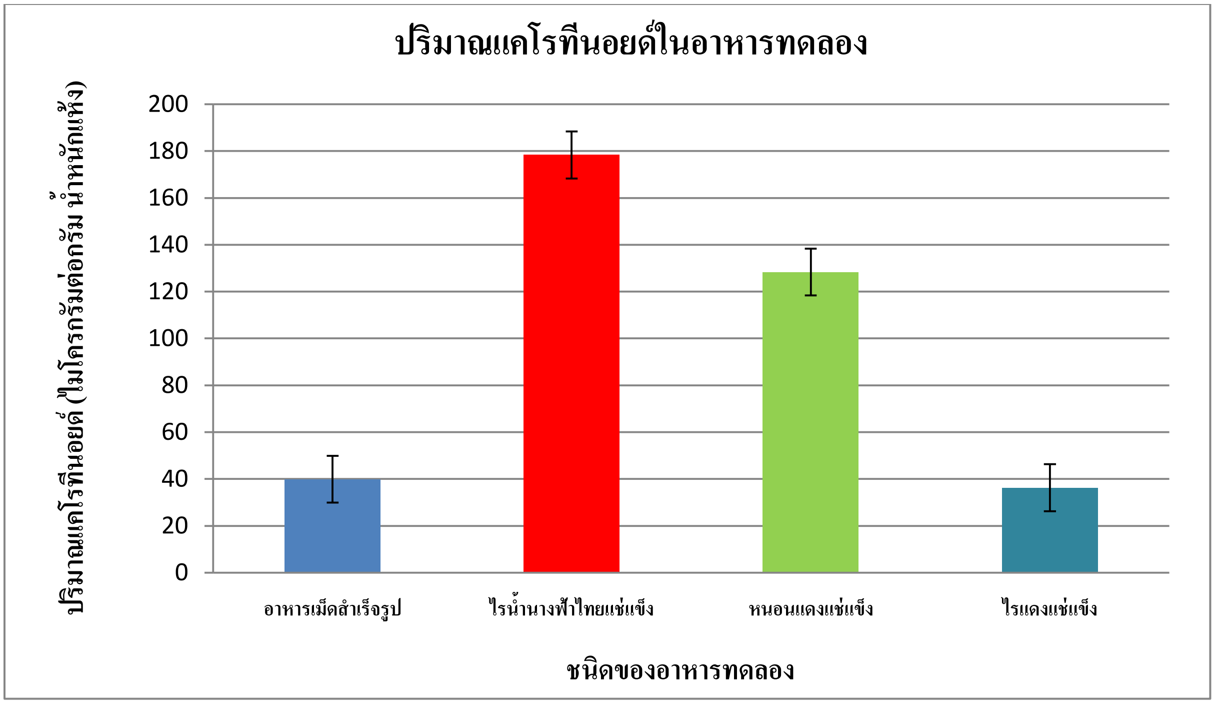
ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในอาหารทดลอง และในตัวกุ้งสีเครย์ฟิช มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.88±19.11 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็งค่าเฉลี่ยเท่ากับ

178.36±18.75 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง หนอนแดงแช่แข็งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 128.34±25.80 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ไรแดงแช่แข็งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.36±6.94 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และ ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในตัวกุ้งสีเครย์ฟิช พบว่ากุ้งสีเครย์ฟิชที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 23.42±3.71 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง กุ้งสีเครย์ฟิชที่กินไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็งมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 33.08±3.04 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง กุ้งสีเครย์ฟิชที่กินหนอนแดงแช่แข็งมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 31.16±6.81 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และกุ้งสีเครย์ฟิชที่กินไรแดงแช่แข็งมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 17.2±2.48 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 2, ภาพที่ 1 และภาพที่ 2)

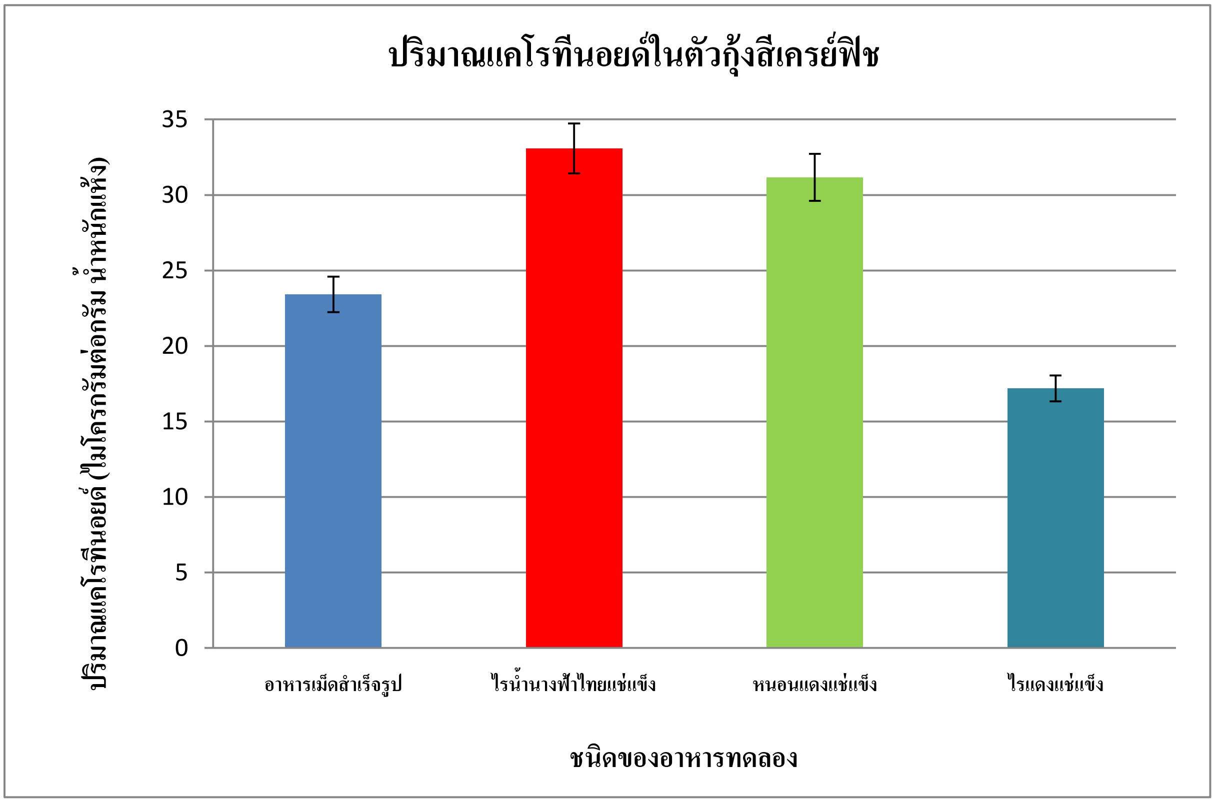
ตารางที่ 2 ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในอาหารทดลองและในตัวกุ้งสีเครย์ฟิช (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)

ตัวอย่างทดลอง	การวิเคราะห์แคโรทีนอยด์			
	อาหารเม็ดสำเร็จรูป	ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง	หนอนแดงแช่แข็ง	ไรแดงแช่แข็ง
อาหารทดลอง	39.88 ± 19.11^{c}	178.36 ± 18.75^{a}	128.34 ± 25.80^{b}	36.36 ± 6.94^{c}
กุ้งสีเครย์ฟิช	23.42 ± 3.71^{bc}	33.08 ± 3.04^{a}	31.16 ± 6.81^{ba}	17.2 ± 2.48^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 1 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารทดลอง



ภาพที่ 2 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งสีเครย์ฟิช

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารอาหาร

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอาหารของอาหารทดลอง พบว่า โปรตีนในไรแดงแช่แข็งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง หนอนแดงแช่แข็ง และอาหารเม็ดสำเร็จรูป เท่ากับ 64.31±1.55, 63.83±0.59, 54.55±0.63, 44.84±0.35 และ 44.84±0.35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ปริมาณไขมันในไรแดงแช่แข็งมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ อาหารเม็ดสำเร็จรูป ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง และหนอนแดงแช่แข็ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.39±0.58, 4.74±0.38, 4.27±0.73 และ 3.01±0.71 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ปริมาณเยื่อใยในไรแดงแช่แข็งมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ หนอนแดงแช่แข็ง ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง และอาหารเม็ดสำเร็จรูป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.61±0.54, 6.56±0.01, 5.59±0.12 และ 2.13±0.05 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ปริมาณความชื้นในอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ ไรแดงแช่แข็ง หนอนแดงแช่แข็ง และไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.09±0.08, 3.33±0.23, 3.14±0.27 และ 2.34±0.06 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ปริมาณเถ้าในไรแดงมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ อาหารเม็ดสำเร็จรูป หนอนแดงแช่แข็ง และไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.83±0.09, 12.06±0.02, 11.60±0.71 และ 10.58±1.29 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ หนอนแดงแช่แข็ง ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง และไรแดงแช่แข็ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.14±0.45, 21.14±2.25, 13.39±1.42 และ 6.53±0.23 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบสารอาหารของอาหารทดลอง

องค์ประกอบสารอาหาร	อาหารเม็ดสำเร็จรูป	ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง	หนอนแดงแช่แข็ง	ไรแดงแช่แข็ง
โปรตีน	44.84±0.35[c]	63.83±0.59[a]	54.55±0.63[b]	64.31±1.55[a]
ไขมัน	4.74±0.38[a]	4.27±0.73[ab]	3.01±0.71[b]	5.39±0.58[a]
เยื่อใย	2.13±0.05[d]	5.59±0.12[c]	6.56±0.01[b]	7.61±0.54[a]
ความชื้น	10.09±0.08[a]	2.34±0.06[c]	3.14±0.27[b]	3.33±0.23[b]
เถ้า	12.06±0.02[ab]	10.58±1.29[b]	11.60±0.71[ab]	12.83±0.09[a]
คาร์โบไฮเดรต	26.14±0.45[a]	13.39±1.42[c]	21.14±2.25[b]	6.53±0.23[d]

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของอาหารที่แตกต่างกัน 4 ชนิด คือ อาหารสำเม็ดสำเร็จรูป ไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง หนอนแดงแช่แข็ง และไรแดงแช่แข็ง เพื่อศึกษาผลการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในอาหารทดลอง และปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในตัวกุ้งสีเครย์ฟิช ใช้ระยะเวลา 60 วัน พบว่าผลของอาหารที่ใช้ทดลองทั้ง 4 ชนิด มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่เพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กุ้งสีเครย์ฟิชที่กินไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 5.07±0.50 กรัม รองลงมาได้แก่ กุ้งสีเครย์ฟิชที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป หนอนแดงแช่แข็ง และไรแดงแช่แข็ง มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.91±0.14, 4.87±0.30 และ 4.70±0.53 กรัม ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตกุ้งสีเครย์ฟิชที่ได้รับอาหารไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 1.27±0.08 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน รองลงมาได้แก่

กุ้งสีเครย์ฟิชที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป หนอนแดงแช่แข็ง และไรแดงแช่แข็ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.25±0.08, 1.24±0.015 และ 1.21±0.12 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ อัตราการรอดตายของอาหารทั้ง 4 ชนิดที่กุ้งสีเครย์ฟิชได้รับ มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

องค์ประกอบของสารอาหารในไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีปริมาณโปรตีนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.83±0.59 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ไขมันมีปริมาณค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27±0.73 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรตมีปริมาณเฉลี่ย เท่ากับ 13.39±1.42 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Velu และ Munuswamy (2004) ที่ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของไรน้ำนางฟ้า *Streptocephalus dichotomus* มีส่วนประกอบของโปรตีน 55 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเครต 9 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 19 เปอร์เซ็นต์ และ Dararat (2011) ที่รายงานว่าไรน้ำนางฟ้ามีองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยในไรน้ำนางฟ้าไทยมีโปรตีน 64.65 เปอร์เซ็นต์ไขมัน 7.57 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 16.24 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมที่สะสมอยู่ในอาหารทดลองทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็งสูงสุดเท่ากับ 178.36±18.75 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาได้แก่ หนอนแดงแช่แข็ง อาหารเม็ดสำเร็จรูป และไรแดงแช่แข็ง เฉลี่ยเท่ากับ 128.34±25.80, 39.88±19.11 และ 36.36±6.94 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และปริมาณแคโรทีนอยด์รวมที่สะสมในตัวกุ้งสีเครย์ฟิชที่กินไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 33.08±3.04 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับนุกูล (2555) รายงานว่าไรน้ำนางฟ้าเป็นอาหารที่เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำสวยงามและสัตว์น้ำเศรษฐกิจ และมีคุณค่าทางอาหาร โดยมีโปรตีน 64.94 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5.07 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 8.40 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 17.96 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ที่มีผลต่อการเกิดสีในสัตว์น้ำทำให้สัตว์น้ำมีสีสันที่สวยงาม จึงมีศักยภาพที่จะใช้ทดแทนอาร์ทีเมียในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด และมีศักยภาพที่จะผลิตเป็นอาหารของสัตว์น้ำทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย เช่น ใช้ในการอนุบาลและเลี้ยงกุ้ง ปลาเศรษฐกิจชนิดต่างๆ รวมทั้งปลาสวยงามน้ำจืดที่มีราคาแพง สอดคล้องกับ Sriputhorn และ Sanoamuang (2011) รายงานว่า กุ้งก้ามกรามที่กินไรน้ำนางฟ้าสิรินธร มีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด 0.84 เปอร์เซ็นต์ และค่าอัตราการรอดตาย เท่ากับ 84.75 เปอร์เซ็นต์ การสะสมแคโรทีนอยด์ในกุ้งก้ามกรามที่กินไรน้ำนางฟ้าเพียงอย่างเดียวมีค่าสูงสุดเท่ากับ เท่ากับ 4.14 ไมโครกรัมต่อกรัม แสดงให้เห็นว่าไรน้ำนางฟ้าสามารถนำไปเป็นอาหารของกุ้งก้ามกรามได้เป็นอย่างดี ซึ่ง Velu และ Munuswamy (2004) วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของไรนางฟ้าตัวเต็มวัย (*S. dichotomus*) มีส่วนประกอบของโปรตีน 55 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเครต 9 เปอร์เซ็นต์

ไขมัน 19 เปอร์เซ็นต์ และ เถ้า 10 เปอร์เซ็นต์ ในทำนองเดียวกัน Sornsupharp *et al.* 2013 ศึกษาองค์ประกอบสารอาหารของตัวอ่อนไรน้ำนางฟ้าสิรินธรที่เป็นอาหารมีชีวิตต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน พบว่าปริมาณโปรตีนและไขมันของตัวอ่อนไรน้ำนางฟ้าสิรินธร มีค่าเท่ากับ 54.59 ± 0.49 และ 25.47 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง น้ำหนักที่เพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่กินตัวอ่อนไรน้ำนางฟ้ามีค่าสูงสุด เท่ากับ 75.49±8.69 มิลลิกรัม และ 7.10±0.60 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ไรน้ำนางฟ้าจึงมีคุณค่าทางอาหารที่เพียงพอต่อการอนุบาลกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงกุ้งสีเครย์ฟิชด้วยไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง ส่งผลให้มีแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งมากขึ้น และกุ้งสีเครย์ฟิชมีการเจริญเติบโตที่ดี จึงสามารถนำไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็งมาใช้เป็นแหล่งอาหารในการเลี้ยงกุ้งสีเครย์ฟิชในอนาคตได้เป็นอย่างดี

สรุปผลการวิจัย

การเจริญเติบโตของกุ้งสีเครย์ฟิชที่กินไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 5.07±0.50 กรัม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดเท่ากับ 1.27±0.08 กรัม อัตราการรอดตายการรอดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 178.36±18.75 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในตัของกุ้งสีเครย์ฟิชที่กินไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 33.08±3.04 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง องค์ประกอบของสารอาหารในไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็ง มีปริมาณโปรตีนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.83±0.59 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ไขมันมีปริมาณค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27±0.73 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรตมีปริมาณเฉลี่ย เท่ากับ 13.39±1.42 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไรน้ำนางฟ้าไทยแช่แข็งสามารถใช้เป็นอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งสีเครย์ฟิชได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่สนับสนุนการทำวิจัย และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2549. การเพาะเลี้ยงไรแดง. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

นุกูล แสงพันธ์และ ละออศรี เสนาะเมือง. 2547. การเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้า. ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นุกูล แสงพันธ์ โฆษิต ศรีภูธร และ ละออศรี เสนาะเมือง. 2549. ไรน้ำนางฟ้าจิ๋วแต่แจ๋ว. ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นุกูล แสงพันธุ์. 2555. การเพาะเลี้ยงอาหารมีชีวิต. คณะวิชาประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี, สุพรรณบุรี.

ละออศรี เสนาะเมือง. 2541. ไรน้ำนางฟ้าสิรินธร. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น 3(2): 1-6.

อนันต์ ตันสุตะพานิช นภดล ภูวพานิช ธนัญช์ สังกรธนกิจ และ ธงชัย เพิ่มงาม. 2536. คู่มือการเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากอาร์ทีเมีย. กองส่งเสริมการประมง กรมประมง กรุงเทพฯ.

Britton G. 1995. UV/visible spectroscopy. Carotenoids 1: 13-62.

Dararat, W., Starkweather, P.L. and Sanoamuang, L. 2011. Life history of three fairy shrimps (Branchiopoda: Anostraca) from Thailand. Journal of Crustacean Biology 31: 623-629.

Dumout and N. Munuswamy. 1997 The potential of freshwater Anostraca for technical applications. Hydrobiologia 258; 193-197.

D'Abramo, L.R., N.A. Baum, C.E. Bordner and D.E. Conklin. 1983. Carotenoids as a source of pigmentation in juvenile lobsters fed a purified diet. Can. J. Fish. Aquat Sci. 40: 699-704.

Fox, D.L. 1976. Animal biochromes and structural colors. University of California Press, Berkley.

Murugan, G., Nelis, H. J., Dumont, H. J. and De Leenheer, A. P. 1995. *Cis*- and all-*tran* canthaxanthin levels in fairy shrimps. Comp. Biochem. Physiol. 110(4): 799-803.

Prasath, E.B., N. Munuswamy and A.K.A. Nazar. 1994. Preliminary study on the suitability of a fairy shrimp *Streptocephalus dichotomus*as live food in aquaculture. J. World Aquacult. Soc. 25(2): 204-207.

Sornsupharp, S., Dahms, H.U. and Sanoamuang, L. 2013. Nutrient composition of fairy shrimp *Streptocephalus sirindhornae* nauplii as live food and growth performance of giant freshwater prawn postlarvae. Aquaculture Nutrition 19: 349-359.

Sriputhorn, K. and Sanoamuang, L. 2011. Fairy shrimp (*Streptocephalus sirindhornae*) as live feed improve growth and carotenoid contents of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. International Journal of Zoological Research 7: 138-146.

Velu, C.S. and Munuswamy, N. 2004. Composition and nutritional efficacy of adult fairy shrimp *Streptocephalus dichotomus* as live feed. Food Chemistry 100: 135-142.