



การเลี้ยงกุ้งมังกรเลน *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) ด้วยอาหารชนิดต่างๆ

Rearing of Mud Spiny Lobster

Panulirus polyphagus (Herbst, 1793) with Different Feeds

พัชรีย์	ชูนัน	Patcharee	Soonsun
จูอะดี	พงศัมนิรัตน์	Juadee	Pongmaneerat
สามารถ	เดชสถิตย์	Samart	Detsathit



การเลี้ยงกุ้งมังกรเลน *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) ด้วยอาหารชนิดต่างๆ

Rearing of Mud Spiny Lobster

Panulirus polyphagus (Herbst, 1793) with Different Feeds

พัชรีย์	สุนัน	Patcharee	Soonsun
จูอะดี	พงศ์มณีรัตน์	Juadee	Pongmaneerat
สามารถ	เดชสถิตย์	Samart	Detsathit

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่

Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง

Coastal Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๑

2008

รหัสทะเบียนวิจัย 50-0345-50122

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
อุปกรณ์และการดำเนินการ	5
ผลการทดลอง	8
วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	17
คำขอขอบคุณ	21
เอกสารอ้างอิง	22

การเลี้ยงกุ้งมังกรเลน *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793)

ด้วยอาหารชนิดต่างๆ

พัชรี ชุ่นสั้น^{*} จูอะดี พงศ์มณีรัตน์^๒ และสามารถ เดชสถิตย์^๑

^๑ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่

^๒ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง

บทคัดย่อ

ศึกษาการเลี้ยงกุ้งมังกรเลนด้วยอาหารต่างกัน 3 ชนิดได้แก่ เนื้อหอยแมลงภู่ เนื้อปลากระเบน และ เนื้อปลาข้างเหลือง โดยใช้กุ้งมังกรเลนเริ่มต้น ขนาดน้ำหนักตัวเฉลี่ยในช่วงประมาณ 126.88 ± 16.57 กรัม ถึง 130.17 ± 16.54 กรัม ความยาวลำตัวเฉลี่ยในช่วง 16.71 ± 0.81 ถึง 17.17 ± 0.60 เซนติเมตร และความยาวส่วนหัวเฉลี่ยในช่วง 7.32 ± 0.26 ถึง 7.45 ± 0.30 เซนติเมตร ทำการทดลองเลี้ยงในถังกลมขนาด 500 ลิตร จำนวน 3 ซ้ำในแต่ละชุดการทดลอง ปล่อยกุ้งจำนวนถึงละ 8 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารทดลองวันละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 120 วัน โดยดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากุ้งมังกรเลนทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แม้ว่ากุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 176.00 ± 31.10 กรัม ความยาวลำตัวเฉลี่ย 18.91 ± 1.02 เซนติเมตร และความยาวส่วนหัวเฉลี่ย 8.21 ± 0.39 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามพบว่า กุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ดีกว่ากุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกับกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลากระเบน สำหรับอัตราการรอดตาย, ความถี่ในการลอกคราบ และอัตราการแลกเปลี่ยนของกุ้งมังกรเลนทั้ง 3 ชุดการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยอัตราการรอดมีค่า 62.5-70.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราการแลกเปลี่ยน 27.8-36.7 และความถี่ในการลอกคราบ 3.00-3.11 วัน/ครั้ง องค์ประกอบกรดไขมันในกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ มี n3-HUFA สูงกว่า กุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง แสดงให้เห็นว่าเนื้อหอยแมลงภู่ มีความเหมาะสมสำหรับเลี้ยงกุ้งมังกรเลนมากกว่าเนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลือง

คำสำคัญ : กุ้งมังกรเลน อาหารสด

* ผู้รับผิดชอบ : ๑๔๑ ม.๖ ต.ไสไทย อ.เมือง จ.กระบี่ ๘๑๐๐๐ โทร ๐-๗๕๖๕-๕๑๕๐

Rearing of Mud Spiny Lobster *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) with Different Feeds

Patcharee Soonson^{1*} Juadee Pongmaneerat² and Samart Detsathit¹

¹Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center

²Central Government, Department of Fisheries

Abstract

A rearing experiment was conducted in mud spiny lobster (*Panulirus polyphagus*) at Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center to assess the feeding potential of three different kinds of fresh diets, green mussel, stingray and sardine, in terms of growth and survival rate. The mud spiny lobster with initial body weight between 126.88 ± 16.57 to 130.17 ± 16.54 g, initial body length of between 16.71 ± 0.81 to 17.17 ± 0.60 cm and initial carapace length of between 7.32 ± 0.26 to 7.45 ± 0.30 cm were stocked in 500 liter tanks at density of 8 inds./tank. Three replications for each dietary feeding treatment were assigned.

At the end of 120-day feeding trial, there were no significant ($p > 0.05$) differences in final mean body weight, body length and carapace length among dietary groups. Although, spiny lobster fed green mussel gave the highest body weight, body length and carapace length of 176 ± 31.10 g, 18.91 ± 1.02 cm and 8.21 ± 0.39 cm, respectively. While the weight gain and specific growth rate of spiny lobster fed green mussel were not different to stingray, but significantly better than those fed on sardine. Survival rate, feed conversion ratio (FCR) and molting rate were not significantly ($p > 0.05$) different among the dietary groups. The mean value of survival rate, FCR and molting frequency were 62.5-70.8 %, 27.8-36.7 and 3.00-3.11 days/time, respectively. In addition, green mussel fed group provided the higher body fatty acid of n3-HUFA level. Therefore, feeding mud spiny lobster with green mussel is much more suitable than the stingray and sardine.

Key words : Mud spiny lobster *Panulirus polyphagus* Fresh feed

*Corresponding author : 141 Moo 6, Saithai, Muang, Krabi 81000 Tel. 0-7569-5150

e-mail: krabiaqua@nicaonline.com

คำนำ

กุ้งมังกรมีชื่อสามัญว่า spiny lobster จัดอยู่ในครอบครัว Palinuridae เป็นสัตว์น้ำที่มีราคาแพง และสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ มีรสชาติดี สีสันสวยงามและหายาก ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรในเชิงพาณิชย์ แต่มีการจับและรวบรวมกุ้งมังกรจากแหล่งธรรมชาติเท่านั้น ซึ่งในแต่ละปีมีการจับกุ้งมังกรจากทะเลธรรมชาติเพื่อใช้ประโยชน์และบริโภคเป็นจำนวนมาก แม้จะไม่ปรากฏรายงานข้อมูลปริมาณการจับกุ้งมังกรจากธรรมชาติ แต่พบว่าจำนวนประชากรในธรรมชาติมีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด ชาวประมงจับกุ้งมังกรได้ลดลง ทำให้ความต้องการกุ้งมังกรมีมากขึ้น กุ้งมังกรที่พบในน่านน้ำไทยมี 4 สกุลคือ *Palinurellus*, *Linuparus*, *Puerulus* และ *Panulirus* (สมพงษ์ และปรกรณ์, 2529) และกุ้งมังกรสกุล *Panulirus* ที่มีรายงานพบในบริเวณทะเลฝั่งตะวันออกของไทยมี 6 ชนิด ได้แก่ *P. versicolor*, *P. homarus*, *P. ornatus*, *P. longipes*, *P. penicilatus* และ *P. polyphagus* โดยแต่ละชนิดจะมีความชุกชุม การแพร่กระจาย และลักษณะการอยู่อาศัยที่แตกต่างกัน กุ้งมังกรชนิดที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ คือ กุ้งมังกรเลน (*P. polyphagus*) เนื่องจากเป็นชนิดที่มีปริมาณการจับมากถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณกุ้งมังกรทั้งหมดที่ถูกทำการประมงในบริเวณทะเลอันดามัน (Bhatia, 1974) ลักษณะเด่นของกุ้งมังกรเลน คือ กระจกทรงกระบอก แขนปลายหนวดคู่ที่สองยาวกว่าความยาวของลำตัวมาก โคนหนวดคู่ที่สองไม่อยู่ชิดติดกัน บนแผ่นกางหนวด มีหนามขนาดใหญ่อยู่ปลายสุด 1 คู่ วางตรงแนวกลาง โคนหนวดคู่ที่หนึ่งโคนละหนึ่งหนาม ปล้องท้องเรียบไม่มีร่องขวางกลางปล้อง ขอบท้ายของปล้องท้องมีลายสีครีมขวางทุกปล้อง พบทั่วไปตามหาดโคลนทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (สมพงษ์ และปรกรณ์, 2529)

ในการพัฒนาด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาหารเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากเป็นต้นทุนหลักประมาณมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด (Akiyama *et al.*, 1992; Kaushik, 1989) เป็นที่ทราบกันว่าสัตว์น้ำมีความต้องการสารอาหารทั้ง 5 หมู่เช่นเดียวกับสัตว์บก ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุ และวิตามิน และสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความต้องการสารอาหารที่แตกต่างกันทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ขนาดและอายุของสัตว์น้ำ ระบบการเลี้ยง อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมที่สัตว์น้ำชนิดนั้นๆอาศัยอยู่ อีกทั้งขนาดและลักษณะของอาหารที่เหมาะสมกับนิสัยการกินอาหารของสัตว์น้ำแต่ละชนิดในแต่ละช่วงอายุของสัตว์น้ำก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้ประสบความสำเร็จ จึงมีการศึกษาวิจัยระดับความต้องการสารอาหารต่างๆและโภชนาการอาหารในสัตว์น้ำแต่ละชนิดแต่ละขนาดอย่างกว้างขวาง รวมทั้งการศึกษาประสิทธิผลของอาหารสดที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำและการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเพื่อการผลิตอาหารสัตว์น้ำที่มีประสิทธิภาพ (NRC, 1983; Halver, 1989; Watanabe, 1988; Williams, 2007a) โดยนักโภชนาการด้านอาหารได้พยายามสร้างสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปให้มีสารอาหารที่ครบถ้วนตามความต้องการของสัตว์น้ำแต่ละชนิด เพื่อให้ประสิทธิภาพการนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้สูงสุด

สำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรในประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจัง แม้จะมีรายงานผลการเจริญเติบโตและอัตราการตายของกุ้งมังกร *Panulirus* spp. วัยรุ่นโดยให้ปลาสดเป็นอาหาร และผลการทดลองเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งมังกรด้วยอาหารปลาสดและหอยแมลงภู่มิชีวิต (ไวพจน์, 2541ก, 2541ข) และเนื่องจากกุ้งมังกรเป็นสัตว์น้ำที่มีราคาแพง เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ในต่างประเทศจึงมีรายงานการศึกษาวิจัยในกุ้งมังกรหลายชนิด ตั้งแต่ระยะวัยอ่อน จนถึงระยะวัยรุ่น ทั้งด้านสรีระวิทยา ชีววิทยา อาหารและโภชนาการ เทคนิคการเพาะเลี้ยง รวมทั้งการเลี้ยงกุ้งมังกร (Palinuridae) วัยรุ่นที่รวบรวมได้จากธรรมชาติให้มีขนาดที่ตลาดต้องการ เป็นต้น (Phillips and Sastry, 1980; Kittaka and Kimura, 1989; Gray, 1992; Lim *et al.*, 1997a; Smith *et al.*, 2003; Smith *et al.*, 2005; Erick *et al.*, 2005; Tlusty *et al.*, 2005; Johnston and Johnston, 2007; Williams, 2007a; Johnston *et al.*, 2008) นอกจากนี้ได้มีการศึกษาพัฒนาอาหารเม็ดแห้งสำหรับเลี้ยงกุ้งมังกร แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร การศึกษาเพื่อเพิ่มความอยากกินอาหาร (palatability) และดึงดูดให้กุ้งมังกรยอมรับอาหารเม็ดแห้งได้ดีขึ้นเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในการพัฒนาอาหารเม็ดแห้งสำหรับกุ้งมังกร เพราะนอกจากจะทำให้กุ้งยอมรับอาหารแล้ว ยังช่วยลดปัญหาการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ การละลายไม่คงตัวของอาหาร และปัญหาคุณภาพน้ำอีกด้วย กุ้งมังกรแต่ละชนิดมีความต้องการโปรตีนในระดับที่แตกต่างกัน (Williams, 2007b) กุ้งมังกร *Panulirus ornatus* มีความต้องการโปรตีนในระดับสูงถึง 61 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (Smith *et al.*, 2005) สำหรับอาหารสด เช่น เนื้อหอยแมลงภู่มิรายงานที่สามารถดึงดูดการกินอาหารของกุ้งมังกรได้ดีกว่าอาหารเม็ด (Williams *et al.*, 2005) อย่างไรก็ตาม Smith *et al.* (2005) พบว่า กุ้งมังกร *P. ornatus* ขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 2.5 กรัม ที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มิสดแช่แข็ง มีการเจริญเติบโตดีในช่วง 4 สัปดาห์แรก แต่หลังจากนั้น พบว่ากุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง และมีอัตราการตายเพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองใน 8 สัปดาห์ พบว่ากุ้งมังกรที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มิสดแช่แข็ง มีอัตราการเจริญเติบโต 0.80 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และมีอัตราการรอด 41 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดแห้งที่มีระดับโปรตีน 33 เปอร์เซ็นต์ (อัตราการเจริญเติบโต 0.72 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และอัตราการรอด 73 เปอร์เซ็นต์) และที่ระดับโปรตีน 61 เปอร์เซ็นต์ (อัตราการเจริญเติบโต 1.38 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และอัตราการรอด 84 เปอร์เซ็นต์)

ดังนั้นการทดลองเบื้องต้น เกี่ยวกับการใช้อาหารชนิดต่างๆ ในการเลี้ยงกุ้งมังกรเลนตามสภาวะแวดล้อมในประเทศไทย จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับเป็นแนวทางพัฒนาการเลี้ยงกุ้งมังกรเลนเชิงพาณิชย์ในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาชนิดอาหารสดที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งมังกรเลน ตามสภาวะแวดล้อมในประเทศไทย ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาด้านอาหารของกุ้งมังกรเลนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. การเตรียมการทดลอง

1.1 การเตรียมน้ำทะเล โดยสูบน้ำทะเลซึ่งมีความเค็ม 33 ส่วนในพันส่วนมาใส่บ่อคอนกรีต ขนาด 180 ตัน แล้วเติมสารประกอบแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อกำจัดเชื้อต่างๆและตกตะกอน เมื่อตะกอนส่วนใหญ่ตกตะกอนหมดแล้ว ย้ายน้ำไปเก็บกักไว้ในบ่ออื่น พร้อมเติมอากาศในน้ำตลอดเวลา พักน้ำที่เตรียมไว้ประมาณ 3-5 วัน เพื่อกำจัดคลอรีนให้หมด ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

1.2 กุ้งมังกรเลน ได้ทำการรวบรวมจากธรรมชาติ ซึ่งมีขนาดน้ำหนักตัวเฉลี่ยในช่วงประมาณ 126.88 ± 16.57 กรัม ถึง 130.17 ± 16.54 กรัม ความยาวลำตัว (body length, BL) เฉลี่ยในช่วง 16.71 ± 0.81 ถึง 17.17 ± 0.60 เซนติเมตร และความยาวส่วนหัว (carapace length, CL) เฉลี่ยในช่วง 7.32 ± 0.26 ถึง 7.45 ± 0.30 เซนติเมตร จำนวน 72 ตัว ปล่อยลงเลี้ยงในถังพลาสติกกลม ขนาดความจุ 500 ลิตร โดยเติมน้ำทะเลที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน ปริมาตร 400 ลิตร/ถัง (ภาพที่ 1-2)

1.3 อาหารทดลอง ใช้อาหารสด 3 ชนิด ได้แก่ เนื้อหอยแมลงภู่ เนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง

1.4 ภาชนะและอุปกรณ์ ใช้ถังพลาสติกกลมขนาด 500 ลิตร จำนวน 9 ใบ พร้อมวางระบบลม อุปกรณ์วัดความยาวและชั่งน้ำหนัก ใช้เวอร์เนียวัดความยาวส่วนหัว (CL) และไม้บรรทัดเหล็กวัดความยาวลำตัว (BL) และใช้เครื่องชั่งแบบสปริงยี่ห้อ CAMRY ขนาด 1 กิโลกรัม สำหรับชั่งน้ำหนักของกุ้งมังกรเลน (ภาพที่ 3-6)



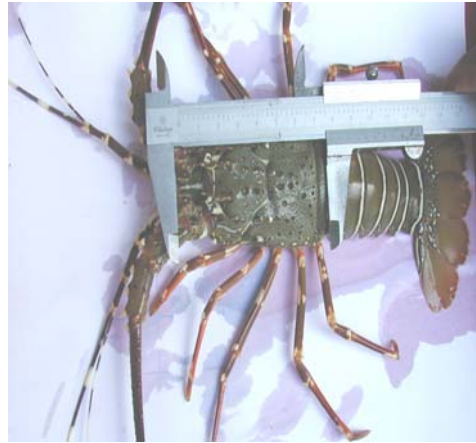
ภาพที่ 1 ชุดภาชนะทดลอง



ภาพที่ 2 กุ้งมังกรเลนที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 3 วัดความยาวลำตัว (BL)



ภาพที่ 4 วัดความยาวส่วนหัว (CL)



ภาพที่ 5 ชั่งน้ำหนักกุ้งมังกรเลน



ภาพที่ 6 ขนาดของกุ้งมังกรเลนหลังการทดลอง

2. วิธีดำเนินการ

2.1 ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งมังกรเลนในถังพลาสติกกลมขนาด 500 ลิตร จำนวน 9 ถังละ 8 ตัว ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุด แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ คือ ชุดการทดลองที่ 1 ใช้เนื้อหอยแมลงภู่ ชุดการทดลองที่ 2 ใช้เนื้อปลากระเบน และชุดการทดลองที่ 3 ใช้เนื้อปลาข้างเหลืองให้อาหารวันละ 1 ครั้ง (ตอนเช้า) โดยให้กินจนอิ่ม จากนั้นทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ทุกวัน ทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของกุ้งมังกรเลนเริ่มต้นและทุกๆ 30 วัน จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 120 วัน บันทึกปริมาณอาหารที่กุ้งมังกรเลนกิน อัตราการตายของกุ้ง และบันทึกความผิดปกติที่สังเกตพบ

2.2 เก็บตัวอย่างน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้งเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำดังนี้

- ความเป็นกรด-ด่าง ด้วยวิธี electrometric method ด้วยเครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง แบบตัวเลข ยี่ห้อ WTW รุ่น pH 320

- ความเป็นด่าง ด้วยวิธี potentiometric titration to pre-selected pH (APHA, AWWA and WPCF, 1980)

- ความเค็มใช้เครื่องวัดความเค็มแบบหักเหแสง (refracto- salino meter) รุ่น S/mill-E

- ปริมาณออกซิเจนในน้ำด้วยวิธี azide modification method (APHA, AWWA and WPCF, 1980)

- ปริมาณแอมโมเนียด้วยวิธี modified indophenol blue (Sasaki and Sawada, 1980) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer รุ่น UV-1601 ยี่ห้อ Shimadzu

- ปริมาณออร์โทฟอสเฟตด้วยวิธี ascorbic acid method (Strickland and Parson, 1972) ด้วยเครื่อง spectrophotometer รุ่น UV-1601 ยี่ห้อ Shimadzu

- ปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธีของ diazotization method (Strickland and Parson, 1972) ด้วยเครื่อง spectrophotometer รุ่น UV-1601 ยี่ห้อ Shimadzu

2.3 การคำนวณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย และอัตราการแลกเนื้อ โดยใช้สูตรตามวิธีของ (Everhart *et al.* 1975; Ricker, 1979 อ้างตาม สง่าและคณะ, 2546)

2.4 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหาร นำอาหารทดลองทั้ง 3 ชนิด เนื้อกึ่งมันกรเลนหลังสิ้นสุดการทดลอง และเนื้อกึ่งมันกรเลนธรรมชาติ ไปทำแห้งโดยใช้เครื่อง freeze-dry วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ด้วยเครื่อง TruSpec CN carbon/nitrogen determinator (Leco Corporation) วิเคราะห์ไขมัน ด้วยเครื่อง TFE 2000 fat extractor (Leco Corporation) และวิเคราะห์ชนิดของกรดไขมันตามวิธี gas-liquid chromatography (Perkin Elmer Auto System XL) หาปริมาณเถ้า ตามวิธีดัดแปลงจาก AOAC (1995) ใช้เตาเผา ยี่ห้อ Carbolite CWF H00 และหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตามวิธี AOAC (1995)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) ของอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการแลกเนื้อ อัตราการกินอาหาร ความถี่ในการลอกคราบ และคุณภาพน้ำ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี least significant different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11

ผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโต อัตรารอด อัตราการแลกเนื้อ อัตราการกินอาหาร ความถี่ในการลอกคราบ

การเจริญเติบโต อัตรารอด อัตราการแลกเนื้อ อัตราการกินอาหาร และความถี่ในการลอกคราบของกุ้งมังกรเลนที่ได้รับอาหารสด 3 ชนิด ได้แก่ เนื้อหอยแมลงภู่ เนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 120 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโต อัตรารอด อัตราการแลกเนื้อ ความถี่ในการลอกคราบของกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหารสด 3 ชนิดในระยะเวลา 120 วัน

ค่าดัชนี*	ชุดการทดลอง		
	เนื้อหอยแมลงภู่	เนื้อปลากระเบน	เนื้อปลาข้างเหลือง
น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	128.21 ± 16.58 ^a	130.17 ± 16.54 ^a	126.88 ± 16.57 ^a
ความยาวส่วนหัวเริ่มต้น (เซนติเมตร)	7.42 ± 0.32 ^a	7.45 ± 0.30 ^a	7.32 ± 0.26 ^a
ความยาวลำตัวเริ่มต้น (เซนติเมตร)	17.17 ± 0.60 ^a	17.14 ± 0.80 ^a	16.71 ± 0.81 ^a
น้ำหนักตัวสุดท้าย (กรัม/ตัว)	176.00 ± 31.10 ^a	156.01 ± 3.401 ^a	146.25 ± 28.15 ^a
ความยาวส่วนหัวสุดท้าย เซนติเมตร)	8.21 ± 0.39 ^a	7.87 ± 0.09 ^a	7.81 ± 0.46 ^a
ความยาวลำตัวสุดท้าย (เซนติเมตร)	18.91 ± 1.02 ^a	18.17 ± 0.45 ^a	17.74 ± 1.19 ^a
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	47.79 ± 15.58 ^a	25.85 ± 13.75 ^{ab}	19.37 ± 11.58 ^b
การเจริญเติบโตจำเพาะ(เปอร์เซ็นต์/วัน)	0.26 ± 0.05 ^a	0.16 ± 0.09 ^{ab}	0.11 ± 0.05 ^b
อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)	70.83 ± 14.43 ^a	70.73 ± 19.09 ^a	62.50 ± 12.50 ^a
อัตราการแลกเนื้อ	27.85 ± 3.21 ^a	36.77 ± 19.39 ^a	28.64 ± 5.29 ^a
อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์/วัน)	6.61 ± 0.61 ^a	2.97 ± 0.07 ^b	3.25 ± 0.27 ^b
ความถี่ในการลอกคราบ (วัน/ครั้ง)	3.06 ± 2.50 ^a	3.00 ± 2.72 ^a	3.11 ± 2.45 ^a

* ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

น้ำหนักตัว ความยาวส่วนหัว และความยาวลำตัวของกุ้งมังกรเลนที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 ชนิด เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) โดยน้ำหนักตัว ความยาวส่วนหัว และความยาวลำตัวของกุ้งที่ให้กินเนื้อหอยแมลงภู่ มีค่าเฉลี่ย 176.00±31.10 กรัม 8.21±0.39 เซนติเมตร และ 18.91±1.02 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกุ้งที่ให้กินเนื้อปลากระเบน มีค่าเฉลี่ย 156.01±3.40 กรัม 7.87±0.09 เซนติเมตร และ 18.17±0.45 เซนติเมตร และกุ้งที่ให้กินเนื้อปลาข้างเหลือง มีค่าเฉลี่ย

146.25±28.15 กรัม 7.81±0.46 เซนติเมตร และ 17.74±1.19 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่า กุ้งที่ให้กินเนื้อหอยแมลงภู่มีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 47.79±15.58 กรัม และการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย 0.26±0.05 เปอร์เซ็นต์/วัน ซึ่งแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับกุ้งที่ให้กินเนื้อปลากระเบนที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 25.85±13.75 กรัม และการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย 0.16±0.09 เปอร์เซ็นต์/วัน แต่ดีกว่ากุ้งที่ให้กินเนื้อปลาข้างเหลืองที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 19.37±11.58 กรัม และการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย 0.11±0.05 เปอร์เซ็นต์/วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 1)

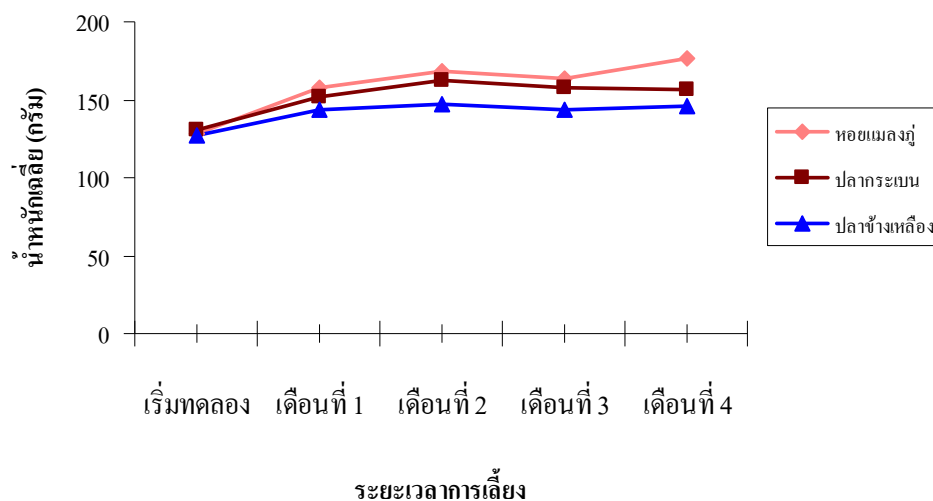
น้ำหนักตัวเฉลี่ย ความยาวลำตัวเฉลี่ย ของกุ้งมังกรเลนที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 ชนิด ในช่วงแต่ละเดือน แสดงไว้ในภาพที่ 7-8 โดยพบว่า ทั้งค่าน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวของกุ้งมังกรเลนที่ให้กินเนื้อหอยแมลงภู่มิในช่วงเดือนที่ 1-3 มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในทิศทางและอัตราที่ใกล้เคียงกัน กับกุ้งมังกรเลนที่ให้กินเนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลือง แต่ในช่วงเดือนที่ 4 พบว่ากุ้งมังกรเลนที่ให้กินเนื้อหอยแมลงภู่มิแนวโน้มของน้ำหนักตัวและความยาวลำตัวดีกว่ากุ้งมังกรเลนที่ให้กินเนื้อปลาข้างเหลือง ทั้งนี้ในเดือนที่ 4 ความยาวเฉลี่ยลดลงเพราะกุ้งมังกรที่มีขนาดตัวใหญ่มีการตายมากขึ้น และกุ้งเริ่มมีหางกร่อน ทำให้ค่าเฉลี่ยความยาวลดลง ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกุ้งมังกรเลนที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 ชนิดในแต่ละเดือน มีการเจริญเติบโตจำเพาะในอัตราที่ช้าลงเมื่อกุ้งมังกรเลนมีขนาดโตขึ้น และกุ้งมังกรเลนที่กินเนื้อหอยแมลงภู่มิค่าการเจริญเติบโตจำเพาะในแต่ละเดือนสูงกว่ากุ้งมังกรเลนในชุดทดลองอื่นๆ (ภาพที่ 9)

อัตราการรอดตายของกุ้งมังกรเลนที่ให้กินเนื้อหอยแมลงภู่มิเนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลืองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 70.83±14.43, 70.73±19.09 และ 62.50±12.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สำหรับอัตราการรอดตายของกุ้งมังกรเลนในแต่ละเดือน (ภาพที่ 10) พบว่าในช่วงเดือนที่ 1-2 ของการทดลอง กุ้งมังกรเลนยังคงมีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นกุ้งมังกรเลนชุดที่ให้กินเนื้อปลาข้างเหลืองที่มีอัตราการรอดตายลดลง โดยมีค่าเฉลี่ย 95.83 เปอร์เซ็นต์ แต่หลังจากเดือนที่ 2 ของการเลี้ยง พบว่ากุ้งมังกรเลนทุกชุดการทดลองเริ่มมีการทยอยตาย และในเดือนที่ 3-4 อัตราการรอดตายของกุ้งมังกรเลนมีค่าเฉลี่ยลดลงทั้ง 3 ชุดการทดลอง

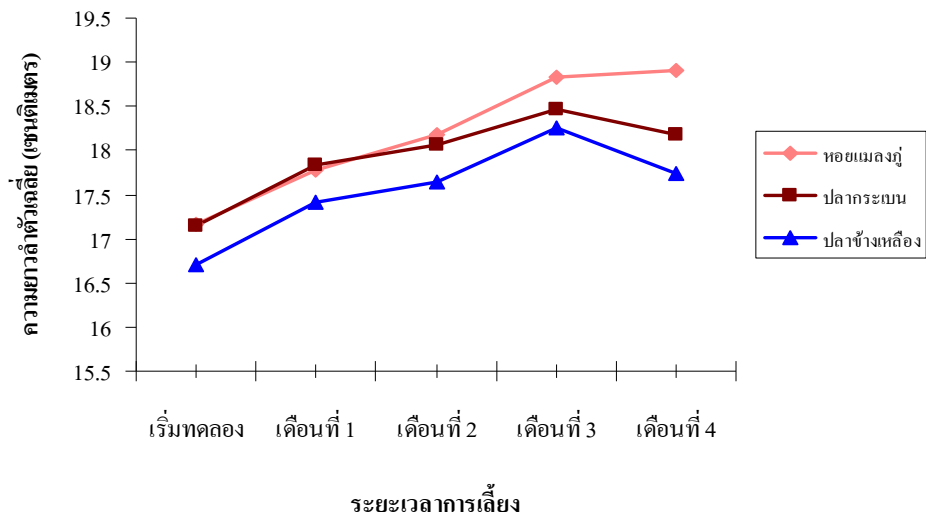
อัตราการแลกเนื้อของกุ้งมังกรเลน ที่ให้กินเนื้อหอยแมลงภู่มิเนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 27.85±3.21, 36.77±19.39 และ 28.64±5.29 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สำหรับอัตราการแลกเนื้อของกุ้งมังกรเลนในช่วงแต่ละเดือน (ภาพที่ 11) พบว่ากุ้งมังกรเลนทั้ง 3 ชุดการทดลองในช่วงเดือนแรกของการเลี้ยง มีค่าอัตราการแลกเนื้อใกล้เคียงกัน แต่กุ้งมังกรเลนทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีอัตราการแลกเนื้อเพิ่มสูงขึ้นเมื่อช่วงระยะเวลาการเลี้ยงนานขึ้นตามลำดับในช่วงตั้งแต่ เดือนที่ 2-4 ของการเลี้ยง

อัตราการกินอาหารของกึ่งมังกรเลนตลอดการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่ากึ่งมังกรเลนมีอัตราการกินเนื้อหอยแมลงภู่มากกว่าเนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย 6.61 ± 0.61 , 2.97 ± 0.07 และ 3.25 ± 0.27 กรัม/น้ำหนักตัว 100 กรัม/วัน ตามลำดับ สำหรับอัตราการกินอาหารแต่ละชนิด ในช่วงแต่ละเดือนมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการเลี้ยงนานขึ้น หรือเมื่อกึ่งมังกรเลนมีขนาดโตขึ้น ยกเว้นกึ่งมังกรเลนที่กินเนื้อหอยแมลงภู่มากกว่าอัตราการกินอาหารเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 แต่หลังจากเดือนที่ 2 อัตราการกินอาหารก็มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับกึ่งมังกรเลนชุดที่กินเนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง อย่างไรก็ตามพบว่าอัตราการกินเนื้อหอยแมลงภู่มากกว่าเนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลืองในทุกช่วงระยะเวลาของการเลี้ยง ในเดือนที่ 2 เดือนที่ 3 และเดือนที่ 4 ขณะที่อัตราการกินเนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลืองมีค่าที่ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 12)

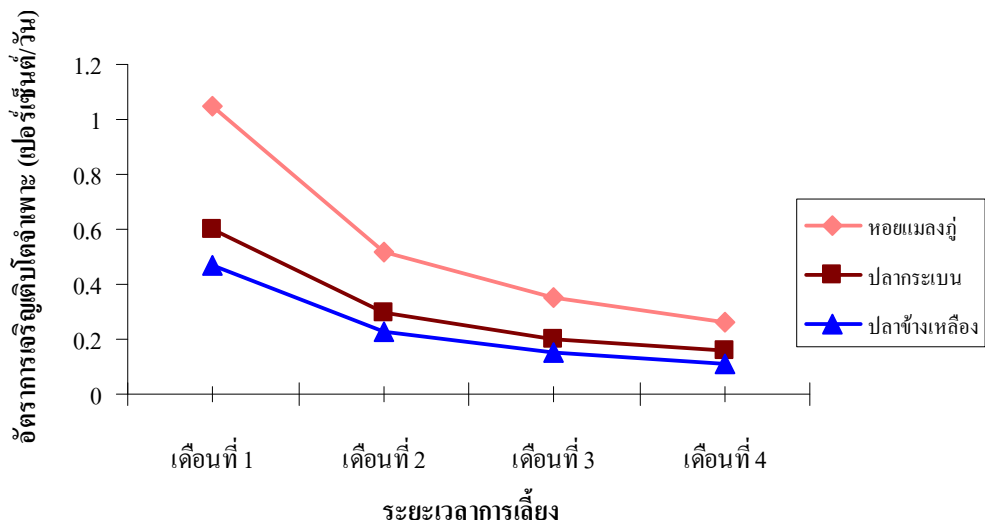
ความถี่ในการลอกคราบ (วัน/ครั้ง) ของกึ่งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิด เมื่อสิ้นสุดการทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดการทดลอง 3.06 ± 2.50 , 3.00 ± 2.72 และ 3.11 ± 2.45 วัน/ครั้ง (ตารางที่ 1) ตามลำดับ สำหรับความถี่ในการลอกคราบของกึ่งมังกรเลนในช่วงระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน พบว่า กึ่งมังกรเลนทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มความถี่การลอกคราบลดลง เมื่อระยะเวลาการเลี้ยงนานขึ้น



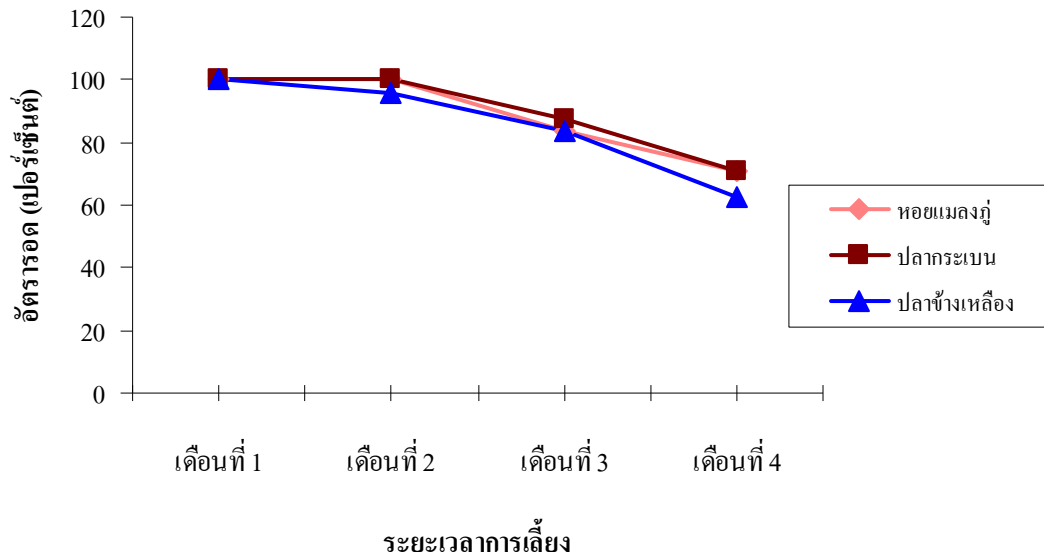
ภาพที่ 7 น้ำหนักเฉลี่ยของกึ่งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด



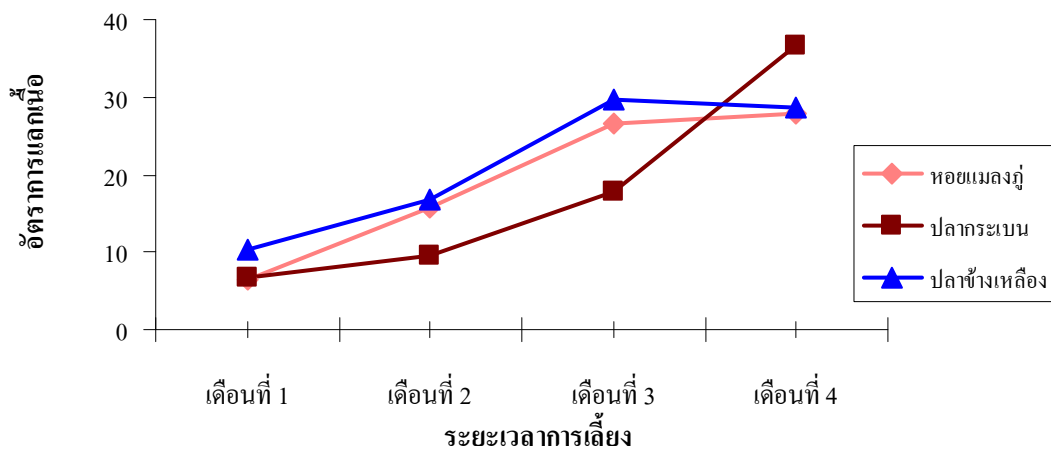
ภาพที่ 8 ความยาวลำตัวของกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด



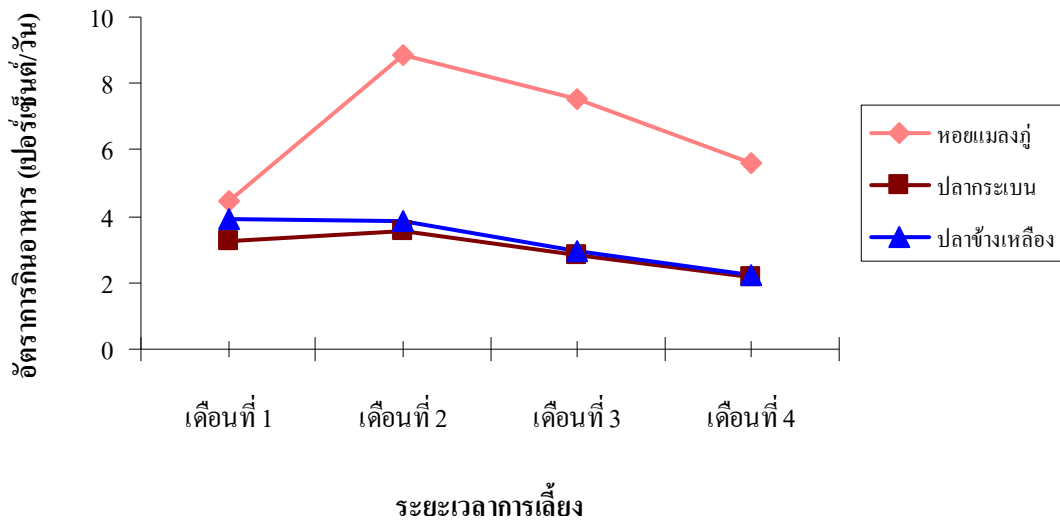
ภาพที่ 9 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด



ภาพที่ 10 อัตราการตายของกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด



ภาพที่ 11 อัตราการแลกเนื้อของกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด



ภาพที่ 12 อัตราการกินอาหารของกุ้งมังกรเลี้ยงที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด

2. องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง ได้แก่ เนื้อหอยแมลงภู่ เนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นในอาหารทดลองทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 79.97-80.40 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่โปรตีนในเนื้อหอยแมลงภู่ เนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง มีค่าเท่ากับ 60.39, 92.54 และ 87.10 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ไขมันมีค่าเท่ากับ 8.46, 0.29 และ 4.81 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง และเถ้ามีค่าเท่ากับ 8.86, 9.19 และ 5.70 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

องค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อหอยแมลงภู่ เนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง แสดงไว้ในตารางที่ 4 พบว่า เนื้อหอยแมลงภู่มีองค์ประกอบกรดไขมันที่จำเป็นในสัดส่วนที่ดีกว่าเนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง โดยมีกรดไขมัน n-3 ที่ระดับ 1.89 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง และ n-6 ที่ระดับ 0.81 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงกว่าเนื้อปลากระเบน (n-3=0.43 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง และ n-6=0.18 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) และเนื้อปลาข้างเหลือง (n-3=0.35 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง และ n-6=0.15 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) ในทำนองเดียวกัน ปริมาณ polyunsaturated fatty acids (PUFA) ในเนื้อหอยแมลงภู่ มีระดับสูงกว่าเนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง มีค่าเท่ากับ 2.75, 0.62 และ 0.52 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และเนื้อหอยแมลงภู่ ยังมีกรดไขมันที่จำเป็นชนิด arachidonic acid (ARA, 20:4n6) eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n3) และ docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n3) ในระดับที่สูงกว่าเนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง โดยระดับกรดไขมัน ARA, EPA และ DHA ในเนื้อหอยแมลงภู่ มีปริมาณ 0.46 0.89 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ส่วนในเนื้อปลากระเบนมีกรดไขมัน ARA, EPA และ DHA ที่ระดับ 0.10 0.20

และ 0.17 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และในเนื้อปลาข้างเหลืองมีกรดไขมัน ARA, EPA และ DHA ที่ระดับ 0.05, 0.05 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมี ของอาหารสด 3 ชนิดที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดอาหารทดลอง	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)				
	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	ความชื้น	น้ำหนักแห้ง
เนื้อหอยแมลงภู่	60.39	8.46	8.86	80.40	19.60
เนื้อปลากะเบน	92.54	0.29	9.17	80.30	19.70
เนื้อปลาข้างเหลือง	87.10	4.81	5.70	79.97	20.03

3. องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกุ้งมังกรเลน

เปอร์เซ็นต์ความชื้นในเนื้อกุ้งมังกรเลนจากธรรมชาติ และเนื้อกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทั้ง 3 ชนิด เป็นระยะเวลา 120 วัน มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 79.21-82.29 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนในเนื้อกุ้งมังกรเลนจากธรรมชาติ และในเนื้อกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ เนื้อปลากะเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง มีค่าเท่ากับ 92.93, 89.02, 93.51 และ 92.05 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ไขมันมีค่าเท่ากับ 1.11 3.24 0.24 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และเถ้ามีค่าเท่ากับ 7.77, 8.20, 8.64 และ 10.09 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกุ้งมังกรเลนจากธรรมชาติ และเนื้อกุ้งมังกรเลนหลังจากที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง 3 ชนิด เป็นระยะเวลา 120 วัน

ชุดการทดลอง	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)				
	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	ความชื้น	น้ำหนักแห้ง
กุ้งมังกรเลนจากธรรมชาติ	92.93	1.11	7.77	80.55	19.45
กุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่	89.02	3.24	8.20	79.21	20.79
กุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลากะเบน	93.51	0.24	8.64	80.11	19.89
กุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลือง	92.05	1.55	10.09	82.29	17.71

องค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อกึ่งมันกรเลนจากธรรมชาติ และในเนื้อกึ่งมันกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู เนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง เป็นระยะเวลา 120 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 4 พบว่า องค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อกึ่งมันกรเลนจากธรรมชาติและในเนื้อกึ่งมันกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ โดยพบว่า ปริมาณ PUFA ในเนื้อกึ่งมันกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู มีระดับสูงกว่า กึ่งมันกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง และกึ่งมันกรเลนจากธรรมชาติ โดยมีค่าเท่ากับ 1.47, 0.90, 1.22 และ 1.15 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน ปริมาณกรดไขมัน EPA ในกึ่งมันกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู (0.49 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง) มีระดับที่สูงกว่า กึ่งมันกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลากระเบน (0.23 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง) และเนื้อปลาข้างเหลือง (0.33 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง) และสูงกว่ากึ่งมันกรเลนจากธรรมชาติ (0.39 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง) ในขณะที่ปริมาณ DHA ในเนื้อกึ่งมันกรเลนที่เลี้ยงด้วย เนื้อหอยแมลงภู เนื้อปลากระเบน เนื้อปลาข้างเหลือง และกึ่งมันกรเลนจากธรรมชาติ มีปริมาณ 0.40, 0.26, 0.50 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนกรดไขมัน ARA ในเนื้อกึ่งมันกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู เนื้อปลากระเบน และเนื้อปลาข้างเหลือง และเนื้อกึ่งมันกรเลนจากธรรมชาติ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณ 0.35, 0.35, 0.27 และ 0.32 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

4. คุณภาพน้ำ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในถังทดลองตลอดช่วงการทดลอง (ตารางที่ 5) พบว่า อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจน แอมโมเนียรวม และ ออร์โทฟอสเฟต ของแต่ละชุดการทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดย ค่าอุณหภูมิ อยู่ในช่วง 27.94 - 28.57 °C ค่าความเค็ม อยู่ในช่วง 32.74 - 32.79 พีพีที ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 7.72-7.79 ค่าความเป็นด่าง อยู่ในช่วง 118-121 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณออกซิเจน อยู่ในช่วง 7.76-8.04 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวม อยู่ในช่วง 0.9754-1.0909 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณออร์โทฟอสเฟต อยู่ในช่วง 0.00155-0.0818 มิลลิกรัม/ลิตร ทั้งนี้ ปริมาณไนโตรเจนในชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลากระเบน (0.4745 ± 0.2243 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีปริมาณสูงกว่าชุดที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู (0.1652 ± 0.087 มิลลิกรัมต่อลิตร) และเนื้อปลาข้างเหลือง (0.1948 ± 0.0962 มิลลิกรัมต่อลิตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบกรดไขมันในอาหารสด 3 ชนิดที่ใช้ในการทดลอง ในเนื้อกุ้งมังกรเลนจากธรรมชาติ และเนื้อกุ้งมังกรเลนหลังจากที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 120 วัน

องค์ประกอบกรดไขมัน (กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	อาหารทดลอง			เนื้อกุ้ง	เนื้อกุ้งทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหาร		
	เนื้อหอย แมลงภู	เนื้อปลา กระเบน	ปลาข้าง เหลือง	มังกรจาก ธรรมชาติ	เนื้อหอย แมลงภู	เนื้อปลา กระเบน	ปลาข้าง เหลือง
C14:0	0.92	0.20	0.58	0.09	0.15	0.01	0.09
C15:0	0.18	0.04	0.14	0.04	0.04	0.01	0.02
C16:0	4.39	0.98	3.58	0.70	0.95	0.33	0.90
C17:0	0.35	0.07	0.22	0.11	0.10	0.03	0.07
C18:0	1.39	0.31	1.51	0.77	0.98	0.55	0.79
C20:0	0.03	0.01	0.15	0.10	0.07	0.09	0.11
C21:0	0.22	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02
C22:0	0.04	0.01	0.12	0.06	0.05	0.06	0.10
C23:0	0.02	nd	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02
C24:0	0.05	0.01	0.08	0.01	0.01	nd	0.02
C16:1n7	1.08	0.24	0.58	0.24	0.33	0.08	0.17
C18:1n9	0.18	0.04	0.72	0.46	0.28	0.36	0.52
C20:1n11	0.32	0.07	0.03	0.04	0.12	0.01	0.02
C22::1n9	0.01	nd	0.01	nd	nd	nd	nd
C24::1n9	nd	nd	0.10	0.01	nd	nd	0.02
C18:2n6	0.19	0.04	0.05	0.06	0.08	0.03	0.07
C18:3n6	0.03	0.01	0.02	nd	nd	nd	nd
C18:3n3	0.26	0.05	0.03	0.04	0.11	0.01	0.02
C20:2	0.04	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02
C20:3n6	0.13	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01
C20:4n6 (ARA)	0.46	0.10	0.05	0.32	0.35	0.35	0.27
C20:5n3 (EPA)	0.89	0.20	0.05	0.39	0.49	0.23	0.33
C22:6n3 (DHA)	0.75	0.17	0.26	0.27	0.40	0.26	0.50
Saturated FA	7.62	1.69	6.44	1.92	2.37	1.10	2.14
Monosaturated FA	1.63	0.37	1.46	0.78	0.75	0.46	0.75
Polyunsaturated FA	2.75	0.62	0.52	1.15	1.47	0.90	1.22
Unsaturated FA	4.37	0.99	1.99	1.90	2.22	1.36	1.97
Total n3	1.89	0.43	0.35	0.70	1.00	0.49	0.85
Total n6	0.81	0.18	0.15	0.42	0.46	0.40	0.35
Total fat (%น้ำหนักแห้ง)	12.00	2.68	8.42	3.81	4.60	2.47	4.12

nd : <0.01 g/100 g dry weight; ARA : arachidonic acid, EPA : eicosapentaenoic acid, DHA:

docosahexaenoic acid, FA: fatty acid

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในการทดลองเลี้ยงกุ้งมังกรเลน ในช่วงระยะเวลา 120 วัน

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	เกณฑ์ มาตรฐาน*	ชุดการทดลอง		
		เนื้อหอยแมลงภู่	เนื้อปลากระเบน	เนื้อปลาข้างเหลือง
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ไม่เกิน 33	28.00 ± 0.62 ^a	27.94 ± 0.59 ^a	28.57 ± 0.58 ^a
ความเค็ม (พีพีที)	29-35	32.79 ± 1.15 ^a	32.74 ± 1.49 ^a	32.74 ± 1.56 ^a
ความเป็นกรด-ด่าง	7.5-8.9	7.72 ± 0.17 ^a	7.79 ± 0.11 ^a	7.78 ± 0.07 ^a
ความเป็นด่าง (มก./ล.)	80-160	118.00 ± 9.99 ^a	119.84 ± 10.55 ^a	121.14 ± 11.06 ^a
ออกซิเจน (มก./ล.)	ไม่น้อยกว่า 4	7.76 ± 0.72 ^a	8.04 ± 0.61 ^a	7.87 ± 0.59 ^a
แอมโมเนียรวม (มก./ล.)	ไม่เกิน 1.0	0.9754 ± 0.5328 ^a	1.0909 ± 0.6187 ^a	0.9838 ± 0.5200 ^a
ไนไตรท์ (มก./ล.)	ไม่เกิน 0.1	0.1652 ± 0.0876 ^a	0.4745 ± 0.2243 ^b	0.1948 ± 0.0962 ^a
ออร์โทฟอสเฟต (มก./ล.)	-	0.0818 ± 0.0550 ^a	0.0600 ± 0.0383 ^a	0.00155 ± 0.0378 ^a

* สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา (2537).

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่ากุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (0.26±0.05 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) และน้ำหนักเพิ่ม (47.79±15.58 กรัม/ตัว) ไม่แตกต่างกับกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลากระเบน แต่ดีกว่ากุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่า กุ้งมังกรเลนทั้ง 3 ชุดการทดลองมีการเจริญเติบโตในอัตราช้าลง เมื่อระยะเวลาการเลี้ยงนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Smith *et al.* (2005) ที่เลี้ยงกุ้งมังกร *P. ornatus* ขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 2.5 กรัม ด้วยหอยแมลงภู่สดแช่แข็งเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ากุ้งมังกรมีอัตราการเจริญเติบโตในช่วง 4 สัปดาห์แรก แต่หลังจากนั้นพบว่ากุ้งมังกรมีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง และตายในขณะลอกคราบ และยังพบว่ากุ้งมังกรที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่สดแช่แข็งมีอัตราการเจริญเติบโต 0.80 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และมีอัตราการรอดเพียง 41 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่ากุ้งมังกรที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดแห่งที่ระดับโปรตีน 33 และ 61 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ากุ้งมังกรที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดแห่งที่ระดับโปรตีน 33 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโต 0.72 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และอัตราการรอด 73 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกุ้งมังกรที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดแห่งที่ระดับโปรตีน 61 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโต 1.38 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และอัตราการรอด 84 เปอร์เซ็นต์ และยังสรุปว่ากุ้งมังกรที่กินหอยแมลงภู่เพียงอย่างเดียวมีสีที่ซีดลง เนื่องจากได้รับสารสีแอสตาแซนทินจากเนื้อหอยแมลงภู่ไม่เพียงพอ ในขณะที่ Glencross *et al.* (2001) และ Smith *et al.* (2003) รายงานว่า กุ้งมังกร *P. ornatus* และ *Panulirus cygnus* ที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ มีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดดีกว่ากุ้งมังกรที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดแห่ง Juinio-Menez and Ruinata (1996) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งมังกร *P. ornatus* ขนาด 86.3-94.4 กรัม ด้วยหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) สดแช่แข็ง พบว่ามีอัตราการรอด 73-75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองครั้งนี้ แต่มีอัตรา

การแลกเปลี่ยน 12-17 ซึ่งดีกว่ากุ้งมังกรเลนในการทดลองครั้งนี้ ในทำนองเดียวกัน Dubber *et al.* (2004) พบว่า กุ้งมังกร *Jasus lalandii* ที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่มืด มีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดดีกว่ากุ้งมังกรที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดแห้ง และการใช้เนื้อหอยแมลงภู่มืดร่วมกับอาหารเม็ดแห้งช่วยให้การเจริญเติบโตและอัตราการรอดดีขึ้น เมื่อเทียบกับกุ้งมังกรที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดแห้งอย่างเดียว ทั้งนี้ในการใช้อาหารเม็ดแห้งแม้จะสามารถสร้างสูตรอาหารให้มีคุณค่าทางโภชนาการตามต้องการได้ แต่การใช้อาหารเม็ดแห้งสำหรับเลี้ยงกุ้งมังกรนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงความคงตัวของอาหาร และการดึงดูดให้กุ้งมังกรยอมรับอาหาร และเพิ่มการความอยากกินอาหาร (palatability) มากขึ้น เพื่อลดปัญหาการละลายและสูญเสียสารอาหาร และคุณภาพน้ำ นอกจากนี้ยังมีการทดลองอื่นๆ ที่รายงานว่าเนื้อหอยแมลงภู่มืดเหมาะสมสำหรับเป็นอาหารเลี้ยงกุ้งมังกร (Williams, 2007a) จากการศึกษาของ Thomas *et al.* (2000b) ที่ทดลองในกุ้งมังกรหิน (*J. edwardsii*) ได้รายงานว่าหอยแมลงภู่มืดเป็นอาหารที่ดีสามารถทำให้กุ้งมังกรหินมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Deshimaru *et al.* (1985) ซึ่งพบว่ากุ้งกุลาค่าที่ได้รับหอย short-necked clam ซึ่งมีไขมัน 3.4 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารมีการเจริญเติบโตดีที่สุด นอกจากนั้น Briggs *et al.* (1994) ได้ศึกษาใช้ semi-purified diet เลี้ยงกุ้งกุลาค่าและรายงานว่าระดับไขมันที่ 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่ทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตดีที่สุด สำหรับการทดลองครั้งนี้ อัตรารอดของกุ้งมังกรเลนทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน (62-70 เปอร์เซ็นต์) และพบว่าการตายของกุ้งมังกรเลนส่วนมากมักจะเกิดขึ้นขณะลอกคราบ คือลอกคราบไม่ออก หรือถูกกุ้งมังกรเลนตัวอื่นทำร้ายขณะลอกคราบ เนื่องจากกุ้งจะอ่อนแอมากในช่วงการลอกคราบ ทั้งนี้จากการสังเกตไม่พบว่ากุ้งเป็นโรคตายแต่อย่างใด

ในการทดลองครั้งนี้พบว่า อัตราการกินอาหารของกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่มืด (6.61 เปอร์เซ็นต์ ต่อวัน) ดีกว่าเนื้อปลากระเบน (2.97 เปอร์เซ็นต์ ต่อวัน) และเนื้อปลาข้างเหลือง (3.25 เปอร์เซ็นต์ ต่อวัน) แสดงให้เห็นว่าเนื้อหอยแมลงภู่มืดมีความเหมาะสมสำหรับเลี้ยงกุ้งมังกรเลน *P. polyphagus* มากกว่าเนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลือง ซึ่งสนับสนุนด้วยผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอาหารทดลองแต่ละชนิด โดยเนื้อหอยแมลงภู่มืดมีไขมันสูงกว่าอาหารทดลองอีก 2 ชนิด และมีองค์ประกอบกรดไขมันที่จำเป็น ในสัดส่วนที่ดีกว่าเนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลือง โดยกรดไขมัน n-3 และ n-6 ในเนื้อหอยแมลงภู่มืด (1.89 และ 0.81 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) มีระดับสูงกว่าในเนื้อปลากระเบน (0.43 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) และเนื้อปลาข้างเหลือง (0.35 และ 0.15 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) นอกจากนี้ ปริมาณกรดไขมัน PUFA ในเนื้อหอยแมลงภู่มืด (2.75 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) มีระดับสูงกว่าในเนื้อปลากระเบน (0.62 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) และเนื้อปลาข้างเหลือง (0.52 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) โดยเฉพาะกรดไขมันชนิด ARA, EPA และ DHA ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นที่กุ้งไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ ในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Kanasawa and Koshio (1994) อ้างตาม Takeuchi and Murakami (2007) ซึ่งกล่าวว่า EPA และ DHA เป็นกรดไขมันที่จำเป็นในกุ้งมังกร และไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ จึงจำเป็นต้องได้รับจากอาหาร โดยเฉพาะกุ้งมังกร *P. Cygnus* และ *J. edwardsii* ในระยะวัยอ่อนช่วงที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย ซึ่งพบว่าต้องการ n3-HUFA หรือ DHA ในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า กุ้งมังกร *Homarus gammarus* ไม่สามารถสร้างกรดไขมัน 18:2n6, 18:2n3, EPA และ DHA ได้เองเช่นกัน (Zandee, 1967 อ้างตาม Williams,

2007a) ในขณะที่ Castell and Boghen (1979) รายงานว่า องค์ประกอบกรดไขมัน ARA ในกุ้งมังกร *Homarus americanus* ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเลี้ยงกุ้งมังกรด้วยอาหารที่เติมกรดไขมัน 18:2n6 ที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยในกุ้งกุลาดำที่พบว่า กรดไขมัน ARA ในอาหารไม่มีผลส่งเสริมโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งกุลาดำ แต่กลับพบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมของกรดไขมัน n-3 และ n-6 มีความสำคัญมากกว่า อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาระดับความต้องการกรดไขมันในกุ้งมังกรยังมีไม่มากนัก ดังนั้นจึงมักใช้ระดับความต้องการกรดไขมันในกุ้งทะเลเป็นค่าอ้างอิงแทน ซึ่ง Glencross *et al.* (2002) รายงานระดับความต้องการกรดไขมัน 18:2n6, 18:2n3, EPA และ DHA ในกุ้งกุลาดำ มีค่า 0.9, 1.5, 0.3 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ส่วนปริมาณโปรตีนในเนื้อหอยแมลงภู่ (60.39 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) แม้จะมีระดับต่ำกว่าในเนื้อปลากระเบน (92.54 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) และเนื้อปลาข้างเหลือง (87.10 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) แต่ผลอัตราการรอดของกุ้งมังกรเลนทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนการเจริญเติบโตของกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ กลับดีกว่ากุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากระดับโปรตีนในเนื้อหอยแมลงภู่ แม้จะต่ำกว่าในอาหารอีก 2 ชนิดแต่ยังคงเพียงพอกับความ ต้องการ และยังมีรายงานการว่า กุ้งมังกรสามารถย่อยโปรตีนจากเนื้อหอยแมลงภู่ได้ดีกว่าโปรตีนจากเนื้อปลา (อ้างตาม Williams, 2007a) Glencross *et al.* (2001) รายงานว่ากุ้งมังกร *P. Cygnus* มีความต้องการโปรตีนค่อนข้างสูงถึง 55 เปอร์เซ็นต์ และมีความสามารถในการใช้ไขมันได้ต่ำ ซึ่งระดับไขมันที่เหมาะสมในอาหารคือ 6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Smith *et al.* (2003) พบว่า ระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารสำหรับกุ้งมังกร *P. ornatus* ขนาดน้ำหนักประมาณ 2 กรัม คือระดับ 53 และ 10 เปอร์เซ็นต์ และต่อมา Smith *et al.* (2005) พบว่า กุ้งมังกร *P. Ornatus* ขนาดน้ำหนัก 2.5 กรัม ต้องการอาหารที่มีโปรตีนค่อนข้างสูงที่ระดับ 61 เปอร์เซ็นต์ ในทำนองเดียวกับ Williams (2007b) ซึ่งสรุปว่า กุ้งมังกร *P. ornatus* ต้องการโปรตีนสำหรับการเจริญเติบโตที่ดีในระดับสูงถึง 61 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปสัตว์น้ำแต่ละชนิดรวมทั้งกุ้งมังกรเลน มีความต้องการโปรตีนที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น คุณภาพของอาหารและโปรตีน อายุ และระยะของกุ้ง (D'Abramo and Sheen, 1994) ซึ่งสอดคล้องกับ Cho *et al.*, (1994) รายงานว่าความต้องการปริมาณโปรตีนในระดับสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางชีวภาพ เช่น ชนิดของกุ้ง ระยะกุ้ง ขนาดของกุ้ง และลักษณะของอาหาร เช่น คุณภาพโปรตีน พลังงาน ปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม สำหรับกุ้งขนาดเล็กจะมีความต้องการ โปรตีนสูงกว่าในกุ้งขนาดใหญ่ (Pillay, 1990; Smith *et al.*, 1985) โดยมีรายงานการศึกษาว่า กุ้งขนาดเล็กจะต้องการ โปรตีนมากกว่ากุ้งใหญ่ ประมาณ 5- 10 เปอร์เซ็นต์ (God dard, 1996) ดังนั้นอาหารที่ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำนอกจากจะต้องมีระดับโปรตีนที่เหมาะสมแล้ว ต้องคำนึงถึงแหล่งของโปรตีนที่ใช้ด้วย เพราะ โปรตีนจากแหล่งที่ต่างกันก็มีคุณภาพที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนในสัดส่วนที่ต่างกัน ดังนั้นสัตว์น้ำจึงต้องได้รับโปรตีนซึ่งเป็นแหล่งของกรดอะมิโนที่จำเป็นในสัดส่วนที่เหมาะสมและเพียงพอเพื่อการเจริญเติบโตที่ดี

นอกจากนี้ในเนื้อหอยแมลงภู่ยังมีระดับไขมันและกรดไขมันที่จำเป็น (n-3) เหมาะสมกว่าอาหารอีก 2 ชนิดดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงน่าจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้กุ้งมังกรเลนชุดที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่

ดีกว่าชุดอื่นๆ กุ้งมังกรเลนก็เช่นเดียวกับสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ที่ต้องการไขมันเพื่อเป็นแหล่งพลังงานและเป็นแหล่งที่สำคัญของกรดไขมันที่จำเป็น เป็นแหล่งของวิตามินที่ละลายในไขมัน สเตอโรย และฟอสโฟไลปิด (Kanazawa *et al.*, 1979 ; Kayama *et al.*, 1980) และจากรายงานของ Conklin *et al.*, (1980) และ Teshima (1997) พบว่า ฟอสโฟไลปิดมีผลต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโต และการลอกคราบ โดยกุ้งมังกรที่ขาดฟอสโฟไลปิด จะส่งผลให้อัตราการรอดและการเจริญเติบโตต่ำ และลอกคราบไม่สำเร็จ

เป็นที่ทราบว่าการลอกคราบนับเป็นกระบวนการสำคัญในการเจริญเติบโตของสัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียน ซึ่งต้องมีการลอกคราบทุกครั้งที่เกิดเจริญเติบโต และในกระบวนการลอกคราบนั้นต้องอาศัยฮอร์โมนการลอกคราบ Ecdyzone ที่ต้องการกรดไขมัน ARA เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ฮอร์โมน (Lilly and Bottino, 1981) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบว่ากุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่มิแวนัว้นมีการลอกคราบสูงกว่าชุดอื่นๆ ทั้งนี้เพราะเนื้อหอยแมลงภู่มิปริมาณ ARA สูงถึง 0.46 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลืองมี ARA เพียง 0.10 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนความถี่ในการลอกคราบตลอดช่วงการทดลอง พบว่ากุ้งมังกรเลนมีการลอกคราบค่อนข้างถี่ โดยกุ้งมังกรเลนแต่ละชุดการทดลองมีความถี่ในการลอกคราบในช่วง 0-2 เดือนแรก (28, 24 และ 29 ครั้ง ตามลำดับ) มากกว่าในช่วง 3-4 เดือนหลัง (10, 12 และ 8 ครั้ง ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับ Gray (1992) พบว่าความถี่ของการลอกคราบลดลงเมื่อกุ้งมีอายุมากขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตช้าลงด้วย นอกจากนี้ Serfling and Ford (1975) รายงานว่ากุ้งมังกร *P. interruptus* จะลอกคราบ 1 ครั้งทุกๆ 15-25 วัน แต่เมื่อกุ้งโตขึ้นจะใช้เวลานานขึ้น 35-55 วันต่อการลอกคราบ 1 ครั้ง

สำหรับองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกุ้งมังกรเลนจากธรรมชาติ และเนื้อกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง 3 ชนิด พบว่าโปรตีนในกุ้งมังกรเลนจากธรรมชาติ (92.9 เปอร์เซ็นต์) มีระดับใกล้เคียงกับกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิด (89.0-93.5 เปอร์เซ็นต์) แต่ระดับไขมันในกุ้งมังกรเลนจากธรรมชาติ (1.11 เปอร์เซ็นต์) มีค่าต่ำกว่าระดับไขมันในกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทั้ง 3 ชนิด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ที่พบว่าไขมันในปลาจากธรรมชาติมีระดับต่ำกว่าปลาที่ได้จากการเลี้ยง เช่น ปลาไหลอเมริกัน (Otwell and Richards, 1981/1982) ปลากะพงแดง (Morishita *et al.*, 1988) และปลาโคโยแซลมอน (Yamaguchi *et al.*, 1988) สำหรับกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่มิระดับไขมัน 3.24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าระดับไขมันในกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยปลากระเบนและปลาข้างเหลือง (0.24 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากระดับไขมันในเนื้อหอยแมลงภู่มิสูงกว่าอาหารอีก 2 ชนิด

เป็นที่ทราบว่าองค์ประกอบของกรดไขมันในสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ตามสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ เช่น อาหารที่สัตว์น้ำได้รับ ความเค็ม น้ำ อุณหภูมิ อายุ ระยะของสัตว์น้ำ การอพยพแหล่งอาศัย เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าองค์ประกอบกรดไขมันในกุ้งมังกรเลนจากธรรมชาติแตกต่างกับกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทั้ง 3 ชุด และองค์ประกอบกรดไขมันในกุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทั้ง 3 ชนิด มีความสัมพันธ์กับกรดไขมันในอาหารแต่ละชนิดที่ใช้เลี้ยง (ตารางที่ 4) ตามที่มีการศึกษาพบว่าไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ มีอิทธิพลต่อระดับไขมันและองค์ประกอบกรดไขมันในร่างกายของสัตว์น้ำนั้น (Bell *et al.*, 2003; Izquierdo *et al.*, 2003; Glencross *et al.*, 2003a, 2003b) ใน

การศึกษาของ Nelson *et al.* (2004) พบว่าองค์ประกอบหลักของกรดไขมันในลูกกุ้งมังกร *J. edwardsii* ได้แก่ 18:1n9, 18:2n6, 16:0, 18:0, 18:1n7, EPA, ARA และ DHA และยังพบว่ากรดไขมัน ARA และ EPA ในกุ้งเลี้ยง มีระดับใกล้เคียงกับกุ้งธรรมชาติ แต่ระดับ DHA ต่ำกว่าในกุ้งธรรมชาติ การเสริม DHA ในกุ้งเลี้ยงจึงมีความสำคัญ จากการทดลองพบว่ากุ้งมังกรเลี้ยงที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบของ EPA และ DHA มากกว่า กรดไขมัน 18:3n-3 และ 18:2n-6 ซึ่งสอดคล้องกับ Lim *et al.* (1997b) ซึ่งพบว่ากุ้งขาวจะใช้กรดไขมัน 20:5n-3 และ 22:6n-3 ได้ดีกว่า 18:3n-3 และ 18:2n-6 เช่นเดียวกันกับที่ Kanazawa *et al.*, (1977, 1979) รายงานว่า กรดไขมัน DHA และ EPA มีความจำเป็นสำหรับกุ้งครุมา (*Marsupenaeus japonicus*) มากกว่ากรดไขมัน 18:3n3 และ 18:2n6 ตามลำดับ เพราะกุ้งครุมา มีความสามารถต่ำในการสร้างกรดไขมัน EPA และ DHA จากขบวนการ elongation และ desaturation ในทำนองเดียวกันกุ้ง *Penaeus chinensis* ไม่สามารถสร้างกรดไขมัน EPA ได้จาก 18:3n3 และก็ไม่สามารสร้างกรดไขมัน DHA ได้จาก EPA อีกด้วย สำหรับกุ้งมังกร *Panulirus japonicus* พบว่า กรดไขมัน DHA และ EPA มีความจำเป็น เพราะไม่สามารถสร้างขึ้นได้เองเช่นกัน (Takeuchi and Murakami, 2007)

คุณภาพน้ำเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการอนุบาลสัตว์น้ำ เป็นที่ทราบว่าคุณภาพน้ำและระดับแอมโมเนียมีผลต่ออัตราการกินอาหาร การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของสัตว์น้ำ มีรายงานการศึกษาพบว่า อุณหภูมิและปริมาณแอมโมเนียมีผลต่อการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อในการอนุบาลกุ้งมังกร *J. edwardsii* (Thomas *et al.*, 2000a) อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำตลอดการทดลอง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ดังที่แสดงเปรียบเทียบไว้ใน ตารางที่ 5

จากผลการทดลองครั้งนี้ กล่าวได้ว่ากุ้งมังกรเลี้ยงที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ มีการเจริญเติบโต จำเพาะ อัตราการกินอาหาร ดีกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลือง ไขมันและองค์ประกอบกรดไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งมังกรเลี้ยง มีผลสะท้อนต่อไขมันและองค์ประกอบกรดไขมันในตัวกุ้งมังกรเลี้ยง อย่างไรก็ตามการเลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่อย่างเดียวยังเป็นระยะเวลานานทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูง เนื่องจากหอยแมลงภู่มีราคาแพงเมื่อเทียบกับเนื้อปลากระเบนและเนื้อปลาข้างเหลือง จึงอาจใช้เนื้อปลาหรือหอยชนิดอื่นสลับทดแทนเพื่อลดต้นทุน ทั้งนี้การพัฒนาอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงกุ้งมังกรและการศึกษาด้านโภชนาการอาหาร และปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อ รวมทั้งการพัฒนาเทคนิคการเลี้ยง เพื่อเพิ่มผลผลิตยังเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการศึกษาต่อไป

คำขอขอบคุณ

คณะผู้จัดทำการวิจัยขอขอบคุณ นายไพฑูลย์ บุญลิปตานนท์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ ที่ให้การสนับสนุน และขอขอบคุณสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง ที่ได้อนุเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

- ไวพจน์ เครือเสนห์. 2541ก. การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งมังกรในกระชัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2541. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลฝั่งอันดามัน. อำเภอถลาง, จังหวัดภูเก็ต. 18 หน้า.
- ไวพจน์ เครือเสนห์. 2541ข. การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งมังกรวัยรุ่น สกุล *Panulirus* spp. ที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ เอกสารวิชาการฉบับที่ 3 /2541. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลฝั่งอันดามัน, อำเภอถลาง, จังหวัดภูเก็ต. 15 หน้า.
- สง่า ลีสง่า จริภรณ์ ศรียศ และ นกมล จินดาพันธ์. 2546. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลากดเหลืองสามแหล่งที่พบในประเทศไทย. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 16 หน้า.
- สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา. 2537. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง: ความรู้เบื้องต้นและวิธีวิเคราะห์. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, กรมประมง. หน้า 29-33.
- สมพงษ์ คุณย์จินดาชบาพร และปรกรณ์ ประเสริฐวงษ์. 2529. การศึกษาพัฒนาการเบื้องต้นของไข่และตัวอ่อนกุ้งมังกร *Panulirus polyphagus*. เอกสารงานวิจัยเลขที่ 11/2529. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, ชลบุรี. 19 หน้า.
- Akiyama, D. M., W. G. Dominy and A. Lawrence. 1992. Penaeid shrimp nutrition. **In:** Fast, A. W. and J. Lester (eds.). *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices*. Elsevier, Amsterdam, pp. 535-568.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. *Official Methods of Analysis*. **In:** Cunniff, P. (ed.). Association of Official Analytical Chemists, 16th edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1588 pp.
- APHA, AWWA and WPCF. 1980. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 15th edition. American Public Health Association, Washington, D. C. 1134 pp.
- Bell, J. G., F. McGhee, J. Patric, J. Campbell and J. R. Sargent. 2003. Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in fresh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil “wash out.” *Aquaculture* 218: 515-528.
- Bhatia, U. 1974. Distribution of spiny lobsters along the west coast of Thailand with observation on their fishing grounds. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin*, No. 5: 20 pp.
- Brigg, M. R. P., J. H. Brown and C. J. Fox. 1994. The effect of dietary lipid and lecithin levels on the growth, survival, feeding efficiency, production and carcass composition of post larval *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquacult. Fish. Manag.* 25: 279-294.

- Castell, J. D. and A. D. Boghen. 1979. Fatty acid metabolism in juvenile lobsters (*Homarus americanus*) fed a diet low in methionine and histidine. *Proc. World Maric. Soc.* 10: 720-727.
- Cho, C. Y., J. D. Hynes, K. R. Wood and H. K. Yoshida. 1994. Development of high nutrient-dense, low-pollution. Diets and prediction of aquaculture wastes using biological approaches. *Aquaculture* 124: 293-305.
- Conklin D.E., L.R. D'Abramo, C.E. Bordner and N.A. Baum, 1980. A successful purified diet for the culture of juvenile lobster : the effect of lecithin. *Aquaculture*, 21 : 243-250.
- D'Abramo, L. R. and S. S. Sheen. 1994. Nutritional requirements, feed formulation, and feeding practices for intensive culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Rev. Fish. Sci.* 2(1): 1-21.
- Deshimaru, O., K. Kuroki, M. A. Mazid, and S. Kitamura. 1985. Nutritional quality of compounded diets for prawn *Penaeus monodon*. *Bull. of Japanese Society of. Sci. Fisheries.* 51: 1037-1044.
- Dubber, G. G., G. M. Branch and L. J. Atkinson. 2004. The effects of temperature and diet on the survival, growth and food uptake of aquarium-held postpueruli of the rock lobster *Jasus lalandii*. *Aquaculture* 240: 249-266.
- Erick, P., F. Iliana, C. Olimpia, D-I Eugenio, C. Raul, B. Marysabel and G. German-S. 2005. Evaluation of practical diets for the Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804): effects of protein sources on substrate metabolism and digestive proteases. *Aquaculture* 244: 251-262.
- Everhart, W. H., W. E. Alfred and D. Y. William. 1975. Principles of Fishery Science. Cornell University Press, London. 288 pp.
- Glencross, B. D., D. M. Smith, M. R. Thomas and K. C. Williams. 2002. Optimising the essential fatty acid in the diet for weight gain of the prawn, *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 204: 85-99.
- Glencross, B. D., W. E. Hawkins and J. G. Curnow. 2003a. Effect of canola oils as alternative lipid resources in diets for juvenile red seabream (*Pagrus auratus*). *Aquaculture Nutrition* 9: 305-315.
- Glencross, B. D., W. E. Hawkins and J. G. Curnow. 2003b. Restoration of the fatty acid composition of red seabream (*Pagrus auratus*) using a fish oil finishing diet after grow-out on plant oil based diets. *Aquaculture Nutr.* 9: 409-418.
- Glencross, B., M. Smith, J. Curnow, D. Smith and K. Williams. 2001. The dietary protein and lipid requirements of post-puerulus western rock lobster, *Panulirus cygnus*. *Aquaculture* 199:119-129.
- God dard, S. 1996. Feed management in intensive aquaculture, fisheries and marine institute memorial University Newfoundland, Canada. 194 pp.

- Gray, H. S. 1992. The Western Rock Lobster *Panulirus Cygnus*. Book 1.A Natural History. Westralian Books, Geraldton, Western Australia. 6530. 112 pp.
- Halver, E. 1989. Fish Nutrition. Second edition. Academic Press, Inc. California. 798 pp.
- Izquierdo, M., A. Obach, L. Arantzamendi, D. Montero, L. Robaina and G. Rosenlund. 2003. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and fresh quality. *Aquaculture Nutrition* 9: 397-407.
- Johnston, M. D. and D. J. Johnston. 2007. Stability of formulated diets and feeding response of stage I Western spiny lobster, *Panulirus cygnus*, Phyllosomata. *Journal of the World Aquaculture Society* 38: 262-271.
- Johnston, M. D., D. J. Johnston and C. M. Jones. 2008. Evaluation of partial replacement of live and fresh feeds with a formulated diet and the influence of weaning *Panulirus ornatus* phyllosomata onto a formulated diet during early ontogeny. *Aquaculture International* 16: 33-47.
- Juinio-Menez, M. A. and J. Ruinata. 1996. Survival, growth and food conversion efficiency of *Panulirus ornatus* following eyestalk ablation. *Aquaculture* 146: 225-235.
- Kanazawa A., S. Teshima and S. Tokiwa. 1977. Nutritional requirements of prawn-VII. Effect of dietary lipids on growth. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 43: 894-856.
- Kanazawa, A., S. Teshima, S. Tokiwa and H. J. Ceccaldi. 1979. Effect of dietary linoleic and linolenic acids on growth of prawn. *Oceanol. Acta*. 2: 41-47.
- Kaushik, S. J. 1989. Use of alternative protein sources for intensive rearing of carnivorous fishes. In: Shiau, S. Y. (ed.), Progress in Fish Nutrition, Proceedings of the Fish Nutrition Symposium, September 6-7, 1989, Keelung, Taiwam ROC, pp. 181-208.
- Kayama, M., M. Hirata, A. Kanazawa, S. Tokiwa and M. Saito. 1980. Essential fatty acids in the diet of prawn-III. Lipid metabolism and fatty acid composition. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 46: 483-488.
- Kittaka, J. and K-I Kimura. 1989. Culture of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* from egg to juvenile stage. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55(6): 963-970.
- Lilly, L. M. and R. N. Bottino. 1981. Identification of arachidonic acid in gulf of Mexico shrimp and degree of biosynthesis in *Penaeus setiferus*. *J. lipid*. 16: 871-875.
- Lim, B. K., N. Sakurai, T. Sugihara and J. Kittaka. 1997a. Survival and growth of the American lobster *Homarus americanus* fed formulated feeds. *Bulletin of Marine Science* 61(1): 159-163.
- Lim, C., H. Ako, C. L. Brown and K. Hahn. 1997b. Growth response and fatty acid composition of juvenile *Penaeus vannamei* fed different sources of dietary lipid. *Aquaculture* 151: 143-153.

- Morishita, T., K. Uno, Y. Matsumoto and T. Takahashi. 1988. Comparison of the proximate compositions in cultured red sea bream differing the localities and culture methods, and of the wild fish. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54: 1965-1970.
- Nelson, M. M., B. J. Crear, P. D. Nichols and D. A. Ritz. 2004. Growth and lipid composition of phyllosomata of the southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, fed enriched *Artemia*. *Aquaculture Nutrition* 10: 237-246.
- NRC (National Research Council). 1983. Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy Press, Washington D. C. 102 pp.
- Otwell, W. S. and W. L. Richards. 1981/1982. Cultured and wild American eels, *Anguilla rostrata* : Fat content and fatty acid composition. *Aquaculture* 26:67-76.
- Pillay, T. V. R. 1990. Aquaculture principles and practices. Aquaculture Development and Coordination Programme Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Phillips, B. F. and A. N. Sastry. 1980. Larval Ecology. In: The Biology and Management of Lobsters. Vol. II. Academic Press Inc. pp. 29-57.
- Ricker, W. E. 1979. Growth Rate and Models. In: Hoar, W.S., D. J. Randall and J.R. Brett (eds.). Fish Physiology Vol. VIII. Bioenergetic and Growth. Academic Press, Inc. America. pp. 679-743.
- Sasaki, K. and Y. Sawada. 1980. Determination of Ammonia in Estuary. *Bulletin of Japanese Society of Science and Fisheries* 46: 319-321.
- Serfling, S.A. and R.F. Ford. 1975. Laboratory culture of the California spiny lobster *Panulirus interruptus* (Randall) at elevated temperature. *Aquaculture* 6: 377-387.
- Smith, D. M., K. C. Williams and S. J. Irvin. 2005. Response of the tropical spiny lobster *Panulirus ornatus* to protein content of pelleted feed and to a diet of mussel flesh. *Aquaculture Nutrition* 11:209-217.
- Smith, D. M., K. C. Williams, S. J. Irvin, M. Barclay and S. Tabrett. 2003. Development of a pelleted feed for juvenile tropical spiny lobster (*Panulirus ornatus*): response to dietary protein and lipid. *Aquaculture Nutrition* 9: 231-237.
- Smith, L. L., P. L. Lee, A. L. Lawrence and K. Strawn. 1985. Growth and digestibility by three sizes of *Penaeus vannamei* Boone : effect of dietary protein level and protein source. *Aquaculture* 46: 85-96.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parson. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. Bulletin 167 (second edition). Fisheries Research Board of Canada. Ottawa. 310 pp.

- Takeuchi, T. and K. Murakami. 2007. Crustacean nutrition and larval feed, with emphasis on Japanese spiny lobster, *Panulirus Japonicus*. *Bull. Fish. Res. Agen.* 20:15-23.
- Teshima, S. 1997. Crustacean Nutrition. In: D'Abramo, L. R., D. E. Conklin and D. M. Akiyama (eds.). *Advances in World Aquaculture. Volume 6.* World Aquaculture Society, Louisiana, MO. USA. 587 pp.
- Thomas, C. W., B. J. Crear, P. R. Hart. 2000a. The effect of temperature on survival, growth, feeding and metabolism activity of the southern rock lobster, *Jasus edwardsii*. *Aquaculture* 185: 73-84.
- Thomas, C. W., B. J. Crear, P. R. Hart and C. G. Carter. 2000b. Growth of juvenile southern rock lobsters, *Jasus edwardsii*, is influenced by diet and temperature, whilst survival is influenced by diet and tank environment. *Aquaculture* 190: 169-182.
- Thusty, M. F., J. S. Goldstein and D. R. Fiore. 2005. Hatchery performance of early benthic juvenile American lobsters (*Homarus americanus*) fed enriched frozen adult artemia diets. *Aquaculture Nutrition* 11: 191-198.
- Watanabe, T. 1988. Fish Nutrition and Mariculture. JICA Textbook: The general aquaculture course, Kanagawa International Fisheries Training Center, JICA, 233 pp.
- Williams, K. C. 2007a. Nutritional requirements and feeds development for post-larval spiny lobster: A review. *Aquaculture* 263: 1-14.
- Williams, K. C. 2007b. Feed development for post-larval spiny lobster: A review. *Bull. Fish. Agen.* No 20: 25-37.
- Williams, K. C., D. M. Smith, S. J. Irvin, M. C. Barclay and S. J. Tabrett. 2005. Water immersion time reduces the preference of juvenile tropical spiny lobster *Panulirus ornatus* for pelleted dry feeds and fresh mussel. *Aquaculture Nutrition* 11: 415-426.
- Yamaguchi, T., Y. Sato, M. Ito, N. Moritani and M. Hata. 1988. The lipid and fatty acid compositions in tissues of cultured and wild coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54: 1601-1605.