เอกสารวิชาการฉบับที่ ๑๙ /๒๕๕๔

Technical Paper No. 19/2011

การเลี้ยงปูทะเล (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) ด้วยอาหารสำเร็จรูป

Culture of Mud Crab (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) Using Artificial Diet

อาภรณ์ เทพพานิช
มนทกานติ ท้ามติ้น
สิริวรรณ หนูเซ่ง

Aporn Thepphanich
Montakan Tamtin
Siriwan Nooseng

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Coastal Fisheries Research and Development Bureau
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๑๙/๒๕๕๔

Technical Paper No. 19/2011

การเลี้ยงปูทะเล (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) ด้วยอาหารสำเร็จรูป

Culture of Mud Crab (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) Using Artificial Diet

อาภรณ์ เทพพานิช
มนทกานติ ท้ามติ้น
สิริวรรณ หนูเซ่ง

Aporn Thepphanich
Montakan Tamtin
Siriwan Nooseng

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Coastal Fisheries Research and Development Bureau
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

รหัสทะเบียนวิจัย ๕๑-๐๓๓๖-๕๐๐๕๗-๐๑๒

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ	i
Abstract	ii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	2
1. การวางแผนการทดลอง	2
2. การเตรียมบ่อทดลอง	2
3. การเตรียมอาหารและการจัดการระหว่างทดลอง	3
4. การเตรียมพันธุ์ปูทะเล	4
5. การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลอง	4
ผลการทดลอง	5
1. การเจริญเติบโต	5
2. อัตราการรอดตาย	7
3. การลอกคราบและระยะเวลาในการลอกคราบ	8
4. คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง	9
5. ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบของปูทะเล	10
สรุปและวิจารณ์ผล	12
คำขอบคุณ	14
เอกสารอ้างอิง	15

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนผสมของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปูทะเล (*S. paramamosain*)	3
2	องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบของอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสดที่ใช้ในการทดลอง	4
3	ผลการเจริญเติบโตของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด	7
4	เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนัก ความกว้าง ความยาวกระดองของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด	7
5	อัตราการรอดตาย และการลอกคราบของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด	8
6	คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง	9
7	องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบ ของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด	10
8	องค์ประกอบกรดไขมัน (% area) ในปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด	11

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	บ่อคอนกรีตทดลองเลี้ยงปูทะเล (*S. paramamosain*)	2
2	(ก) น้ำหนัก (ข) ความกว้าง (ค) ความยาวกระดองปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด	6
3	อัตราการรอดตายของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด	8
4	(ก) การลอกคราบแบบไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดการตายคาคราบเก่า (ข) อาการเปลือกนิ่มไม่แข็งตัวหลังลอกคราบ	9

การเลี้ยงปูทะเล (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) ด้วยอาหารสำเร็จรูป

อาภรณ์ เทพพานิช [๑*] มนทกานติ ท้ามติ้น [๒] และสิริวรรณ หนูเช่ง [๑]

[๑] ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี

[๒] สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง

บทคัดย่อ

การเลี้ยงปูทะเล (*Scylla paramamosain* Estampador,1949) ขนาดเล็กด้วยอาหารสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับเนื้อปลาหลังเขียวสด เริ่มต้นจากน้ำหนักเฉลี่ย 1.70 ± 0.13 และ 1.67 ± 0.11 กรัม ความกว้างกระดองเฉลี่ย 1.88 ± 0.09 และ 1.85 ± 0.13 เซนติเมตร ความยาวกระดองเฉลี่ย 1.40 ± 0.08 และ 1.38 ± 0.09 เซนติเมตร ตามลำดับ ทดลองเลี้ยงในบ่อคอนกรีต เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ปรากฏผลดังนี้ ปูทะเลยอมรับอาหารทดลองทั้งสองชนิดได้เป็นอย่างดี โดยปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 79.13 ± 0.92 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดองเท่ากับ 8.07 ± 1.98 กรัม 3.30 ± 0.18, 2.48 ± 0.20 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดอง เท่ากับ 380.58 ± 146.20, 77.02 ± 18.07 และ 57.00 ± 6.64 ตามลำดับ ระยะเวลาในการลอกคราบ 39.58 ± 9.08 วันต่อครั้ง สำหรับปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารเนื้อปลาหลังเขียวสด มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 83.33 ± 0.70 เปอร์เซ็นต์ ผลการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดอง เท่ากับ 10.04 ± 1.51 กรัม 3.93 ± 0.17, 2.80 ± 0.28 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดอง เท่ากับ 504.09 ± 85.10, 112.72 ± 15.34 และ 102.73 ± 21.44 ตามลำดับ ระยะเวลาในการลอกคราบ 32.08 ± 4.15 วันต่อครั้ง เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าการเลี้ยงด้วยอาหารสองชนิดมีความแตกต่างกันในด้านน้ำหนัก ความกว้าง ความยาวกระดอง อัตราการรอดตาย เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ความกว้าง ความยาวกระดอง และระยะเวลาในการลอกคราบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยที่การเลี้ยงด้วยอาหารเนื้อปลาหลังเขียวสดให้ผลของการเจริญเติบโต อัตรารอด และผลการลอกคราบดีกว่าเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป

สำหรับองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปูทะเลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 2 ชนิด พบว่าปูทะเลที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปมีกรดไขมันกลุ่ม n - 3, n - 3 HUFA, n - 6 รวมทั้งสัดส่วน n - 3/n - 6 สูงกว่าในเนื้อปูทะเลที่ได้รับเนื้อปลาหลังเขียวสด เมื่อพิจารณาชนิดกรดไขมันที่สำคัญ พบว่านอกจาก EPA ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันแล้ว ปูทะเลที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปมีกรดไขมันจำเป็นชนิด 18:2n - 6, ARA และ DHA จะสูงกว่าที่มีในปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด

คำสำคัญ : ปูทะเล อาหารสำเร็จรูป การเจริญเติบโต

---

* ผู้รับผิดชอบ : หมู่ ๔ ต.ตะเคียนทอง อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี ๘๔๑๖๐ โทร. ๐-๗๗๒๕-๕๒๘๘

e-mail : apkeawmorakot@yahoo.com

Culture of Mud Crab (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) Using Artificial Diet

Aporn Thepphanich*[1] Montakan Tamtin[2] and Siriwan Nooseng [1]

[1]Suratthani Coastal Fisheries Research and Development Center

[2]Coastal Aquatic Feed Research Institute

Abstract

An experiment was conducted to evaluate the effects of artificial diet compared to sardine meat on the growth and survival rate of mud crab (*Scylla paramanosain* Estampador, 1949). The juvenile crabs fed with artificial diet and sardine meat were 1.70±0.13 and 1.67±0.11 g., 1.88± 0.09 and 1.85±0.13 cm., 1.40 ± 0.08 and 1.38±0.09 cm. initial weight, length and carapace width, respectively. They were stocked in concrete tanks and fed with artificial diet and sardine meat daily for 12 weeks. At termination, the results showed that crabs fed with sardine meat attained higher growth rate ($P<0.05$) than crabs fed with artificial diet (83.33±0.70 and 79.13±0.92 %) in terms of weight gain (504.09 ± 85.10 and 380.58 ± 146.20 %), carapace width gain (112 ± 15.34 and 77.02 ± 18.07 %) carapace length gain (102.73 ± 21.44 and 57.00 ± 6.64 %). The survival rate of crab fed with sardine meat was also higher ($P<0.05$) than artificial diet (83.33 ± 0.70 and 79.13 ± 0.92 %).

The levels of n-3, n-3 HUFA, n-6 and n-3/n-6 ratio in the crab fed with artificial diet are greater than crab fed with sardine meat. The levels of EPA were similar in meat of crab fed with artificial diet. Anyway, in meat of crab fed with artificial diet have the greater levels of 18:2n-6, ARA and DHA than in meat of crabs fed with sardine meat.

Key words : Mud crab (*Scylla paramamosain* Estampador,1949), Artificial diet, Growth rate.

* Corresponding author : Moo 4, Takeantong Sub-district, Kanchanadit District Suratthani Province 84160.
e-mail : apkeawmorakot@yahoo.com

คำนำ

ปูทะเลมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Scylla* spp. ชื่อสามัญคือ Mud crab อยู่ในครอบครัว Portunidae พบได้ทั่วไปตลอดแนวชายฝั่งทะเลที่มีป่าชายเลนตั้งแต่เขตอบอุ่นถึงเขตร้อน เขตอินโดแปซิฟิกตั้งแต่ทวีปแอฟริกา ออสเตรเลีย และเอเชีย สำหรับในประเทศไทยพบแพร่กระจายอยู่ทุกจังหวัดที่ติดชายฝั่งทะเล โดยอาศัยอยู่ตามแม่น้ำลำคลองที่มีอาณาเขตติดต่อกับแนวชายฝั่งทะเลหรือป่าชายเลน ซึ่งชนิดของปูทะเลที่พบมากที่สุดมี 2 ชนิด คือ ปูดำ (*Scylla olivacea* Herbst, 1796) พบการแพร่กระจายมากที่สุดทางฝั่งทะเลอันดามัน ตั้งแต่จังหวัดภูเก็ต ระนอง กระบี่ ตรัง และสตูล (สุภาพ, 2536) ปูขาว (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) พบการแพร่กระจายมากที่สุดทางฝั่งทะเลอ่าวไทย ตั้งแต่จังหวัดจันทบุรี ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และปัตตานี (รัชฎา และสำรวย, 2538)

ปูทะเลเป็นอาหารทะเลที่มีรสชาติดี และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีปริมาณโปรตีน 20.10 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4.0 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 0.8 เปอร์เซ็นต์ (บรรจง และบุญรัตน์, 2545) ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค แต่ปัจจุบันปริมาณปูทะเลในธรรมชาติลดลงไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ด้วยเหตุนี้ทำให้ราคาการจำหน่ายค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ที่สามารถเพาะเลี้ยงได้ ในส่วนของกรมประมงได้ผลิตพันธุ์ปูทะเลเพื่อปล่อยเสริมในแหล่งน้ำธรรมชาติ และส่งเสริมด้านการให้เกษตรกร โดยรูปแบบการเลี้ยงสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ การเลี้ยงปูทะเลขุน และการเลี้ยงจากปูทะเลขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ แต่การเลี้ยงของเกษตรกรประสบปัญหาสำคัญ คือการขาดแคลนลูกพันธุ์ปูทะเล ต้นทุนอาหารที่ใช้เลี้ยงค่อนข้างสูง และไม่สามารถหาได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากอาหารที่ใช้เลี้ยงนั้นรวบรวมได้จากธรรมชาติทั้งสิ้น เช่น ปลาเป็ด เนื้อปลาหลังเขียวสด หอยกะพง เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ในบางฤดูกาลขาดแคลนและมีราคาสูง ดังนั้นอาชีพการเลี้ยงปูทะเลยังไม่สามารถขยายเป็นเชิงธุรกิจได้เหมือนกับการเลี้ยงสัตว์น้ำประเภท กุ้งหรือปลา

ปัญหาการขาดแคลนอาหารสดสำหรับการเลี้ยงปูทะเลในบางฤดูกาลนับเป็นประเด็นที่ควรนำมาพิจารณาเพื่อแก้ปัญหาการเลี้ยงปูทะเลให้ยั่งยืนเป็นอย่างยิ่ง ในส่วนของการพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปเพื่อเลี้ยงปูในประเทศไทยนั้น สุพิศ และคณะ (2548) ศึกษาสูตรอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปูม้า พบว่าปูม้าที่มีน้ำหนักในช่วง 0.15 - 1.80 กรัม มีผลการเจริญเติบโตดีที่สุด เมื่อได้รับอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 34 - 46 และปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนสูงสุดทำให้จำนวนครั้งในการลอกคราบสูงสุดแต่ไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายของปูม้า ประเทศฟิลิปปินส์ได้ศึกษาถึงการใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปูทะเล (*Scylla serrata*) ด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป พบว่าปูทะเลเลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน ร้อยละ 32-40 ไขมันร้อยละ 6 และ 12 ให้ผลการเจริญเติบโตดีที่สุด (Catacutan, 2002) ประเทศไทยมีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงปูทะเลน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเลี้ยงปูทะเลด้วยอาหารสำเร็จรูป โดยใช้อาหารสูตรเดียวกับการเลี้ยงปูม้า เพื่อจะได้นำข้อมูลจากผลการทดลองครั้งนี้มาปรับปรุงและพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปที่มีความเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปูทะเลต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบถึงการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และระยะเวลาการลอกคราบของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด

2. เพื่อทราบถึงองค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบและองค์ประกอบกรดไขมันของปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design : CRD (อนันต์ชัย, 2542) โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังต่อไปนี้

ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงปูทะเล ด้วยอาหารสำเร็จรูป

ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงปูทะเล ด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด

2. การเตรียมบ่อทดลอง

ใช้บ่อคอนกรีตขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 4 เมตร ลึก 0.5 เมตร จำนวน 6 บ่อ โดยแต่ละบ่อใช้กระเบื้องแผ่นเรียบกั้นเป็นช่อง ๆ ตามความยาวของบ่อ ขนาดช่องละ 0.4 ตารางเมตร จำนวนบ่อละ 10 ช่อง (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 บ่อคอนกรีตทดลองเลี้ยงปูทะเล (*S. paramamosain*)

3. การเตรียมอาหารทดลอง และการจัดการระหว่างการทดลอง

3.1 การเตรียมอาหารทดลอง

ใช้อาหารสำเร็จรูปซึ่งเป็นสูตรสำหรับเลี้ยงปูม้าตาม มนทกานติ และคณะ (2551) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ความยาว 5 มิลลิเมตร ที่ผลิตโดยสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง มีส่วนผสมของวัตถุดิบอาหารทดลองตามตารางที่ 1 หลังจากนั้นนำอาหารที่ผลิตเสร็จแล้วมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส สำหรับเนื้อปลาหลังเขียวสด นำมาแล่เอาเฉพาะส่วนเนื้อ ตัดเป็นชิ้นๆขนาดความกว้างประมาณ 3 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 8 มิลลิเมตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ใช้หมดภายใน 1 – 2 วัน แล้วเตรียมใหม่

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ทดลองเลี้ยงปูทะเล (*S. paramamosain*)

วัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์
1. ปลาป่น (โปรตีนไม่น้อยกว่า 60%)	28.00
2. กากถั่วเหลือง	16.60
3. หมึกบด	11.20
4. หัวกุ้งป่น	5.60
5. แป้งสาลี	15.50
6. น้ำมันปลา	2.90
7. น้ำมันปาล์ม	2.90
8. หวีทกลูเท่น	6.00
9. วิตามินรวม	2.00
10.แร่ธาตุรวม	4.00
11. วิตามินซี 99 %	0.30
12. เลซิติน	0.50
13. BHT	0.02
14. CMC	1.00
15. ไคโตซาน	1.20
16. เซลลูโลส	2.28
รวม	100.00

หมายเหตุ * วิตามินรวมประกอบด้วยวิตามินตาม Conklin (1997)ในปริมาณกรัมต่อกิโลกรัมวิตามินรวม Thiamine 45, riboflavin 40.32, nicotinic acid 73.4, Ca-pantothenate 48, inositol 196, biotin 1, folic acid 3.36, cyanocobalamin 0.01, menadion 26.56, vit A/D3 (1150/230 IU) 4.6, BHT 2 และ cellulose 559.75

** แร่ธาตุรวมประกอบด้วยแร่ธาตุดังต่อไปนี้ KH_2PO_4 : $CaHPO_4 2H_2O$: $NaH_2PO_4 2H_2O$: KCl ผสมกันในอัตราส่วน 1:1:1.5:0.5 (Davis and Lawrence, 1997)

3.2 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางโภชนาการของอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบของอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสดที่ใช้ในการทดลอง

	% ความชื้น	**องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบ (% น้ำหนักแห้ง)**					พลังงานรวม (Kcal/100g)
		โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต	
อาหารสำเร็จรูป	7.81	47.19	12.25	12.37	15.25	22.94	471.70
เนื้อปลาหลังเขียวสด	62.78	72.93	4.85	0.20	12.71	9.31	493.60

ที่มา : สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง

3.3 การให้อาหารทดลองและการจัดการคุณภาพน้ำ

ให้อาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด ในอัตราที่มากเกินพอ วันละ 2 มื้อ เวลาประมาณ 08.00 น. และ 17.00 น. ดูดตะกอนและเก็บเศษอาหารเหลือวันละ 2 ครั้ง ในเวลาประมาณ 07.00 น. และเวลา 16.00 น. เปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

4. การเตรียมพันธุ์ปูทะเล

นำลูกปูทะเลที่เพาะพันธุ์ได้จากโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี มาปรับสภาพให้ปูทะเลคุ้นเคยกับอาหารทดลองเป็นเวลา 7 วัน แล้วสุ่มลูกปูทะเลที่ยอมรับอาหารทดลอง ปล่อยลงในบ่อทดลองช่องละ 1 ตัว ทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

5. การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 ตรวจสอบการลอกคราบของปูทะเลทุกตัว ในแต่ละชุดทดลองทุกวัน บันทึกข้อมูลการลอกคราบ และอัตราการรอดตายของปูทะเลทุกวัน ทำการวัดขนาดความกว้าง ความยาวของกระดองปู และชั่งน้ำหนักสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

5.2 ตรวจวัดคุณภาพน้ำในบ่อทดลอง ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าความเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ฟอสเฟต สัปดาห์ละ 1ครั้ง ตามวิธีของ APHA, AWWA and WPCF (1980)

5.3 เก็บตัวอย่างปูทะเลที่ทดลองเสร็จแล้วไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการที่สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งด้วยความเย็น (Freeze Dryer) เพื่อนำไปวิเคราะห์

5.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

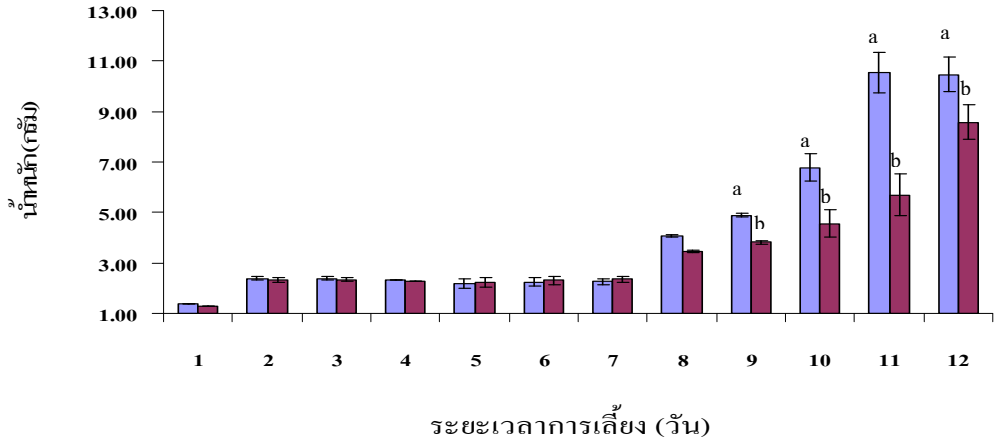
เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำผลข้อมูล น้ำหนัก ความกว้าง ความยาวของกระดอง เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของการเจริญเติบโต (น้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดอง) อัตราการรอดตาย และการลอกคราบในแต่ละชุดการทดลองหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ผลการทดลอง

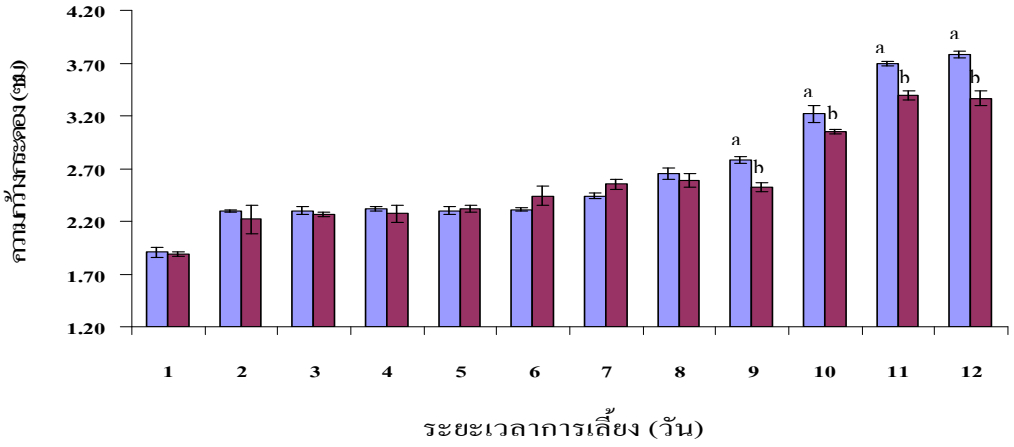
1. การเจริญเติบโต

เมื่อทดลองใช้อาหารสำเร็จรูปเปรียบเทียบกับเนื้อปลาหลังเขียวสดเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป มีผลการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดองเฉลี่ย เท่ากับ 8.07±1.98 กรัม 3.30±0.18 เซนติเมตร และ 2.48±0.20 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม ความกว้างเพิ่ม และความยาวเพิ่ม เท่ากับ 380.58±146.20, 77.02±18.07 และ 57.00±6.64 ตามลำดับ ปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด มีผลการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดองเฉลี่ย เท่ากับ 10.04±1.51 กรัม 3.93±0.17 เซนติเมตร และ 2.80±0.28 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม ความกว้างเพิ่ม และความยาวเพิ่ม เท่ากับ 504.09±85.10, 112.72±15.34 และ102.73±21.44 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติพบว่าค่าการเจริญเติบโต และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มด้านน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดองของปูทะเล ที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด มีผลการเจริญเติบโตที่ดีกว่าปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป (ตารางที่ 3 และ 4)

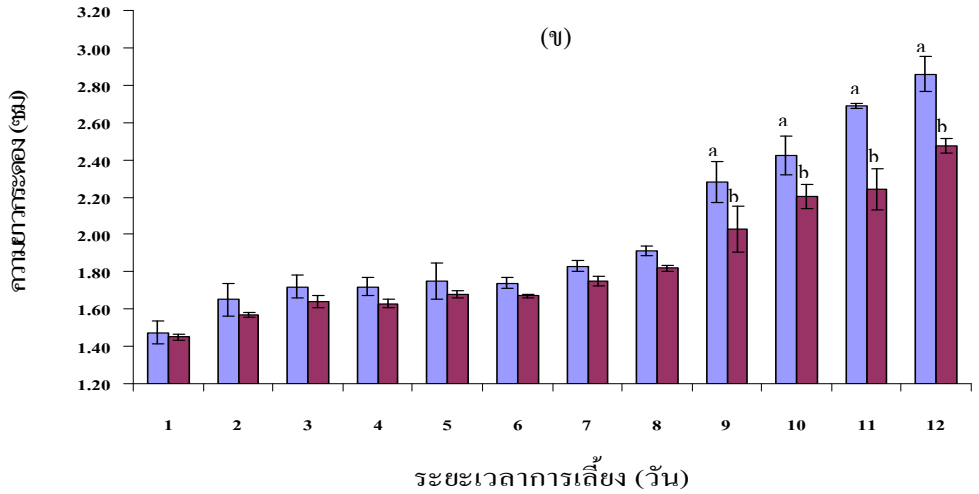
เมื่อพิจารณาผลการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงเวลา (ภาพที่ 2) พบว่าในช่วง 8 สัปดาห์แรก ของการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างของน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของกระดอง ระหว่างปูทะเลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 2 ชนิด แต่เริ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ของการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดอง ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 เป็นต้นไป



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 2 (ก) น้ำหนัก (ข) ความกว้าง (ค) ความยาวกระดองปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป และเนื้อปลาหลังเขียวสด

ตารางที่ 3 ผลการเจริญเติบโตของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด

	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว)		**ความกว้างกระดองเฉลี่ย (เซนติเมตร)**		**ความยาวกระดองเฉลี่ย (เซนติเมตร)**	
	เริ่มต้น	12 สัปดาห์	เริ่มต้น	12 สัปดาห์	เริ่มต้น	12 สัปดาห์
อาหารสำเร็จรูป	1.70±0.13 [a]	8.07±1.98[a]	1.88±0.09 [a]	3.30±0.18[a]	1.40±0.08 [a]	2.48±0.20[a]
เนื้อปลาหลังเขียวสด	1.67±0.11[a]	10.04±1.51[b]	1.85±0.13 [a]	3.93±0.17[b]	1.38±0.09 [a]	2.80±0.28[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันหากกำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มของน้ำหนัก ความกว้าง ความยาวกระดองของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด

	เปอร์เซ็นต์การเพิ่ม		
	น้ำหนัก	ความกว้างกระดอง	ความยาวกระดอง
อาหารสำเร็จรูป	380.58±146.20[a]	77.02±18.07[a]	57.00±6.64[a]
เนื้อปลาหลังเขียวสด	504.09±85.10[b]	112.72±15.34[b]	102.73±21.44[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันหากกำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

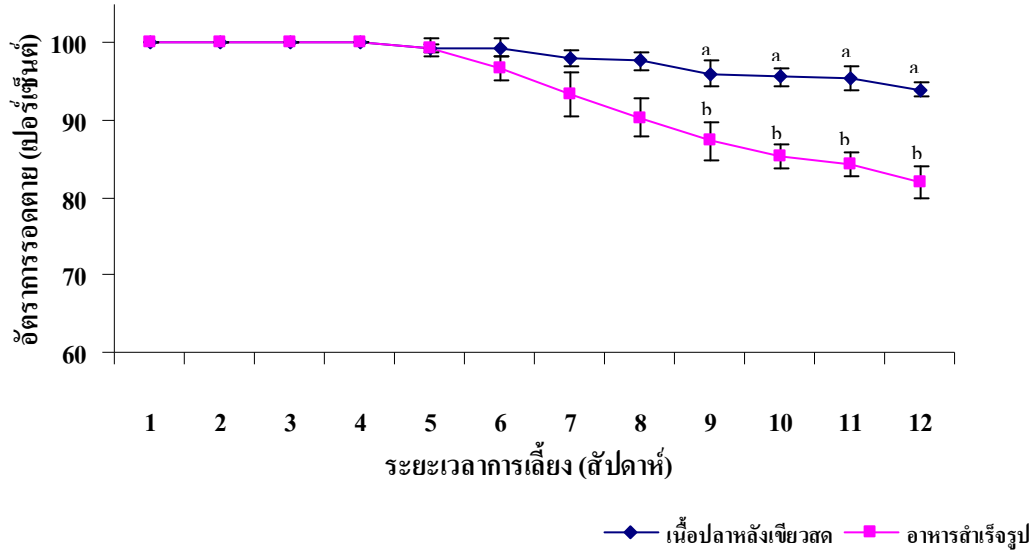
2. อัตราการรอดตาย

ปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 79.13 ±0.92 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสดมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 83.33 ± 0.70 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5) เมื่อนำมาหาค่าความแตกต่างทางสถิติพบว่าปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสดมีอัตราการรอดตายดีกว่าปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาผลของอัตราการรอดตายในแต่ละช่วงเวลา (ภาพที่ 3) พบว่าในช่วง 5 สัปดาห์แรกของการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างของอัตราการรอดตาย แต่เมื่อเข้าช่วงสัปดาห์ที่ 6 เริ่มมีความแตกต่างของอัตราการรอดตาย และมีความแตกต่างชัดเจนในสัปดาห์ที่ 9 เป็นต้นไป เนื่องจากปูทะเลที่กินอาหารสำเร็จรูปเริ่มมีการลอกคราบที่ไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ เกิดการตายคาคราบเก่าเป็นส่วนมาก หรือเมื่อลอกคราบหมดแล้วแต่กระดองไม่แข็งตัว ในขณะที่ปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสดไม่มีการตายที่เกิดจากลักษณะดังกล่าวเลย

ตารางที่ 5 อัตราการรอดตาย และระยะเวลาการลอกคราบของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด

	อัตราการรอดตาย (%)	ระยะเวลาการลอกคราบ (วัน/ครั้ง)	ความถี่ในการลอกคราบ (ครั้ง/ตัว)
อาหารสำเร็จรูป	79.13±0.92[a]	39.58±9.08[a]	3.21±0.599[a]
เนื้อปลาหลังเขียวสด	83.33±0.70[b]	32.08±4.15[b]	3.79±0.414[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันหากกำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 3 อัตราการรอดตายของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด

3. การลอกคราบและระยะเวลาในการลอกคราบ

ผลการลอกคราบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 5) พบว่าชนิดของอาหารมีผลต่อการลอกคราบของปูทะเลอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป มีระยะเวลาในการลอกคราบ 39.58±9.08 วันต่อครั้ง ส่วนปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด มีระยะเวลาในการลอกคราบ 32.08±4.15 วันต่อครั้ง ซึ่งเมื่อสังเกตพฤติกรรมของปูทะเลจากการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการลอกคราบของปูทะเลเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเลี้ยงเพิ่มขึ้น และปูทะเลที่กินอาหารสำเร็จรูป เมื่อผ่านการลอกคราบได้ 2-3 ครั้ง พบลักษณะการลอกคราบที่ไม่สมบูรณ์ คือ เกิดการตายคาคราบเก่าหรือมีลักษณะของเปลือกที่นิ่มและไม่แข็งตัว (ภาพที่ 4)

(ก)

(ข)

ภาพที่ 4 การลอกคราบแบบไม่สมบูรณ์ (ก) ทำให้เกิดการตายคาคราบเก่า (ข) อาการเปลือกนิ่มและไม่แข็งตัวหลังลอกคราบ

4. คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อทดลองทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนี้ ค่าความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 30-31 ส่วนในพัน ค่าความเป็นด่างของน้ำ อยู่ในช่วง 110-115 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ อยู่ในช่วง 5.13-6.89 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น สำหรับค่าแอมโมเนียรวมและไนไตรท์ พบว่าทั้ง 2 ชุดการทดลองมีค่าแตกต่างกัน โดยค่าแอมโมเนียรวมในชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป มีค่าในช่วง 0.0955-0.5398 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในเนื้อปลาหลังเขียวสด อยู่ในช่วง 0.0998-1.6345 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนไตรท์ในอาหารสำเร็จรูป อยู่ในช่วง 0.0024-0.0012 มิลลิกรัมต่อลิตร และในเนื้อปลาหลังเขียวสด อยู่ในช่วง 0.0012-0.0061 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

คุณภาพน้ำ	อาหารสำเร็จรูป	เนื้อปลาหลังเขียวสด
ความเค็ม (ppt)	30-31	30-31
อุณหภูมิ (^{o}C)	29-31	29-31
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	7.68-8.25	7.82-8.15
ค่าความเป็นด่าง (mg/l)	110-115	110-115
แอมโมเนียรวม (mg/l)	0.0955 -0.5398	0.0998 -1.6345
ไนไตรท์ (NO_2^-) (mg/l)	0.0024 -0.0012	0.0012 -0.0061
ออกซิเจนละลาย (DO) (mg/l)	5.24-6.89	5.13-6.52
ฟอสเฟต ($PO_4^{\equiv}$) (mg/l)	0.0035-0.0611	0.0041-0.0523

5. ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบของปูทะเล

องค์ประกอบทางเคมีของปูทะเลทั้งเปลือก ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด ดังแสดงในตารางที่ 7 โดยปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป มีองค์ประกอบของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 42.27, 2.79, 12.00, 42.27 และ 0.65 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ พลังงานรวม เท่ากับ 266.55 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม สำหรับปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด มีองค์ประกอบของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 40.22, 2.56, 10.36, 41.45 และ 5.69 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และพลังงานรวม เท่ากับ 270.92 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่า องค์ประกอบสำคัญ เช่น โปรตีน ไขมัน และพลังงานรวม ในเนื้อปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้งสองชนิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบของปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด

	%	**องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบ (% น้ำหนักแห้ง)**					พลังงานรวม
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต	(kcal/100g)
อาหารสำเร็จรูป	70.81	42.27[a]	2.79[a]	12.00[a]	42.27[a]	0.65[a]	266.55[a]
เนื้อปลาหลังเขียวสด	75.12	40.22[a]	2.56[a]	10.36[b]	41.45[a]	5.69[b]	270.92[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันหากกำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าปูทะเลที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 2 ชนิด พบว่ามีชนิดของกรดไขมันหลักไม่แตกต่างกัน โดยมีกรดไขมันหลักคือ C16:0, C18:0, C18:1n - 9 และ C18:2n - 6 และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิด C20:4n-6 (Arachidonic acid; ARA), C20:5n-3 (Eicosapentaenoic acid; EPA) และ C22:6n-3 (Docosahexaenoic acid; DHA) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าปูทะเลชุดที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปมีกรดไขมันกลุ่ม n - 3, n - 3 HUFA, n - 6 และสัดส่วน n - 3/n - 6 เท่ากับ 5.67, 4.66, 8.07 และ 0.70 ตามลำดับ และสูงกว่าในปูทะเลที่ได้รับอาหารเนื้อปลาหลังเขียวสด ซึ่งมีสัดส่วนกรดไขมันดังกล่าวเท่ากับ 0.91, 0.74, 2.60 และ 0.35 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาชนิดกรดไขมันที่สำคัญพบว่านอกจาก EPA ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันแล้ว ปูทะเลที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปมีกรดไขมันจำเป็นชนิด 18:2n-6, ARA และ DHA สูงกว่าที่มีในปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารเนื้อปลาหลังเขียวสด โดยมีสัดส่วนกรดไขมันดังกล่าวเท่ากับ 3.43, 1.11 และ 6.40 ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 องค์ประกอบกรดไขมัน (% area) ในปูทะเล (*S. paramamosain*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด

ชนิดของกรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมันที่พบปูทะเล (% area)	
	อาหารสำเร็จรูป	เนื้อปลาหลังเขียวสด
C 8 : 0	ND	0.06
C 12 : 0	0.10	0.12
C 13 : 0	0.16	0.24
C 14 : 0	1.62	2.78
C 14 : 1	0.16	0.29
C 15 : 0	0.64	1.04
C 15 : 1	ND	0.27
C 16 : 0	25.05	34.06
C 16 : 1	3.06	4.82
C 17 : 0	1.23	1.67
C 17 : 1	0.60	0.65
C 18 : 0	9.27	11.45
C 18 : 1 n - 9	29.64	25.41
C 18 : 2 n - 6	6.40	2.22
C 18 : 3 n - 6	ND	0.07
C 18 : 3 n -3	1.01	0.17
C 20 : 0	1.77	1.10
C 20 : 1 n - 9	0.86	0.85
C 20 : 2 n - 6	0.47	0.18
C 21 : 0	0.23	0.29
C 20 : 3 n - 6	0.09	ND
C 20 : 4 n - 6 (ARA)	1.11	0.14
C 20 : 3 n - 3	0.11	ND
C 22 : 0	0.44	0.68
C 20 : 5 n - 3 (EPA)	0.13	0.12
C 22 : 1 n - 9	0.27	0.26
C 23 : 0	0.16	0.20
C 24 : 0	0.26	0.41
C 22 : 6 n - 3 (DHA)	3.43	0.61
Other	10.72	9.86
Total unsaturated fatty acid	48.34	38.05
Total saturated fatty acid	40.94	54.09
Total n-3	5.67	0.91
n-3 HUFA	4.66	0.74
Total n-6	8.07	2.60
n-3/n-6	0.70	0.35

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบ

สรุปและวิจารณ์ผล

การศึกษาครั้งนี้ได้นำอาหารสำเร็จรูปสำหรับปูม้าซึ่งพัฒนาโดยสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง มาทดลองเลี้ยงปูทะเล เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้อาหารสำเร็จรูปเลี้ยงปูทะเล ซึ่งผลการทดลองพบว่าปูทะเลมีการยอมรับอาหารสำเร็จรูปได้ดี ดังแสดงให้เห็นจากการจับกินอาหารสำเร็จรูปของปูทะเล อีกทั้งการเจริญเติบโตของปูทะเลที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปในช่วง 8 สัปดาห์แรก เทียบเคียงได้กับการให้กินเนื้อปลาหลังเขียวสด แต่เมื่อทดลองเลี้ยงต่อไปจนครบเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสำเร็จรูปไม่เพียงพอต่อความต้องการของปูทะเล ซึ่งผลการศึกษาที่ได้แตกต่างจากการทดลองในปูม้าที่พบว่าอาหารสำเร็จรูปสูตรดังกล่าวสามารถนำไปใช้เลี้ยงปูม้าให้มีการเจริญเติบโต อัตราการรอดตายตลอดจนการลอกคราบแบบปกติได้อย่างสมบูรณ์ตลอดการทดลอง (มนทกานติ และคณะ, 2551) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปูทะเลมีความต้องการทางโภชนาการที่แตกต่างจากปูม้า

เมื่อพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการของสารอาหารบางชนิดในอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้พบว่ามีโปรตีนเท่ากับ 47.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Catacutan (2002) ที่ได้ศึกษาอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปูทะเลชนิด *S.serrata* ในระยะวัยรุ่น และพบว่าปูทะเลเจริญเติบโตดีเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีปริมาณโปรตีน 32-40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ Shian (1998) รายงานว่าในสัตว์น้ำประเภทกุ้งในครอบครัว Penaeidae มีความต้องการโปรตีนในระดับ 30-51 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต สร้างเนื้อเยื่อ และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอให้กับร่างกาย เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของเนื้อปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสด จนสิ้นสุดระยะเวลาการทดลองพบว่าให้ผลการสะสมของปริมาณสารอาหารที่ไม่แตกต่างกันอีกด้วย ดังนั้นจึงน่าจะไม่ใช่ประเด็นปัญหาในเรื่องของระดับโปรตีนในอาหารทดลอง

นอกจากระดับโปรตีนในเนื้อปูทะเลที่ไม่แตกต่างกันระหว่างปูที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและเนื้อปลาหลังเขียวสดแล้ว ยังพบว่าปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป มีสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อรวมทั้งกรดไขมันจำเป็นที่สำคัญคือ C 18 : 1 n-9 , C 18 : 2 n-6, C 20 : 4 n-6, C 20 : 5 n-3, C 22 : 6 n-3, Total unsaturated fatty acid, n-3 HUFA, Total n-6, n-3/n-6 สูงกว่าปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด สำหรับในปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปนั้น มีองค์ประกอบกรดไขมันชนิด 18:2n-6 สูงกว่าในปูที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด เนื่องจากมีส่วนผสมของโปรตีนจากพืช คือ กากถั่วเหลือง ซึ่งเป็นแหล่งของกรดไขมันชนิด 18:2n-6 โดยรวมแล้วปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปจะมีคุณค่าทางโภชนาการด้านกรดไขมันจำเป็นสูงกว่าปูทะเลที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด ทั้งนี้กรดไขมันในอาหารมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสัตว์น้ำในกลุ่ม Crustacean เพราะเป็นแหล่งที่มาที่สำคัญของพลังงาน และเป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็น ดังรายงานการศึกษาของ Sheen and Wu (1999) กล่าวถึงผลการเสริมกรดไขมัน (DHA: 22:6n3) ที่เหมาะสมต่อการลอกคราบของปูทะเล (*S. serrata*) อยู่ในช่วง 5.3-13.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้เป็นกรดไขมันที่มีบทบาทสำคัญในการเร่งระยะเวลาการลอกคราบในช่วงระยะวัยรุ่น (Juveniles) ของปูทะเลชนิดนี้ และ

ในด้านสรีระปูทะเลและปูม้ามีความแตกต่างกัน เช่น องค์ประกอบของเปลือกปูทะเลที่หนากว่า เพราะเปลือกปูทะเลมีองค์ประกอบเป็นอนินทรีย์สารสูงอยู่ถึงร้อยละ 55 (บุญรัตน์ และคณะ, 2548) ดังนั้นจึงน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการตายขณะลอกคราบ (MDS: Molting Death Syndrome) มีรายงานกล่าวว่าในเนื้อปูเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญหลายอย่าง เช่น แร่ธาตุ และ กลุ่ม n-3 กรดไขมันไม่อิ่มตัว (George and Gopakumar, 1987) โดยสารอาหารเหล่านี้มาจากอาหารที่ปูกินเข้าไปและมาจากน้ำ ในสัตว์ประเภท Crustacean ขณะที่มีการสร้างคราบใหม่ จะมีการดูดซึมแร่ธาตุที่สำคัญโดยเฉพาะ Ca และ P จากโครงร่าง ซึ่งขบวนการนี้ต้องใช้พลังงาน (Villasante *et al*, 1999) ปูทะเลในระยะเมตาเอกไดซิส หรือหลังการลอกคราบ (Metaecdysis or Postmolt stage) มีเปลือกอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นได้ ยังมีการนำน้ำเข้าตัว ช่วงนี้ปูยังไม่กินอาหาร จะใช้อาหารที่สะสมอยู่ในเฮปาโตแพนเครียส เมื่อเวลาผ่านไปจะเริ่มกินอาหารและมีการสร้างเปลือกแข็งขึ้นเพราะมีการดึงแคลเซียมจากเลือดกลับเข้าสู่เปลือก น้ำในลำตัวจะถูกแทนที่ด้วยเนื้อเยื่อ ซึ่งจะพบอัตราการสังเคราะห์โปรตีนสูง และจะมีการนำน้ำบางส่วนออกจากตัว จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ทราบว่า แร่ธาตุ Ca มีความสำคัญต่อกระบวนการลอกคราบในสัตว์น้ำกลุ่ม Crustacean อย่างยิ่ง ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่า สูตรอาหารสำเร็จรูปที่นำมาใช้ในการทดลองยังมีปริมาณของแร่ธาตุที่ไม่เหมาะสม

สารอาหารที่มีความต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้เพราะมีผลต่อการลอกคราบและการเจริญเติบโตของสัตว์กลุ่ม Crustacean เช่น วิตามินซี คอลลาเจน โคเลสเตอรอล เป็นต้น มีรายงานการศึกษาของ มะลิ และเศวต (2535) พบว่าในกุ้งกุลาดำนั้น วิตามินซีมีผลต่ออัตราการรอดตายของกุ้ง โดยกุ้งที่ขาดวิตามินซี มีอาการเปลือกนิ่ม อัตราการตายสูง การเสริมวิตามินซีในอาหารทำให้ปริมาณไฮดรอกซีโปรลีนในตัวกุ้งสูงขึ้น ซึ่งมีผลต่อการสร้างคอลลาเจน ซึ่งเป็นสารสำคัญในการสร้างเนื้อเยื่อ ช่วยทำให้เปลือกแข็งแรงเร็วขึ้น และมีบทบาทในการสร้างฮอร์โมนของการลอกคราบของกุ้ง เมื่อได้รับไม่เพียงพอทำให้การลอกคราบช้า อ่อนแอ อัตรารอดต่ำ (เวียง, 2542) ส่วนสารโคเลสเตอรอล ซึ่งเป็นสารที่ไม่สามารถสร้างเองได้และเป็นสารที่จำเป็นต่อการสืบพันธุ์ การลอกคราบ เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ชั้นล่าง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องใส่ลงไปในอาหารสัตว์น้ำ ดังรายงานที่มีการศึกษาถึงปริมาณของโคเลสเตอรอลที่ใช้ผสมในอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการอนุบาลปูทะเล (*S. serrata*) จากระยะเมกาโลปาถึงระยะวัยรุ่น พบว่าอาหารสำเร็จรูปที่มีปริมาณโคเลสเตอรอล ร้อยละ 0.8 ให้ผลของอัตราการรอดตายสูงสุดถึงร้อยละ 74.3 และใช้ระยะเวลาในการพัฒนา 8.0-9.9 วัน (Holme M.H., *et al*, 2006) ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าอาการขาดสารอาหารเริ่มเกิดขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเลี้ยงผ่านไปประมาณ 2 เดือน สำหรับการเลี้ยงปูทะเลนั้นใช้เวลา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีการควบคุมคุณภาพน้ำในระหว่างการทดลองและมีการถ่ายน้ำทุกสัปดาห์ ดังนั้นคุณภาพน้ำโดยทั่วไปจึงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และมีค่าไม่แตกต่างกันทั้งสองชุดการทดลอง ยกเว้นปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์ที่พบว่าในบ่อทดลองที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด จะมีค่าสูงกว่าในบ่อทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป ทั้งนี้ เนื่องจากระหว่างที่ปูทะเลกัดแทะเนื้อปลาหลังเขียวจะมีเศษอาหารเหลือกระจายสะสมอยู่ในน้ำในรูปของสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ซึ่งจากการเก็บอาหารเหลือไม่สามารถนำสารประกอบดังกล่าวออกจากบ่อทดลองได้ สังเกตได้จากน้ำในบ่อทดลองมีความขุ่นมากกว่าน้ำในบ่อทดลองที่เลี้ยงปูทะเลด้วยอาหารสำเร็จรูป สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนที่เหลือในน้ำเหล่านั้นจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียในน้ำเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียและไนไตรท์ ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ในบ่อทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสดมีค่ามากกว่าบ่อทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป ดังนั้น การใช้อาหารสำเร็จรูปสามารถควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงได้ง่ายกว่าการเลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสด ซึ่งเป็นการลดภาระในการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงของเกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย

แม้ว่าจากผลการทดลองจะแสดงให้เห็นว่า เนื้อปลาหลังเขียวสดเป็นอาหารที่ใช้เลี้ยงปูทะเลได้เป็นอย่างดี เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสำเร็จรูป แต่การใช้เนื้อปลาหลังเขียวสด มีข้อจำกัดหลายอย่าง อาทิเช่น ไม่สามารถหาได้ตลอดทั้งปี และไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้อีกทั้งไม่สะดวกในการเก็บรักษา ดังนั้นการใช้อาหารสำเร็จรูปที่มีสารอาหารคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน สามารถควบคุมคุณภาพได้ตามต้องการและมีความสะดวกในการเก็บรักษา จึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในเรื่องของการใช้อาหารให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงปูทะเล ซึ่งทำให้อาชีพการเพาะเลี้ยงปูทะเลสามารถพัฒนาได้เท่าเทียมสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดอื่นได้

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ปูทะเลยอมรับอาหารสำเร็จรูปได้ดีและให้ผลการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และการลอกคราบที่ดีในช่วงระยะเวลา 8 สัปดาห์แรกของการเลี้ยง แต่ในการเลี้ยงระยะยาวนั้นยังมีสารอาหารที่จำเป็นบางชนิดอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของปูทะเลโดยตรง จึงทำให้เกิดผลการตายดังที่กล่าวมา ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาสารอาหารที่จำเป็นต่อไป ทั้งนี้เพื่อให้ได้สูตรอาหารสำเร็จรูปสำหรับปูทะเลที่มีความสมบูรณ์สามารถเลี้ยงปูทะเลได้ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอบขอบคุณ คุณเรวัติ เคลือบสูงเนิน และคุณสุธาสินี แสนบุราณ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี ที่ได้ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

คณิต ไชยาคำ สิริ ทุกข์วินาศ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร พุทธ ส่งแสงจินดา และดุสิต ตันวิไล. 2537. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. สถาบันวิจัยเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 10 หน้า.

บรรจง เทียนส่งรัศมี และบุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2545. ปูทะเล ชีววิทยา การอนุรักษ์ทรัพยากร และการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์แบบยั่งยืน. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 264 หน้า.

บุญรัตน์ ประทุมชาติ พิชาญ สว่างวงศ์ และMachado Jorge. 2545. ผลของความเค็มต่อขบวนการลอกคราบและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรเคมีของปูทะเล (*Scylla serrata*). มหาวิทยาลัยบูรพา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวาริชศาสตร์. 64 หน้า.

มะลิ บุณยรัตผลิน และเศวต ไชยมงคล . 2535. วิตามินซีในอาหารกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* (Fabricius). รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2535. กรมประมง.วันที่ 15-18 กันยายน 2535.

มนทกานติ ท้ามติ้น สุพิศ ทองรอด และสิริพร ลือชัย ชัยกุล. 2551. ระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารต่อการเจริญเติบโตของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ถึงระยะ 10 กรัม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 15/2551. สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 19 หน้า.

รัชฎา ขาวหนูนา และสำรวย ชุมวรฐายี. 2538. ทรัพยากรปูทะเล (*Scylla serrata* Forskal) ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี 2536 - 2537. สุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 54/2538 ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสุราษฎร์ธานี กรมประมง 15 หน้า.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 255 หน้า.

สุพิศ ทองรอด วารินทร์ ธนาสมหวัง มนทกานติ ท้ามติ้น จีรรัตน์ เกื้อแก้ว และสิริพร ลือชัย ชัยกุล. 2548. การผลิตอาหารสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงปูม้า. ใน : วารินทร์ ธนาสมหวัง สุพิศทองรอด และลิลา เรืองแป้น. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ “การผลิตพันธุ์และการเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) เชิงพาณิชย์”. 423 หน้า.

สุภาพ ไพรพนาพงศ์. 2536. ปริมาณการจับและชีววิทยาบางประการของปูทะเลในจังหวัดระนอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2536 สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระนอง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2542. หลักการวางแผนการทดลอง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.374หน้า.

AOAC. 1984. Official Method of Analysis Association of Official Analysis Chemists, 16th Association of Official Analysis Chemists Inc. Arlington, VA. 1411 pp.

APHA, AWWA and WPCF. 1980. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,

15th ed. American Public Health Association, Washington, D.C. 1,134 pp.

Catacutan, M.R. 2002. Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed different dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios. **In** *Aquaculture*, 209 : 113-123.

Davis, D. A. and A. L. Lawrence. 1997. Minerals. **In**: D'Abramo, L.R., D.E. Conklin and D.M. Akiyama (eds.). Crustacean Nutrition. Advance in World Aquaculture. *World Aquaculture Society* 6: 150-163.

George, C., Gopakumar., K. 1987. Biochemical studies on crab, *Scylla serrata. Fish. Technol.* 24: 57-67.

Holme M.H., Paul C., Southgate and C. Zeng . 2006. The effects of supplemental dietary cholesterol on growth, development and survival of mud crab, *Scylla serrata*, megalopa fed semi-purified diets. **In** *Aquaculture*, 261 : 1328-1334.

Levine, D.M and S.D. Sulkin, 1984. Nutritional significance of longchain polyunsaturated fatty acids to the zoeal development of the brachyuran crab, *Eurypanopeus depressus* (Smith). *J. Exp. Mar. Biol. Eco*l. 81: 211–223.

Sheen, S.S. and S.W .Wu. 1999. The effect of dietary lipid levels on the growth response of juvenile mud crab, *Scylla serrata*. **In** *Aquaculture* 175 : 143–153.

Smith, G.G, P Thompson, A. Ritar and G Dunstan. 2003. Effects of starvation and feeding on the fatty acid profiles of Stage I phyllosoma and the spiny lobster, *Jasus edwardsii*. *Aquaculture. Res*. 34 : 419–426.

Shian, S.Y. 1998. Nutrient requirements of penaeid shrimps. **In** *Aquaculture*. 164 : 77-93.

Villasante, F. Fernandez, I., Preciado, R.M., Oliva, M., Tovar, D., Nolasco, H., 1999. The activity of digestive enzymes during the molting stages of the arched swimming *Callinectes arcuatus* Ordway, 1963 (Crustacena: Decapoda: Portunidae). *Bull. Mar. Sci*. 65: 1-9.