Journal of Agri. Research & Extension 36(1): 33-43

รูปแบบที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหลดด้วยอาหารสำเร็จรูปเพื่อทดแทนไรแดง

Suitable Weaning Strategy of Siamese Spiny Eel, *Macrognathus siamensis* (Günther, 1861) by Replacing Water Flea (*Moina* sp.) with Artificial Diet

ธีระชัย พงศ์จรรยากุล[1*] ปราณีต งามเสน่ห์[2] และกาญจนา พยุหะ[2]

Theerachai Pongjanyakul[1*], Praneet Ngamsnae[2] and Kanchana Payooha[2]

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเขต 4 (อุบลราชธานี) อุบลราชธานี 34000

[2]ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

[1]Inland Fisheries Research and Development Center Regional 4 (Ubon Ratchathani), Ubon Ratchathani, Thailand 34000

[2]Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, Thailand 34190

[*]Corresponding author: ptheerachai@gmail.com

Received: *May 7, 2018*

Revised: *July 18, 2018*

Accepted: *August 6, 2018*

Abstract

Investigation on suitable weaning strategy of Peacock Eel *Macrognathus siamensis* (Günther, 1861) by replacing *Moina* sp. with artificial diet was designed into 6 treatments with 3 replications. Fish were fed with *Moina* sp. (control), artificial diet (T1) and replacing *Moina* sp. with 44.95% protein artificial diet weaning period at 20(T2), 25(T3), 30(T4) and 35(T5) days. There average initial total length, weight and mouth width were 34.46±4.33 mm, 130.31±0.05 mg, and 1,236.04±40.61 µm, respectively. Fish larvae experimentally were cultured in a 45x90x45 cm glass aquarium for 42 days. Results showed that the survival rate of fish larvae fed with the artificial diet was the significantly lowest ($p<0.05$) compared to other treatments. However the survival rates of those fed with the artificial diet weaning period of 30 and 35 days were not significantly different with the control ($p>0.05$). The growth of fish larvae fed with the artificial diet weaning period of 20, 25, 30 and 35 days were significantly higher ($p<0.05$) than those fed with the control and artificial diet. The particle sizes of feed 500 µm were well suited for fish larvae of 30-72 dph and length 30-40 mm. The experimental results evidently indicated that the suitable weaning period of replacing *Moina* sp. with artificial feed was the 30-days and this could be implemented as practical guides on larviculture of Siamese spiny eel.

Keywords: Siamese spiny eel, *Macrognathus siamensis*, water flea, *Moina* sp., weaning strategy

บทคัดย่อ

การศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของการปรับอาหารเพื่ออนุบาลลูกปลาหลดด้วยอาหารสำเร็จรูปทดแทนไรแดง ดำเนินการทดลองในตู้กระจกขนาด 45x90x45 ซม. ใช้ลูกปลาหลดอายุหลังฟัก 30 วัน จำนวนตู้ละ 100 ตัว ลูกปลาหลดทดลองมีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 34.46±4.33 มม. น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 130.31±0.05 มก. ความกว้างปากเฉลี่ย 1,236.04±40.61 ไมครอน โดยแบ่งเป็น 6 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ กลุ่มควบคุม (Control) อนุบาลโดยใช้ไรแดงตลอดการทดลอง กลุ่มที่ให้อาหารสำเร็จรูปโปรตีน 44.95 เปอร์เซ็นต์ ตลอดการทดลอง (T1) และอีก 4 กลุ่ม (T2-T5) ให้อาหารสำเร็จรูปและไรแดงร่วมกัน โดยค่อยๆ ลดปริมาณไรแดงและเพิ่มปริมาณอาหารสำเร็จรูปเป็นสัดส่วนที่ชดเชยกัน ตามจำนวนวันที่กำหนด คือ 20, 25, 30 และ 35 วัน (T2, T3, T4 และ T5) ตามลำดับ จนครบ 42 วัน ผลการทดลองพบว่าลูกปลาหลดที่ให้อาหารสำเร็จรูปมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยต่ำกว่าทุกชุดการทดลอง ($p<0.05$) ลูกปลาหลดที่ระยะเวลาการปรับเปลี่ยนอาหาร 30 และ 35 วัน มีอัตรารอดตายไม่แตกต่างกับลูกปลาหลดชุดควบคุม ($p>0.05$) ลูกปลาหลดที่มีการปรับเปลี่ยนอาหารที่ระยะเวลา 20, 25, 30 และ 35 วัน มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าลูกปลาหลดชุดควบคุมและชุดที่ให้อาหารสำเร็จรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และขนาดของอนุภาคอาหารที่เหมาะสมกับลูกปลาหลดในช่วงอายุ 30-72 วัน คือ 300-800 ไมครอน สรุปได้ว่าการปรับเปลี่ยนอาหารลูกปลาหลดที่อายุหลังฟัก 30 วัน ใช้เวลาในการปรับสัดส่วนไรแดงและอาหารสำเร็จรูป 30 วัน เป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหลดด้วยอาหารสำเร็จรูปเพื่อทดแทนไรแดง

คำสำคัญ: ปลาหลด อาหารสำเร็จรูป ไรแดง

คำนำ

ปลาหลดเป็นปลาน้ำจืดที่อาศัยอยู่ตามแม่น้ำ ลำคลอง หนอง และบึง แพร่กระจายอยู่ทั่วประเทศ มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย ลาว เขมร และเวียดนาม (Khachonpisitsak, 2007; Rainboth, 1996) สำหรับประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่รู้จักปลาหลดเป็นอย่างดี ในแง่ใช้เป็นอาหารเพื่อการบริโภค ไม่ว่าจะใช้รับประทานในรูปปลาสด ตากแห้ง หรือทำเค็ม ล้วนแต่มีผู้นิยมรับประทานกันทั้งสิ้นและราคาค่อนข้างสูง ปัจจุบันราคาประมาณกิโลกรัมละ 150-200 บาท (Saowakoon and Saowakoon, 2014) หากเป็นปลาหลดมีชีวิตราคาก็จะสูงมากขึ้นและหาซื้อได้ยาก

ปัจจุบันพบว่าปลาหลดสามารถเพาะพันธุ์ได้ด้วยวิธีผสมเทียม ด้วยการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์กระตุ้นเพศผู้และเพศเมียให้ผสมพันธุ์วางไข่ได้ และการอนุบาลลูกปลาหลดในระยะเริ่มต้นยังต้องใช้อาหารมีชีวิต ได้แก่ ไรแดง และหลังจากนั้นจึงมีการเปลี่ยนอาหารเป็นการเลี้ยงด้วยหนอนแดงและไส้เดือน (Saowakoon and Saowakoon, 2007) การใช้อาหารมีชีวิตในการอนุบาลลูกปลาหลดจึงมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง และยังให้ผลผลิตไม่คงที่ในการนำมาอนุบาลลูกปลาหลด (Person-Le Ruyet *et al.,* 1993) ดังนั้นการศึกษาถึงวิธีการปรับเปลี่ยนอาหารให้ปลาสามารถที่จะยอมรับอาหารสำเร็จรูปจึงมีประโยชน์ และมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะพัฒนาปลาหลดให้สามารถเลี้ยงได้ด้วยอาหารสำเร็จรูป ดังตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จแล้วในปลาบางชนิด เช่น ปลากราย (*Chitara ornata*) ปลาชะโอน (*Ompok bimaculatus*) ปลาจีด (*Heteropneustes fossilis*) (Munsiri, 2010; Pradhan *et al.*, 2014; Samphawamana, 2008) ซึ่งอาหารที่มีอนุภาคขนาดเล็กพบว่าสามารถที่จะแทนที่อาหารมีชีวิต แต่การใช้อาหารที่มีอนุภาคขนาดเล็กหลังการฟักมีข้อจำกัด คือ ทำให้ลูกปลาหลดมีอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตต่ำ เนื่องจากความไม่เหมาะสมของระยะเวลา ในการปรับเปลี่ยนอาหารกับช่วงวัยของลูกปลาหลด (Jones *et al.,* 1993) เพราะสรีระและการทำงานของระบบย่อยอาหารของลูกปลาแต่ละชนิด

ในระยะเริ่มต้นยังไม่มีการพัฒนาน้ำย่อยเพื่อที่จะใช้ในการย่อยอาหารสำเร็จรูปได้ (Cahu and Zambonino Infante, 2001; Rosenlund *et al.*, 1997) ดังนั้นการศึกษาถึงการปรับเปลี่ยนอาหารเพื่อให้ลูกปลาเปลี่ยนจากการกินอาหารมีชีวิตเป็นอาหารสำเร็จรูป ซึ่งการปรับเปลี่ยนอาหารมีการใช้วิธีการและเทคนิคแตกต่างกันไปในลูกปลาแต่ละชนิด เช่น การใช้อาหารมีชีวิตผสมกับอาหารสำเร็จรูปผสมกันในสัดส่วน 50-80 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการยอมรับอาหารได้ของลูกปลา (Koven *et al.*, 2001) แม้ว่าจะมีการปรับเปลี่ยนอาหารด้วยวิธีการที่ต่างกัน แต่พบว่าขบวนการปรับเปลี่ยนอาหารจะสมบูรณ์ในระยะเวลา 30 วัน (Southgate, 2012) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหลดด้วยอาหารสำเร็จรูปเพื่อทดแทนไรแดง รวมทั้งศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของลูกปลาหลด

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการศึกษา

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี เดือนตุลาคม–พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งการทดลองเป็น 6 ชุดการทดลอง ที่มีรูปแบบการปรับเปลี่ยนอาหารสำเร็จรูปทดแทนไรแดง (Table 1) แต่ละชุดการทดลอง มี 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้ไรแดงตลอดการทดลอง (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารสำเร็จรูป (T1)

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ระยะเวลาในการปรับเปลี่ยนอาหาร 20 วัน (T2)

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้ระยะเวลาในการปรับเปลี่ยนอาหาร 25 วัน (T3)

ชุดการทดลองที่ 5 ใช้ระยะเวลาในการปรับเปลี่ยนอาหาร 30 วัน (T4)

ชุดการทดลองที่ 6 ใช้ระยะเวลาในการปรับเปลี่ยนอาหาร 35 วัน (T5)

การเตรียมตู้ทดลอง

ใช้ตู้กระจกขนาด 45x90x45 ซม. จำนวน 18 ตู้ เติมน้ำลึก 35 ซม. คิดเป็นปริมาตรน้ำ 140 ลิตร มีหัวทรายให้อากาศ 1 จุด เช่นเดียวกันทุกตู้ทดลอง ทุกชุดการทดลองใส่วัสดุหลบซ่อนเป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ขนาดความยาว 14 ซม. จำนวน 2 ท่อ ในปริมาณที่เท่ากัน จัดวางตู้ทดลองให้ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมอย่างเท่าเทียมกัน

ปลาทดลอง

ลูกปลาหลดที่ใช้ในการทดลองเป็นลูกปลารุ่นอนุบาลในถังไฟเบอร์ขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 3 ถัง อัตราปล่อยถังละ 1,000 ตัว โดยให้โรติเฟอร์และไข่แดงในช่วงอายุ 1-2 วันหลังการฟัก (Days Post Hatch; DPH) จากนั้นอนุบาลด้วยไรแดงจนลูกปลามีอายุ 30 DPH จึงทำการคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันเพื่อนำมาทดลอง โดยสุ่มลูกปลาหลดที่มีขนาดใกล้เคียงกัน จำนวน 50 ตัว วัดขนาดความกว้างของปากเริ่มต้นทดลองตามวิธีของ Shirota (1970) และวัดความยาวเหยียดเริ่มต้นทดลอง (Total length) ด้วย Vernier meter และชั่งน้ำหนักลูกปลาด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลความกว้างปาก น้ำหนัก และความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น ดำเนินการสุ่มลูกปลาทดลองและปล่อยลงในตู้ทดลอง จำนวนตู้ละ 100 ตัว

อาหารทดลอง

อาหารทดลองเป็นอาหารสำเร็จรูปแบบเม็ดลอยน้ำสำหรับลูกกบวัยอ่อน ระดับโปรตีน 44.95 เปอร์เซ็นต์ (ค่าจากการวิเคราะห์) โดยทำการบดอาหารจำนวน 1 กิโลกรัม ด้วยเครื่องปั่นละเอียด (Moulinex) จากนั้นจึงนำอาหารที่ปั่นละเอียดมาร่อนผ่านตะแกรงร่อน

เบอร์ 1 ที่มีขนาดตา 800 ไมครอน แล้วนำมาร่อนต่อผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 2 ขนาด 500 ไมครอน อาหารที่ได้จะมีขนาดประมาณ 500 ไมครอน แล้วจึงนำอาหารมาใช้ในการให้ลูกปลาหลดในการปรับเปลี่ยนอาหาร

Table 1 Weaning protocol and ratio of *Moina*/artificial feed percentages

Feed combination		Feeding treatment					
Moina	Dry feed	Number of day per each feeding period					
(%/day)	(%/day)	Control	T1	T2	T3	T4	T5
100	0	42	0	4	5	6	7
80	20	0	0	4	5	6	7
60	40	0	0	4	5	6	7
40	60	0	0	4	5	6	7
20	80	0	0	4	5	6	7
0	100	0	42	22	17	12	7
Weaning period (days)		0	0	20	25	30	35
Experimental duration (days)		42	42	42	42	42	42

การจัดการการทดลอง

การให้อาหาร

ให้อาหารลูกปลาหลดในปริมาณการให้อาหารโดยค่อยๆ ลดปริมาณไรแดงและเพิ่มปริมาณอาหารสำเร็จรูปเป็นสัดส่วนที่ชดเชยกัน ตามจำนวนวันที่กำหนด คือ 20, 25, 30 และ 35 วัน (T2, T3, T4 และ T5) ตามลำดับ แล้วจึงให้อาหารสำเร็จรูปเต็มรูปแบบในเวลาต่อมาจนครบ 42 วัน (Table 1 and Figure 1) ให้อาหารในปริมาณที่มากเพียงพอในทุกชุดการทดลอง โดยให้อาหารวันละ 6 ครั้ง ในเวลา 08.00, 10.00, 12.00, 14.00, 16.00 และ 18.00 น. จนสิ้นสุดการทดลอง ตลอดช่วงเวลาของการทดลองมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยทำการดูดตะกอนออกและเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ทุกวัน ในเวลาเช้าก่อนให้อาหารมื้อแรก

ตรวจวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติของน้ำเวลา 09.00 น. ในทุกสัปดาห์ตลอดช่วงการทดลอง ดังนี้ ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มก./ลิตร) ความกระด้าง (มก./ลิตร as $CaCO_3$) ความเป็นด่าง (มก./ลิตร as $CaCO_3$) ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) และแอมโมเนียรวม (มก./ลิตร) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระในน้ำ (มก./ลิตร)

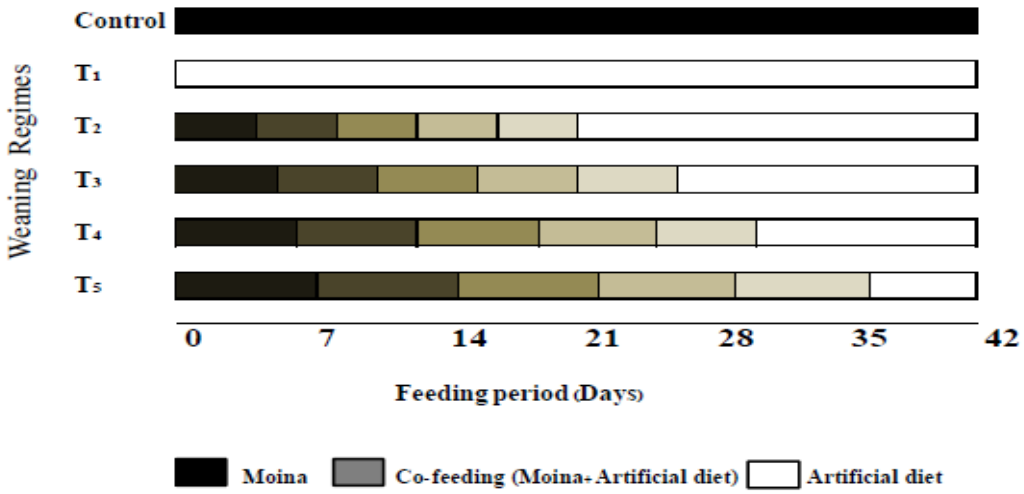


Figure 1 Diagram of the applied feeding strategies

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลระหว่างการทดลองทุก 2 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวลูกปลาหลดจำนวน 30 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลูกปลาทั้งหมด และตรวจนับจำนวนปลาตายทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการตอบสนองของลูกปลาหลดต่อระยะเวลาการปรับเปลี่ยนอาหาร ดังนี้

(1) ความยาวตัวเฉลี่ย (Average total length) มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร ของลูกปลาหลดที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลาปรับเปลี่ยนอาหาร 6 สัปดาห์

(2) น้ำหนักตัวเฉลี่ย (Average weight) มีหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมของลูกปลาหลดที่ระยะเวลาอนุบาล 2 และ 4 สัปดาห์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลาปรับเปลี่ยนอาหาร 6 สัปดาห์

(3) น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Daily Weight Gain; DWG, มก./วัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{ระยะเวลาการทดลอง}}$$

(4) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR, %/วัน)

$$= \frac{(\ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}) - (\ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง})}{\text{ระยะเวลาการทดลอง}} \times 100$$

(5) อัตราการรอดตาย (%)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

นำข้อมูลที่คำนวณได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี One way analysis of variance ข้อมูลอัตราการรอดทำการแปลงข้อมูลก่อนวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบปกติ (Normal distribution) ด้วยวิธี Angular transformation ในรูปของ Arcsine เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistic

ผลการวิจัย

อัตราการเจริญเติบโต

ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย

ลูกปลาหลดเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 34.46±4.33 มม. เมื่อสิ้นสุดการทดลองลูกปลาหลดมีความยาวสุดท้ายเฉลี่ย เท่ากับ 36.32±4.61, 41.13±3.91, 46.74±7.25, 46.40±7.03, 46.21±7.13 และ 45.38±7.85 มม. ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าความยาวสุดท้ายเฉลี่ยของลูกปลาหลดที่ปรับเปลี่ยนอาหารชุดการทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 1 และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่าชุดการทดลองที่ 1 มีค่าความยาวสุดท้ายเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2)

น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย

ลูกปลาหลดเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 130.31±0.05 มก. เมื่อเมื่อสิ้นสุดการทดลองลูกปลาหลดมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย เท่ากับ 140.97±37.08, 288.69±114.80, 433.63±161.76, 404.64±162.10, 376.04±161.19 และ 378.61±180.69 มก. ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของลูกปลาหลดที่ปรับเปลี่ยนอาหารชุดการทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 1 และชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่าชุดการทดลองที่ 1 มีค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองลูกปลาหลดมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย เท่ากับ 0.20±0.08, 1.31±1.54, 3.08±0.07, 2.90±0.04, 2.72±0.04 และ 2.74±0.08 %/วัน ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของลูกปลาหลดที่ปรับเปลี่ยนอาหารชุดการทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 1 และชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่าชุดการทดลองที่ 1 และชุดควบคุม มีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 2)

น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองลูกปลาหลดมีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 0.28±0.11, 2.84±2.96, 7.76±0.29, 7.03±0.17, 6.30±0.14 และ 6.38±0.32 มก./วัน ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันของลูกปลาหลดที่ปรับเปลี่ยนอาหารชุดการทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 1 และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่าชุดการทดลองที่ 1 มีค่าน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2)

Table 2 Growth performance and survival rate of *Macrognathus siamensis* with weaning period of replacing *Moina* with artificial diet nursing for a period of 6 weeks

Feeding treatment	Parameter				
	Average final length (mm)	Average final weight (mg)	Specific growth rate (%/day)	Daily weight gain (mg/day)	Survival rate (%)
Control	36.32±4.61[a]	140.97±37.08[a]	0.20±0.08[a]	0.28±0.11[a]	88.67±4.51[d]
T1	41.13±3.91[b]	288.69±114.80[b]	1.31±1.54[a]	2.84±2.96[b]	3.33±2.08[a]
T2	46.74±7.25[c]	433.63±161.76[c]	3.08±0.07[b]	7.76±0.29[c]	69.67±6.11[b]
T3	46.40±7.03[c]	404.64±162.10[c]	2.90±0.04[b]	7.03±0.17[c]	79.00±2.00[c]
T4	46.21±7.13[c]	376.04±161.19[c]	2.72±0.04[b]	6.30±0.14[c]	83.00±2.65[cd]
T5	45.38±7.85[c]	378.61±180.69[c]	2.74±0.08[b]	6.38±0.32[c]	89.33±6.11[d]

The superscript a, b, c and d are compare among the means with in the same column. Values with the same superscripts are not significantly different (p>0.05).

อัตรารอดตายเฉลี่ย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองลูกปลาหลดมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 88.67±4.51, 3.33±2.08, 69.67±6.11, 79.00±2.00, 83.00±2.65 และ 89.33±6.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า ค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลาหลดที่ปรับเปลี่ยนอาหารของชุดควบคุม ชุดการทดลองที่ 4 และ 5 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่ามากกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลาหลดที่ปรับเปลี่ยนอาหารในชุดการทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่าลูกปลาหลดที่ปรับเปลี่ยนอาหารชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2)

คุณภาพน้ำในระบบการทดลอง

คุณสมบัติของน้ำในตู้ทดลองพบว่าอุณหภูมิน้ำมีค่าระหว่าง 26.63-28.43°ซ. อุณหภูมิอากาศมีค่าระหว่าง 27.50-30.50°ซ. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าระหว่าง 3.73-6.07 มก./ลิตร ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระในน้ำมีค่าระหว่าง 2.0-4.0 มก./ลิตร ความกระด้างของน้ำมีค่าระหว่าง 36.67-62.67 มก./ลิตร $CaCO_3$ ความเป็นด่างของน้ำมีค่าระหว่าง 15.00-24.67 มก./ลิตร $CaCO_3$ แอมโมเนียรวมมีค่าระหว่าง 0-1.17 มก./ลิตร

วิจารณ์ผลการวิจัย

เป็นที่ทราบกันดีว่าการปรับเปลี่ยนอาหารของลูกปลาวัยอ่อนจากอาหารธรรมชาติ คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเป็นอาหารสำเร็จรูปให้ลูกปลายอมรับโดยสมบูรณ์ ที่เรียกกันว่าเทคนิคการหย่าอาหาร (Weaning) นั้น เป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นกุญแจสำคัญของการที่จะเปลี่ยนปลาธรรมชาติที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ หรือคุณค่าเชิงอนุรักษ์ให้เป็นปลาที่สามารถนำมาเลี้ยง ขยายพันธุ์ และพัฒนา

เข้าสู่วงการธุรกิจได้ (Yakupitage, 2013) ปลาแต่ละชนิดมีพัฒนาการของการกินอาหาร การพัฒนาของอวัยวะที่เกี่ยวข้อง ระบบการย่อยอาหาร และน้ำย่อยที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว รูปแบบและวิธีการในการปรับเปลี่ยนอาหารจึงแตกต่างกันไป ปลาหลดจัดว่าเป็นปลาชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นต้องการรูปแบบของการปรับเปลี่ยนอาหาร ผลการปรับเปลี่ยนอาหารลูกปลาหลดที่อนุบาลด้วยวิธีการปรับเปลี่ยนอาหาร 5 ระยะ ที่อายุลูกปลาหลังฟัก 30 วัน (DPH) ของการศึกษาครั้งนี้พบว่า การปรับเปลี่ยนอาหารที่ระยะเวลา 25, 30 และ 35 วัน เมื่อพิจารณาด้านการเจริญเติบโตด้านความยาวสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่ามากกว่าชุดควบคุมที่อนุบาลด้วยไรแดงและอาหารสำเร็จรูป สอดคล้องกับการทดลองในปลากราย ปลาชะโอน และปลาจีด (Munsiri, 2010; Pradhan *et al*., 2014; Samphawamana, 2008) ที่ใช้วิธีปรับเปลี่ยนอาหารมีชีวิตจากหนอนแดงอาร์ทีเมีย และไรแดงเป็นอาหารสำเร็จรูป

อัตรารอดตายของลูกปลาหลดพบว่า ชุดการทดลองที่ระยะเวลาการปรับเปลี่ยนอาหาร 25, 30, 35 วัน และชุดควบคุม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่าสูงกว่าชุดที่ให้อาหารสำเร็จรูปและชุดการทดลองที่ระยะเวลาการปรับเปลี่ยนอาหาร 20 วัน ซึ่งชุดที่ให้อาหารสำเร็จรูปมีค่าอัตราการรอดตายต่ำที่สุดเท่ากับ 3.33 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาครั้งนี้พบว่า การใช้อาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดเล็ก (500 ไมครอน) มีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาหลดเมื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนอาหารร่วมกับอาหารมีชีวิต โดยมีขนาดเริ่มต้น 34.46 มม. และน้ำหนัก 130.31 มก. และลูกปลาหลดสามารถยอมรับอาหารสำเร็จรูปได้ที่ระยะเวลาปรับเปลี่ยนอาหารเริ่มต้น 20 วัน และการเพิ่มระยะเวลาการปรับเปลี่ยนอาหารทำให้ลูกปลาหลดมีอัตราการรอดตายเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ระยะเวลาการปรับเปลี่ยนอาหารที่มีระยะเวลาสั้น เช่นเดียวกับที่พบการทดลองการปรับเปลี่ยนอาหารในลูกปลาน้ำจืดและลูกปลาทะเลหลายชนิด ได้แก่ ปลาช่อน (Thumronk *et al*., 2011); ปลากราย (Munsiri, 2010); ปลาชะโอน (Pradhan *et al*., 2014); ปลาจีด (Samphawamana, 2008); ปลากะพงขาว (Fuchs and Nedelec, 1989) และปลา *Gadus morhua* (Baskerville-Bridges and Kling, 2000) ทั้งนี้ Cahu and Zambonino Infante (2001) กล่าวว่าขนาดของอาหารสำเร็จรูปต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดปากของลูกปลาตามระยะของการพัฒนาของลูกปลาวัยอ่อน ทั้งนี้ขนาดของอาหารจะต้องมีความสัมพันธ์กับขนาดปากของลูกปลา โดยอาหารควรมีขนาดเล็กกว่าความกว้างของปากลูกปลาอยู่ในช่วง 25 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ (Shirota, 1970; Fernández-Diaz *et al*., 1994; Cunha and Planas, 1999)

นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับขนาดของอาหารที่สามารถย่อยได้ คือ ขนาดของหลอดอาหาร (Yúfera and Darías, 2007) ดังนั้นการปรับขนาดของอาหารมีความสำคัญในการอนุบาล ขนาดของอนุภาคอาหารที่น้อยกว่า 50 ไมครอน ไม่เหมาะสมเพราะเล็กเกินกว่าที่จะสามารถตอบสนองกับขนาดของหลอดอาหารของลูกปลาได้ และถ้าอาหารมีขนาดใหญ่จะเป็นสาเหตุทำให้ปิดระบบท่อทางเดินอาหาร (Walford *et al*., 1991) หรือจะทำให้ลูกปลาย่อยได้ยาก ซึ่ง Cahu and Zambonino Infante (2001) อธิบายว่า ในระยะเริ่มต้นลูกปลายังไม่สามารถย่อยอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการอนุบาลได้ เนื่องจากยังไม่มีการพัฒนาน้ำย่อยหรือเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยอาหารได้สมบูรณ์ ซึ่งมีปริมาณของเอนไซม์ที่ต่ำอยู่ ลูกปลาแต่ละชนิดจะมีช่วงเวลาของการพัฒนาการในการสร้างน้ำย่อยอาหารแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามการปรับเปลี่ยนอาหารโดยใช้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับอาหารมีชีวิต โดยการปรับสัดส่วนของอาหารมีชีวิตและอาหารสำเร็จรูป เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปในขบวนการทำให้ลูกปลายอมรับอาหารสำเร็จรูปได้ (Bianzhi Liu *et al*., 2012; Rosenlund *et al*., 1997) เพราะอาหารมีชีวิตจะเป็นตัวกระตุ้นการสร้างน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของลูกปลา (Koven *et al*., 2001) และยังเป็นตัวกระตุ้นการ

มองเห็นและการรับกลิ่นของลูกปลาวัยอ่อนในการยอมรับอาหารสำเร็จรูป ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปลา (Cañavate and Fernández-Díaz, 1999; Rosenlund *et al*., 1997) จากการสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของลูกปลาหลดในการทดลองครั้งนี้ พบว่าลูกปลาหลดชุดที่มีรูปแบบการปรับเปลี่ยนอาหาร 20 วัน สามารถสังเกตเห็นการเริ่มกินอาหารสำเร็จรูปของลูกปลาหลดที่ระยะเวลาการปรับเปลี่ยนอาหารในวันที่ 13 (43 DPH) ซึ่งแตกต่างจากลูกปลา *Centropomus parallelus* ที่เริ่มกินอาหารสำเร็จรูปในวันที่ 35 DPH (Alves *et al*., 2006)

สำหรับคุณภาพน้ำระหว่างการทดลองมีค่าความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระในน้ำ ความเป็นด่าง และความกระด้าง อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (Tuntoolavst and Pornprapa, 2001)

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่ารูปแบบและระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหลดด้วยอาหารสำเร็จรูปเพื่อทดแทนไรแดง ที่อายุหลังฟัก 30 วัน (DPH) ลูกปลาหลดสามารถปรับเปลี่ยนการกินอาหารได้ดีที่สุดในระยะเวลา 20 วัน เมื่อพิจารณาในด้านการเจริญเติบโต แต่เมื่อพิจารณาอัตราการรอดตายพบว่า การปรับเปลี่ยนอาหารที่ระยะเวลา 35 วัน เป็นระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่ทำให้ลูกปลามีอัตราการรอดตายดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Alves, Jr. T.T., R.C. Vinicius and A.B. Joseph. 2006. Early weaning of fat snook (*Centropomus parallelus* Poey 1864) larvae. **Aquaculture** 253(1): 334-342.

Baskerville-Bridges, B. and L.J. Kling. 2000. Early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae onto a microparticulate diet. **Aquaculture** 189(1-2): 109-117.

Bianzhi, L., X. Zhu, L. Wu, Y. Yunxia, H. Dong, J. Junyan and X. Shouqi. 2012. Effects of different weaning strategies on survival and growth in Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Günther) larvae. **Aquaculture** 364-365: 13-18.

Cahu, C. and J. Zambonino Infante. 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. **Aquaculture** 200(1-2): 161-180.

Cañavate, J.P. and C. Fernández-Díaz. 1999. Influence of co-feeding larvae with live and inert diets on weaning the sole *Solea senegalensis* onto commercial dry feeds. **Aquaculture** 174(3-4): 255-263.

Cunha, I. and M. Planas. 1999. Optimal prey size for early turbot larvae (*Scopthalmus maximus* L.) base on mouth and ingested prey size. **Aquaculture** 175(1-2): 103-110.

Fernández-Díaz, C., E. Pascual and M. Yúfera. 1994. Feeding behavior and prey size selection of gilthead seabream, *Sparus aurata* L., larvae fed on inert and live food. **Marine Biology** 118(2): 323-328.

Fuchs, J. and G. Nedelec. 1989. Larval rearing and weaning of Seabass, *Lates calcarifer* (Block), on experimental compounded diets. **Advances in Tropical Aquaculture** (collogue 9): 677-697.

Jones, D.A., M.S. Kamarudin and L. Le Vay. 1993. The potential for replacement of live feeds in larval culture. **Journal of the World Aquaculture Society** 24(2): 199-210.

Khachonpisitsak, S. 2007. **Taxonomy of Spiny Eels (Symbranchiformes: Mastacembelidae) Thailand**. Master Thesis. Chulalongkorn University. 260 p.

Koven, W., A. Tandler, G. Kissil and D. Sklan. 2001. Advances in the development of microdiets for gilthead seabream, *Sparus aurata*: a review. **Aquaculture** 194(1-2): 107-121.

Munsiri, S. 2010. **Effect of Different Feeding Regimes, Weaning Period and Stocking Density on Survival and Growth of Spotted Featherback Fish Fry (*Chitara ornata*)**. Master Thesis. Asian Institute of Tehnology. 100 p.

Person-Le Ruyet, J., J.C. Alexandre, L. Thébaud and C. Mugnier. 1993. Marine fish larvae feeding: formulated diets or prey. **Journal of the World Aquaculture Society** 24(2): 211-224.

Pradhan, P.K., J. Joykrushna, M. Gopa, S. Neeraj and G. Enric. 2014. Effects of different weaning strategies on survival, growth and digestive system development in butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch) larvae. **Aquaculture** 424-425: 120-130.

Rainboth, W.J. 1996. **Fish of the Cambodia Mekong**. Rome: FAO. 265 p.

Rosenlund, G., J. Stoss and C. Talbot. 1997. Co-feeding marine fish larvae with inert and live diets. **Aquaculture** 155(1-4): 183-191.

Samphawamana, T. 2008. **Effect of Feeding Regime, Weaning Period and Stocking Density on the Survival and Growth of Stinging Catfish (*Heteropneustes fossilis*, Bloch) Fry**. Master Thesis. Asian Institute of Technology. 68 p.

Saowakoon, H. and S. Saowakoon. 2007. Breeding and Nursing of Spotted Spiny Eel (*Macrognathus siamensi*, Günther, 1861). pp. 1-9. *In* **Proceedings of 45th Kasetsart University, Annual Conference: Fisheries**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]

_____. 2014. **Breeding of Siamese Spiny Eel, *Macrognathus siamensis*.** Nakhon Ratchasima Province: Rajamangala University of Technology Isan. 24 p. [in Thai]

Shirota, A. 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. **Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries** 36: 353-368.

Southgate, P. 2012. Food and Feeding. p. 202. *In* Lucas, J.S. and P.C. Southgate (eds.). **Aquaculture Farming Aquatic Animals and Plants (2nd ed).** United Kingdom: Blackwell.

Thumronk, A., W. Sriwatana and P. Promkaew. 2011. Feeding behavior of snake head fish, *Chana striatus* larvae. **Songklanakain Journal of Science and Technology** 33(6): 665-670.

Tuntoolavst, M. and P. Pornprapa. 2001. **Water Quality Management and Wastewater Treatment in Fish Nursery Ponds and Other Aquatic Animals. Vol 1; Water Quality Management**. Bangkok: Chulalongkorn Univerity Press. 391 p. [in Thai]

Walford, J., T.M. Lim and T.J. Lam 1991. Replacing live foods with microencapsulated diets in rearing of sea bass (*Lates calcarifer*) Larvae: do they ingest and digest protein-membrane microcapsules?. **Aquaculture** 92: 225-235.

Yakupitage, A. 2013. On-farm feeding and feed management strategies in tropical aquaculture. pp. 361-376. *In* Hasan, M.R. and M.B. New (eds.). **On-farm Feeding and Feed Management in Aquaculture**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. Rome: FAO.

Yúfera, M. and M.J. Darías 2007. The onset of feeding in marine fish larvae. **Aquaculture** 268(1-4): 53-63.