



ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาตะพัดด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด
เพื่อทดแทนอาหารมีชีวิต

Appropriate Weaning Period of Asia Arowana
Scleropages formosus (Schlegel & Müller, 1844)
by Replacing Live Feed with Pelleted Feed

สุธาทิพย์ ทิพย์วงศ์

Suthathip Thipwong

สุวีณา บานเย็น

Suvena Banyen

จินตนา มหาสวัสดิ์

Jintana Mahasawat



ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาตะพัดด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด
เพื่อทดแทนอาหารมีชีวิต

Appropriate Weaning Period of Asia Arowana
Scleropages formosus (Schlegel & Müller, 1844)
by Replacing Live Feed with Pelleted Feed

สุธาทิพย์ ทิพย์วงศ์

Suthathip Thipwong

สุวีณา บานเย็น

Suvena Banyen

จินตนา มหาสวัสดิ์

Jintana Mahasawat

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี

Suratthani Inland Fisheries Research and
Development Center

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

Inland Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๘

2015

รหัสทะเบียนวิจัย 54-0549-54103

สารบัญ

| | หน้า |
|------------------|------|
| บทคัดย่อ | 1 |
| Abstract | 2 |
| คำนำ | 3 |
| วัตถุประสงค์ | 4 |
| วิธีดำเนินการ | 4 |
| ผลการศึกษา | 10 |
| สรุปและวิจารณ์ผล | 19 |
| ข้อเสนอแนะ | 22 |
| เอกสารอ้างอิง | 23 |
| ภาคผนวก | 26 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|--------------|--|------|
| 1 | ระยะเวลาการอนุบาลลูกปลาตะพัดในแต่ละชุดการทดลอง | 4 |
| 2 | ส่วนประกอบของอาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำ | 6 |
| 3 | ส่วนประกอบทางเคมีของมวนกรรเชียง | 7 |
| 4 | ค่าความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 60 วัน | 11 |
| 5 | ค่าน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 60 วัน | 12 |
| 6 | การเจริญเติบโตของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 60 วัน | 15 |
| 7 | ค่าความกว้างปากเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลาตะพัดตลอดระยะเวลาการทดลอง | 17 |
| 8 | คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง | 18 |
| ตารางผนวกที่ | | |
| 1 | ข้อมูลสถิติมูลค่าการนำเข้าปลาตะพัด ตั้งแต่ปี 2550 ถึงปี 2554 | 27 |
| 2 | ข้อมูลน้ำหนักและจำนวนมวนกรรเชียงที่ลูกปลากินในแต่ละช่วงอายุ | 27 |
| 3 | ปัจจัยแสดงสภาวะรูปร่างปลา (K) ที่เหมาะสมของปลาบางชนิด (Goddard, 1996) | 27 |
| 4 | ค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์ (Coefficient of condition, K) ของปลาตะพัด | 28 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 1 | ค่าความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 60 วัน | 11 |
| 2 | ค่าน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 60 วัน | 12 |
| 3 | ลูกปลาตะพัดเมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 60 วัน | 16 |
| 4 | อัตราการตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน | 17 |

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาตะพัดด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด เพื่อทดแทนอาหารมีชีวิต

สุรชาติพิทย์ ทิพย์วงศ์^{๑*} สุวีณา บานเย็น^๒ และจินตนา มหาสวัสดิ์^๒

^๑ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี

^๒ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสงขลา

บทคัดย่อ

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาตะพัดด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดเพื่อทดแทนอาหารมีชีวิต ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2554 เป็นเวลา 60 วัน โดยแบ่งออกเป็น 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ให้อาหารมีชีวิต (มวนกรรเชียง) ตลอดการทดลอง ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำโปรตีน 32% ทดแทนอาหารมีชีวิต หลังจากลูกปลาถุงไข่แดงยุบ 15, 30, 45 วัน และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการทดลอง อนุบาลลูกปลาในตู้กระจกขนาด 40x75x45 เซนติเมตร จำนวน 50 ใบ สุ่มปล่อยลูกปลาที่ถุงไข่แดงยุบหมด จำนวน 1 ตัวต่อตู้ ลูกปลาทดลองมีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 8.03 ± 0.12 , 8.04 ± 0.12 , 8.06 ± 0.12 , 8.04 ± 0.14 และ 8.05 ± 0.16 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.18 ± 0.17 , 3.14 ± 0.22 , 3.15 ± 0.16 , 3.17 ± 0.21 และ 3.18 ± 0.30 กรัม ตามลำดับ ความกว้างปากเฉลี่ย 15.0 ± 0.3 มิลลิเมตร

ผลการทดลองพบว่าลูกปลาตะพัดในชุดการทดลองที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 16.21 ± 0.72 , 13.79 ± 0.67 , 13.69 ± 0.55 , 16.33 ± 0.92 และ 11.62 ± 0.59 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนักตัวเฉลี่ย 31.09 ± 5.99 , 17.09 ± 3.95 , 16.69 ± 1.82 , 30.14 ± 4.94 และ 10.43 ± 1.72 กรัม ตามลำดับ และมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 100.0 ± 0.0 , 100.0 ± 0.0 , 100.0 ± 0.0 , 100.0 ± 0.0 และ 60.0 ± 51.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าลูกปลาที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลองมีการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และ Normalized biomass index (NBI) ต่ำกว่าทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) ลูกปลาที่ให้มวนกรรเชียงตลอดการทดลองมีการเจริญเติบโต และค่า NBI ต่ำกว่าลูกปลาที่ให้อาหารเม็ดหลังจากลูกปลาถุงไข่แดงยุบ 15 วัน และ 30 วัน นอกจากนั้นพบว่าลูกปลาที่ให้มวนกรรเชียงตลอดการทดลองมีการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และ NBI มีค่าใกล้เคียงกับลูกปลาที่ให้อาหารเม็ดหลังจากถุงไข่แดงยุบ 45 วัน ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากผลการทดลองสรุปได้ว่าหลังจากลูกปลาตะพัดถุงไข่แดงยุบ 45 วัน เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาตะพัดด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดเพื่อทดแทนอาหารมีชีวิต

คำสำคัญ : ปลาตะพัด อาหารสำเร็จรูป การทดแทนอาหารมีชีวิต

*ผู้รับผิดชอบ : ตู๊ ปณ.๓ อ.พูนพิน จ.สุราษฎร์ธานี ๘๔๑๓๐ โทร. ๐ ๗๗๒๘ ๖๙๑๙

e-mail : sthipwong@gmail.com

**Appropriate Weaning Period of Asia Arowana
Scleropages formosus (Schlegel & Müller, 1844) by Replacing Live Feed
with Pelleted Feed**

Suthathip Thipwong^{1*} Suvena Banyen² and Jintana Mahasawad²

¹Suratthani Inland Fisheries Research and Development Center

²Songkhla Inland Fisheries Research and Development Center

Abstract

Appropriate weaning period of Asia Arowana *Scleropages formosus* (Schlegel & Müller, 1844) by replacing live feed with pellet feed was studied at Suratthani Inland Fisheries Research and Development Center during December 2010 – February 2011. The experiment was designed into 5 treatments. Fish were fed with *Corixa* sp. throughout the culture period, replacing *Corixa* sp. with 32 % protein pellet feed at 15, 30, and 45 days old, and fed with the pellet feed throughout the culture period. Fish larvae were cultured in 40x75x45 cm glass aquarium for 60 days. Their initial length were 8.03±0.12, 8.04±0.12, 8.06±0.12, 8.04±0.14 and 8.05±0.16 cm, respectively, initial weight were 3.18±0.17, 3.14±0.22, 3.15±0.16, 3.17±0.21 and 3.18±0.30 g, respectively and initial mouth width was 15.0±0.3 mm.

The result showed that the growth, survival rate and normalized biomass index (NBI) of fish larvae fed with *Corixa* sp. was higher than fish larvae fed with pellet feed at 15 and 30 days old ($p < 0.05$). The average final length were 16.21±0.72, 13.79±0.67, 13.69±0.55, 16.33±0.92 and 11.62±0.59 cm, respectively ($p < 0.05$), the average final weight were 31.09±5.99, 17.09±3.95, 16.69±1.82, 30.14±4.94 and 10.43±1.72 g, respectively ($p < 0.05$), NBI were 0.28±0.06, 0.14±0.04, 0.14±0.02, 0.27±0.05 and 0.07±0.02 g, respectively ($p < 0.05$), and the average survival rate were 100.0±0.0, 100.0±0.0, 100.0±0.0, 100.0±0.0 and 60.0±51.6 %, respectively. The growth, survival rate and NBI of fish larvae fed with pellet feed at 45 days old was not significantly different with fish larvae fed with *Corixa* sp. throughout the culture period ($p > 0.05$). The result indicated that the appropriate weaning period of replacing *Corixa* sp. with pellet feed was 45 days old.

Key words : *Scleropages formosus* (Schlegel & Müller, 1844), artificial diet, pellet feed replacement

*Corresponding author : P.O. Box 3, Phunphin District, Suratthani Province 84130 Tel. 0 7728 6919
e-mail : sthipwong@gmail.com

คำนำ

ปลาตะพัดหรือปลาอโรวานาเอเชีย (Asia Arowana) จัดอยู่ในครอบครัว Osteoglossidae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Scleropages formosus* (Schlegel & Müller, 1844) (Fishbase, 2012; Rainboth, 1996) เป็นปลาสวยงามที่มีราคาแพงมาก และเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก เพราะมีสีริระและสีลาการว่ายน้ำที่สง่างาม มีเกล็ดใหญ่เป็นมันวาว และมีสีส้มที่สวยงามดึงดูดสายตา ประกอบกับความเชื่อว่าการเลี้ยงปลาชนิดนี้จะนำโชคลาภความเป็นสิริมงคลมาสู่ชีวิตและบิรวารในครอบครัว ปลาตะพัดเป็นปลาหายากและแพร่ขยายพันธุ์ได้น้อย ปลาที่นำมาเลี้ยงเป็นปลาที่จับได้จากธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันสามารถเพาะและขยายพันธุ์ได้บ้างแล้วทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย และสิงคโปร์ ปลาตะพัดที่เลี้ยงอยู่ในประเทศไทยส่วนใหญ่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งมูลค่าการนำเข้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี โดยระหว่างปี 2550-2554 มีการนำเข้าปลาตะพัดมูลค่า 1.60, 2.58, 2.84, 9.43 และ 11.27 ล้านบาท ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 1) (สำนักบริหารจัดการด้านประมง, 2555)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานีประสบความสำเร็จในการเพาะพันธุ์และอนุบาลปลาตะพัด สำหรับการอนุบาลลูกปลาตะพัดตั้งแต่ไข่แดงยุบจนอายุ 60 วัน จะให้กินอาหารมีชีวิต เช่น ลูกปลา ตัวอ่อนปลวก ไช้เม็ด ตัวหนอนแมลง มวนกรรเชียง ซึ่งลูกปลาจะกินอาหารทุกชนิดที่ให้ แต่ลูกปลาตะพัดจะชอบกินมวนกรรเชียงมากที่สุด (เทียนทอง และคณะ, 2534) การอนุบาลลูกปลาตะพัดจำนวนมากด้วยอาหารมีชีวิตมีความยุ่งยากในการจัดหาให้มีปริมาณเพียงพอ ดังนั้น การใช้อาหารสำเร็จรูปซึ่งมีสารอาหารครบถ้วน หาได้ง่าย มีความสะดวกในการใช้ และสามารถควบคุมปริมาณการผลิตได้ น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้ออนุบาลลูกปลาตะพัด จากการศึกษาเบื้องต้นสามารถฝึกลูกปลาตะพัดให้กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปได้แล้ว แต่ยังไม่มียังมีข้อมูลที่ชัดเจนว่าควรเริ่มให้อาหารเม็ดกับลูกปลาเมื่ออายุและขนาดเท่าใดจึงจะเหมาะสม โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และอัตราการตาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเอนไซม์ในกระเพาะอาหารของลูกปลา ดังนั้น การได้รับเอนไซม์ช่วยย่อยอาหารจากภายนอก (exogenous enzyme) มีส่วนช่วยในการย่อยอาหารของลูกปลา (Person-Le, 1989) อมรรรัตน์ และบุษกร (2543) กล่าวว่าอาหารมีชีวิตมีเอนไซม์ช่วยในการย่อยอาหารและมีกรดอะมิโนอิสระเป็นองค์ประกอบ ทำให้ลูกปลาสามารถนำไปใช้ได้ทันที โดยจากการศึกษาในปลาหางนกยูงพบว่าระยะเวลาเหมาะสมในการปรับเปลี่ยนอาหารจากอาหารมีชีวิตเป็นอาหารสำเร็จรูปมีระยะเวลา 15-20 วัน (อมรรรัตน์ และคณะ, 2542) ปลาแคตฟิช 21 วัน (ธราพันธ์ และสุพัทธ์, 2545) ปลากระมัง 18 วัน (เจนจิตต์ และคณะ, 2546) ปลายี่สก 20 วัน (นพดล และองอาจ, 2546) ปลาแขยงข้างลาย 19 วัน (สุพัทธ์ และธราพันธ์, 2547) ปลาแขยงใบข้าว 20 วัน (ธราพันธ์ และคณะ, 2547) ปลาแขยงนวล 28 วัน (สุธาทิพย์ และคณะ, 2550) ปลาเทโพ 20 วัน (สมพร และคณะ, 2554) ซึ่งปลาต่างชนิดกันจะมีระยะเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนอาหารจากอาหารมีชีวิตเป็นอาหารสำเร็จรูปแตกต่างกันได้ (Baragi and Lovell, 1986) ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาตะพัดด้วยอาหารสำเร็จรูปทดแทนอาหารมีชีวิต เพื่อนำข้อมูลที่ไปเป็นแนวทางการอนุบาลลูกปลาตะพัดเชิงพาณิชย์ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อทราบระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาตะพัดด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการศึกษา

1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) ทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมี 10 ซ้ำ (replication) ในการปรับเปลี่ยนจากมวลกรรเชียงเป็นอาหารสำเร็จรูปจะใช้ระยะเวลา 3 วัน ดังตารางที่ 1

ชุดการทดลองที่ 1 ให้มวลกรรเชียงตลอดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 2 เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดหลังถุงไข่แดงยุบ 15 วัน

ชุดการทดลองที่ 3 เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดหลังถุงไข่แดงยุบ 30 วัน

ชุดการทดลองที่ 4 เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดหลังถุงไข่แดงยุบ 45 วัน

ชุดการทดลองที่ 5 ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง

ตารางที่ 1 ระยะเวลาการอนุบาลลูกปลาตะพัดในแต่ละชุดการทดลอง

| ชุดการทดลอง | ระยะเวลาการอนุบาลหลังจากถุงไข่แดงยุบ (วัน) | | | | |
|--|--|--|--------------------|--------------------|----------------------------------|
| | มวลกรรเชียง อย่างเดียว | ปรับลดมวลกรรเชียงและฝึกให้กินอาหารเม็ด | | | อาหารเม็ดสำเร็จรูป อย่างเดียว |
| | | มวลกรรเชียง 75% | มวลกรรเชียง 50% | มวลกรรเชียง 25% | |
| 1. ให้มวลกรรเชียงตลอด การทดลอง | 1-60 | - | - | - | - |
| 2. เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดหลัง ถุงไข่แดงยุบ 15 วัน | 1-14 | 15 | 16 | 17 | 18-60 |
| 3. เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดหลัง ถุงไข่แดงยุบ 30 วัน | 1-29 | 30 | 31 | 32 | 33-60 |
| 4. เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดหลัง ถุงไข่แดงยุบ 45 วัน | 1-44 | 45 | 46 | 47 | 48-60 |
| 5. ให้อาหารเม็ดตลอด การทดลอง | - | - | - | - | 1-60 |

1.2 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาศึกษา

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี 20 ม.7 ต.ท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี
ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 - เดือนกุมภาพันธ์ 2554

2. วัสดุอุปกรณ์

2.1 ภาชนะทดลอง

ใช้ตู้กระจกขนาด 40x75x45 เซนติเมตร จำนวน 50 ใบ เต็มน้ำลึก 25 เซนติเมตร คิดเป็นปริมาตรน้ำ 75 ลิตร มีหัวทรายให้อากาศ 1 จุด เช่นเดียวกันทุกตู้ทดลอง

2.2 ปลาทดลอง

ใช้ลูกปลาตะพัดรุ่นเดียวกันและจากพ่อแม่พันธุ์รุ่นเดียวกันที่ถึงไข่แดงยุบแล้ว (อายุ 54 วัน) เป็นปลาที่ได้จากการเพาะพันธุ์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี คัดเลือกลูกปลาตะพัดจำนวน 50 ตัว วัดความยาวเริ่มต้น (total length) ด้วยไม้บรรทัด และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง มีหน่วยเป็นกรัม ปล่อยลูกปลาลงตู้ทดลองตู้ละ 1 ตัว วัดขนาดความกว้างของปากลูกปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลองด้วยเครื่องมือเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร โดยวิธีของ Shirota (1970) ซึ่งวัดความยาวของขากรรไกรบน หน่วยเป็นมิลลิเมตร แล้วนำมาคำนวณหาความกว้างปากจากสูตร

$$D = \sqrt{2AB}$$

D = ความกว้างของปากลูกปลาจากขากรรไกรบนถึงขากรรไกรล่าง (มิลลิเมตร)

AB = ความยาวของขากรรไกรบน (มิลลิเมตร)

2.3 อาหารทดลอง

อาหารสำเร็จรูปเป็นชนิดเม็ดลอยน้ำ โดยผลิตด้วยเครื่องผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปของศูนย์ฯ ตามสูตรอาหารดังตารางที่ 2 สุ่มอาหารเม็ดสำเร็จรูปวัดขนาดด้วยเครื่องมือเวอร์เนียคาลิเปอร์ จำนวน 100 เม็ด มีขนาดเม็ดอาหารเฉลี่ย 4.84 ± 0.37 มิลลิเมตร ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารเม็ดสำเร็จรูปโดยสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด กรมประมง

อาหารมีชีวิตใช้มวนกรรเชียง ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในบ่อดินที่อนุบาลลูกปลาของศูนย์ฯ โดยใช้สวิงที่ทำจากผ้าตาข่ายสีขาวชนิดช่องตาสี่เหลี่ยมเส้นด้ายเล็ก ขนาดช่องตา 1 มิลลิเมตร เป็นอุปกรณ์ในการช้อนมวนกรรเชียงที่อยู่ตามผิวน้ำบริเวณประตูระบายน้ำ นำมาใส่ในถังพลาสติกที่มีน้ำบรรจุอยู่ ลำเลียงมาใส่ในตู้กระจกที่มีระบบให้อากาศเก็บไว้เป็นอาหารลูกปลาต่อไป สุ่มตัวอย่างมวนกรรเชียง 300 กรัม ส่งไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารมีชีวิตโดยวิธี proximate analysis ซึ่งรายงานผลในรูป dry basis

โดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย จำกัด สาขาสงขลา ส่วนค่า Nitrogen free extraction (NFE) ใช้วิธีการคำนวณ ดังนี้

$$\% \text{ NFE} = 100 - (\% \text{ โปรตีน} + \% \text{ ไขมัน} + \% \text{ เยื่อใย} + \% \text{ เถ้า} + \% \text{ ความชื้น})$$

พบว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปและมวลกรรเชียง มีองค์ประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของอาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำ

| วัตถุดิบ | เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก |
|-------------------------------|-----------------------|
| ปลาป่น | 30 |
| กากถั่วเหลือง | 20 |
| ปลายข้าว | 40 |
| คอร์นกลูเตน (corn gluten) | 5 |
| ยีสต์ (yeast) | 1 |
| วิตามินและแร่ธาตุรวม (premix) | 1 |
| น้ำมันพืช | 1 |
| น้ำมันปลา | 2 |
| ผลวิเคราะห์ทางเคมี | |
| ความชื้น (%) | 11.18 |
| โปรตีน (%) | 32.29 |
| ไขมัน (%) | 3.94 |
| เยื่อใย (%) | 2.03 |
| เถ้า (%) | 10.48 |
| NFE (%) | 40.08 |

หมายเหตุ วิตามินและแร่ธาตุรวม (premix) 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามิน A 500,000 หน่วยสากล; วิตามิน D₃ 100,000 หน่วยสากล; วิตามิน E 10,000 หน่วยสากล; วิตามิน K₃ 0.80 กรัม; วิตามิน B₁ 0.75 กรัม; วิตามิน B₂ 1.10 กรัม; วิตามิน B₆ 1.20 กรัม; วิตามิน B₁₂ 5.00 มิลลิกรัม; ไบโอดีน 0.02 มิลลิกรัม; กรดแพนโทธีนิก 3.00 กรัม; ไนอะซิน 2.15 กรัม; อินอซิทอล 25.00 กรัม; กรดโฟลิก 0.80 กรัม; ทองแดง 4.50 กรัม; สังกะสี 20.00 กรัม; เหล็ก 20.00 กรัม; ซีลีเนียม 0.04 กรัม

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมีของมวนกรรเชียง

| อาหารมีชีวิต | ส่วนประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง) | | | | | |
|--------------|--|--------|-------|---------|------|-------|
| | ความชื้น | โปรตีน | ไขมัน | เยื่อใย | เถ้า | NFE |
| มวนกรรเชียง | 5.46 | 71.19 | 2.01 | 1.67 | 6.47 | 13.20 |

| | |
|-----------------|--|
| หมายเหตุ | ความชื้น (Moisture) วิธีทดสอบอ้างอิง AOAC (2005) 930.15 |
| | โปรตีน (Protein) วิธีทดสอบอ้างอิง AOAC (2005) 981.10 |
| | ไขมัน (Fat) วิธีทดสอบอ้างอิง AOAC (2005) 920.39 |
| | เยื่อใย (Crude fiber) วิธีทดสอบอ้างอิง In house method based on AOAC (2005) 978.10 |
| | เถ้า (Ash) วิธีทดสอบอ้างอิง AOAC (2005) 942.05 |

3. วิธีดำเนินการ

ให้มวนกรรเชียงเป็นอาหารปลาทดลองวันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น. และ 16.00 น. โดยให้ลูกปลากินตามปริมาณการกิน (กรัมต่อตัว) จากผลการทดลองเบื้องต้น (ตารางผนวกที่ 2) เมื่อลูกปลาอายุครบตามที่กำหนดปรับเปลี่ยนอาหารในแต่ละชุดการทดลอง ก็ปรับเปลี่ยนอาหารจากมวนกรรเชียงเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำ โดยการปรับเปลี่ยนอาหารภายในเวลา 3 วัน วันที่ 1 ปรับลดมวนกรรเชียงลงเหลือร้อยละ 75 วันที่ 2 ปรับลดมวนกรรเชียงลงเหลือร้อยละ 50 วันที่ 3 ปรับลดมวนกรรเชียงลงเหลือร้อยละ 25 ของปริมาณที่ให้ครั้งสุดท้ายก่อนทำการปรับอาหาร โดยให้มวนกรรเชียงครั้งสุดท้ายเวลา 16.00 น. และวันที่ 4 จึงให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้งหมดจนสิ้นสุดการทดลอง การให้อาหารเม็ดจะให้จนกินพอ และเท่ากันในทุกชุดการทดลองโดยใช้ช้อนตวง หลังจากให้ไปประมาณ 1 ชั่วโมง จะตักเอาอาหารเม็ดที่เหลือออก และนับจำนวนเม็ดอาหารที่เหลือ ระหว่างการทดลองทำการดูดตะกอนทุกวันพร้อมกับเติมน้ำให้อยู่ในระดับเดิม สำหรับการถ่ายน้ำจะทำเมื่อตู้ทดลองสกปรก โดยล้างคราบสกปรก และถ่ายน้ำออกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกตู้ทดลองตรวจสอบการเจริญเติบโตของลูกปลาโดยทำการวัดความยาวและชั่งน้ำหนักทุก 10 วัน ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองวัดความยาวและชั่งน้ำหนักในทุกชุดการทดลอง ควบคุมคุณภาพน้ำทุกตู้ทดลอง โดยการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำใช้เทอร์โมมิเตอร์หน่วยเป็นองศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) ยี่ห้อ TOA รุ่น WQC 20 A และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) ค่าความกระด้าง (Hardness) และค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) ใช้วิธี titration ตามวิธีของ Boyd (1979) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนีย (Ammonia) ตามวิธีของ Nessler (Hach company, 1990) โดยใช้เครื่องวัดแบบดูดกลืนแสง ยี่ห้อ Hach รุ่น DR/2000 มีหน่วยเป็น ppm หรือ มิลลิกรัมต่อลิตร

4. การรวบรวมข้อมูล

4.1 วัดความยาว และชั่งน้ำหนักปลา พร้อมวัดความกว้างปากเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ระหว่างทำการทดลองทุก 10 วัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

4.2 บันทึกปริมาณอาหารที่ปลากินและจำนวนปลาตาย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลความยาว น้ำหนัก จำนวนปลาตาย มาคำนวณตามวิธี ดังนี้

1. น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Daily weight gain) (กรัมต่อวัน)

$$= (W_2 - W_1) / t$$

โดยที่ W_2 = ปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

W_1 = ปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) เมื่อเริ่มต้นการทดลอง

t = ระยะเวลาทดลอง

2. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (Percentage weight gain) (%)

$$= (W_2 - W_1) \times 100 / W_1$$

โดยที่ W_2 = ปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

W_1 = ปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) เมื่อเริ่มต้นการทดลอง

3. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate) (% ต่อวัน)

$$= [\ln(W_2) - \ln(W_1)] \times 100 / t$$

โดยที่ $\ln(W_2)$ = natural logarithm ของปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

$\ln(W_1)$ = natural logarithm ของปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) เมื่อเริ่มต้นการทดลอง

t = ระยะเวลาทดลอง

4. ความอ้วน (Fatness) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์ของปลา (Coefficient of condition, k)

(Brown, 1969)

$$K = 100 W/L^3$$

โดยที่ W = น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)

L = ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)

5. Normalized biomass index (NBI) (Beck, 1979) อ้างตามอมรรรัตน์ และคณะ (2542)

$$= \frac{[(\text{น้ำหนักปลาเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} \times \text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}) - (\text{น้ำหนักปลาเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นทดลอง} \times \text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นทดลอง})]}{100}$$

6. อัตรารอดตาย (Survival rate)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาสิ้นสุดการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น}}$$

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของข้อมูลน้ำหนักตัว ความยาว น้ำหนักเพิ่มต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ความอ้วน Normalized biomass index (NBI) และ อัตรารอดตาย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี one way analysis of variance ทำการแปลงข้อมูลที่เป็นอัตราส่วน โดยวิธี angular transformation ก่อนนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

1. การเจริญเติบโต

1.1 ความยาว และน้ำหนักเฉลี่ย

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาตะพัดด้วยอาหารสำเร็จรูปเพื่อทดแทนอาหารมีชีวิต แบ่งออกเป็น 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ให้มวนกรรเชียงตลอดการทดลอง ปรับเปลี่ยนอาหารหลังจากถุงไข่แดงยุบ 15 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังจากถุงไข่แดงยุบ 30 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังจากถุงไข่แดงยุบ 45 วัน และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการทดลอง เมื่อเริ่มต้นทดลองลูกปลามีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 8.03 ± 0.12 , 8.04 ± 0.12 , 8.06 ± 0.12 , 8.04 ± 0.14 และ 8.05 ± 0.16 เซนติเมตร ตามลำดับ มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.18 ± 0.17 , 3.14 ± 0.22 , 3.15 ± 0.16 , 3.17 ± 0.21 และ 3.18 ± 0.30 กรัม ตามลำดับ หลังจากทำการทดลองเป็นเวลา 60 วัน พบว่าความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 16.21 ± 0.72 , 13.79 ± 0.67 , 13.69 ± 0.55 , 16.33 ± 0.92 และ 11.62 ± 0.59 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 31.09 ± 5.99 , 17.09 ± 3.95 , 16.69 ± 1.82 , 30.14 ± 4.94 และ 10.43 ± 1.72 กรัม ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่า ความยาวและน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของลูกปลาชุดการทดลองที่ 1 และ 4 ใกล้เคียงกัน ($p > 0.05$) และมีค่ามากกว่าลูกปลาในชุดการทดลองอื่นๆ ($p < 0.05$) โดยลูกปลาในชุดการทดลองที่ 5 มีความยาว และน้ำหนักเฉลี่ยน้อยกว่าทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) ส่วนลูกปลาในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีความยาว และน้ำหนักเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 3, 4 และภาพที่ 1, 2

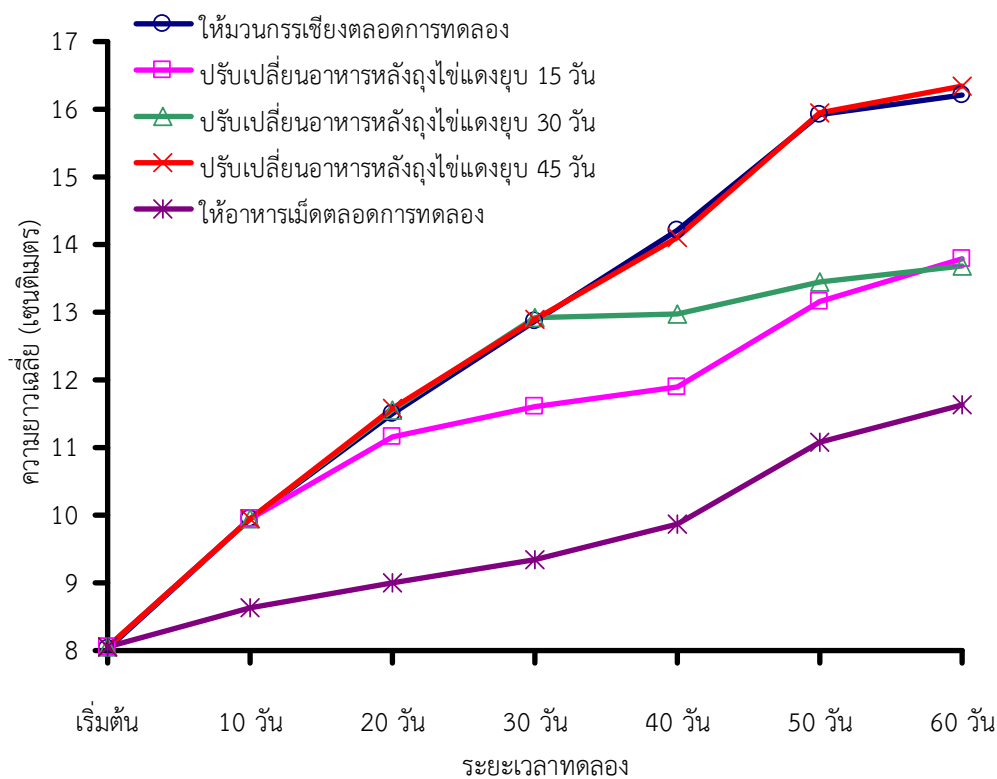
1.2 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน

น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันของปลาตะพัดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลาตะพัดทั้ง 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ให้มวนกรรเชียงตลอดการทดลอง ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 15 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 30 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 45 วัน และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.47 ± 0.02 , 0.24 ± 0.06 , 0.23 ± 0.03 , 0.45 ± 0.08 และ 0.12 ± 0.03 กรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่า น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันของลูกปลาชุดการทดลองที่ 1 และ 4 ใกล้เคียงกัน ($p > 0.05$) และมีค่ามากกว่าลูกปลาในชุดการทดลองอื่นๆ ($p < 0.05$) โดยลูกปลาในชุดการทดลองที่ 5 มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันน้อยกว่าทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) ส่วนลูกปลาในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันใกล้เคียงกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ค่าความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 60 วัน

| ระยะเวลาการอนุบาล (วัน) | ชุดการทดลอง | | | | |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| | ให้มวนกรรเชียงตลอดการทดลอง | ให้อาหารเม็ด หลังฤดูไข่แดง ยูป 15 วัน | ให้อาหารเม็ด หลังฤดูไข่แดง ยูป 30 วัน | ให้อาหารเม็ด หลังฤดูไข่แดง ยูป 45 วัน | ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง |
| เริ่มต้นทดลอง | 8.03±0.12 ^a | 8.04±0.12 ^a | 8.06±0.12 ^a | 8.04±0.14 ^a | 8.05±0.16 ^a |
| 10 วัน | 9.95±0.30 ^a | 9.96±0.37 ^a | 9.96±0.40 ^a | 9.95±0.28 ^a | 8.63±0.28 ^b |
| 20 วัน | 11.50±0.48 ^a | 11.17±0.30 ^a | 11.56±0.77 ^a | 11.57±0.46 ^a | 9.00±0.12 ^b |
| 30 วัน | 12.87±0.40 ^a | 11.60±3.32 ^b | 12.91±0.50 ^a | 12.90±0.49 ^a | 9.34±0.43 ^c |
| 40 วัน | 14.20±0.52 ^a | 11.89±0.43 ^c | 12.98±0.48 ^b | 14.11±0.56 ^a | 9.86±0.38 ^d |
| 50 วัน | 15.92±0.64 ^a | 13.16±0.72 ^b | 13.45±0.63 ^b | 15.96±0.67 ^a | 11.08±0.57 ^c |
| 60 วัน | 16.21±0.72 ^a | 13.79±0.67 ^b | 13.69±0.55 ^b | 16.33±0.92 ^a | 11.62±0.59 ^c |

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

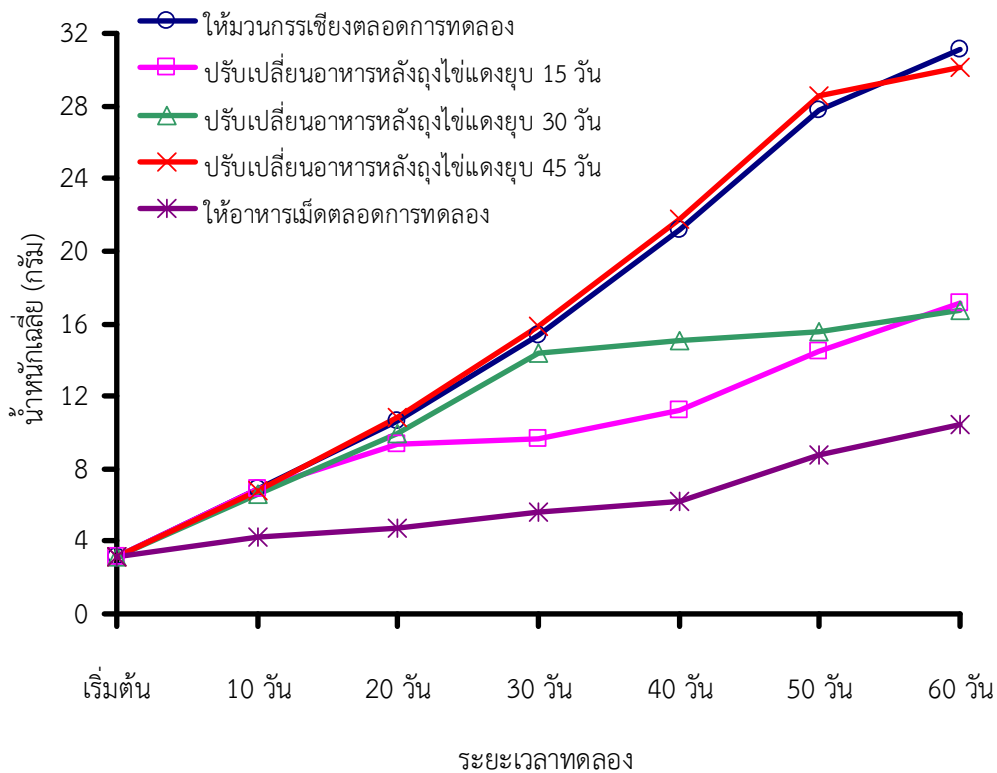


ภาพที่ 1 ค่าความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 60 วัน

ตารางที่ 5 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 60 วัน

| ระยะเวลาการอนุบาล (วัน) | ชุดการทดลอง | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | ให้มวลกรรเชียง | ให้อาหารเม็ด | ให้อาหารเม็ด | ให้อาหารเม็ด | ให้อาหารเม็ด |
| | ตลอดการทดลอง | หลังถุงไข่แดง ยุบ 15 วัน | หลังถุงไข่แดง ยุบ 30 วัน | หลังถุงไข่แดง ยุบ 45 วัน | ตลอดการทดลอง |
| เริ่มต้นทดลอง | 3.18±0.17 ^a | 3.14±0.22 ^a | 3.15±0.16 ^a | 3.17±0.21 ^a | 3.18±0.30 ^a |
| 10 วัน | 6.88±0.78 ^a | 6.91±0.56 ^a | 6.55±0.56 ^a | 6.80±0.30 ^a | 4.19±0.69 ^b |
| 20 วัน | 10.67±1.05 ^a | 9.36±0.81 ^b | 9.99±1.10 ^{ab} | 10.79±0.90 ^a | 4.69±0.71 ^c |
| 30 วัน | 15.32±1.45 ^{ab} | 9.63±0.88 ^c | 14.35±1.36 ^b | 15.90±1.42 ^a | 5.63±0.79 ^d |
| 40 วัน | 21.20±2.23 ^a | 11.18±1.62 ^c | 15.10±1.47 ^b | 21.78±2.11 ^a | 6.21±1.09 ^d |
| 50 วัน | 27.76±4.18 ^a | 14.43±2.82 ^b | 15.54±1.66 ^b | 28.57±2.91 ^a | 8.76±1.47 ^c |
| 60 วัน | 31.09±5.99 ^a | 17.09±3.95 ^b | 16.69±1.82 ^b | 30.14±4.94 ^a | 10.43±1.72 ^c |

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 2 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 60 วัน

1.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของปลาตะพัดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลาตะพัดทั้ง 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ให้มวลกรรเชียงตลอดการทดลอง ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 15 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 30 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 45 วัน และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 876.94 ± 173.11 , 442.35 ± 108.22 , 431.34 ± 66.29 , 825.77 ± 156.16 และ 225.59 ± 63.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของลูกปลาชุดการทดลองที่ 1 และ 4 ใกล้เคียงกัน ($p > 0.05$) และมีค่ามากกว่าลูกปลาในชุดการทดลองอื่นๆ ($p < 0.05$) โดยลูกปลาในชุดการทดลองที่ 5 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยน้อยกว่าทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) ส่วนลูกปลาในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยใกล้เคียงกันอย่างไม่มียุทธศาสตร์ทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 5

1.4 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของปลาตะพัดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลาตะพัดทั้ง 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ให้มวลกรรเชียงตลอดการทดลอง ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 15 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 30 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 45 วัน และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 3.78 ± 0.29 , 2.78 ± 0.37 , 2.77 ± 0.21 , 3.74 ± 0.26 และ 1.94 ± 0.31 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของลูกปลาชุดการทดลองที่ 1 และ 4 ใกล้เคียงกัน ($p > 0.05$) และมีค่ามากกว่าลูกปลาในชุดการทดลองอื่นๆ ($p < 0.05$) โดยลูกปลาในชุดการทดลองที่ 5 มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยน้อยกว่าทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) ส่วนลูกปลาในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยใกล้เคียงกันอย่างไม่มียุทธศาสตร์ทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 5

1.5 ความอ้วน (Fatness, K) เฉลี่ย

ความอ้วน (Fatness) เฉลี่ยของปลาตะพัดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลาตะพัดทั้ง 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ให้มวลกรรเชียงตลอดการทดลอง ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 15 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 30 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 45 วัน และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.72 ± 0.08 , 0.64 ± 0.09 , 0.65 ± 0.02 , 0.69 ± 0.08 และ 0.64 ± 0.04 ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าลูกปลาชุดการทดลองที่ 1 และ 4 มีความอ้วน (Fatness, K) เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มียุทธศาสตร์ทางสถิติ ($p > 0.05$) ชุดการทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 ($p < 0.05$) ซึ่งมีความอ้วน (Fatness, K) เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มียุทธศาสตร์ทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 5

1.6 ค่า Normalized biomass index (NBI) เฉลี่ย

ค่า Normalized biomass index (NBI) เฉลี่ย ซึ่งเป็นค่าประเมินจากอัตราการรอดตาย และน้ำหนักของปลา เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลาตะพัดทั้ง 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ให้มวนกรรเชียงตลอดการทดลอง ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 15 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 30 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 45 วัน และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.28 ± 0.06 , 0.14 ± 0.04 , 0.14 ± 0.02 , 0.27 ± 0.05 และ 0.07 ± 0.02 ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าค่า NBI เฉลี่ยของลูกปลาชุดการทดลองที่ 1 และ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีค่ามากกว่าลูกปลาในชุดการทดลองอื่นๆ ($p < 0.05$) โดยลูกปลาในชุดการทดลองที่ 5 มีค่า NBI เฉลี่ยน้อยกว่าทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) ส่วนลูกปลาในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีค่า NBI เฉลี่ยใกล้เคียงกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 5

1.7 พฤติกรรมการกินอาหาร

ปลาตะพัดจะซุบกินอาหารเม็ดเช่นเดียวกับซุบกินมวนกรรเชียงทั้งตัว ปลาที่ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลองและปลาที่ปรับอาหารเม็ดหลังถุงไข่แดงยุบ 45 วัน จะกินอาหารเม็ดตั้งแต่วันแรกที่ให้ ส่วนปลาที่ให้อาหารเม็ดหลังถุงไข่แดงยุบ 15 วัน จะกินอาหารในวันที่ 2 และปลาที่ให้อาหารเม็ดหลังถุงไข่แดงยุบ 30 วัน จะกินอาหารเม็ดในวันที่ 3 หลังจากให้อาหารเม็ดแล้วปลาบางตัวกินอาหารทันที บางตัวใช้เวลานานจนอาหารเม็ดเริ่มพองน้ำจึงจะกิน

2. อัตราการรอดตาย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลาตะพัดในชุดการทดลองที่ให้มวนกรรเชียงตลอดการทดลอง ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 15 วัน ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 30 วัน และปรับเปลี่ยนอาหารหลังถุงไข่แดงยุบ 45 วัน มีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) ส่วนชุดการทดลองที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการทดลองมีอัตราการรอดตายต่ำที่สุด 60 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) โดยลูกปลาเริ่มตายเมื่ออายุ 28 วัน ดังภาพที่ 4

3. ขนาดปากลูกปลา

ลูกปลาตะพัดที่กินมวนกรรเชียงตลอดการทดลองเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีความกว้างเฉลี่ยของปาก 15.0 ± 0.3 มิลลิเมตร ความยาวตัวเฉลี่ยเท่ากับ 8.03 ± 0.12 เซนติเมตร น้ำหนักตัวเฉลี่ย 3.18 ± 0.17 กรัม หลังจากทำการทดลองเป็นเวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน พบว่าลูกปลามีความกว้างปากเฉลี่ยเท่ากับ 16.2 ± 0.6 , 16.9 ± 0.8 , 18.1 ± 0.4 , 19.5 ± 0.5 , 20.3 ± 0.3 และ 21.6 ± 0.9 มิลลิเมตร ความยาวตัวเฉลี่ยเท่ากับ

9.95±0.30, 11.50±0.48, 12.87±0.40, 14.2±0.52, 15.92±0.64 และ 16.21±0.72 เซนติเมตร น้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 6.88±0.78, 10.67±1.05, 15.32±1.45, 21.20±2.23, 27.76±4.18 และ 31.09±5.99 กรัม (ตารางที่ 6) โดยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ให้ตลอดการทดลองมีขนาดเฉลี่ย 4.84±0.37 มิลลิเมตร

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 60 วัน

| | ชุดการทดลอง | | | | |
|---|--|--|--|--|---------------------------|
| | ให้มวลกรรเชียงตลอดการทดลอง | ให้อาหารเม็ดหลัง ถุงไข่แดงยุบ 15 วัน | ให้อาหารเม็ดหลัง ถุงไข่แดงยุบ 30 วัน | ให้อาหารเม็ดหลัง ถุงไข่แดงยุบ 45 วัน | ให้อาหารเม็ดตลอดการทดลอง |
| ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร) | 8.03±0.12 ^a | 8.04±0.12 ^a | 8.06±0.12 ^a | 8.04±0.14 ^a | 8.05±0.16 ^a |
| น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม) | 3.18±0.17 ^a | 3.14±0.22 ^a | 3.15±0.16 ^a | 3.17±0.21 ^a | 3.18±0.30 ^a |
| ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (เซนติเมตร) | 16.21±0.72 ^a | 13.79±0.67 ^b | 13.69±0.55 ^b | 16.33±0.92 ^a | 11.62±0.59 ^c |
| น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม) | 31.09±5.99 ^a | 17.09±3.95 ^b | 16.69±1.82 ^b | 30.14±4.94 ^a | 10.43±1.72 ^c |
| น้ำหนักเพิ่มต่อวันเฉลี่ย (กรัมต่อวัน) | 0.47±0.02 ^a | 0.24±0.06 ^b | 0.23±0.03 ^b | 0.45±0.08 ^a | 0.12±0.03 ^c |
| เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม เฉลี่ย (%) | 876.94±173.11 ^a | 442.35±108.22 ^b | 431.34±66.29 ^b | 825.77±156.16 ^a | 225.59±63.57 ^c |
| อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะเฉลี่ย (%ต่อวัน) | 3.78±0.29 ^a | 2.78±0.37 ^b | 2.77±0.21 ^b | 3.74±0.26 ^a | 1.94±0.31 ^c |
| Fatness เฉลี่ย (K) | 0.72±0.08 ^a | 0.64±0.09 ^b | 0.65±0.02 ^b | 0.69±0.08 ^{ab} | 0.64±0.04 ^b |
| NBI เฉลี่ย | 0.28±0.06 ^a | 0.14±0.04 ^b | 0.14±0.02 ^b | 0.27±0.05 ^a | 0.07±0.02 ^c |
| หมายเหตุ | ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ | | | | |

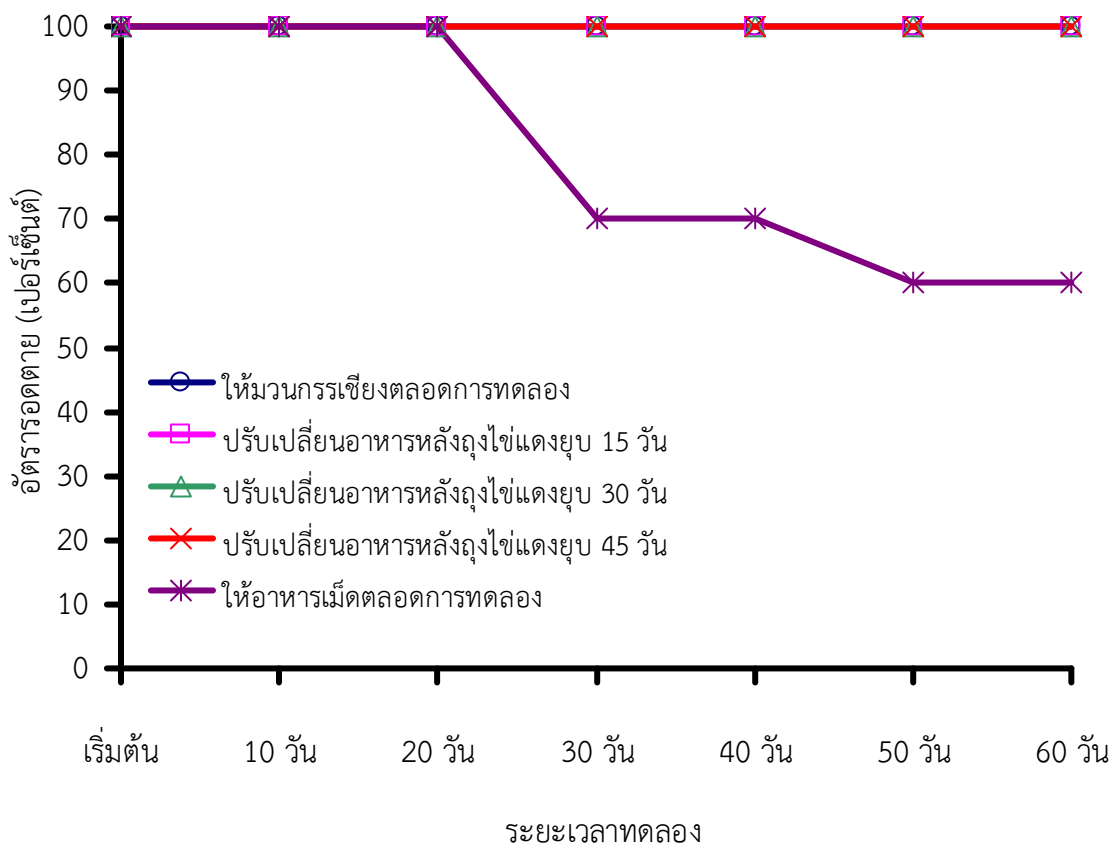


ภาพที่ 3 ลูกปลาตะพัดเมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 60 วัน

ตารางที่ 7 ค่าความกว้างปากเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลาตะพัดตลอดระยะเวลาการทดลอง

| ระยะเวลาการอนุบาล (วัน) | ความกว้างปากเฉลี่ย (มิลลิเมตร) | ความยาวตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร) | น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กรัม) | ขนาดของอาหารเมื่อเทียบกับขนาดปากลูกปลา (%) |
|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------|--|
| 1 วัน | 15.0±0.3 | 8.03±0.12 | 3.18±0.17 | 32.33 |
| 10 วัน | 16.2±0.6 | 9.95±0.30 | 6.88±0.78 | 29.93 |
| 20 วัน | 16.9±0.8 | 11.50±0.48 | 10.67±1.05 | 28.60 |
| 30 วัน | 18.1±0.4 | 12.87±0.40 | 15.32±1.45 | 26.79 |
| 40 วัน | 19.5±0.5 | 14.20±0.52 | 21.20±2.23 | 24.87 |
| 50 วัน | 20.3±0.3 | 15.92±0.64 | 27.76±4.18 | 23.89 |
| 60 วัน | 21.6±0.9 | 16.21±0.72 | 31.09±5.99 | 22.45 |

หมายเหตุ ขนาดเม็ดอาหาร 4.84±0.37 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4 อัตรารอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลด้วยวิธีปรับเปลี่ยนอาหารต่างกัน 5 ระยะ ตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน

4. คุณภาพน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลาตะพัด

คุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปลาตะพัดเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.9-7.5 อุณหภูมิมีน้ำ 25.0-27.0 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) มีค่าอยู่ระหว่าง 6.0-8.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity) มีค่าอยู่ระหว่าง 38-50 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้าง (Hardness) มีค่าอยู่ระหว่าง 74-100 มิลลิกรัมต่อลิตร และแอมโมเนียรวม (total ammonia $\text{NH}_3\text{-N}$) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

| คุณภาพน้ำ | ชุดการทดลองที่ | | | | |
|---|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|
| | ให้มวนกรรเชียง | ให้อาหารเม็ด | ให้อาหารเม็ด | ให้อาหารเม็ด | ให้อาหารเม็ด |
| | ตลอดการทดลอง | หลังถุงไข่แดง ยุบ 15 วัน | หลังถุงไข่แดง ยุบ 30 วัน | หลังถุงไข่แดง ยุบ 45 วัน | ตลอดการทดลอง |
| - ความเป็นกรดเป็นด่าง | 6.9-7.4 | 6.9-7.3 | 6.9-7.3 | 6.9-7.3 | 6.9-7.5 |
| - อุณหภูมิมีน้ำ (องศาเซลเซียส) | 25.0-27.0 | 25.0-27.0 | 25.0-27.0 | 25.0-27.0 | 25.0-27.0 |
| - ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) | 7.4-8.8 | 7.4-8.8 | 6.2-8.8 | 6.0-8.8 | 6.0-8.8 |
| - ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) | 38-49 | 38-50 | 38-50 | 38-50 | 38-49 |
| - ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) | 74-100 | 74-100 | 74-100 | 74-100 | 74-98 |
| - แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร) | 0.00-0.01 | 0.00-0.01 | 0.00-0.01 | 0.00-0.01 | 0.00-0.00 |

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าลูกปลาตะพัดที่ปรับเปลี่ยนจากอาหารมีชีวิตมาเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปหลังจากถูกไข่แดงยุบได้ 45 วัน จะให้ผลดีที่สุด และไม่แตกต่างกับลูกปลาที่กินอาหารมีชีวิตเพียงอย่างเดียว เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยของความยาว น้ำหนัก น้ำหนักเพิ่มต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และค่า NBI ไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าลูกปลาที่ปรับเปลี่ยนอาหารหลังถูกไข่แดงยุบได้ 15 และ 30 วัน

การทดลองครั้งนี้ พบว่าลูกปลาตะพัดที่ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการทดลองมีการเจริญเติบโตและอัตราการตายต่ำที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น การปรับตัวของปลา พฤติกรรมการกินอาหาร ขนาดอาหาร คุณภาพอาหาร และการพัฒนาของระบบการย่อยอาหาร ในด้านการปรับตัวปลาตะพัดกินอาหารในวันแรกที่ทำให้เนื่องจากปลาไม่มีอาหารมีชีวิตให้เลือกกิน จึงต้องกินเพื่อความอยู่รอด ในด้านพฤติกรรมการกินอาหาร ปลาตะพัดมีลักษณะปากเป็นแบบเฉียงขึ้น มีตำแหน่งอยู่ทางด้านบนเหนือจะงอยปากแสดงให้เห็นว่าเป็นปลาที่หากินในระดับบนของแหล่งน้ำจนถึงบริเวณผิวน้ำ (สุภาพร, 2542) มีพฤติกรรมการกินแบบผู้ล่า ขอบฟุ้งตัวเข้าสู่เหยื่อ ทำให้ปลาตะพัดกินอาหารเม็ดลอยน้ำที่เคลื่อนไหวอยู่บริเวณผิวน้ำจากการทำงานของปากให้อากาศ ซึ่งปลาบางตัวยอมรับอาหารง่ายสามารถกินอาหารได้ทันที ทำให้กินอาหารได้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย บางตัวยอมรับอาหารยากกินอาหารช้า ซึ่งอาหารที่แช่น้ำอยู่นานอาจสูญเสียวิตามิน แร่ธาตุ และสารอาหารที่จำเป็นต่อลูกปลา อาจทำให้ขาดสารอาหารประกอบการกินอาหารได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายส่งผลให้อ่อนแอและตายได้ โดยปลาจะสุขกินอาหารได้ทั้งเม็ด เพราะขนาดอาหารเล็กกว่าปากลูกปลา ซึ่งขนาดเม็ดอาหารเมื่อเทียบกับขนาดปากลูกปลามีสัดส่วนเท่ากับ 32.33 เปอร์เซ็นต์ โดยขนาดของอาหารที่เหมาะสมควรมีขนาดเล็กกว่าปากของลูกปลา 50 เปอร์เซ็นต์ (Shirota, 1970) หากมีค่ามากกว่าแสดงว่าอาหารมีขนาดใหญ่กว่าปากลูกปลา ในด้านคุณภาพอาหาร ลูกปลากินอาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 32 % เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีโปรตีนต่ำกว่ามวลกรรเชียงที่มีโปรตีน 71.19% ที่ให้ลูกปลากินในชุดการทดลองอื่น จึงทำให้มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ประกอบกับการให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดตั้งแต่ถูกไข่แดงยุบ ซึ่งอยู่ในระยะปลาวัยอ่อนที่การทำงานของกระเพาะอาหารอาจยังไม่สมบูรณ์ ทำให้ลูกปลาไม่สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารสำเร็จรูปที่กินได้อย่างเต็มที่ ส่งผลให้เกิดการขาดสารอาหารและตายในที่สุด ซึ่งต่างกับอาหารมีชีวิตซึ่งเอนไซม์ช่วยย่อยตัวเอง (exogenous enzyme) (Refstic, 1977) ทำให้ลูกปลาสามารถนำไปใช้ช่วยย่อยได้ โดยเฉพาะลูกปลาที่มีการพัฒนาทางเดินอาหารและน้ำย่อยยังไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้อาหารมีชีวิตมีกรดอะมิโนอิสระเป็นองค์ประกอบอยู่ ลูกปลาสามารถใช้ได้ทันทีมีผลทำให้ลูกปลามีอัตราการตายและการเจริญเติบโตที่ดี (อมรรัตน์ และบุษกร, 2543) เมื่อลูกปลาเจริญเติบโตมากขึ้นระบบย่อยอาหารจะสมบูรณ์ขึ้น การให้อาหารสำเร็จรูปทดแทนอาหารมีชีวิต ควรให้เมื่อลูกปลามีการพัฒนากระเพาะอาหารที่สมบูรณ์ (Dabrowski and Culver, 1991) ลูกปลาวัยอ่อนแต่ละชนิดมีการพัฒนากระเพาะอาหารได้สมบูรณ์ช้าเร็วต่างกัน เช่น ปลาชะโอนพบว่ามีการพัฒนา glastric gland

ซึ่งแสดงว่ากระเพาะอาหารสามารถสร้างน้ำย่อยเพื่อย่อยอาหารได้ครั้งแรกเมื่ออายุ 5 วัน (จรีภรณ์ และสุริยัน, 2551) ในขณะที่ลูกปลากดเหลืองพบเมื่ออายุ 4 วัน (หทัยรัตน์, 2541) ปลาหมอเมื่ออายุ 16 วัน (ดารารวรรณ, 2538) นอกจากนี้ Stoband and Kroon (1981) ศึกษาการพัฒนาของกระเพาะอาหารของปลาดุกพบว่าการทำงานของกระเพาะอาหารเริ่มโดย gland cell หลังกรด HCl เมื่ออายุประมาณ 12 วัน จากการทดลองพบว่าลูกปลาคะพงที่ให้อาหารเม็ดตั้งแต่ลูกไข่แดงยุบจะเริ่มตายหลังจากกินอาหารเม็ดเป็นเวลา 28 วัน แม้ว่าลูกปลาจะกินอาหารก็ตาม ส่วนลูกปลาที่ปรับเปลี่ยนอาหารเมื่ออายุ 15, 30 และ 45 วัน มีอัตราการรอดตาย 100 % อาจเนื่องมาจากลูกปลามีการพัฒนากระเพาะอาหารสมบูรณ์ โดยที่ลูกปลาในทุกชุดการทดลองยอมรับอาหาร เนื่องจากสังเกตเห็นอาหารในช่องท้องและสิ่งขับถ่ายจากตัวปลาด้วยสายตา

จากการทดลองพบว่าลูกปลาที่กินมวนกรรเชียงตลอดการทดลอง และลูกปลาที่ปรับเปลี่ยนอาหารหลังลูกไข่แดงยุบ 45 วัน มีรูปร่างอ้วนใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีค่า K แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่า K คือ ปัจจัยแสดงสภาวะรูปร่างปลา ความอ้วนผอมของปลา อย่างไรก็ตามยังไม่พบรายงานการศึกษาค่า K ที่เหมาะสมของปลาคะพง แต่มีรายงานการศึกษาในปลาแดงซึ่งอยู่ในครอบครัว Siluridae เช่นเดียวกับปลาคะพง พบว่าปลาแดงมีค่า K อยู่ระหว่าง 0.53 – 0.60 (สันติชัย และสุธาทิพย์, 2546) สำหรับปลาคะพงจากการทดลองครั้งนี้มีค่า K อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.88 (ตารางผนวกที่ 4) จะเห็นได้ว่าช่วงของค่า K ต่ำสุดและสูงสุด จะแตกต่างกันมากกว่าปลาแดงจากธรรมชาติ อาจเนื่องมาจากปลาคะพงที่ทำการทดลองได้รับอาหารแตกต่างกัน ซึ่ง Goddard (1996) ได้กล่าวไว้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยแสดงสภาวะรูปร่างปลา ได้แก่ ความเหมาะสมของอาหาร ปริมาณอาหารในทางเดินอาหาร และสภาวะการสืบพันธุ์ ปลาต่างชนิดกันมีค่า K ที่เหมาะสมแตกต่างกันไป เช่น ปลาไนซึ่งมีรูปร่างสั้นป้อม มีค่า K ที่เหมาะสมสูงกว่าปลาเรนโบว์เทราท์ ปลาแอตแลนติกแซลมอน และปลาคอดอเมริกัน (Channel catfish) ซึ่งมีรูปร่างยาวเรียว (ตารางผนวกที่ 3)

สำหรับค่า Normalized biomass index (NBI) ซึ่งเป็นค่าประเมินจากอัตราการรอดตายและน้ำหนักปลา พบว่าลูกปลาที่กินมวนกรรเชียงตลอดการทดลอง และลูกปลาที่ปรับเปลี่ยนอาหารหลังลูกไข่แดงยุบ 45 วัน มีค่า NBI แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่ามากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ดังนั้นค่า NBI จึงแสดงให้เห็นว่าการปรับเปลี่ยนอาหารจากมวนกรรเชียงมาเป็นอาหารเม็ดโปรตีน 32 % หลังลูกปลา ลูกไข่แดงยุบ 45 วัน มีผลดีที่สุดทั้งในด้านของน้ำหนัก และอัตราการรอดตาย ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกันกับลูกปลาที่กินมวนกรรเชียงตลอดการทดลอง

จากการศึกษาในลูกปลาหลายชนิดพบว่า ลูกปลาสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อกินอาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียวในระยะเวลาที่เหมาะสม เช่น ปลาช่อน มีระยะเวลาที่เหมาะสมในการปรับเปลี่ยนอาหารเมื่อลูกปลามีอายุมากกว่า 16 วัน (Thumronk *et al.*, 2011) ปลากะรังอายุ 18 วัน (เจนจิตต์ และคณะ, 2546) ปลาแขยงข้างลายอายุ 19 วัน (สุพัทธ์ และธราพันธ์, 2547) ปลายี่สกอายุ 20 วัน (นพดล และองอาจ, 2546) ปลาแขยงใบข้าวอายุ 20 วัน (ธราพันธ์ และคณะ, 2547) ปลากดหินอายุ 21 วัน (ธราพันธ์ และสุพัทธ์, 2545) ปลาชีวใบไผ่อายุ 21 วัน (ประสาน และคณะ, 2553) ปลาแขยงนวลอายุ 28 วัน (สุธาทิพย์ และคณะ, 2550) ซึ่งมีระยะเวลาที่เหมาะสมในการปรับเปลี่ยนอาหารแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากขนาด และชนิดของอาหารที่ใช้

ในการทดลองแตกต่างกัน โดยการทดลองในปลากระรังให้อาหารเม็ดจิ๋ว (microparticulate diet) ปลาชีวไบโไฟ และปลาอีสกให้อาหารสำเร็จรูปชนิดผง ส่วนปลาแขยงข้างลาย ปลาแขยงใบข้าว และปลากดหิน ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดผงปั้นเป็นก้อน ปลาซ่อนให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด ส่วนปลาแขยงนวลให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำเช่นเดียวกับปลาตะพัดแต่ขนาดเม็ดอาหารต่างกัน ปลาแขยงนวลให้อาหารเม็ดขนาด 1.29 ± 0.11 มิลลิเมตร ส่วนปลาตะพัดให้อาหารเม็ดขนาด 4.84 ± 0.37 มิลลิเมตร และลูกปลาตะพัดสามารถฝึกให้คุ้นเคยกับการกินอาหารสำเร็จรูป โดยปรับจากมวนกรรเชียงมาเป็นอาหารเม็ดได้ภายในระยะเวลา 1-3 วัน ต่างกับลูกปลากลายที่ใช้เวลาในการปรับจากอาหารมีชีวิตเป็นอาหารสำเร็จรูปทุกๆ 4 วัน เป็นระยะเวลา 20 วัน (Sirisopa, 2013) ซึ่งสอดคล้องกับ Baragi and Lovell (1986) ได้รายงานว่ปลาต่างชนิดกันจะมีระยะเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนอาหารจากอาหารมีชีวิตเป็นอาหารสำเร็จรูปแตกต่างกันได้ และ Ludwig (1999) ได้รายงานว่าการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนให้มีอัตราการรอดตายสูงขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของปลา ขนาดและชนิดของอาหาร และระยะเวลาในการปรับเปลี่ยนอาหารมีชีวิตเป็นอาหารสำเร็จรูปในช่วงเวลาที่เหมาะสม

สำหรับคุณภาพน้ำระหว่างการทดลองมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ น้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นด่าง ความกระด้าง อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (มันสิน และ ไพพรรณ, 2544)

สรุปผลการทดลองครั้งนี้ได้ว่าการอนุบาลลูกปลาตะพัดหลังงุไข่แดงยุบด้วยอาหารมีชีวิตจำพวกมวนกรรเชียงเป็นระยะเวลา 45 วัน หลังจากนั้นทำการปรับเปลี่ยนเป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีน 32 % ทำให้ลูกปลามีการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายที่ดีกว่าลูกปลาที่ปรับเปลี่ยนอาหารหลังงุไข่แดงยุบ 15 และ 30 วัน และลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว

ข้อเสนอแนะ

1. ลูกปลาตะพัดที่ปรับเปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปหลังถูกไข่แดงยุบ 15 วัน ควรอนุบาลด้วยอาหารเม็ดต่อไปให้นานกว่า 1 เดือน เพื่อศึกษาผลระยะยาวต่ออาหารเม็ดที่ผลิตขึ้น
2. ควรพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูป เพราะลูกปลากินอาหารเม็ดได้ แต่เจริญเติบโตไม่ดี
3. ควรศึกษาดูแนวโน้มการเจริญเติบโตของลูกปลาหลังจากปรับเปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ ดร.นฤพล สุขุมมาสวิน ผู้เชี่ยวชาญด้านนิเวศวิทยาประมง สำนักผู้เชี่ยวชาญกรมประมง ดร.วงศ์ปฐม กมลรัตน์ ผู้เชี่ยวชาญด้านความหลากหลายทางชีวภาพการประมงน้ำจืด ดร.ไพรัตน์ กอสุธารัตน์ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด และเจ้าหน้าที่ของสถาบันฯ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ขอขอบคุณคณะทำงานวิชาการด้านสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำทุกท่าน คุณทวี วิพุทธานูมาศ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด คุณสนธิพันธ์ ผาสุขดี ผู้เชี่ยวชาญด้านอนุกรมวิธานสัตว์น้ำจืด สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไข และให้แนวคิดที่มีประโยชน์ในการเขียนงานวิจัยเรื่องนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2549. Forest Entomology & Microbiology.
http://www.dnp.go.th/FOREMIC/NForemic/Insect_tip/. 5 กันยายน 2549.
- จรีภรณ์ มีศรี และ สุรียัน เสมา. 2551. พัฒนาการระบบทางเดินอาหารของลูกปลาชะโอนวัยอ่อน.
ใน: รายงานการประชุมวิชาการประมงประจำปี 2551, กรมประมง. วันที่ 18-20 สิงหาคม 2551.
 ณ ห้องประชุมกรมประมง กรุงเทพมหานคร. หน้า 248-255.
- เจนจิตต์ คงกำเนิด, สุนิตย์ ไรจนพิทยากุล และ อัทธา ไชยมงคล. 2546. การอนุบาลลูกปลากะรัง
(Epinephelus coioides, HAMILTON) วัยอ่อนด้วยอาหารสำเร็จรูป. เอกสารวิชาการฉบับที่
 21/2546. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง.
 15 หน้า.
- ดรรารวรรณ สิทธาจารย์วัฒน์. 2538. การศึกษาพัฒนาการของกระเพาะอาหารและการให้อาหารระยะแรกแก่
 ลูกปลาม้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
 76 หน้า.
- เทียนทอง อยู่เวชวัฒนา, อุดมชัย อาภากุลอน, สมบัติ สมพงษ์ และ ศักดา สถิตยัญมิ. 2534. การเพาะพันธุ์ปลา
 ตะพัดสีเงินพันธุ์ไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2534. ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี,
 กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 25 หน้า.
- เทียนทอง อยู่เวชวัฒนา, สง่า ลีสง่า และ บุญฤทธิ์ ขุนศรีแก้ว. 2536. ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อ
 การเลี้ยงปลาตะพัดสีเขี้ยววัยอ่อนในตู้กระจก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 35/2536. ศูนย์พัฒนาประมง
 น้ำจืดสุราษฎร์ธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 9 หน้า.
- ธราพันธ์ วัฒนะมหาตม์ และ สุพัทธ์ ศรีพัฒน์. 2545. การอนุบาลปลากดหิน. เอกสารวิชาการฉบับที่
 27/2545. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดเพชรบูรณ์, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 16 หน้า.
- ธราพันธ์ วัฒนะมหาตม์, พรรณภา มีขุน และ เอก โล่ชัย. 2547. การอนุบาลลูกปลาแขยงใบข้าว.
 เอกสารวิชาการฉบับที่ 60/2547. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดเพชรบูรณ์, สำนักวิจัยและพัฒนา
 ประมงน้ำจืด, กรมประมง. 13 หน้า.
- นพดล จันทรมณี และ งามอาจ คำประเสริฐ. 2546. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลากะพงด้วย
 อาหารสำเร็จรูปเพื่อทดแทนอาหารมีชีวิต. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2546. สถานีประมงน้ำจืด
 จังหวัดราชบุรี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 16 หน้า.
- ประสาน พรโสภณ, อุมารณ จรดล, สุจรรย์ พรโสภณ และ สมพร กันธิยะวงศ์. 2553. การศึกษาชนิดอาหาร
 และระยะเวลาการให้อาหารที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกปลาชีวใบไม้. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมง
 น้ำจืดเชียงใหม่, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 20 หน้า.

- มันสิน ตันตุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่ออนุบาลปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 319 หน้า.
- สมพร โกศล, สุวรรณีย์ สุกุลทอง และ อมรรัตน์ บุญเหลือ. 2554. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาเทโพด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดทดแทนไรแดง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 31/2554. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดศรีสะเกษ, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 18 หน้า.
- สุธาทิพย์ ทิพย์วงศ์, ธีรวัฒน์ สัมภวามานะ และ สุวีณา บานเย็น. 2550. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาแขยงนวลด้วยอาหารสำเร็จรูปเพื่อทดแทนไรแดง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2550. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 16 หน้า.
- สุพัทธ์ ศรีพัฒน์ และ ธราพันธ์ วัฒนะมหาตม์. 2547. การอนุบาลปลาแขยงข้างลาย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 61/2547. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดเพชรบูรณ์, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 14 หน้า.
- สุภาพร สุกสีเหลือง. 2542. มীনวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร. 568 หน้า.
- สันติชัย รังสิยาภิรมย์ และ สุธาทิพย์ ทิพย์วงศ์. 2546. ชีววิทยาบางประการของปลาแดงในแม่น้ำตาปี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2546. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 52 หน้า.
- สำนักบริหารจัดการด้านการประมง. 2555. ข้อมูลสถิติการนำเข้าปลาอโรรานาเงินและปลาตะพัด ปี 2550-2554. บันทึกข้อความ วันที่ 25 กรกฎาคม 2555. ส่วนควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต, สำนักบริหารจัดการด้านการประมง, กรมประมง. 2 หน้า
- หทัยรัตน์ กษมาวุฒิ. 2541. การศึกษาพัฒนาการของกระเพาะอาหารและการอนุบาลลูกปลากดเหลือง (*Mystus nemurus* Cuv. & Val.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 67 หน้า.
- อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล, บุษกร บำรุงธรรม และ วิจารย์ ทองมีเอียด. 2542. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาหางนกยูงด้วยอาหารสำเร็จรูปเพื่อทดแทนอาหารมีชีวิต. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2542. กรมประมง. วันที่ 16-17 กันยายน 2542 ณ ห้องประชุมกรมประมง กรุงเทพมหานคร. หน้า 216-221.
- อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และ บุษกร บำรุงธรรม. 2543. อาหารปลาสวยงาม. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 1/2543. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ, กรมประมง. 77 หน้า.
- Baragi, V. and R. T. Lovell. 1986. Digestive enzyme activities in striped bass from first feeding through larva development. *Trans. Am. Fish Soc.* 115 : 478-484.

- Boyd, C. E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, USA. 359 pp.
- Brown, M.E. 1969. The Physiology of Fishes. Vol I. Academic Press Inc. New York. 447 pp.
- Dabrowski, K. and D. Culver. 1991. The physiology of larval fish : digestive tract and formulation of starter diests. *Aqua. Mag.* 17(2) : 49-61.
- Fishbase. 2012. Species summary : *Scleropages formosus*.
<http://www.fishbase.org/search.php>. March 8, 2012.
- Goddard, S. 1996. Feed management in intensive aquaculture. Chapman and Hall, New York. 194 pp.
- Hach company. 1990. Nitrogen ammonia for water wastewater and seawater Nessler method. In: DR 2000 Spectrophotometer Procedures Manual. Ames, Iowa, U.S.A. p. 343-346.
- Ludwig, G. M. 1999. Zooplankton succession and larval fish culture in freshwater ponds: SRAC Publication No. 700. <http://agpublication.tamu.edu/pubs/efish/srac.html>
- Person-Le, R. J. 1989. Early weaning of marine fish larvae onto microdiets : constraints and perspectives. *Advances in Tropical Aquaculture* : 625-642.
- Rainboth, J. W. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. Department of Biology and Microbiology. University of Wisconsin Oshkosh. Wisconsin, U.S.A. 265 pp.
- Refstic, T. 1977. Effect of density on growth and survival of rainbow trout. *Aquaculture* 11 : 329-334.
- Shirota, A. 1970. Studies on the mouth size of fish larvae, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 36(4) : 353-368.
- Sirisopa, M. 2013. Effects of different feeding regimes weaning period and stocking density on survival and growth of spotted featherback fish fry (*Chitala ornata*). Agriculture and Aquatic Resources Management. School of Resources and Development. Asian Institute of Technology. <http://www.aqua.ait.ac.th/>.
- Stoband, H. W. J. and A. G. Kroon. 1981. The development of the stomach in *Clarias lazera* and the intestinal absorption of protein macromolecules. *Cell tissue Res.* 215 : 397-415.
- Thumronk, A., W. Sriwatana and P. Promkaew. 2011. Feeding behaviour of snake head fish, *Channa striatus* larvae. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 33(6) : 665-670.

ภาคผนวก



| | |
|-----------------|-------------------|
| ชื่อไทย | มวนกรรเชียง |
| ชื่อสามัญ | Water Boatman |
| ชื่อวิทยาศาสตร์ | <i>Corixa</i> sp. |

มวนกรรเชียง มีชื่อสามัญว่า Water Boatman เป็นแมลงที่อยู่ในอันดับ (Order) Hemiptera วงศ์ (Family) Corixidae เป็นแมลงตัวห้ำที่ล่าสัตว์อื่นกินเป็นอาหาร มวนกรรเชียงมีขนาดลำตัวกว้างประมาณ 0.5 เซนติเมตร ยาว 1-2 เซนติเมตร มีดวงตาคู่ใหญ่ ขาคู่หลังยาว เมื่อว่ายน้ำลักษณะการเคลื่อนที่ของขาคู่หลัง จึงทำให้ดูเหมือนการพายเรือกรรเชียง เพราะเห็นแค่ขาหลัง 2 ขา ที่ยื่นยาวออกมาจากตรงกึ่งกลางของลำตัว ชอบว่ายน้ำหายใจท้อง ทำให้สามารถจับได้ทั้งปลาตัวเล็กๆ ลูกอ๊อดที่อยู่ในน้ำ หรือเหยื่อบนผิวน้ำ โดยจะใช้ปากแทงเหยื่อ ปล่อยพิษ และดูดกินของเหลวในตัวเหยื่อ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2549)

มวนกรรเชียงจัดเป็นศัตรูชนิดหนึ่งของลูกปลา แต่ปลาตะพัดชอบกินมวนกรรเชียงเป็นอาหาร ซึ่งเทียนทอง และคณะ (2536) ได้ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาตะพัดสีเขียวยัยอ่อนในตู้กระจก โดยใช้มวนกรรเชียงในการอนุบาลลูกปลาตะพัดสีเขียวยัยอ่อน (*Scleropages formosus*) จนอายุครบ 2 เดือน จึงเปลี่ยนมาให้กินลูกปลาแทน

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลสถิติมูลค่าการนำเข้าปลาตะพัด ตั้งแต่ปี 2550 ถึงปี 2554

หน่วย : ล้านบาท

| ปี | ประเทศต้นทาง | | | รวมแต่ละปี |
|----------------|--------------|----------|-------------|------------|
| | มาเลเซีย | สิงคโปร์ | อินโดนีเซีย | |
| 2550 | 0.56 | 0.58 | 0.46 | 1.60 |
| 2551 | 0.96 | 0.92 | 0.70 | 2.58 |
| 2552 | 0.95 | 0.83 | 1.06 | 2.84 |
| 2553 | 3.69 | 0.95 | 4.79 | 9.43 |
| 2554 | 7.91 | 0.89 | 2.47 | 11.27 |
| รวมแต่ละประเทศ | 14.07 | 4.17 | 9.48 | 27.22 |

หมายเหตุ ข้อมูลจากสำนักบริหารจัดการด้านประมง กรมประมง ณ วันที่ 25 กรกฎาคม 2555

ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลน้ำหนักและจำนวนมวนกรรเชียงที่ลูกปลากินในแต่ละช่วงอายุ

| อายุลูกปลา (วัน) | มวนกรรเชียงที่ลูกปลา 1 ตัวกิน | |
|------------------|-------------------------------|----------------|
| | น้ำหนักกรัมต่อวัน | จำนวนตัวต่อวัน |
| 1-15 | 0.79±0.14 | 51 |
| 16-30 | 2.64±0.53 | 171 |
| 31-45 | 3.04±0.41 | 197 |
| 46-60 | 5.89±0.64 | 382 |

หมายเหตุ มวนกรรเชียงมีน้ำหนัก 0.0154 กรัมต่อตัว (มวนกรรเชียงมีขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร)

ตารางผนวกที่ 3 ปัจจัยแสดงสภาวะรูปร่างปลา (K) ที่เหมาะสมของปลาบางชนิด (Goddard, 1996)

| ชนิดปลา | ปัจจัยแสดงสภาวะรูปร่างปลา (K) |
|-----------------|-------------------------------|
| Rainbow trout | 1.3-1.6 |
| Atlantic salmon | 1.0-1.2 |
| Channel catfish | 1.0 |
| Common carp | 2.0-2.5 |

ตารางผนวกที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์ (Coefficient of condition, K) ของปลาตะพัด

| ลำดับที่ | น้ำหนัก | ความยาว | K | ลำดับที่ | น้ำหนัก | ความยาว | K |
|----------|---------|---------|------|----------|---------|---------|------|
| 1 | 25.20 | 15.80 | 0.64 | 24 | 14.60 | 13.30 | 0.62 |
| 2 | 29.50 | 15.80 | 0.75 | 25 | 15.90 | 13.50 | 0.65 |
| 3 | 34.80 | 15.80 | 0.88 | 26 | 15.50 | 13.50 | 0.63 |
| 4 | 29.50 | 16.00 | 0.72 | 27 | 14.00 | 12.70 | 0.68 |
| 5 | 36.20 | 16.50 | 0.81 | 28 | 17.00 | 13.70 | 0.66 |
| 6 | 29.80 | 16.20 | 0.70 | 29 | 18.20 | 14.20 | 0.64 |
| 7 | 31.70 | 16.30 | 0.73 | 30 | 19.50 | 14.50 | 0.64 |
| 8 | 26.30 | 15.60 | 0.69 | 31 | 29.00 | 15.50 | 0.78 |
| 9 | 44.00 | 18.10 | 0.74 | 32 | 29.50 | 16.80 | 0.62 |
| 10 | 23.90 | 16.00 | 0.58 | 33 | 24.80 | 15.00 | 0.73 |
| 11 | 21.70 | 14.50 | 0.71 | 34 | 26.60 | 17.50 | 0.50 |
| 12 | 21.80 | 14.70 | 0.69 | 35 | 26.00 | 15.30 | 0.73 |
| 13 | 10.30 | 13.70 | 0.40 | 36 | 30.60 | 16.60 | 0.67 |
| 14 | 16.00 | 13.50 | 0.65 | 37 | 38.90 | 17.00 | 0.79 |
| 15 | 14.60 | 13.10 | 0.65 | 38 | 38.80 | 17.60 | 0.71 |
| 16 | 12.00 | 12.50 | 0.61 | 39 | 27.30 | 15.80 | 0.69 |
| 17 | 20.60 | 14.40 | 0.69 | 40 | 29.90 | 16.20 | 0.70 |
| 18 | 18.60 | 13.80 | 0.71 | 41 | 12.00 | 12.40 | 0.63 |
| 19 | 18.70 | 14.00 | 0.68 | 42 | 8.80 | 11.00 | 0.66 |
| 20 | 16.60 | 13.70 | 0.65 | 43 | 10.80 | 11.70 | 0.67 |
| 21 | 18.90 | 14.30 | 0.65 | 44 | 8.70 | 11.40 | 0.59 |
| 22 | 17.40 | 13.90 | 0.65 | 45 | 8.00 | 11.00 | 0.60 |
| 23 | 15.90 | 13.30 | 0.68 | 46 | 12.30 | 12.20 | 0.68 |