

ผลของฮอร์โมนเอสโตรเจน 2 ชนิด ต่อการผลิต ลูกปลาหมอแปลงเพศ

วีรพล เรืองศรี*

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดแพร่

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของฮอร์โมนเอสโตรเจน 2 ชนิดต่อการผลิตลูกปลาหมอแปลงเพศ โดยพิจารณาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และต้นทุนและผลตอบแทนของการอนุบาลลูกปลาหมอชุดควบคุม (กินอาหารไม่ผสมฮอร์โมน) ลูกปลาหมอที่กินอาหารผสมฮอร์โมน 17β -estradiol อัตราความเข้มข้น 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และลูกปลาหมอที่กินอาหารผสมฮอร์โมน Ethinylestradiol อัตราความเข้มข้น 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 30 วัน ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดแพร่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2558 ถึงเดือนมกราคม 2559

ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของลูกปลาหมอเท่ากับ 4.44 ± 0.43 , 5.00 ± 0.19 และ 5.02 ± 0.06 กรัม ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 5.28 ± 0.08 , 6.11 ± 0.20 และ 6.16 ± 0.01 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งลูกปลาหมอในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีน้ำหนักและความยาวสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดควบคุม อัตราการรอดตายเท่ากับ 80.89 ± 1.83 , 84.61 ± 0.63 และ 82.89 ± 0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งลูกปลาหมอในชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับในชุดการทดลองที่ 3 แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับลูกปลาหมอในชุดการทดลองที่ 1 และพบว่าลูกปลาหมอในชุดการทดลองที่ 3 กับลูกปลาหมอในชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนอัตราผลตอบแทนการลงทุนเท่ากับ -48.75, 3.27 และ -78.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำลูกปลาหมอจากการทดลองที่ 1 ไปเลี้ยงต่อเป็นเวลาอีก 28 วัน พบว่าปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลามีค่าเท่ากับ 3.9 ± 2.3 , 7.7 ± 1.9 และ 6.4 ± 3.3 ng/kg ตามลำดับ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในทุกชุดการทดลอง และสัดส่วนเพศเมียของลูกปลาหมอมีค่าเท่ากับ 43.00, 97.00 และ 68.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการทดลองนี้เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราผลตอบแทนการลงทุน และสัดส่วนเพศเมียสรุปได้ว่าการใช้ฮอร์โมน Natural Estrogen ชนิด 17β -estradiol เป็นชนิดที่เหมาะสมในการผลิตลูกปลาหมอแปลงเพศ นอกจากนี้พบปริมาณของฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลามีค่าน้อยมาก ไม่เกินมาตรฐานตามที่สหภาพยุโรปกำหนด และไม่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค

คำสำคัญ : ฮอร์โมนเอสโตรเจน, 17β -estradiol, ethinylestradiol, ปลาหมอ, แปลงเพศ

*ผู้รับผิดชอบ: 140 หมู่ 8 ต.หนองม่วงไข่ อ.หนองม่วงไข่ จ.แพร่ 54170 โทร. 0 5450 6024

E-mail: phraeinland167@gmail.com

Effect of 2 Types of Estrogen on Sex Reversal Climbing

Perch,

Anabas testudineus (Bloch, 1792) Seed Production

Werapol Ruangsri*

Phrae Inland Aquaculture Research and Development Center

Abstract

Study on Effect of two types of estrogen on sex reversal Climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) seed production was considered on growth, survival rate, cost and return. The experiment was designed into 3 treatments: 1) control treatment (without any estrogen) 2) mixing 60 mg/kg of 17β -estradiol (EST) in feed and 3) mixing 60 mg/kg of Ethinylestradiol (EE) in feed for 30 days. The experiment was conducted at Phrae Inland Aquaculture Research and Development Center during May 2015 – January 2016.

The results showed that the average final body weights were 4.44 ± 0.43 , 5.00 ± 0.19 and 5.02 ± 0.06 g and average final body lengths were 5.28 ± 0.08 , 6.11 ± 0.20 and 6.16 ± 0.01 cm, respectively. The average final body weights and lengths of EST and EE were significantly higher ($p < 0.05$) than control while there were no significant difference ($p > 0.05$) between EST and EE. The survival rates were 80.89 ± 1.83 , 84.61 ± 0.63 and $82.89\pm 0.38\%$, respectively. The survival rate of EST was significantly higher ($p < 0.05$) than control while there were no significant difference ($p > 0.05$) between EST and EE. Also, there were no significant difference ($p > 0.05$) between EE and control. The benefit cost rates were -48.75, 3.27 and -78.48%, respectively. After nursing the fingerling from the 1st experiment for another 28 days, the result came out that there were no significant difference ($p > 0.05$) in hormone residues in the flesh among the treatment (3.9 ± 2.3 , 7.7 ± 1.9 and 6.4 ± 3.3 ng/kg, respectively). The female ratios were 43.00, 97.00 and 68.00%, respectively.

In conclusion, mixing EST in feed at 60 mg/kg was suitable for climbing perch sex reversal seed production when growth, survival rate, benefit cost rate and sex ratio were considered. In addition, the amount of hormone residue in the flesh of fingerling did not exceed the European Union standard and did not have any effect on human health.

Key words : estrogen, 17β -estradiol, ethinylestradiol, climbing perch, sex reverse

*Corresponding author: 140 Moo 8, Nongmuangkai, Nongmuangkai District, Phrae Province 54170

Tel. 0 5450 6024 E-mail: phraeinland167@gmail.com

ปลาหมอมีชื่อสามัญว่า Climbing Perch และชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั้งแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล พบในแถบประเทศจีนตอนใต้ อินโดจีน ไทย มลายู พม่า อินเดีย ศรีลังกา ฟิลิปปินส์ และออสเตรเลีย สามารถปรับตัวเจริญเติบโตเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำกร่อยที่มีความเค็มไม่เกิน 10 ppt และน้ำที่มีสภาพเป็นกรด ตลอดจนมักฝังหรือหมกตัวในโคลนตมได้เป็นระยะเวลานาน ๆ ปลาหมอมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากมีอวัยวะพิเศษช่วยหายใจ (labyrinth organ) และมีเกล็ดที่หนาแข็งปกคลุมทั่วลำตัว (กรมประมง, 2548)

เนื่องจากปลาหมอเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค มีรสชาติดี สามารถนำไปปรุงเป็นอาหารได้หลากหลายชนิดทำให้ราคาปลาภายในประเทศและต่างประเทศขยับตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากข้อมูลของกรมประมงปี 2558 ผลผลิตปลาหมอทั้งประเทศมีประมาณ 8,100 ตัน คิดเป็นมูลค่า 463.4 ล้านบาท โดยบริโภคในรูปปลาสด 75.45% ปลาร้า 19.01% ที่เหลืออีก 5.54% ทำเป็นปลาเค็ม ตากแห้ง ร่มควัน และอื่น ๆ (กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, 2560) ทำให้ปัจจุบันเกษตรกรหันมาเลี้ยงปลาหมอมากขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปเกษตรกรมีความต้องการเลี้ยงปลาหมอเพศเมียมากกว่าเพศผู้ เนื่องจากปลาหมอเพศเมียมีความหนาของลำตัวมากกว่าเพศผู้ เมื่อมีอายุเท่ากันปลาหมอเพศเมียจะมีน้ำหนักมากกว่าเพศผู้ และยังมีไข่จำนวนมากเมื่อเข้าสู่ฤดูการผสมพันธุ์ จึงเป็นที่ต้องการของตลาด ทำให้มีราคาที่สูงกว่าปลาหมอเพศผู้ ส่งผลให้ปัจจุบันมีความพยายามนำฮอร์โมนสังเคราะห์มาใช้ในการแปลงเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมียมากขึ้น นอกจากนี้เกษตรกรบางรายหันมาใช้ยาเม็ดคุมกำเนิด ซึ่งมีส่วนผสมของฮอร์โมน estrogen มาใช้ผสมในอาหารเพื่อแปลงเพศและเร่งการเจริญเติบโตของปลาหมอ (สุริยญา, 2554); (เอกพงศ์, 2558); (ทิน, 2559) ซึ่งฮอร์โมนเหล่านี้อาจตกค้างในตัวปลาและอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ โดยปัจจุบันผู้บริโภคมีความตื่นตัวในเรื่องอาหารปลอดภัยมากขึ้น จึงมีความกังวลในเรื่องปริมาณฮอร์โมนตกค้างในเนื้อปลา ดังการกำหนดปริมาณสารตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limits, MRLs) ในผลิตภัณฑ์ที่ European Union (EU) กำหนดขึ้นให้มีปริมาณฮอร์โมน 17β -estradiol (EST) ได้สูงสุดไม่เกิน 0.0005 ไมโครกรัมต่อ

กรัม (Council of the European Union, 1996)

การใช้ฮอร์โมนแปลงเพศสัตว์น้ำ เพื่อประโยชน์ในการนำไปเป็นพ่อแม่พันธุ์ หรือเพื่อการนำไปเลี้ยงแบบแยกเพศ (mono sex) มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและประสบความสำเร็จในสัตว์น้ำหลายชนิด มีรายงานการใช้ฮอร์โมนเปลี่ยนเพศปลาเป็นครั้งแรกในช่วงปลายปี ค.ศ. 1930 โดยการใช้สเตียรอยด์ฮอร์โมนเปลี่ยนแปลงลักษณะเพศภายนอก (secondary sexual characteristic) ซึ่งพบว่าสามารถเปลี่ยนได้ (สมศรี, 2551 อ้างตาม Hunter and Donaldson, 1983) ต่อมา สมศรี (2551 อ้างตาม Yamamoto, 1969) ได้สรุปวิธีการใช้ฮอร์โมนเพศผู้ (androgen) และฮอร์โมนเพศเมีย (estrogen) เป็นตัวกระตุ้นพัฒนาการของอวัยวะเพศให้เป็นเพศผู้หรือเพศเมียตามต้องการได้ โดยแนะนำว่าควรใช้สเตียรอยด์ดังกล่าวในระยะก่อนที่เพศมีการพัฒนา (undifferentiated gonad) และมีระยะเวลาการให้ฮอร์โมนครอบคลุมถึงจุดสิ้นสุดกระบวนการพัฒนาเพศ (sex differentiation) ของปลานั้น ๆ ระยะที่มีการพัฒนาเพศนี้ถือเป็นจุดวิกฤตของความสำเร็จในการเปลี่ยนเพศด้วยฮอร์โมน ในปัจจุบันวิธีการใช้ฮอร์โมนแปลงเพศ

ปลานั้นมีหลายวิธี ได้แก่ การผสมในอาหาร การฝังแคปซูลใต้ผิวหนัง การแช่ในสารละลายฮอร์โมน และการเข้าร่วมกับการผสมในอาหารให้กิน ฮอร์โมนที่นิยมใช้แปลงเพศปลาให้เป็นเพศเมีย คือ 17β -estradiol (EST) และ Ethinylestradiol (EE) โดยที่ 17β -estradiol เป็นฮอร์โมนเพศเมียที่สร้างขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Estrogen) ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ส่วน Ethinylestradiol เป็นฮอร์โมนเอสโตรเจนสังเคราะห์ (Synthetic Estrogen) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของ 17β -estradiol ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในยาคุมกำเนิดชนิดเม็ดรับประทาน มีรายงานการนำฮอร์โมน 17β -estradiol ไปใช้ในการแปลงเพศปลาให้เป็นเพศเมียได้ผล 100 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ปลาตุ๊กต๋อ โดยให้อาหารผสมฮอร์โมน อัตราส่วน 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ หรือแช่ลูกปลาอายุ 7 วัน ในน้ำที่ผสมฮอร์โมนความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 28 วัน (นวลมณี และคณะ, 2537) ในปลาสลิดก็ใช้วิธีให้อาหารผสมฮอร์โมน อัตราส่วน 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา

3 สัปดาห์ (นวลมณี และคณะ, 2538ข) และในปลาหมอบ โดย
ใช้วิธีแช่ลูกปลาอายุ 2 สัปดาห์ ในน้ำที่ผสมฮอร์โมน ความ
เข้มข้น 75 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ (นวล
มณี และคณะ, 2541) ส่วนฮอร์โมน Ethinylestradiol มี
รายงานการใช้แปลงเพศในปลาหมอบเทศ โดยให้อาหารผสม
ฮอร์โมน อัตราส่วน 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็น
ระยะเวลา 19 วัน ให้ผลเป็นปลาเพศเมีย 100 เปอร์เซ็นต์
(Nakamura and Takahashi, 1973) และปลานิล โดยให้อาหารผสม
ฮอร์โมน อัตราส่วน 25 และ 100 มิลลิกรัมต่อ
อาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 59 วัน ให้ผลเป็นปลาเพศ

เมีย 90 เปอร์เซ็นต์ (Tayamen and Shelton, 1978)
การศึกษาครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบการใช้ฮอร์โมน
ต่างกัน 2 ชนิด คือ 17β -estradiol และ Ethinylestradiol
ในการผลิตลูกปลาหมอบแปลงเพศ โดยพิจารณาจากการ
เจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ต้นทุนและผลตอบแทน และ
สัดส่วนเพศ รวมทั้งปริมาณของฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลา
เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตลูกปลาหมอบแปลงเพศเชิงพาณิชย์
รวมทั้งนำผลการศึกษาที่ได้ไปส่งเสริมแนะนำให้เกษตรกรที่
สนใจในการเพาะเลี้ยงปลาหมอบ ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงมีรายได้
ที่สูงขึ้น และสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดฮอร์โมนที่เหมาะสมในการผลิตลูกปลาหมอบ
แปลงเพศ โดยพิจารณาจากการเจริญเติบโต อัตราการรอด
ตาย ต้นทุนและผลตอบแทน และสัดส่วนเพศ
2. เพื่อทราบผลของฮอร์โมน 17β -estradiol และ
Ethinylestradiol ต่อการตกค้างในเนื้อลูกปลา

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการศึกษา

1.1 การวางแผนการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดฮอร์โมนที่เหมาะสมใน
การผลิตลูกปลาหมอบแปลงเพศ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely
randomized design) แบ่งการทดลองเป็น 3 ชุดการ
ทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารสำเร็จรูปชนิดผงระดับ
โปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารสำเร็จรูปชนิดผงระดับ
โปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ผสมฮอร์โมน Natural
Estrogen ชนิด 17β -estradiol (EST) 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร

1 กิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารสำเร็จรูปชนิดผงระดับ
โปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ผสมฮอร์โมน Synthetic
Estrogen ชนิด Ethinylestradiol (EE) 60 มิลลิกรัมต่อ
อาหาร 1 กิโลกรัม

การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างใน
เนื้อลูกปลา และสัดส่วนเพศ

1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง
ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
จืดแพร่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2558 ถึงเดือนมกราคม
2559

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมการทดลอง

2.1.1 การเตรียมถังทดลอง

ใช้ถังไฟเบอร์กลาสขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 9 ถัง ล้างทำความสะอาดและเติมน้ำให้ได้ปริมาตร ถังละ 600 ลิตร และใช้ระบบน้ำไหลผ่านจากแหล่งน้ำเดียวกันตลอดเวลา ซึ่งมีอัตราการไหลของน้ำประมาณ 2.5 ลิตรต่อนาที เพิ่มอากาศในน้ำโดยใช้หัวทรายถังละ 2 หัว

2.1.2 การเตรียมปลาทดลอง

ใช้ลูกปลาหมอบที่ได้จากการเพาะพันธุ์ครั้งเดียวกัน ด้วยพ่อแม่พันธุ์ชุดเดียวกัน และมีการจัดการอนุบาลเหมือนกัน โดยเตรียมพ่อแม่พันธุ์ปลาหมอบ อายุประมาณ 1 ปี (ขนาด 100-200 กรัม) โดยเลี้ยงในบ่อดินขนาด 600 ตารางเมตร ให้ อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น. และ 16.00 น. ดำเนินการเพาะพันธุ์ด้วยวิธีการฉีดฮอร์โมน buserelin acetate ร่วมกับ domperidone เพียงครั้งเดียว โดยปลาเพศเมียฉีด buserelin acetate ในอัตรา 20 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับ domperidone 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ส่วนปลาเพศผู้ฉีด buserelin acetate ในอัตรา 5 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับ domperidone 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม แล้วปล่อยให้ผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ หลังจากนั้นประมาณ 6 ชั่วโมง พ่อแม่พันธุ์ปลาหมอบผสมพันธุ์วางไข่ จึงย้ายพ่อแม่ปลาออกและปล่อยให้ไข่ปลาฟักออกเป็นตัว นำลูกปลาหมอบระยะถุงไข่แดงยุบ อายุประมาณ 3-5 วัน ไปอนุบาลในบ่อดินขนาด 600 ตารางเมตร โดย 3 วันแรกให้กินไข่แดงต้มสุกบดละเอียดละลายน้ำสะอาดให้ทั่วบ่อ หลังจากนั้นให้รำผสมปลาป่นในอัตราส่วน 2:1 จนลูกปลาหมอบอายุ 2 สัปดาห์

2.2 วิธีดำเนินการทดลอง

2.2.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดฮอร์โมนที่เหมาะสมในการผลิตลูกปลาหมอบแปลงเพศ

คัดลูกปลาหมอบอายุ 2 สัปดาห์ ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน สุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวลูกปลาเริ่มต้นการทดลอง ก่อนนำไปปล่อยลงถังทดลอง โดยปล่อยถังละ 300 ตัว หรือ 1 ตัวต่อน้ำ 2 ลิตร

เตรียมอาหารทดลองผสมฮอร์โมน 17β -estradiol โดยละลายฮอร์โมน Natural Estrogen ชนิด 17β -estradiol (EST) 60 มิลลิกรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ 240 มิลลิลิตร นำไปสเปรย์ผสมกับอาหารสำเร็จรูปชนิดผงระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 กิโลกรัม แล้วผึ่งลมให้แห้ง ตามวิธีของสุชาติ และกฤษฎพันธ์ (2550)

เตรียมอาหารทดลองผสมฮอร์โมน Ethinylestradiol ปริมาณ 60 มิลลิกรัม โดยเตรียมจากยาคุมกำเนิดชนิดเม็ดรับประทานที่มีปริมาณฮอร์โมน Ethinylestradiol 0.03 มิลลิกรัมต่อเม็ด มาบดให้ละเอียดละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ 240 มิลลิลิตร นำไปสเปรย์ผสมกับอาหารสำเร็จรูปชนิดผงระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 กิโลกรัม แล้วผึ่งลมให้แห้ง

ให้อาหารวันละ 5 ครั้ง เวลา 08.00 น., 10.00 น., 12.00 น., 14.00 น. และ 16.00 น. เป็นเวลา 30 วัน ในช่วง 7 วันแรก ให้ลูกปลากินอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ช่วงอายุ 8-14 วัน ให้อาหาร 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน และช่วงอายุ 15-30 วัน ให้อาหาร 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน (สุชาติ และกฤษฎพันธ์, 2550) ระหว่างการอนุบาลทำความสะอาดถัง ทุก ๆ สัปดาห์

สุ่มตัวอย่างลูกปลาหมอบทุก ๆ 2 สัปดาห์ ถังละ 50 ตัว ชั่งน้ำหนักและวัดความยาว เพื่อหาการเจริญเติบโต ทำการบันทึกการตายของลูกปลาหมอบระหว่างการทดลอง โดยการนับจำนวนลูกปลาหมอบที่เหลือเพื่อหาอัตราการรอดตาย รวมใช้ระยะเวลาอนุบาล 30 วัน

ตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในถัง เวลา 06.00 น. ทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดการทดลอง ดังนี้

- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยวิธี azide modification ของ Winkler method ตามที่กล่าวในไมตรี และจากรูวรรณ (2528)

- ความเป็นกรดเป็นด่าง โดยใช้เครื่อง pH - meter ยี่ห้อ Eutech Instruments รุ่น pH 11

- ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO₃) โดยวิธี Titration ตามที่กล่าวในไมตรี และจากรูวรรณ (2528)

- ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO₃) โดยวิธี Titration ตามที่กล่าวในไมตรี และจากรูวรรณ (2528)

- อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

- แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในรูปของ Total ammonia โดยใช้เครื่อง Photometer ยี่ห้อ YSI รุ่น 9100

- ความโปร่งใสของน้ำ (เซนติเมตร) โดยใช้ Secchi Disc

2.2.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลา และสัดส่วนเพศ

นำลูกปลาหมอจากการทดลองที่ 1 ในแต่ละซ้ำ มาดำเนินการศึกษาต่อในถังไฟเบอร์กลาสเดิม โดยให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการผสมฮอร์โมน ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 3 ครั้ง เวลา 10.00 น., 13.00 น. และ 16.00 น. เป็นเวลาอีก 28 วัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างลูกปลาแต่ละซ้ำ ตัดส่วนหัวออก นำอวัยวะภายในทั้งหมดออก และขูดเกล็ด ซึ่งน้ำหนักให้ได้ไม่น้อยกว่า 50 กรัมต่อตัวอย่าง แข็งขันที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อปลาด้วยการใช้ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) โดยใช้วิธีของ Ratcliffe et al. (1988) ที่ห้องปฏิบัติการของบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง จำกัด สาขาเชียงใหม่

นำลูกปลาหมอที่เหลือแต่ละซ้ำของชุดการทดลอง มาคัดขนาดที่ใกล้เคียงกัน สุ่มนับจำนวน 500 ตัว นำไปเลี้ยงรวมกันเป็น 3 ชุดการทดลอง ในกระชังขนาด 1 x 2 x 1.5

เมตร มีระดับน้ำลึก 1 เมตร ในบ่อดินขนาด 600 ตารางเมตร ให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการผสมฮอร์โมน ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 3 ครั้ง เวลา 10.00 น., 13.00 น. และ 16.00 น. เป็นเวลาอีก 20 วัน

หลังจากเลี้ยงครบ 20 วัน ทำการสุ่มลูกปลาจำนวน 100 ตัว นำมาตรวจสอบเพศ โดยการย้อมสีถุงอัณฑะหรือถุงรังไข่ด้วยสีย้อมอะซิโตนคามิน แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า ตามวิธีของนวลมณี และคณะ (2538ก) เพื่อหาสัดส่วนเพศเมีย

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์ทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลน้ำหนัก ความยาว และจำนวนปลาทั้งหมดที่เหลือรอด มาคำนวณ ดังต่อไปนี้

3.1.1 การเจริญเติบโต โดยเปรียบเทียบน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลอง

3.1.2 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (daily weight gain) (กรัมต่อวัน)

$$= \frac{(W_2 - W_1)}{(t_2 - t_1)}$$

โดยที่ W_2 = น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)

W_1 = น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม)

t_2 = เวลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (วัน)

t_1 = เวลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (วัน)

- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยวิธี azide modification ของ Winkler method ตามที่กล่าวในไมตรี และจรรยาบรรณ (2528)

- ความเป็นกรดเป็นด่าง โดยใช้เครื่อง pH - meter ยี่ห้อ Eutech Instruments รุ่น pH 11

- ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO₃) โดยวิธี Titration ตามที่กล่าวในไมตรี และจรรยาบรรณ (2528)

- ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO₃) โดยวิธี Titration ตามที่กล่าวในไมตรี และจรรยาบรรณ (2528)

- อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

- แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในรูปของ Total ammonia โดยใช้เครื่อง Photometer ยี่ห้อ YSI รุ่น 9100

- ความโปร่งใสของน้ำ (เซนติเมตร) โดยใช้ Secchi Disc

2.2.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลา และสัดส่วนเพศ

นำลูกปลาหม่อจากการทดลองที่ 1 ในแต่ละซ้ำ มาดำเนินการศึกษาต่อในถังไฟเบอร์กลาสเดิม โดยให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการผสมฮอร์โมน ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 3 ครั้ง เวลา 10.00 น., 13.00 น. และ 16.00 น. เป็นเวลาอีก 28 วัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างลูกปลาแต่ละซ้ำ ตัดส่วนหัวออก นำอวัยวะภายในทั้งหมดออก และขอดเกล็ด ซึ่งน้ำหนักให้ได้ไม่น้อยกว่า 50 กรัมต่อตัวอย่าง แข็งแห้งในที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อปลาด้วยการใช้ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) โดยใช้วิธีของ Ratcliffe et al. (1988) ที่ห้องปฏิบัติการของ บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง จำกัด สาขาเชียงใหม่

นำลูกปลาหม่อที่เหลือแต่ละซ้ำของชุดการทดลอง มาคัดขนาดที่ใกล้เคียงกัน สุ่มนับจำนวน 500 ตัว นำไปเลี้ยงรวมกันเป็น 3 ชุดการทดลอง ในกระชังขนาด 1 x 2 x 1.5 เมตร มีระดับน้ำลึก 1 เมตร ในบ่อดินขนาด 600 ตารางเมตร ให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการผสมฮอร์โมน ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 3 ครั้ง เวลา 10.00 น., 13.00 น. และ 16.00 น. เป็นเวลาอีก 20 วัน

หลังจากเลี้ยงครบ 20 วัน ทำการสุ่มลูกปลาจำนวน 100 ตัว นำมาตรวจสอบเพศ โดยการย้อมสีถุงอัณฑะหรือถุงรังไข่ที่ 3 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2563

ไปด้วยสีย้อมอะซีโตนคาามิน แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า ตามวิธีของนวลมณี และคณะ (2538ก) เพื่อหาสัดส่วนเพศเมีย

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์ทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลน้ำหนัก ความยาว และจำนวนปลาทั้งหมดที่เหลือรอด มาคำนวณ ดังต่อไปนี้

3.1.1 การเจริญเติบโต โดยเปรียบเทียบน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลอง

3.1.2 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (daily weight gain) (กรัมต่อวัน)

$$\text{โดยที่ } W_2 = \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)}$$

$$W_1 = \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม)}$$

$$t_2 = \text{เวลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (วัน)}$$

$$t_1 = \text{เวลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (วัน)}$$

3.1.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$= \left[\frac{\ln(W_2) - \ln(W_1)}{(t_2 - t_1)} \right] \times 100$$

โดยที่ W2 = น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)

$$W_2 = \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม)}$$

$$t_2 = \text{เวลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (วัน)}$$

$$t_1 = \text{เวลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (วัน)}$$

ln = ลอการิทึมฐานธรรมชาติ (natural logarithm)

3.1.4 อัตราการรอดตาย (survival rate)

(เปอร์เซ็นต์)

$$\text{survival rate} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีการ new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ one way analysis of variance โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยข้อมูลที่มีการกระจายแบบไม่ปกติ ทำการแปลง 3.1.5 ต้นทุนและผลตอบแทน ตามวิธีของสมศักดิ์ ข้อมูลก่อนวิเคราะห์ด้วย Arcsine เปรียบเทียบความแตกต่าง (2530) และ Kay (1986) ของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลอง โดยวิธี DMRT (Duncan's

ต้นทุนคงที่	=	ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน
ต้นทุนผันแปร	=	ค่าพันธุ์ปลา+ค่าอาหารปลา+ค่าแรงงาน+ค่าไฟฟ้า+ค่าเสียโอกาสในการลงทุน
ค่าเสื่อมราคา	=	คิดโดยวิธีเส้นตรงโดยคำนวณมูลค่าซากเป็นศูนย์เมื่อหมดอายุการใช้งาน
ค่าเสียโอกาสในการลงทุน	=	ค่าที่คำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน (ร้อยละ 1.40) ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2558 (ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์, 2558)
ต้นทุนทั้งหมด	=	ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่
ต้นทุนการผลิตต่อตัว	=	$\frac{\text{ต้นทุนทั้งหมด}}{\text{จำนวนปลาที่เหลือรอด}}$
รายได้ทั้งหมด	=	จำนวนผลผลิต(ตัว) X ราคาที่จำหน่ายผลผลิตที่ได้ (บาท)
รายได้สุทธิ	=	รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนผันแปร
กำไรสุทธิ	=	รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนทั้งหมด
อัตราผลตอบแทนการลงทุน	=	$\frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{ต้นทุนทั้งหมด}} \times 100$

3.1.6 ปริมาณฮอร์โมนที่สะสมในเนื้อลูกปลา หน่วย เป็น nanogram per kilogram (ng/kg)

3.1.7 สัดส่วนเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์) =

$$\frac{\text{จำนวนปลาเพศเมีย}}{\text{จำนวนปลาทั้งหมด}} \times 100$$

ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดฮอร์โมนที่เหมาะสมในการผลิต ลูกปลาหมอปแปลงเพศ

ศึกษาผลของฮอร์โมนเอสโตรเจน 2 ชนิดต่อการผลิต ลูกปลาหมอปแปลงเพศ โดยเปรียบเทียบระหว่างลูกปลาหมอที่ กินอาหารสำเร็จรูปชนิดผง (ชุดการทดลองที่ 1) ลูกปลาหมอที่

กินอาหารผสมฮอร์โมน Natural Estrogen ชนิด 17 β -estradiol (ชุดการทดลองที่ 2) และลูกปลาหมอที่กินอาหาร ผสมฮอร์โมน Synthetic Estrogen ชนิด Ethinylestradiol (ชุดการทดลองที่ 3) เป็นเวลา 30 วัน ปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

1.1 การเจริญเติบโต

1.1.1 น้ำหนักเฉลี่ย

ลูกปลาหมอบทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 ± 0.02 , 0.48 ± 0.01 และ 0.48 ± 0.02 กรัม ตามลำดับ หลังสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลาหมอบมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ± 0.43 , 5.00 ± 0.19 และ 5.02 ± 0.06 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าลูกปลาหมอบในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

1.1.2 ความยาวเฉลี่ย

ลูกปลาหมอบทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.58 ± 0.02 , 2.63 ± 0.07 และ 2.65 ± 0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลาหมอบมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 5.28 ± 0.08 , 6.11 ± 0.20 และ 6.16 ± 0.01 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าลูกปลาหมอบในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1 และภาพที่ 2)

1.1.3 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน

น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันของลูกปลาหมอบทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.13 ± 0.02 , 0.15 ± 0.01 และ 0.15 ± 0.01 กรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าลูกปลาหมอบในชุดการทดลอง มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 1)

1.1.4 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลาหมอบทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 7.45 ± 0.41 , 7.81 ± 0.17 และ 7.80 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าลูกปลาหมอบในชุดการทดลอง มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 1)

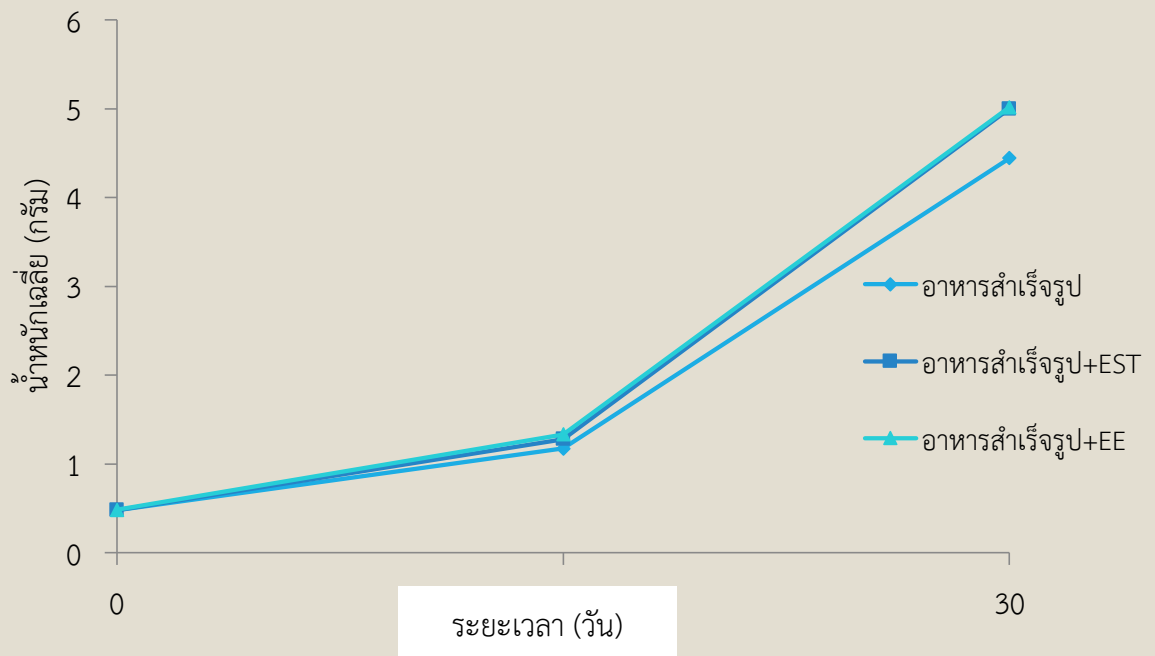
1.2 อัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายของลูกปลาหมอบทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 80.89 ± 1.83 , 84.61 ± 0.63 และ 82.89 ± 0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าลูกปลาหมอบในชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับในชุดการทดลองที่ 3 แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับลูกปลาหมอบในชุดการทดลองที่ 1 และพบว่าลูกปลาหมอบในชุดการทดลองที่ 3 กับลูกปลาหมอบในชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 1 และภาพที่ 3)

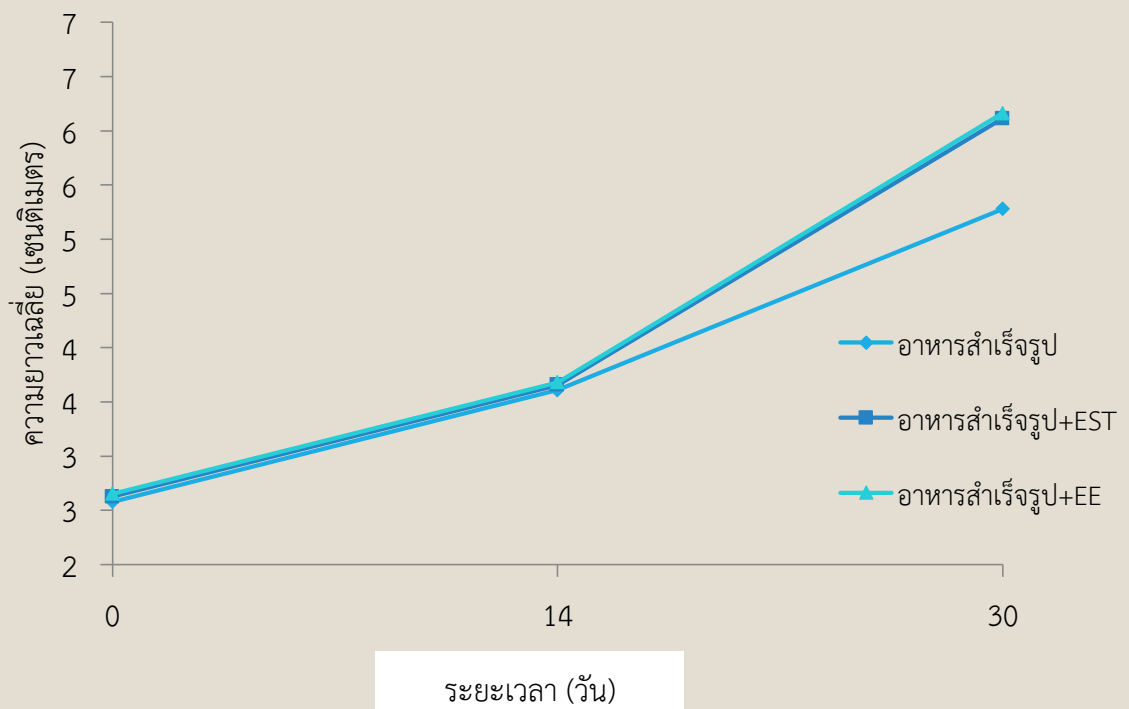
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกปลาหมอบที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูป ผสมฮอโรมอนแปลงเพศแตกต่างกัน 2 ชนิด เป็นเวลา 30 วัน

	ชุดการทดลองที่		
	1	2	3
	อาหารสำเร็จรูป	อาหารสำเร็จรูป+EST	อาหารสำเร็จรูป+EE
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	0.48 ± 0.02^a	0.48 ± 0.01^a	0.48 ± 0.02^a
ความยาวเริ่มต้น (เซนติเมตร)	2.58 ± 0.02^a	2.63 ± 0.07^a	2.65 ± 0.02^a
น้ำหนักอายุ 14 วัน (กรัม)	1.17 ± 0.01^a	1.28 ± 0.50^a	1.33 ± 0.26^a
ความยาวอายุ 14 วัน (เซนติเมตร)	3.61 ± 0.34^a	3.66 ± 0.07^a	3.68 ± 0.20^a
น้ำหนักสุดท้ายอายุ 30 วัน (กรัม)	4.44 ± 0.43^b	5.00 ± 0.19^a	5.02 ± 0.06^a
ความยาวสุดท้ายอายุ 30 วัน (เซนติเมตร)	5.28 ± 0.08^b	6.11 ± 0.20^a	6.16 ± 0.01^a
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)	0.13 ± 0.02^a	0.15 ± 0.01^a	0.15 ± 0.01^a
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	7.45 ± 0.41^a	7.81 ± 0.17^a	7.80 ± 0.20^a
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	80.89 ± 1.83^b	84.61 ± 0.63^a	82.89 ± 0.38^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่กำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

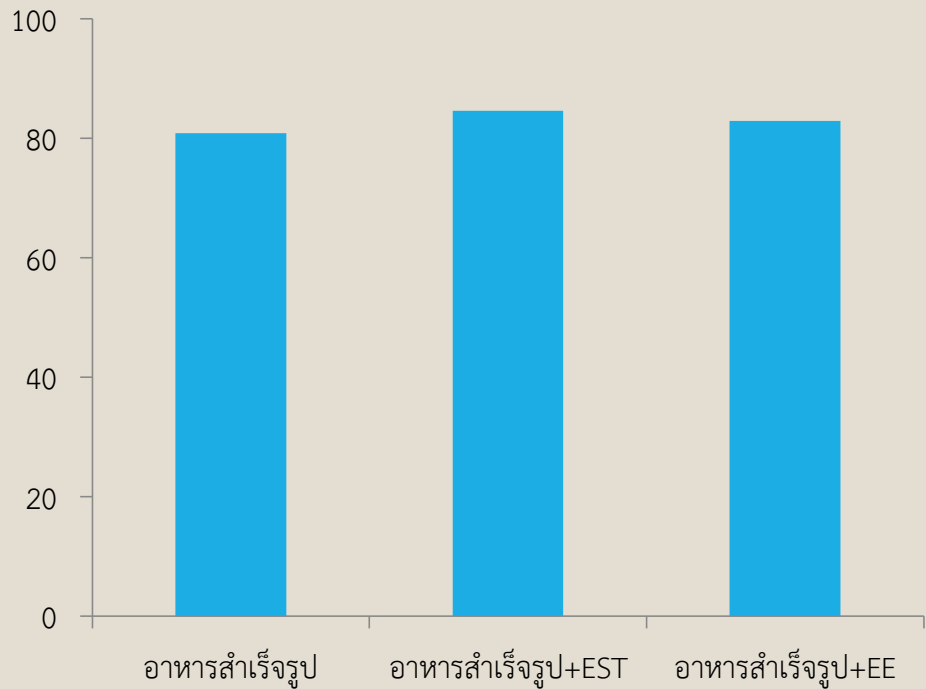


ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาหมอที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมฮอร์โมนแปลงเพศแตกต่างกัน 2 ชนิด เป็นเวลา 30 วัน



ภาพที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาหมอที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมฮอร์โมนแปลงเพศแตกต่างกัน 2 ชนิด เป็นเวลา 30 วัน

อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 3 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาหมอที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมฮอร์โมนแปลงเพศแตกต่างกัน 2 ชนิด เป็นเวลา 30 วัน

1.3. ต้นทุนและผลตอบแทน

1.3.1 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนในการผลิตลูกปลาหมอทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 355.59, 491.90 และ 867.88 บาทต่อถัง ตามลำดับ แบ่งเป็นต้นทุนผันแปร เท่ากับ 307.20, 443.51 และ 819.49 บาทต่อถัง คิดเป็น 86.39, 90.16 และ 94.42 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ตามลำดับ และต้นทุนคงที่ ทุกชุดการทดลอง เท่ากับ 48.39 บาทต่อถัง คิดเป็น 13.61, 9.84 และ 5.58 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

1.3.2 ต้นทุนการผลิตต่อตัว

ต้นทุนการผลิตต่อตัวของลูกปลาหมอทั้ง 3 ชุดการ

ทดลอง มีค่าเท่ากับ 1.46, 1.94 และ 3.49 บาทต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

1.3.3 รายได้และกำไร

รายได้และกำไรในการผลิตลูกปลาหมอทั้ง 3 ชุดการทดลอง พบว่ามีรายได้สุทธิ เท่ากับ -124.95, 64.49 และ -632.74 บาทต่อถัง ตามลำดับ และกำไรสุทธิ เท่ากับ -173.34, 16.10 และ -681.13 บาทต่อถัง ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

1.3.4 อัตราผลตอบแทนการลงทุน

ผลตอบแทนต่อการลงทุนในการผลิตลูกปลาหมอทั้ง 3 ชุดการทดลอง เท่ากับ -48.75, 3.27 และ -78.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ต้นทุนการผลิตลูกปลาหมอแปลงเพศที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมฮอร์โมนแปลงเพศแตกต่างกัน 2 ชนิด เป็นเวลา 30 วัน

รายการ	ชุดการทดลองที่					
	1		2		3	
	อาหารสำเร็จรูป		อาหารสำเร็จรูป+EST		อาหารสำเร็จรูป+EE	
	บาทต่อถัง	%	บาทต่อถัง	%	บาทต่อถัง	%
ต้นทุนผันแปร						
ค่าพันธุ์ปลา ⁽¹⁾	75.00	21.09	75.00	15.25	75.00	8.64
ค่าอาหารปลา ⁽²⁾	126.50	35.58	140.25	28.51	143.00	16.48
ค่าฮอร์โมน ⁽³⁾	-	-	122.40	24.88	495.20	57.06
ค่าแรงงาน ⁽⁴⁾	62.50	17.58	62.50	12.71	62.50	7.20
ค่าไฟฟ้า	42.84	12.04	42.84	8.70	42.84	4.93
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ⁽⁵⁾	0.36	0.10	0.52	0.11	0.95	0.11
รวมเป็นเงิน	307.20	86.39	443.51	90.16	819.49	94.42
ต้นทุนคงที่						
ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ ⁽⁶⁾	48.33	13.59	48.33	9.83	48.33	5.57
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ⁽⁵⁾	0.06	0.02	0.06	0.01	0.06	0.01
รวมเป็นเงิน	48.39	13.61	48.39	9.84	48.39	5.58
รวมต้นทุนทั้งหมด	355.59	100.00	491.90	100.00	867.88	100.00

หมายเหตุ (1) ค่าลูกปลาหมอ ขนาดความยาว 2-3 เซนติเมตร ราคาตัวละ 0.25 บาท

(2) ค่าอาหารปลา (อาหารกึ่งกุกูลาดำ สำเร็จรูปชนิดผงโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์) ราคา กิโลกรัมละ 55 บาท

(3) ค่าฮอร์โมน 17 β -estradiol กรัมละ 800 บาท และยาเม็ดคุมกำเนิดที่มีส่วนผสมของ Ethinylestradiol แผงละ 20 บาท

(4) อัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำของจังหวัดแพร่ ปี 2558 เท่ากับ 300 บาท/วัน/คน (กระทรวง

แรงงาน, 2558) อัตราวันละ 8 ชั่วโมง เป็นเงินชั่วโมงละ 37.50 บาท โดยคิดเฉพาะเวลาที่ทำงาน วันละ 0.5 ชั่วโมง จำนวน 1 คน

(5) ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคำนวณจาก อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ร้อยละ 1.40 (ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์, 2558)

(6) ค่าเสื่อมราคาของถังไฟเบอร์กลาสและ อุปกรณ์ ใช้วิธีคิดแบบเส้นตรง อายุการใช้งานเฉลี่ย 10 ปี (ราคาถังไฟเบอร์กลาสและอุปกรณ์ เท่ากับ 5,800 บาท ระยะเวลาการทดลอง 30 วัน)

ตารางที่ 3 อัตราผลตอบแทนการลงทุนในการผลิตลูกปลาหมอแปลงเพศที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมฮอร์โมนแปลงเพศแตกต่างกัน 2 ชนิด เป็นเวลา 30 วัน

รายการ	ชุดการทดลองที่		
	1	2	3
	อาหารสำเร็จรูป	อาหารสำเร็จรูป+EST	อาหารสำเร็จรูป+EE
จำนวนปลาเฉลี่ย (ตัวต่อถัง)	243	254	249
จำนวนปลาเพศเมียเฉลี่ย (ตัวต่อถัง)	104	246	169
สัดส่วนเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์)	43	97	68
ราคาขายรวมเพศ (บาทต่อตัว) ⁽¹⁾	0.75	-	0.75
ราคาขายแปลงเพศ (บาทต่อตัว) ⁽²⁾	-	2.00	-
รายได้ (บาทต่อถัง) ⁽³⁾	182.25	508.00	186.75
ต้นทุนผันแปร (บาทต่อถัง)	307.20	443.51	819.49
ต้นทุนคงที่ (บาทต่อถัง)	48.39	48.39	48.39
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อถัง)	355.59	491.90	867.88
ต้นทุนการผลิตต่อตัว (บาทต่อตัว)	1.46	1.94	3.49
รายได้สุทธิ (บาทต่อถัง)	-124.95	64.49	-632.74
รายได้สุทธิ (บาทต่อตัว)	-0.51	0.25	-2.54
กำไรสุทธิ (บาทต่อถัง)	-173.34	16.10	-681.13
กำไรสุทธิ (บาทต่อตัว)	-0.71	0.06	-2.74
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (เปอร์เซ็นต์)	-48.75	3.27	-78.48

หมายเหตุ (1) อ้างอิงจากราคาฟาร์มเอกชน (จังหวัดกำแพงเพชร, พทุมธานี และกาฬสินธุ์) ของราคาขายลูกปลาหมอ ขนาดความยาว 5-7 เซนติเมตร ราคาตัวละ 0.60-0.90 บาท

(2) อ้างอิงจากราคาฟาร์มเอกชน (จังหวัดกำแพงเพชร, พทุมธานี และกาฬสินธุ์) ของราคาขายลูกปลาหมอแปลงเพศ ขนาดความยาว 5-7 เซนติเมตร ราคาตัวละ 2 บาท

1.4 คุณสมบัติของน้ำ

คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองในถังไฟเบอร์กลาสทั้ง 3 ชุดการทดลอง พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 6.0 - 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.0 - 9.0 ความเป็นด่างอยู่ระหว่าง 85 - 153

(3) รายได้ของชุดการทดลองที่ 1 และชุดการทดลองที่ 3 คิดจากราคาขายลูกปลารวมเพศเนื่องจากมีสัดส่วนเพศเมีย เท่ากับ 43 และ 68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนรายได้ของชุดการทดลองที่ 2 คิดจากราคาขายลูกปลาแปลงเพศเนื่องจากมีสัดส่วนเพศเมีย เท่ากับ 97 เปอร์เซ็นต์

มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO₃ ความกระด้างอยู่ระหว่าง 90-160 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO₃ อุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 27.0 - 32.0 องศาเซลเซียส แอมโมเนียอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร และความโปร่งใสของน้ำอยู่ระหว่าง 20 - 35 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

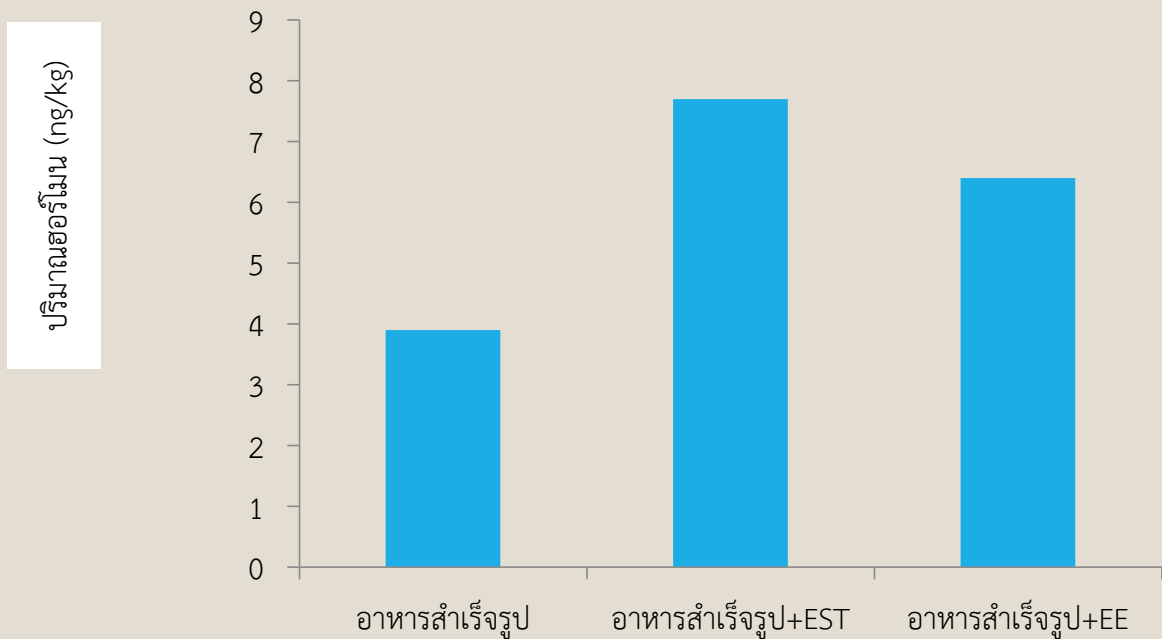
ตารางที่ 4 ค่าพิสัยคุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองอนุบาลลูกปลาหมอดด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมฮอร์โมนแปลงเพศแตกต่างกัน 2 ชนิด เป็นเวลา 30 วัน

คุณสมบัติของน้ำ	ชุดการทดลองที่		
	1	2	3
	อาหารสำเร็จรูป	อาหารสำเร็จรูป+EST	อาหารสำเร็จรูป+EE
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.0-6.3	6.0-6.2	6.0-6.5
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.0-8.5	7.0-8.5	7.5-9.0
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO ₃)	85-119	85-136	85-153
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO ₃)	90-130	110-160	120-150
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	27.0-32.0	27.0-31.0	28.0-32.0
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.00-0.17	0.00-0.09	0.00-0.03
ความโปร่งใสของน้ำ (เซนติเมตร)	25-30	20-30	25-35

การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลา และสัตว์ส่วนเพศ

นำลูกปลาหมอดจากการทดลองที่ 1 ไปเลี้ยงต่อ โดยให้กินอาหารที่ไม่ผสมฮอร์โมนเป็นเวลาอีก 28 วัน ปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

2.1 ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลา ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างมีค่าเท่ากับ 3.9 ± 2.3 , 7.7 ± 1.9 และ 6.4 ± 3.3 ng/kg ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้ง 3 ชุดการทดลองมีปริมาณฮอร์โมนตกค้างเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางผนวกที่ 1 และ ภาพที่ 4)

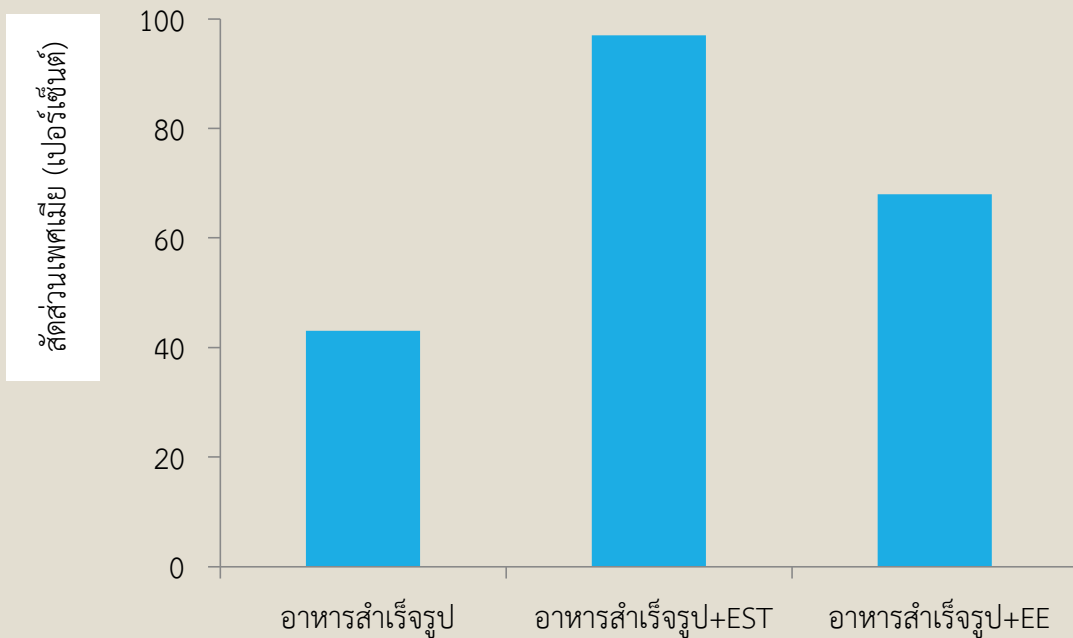


ภาพที่ 4 ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลาหมอด (ng/kg) หลังจากหยุดให้ฮอร์โมนแล้วเลี้ยงต่ออีกเป็นเวลา 28 วัน

2.2 สัตส่วนเพศเมีย

เมื่อนำลูกปลาหมอจากการทดลองที่ 2.1 ไปเลี้ยงต่ออีกเป็นเวลา 20 วัน ทำการตรวจสอบเพศปลา ตามวิธีของนวล

มณี และคณะ (2538ก) พบว่า สัตส่วนเพศเมียของลูกปลาหมอ ทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 43.00, 97.00 และ 68.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 สัตส่วนเพศเมีย (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาหมอหลังจากหยุดให้ฮอร์โมนแล้วเลี้ยงต่ออีกเป็นเวลา 48 วัน

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดฮอร์โมนที่เหมาะสมในการผลิตลูกปลาหมอแปลงเพศ

การศึกษาผลของฮอร์โมนเอสโตรเจน 2 ชนิดต่อการผลิตลูกปลาหมอแปลงเพศ โดยเปรียบเทียบระหว่างลูกปลาหมอที่กินอาหารสำเร็จรูปชนิดผง (ชุดการทดลองที่ 1) ลูกปลาหมอที่กินอาหารผสมฮอร์โมน Natural Estrogen ชนิด 17β -estradiol (ชุดการทดลองที่ 2) และลูกปลาหมอที่กินอาหารผสมฮอร์โมน Synthetic Estrogen ชนิด Ethinylestradiol (ชุดการทดลองที่ 3) เป็นเวลา 30 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผลปรากฏว่า ลูกปลาหมอทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันโดยเฉพาะในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ที่มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่สูงกว่าในชุดการทดลองที่ 1 สอดคล้องกับการทดลองของสุชาติ และกฤษฎพันธ์ (2550) ที่ทดลองแปลงเพศปลาหมอ โดยการอนุบาลลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ ด้วยอาหารผสมฮอร์โมน

EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน และแช่ลูกปลาหมอที่ฟักเป็นตัวได้ 3 วันด้วยสารละลายฮอร์โมน EST 3 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 3 ชั่วโมง และเมื่อลูกปลาอายุ 2 สัปดาห์แล้วจึงอนุบาลด้วยอาหารผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน ซึ่งทั้ง 2 วิธี มีการเจริญเติบโตทั้งความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เจริญเติบโตดีกว่าปลาหมอชุดควบคุม และสอดคล้องกับการทดลองของจอมสุตา (2555) ที่ทดลองแปลงเพศปลาหมอ โดยวิธีการผสมเอสโตรเจนชนิดธรรมชาติในอาหารให้ลูกปลาหมอกินที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน คือ 0, 50, 100, 150 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยใช้ลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ เลี้ยงเป็นเวลานาน 4 สัปดาห์ พบว่า ปลาหมอชุดการทดลองที่ 3 และ 4 มีการเจริญเติบโตทั้งความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เจริญเติบโตดีกว่าปลาหมอชุดการทดลองที่ 2 และชุดควบคุม

อัตราการรอดตายของลูกปลาหมอทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าค่อนข้างสูง คือ 80.89 - 84.61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุชาติ และ กฤษณพันธ์ (2550) ซึ่งมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 69.00-85.83 เปอร์เซ็นต์ และสอดคล้องกับการทดลองของจอมสุตา (2555) ซึ่งมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 70.30-82.70 เปอร์เซ็นต์ การทดลองในครั้งนี้มีอัตราการรอดตายสูงกว่าวิธีของนวลมณี และคณะ (2541) ที่แช่ลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ ในน้ำที่ผสมฮอร์โมน 17 β -estradiol ความเข้มข้น 75 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งถึงแม้จะได้ปลาหมอเพศเมีย 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเพียง 36.67 \pm 3.33 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการให้ฮอร์โมนระดับสูงเกินไปมีผลให้อัตราการรอดต่ำและการเจริญเติบโตลดลง (สมศรี, 2551) ในส่วนของต้นทุนและผลตอบแทนพบว่า ต้นทุนในการผลิตลูกปลาหมอทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 355.59, 491.90 และ 867.88 บาทต่อถัง ตามลำดับ กำไรสุทธิเท่ากับ -173.34, 16.10 และ -681.13 บาทต่อถัง ตามลำดับ และ -0.71, 0.06 และ -2.74 บาทต่อตัว ตามลำดับ และอัตราผลตอบแทนการลงทุน เท่ากับ -48.75, 3.27 และ -78.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราผลตอบแทนการลงทุนดีที่สุด

คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลอง มีความเหมาะสมต่อการอนุบาลลูกปลา จากการศึกษาของมันสิน และ ไพพรรณ (2544) คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำควรมีอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 25 - 32 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.5 - 9.0 ความเป็นต่างอยู่ระหว่าง 50-300 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO₃ ความกระด้างอยู่ระหว่าง 150 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO₃ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี และจรรุวรรณ, 2528)

การทดลองที่ 2 ศึกษาสัดส่วนเพศ และปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลา

นำลูกปลาหมอจากการทดลองที่ 1 ไปเลี้ยงต่อ โดยให้กินอาหารที่ไม่ผสมฮอร์โมน เป็นเวลาอีก 28 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลาหมอ พบว่าปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลามีค่าอยู่ระหว่าง 3.9-7.7 ng/kg หรือ 0.0000039-0.0000077 μ g/g (ภาพที่ 4) ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่น้อยมาก สอดคล้องกับการ

ทดลองของธงชัย และคณะ (2554) ที่ทดลองแปลงเพศลูกปลานิลในถังไฟเบอร์กลาส ระบบน้ำหมุนเวียนที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 5, 10, 20 และ 40 ตัวต่อลิตร พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณฮอร์โมนในเนื้อลูกปลานิลทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.0012, 0.0022, 0.0025 และ 0.0026 ppb ตามลำดับ และไม่พบปริมาณฮอร์โมน (<0.0001 ppb) หลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง และสอดคล้องกับการทดลองของธงชัย และคณะ (2556) ที่ศึกษาระดับของฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone (17 α -MT) ที่ตกค้างในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าตลอดการทดลองทั้ง 3 รอบการผลิต ตรวจไม่พบปริมาณฮอร์โมนที่สะสมในเนื้อลูกปลา (<0.25 μ g/g) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในครั้งนี้ พบว่าฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลามีปริมาณน้อยอย่างมาก อาจเนื่องมาจากปริมาณของฮอร์โมนที่ผสมอยู่ในอาหารเมื่อลูกปลากินเข้าไปแล้วถูกย่อยสลายจากกระบวนการใช้พลังงานของร่างกาย (metabolism) และการขับถ่ายของเสียของลูกปลา ทำให้ปริมาณของฮอร์โมนส่วนใหญ่ถูกกำจัดออกมาอย่างรวดเร็วโดยการขับถ่ายทางอุจจาระ ปัสสาวะ และทางเหงือก (ธงชัย และคณะ, 2556 อ้างตาม Cravedi et al., 1993) นอกจากนี้พบว่าปริมาณของฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลา (ภาพที่ 4) ไม่เกินค่ามาตรฐานปริมาณสารตกค้างสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ในผลิตภัณฑ์อาหาร (Maximum Residue Limits, MRLs) ตามที่สหภาพยุโรปกำหนดให้มีปริมาณฮอร์โมน EST ได้สูงสุดไม่เกิน 0.0005 μ g/g (Council of the European Union, 1996) จึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เมื่อนำลูกปลาหมอไปเลี้ยงต่อ เป็นเวลาอีก 20 วัน ผลปรากฏว่าสัดส่วนเพศเมียของลูกปลาหมอในชุดการทดลองที่ 2 มีจำนวนเพศเมียสูงที่สุดคือ 97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงใกล้เคียงกับการทดลองของสุชาติ และ กฤษณพันธ์ (2550) ที่อนุบาลลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ ด้วยอาหารผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน และแช่ลูกปลาหมอที่ฟักเป็นตัวได้ 3 วันด้วยสารละลายฮอร์โมน EST 3 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 3 ชั่วโมง และเมื่อลูกปลาอายุ 2 สัปดาห์แล้ว จึงอนุบาลด้วยอาหารผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน ซึ่งทั้ง 2 วิธีได้ลูกปลาเพศเมีย 100 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่าการ estradiol 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (ชุดการทดลองที่ 2) มีกำไรสุทธิและอัตราผลตอบแทนการลงทุนสูงที่สุด คือ 0.06 บาทต่อตัว และ 3.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีส่วนเพศเมียสูงที่สุด คือ 97 เปอร์เซ็นต์ จึงมีความเหมาะสมในการผลิตลูกปลาหมอบแปลงเพศ

การผลิตลูกปลาหมอบแปลงเพศ การใช้ฮอร์โมน Estrogen ทั้ง 2 ชนิด มีผลต่อการเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนักและความยาว และอัตราการรอดตายของลูกปลาไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากทางเศรษฐศาสตร์และสัดส่วนเพศ พบว่าลูกปลาหมอบที่ได้รับอาหารผสมฮอร์โมน Natural Estrogen ชนิด 17 β -

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงแรงงาน. 2558. แหล่งที่มา <http://www.mol.go.th>. 12 กรกฎาคม 2561.
- กรมประมง. 2548. ปลาหมอบ. เอกสารเผยแพร่. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 42 หน้า.
- กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง. 2560. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2558. เอกสารฉบับที่ 5/2560. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 87 หน้า.
- จอมสุตา ดวงวงษา. 2555. การแปลงเพศปลาหมอบไทยด้วยเอสโตรเจนชนิดธรรมชาติ (Premarin) ให้ได้เพศเมียล้วน. รายงานผลงานวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 25 หน้า.
- ทิน อ่อนนวล. 2559. วิธีแปลงเพศปลาหมอบไทย. แหล่งที่มา <http://www.kaewpanya.rmutl.ac.th/kb/HR-Blog/?u=Rainbow&act=postdetail&p=125>. 11 กันยายน 2562.
- ธงชัย เย็นเป้ง, ธราพันธ์ วัฒนมะหาตม์, จุฑามาศ ชัยนนท์ และ สุนทร กัณหาสุระ. 2554. การผลิตลูกปลานิลแปลงเพศในถังไฟเบอร์กลาสระบบน้ำหมุนเวียนที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21/2554. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 22 หน้า.
- ธงชัย เย็นเป้ง, วรวิทย์ พรหมปากดี, สมศรี งามวงศ์ชน และ ธราพันธ์ วัฒนมะหาตม์. 2556. การศึกษาระดับของฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone ที่ตกค้างในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศระบบน้ำหมุนเวียน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2556. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 38 หน้า.
- ธงชัย เย็นเป้ง, วรวิทย์ พรหมปากดี, สมศรี งามวงศ์ชน และ ธราพันธ์ วัฒนมะหาตม์. 2556. การศึกษาระดับของฮอร์โมน 17 alpha methyltestosterone ที่ตกค้างในการผลิตลูกปลานิลแปลงเพศระบบน้ำหมุนเวียน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2556. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. อ้างตาม Cravedi, J.P., G. Delous, L. Debrauwer and D. Prome. 1993. Biotransformation and branchial excretion of 17-alpha methyltestosterone in trout. *Drug. Metabol. Dispos.* 21: 377 - 385.
- ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. 2558. แหล่งที่มา <http://www.baac.or.th>. 12 กรกฎาคม 2562.
- นวลมณี พงศ์ธนา, พุทธิรัตน์ เบ้าประเสริฐกุล, อุไร เรืองณรงค์ และ มัลลิกา นิโรธ. 2537. การควบคุมเพศปลาอุยให้เป็นเพศเมียทั้งหมด. วารสารการประมง 47 (1): 11 - 20.
- นวลมณี พงศ์ธนา, พุทธิรัตน์ เบ้าประเสริฐกุล และ บัญชา ทองมี. 2538ก. การจำแนกเพศปลานิล. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 3. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 20 หน้า.
- นวลมณี พงศ์ธนา, พุทธิรัตน์ เบ้าประเสริฐกุล และ บัญชา ทองมี. 2538ข. การใช้ฮอร์โมนในการผลิตปลาสดเพศเมีย. วารสารการประมง 48 (4): 303-318.
- นวลมณี พงศ์ธนา, มัลลิกา นิโรธ และ ครรชิต วัฒนาดิลกุล. 2541. การควบคุมเพศปลาหมอบไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 20/2541. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 22 หน้า.

- มันลิน ตันทูลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำ
จืดอื่น ๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 หน้า.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัย
สิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า.
- สมศรี งามวงศ์ชน. 2551. ฮอร์โมนต่อการเพาะพันธุ์ปลา. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 46 หน้า.
- สมศรี งามวงศ์ชน. 2551. ฮอร์โมนต่อการเพาะพันธุ์ปลา. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. อ้างตาม Hunter,
G. A. and E. M. Donaldson. 1983. Hormonal sex control and its application to fish culture. In: Hoar, W. S.,
D. J. Randall and E. M. Donaldson (eds.). Fish Physiology. Academic Press, New York. pp. 223 -
303.
- สมศรี งามวงศ์ชน. 2551. ฮอร์โมนต่อการเพาะพันธุ์ปลา. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. อ้างตาม
Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation. In: Hoar, W. S. and D. J. Randall (eds.). Fish Physiology.
Academic Press, New York. pp. 117 - 159.
- สมศักดิ์ เปรียบพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า.
- สุชาติ จุลอดุง และ กฤษณพันธ์ โกเมนไปรินทร์. 2550. ศึกษาการใช้ฮอร์โมน 17β -estradiol ในการแปลงเพศปลาหมอให้
เป็นเพศเมีย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2550. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 15 หน้า.
- สุริยญา สวัสดิ์วงศ์. 2554. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกาวาเคือขาวในการเลี้ยงปลาหมอไทย. ปัญหาพิเศษ.
มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 77 หน้า.
- เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ. 2558. การเลี้ยงปลาหมอแนววิทย์ฯ. แหล่งที่มา http://www.clinictech.most.go.th/online/-blog/blog_show1.asp?blog_id=616. 11 กันยายน 2562.
- Council of the European Union. 1996. Council Directive 96/23/EC of 29 April 1996 on measures to monitor
certain substances and residues thereof in live animals and animal products and repealing
Directives 85/358/EEC and 86/469/EEC and Decisions 89/187/EEC and 91/664/EEC. OJ. L. 125: 10 –
32.
- Kay, R. D. 1986. Farm Management: Planning, Control and Implementation. McGraw Hill Book Co.,
Singapore. 401 pp.
- Nakamura, M. and H. Takahashi. 1973. Gonadal sex differentiation in *Tilapia mossambica* with special
regard to the time of estrogen treatment effective in inducing complete feminization of genetic
males. Bull. Fac. Fish. Hokkaido. Univ. 24 : 1 - 13.
- Ratcliffe, W. A., G. D. Carter, M. Dowsett, S. G. Hillier, J. G. Middle and M. J. Reed. 1988. Estradiol assays:
applications and guidelines for the provision of clinical biochemistry service. Ann. Clin. Biochem.
25 : 466 - 483.
- Tayamen, M. M. and W. L. Shelton. 1978. Inducement of sex reversal in *Sarotherodon niloticus* (linnaeus).
Aquaculture 14 : 349 - 354.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฮอร์โมนที่ตกค้างในเนื้อลูกปลาหมอ (ng/kg) หลังจากหยุดให้ฮอร์โมน แล้วเลี้ยงต่ออีกเป็นเวลา 28 วัน

ซ้ำที่	ชุดการทดลองที่		
	1	2	3
	อาหารสำเร็จรูป	อาหารสำเร็จรูป+EST	อาหารสำเร็จรูป+EE
1	2.7	9.6	5.8
2	2.4	5.8	3.4
3	6.6	7.7	10.0
เฉลี่ย	3.9 ± 2.3^a	7.7 ± 1.9^a	6.4 ± 3.3^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่กำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)