

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๗/๒๕๕๐



Technical Paper No. 7/2007

ศึกษาการใช้ฮอร์โมน 17β -estradiol ในการแปลงเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมีย
Study of 17β -estradiol Hormone on Feminization of Climbing Perch,
Anabas testudineus (Bloch, 1792)

สุชาติ จุลอตุง

Suchat Jul-a-dung

กฤษณุปันท์ โกเมนไพรินทร์

Kridsanupan Komanpririn

สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ

Aquatic Animal Genetics Research and

Development Institute

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives



ศึกษาการใช้ฮอร์โมน 17β -estradiol ในการแปลงเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมีย
Study of 17β -estradiol Hormone on Feminization of Climbing Perch,
Anabas testudineus (Bloch, 1792)

สุชาติ จุลอตุง

Suchat Jul-a-dung

กฤษฎพันธ์ โกเมนไพรินทร์

Kridsanupan Komanpririn

ศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำชุมพร
สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ

Chumphon Fisheries Test and Research Center

Aquatic Animal Genetics Research and

Development Institute

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๐

2550

รหัสทะเบียนวิจัยเลขที่ 49-0604-49170

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการทดลอง	4
2. วิธีการเพาะเลี้ยง	4
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	6
ผลการศึกษา	6
วิจารณ์สรุป	10
ข้อเสนอแนะ	11
คำขอบคุณ	11
เอกสารอ้างอิง	11
ภาคผนวก	13

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 อัตราส่วนเพศเมีย (%) และค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ (gonadosomatic index, GSI) ของปลาหมอในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 180 วัน	7
2 ความยาวเฉลี่ย (ซม.) น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และอัตราการรอดตาย (%) ของปลาหมอ ในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 21 วัน และ อายุ 180 วัน	8
3 ต้นทุนการผลิตลูกปลาหมอที่อายุ 35 วันในทุกชุดทดลอง ทั้งที่ใช้และไม่ใช้ฮอร์โมนแปลงเพศ 17 β -estradiol	9

ตารางผนวกที่

1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาว น้ำหนัก และอัตราการรอดของลูกปลาหมอ ในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 21 วัน	13
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาว น้ำหนัก อัตราการรอดตาย อัตราส่วนเพศเมีย และ %GSI ปลาหมอ ในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 180 วัน	14
3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประชากรเป็นคู่ๆ โดยTukey HSD Multiple Comparisons ของปลาหมอในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 21 วัน และ อายุ 180 วัน	15

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อัตราส่วนปลาหมอเพศเมียในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย	7
2	อัตราการตายของปลาหมอในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 21 วัน และ อายุ 180 วัน	9

ศึกษาการใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol ในการแปลงเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมีย

สุชาติ จุลอตุ้ง* และ กฤษณพันธ์ โกเมนไปรินทร์

ศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำชุมพร สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

บทคัดย่อ

การทดลองแปลงเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมีย โดยใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol (EST) ด้วยวิธีการต่าง ๆ กับลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ ดำเนินการศึกษา ณ ศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำชุมพร จังหวัดชุมพร ระหว่างเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2549 ผลการศึกษา พบว่า การแปลงเพศปลาหมอให้ได้เพศเมียล้วนมี 2 วิธีการ คือ 1) การอนุบาลลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ ด้วยอาหารผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน และ 2) แช่ลูกปลาหมอที่ฟักเป็นตัวได้ 3 วันด้วยสารละลายฮอร์โมน EST 3 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 3 ชั่วโมง และเมื่อลูกปลาอายุ 2 สัปดาห์แล้ว จึงอนุบาลด้วยอาหารผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน ซึ่งทั้ง 2 วิธี และชุดควบคุม ลูกปลาหมอมิ้อัตรารอดตายเฉลี่ย 80.83 ± 12.30 , 69.00 ± 7.77 และ 85.83 ± 6.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อปลาหมออายุ 180 วัน พบว่า ปลาหมอจากทั้ง 2 วิธี ซึ่งเป็นเพศเมียล้วน มีการเจริญเติบโตโดยความยาวและน้ำหนักเฉลี่ย 12.92 ± 1.72 และ 13.11 ± 1.64 เซนติเมตร และ 39.85 ± 16.31 และ 41.85 ± 16.75 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เป็นการเจริญเติบโตที่ดีกว่าปลาหมอซึ่งไม่ใช่เพศเมียล้วนที่ได้จากวิธีทดลองอื่น (11.85 ± 1.75 - 12.03 ± 1.52 เซนติเมตร และ 29.96 ± 14.99 - 30.10 ± 14.06 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงว่า การเลี้ยงปลาหมอเพศเมียล้วนควรให้ผลผลิตดีกว่าการเลี้ยงปลาหมอแบบกะเพศ ดังนั้นการผลิตลูกปลาหมอเพศเมียขนาด 2-3 เซนติเมตร ของวิธีที่ 1 และ 2 ประมาณ 0.50 และ 0.60 บาทต่อตัวตามลำดับ

คำสำคัญ: ปลาหมอ การแปลงเพศ

*ผู้รับผิดชอบ : ๑๒/๓๕ หมู่ ๘ ต.ทุ่งคา อ.เมือง จ.ชุมพร ๘๖๑๐๐ โทร.๐ ๙๙๕๐ ๕๓๑๘

e-mail : cpngenetics@thaimail.com

Study of 17β -estradiol Hormone on Feminization of Climbing Perch, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)

Suchat Jul-a-dung * and Kridsanupan Komanpririn

Chumphon Fisheries Test and Research Center

Abstract

Study of 17β -estradiol (EST) effects on feminization of Climbing perch, *Anabas testudineus* (Bloch, 1792), was carried out at Chumphon Fisheries Test and Research Center, Chumphon Province, during October 2005 to September 2006. Results from these studies indicated that there were two effective methods which could make all-female climbing perch. The first method was oral administration of EST to the 2 weeks post-hatch larval fish at 60 mg EST per kg of food for 21 days. The second method was the immersion of 3 days hatched fry in 3 μ g/l EST solution for 3 hours, and then combined with the oral administration of EST in the first method. The two treatments and the control showed % survival rates, respectively as 80.83 ± 12.30 , 69.00 ± 7.77 and 85.83 ± 6.95 , with no significant differences ($p > 0.05$). The 180 days old fish from the first and second methods, that were all-female, showed non-significant differences in growth ($p > 0.05$) respectively as 12.92 ± 1.72 and 13.11 ± 1.64 cm total length and 39.85 ± 16.31 and 41.85 ± 16.75 g body weight. This all-female growth was significantly better ($p < 0.05$) than the growth of mix-sex fish from other experimental treatments (11.85 ± 1.75 - 12.03 ± 1.52 cm total length and 29.96 ± 14.99 - 30.10 ± 14.06 g body weight). So, culture of all-female climbing perch should make more yield than the mix-sex culture. Production cost of the first and second methods respectively were 0.50 and 0.60 bahts per individual of 2-3 cm fish.

Key words: Climbing perch, *Anabas testudineus*; sex reversal

*Corresponding author: 12/35 Moo 8 T.Thungkha, A.Muang, Chumphon 86100 Tel. 0 7750 5318

e-mail : cpngenetics@thaimail.com

คำนำ

ปลาหมอ (climbing perch) เป็นปลาน้ำจืดพื้นบ้านของไทย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) มีถิ่นอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทั่วไปทุกภาคของประเทศ มีรายงานการแพร่กระจายในประเทศจีนตอนใต้ มาเลเซีย ศรีลังกา ฟิลิปปินส์ และหมู่เกาะอินโด-ออสเตรเลีย (Smith, 1945) กรมประมง (2549) รายงานว่า ปี 2547 มีผลผลิตปลาหมอทั้งหมด 10,200 ตัน คิดเป็นมูลค่า 369.3 ล้านบาท เป็นผลผลิตจากแหล่งน้ำธรรมชาติ 7,840 ตัน และจากการเพาะเลี้ยง 2,360 ตัน โดยบริโภคในรูปปลาสด 75.23 % ปลาไร้ 15.21 % ส่วนอีก 9.56 % ทำปลาเค็มตากแห้งและอื่นๆ ปัจจุบันพบว่าปลาหมอเป็นปลาที่ตลาดมีความต้องการมาก โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ เช่น ตลาดตะวันออกกลาง จีน ไต้หวัน เกาหลี และมาเลเซีย มีอุปสงค์ไม่ต่ำกว่า 100 เมตริกตัน/ปี โดยต้องการปลาหมอนขนาดใหญ่ 3-5 ตัว/กิโลกรัม ขณะที่ผลผลิตไม่เพียงพอและไม่แน่นอนที่จะตอบสนองตลาด (สัตว์น้ำจืด, 2547) ปัจจุบันเกษตรกรสนใจเลี้ยงปลาหมอมากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบปัญหา (สันติชัย และอำพร, 2547) ประกอบกับประสบการณ์ในการเพาะเลี้ยงปลาหมอ (สมพงษ์ และคณะ, 2541; อำไพพรรณ และสุชาติ, 2548) พบว่าปลาหมอเพศผู้โตช้าและมีขนาดเล็ก รูปร่างเพรียวยาว ต่างกับปลาหมอเพศเมีย ที่มีการเจริญเติบโตดีกว่าปลาหมอเพศผู้ 2 – 3 เท่า ปลาหมอเพศเมียจึงเป็นที่ต้องการของเกษตรกร

การใช้ฮอร์โมนแปลงเพศตัวน้ำให้เป็นเพศเมีย เพื่อประโยชน์ในการนำไปเป็นแม่พันธุ์หรือเลี้ยงแบบเพศเมียล้วน ได้มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและประสบผลสำเร็จในสัตว์น้ำหลายชนิด โดยวิธีการให้ฮอร์โมนแปลงเพศปลา มีหลายวิธี ได้แก่ การผสมในอาหาร ผังแคปซูล แชนสารละลายฮอร์โมน หรือทั้งการแช่และผสมในอาหารให้กิน ฮอร์โมนที่นิยมใช้แปลงเพศปลาให้เป็นเพศเมีย คือ 17β -estradiol (EST), Ethynylestradiol (EE) และ Diethylstilbestrol (DES) มีรายงานการนำฮอร์โมน 17β -estradiol ไปใช้ในการแปลงเพศปลาให้เป็นเพศเมียได้ผล 100 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ปลาอุกอุย (นวลณี และคณะ, 2537), ปลาสลิด (นวลณี และคณะ, 2538), ปลาหางนกยูง (Kavumparath and Pandian, 1992, 1993) และปลาหมอ (นวลณี และคณะ, 2541)

จากการทดลองแปลงเพศปลาหมอโดย นวลณี และคณะ (2541) ในถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 30 ลิตร ลูกปลาเริ่มต้น 30 ตัวต่อถัง โดยการแช่ลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ ในน้ำที่ผสมฮอร์โมน 17β -estradiol ความเข้มข้น 75 ไมโครกรัม/ลิตร เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ได้ปลาหมอเพศเมีย 100 เปอร์เซ็นต์ แต่มีอัตราการรอดเฉลี่ย 36.67 ± 3.33 เปอร์เซ็นต์ และมีต้นทุนการผลิต 6.01 บาท/ตัว ซึ่งจัดว่าเป็นต้นทุนที่สูง ประกอบกับการทดลองจัดการให้ปลาหมอมิโครโมโซม 2 ชุด โดยได้รับจากแม่พันธุ์เพียงฝ่ายเดียว พบว่าปลาหมอน่าจะมีระบบการควบคุมเพศแบบ ZW (heterogametic) ในเพศเมีย และ ZZ (homogametic) ในเพศผู้ (สุชาติ และคณะ, 2550) ทำให้ไม่สามารถผลิตพ่อพันธุ์ปลาหมอนีโอเมล เพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงแบบเพศเมียทั้งหมดได้ งานวิจัยนี้จึงคิดพัฒนาวิธีการแปลงเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมียโดยใช้ฮอร์โมน 17β -estradiol เพื่อให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตปลาหมอเพศเมีย และลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการแปลงเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมีย โดยใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol (EST)
2. เพื่อศึกษาผลของฮอร์โมน 17 β -estradiol ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการตาย
3. เพื่อศึกษาค้นทุนการผลิตปลาหมอแปลงเพศ

วิธีดำเนินการ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2549 ณ ศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำชุมพร

ในการเปลี่ยนเพศปลาให้ได้สมบูรณ์รวมถึงการเปลี่ยนโครงสร้างนั้น Yamamoto (1969) ได้กล่าวไว้ว่าต้องให้ปลาเริ่มได้รับฮอร์โมนเพศในขณะที่ยังไม่เกิดความแตกต่างของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย และต้องกระทำต่อเนื่องจนเลยชั้นที่สามารถแยกเซลล์สืบพันธุ์ระหว่างเพศได้ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้กำหนดใช้ฮอร์โมนที่อายุ 2 สัปดาห์ ดังมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (treatment) แต่ละชุดการทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ (replication) ดังนี้

1.1 ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม อนุบาลลูกปลาด้วยโรติเฟอร์และไรแดง จนอายุ 2 สัปดาห์ จึงให้กินอาหารกึ่งเบอร์ศูนย์ โปรตีน 40 % นาน 21 วัน

1.2 ชุดการทดลองที่ 2 ชุดลูกปลาอายุ 3 วัน ในฮอร์โมน EST 3 ไมโครกรัมต่อลิตร นาน 3 ชั่วโมง อนุบาลลูกปลาด้วยโรติเฟอร์และไรแดง จนอายุ 2 สัปดาห์ จึงให้กินอาหารกึ่งเบอร์ศูนย์ โปรตีน 40% นาน 21 วัน

1.3 ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปลาด้วยโรติเฟอร์และไรแดง จนอายุ 2 สัปดาห์ จึงให้กินอาหารกึ่งเบอร์ศูนย์ โปรตีน 40 % ผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน

1.4 ชุดการทดลองที่ 4 ชุดลูกปลาอายุ 3 วัน ในฮอร์โมน EST 3 ไมโครกรัมต่อลิตร นาน 3 ชั่วโมง แล้วอนุบาลลูกปลาด้วยโรติเฟอร์และไรแดง จนอายุ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงให้กินอาหารกึ่งเบอร์ศูนย์ โปรตีน 40 % ผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน

2. วิธีการเพาะเลี้ยง

2.1 ดำเนินการเพาะพันธุ์ด้วยวิธีการฉีดฮอร์โมน buserelin acetate ร่วมกับ domperidone เพียงครั้งเดียว แล้วปล่อยให้ผสมพันธุ์กันเอง โดยปลาเพศเมียฉีดในอัตรา buserelin acetate 20 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับ domperidone 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ส่วนปลาเพศผู้ฉีดใน

อัตรา buserelin acetate 5 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับ domperidone 5 มิลลิกรัมต่อ น้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม หลังจากนั้นประมาณ 6–9 ชั่วโมง พ่อแม่พันธุ์ปลาหมอกก็ผสมพันธุ์วางไข่ จึงย้ายพ่อแม่ปลาออกและปล่อยให้ไข่ปลาฟักออกเป็นตัว

2.2 สุ่มลูกปลาหมอระยะถุงไข่แดงยุบ อายุประมาณ 3-5 วัน ไปอนุบาลในบ่อคอนกรีต ขนาด 2 x 5 x 0.4 เมตร จำนวน 2 บ่อๆ ละ 5,000 ตัว โดยลูกปลาบ่อที่ 1 ใช้กับการทดลองชุดที่ 1 และ 3 ส่วนลูกปลาบ่อที่ 2 นำไปแช่ฮอร์โมน EST ความเข้มข้น 3 ไมโครกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนลงบ่ออนุบาล ซึ่งใช้กับการทดลองชุดที่ 2 และ 4 ในการอนุบาลลูกปลาหมอทั้ง 2 บ่อดังกล่าวให้โรติเฟอร์และไรแดงเป็นอาหารจน อายุ 2 สัปดาห์ จึงสุ่มลูกปลาลงตามชุดการทดลองข้างต้น

2.2.1 ชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นชุดควบคุม สุ่มลูกปลาจากบ่ออนุบาลที่ 1 อนุบาลในถังไฟเบอร์ที่เตรียมไว้ จำนวน 3 ถัง ถังละ 400 ตัว ให้ลูกปลากินอาหารกึ่งเบอร์ 0 ระดับโปรตีน 40% ให้กินจนอิ่ม ระยะเวลา 21 วัน

2.2.2 ชุดการทดลองที่ 2 สุ่มลูกปลาจากบ่ออนุบาลที่ 2 อนุบาลในถังไฟเบอร์ที่เตรียมไว้ จำนวน 3 ถัง ถังละ 400 ตัว ให้ลูกปลากินอาหารกึ่งเบอร์ 0 ระดับโปรตีน 40% ให้กินจนอิ่ม เป็นระยะเวลา 21 วัน

2.2.3 ชุดการทดลองที่ 3 สุ่มลูกปลาจากบ่ออนุบาลที่ 1 อนุบาลในถังไฟเบอร์ที่เตรียมไว้ จำนวน 3 ถัง ถังละ 400 ให้ลูกปลากินอาหารกึ่งเบอร์ 0 ผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ให้กินจนอิ่ม เป็นระยะเวลา 21 วัน

2.2.4 ชุดการทดลองที่ 4 สุ่มลูกปลาจากบ่ออนุบาลที่ 2 อนุบาลในถังไฟเบอร์ที่เตรียมไว้ จำนวน 3 ถัง ถังละ 400 ตัว ให้ลูกปลากินอาหารกึ่งเบอร์ 0 ผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ให้กินจนอิ่ม เป็นระยะเวลา 21 วัน

2.3 เมื่อสิ้นสุดการให้ฮอร์โมน สุ่มวัดความยาว (total length) และชั่งน้ำหนัก (body weight) ของปลาแต่ละถัง จำนวน 50 ตัวต่อถัง และตรวจสอบอัตราการรอดตาย

2.4 สุ่มลูกปลาจำนวน 80 ตัวของแต่ละซ้ำ ไปทดลองเลี้ยงในกระชัง ขนาด 1x1x1.5 เมตร เป็น ระยะเวลา 180 วัน

2.5 การเก็บข้อมูล

เมื่อปลาอายุ 180 วัน ตรวจสอบเพศโดยดูลักษณะภายนอกของปลาที่รอดตายทั้งหมด ซึ่งเพศเมียตัวโตอ้วนป้อมกว่าปลาเพศผู้ ท้องอูม ดึงเพศกลมแดง เพศผู้ลำตัวยาวเรียว ดึงเพศเรียวรีดเบาๆ มีน้ำเชื้อสีขาวขุ่น ตรวจสอบอัตราการรอดตาย เก็บตัวอย่างปลาทุกตัวมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาว และเก็บตัวอย่างอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) ของปลาทั้ง 2 เพศ เพศละ 10 ตัวของแต่ละซ้ำ มาชั่งน้ำหนักเพื่อกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ต่อน้ำหนักตัว (Gonadosomatic index, GSI)

2.6 คำนวณต้นทุนในการผลิตปลาหมอที่อายุ 35 วัน ขนาด 2–3 เซนติเมตร ในแต่ละชุดทดลอง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ความยาว น้ำหนัก อัตราอดตาย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ต่อน้ำหนักตัว (GSI) และอัตราส่วนเพศเมีย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SYSTAT (Wilkinson *et al.*, 1992) โดยข้อมูลที่เป็นค่าเปอร์เซ็นต์จะถูกแปลงเป็น Arcsine ตามวิธีการของ Sokal and Rohlf (1981) เพื่อปรับให้ข้อมูลมีการกระจายแบบ normal distribution ก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ และ เมื่อพบว่ามีความแตกต่างระหว่างชุดทดลอง ที่ระดับอย่างน้อยที่สุด $P < 0.05$ แล้วจึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง โดยวิธี Tukey HSD multiple comparisons ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SYSTAT (Wilkinson *et al.*, 1992)

ผลการศึกษา

1. วิธีการแปลงเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมีย โดยใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol

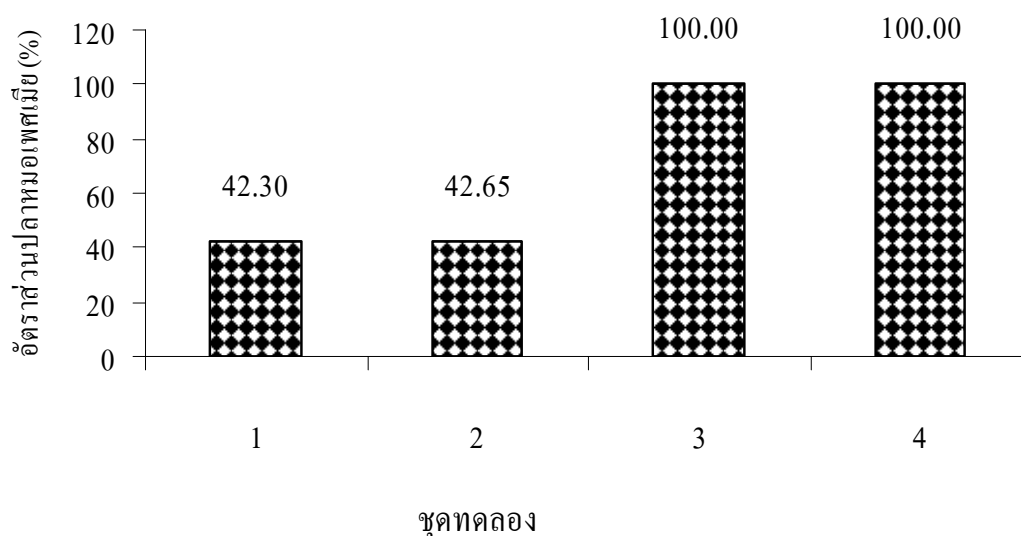
เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนเพศเมียเฉลี่ย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยปลาหมอชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้กินอาหารผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน และชุดการทดลองที่ 4 แخذลูกปลาหมอด้วยฮอร์โมน EST 3 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 3 ชั่วโมง ก่อน แล้วอนุบาลด้วยอาหารผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน มีผลทำให้ปลาหมอถูกแปลงเป็นเพศเมีย 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกับชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ที่ให้อัตราส่วนเพศเมียเฉลี่ย 42.30 ± 0.99 และ 42.65 ± 9.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวและน้ำหนักของปลาหมอ เมื่อเลี้ยงครบ 180 วัน ปรากฏว่าเป็นไปในทางเดียวกัน (ตารางที่ 2) คือชุดการทดลองที่ 3 และ 4 ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ที่อนุบาลด้วยอาหารไม่ได้ผสมฮอร์โมนก็ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน แต่ชุดการทดลองที่ 3 และ 4 ให้ผลแตกต่างจากชุดการทดลองที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ต่อน้ำหนักตัว (%GSI) (ตารางที่ 1) ในปลาเพศเมีย ปรากฏว่า ชุดการทดลองที่ 4 มีค่า %GSI เฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 7.52 ± 7.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย %GSI ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ 15.42 ± 6.81 , 21.79 ± 12.47 และ 12.70 ± 5.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในปลาเพศผู้พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ต่อน้ำหนักตัว (%GSI) ของชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ย 1.13 ± 0.39 และ 1.14 ± 0.44 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างจากชุดการทดลองที่ 3 และ 4 ซึ่งไม่มีปลาเพศผู้เลย (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1 และ ตารางผนวกที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 1 อัตราส่วนเพศเมีย (%) และค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ (gonadosomatic index, GSI) ของปลาหมอในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 180 วัน

ชุดทดลอง	อัตราส่วนเพศเมีย (%)	ค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ (%)	
		เพศเมีย	เพศผู้
1	42.30 $\pm$ 0.99 ^b	15.42 $\pm$ 6.81 ^a	1.13 $\pm$ 0.39 ^a
2	42.65 $\pm$ 9.53 ^b	21.79 $\pm$ 12.47 ^a	1.14 $\pm$ 0.44 ^a
3	100.00 $\pm$ 0.00 ^a	12.70 $\pm$ 5.94 ^a	0.00 $\pm$ 0.00 ^b
4	100.00 $\pm$ 0.00 ^a	7.52 $\pm$ 7.55 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$



ภาพที่ 1 อัตราส่วนปลาหมอเพศเมียในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย

2. ผลของฮอร์โมน 17 β -estradiol ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการตาย

จากการทดลองเปลี่ยนเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมีย โดยใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol (EST) ด้วยวิธีการต่างๆ กับลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ พบว่า เมื่ออนุบาลครบ 21 วัน (ตารางที่ 2) ลูกปลาหมอ มีความยาวเฉลี่ย 2.60 $\pm$ 0.58, 2.81 $\pm$ 0.45, 2.59 $\pm$ 0.44 และ 2.83 $\pm$ 0.59 เซนติเมตร ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาว พบว่าความยาวของลูกปลาหมอรหว่างชุดการทดลองที่ 1 และ 3 และระหว่าง 2 และ 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ความยาวของลูกปลาหมอชุดการทดลองที่ 1 และ 3 แตกต่างจากชุดการ

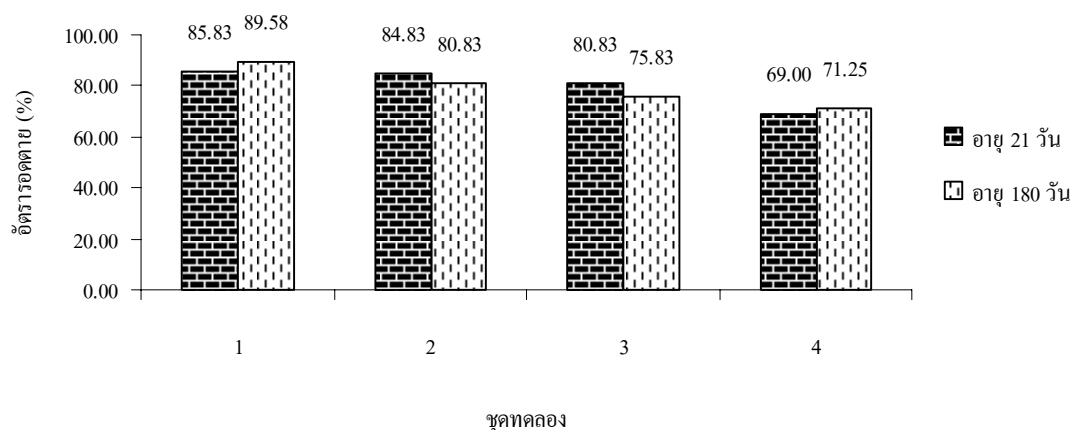
ทดลองที่ 2 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยของชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 คือ 0.40 ± 0.31 , 0.44 ± 0.26 , 0.33 ± 0.16 และ 0.47 ± 0.42 กรัม ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักของลูกปลาหมอรหว่างชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 4 และระหว่าง 1 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่น้ำหนักของลูกปลาหมอรชุดการทดลองที่ 3 แตกต่างจากชุดการทดลองที่ 2 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับอัตราการตายเฉลี่ยของลูกปลาเมื่ออายุครบ 21 วัน มีค่า 85.83 ± 6.95 , 84.83 ± 3.57 , 80.83 ± 12.30 และ 69.00 ± 7.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2 และตารางผนวกที่ 1, 2 และ 3)

เมื่อเลี้ยงครบ 180 วัน พบว่าปลาหมอรชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอัตราการตายเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่า 89.58 ± 4.39 , 80.83 ± 7.11 , 75.83 ± 5.91 และ 71.25 ± 15.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีความยาวเฉลี่ย 11.85 ± 1.75 , 12.03 ± 1.52 , 12.92 ± 1.72 และ 13.11 ± 1.64 เซนติเมตร ตามลำดับ และ มีน้ำหนักเฉลี่ย 29.96 ± 14.99 , 30.10 ± 14.06 , 39.85 ± 16.31 และ 41.85 ± 16.75 กรัม ตามลำดับ ซึ่งพบว่าความยาวเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลอง มีความแตกต่างที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 3 และ 4 แต่ชุดการทดลองที่ 1 และ 2 แตกต่างจาก 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2 และตารางผนวกที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (ซม.) น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และอัตราการตาย (%) ของปลาหมอรในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 21 วัน และ อายุ 180 วัน

ชุดทดลอง	อายุ 21 วัน			อายุ 180 วัน		
	ความยาวเฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	อัตราการตาย (%)	ความยาวเฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	อัตราการตาย (%)
1	2.60 ± 0.58^b	0.40 ± 0.31^{ab}	85.83 ± 6.95^{ns}	11.85 ± 1.75^b	29.96 ± 14.99^b	89.58 ± 4.39^{ns}
2	2.81 ± 0.45^a	0.44 ± 0.26^a	84.83 ± 3.57^{ns}	12.03 ± 1.52^b	30.10 ± 14.06^b	80.83 ± 7.11^{ns}
3	2.59 ± 0.44^b	0.33 ± 0.16^b	80.83 ± 12.30^{ns}	12.92 ± 1.72^a	39.85 ± 16.31^a	75.83 ± 5.91^{ns}
4	2.83 ± 0.59^a	0.47 ± 0.42^a	69.00 ± 7.77^{ns}	13.11 ± 1.64^a	41.85 ± 16.75^a	71.25 ± 15.96^{ns}

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$



ภาพที่ 2 อัตราออดตายของปลาหมอในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมียที่อายุ 21 วัน และ อายุ 180 วัน

3. ต้นทุนการผลิตปลาหมอแปลงเพศ

ต้นทุนการผลิตลูกปลาหมออายุ 35 วัน ขนาด 2 – 3 เซนติเมตร ในชุดทดลองต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยชุดทดลองที่ 1-4 มีต้นทุนการผลิตลูกปลาหมอรวมเพศเฉลี่ย 0.24, 0.25, 0.50 และ 0.60 บาท/ตัว ตามลำดับ และมีต้นทุนการผลิตลูกปลาหมอเพศเมียเฉลี่ย 0.56, 0.59, 0.50 และ 0.60 บาท/ตัว ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ต้นทุนการผลิตลูกปลาหมอที่อายุ 35 วันในทุกชุดทดลอง ทั้งที่ใช้และไม่ใช้ฮอร์โมนแปลงเพศ 17β -estradiol

รายการ	ชุดทดลองที่			
	1	2	3	4
1. ค่าพันธุ์ปลา (บาท)	60	60	60	60
2. ค่าฮอร์โมน (บาท)	0	12.04	241.2	253.24
3. ค่าโรติเฟอร์และไรแดง (บาท)	25	25	25	25
4. ค่าอาหาร 3 กก. (บาท)	105	105	105	105
5. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ (บาท)	52.5	52.5	52.5	52.5
6. รวมค่าใช้จ่าย (บาท)	242.50	254.54	483.70	495.74
7. จำนวนลูกปลาที่ผลิตได้ทั้งหมด (ตัว)	1,030	1,018	970	828
8. จำนวนลูกปลาเพศเมียที่ผลิตได้ (ตัว)	436	434	970	828
9. ต้นทุนการผลิตปลาหมอรวมเพศเฉลี่ย (บาท/ตัว)	0.24	0.25	0.50	0.60
10. ต้นทุนการผลิตปลาหมอเพศเมียเฉลี่ย (บาท/ตัว)	0.56	0.59	0.50	0.60

หมายเหตุ

1. ค่าลูกปลาหมอระยะถุงไข่แดงยุบ 0.05 บาท/ตัว รวม 1,200 ตัว/ชุดทดลอง หรือ 60 บาท/ชุดทดลอง
2. ค่าฮอร์โมน 17 β -estradiol ราคากรัมละ 1,337.50 บาท
3. ค่าอาหารปลา 35 บาทต่อกิโลกรัม รวม 3 กิโลกรัมต่อชุดทดลอง หรือ 105 บาทต่อชุดทดลอง
4. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ เป็นต้น วันละ 1.5 บาท 35 วัน
5. ไม่รวมค่าแรงงานและต้นทุนคงที่

วิจารณ์สรุป

ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ฮอร์โมน 17 β -estradiol (EST) มีผลในการแปลงเพศปลาหมอให้เป็นเพศเมีย วิธีที่มีประสิทธิภาพในการผลิตปลาหมอเพศเมียในการศึกษานี้ คือสามารถผลิตปลาหมอเพศเมียได้ 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และมีต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 0.50-0.60 บาท/ตัว ได้แก่ ชุดทดลองที่ 3 การอนุบาลลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ ด้วยอาหารผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน และชุดทดลองที่ 4 ใช้ลูกปลาหมอด้วยฮอร์โมน EST 3 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 3 ชั่วโมงก่อน แล้วจึงอนุบาลด้วยอาหารผสมฮอร์โมน EST 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นาน 21 วัน ซึ่งทั้ง 2 วิธีมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีของ นวลณิ และคณะ (2541) ที่ใช้ลูกปลาหมออายุ 2 สัปดาห์ ในน้ำที่ผสมฮอร์โมน 17 β -estradiol ความเข้มข้น 75 ไมโครกรัม/ลิตร เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งถึงแม้จะได้ปลาหมอเพศเมีย 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็มีอัตราการรอดเฉลี่ยเพียง 36.67 ± 3.33 เปอร์เซ็นต์ และมีต้นทุนการผลิตสูงถึง 6.01 บาท/ตัว

ค่าดัชนีความสัมพันธ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ (GSI) พบว่าทั้งปลาเพศผู้และเพศเมียทุกชุดการทดลองอยู่ในเกณฑ์ปกติคือเฉลี่ยร้อยละ 1.13 ± 0.39 ถึง 21.79 ± 12.47 สอดคล้องกับ สันติชัย และอำพร (2547) ซึ่งพบว่าปลาหมามีค่า GSI เฉลี่ยร้อยละ 0.20 – 16.13 แสดงว่าปลาหมอทุกชุดการทดลองสามารถผสมพันธุ์ได้

ผลของฮอร์โมน EST ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย พบว่าที่ชุดการทดลอง ที่ 3 และ 4 ซึ่งปลาหมอเปลี่ยนเป็นเพศเมีย 100 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตด้านความยาวและน้ำหนักมากกว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีปลาทั้ง 2 เพศ อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าปลาหมอเพศเมียมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าปลาหมอเพศผู้อย่างชัดเจน ส่วนอัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ต้นทุนการผลิตลูกปลาหมออายุ 35 วัน ขนาด 2 – 3 เซนติเมตร ในชุดทดลองที่ 1 มีต้นทุนการผลิตลูกปลาหมอรวมเพศเฉลี่ย 0.24 บาท/ตัว ซึ่งใกล้เคียงกับประกาศราคาจำหน่ายพันธุ์ปลาหมอของกรมประมงที่จำหน่ายปลาหมอรวมเพศตัวละ 0.25 บาท/ตัว แต่ราคาดังกล่าวเป็นราคาที่ยังไม่ได้รวมค่าแรงงาน และต้นทุนคงที่อื่นๆ ดังนั้น ราคาที่กรมประมงตั้งไว้สำหรับจำหน่ายปลาหมอรวมเพศในปัจจุบัน จึงน่าจะเป็นราคาที่ต่ำกว่าต้นทุนการผลิตจริง

ชุดทดลองที่ 3 และ 4 ถึงแม้จะให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาในเรื่องต้นทุนการผลิตคือ ชุดทดลองที่ 3 มีต้นทุนการผลิตที่ 0.50 บาท/ตัว แต่ชุดทดลองที่ 4 อยู่ที่ 0.60 บาท/ตัว รวมทั้งในเรื่องขั้นตอนการดำเนินงานและการสูญเสียฮอร์โมนสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งในชุดทดลองที่ 4 มีขั้นตอนการแช่ลูกปลาในสารละลายฮอร์โมนนาน 3 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากวิธีการในชุดทดลองที่ 3 แต่ให้ผลไม่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงควรเลือกใช้วิธีการในชุดทดลองที่ 3 มากกว่าชุดทดลองที่ 4

ข้อเสนอแนะ

1. เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตปลาหมอบรวมเพศ โดยรวมค่าแรงงาน และต้นทุนคงที่อื่นๆ จะพบว่า ปลาหมอบ ขนาด 2 – 3 ซม. น่าจะมีต้นทุนการผลิตสูงกว่า 0.25 บาท/ตัว อย่างแน่นอน ดังนั้นกรมประมงจึงควรตั้งราคาที่สูงกว่า 0.25 บาท/ตัว
2. เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตปลาหมอบเพศเมียล้วน โดยรวมค่าแรงงาน และต้นทุนคงที่อื่นๆ จะพบว่าปลาหมอบ ขนาด 2 – 3 ซม. มีต้นทุนการผลิตสูงกว่า 0.50 บาท/ตัว ดังนั้นหากกรมประมงจะตั้งราคาปลาหมอบเพศเมียล้วนควรตั้งราคาที่สูงกว่า 0.50 บาท/ตัว
3. ควรส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงปลาหมอบเพศเมียล้วน เพราะมีการเจริญเติบโตที่เร็วกว่า และได้ผลผลิตสูงกว่าเลี้ยงปลาหมอบแบบรวมเพศ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ คณะกรรมการของสถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ ที่ได้ให้คำปรึกษา และข้อคิดเห็นต่างๆ จนทำให้รายงานฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำชุมพรทุกท่าน ที่ได้ให้การช่วยเหลืองานวิจัยนี้สำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2549. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2547. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2549. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง. 91 หน้า.

นวลมณี พงศ์ธนา, พุทธิรัตน์ เบ้าประเสริฐกุล, อุไร เรืองณรงค์ และ มัลลิกา นิโรธ. 2537. การควบคุมเพศปลาตุ๊กตาให้เป็นเพศเมียทั้งหมด. วารสารการประมง 47(1):11-20.

นวลมณี พงศ์ธนา, พุทธิรัตน์ เบ้าประเสริฐกุล และ บัญชา ทองมี. 2538. การใช้ฮอร์โมนในการผลิตปลาผลิตเพศเมีย. รายงานการสัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2538, กรมประมง. หน้า 11-29.

- นวลมนี พงษ์ธนา, มัลลิกา นิโรธ และ ครรชิต วัฒนาคิลกุล. 2541. การควบคุมเพศปลาหมอไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 20/2541. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 22 หน้า.
- สันติชัย รังสิยาภิรมย์ และ อำพร ศักดิ์เศรษฐ. 2547. ชีวิตวิทยาบางประการของปลาหมอ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 50/2547. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 59 หน้า.
- สัตว์น้ำจืด. 2547. ปลาหมอ ไซค์ใหญ่ ตลาตยังโต. วารสารสัตว์น้ำ 15(173): 119-126.
- สมพงษ์ คุณย์จินดาขบาพร, พรชัย จารุรัตน์จามร และ สำเนาวั ของสาย. 2541. การเลี้ยงปลาหมอไทยเพื่อการค้า. รายงานวิจัย ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 15 หน้า.
- สุชาติ จุลอคง, เมตตา ทิพย์บรรพต และ สืบพงษ์ ฉัตรมาลัย. 2550. การทดลองจัดการให้ปลาหมอมิโครโมโซม 2 ชุด โดยได้รับจากแม่พันธุ์เพียงฝ่ายเดียว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2550. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ. 17 หน้า.
- อำไพพรรณ ไกรสุรสีห์ และ สุชาติ ไกรสุรสีห์. 2548. การเลี้ยงปลาหมอในกระชังด้วยความหนาแน่นต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 19 หน้า.
- Kavumpurath, S. and T.J. Pandian. 1992. Production of YY male guppy (*Poecilia reticulata*) by endocrine sex reversal and progeny testing. Asian Fisheries Society 5 : 265-276.
- _____. 1993. Production female guppy, *Poecilia reticulata* by endocrine sex reversal and progeny testing. Aquaculture 118 : 183 – 189.
- Smith, H.M. 1945. The freshwater fish of Siam or Thailand. United States Government Printing Office, Washington D.C. 622 pp.
- Sokal, R.R. and F.J.Rohlf. 1981. Biometry. 2nd.Ed. W.H. Freeman and Company. New York.859 p.
- Wilkinson, L.,M. Hill,J.P. Welna and G.K. Birkenbeuel. 1992. SYSTAT for Windows Statistics,Version 5 Edition.Evanston,IL:SYSTAT,Inc. 751 pp.
- Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation. In : W.S. Hoar and D.J. Randall (eds). Fish Physiology Vol III. Academic Press, New York. Pp. 117 – 175.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาว น้ำหนัก และอัตราการรอดของลูกปลาหมอ ในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 21 วัน

Analysis of variance ของความยาวลูกปลาหมอ ที่อายุ 21 วัน

Sources	SS	DF	M.S	F	P
treatment	7.834	3	2.614	9.688	0.000
error	160.841	596	0.27		

Analysis of variance ของน้ำหนักลูกปลาหมอ ที่อายุ 21 วัน

Sources	SS	DF	M.S.	F	P
treatment	1.622	3	0.541	5.86	0.001
error	54.986	596	0.092		

Analysis of variance ของอัตราการรอดตายลูกปลาหมอ ที่อายุ 21 วัน

Sources	SS	DF	M.S.	F	P
treatment	0.139	3	0.046	2.443	0.139
error	0.152	8	0.019		

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาว น้ำหนัก อัตรารอดตาย อัตราส่วนเพศเมีย และ %GSI ปลาหมอ ในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 180 วัน

Analysis of variance ของความยาวปลาหมอ ที่อายุ 180 วัน

Sources	SS	DF	M.S	F	P
treatment	228.68	3	76.227	27.549	0.000
error	2097.335	758	2.767		

Analysis of variance ของน้ำหนักปลาหมอ ที่อายุ 180 วัน

Sources	SS	DF	M.S.	F	P
treatment	22422.589	3	7474.196	31.12	0.000
error	182049.083	758	240.17		

Analysis of variance ของอัตรารอดตายปลาหมอ ที่อายุ 180 วัน

Sources	SS	DF	M.S.	F	P
treatment	0.155	3	0.052	2.098	0.179
error	0.197	8	0.025		

Analysis of variance ของอัตราส่วนปลาหมอ เพศเมีย ที่อายุ 180 วัน

Sources	SS	DF	M.S.	F	P
treatment	3.85	3	1.283	455.586	0.000
error	0.023	8	0.003		

Analysis of variance ของ%GSI ปลาหมอเพศเมีย ที่อายุ 180 วัน

Sources	SS	DF	M.S.	F	P
treatment	0.126	3	0.042	9.859	0.000
error	0.493	116	0.004		

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประชากรเป็นคู่ๆ โดยTukey HSD Multiple Comparisons ของปลาหมอ ในชุดทดลองที่ใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol แปลงเพศให้เป็นเพศเมีย ที่อายุ 21 วัน และ อายุ 180 วัน

Comparisons	P-value							
	อายุ 21 วัน			อายุ 180 วัน				
	ความยาว	น้ำหนัก	อัตราการรอดตาย	ความยาว	น้ำหนัก	อัตราการรอดตาย	อัตราส่วน	% GSI
	(ซม.)	(กรัม)	(%)	(ซม.)	(กรัม)	(%)	เพศเมีย	เพศเมีย
ชุดทดลองที่ 1 & ชุดทดลองที่ 2	0.002	0.625	ns	0.700	1.000	ns	1.000	1.000
ชุดทดลองที่ 1 & ชุดทดลองที่ 3	0.999	0.254	ns	0.000	0.000	ns	0.000	0.345
ชุดทดลองที่ 1 & ชุดทดลองที่ 4	0.001	0.146	ns	0.000	0.000	ns	0.000	0.000
ชุดทดลองที่ 2 & ชุดทดลองที่ 3	0.001	0.012	ns	0.000	0.000	ns	0.000	0.349
ชุดทดลองที่ 2 & ชุดทดลองที่ 4	0.984	0.795	ns	0.000	0.000	ns	0.000	0.000
ชุดทดลองที่ 3 & ชุดทดลองที่ 4	0.000	0.000	ns	0.706	0.618	ns	1.000	0.015