



รายงานการวิจัยและนวัตกรรม
เรื่อง

การผลิตปลาหมอมาลาवी (*Aulonocara* sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male
Production of YY-male of peacock cichlid (*Aulonocara* sp.)

โดย

นายทรงธรรม สว่างนพ และคณะ
กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประจำปีงบประมาณ 2567
(พ.ศ. 2568)



รายงานการวิจัยและนวัตกรรม
เรื่อง

การผลิตปลาหมอมาลาवी (*Aulonocara* sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male
Production of YY-male of peacock cichlid (*Aulonocara* sp.)

คณะผู้วิจัย

นายทรงธรรม สว่างนพ	กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ
นายสมบูรณ์ สุนทรโชติ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ ปทุมธานี
นายชัยศักดิ์ บริบูรณ์	กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประจำปีงบประมาณ 2567
(พ.ศ. 2568)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์และการสนับสนุนจากหลายภาคส่วน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะผู้จัดอบรมการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยรุ่นใหม่ด้านสัตว์เศรษฐกิจ ประจำปี พ.ศ. 2567 และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้ออำนวยให้การดำเนินงานวิจัยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณหน่วยงานต้นสังกัดและผู้บริหารที่ให้การสนับสนุนด้านนโยบาย สถานที่ อุปกรณ์ และทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำเนินการวิจัย รวมถึงขอขอบพระคุณคณะผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุกรรมสัตว์น้ำที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ ซึ่งช่วยยกระดับคุณภาพและความสมบูรณ์ของงานวิจัยฉบับนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะทำงาน ผู้ช่วยวิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือและสนับสนุนการดำเนินงานในทุกขั้นตอน จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมปลาสวยงามของประเทศต่อไป

คณะผู้วิจัย

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ชื่อโครงการวิจัย (ไทย) การผลิตปลาหมอมาลาวิ (*Aulonocara* sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male
(อังกฤษ) Production of YY-male of Peacock cichlid (*Aulonocara* sp.)

ชื่อคณะผู้วิจัย

- ทรงธรรม สว่างนพ (หัวหน้าโครงการ ฯ) กองวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ
Songtham.dof@gmail.com โทร 06-2352-6251
- สมบูรณ์ สุนทรโชติ (ผู้ร่วมโครงการวิจัย) ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ ปทุมธานี
- ชัยศักดิ์ บริบูรณ์ (ผู้ร่วมโครงการวิจัย) กองวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2567 จำนวน 200,000 บาท

แหล่งทุน สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 (นักวิจัยรุ่นใหม่ด้านสัตว์เศรษฐกิจ)

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 18 สิงหาคม 2567 ถึง 17 สิงหาคม 2568

หน่วยงานดำเนินการ กองวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปลาสวยงามเป็นสินค้าเกษตรที่มีมูลค่าสูงและมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจการส่งออกของประเทศไทย โดยปลาหมอมาลาวิเป็นกลุ่มปลาสวยงามที่ตลาดต่างประเทศให้ความนิยมอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ตลาดมีความต้องการปลาเพศผู้เป็นหลัก เนื่องจากมีสีสัน ลวดลาย และพฤติกรรมเด่นชัดกว่า ขณะที่ปลาเพศเมียมีราคาต่ำและเป็นภาระต้นทุนในการเลี้ยง การผลิตปลาสวยงามเพศเดียว โดยเฉพาะปลาเพศผู้ล้วน จึงเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของผลผลิต ลดต้นทุนการเลี้ยงปลาเพศที่ตลาดไม่นิยม และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรการผลิต

โครงการวิจัยนี้มุ่งพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมเพศปลาหมอมาลาวิโดยใช้หลักพันธุศาสตร์ (เทคนิค YY-male) เทคนิคดังกล่าวอาศัยการสร้างพ่อพันธุ์ที่มีโครโมโซมเพศผู้พิเศษ (YY) แล้วนำไปผสมกับแม่พันธุ์ปกติ (XX) เพื่อให้ลูกปลาที่ได้เป็นเพศผู้ทั้งหมดตามหลักการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เพื่อลดการพึ่งพาการใช้ฮอร์โมนในขั้นตอนการผลิตเชิงพาณิชย์ เพิ่มสัดส่วนผลผลิตที่ตลาดต้องการ และยกระดับปลาหมอมาลาวิให้เป็น “สัตว์น้ำเศรษฐกิจมูลค่าสูง” ของประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

- เพื่อผลิตปลาหมอมาลาวิให้เป็นเพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male
- เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วน

วิธีดำเนินการโดยสรุป

ดำเนินการเหนี่ยวนำเพศลูกปลาด้วยฮอร์โมน 17 β -estradiol ในระยะต้น จากนั้นนำแม่พันธุ์ที่มีโครโมโซมเพศผู้ (XY) แล้วนำไปผสมกับพ่อพันธุ์ปกติ (XY) เพื่อสร้างพ่อพันธุ์ที่มีโครโมโซมเพศผู้พิเศษ (YY) แล้วนำไปผสมกับแม่พันธุ์ปกติ (XX) เพื่อให้ลูกปลาที่ได้เป็นเพศผู้ทั้งหมดตามหลักการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ใช้การทดสอบลูกหลาน (progeny test) และการวิเคราะห์ทางสถิติ (chi-square) เพื่อยืนยันโครโมโซมเพศของพ่อแม่พันธุ์ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลต้นทุนจริงตลอดกระบวนการผลิต แล้วนำมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์การเพาะเลี้ยง

ผลการวิจัยที่สำคัญ

ผลการทดลองพบว่าสามารถเหนี่ยวนำให้ลูกปลาหมอมาลาวิแสดงลักษณะเพศเมียได้ 100% โดยใช้ฮอร์โมน 17 β -estradiol ในระยะต้นของการพัฒนา อย่างไรก็ตาม ปลาเพศเมียที่สามารถสืบพันธุ์ได้มีเพียง 63.8% จากปลาเพศเมียที่ผ่านการเหนี่ยวนำทั้งหมด และจากการทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมียจำนวน 37 ครอบครัว พบว่า 4 ครอบครัวมีอัตราส่วนเพศลูกปลาใกล้เคียงกับอัตราส่วนทางพันธุกรรม 3:1 ซึ่งบ่งชี้ว่าแม่ปลาอาจมีโครโมโซม XY ซึ่งสามารถใช้เป็นฐานในการคัดเลือกพ่อพันธุ์ YY ได้ เมื่อนำปลาเพศผู้จากครอบครัวดังกล่าวมาทดสอบเป็นพ่อพันธุ์ ไม่พบพ่อปลาตัวใดให้ลูกปลาเพศผู้ 100% โดยพบสัดส่วนเพศผู้สูงสุดเพียง 70–79%

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วนด้วยเทคนิค YY-male พบว่า ต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 96,904.18 บาทต่อปี โดยต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนผันแปร (89%) ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แม้ว่าต้นทุนการผลิตสูงกว่าระบบปกติ (เพิ่มขึ้น 10,545 บาท/ปี หรือ 4.22 บาท/ตัว) แต่การเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้จาก 50% เป็น 75% ส่งผลให้รายได้รวมเพิ่มขึ้นเป็น 200,000 บาท/ปี (เพิ่มขึ้น 8.26%) และกำไรสุทธิเพิ่มขึ้นเป็น 103,095.82 บาท/ปี (เพิ่มขึ้น 16.30%) การเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้จึงส่งผลโดยตรงต่อมูลค่าผลผลิตรวม ซึ่งสอดคล้องกับหลักเศรษฐศาสตร์การผลิต (production economics) ที่ระบุว่า การเพิ่ม “คุณภาพหรือมูลค่าต่อหน่วย” สามารถชดเชยต้นทุนที่เพิ่มขึ้นได้ (Engle 2010, FAO 2018) การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ค่า B/C ratio อยู่ที่ 2.06 และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 1,400 ตัว/ปี ซึ่งต่ำกว่าระดับผลผลิตจริง (2,500 ตัว/ปี) แสดงให้เห็นว่าระบบการผลิตมีความคุ้มค่าและมีความเสี่ยงทางเศรษฐศาสตร์ค่อนข้างต่ำ

โดยสรุป การใช้เทคนิค YY-male มีศักยภาพในการเพิ่มรายได้และกำไรของระบบการผลิตปลาหมอมาลาวิอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนให้เห็นว่าการใช้เทคนิค YY-male มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และมีศักยภาพในการนำไปใช้เชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะในระบบการผลิตระดับกึ่งพาณิชย์ถึงเชิงพาณิชย์ การประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าวในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามในระดับฟาร์ม ยังคงเป็นแนวทางที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมปลาสวยงามในระยะยาว

สรุปงานวิจัย

โดยสรุป งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า แม่น้ำคิต YY-male มีข้อจำกัดเชิงชีววิทยาในการยืนยันพ่อพันธุ์ YY อย่างสมบูรณ์ แต่การประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ในระดับ 70–79% สามารถสร้างผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ชัดเจนและเหมาะสมต่อการขยายผลในระดับฟาร์ม

ประเด็นเชิงนโยบายและการใช้ประโยชน์

เชิงเทคโนโลยี

ผลการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ในระดับฟาร์ม โดยเฉพาะในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาสวยงามที่ต้องการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ซึ่งมีความต้องการของตลาดสูงกว่าเพศเมีย นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้แนวคิด YY-male ยังสามารถช่วยลดการพึ่งพาการใช้ฮอร์โมนในการแปลงเพศปลาในระยะยาว ซึ่งเป็นแนวทางการผลิตที่สอดคล้องกับแนวคิดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เชิงเศรษฐกิจ

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้จึงส่งผลโดยตรงต่อมูลค่าผลผลิตรวม ซึ่งสอดคล้องกับหลักเศรษฐศาสตร์การผลิต (Production Economics) ที่ระบุว่า การเพิ่ม “คุณภาพหรือมูลค่าต่อหน่วย” สามารถชดเชยต้นทุนที่เพิ่มขึ้นได้ (Engle 2010, FAO 2018) เมื่อพิจารณาในด้านกำไรสุทธิ พบว่าการใช้แนวคิด YY-male ทำให้กำไรสุทธิเพิ่มขึ้นจาก 88,640.82 บาท/ปี เป็น 103,095.82 บาท/ปี หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 16.30% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้มีผลต่อกำไรสุทธิในสัดส่วนที่สูงกว่าการเพิ่มของรายได้รวม จึงทำให้ผลกำไรมีการขยายตัวมากกว่าในเชิงร้อยละ ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของการผลิตปลาเพศเดียว (monosex culture) ซึ่งมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหลายชนิด โดยเฉพาะในปลานิล ซึ่งการผลิตปลาเพศผู้ล้วนสามารถช่วยเพิ่มผลผลิต ลดความแปรปรวนของขนาดปลา และเพิ่มผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของเกษตรกรได้อย่างมีนัยสำคัญ (Mair *et al.*, 1997; Phelps and Popma, 2000)

เชิงนโยบายภาครัฐ

ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดแนวทางในการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามของกรมประมง โดยเฉพาะการพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมเพศปลาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมปลาสวยงามของประเทศไทยในตลาดโลก นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดทำโครงการส่งเสริมอาชีพหรือโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาสวยงาม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการและการวิจัยต่อยอด

ควรศึกษาระบบกำหนดเพศของปลาหมอมาลาวิเพิ่มเติม โดยเฉพาะการระบุตำแหน่งยีนที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเพศและปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบโครโมโซม XY และ ZW เพื่อเพิ่มความเข้าใจข้อจำกัดของการประยุกต์ใช้แนวคิด YY-male นอกจากนี้ ควรพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบเพศปลาเพื่อลดระยะเวลาการวิจัยและเพิ่มขนาดตัวอย่างในการทดสอบ progeny test male (ไม่น้อยกว่า 50 ตัวต่อพ่อปลา) เพื่อเพิ่มความแม่นยำทางสถิติ รวมทั้งศึกษาผลกระทบระยะยาวของการเหนี่ยวนำเพศด้วยฮอร์โมนต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์และความอยู่รอดของปลา เพื่อประเมินความเหมาะสมในการนำเทคนิคดังกล่าวไปใช้ในระบบการผลิตอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะเชิงเศรษฐศาสตร์และการประยุกต์ใช้

การประยุกต์ใช้ในระดับฟาร์ม ควรมุ่งเน้นการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ควบคู่กับการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการฟาร์ม เช่น การเพิ่มอัตราการรอด การจัดการอาหาร และการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต รวมทั้งการคัดแยกปลาเพศเมียที่ตลาดไม่นิยมตั้งแต่ระยะต้น เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มกำไรสุทธิ ซึ่งจะช่วยเสริมศักยภาพการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้และสอดคล้องกับแนวโน้มอุตสาหกรรมปลาสวยงามที่เน้นปลาที่มีมูลค่าสูง (FAO, 2018)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการผลิตปลาหมอมาลาวิ (*Aulonocara baenschi*) เพศผู้ล้วนโดยประยุกต์ใช้เทคนิค YY-male และศึกษาต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วน โดยเห็นย่นำเพศด้วยฮอร์โมน 17 β -estradiol (150 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร 28 วัน) จากนั้นตรวจสอบเพศและคัดเลือกปลาเพศเมียที่ได้จากการเห็นย่นำเพศมาทำการทดสอบลูกหลาน (progeny test female) วิเคราะห์อัตราส่วนเพศของลูกปลาโดยใช้สถิติไคสแควร์ (chi-square test) เพื่อคัดเลือกแม่ปลาที่มีแนวโน้มเป็นปลาเพศเมียโครโมโซม XY

ผลการทดลองสามารถเห็นย่นำให้เป็นเพศเมียได้ 100% แต่มีเพียง 63.8% ที่สืบพันธุ์ได้จากการทดสอบ 37 ครอบครัว พบว่า 4 ครอบครัวไม่แตกต่างจากอัตราส่วน 3:1 ($\chi^2_{calc} < 3.84$, $df = 1$, $p > 0.05$; ความเชื่อมั่น 95%) ในขั้นการทดสอบ progeny test male ยังไม่มีพ่อพันธุ์ที่สามารถให้ลูกปลาเพศผู้ได้ 100% ใดๆก็ตาม บางครอบครัวสามารถเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ได้ในระดับ 70–79 % จากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลาวิจำนวน 2,500 ตัว/ปี มีต้นทุนรวม 96,905 บาท/ปี มีรายได้รวมประมาณ 200,000 บาท/ปี และมีกำไรสุทธิเพิ่มขึ้นเป็น 103,096 บาท/ปี โดยมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนอยู่ที่ 2.06 และจุดคุ้มทุนประมาณ 1,400 ตัว/ปี เมื่อจำลองการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้เป็น 75% ตามแนวคิด YY-male พบว่าสามารถเพิ่มกำไรสุทธิได้ประมาณ 16.30%

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเทคนิค YY-male มีศักยภาพในการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้และเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของการผลิตปลาหมอมาลาวิ แม้ว่าการทดลองครั้งนี้ยังไม่สามารถยืนยันการได้พ่อพันธุ์ YY-male อย่างสมบูรณ์ แต่ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาเทคนิคการควบคุมเพศและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปลาสวยงามในอนาคต

คำสำคัญ: ผู้ล้วน ฮอร์โมน ปลาหมอมาลาวิ การกำหนดเพศ ผลตอบแทน

*ผู้รับผิดชอบ: 39 หมู่ 1 ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทร 0 2904 7604

E-mail: Songtham.dof@gmail.com

Abstract

This study aimed to develop an approach for producing all-male Malawi cichlid (*Aulonocara baenschi*) using the YY-male technique and to evaluate the economic feasibility of all-male production. Sex reversal was conducted by feeding larvae with 17 β -estradiol at a concentration of 150 mg kg⁻¹ feed for 28 days. Feminized fish were subsequently sexed and selected for progeny testing (progeny test female). The sex ratio of offspring was analyzed using the chi-square test to identify potential XY females.

The results showed that hormonal treatment produced 100% phenotypic females among surviving fish; however, only 63.8% were reproductively functional. From 37 families tested, four families showed no significant deviation from the expected 3:1 sex ratio ($\chi^2_{\text{calc}} < 3.84$, df = 1, p > 0.05; 95% confidence level), indicating their potential as XY females.

In the progeny test male, no broodstock produced 100% male offspring. Nevertheless, several families showed relatively high male proportions ranging from 70% to 79%.

Economic analysis revealed that the total production cost was approximately 96,905 THB per year, with an annual production of about 2,500 fish. The total revenue was approximately 200,000 THB per year, resulting in a net profit of 103,096 THB per year. The benefit–cost ratio (B/C ratio) was 2.06, and the break-even point was approximately 1,400 fish per year. A simulation scenario with 75% male production based on the YY-male concept increased net profit by approximately 16.30%.

These findings indicate that the YY-male technique has strong potential to increase male proportion and enhance the economic value of Malawi cichlid production. Although a true YY-male broodstock was not confirmed in this study, the results provide a valuable baseline for further development of sex control techniques and improvement of ornamental fish production efficiency in the future.

Keywords: YY-supermale , Hormone, Peacock cichlid, Sex determination, economic return

Corresponding author: 39 Mu 1 ,Khlong 5 Sub-district, Klong Luang District, Pathum Thani Province 12120 Tel. 0 2904 7607 E-mail: Songtham.dof@gmail.com

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
แนวคิดการผลิตปลาเพศเดียวในสัตว์น้ำเศรษฐกิจ	3
แนวคิดการทำเครื่องหมายบนตัวสัตว์น้ำเพื่อการระบุตัวสัตว์น้ำ	4
แนวคิดการศึกษาต้นทุนการผลิต	4
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	6
การเตรียมการทดลอง	6
การเตรียมพันธุ์ปลาทดลอง	6
การทำเครื่องหมายบนตัวสัตว์น้ำเพื่อการระบุตัวสัตว์น้ำ	8
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	8
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	8
การเก็บข้อมูลต้นทุนการผลิตและการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์	9
บทที่ 4 ผลการวิจัย	10
ผลการเหนี่ยวนำเพศลูกปลาหมอมาลาวิ	10
ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมีย (progeny test female)	10
ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศผู้เพื่อคัดเลือกพ่อพันธุ์ YY (progeny test male)	10
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	15
ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลาวิ YY-male	16
บทที่ 5 อภิปรายและวิจารณ์ผล	18
ผลการเหนี่ยวนำเพศลูกปลาหมอมาลาวิ	18
ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมีย (progeny test female)	19
ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศผู้เพื่อคัดเลือกพ่อพันธุ์ YY (progeny test male)	20
ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลาวิ YY-male	21
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	23
สรุปผลการวิจัย	23
ข้อเสนอแนะ	24

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
บรรณานุกรม	25
ภาคผนวก	29
ภาคผนวก ก ภาพกิจกรรมการดำเนินการวิจัย	29
ภาคผนวก ข การทดสอบไคสแควร์ (chi-square test)	30
ภาคผนวก ค สูตรคำนวณที่ใช้ศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน	31
ภาคผนวก ง แบบฟอร์มสรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย 1 หน้ากระดาษ A4 (สำหรับประชาสัมพันธ์)	32
ภาคผนวก จ แบบฟอร์มสรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย 5 บรรทัด (สำหรับเผยแพร่ในระบบ EXPLORE ผ่านทางเว็บไซต์ www.explore.nrct.go.th)	34

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมีย (progeny test female)	11
2	ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศผู้เพื่อคัดเลือกพ่อพันธุ์ YY (progeny test male)	12
3	จำนวนลูกปลาที่ได้จากการทดลอง	14
4	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	15
5	สรุปต้นทุน รายได้ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วน	16
6	ผลตอบแทนจากการปรับสัดส่วนปลาเพศผู้	17

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเตรียมสถานที่ในการทดลอง	6
2	การผลิตปลาหม่อมมาลาवी (<i>Aulonocara</i> sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male	7
3	แสดงตำแหน่งการทำเครื่องหมายบนตัวสัตว์น้ำเพื่อการระบุตัวสัตว์น้ำ	8

นิยามศัพท์เฉพาะ คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

ระบบกำหนดเพศแบบ XY	=	ระบบกำหนดเพศที่เพศผู้มีโครโมโซมเพศเป็น XY และเพศเมียเป็น XX การถ่ายทอดเพศภายใต้ระบบนี้โดยทั่วไปให้สัดส่วนเพศผู้และเพศเมียใกล้เคียงกัน
ระบบกำหนดเพศแบบ ZW	=	ระบบกำหนดเพศที่เพศเมียมีโครโมโซมเพศเป็น ZW และเพศผู้เป็น ZZ ระบบนี้พบในปลาหมอมาลาวิหลายชนิด และอาจทำงานร่วมกับหรือควบคุมระบบ XY ได้ด้วย
YY-male	=	ปลาเพศผู้ที่มีโครโมโซมเพศเป็น YY ซึ่งตามทฤษฎีเมื่อผสมกับปลาเพศเมีย XX ควรให้ลูกเป็นเพศผู้ทั้งหมด แนวคิดนี้ใช้เพื่อเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ในการผลิต
OB (Orange blotch)	=	ลักษณะสีผิวแบบต่างสีส้ม-ดำ ซึ่งพบมากในปลาหมอมาลาวิเพศเมีย และมีความสัมพันธ์กับระบบกำหนดเพศแบบ ZW
progeny test female	=	การทดสอบลูกหลานจากปลาเพศเมีย เพื่อประเมินรูปแบบการถ่ายทอดเพศและคัดเลือกครอบครัวที่มีแนวโน้มเหมาะสมทางพันธุกรรม
progeny test male	=	การทดสอบลูกหลานจากปลาเพศผู้ที่คัดเลือกเป็นพ่อพันธุ์ทดลอง เพื่อประเมินศักยภาพตามแนวคิด YY-male โดยใช้เกณฑ์การให้ลูกเป็นเพศผู้ทั้งหมดเป็นเงื่อนไขในการพิจารณา
Q_m	=	จำนวนปลาตัวผู้ที่ขายได้ (ตัว/ปี)
Q_f	=	จำนวนปลาตัวเมียที่ขายได้ (ตัว/ปี)
P_m	=	ราคาขายปลาเพศผู้เฉลี่ย (บาท/ตัว)
P_f	=	ราคาขายปลาเพศเมียเฉลี่ย (บาท/ตัว)
TR	=	รายได้รวม (total revenue)
TVC	=	ต้นทุนผันแปรรวม (total variable cost)
TFC	=	ต้นทุนคงที่รวม (total fixed cost)
TC	=	ต้นทุนรวม (total cost)
π	=	กำไร (profit)
B/C	=	อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน
BEP	=	จุดคุ้มทุน (break-even point)
DEP	=	ค่าเสื่อม

บทที่ 1 บทนำ

ปลาสวยงามเป็นหนึ่งในสินค้าเกษตรที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจสูงของประเทศไทย โดยมีบทบาทสำคัญทั้งในด้านการสร้างรายได้ การจ้างงาน และการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ เนื่องจากมีปัจจัยพื้นฐานในเรื่องความพร้อมทางศักยภาพการเพาะเลี้ยงและการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีความสวยงามแปลกใหม่ ส่งผลให้ปัจจุบันประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกปลาสวยงามมากกว่า 700 ล้านบาท/ปี และเป็นผู้ส่งออกอันดับ 5 ของโลกโดยมีส่วนแบ่งในตลาดโลกถึง 7.38% (กรมประมง, 2566)

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาอุตสาหกรรมปลาสวยงามของไทยมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะปลาสวยงามน้ำจืดที่มีเอกลักษณ์ด้านสีสันทึ่สวยงามแปลกใหม่ รวมทั้งหน่วยงานของกรมประมงได้มีการตรวจติดตามเฝ้าระวังโรคในฟาร์มที่ขึ้นทะเบียนกับกรมประมง ทำให้สร้างความเชื่อมั่นกับผู้ค้าทั่วโลก ปลาหมอสีมาลาวี (Malawi cichlids) จัดเป็นกลุ่มปลาสวยงามที่มีมูลค่าสูง และมีความต้องการของตลาดอย่างสม่ำเสมอ โดยปลาหมอมาลาวีสายพันธุ์ดั้งเดิมที่เพาะเลี้ยงในประเทศไทยในปริมาณมากส่วนใหญ่เป็นสกุล *Aulonocara* ที่เป็นสายพันธุ์แท้ เช่น มาลาวีแดง มาลาวีน้ำเงิน มาลาวีเหลือง และมาลาวีลูกผสม เช่น มาลาวีห้าสี มาลาวีเผือก (อรุณี, 2565) ปลาหมอมาลาวีสกุล *Aulonocara* เมื่ออยู่รวมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ มีปลาตัวผู้เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่มีสีเข้มกว่า แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการครอบครองอาณาเขต (territorial behavior) ของปลาชนิดนี้ (Konings, 1995; Silva *et al.*, 2021) จึงทำให้ได้รับความนิยมเฉพาะปลาเพศผู้ ซึ่งมีการแสดงออกทางพฤติกรรม สีสันทึ่ และลวดลายที่สวยงามเด่นชัด แตกต่างจากปลาเพศเมียเป็นอย่างมาก

ถึงแม้ในปัจจุบันมีการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ในการแปลงเพศ หรือกระตุ้นให้เกิดสีสันทึ่สวยงาม แต่ปลาที่ได้มีสีสันทึ่สวยงามเพียงระยะสั้น อีกทั้งลักษณะแสดงออกยังไม่เหมือนปลาเพศผู้ปกติตามธรรมชาติ วิธีการให้ฮอร์โมนเพื่อเปลี่ยนเพศปลา มีหลายวิธี ได้แก่ การผสมฮอร์โมนในอาหาร ผังแคปซูล แห่ลูกปลาในสารละลายฮอร์โมน หรือแช่ในฮอร์โมนตอนต้นและเปลี่ยนเป็นให้กินอาหารผสมฮอร์โมนในระยะต่อมา Jessy and Varghese (1988) ทดลองเปลี่ยนเพศปลากัดและปลาสดโดยให้ลูกปลากินอาหารผสมฮอร์โมนและแห่ลูกปลาในสารละลายฮอร์โมน พบว่าสามารถเปลี่ยนเพศปลาให้เป็นเพศผู้ได้ผลดี

การผลิตปลาเพศเดียวโดยวิธีอ้อม ในปลาหลายชนิด เช่น การผลิตลูกปลานิลเพศผู้ที่มีโครโมโซมเพศ XY จากการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์ที่มีโครโมโซม YY กับแม่พันธุ์ปกติที่มีโครโมโซม XX โดยใช้ฮอร์โมนในการสร้างพ่อพันธุ์ที่มีโครโมโซม YY (Tave, 1990; นวลมณี และพุทธรัตน์, 2538) การผลิตลูกปลาเพศเมียที่มีโครโมโซม XX จากการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์ที่มีโครโมโซม XX กับแม่พันธุ์ปกติที่มีโครโมโซม XX โดยใช้กระบวนการไจโนจีเนซิส (gynogenesis) ร่วมกับการใช้ฮอร์โมนในการสร้างพ่อพันธุ์ที่มีโครโมโซมเพศ XX ซึ่งประสบความสำเร็จแล้วในปลาตะเพียนขาวปลา (นวลมณี, 2537) ปลา grass carp (Shelton, 1986) และปลา rainbow trout ซึ่งวิธีนี้ใช้ได้ผลดีกับปลาที่มีระบบการกำหนดเพศเป็นแบบ XX และ XY

จากการศึกษาของ Ser *et al.* (2010) ระบุระบบการกำหนดเพศทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันอย่างน้อยสองระบบในฝูงปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิ ได้แก่ ระบบการกำหนดเพศเฮเทอโรกาเมติกตัวผู้ (XY) และระบบการกำหนดเพศเฮเทอโรกาเมติกตัวเมีย (ZW) พบว่าระบบ XY พบมากในสปีชีส์ *Metriaclicma* ที่ทำการสำรวจ รวมถึงสปีชีส์นอกกลุ่มอย่างปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิ *Aulonocara baenschi* และ *Pseudotropheus polit* แสดงการกำหนดเพศ XY ด้วย

จากการที่ปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิ ปลาสกุล *Aulonocara* เป็นปลาที่ตลาดให้ความนิยมเป็นพิเศษ เนื่องจากปลาเพศผู้มีสีสัน ลวดลาย และพฤติกรรมการแสดงอาณาเขตที่เด่นชัดกว่าปลาเพศเมียอย่างชัดเจน ส่งผลให้ปลาตัวผู้มีราคาจำหน่ายสูงกว่า ในขณะที่ปลาเพศเมียมักมีสีสันจืด โดดช้ำกว่า และมีความต้องการในตลาดต่ำกว่าการผลิตปลาสวยงามเพศเดียว โดยเฉพาะปลาเพศผู้ล้วน จึงเป็นแนวทางทางเลือกที่ได้รับการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในสัตว์น้ำเศรษฐกิจหลายชนิด ในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของผลผลิต ลดต้นทุนการเลี้ยงปลาเพศที่ตลาดไม่นิยม และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรการผลิต ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะผลิตปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิให้เป็นเพศผู้ล้วน โดยใช้เทคนิค YY-male เพื่อสร้างพ่อพันธุ์ปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิที่มีโครโมโซมเพศผู้พิเศษ (YY) แล้วนำไปผสมกับแม่พันธุ์ปกติ (XX) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้ผลผลิตเป็นปลาเพศผู้ล้วน (Tave , 1990) หลีกเลี่ยงการใช้ฮอร์โมนในการแปลงเพศปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยง และเป็นการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มศักยภาพและมูลค่าในการส่งออกปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิในอนาคต ประกอบกับปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิเป็นสัตว์น้ำสวยงามน้ำจืดที่สำคัญ ได้รับความนิยมในต่างประเทศ เป็นสินค้าปลาสวยงามที่มีมูลค่าการส่งออกอยู่ในอันดับต้นๆ มาหลาย 10 ปี ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาสภาพสังคมเศรษฐกิจ ต้นทุนผลิตปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิให้เป็นเพศผู้ล้วน และผลตอบแทนของการเลี้ยงปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิเพศผู้ล้วน เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนที่สำคัญ ประกอบการตัดสินใจของเกษตรกรและผู้สนใจ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการการเลี้ยงปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิเพื่อลดต้นทุน เพิ่มมูลค่าผลผลิต และวางแผนการผลิต นอกจากนี้ กรมประมงสามารถนำมาใช้ประกอบการส่งเสริมพัฒนาอาชีพการเลี้ยงปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิ ใช้แนวทางการตลาดนำการผลิต ด้วยศักยภาพการผลิต และการตลาดที่แข่งขันได้ อย่างสอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพสังคมเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลง เพิ่มศักยภาพและมูลค่าในการส่งออกปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อผลิตปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิให้เป็นเพศผู้ล้วน โดยใช้เทคนิค YY-male
2. เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิเพศผู้ล้วน

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

แนวความคิดการผลิตปลาเพศเดียวในสัตว์น้ำเศรษฐกิจ

การใช้ฮอร์โมนในการเปลี่ยนเพศปลาเป็นเรื่องที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจศึกษากันมานานแล้วเท่าที่มีรายงานพบว่ามีปลามากกว่า 47 ชนิด (species) ใน 15 วงศ์ (family) และใช้ฮอร์โมนเพศ 31 ชนิด เป็น androgen steroid 16 ชนิด และ estrogen steroid 15 ชนิด (Pandian and Sheela, 1995)

การศึกษาในระยะแรกแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบควบคุมเพศปลาแต่ในเวลาต่อมามีการประยุกต์ความรู้เพื่อเพิ่มผลผลิตและตอบสนองความต้องการของตลาดโดยการควบคุมเพศปลาเพื่อให้ได้เพศใดเพศหนึ่งหรือผลิตปลาเพศเดียว (monosex) ซึ่งเป็นการทดลองทั้งในปลาเพื่อการบริโภคและปลาสวยงาม ในปลาสวยงามสำคัญมากเพราะต้องการเฉพาะปลาเพศผู้โดยเฉพาะปลาในวงศ์ Poeciliidae (Takahashi, 1975)

ระบบควบคุมเพศของปลาโดยโครโมโซมที่รู้จักกันได้แก่ระบบ XX : XY คือเพศเมียมีโครโมโซมเป็น XX และเพศผู้มีโครโมโซมเป็น XY ซึ่งพบในปลาแสงจันทร์ (นวลมณี และคณะ, 2541) ปลาไนและปลาเฉา (Golovinskaya *et al.*, 1974) ปลาดุกอูย (Na -Nakorn, 1995) และปลานิล (Jalaberrt *et al.*, 1974) เป็นต้น ซึ่งจากการค้นคว้าระบบควบคุมเพศดังกล่าว ทำให้สามารถหาวิธีที่เหมาะสมในการควบคุมเพศปลาแต่ละชนิด เช่น การผลิตลูกปลาเพศผู้ล้วนที่มีโครโมโซม XY จากการผสมพันธุ์ระหว่างแม่พันธุ์ปกติที่มีโครโมโซม XX กับพ่อพันธุ์ซูเปอร์แมลที่มีโครโมโซมเพศ YY ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยใช้ฮอร์โมน (นวลมณี และพุทธรัตน์ 2538; Tave, 1990)

จากการศึกษาของ Ser *et al.* (2010) ระบบการกำหนดเพศทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันอย่างน้อยสองระบบในฝูงปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิ ได้แก่ ระบบการกำหนดเพศเฮเทอโรกามาติกตัวผู้ (XY) และระบบการกำหนดเพศเฮเทอโรกามาติกตัวเมีย (ZW) พบว่าระบบ XY พบมากในสปีชีส์ *Metriaclima* ที่ทำการสำรวจ รวมถึงสปีชีส์นอกกลุ่มอย่างปลาหมอมาลาวิ *Aulonocara baenschi* และ *Pseudotropheus polit* แสดงการกำหนดเพศ XY ด้วย

Heule *et al.* (2014) ศึกษาการกำหนดเพศโดยใช้ 17α -ethynyl estradiol กับ ปลาหมออัฟริกัน *Astatotilapia burtoni* เพื่อการทำให้เป็นเพศเมีย โดยละลาย 17α -ethynyl estradiol 15 มิลลิกรัม ในเอทานอล 100% 100 มิลลิลิตร เติลงบนอาหารเกล็ด 100 กรัม แล้วทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ให้ลูกปลาระยะไข่แดงยุบกินอาหารวันละ 3 มื้อ นาน 28 วัน ทำให้ได้ปลาเพศเมียที่มีรูปร่างสมบูรณ์ 100% ในทุกครอก ต่อมานำปลาตัวเมียผสมพันธุ์กับตัวผู้ปกติที่ได้ลูกปลาอัตราส่วนเพศ 1:3 (ตัวเมีย : ตัวผู้) ซึ่งบ่งชี้ถึงโครโมโซม XY ของแม่ (ตัวผู้ที่มีพันธุกรรมเป็นเพศหญิง) และนำปลาตัวผู้ทั้งหมดผสมพันธุ์กับตัวเมียปกติ ได้ลูกปลาตัวผู้ทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพ่อเป็นปลาตัวผู้ YY-supermale และปลา *Astatotilapia burtoni* มีการกำหนดเพศแบบ XX และ XY

แนวคิดการทำเครื่องหมายบนตัวสัตว์น้ำเพื่อการระบุตัวสัตว์น้ำ

การทำเครื่องหมายบนตัวสัตว์น้ำเพื่อการระบุตัวสัตว์น้ำหรือกลุ่มสัตว์น้ำมีหลายวิธี visible implant elastomer (VIE) เป็นเครื่องหมายที่ใช้ระบุกลุ่มสัตว์น้ำได้ดี มีซิลิโคนเป็นองค์ประกอบหลัก ในขณะที่ทำการฉีดเข้าไปในตัวสัตว์จะอยู่ในสถานะของเหลวหลังจากนั้นแข็งตัว แต่ยังคงมีความยืดหยุ่นอยู่ โดยทั่วไป นิยมใช้ฉีดเข้าไปในบริเวณเนื้อเยื่อที่มีความโปร่งใสเพื่อสามารถเห็นเครื่องหมายได้ง่าย เครื่องหมาย VIE ถูกใช้อย่างแพร่หลายในปลากระดุกเข็ง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์ประเภทกุ้ง ปู ข้อได้เปรียบของเครื่องหมายชนิดนี้คือ มีอัตราการทนของเครื่องหมายสูงสามารถใช้ได้ในสัตว์ที่มีขนาดเล็ก ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการรอดตาย อัตราการเจริญเติบโต และพฤติกรรมของสัตว์ชนิดนั้น ๆ สามารถจัดเตรียมเครื่องหมายได้อย่างรวดเร็ว โดยเครื่องหมาย VIE ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สามารถทำเครื่องหมายได้ 300 – 500 เครื่องหมาย (Northwest Marine Technology Inc., 2017)

แนวคิดการศึกษาต้นทุนการผลิต

ณรงค์ (2562) การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงปลานิลในกระชังในแม่น้ำเจ้าพระยาจังหวัดอ่างทอง ต้นทุนการเลี้ยงปลาเฉลี่ย 67,731.24 บาท/กระชัง/รุ่น หรือเฉลี่ย 49.51 บาท/กิโลกรัม เป็นค่าอาหารปลามากที่สุด 82.31% รองลงมาเป็นค่าลูกพันธุ์ ค่าแรงงานและค่าสร้างกระชัง ผลผลิตเฉลี่ย 35.84 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร รายได้เฉลี่ย 2,664.06 บาท/ลูกบาศก์เมตร กำไรสุทธิเฉลี่ย 880.55 บาท/ลูกบาศก์เมตร (24.57 บาท/กิโลกรัม) ราคาขายเฉลี่ย 74.53 บาท/กิโลกรัม มีอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน 53.45%

วิภาวดี (2545) ได้ประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนเพาะเลี้ยงปลาสวยงามของเกษตรกรในอำเภอนครชัยศรีจังหวัดนครปฐมโดยการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินจากผลการวิเคราะห์ทางการเงิน ทำให้ทราบว่า การลงทุนเพาะเลี้ยงปลาสวยงามมีความคุ้มค่าในทางการเงินและให้ผลกำไรทั้งกรณีเกษตรกรไม่กู้เงินและกรณีที่เกษตรกรกู้เงินมาลงทุน

ปรีชา และคณะ (2555) เปรียบเทียบและวิเคราะห์ทางการเงินของฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาสวยงามที่เลี้ยงปลาชนิดเดียวและหลายชนิด ของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาสวยงามในพื้นที่จังหวัดนครปฐมและราชบุรีผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน พบว่าฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาหางนกยูงร่วมกับปลาสดมีต้นทุนทั้งหมดที่ต่ำที่สุดในขณะที่รายได้สุทธิและกำไรจากฟาร์มที่เพาะเลี้ยงปลาทองร่วมกับปลาสดมีมูลค่าสูงที่สุด และจากการวิเคราะห์ทางการเงินตลอดอายุโครงการพบว่าการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามหลายชนิด มีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด

การเพาะเลี้ยงปลาสวยงามในเชิงพาณิชย์มีลักษณะโครงสร้างต้นทุนที่แตกต่างจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อการบริโภค โดยทั่วไปต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่เป็น ต้นทุนผันแปร ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับประสิทธิภาพการจัดการฟาร์ม เช่น ค่าอาหาร ค่าวัสดุและอุปกรณ์ ค่าแรงงาน และต้นทุนด้านการจัดการคุณภาพน้ำ ขณะที่ต้นทุนคงที่ เช่น ค่าโครงสร้างพื้นฐานและค่าเสื่อมราคา มักมีสัดส่วนรองลงมา รายงานขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติระบุว่า ในระบบการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามระดับกึ่งพาณิชย์ ต้นทุนผันแปรมักคิดเป็นสัดส่วน

มากกว่า 60–70% ของต้นทุนรวม ทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มีความอ่อนไหวต่อประสิทธิภาพการจัดการเป็นอย่างมาก (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2019)

ในด้านรายได้และผลตอบแทน รายงานของ FAO ชี้ให้เห็นว่า ปลาสวยงามที่มีลักษณะเด่นเฉพาะ เช่น สีสันท ลวดลาย หรือพฤติกรรมที่เป็นที่ต้องการของตลาด มักมีมูลค่าสูงกว่าปลาทั่วไปอย่างชัดเจน ส่งผลให้ระบบการผลิตที่สามารถเพิ่มสัดส่วนของปลาที่มีมูลค่าสูงได้ มีแนวโน้มสร้างความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์มากกว่า แม้อยู่ในระดับการผลิตขนาดเล็กถึงกึ่งพาณิชย์ก็ตาม (FAO, 2018)

นอกจากนี้ FAO ยังระบุว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต เช่น การเพิ่มอัตราการรอด การลดการสูญเสียในกระบวนการเลี้ยง และการจัดการโครงสร้างผลผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนและจุดคุ้มทุนของระบบการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม โดยเฉพาะในระบบที่มีต้นทุนคงที่ไม่สูงมาก (FAO, 2018; 2019)

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์จำเป็นต้องพิจารณาทั้งด้านชีววิทยาการผลิตและด้านเศรษฐศาสตร์ควบคู่กัน เนื่องจากประสิทธิภาพการผลิตที่ดีต้องสามารถสร้างผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เหมาะสมแก่ผู้เพาะเลี้ยง การควบคุมสัดส่วนเพศของสัตว์น้ำจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ โดยเฉพาะในปลาหลายชนิดที่เพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศเมีย หรือมีมูลค่าทางการตลาดสูงกว่า เช่น ปลานิลและปลาหมอสีหลายชนิด (Beardmore *et al.*, 2001)

นอกจากนี้ การพัฒนาเทคโนโลยี Genetically Male Tilapia (GMT) ซึ่งใช้พ่อพันธุ์ YY-male ผสมกับแม่พันธุ์ XX เพื่อผลิตลูกปลาที่เป็นเพศผู้เกือบทั้งหมด ยังช่วยลดต้นทุนในการใช้ฮอร์โมนเปลี่ยนเพศในระยะยาว เนื่องจากกระบวนการผลิตลูกปลารุ่นต่อไปสามารถใช้วิธีการผสมพันธุ์ตามหลักพันธุกรรมโดยไม่ต้องใช้ฮอร์โมนอีก ส่งผลให้ระบบการผลิตมีความยั่งยืนมากขึ้นและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Mair *et al.*, 1997)

บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมการทดลอง

1.1 สถานที่ในการทดลอง

เตรียมพื้นที่และปรับปรุงโรงเรือนผ้าใบขนาด 60 ตารางเมตร ของกองวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ ให้เหมาะสมในการเลี้ยงและเพาะพันธุ์ปลาหมอมาลาวิ และเตรียมบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร ของศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำปทุมธานีจำนวน 1 บ่อ สำหรับซึ่งกระชังภายในบ่อ เพื่อเลี้ยงปลาหมอมาลาวิในช่วงขั้นตอนทดสอบเพศปลา และขั้นตอนตรวจสอบอัตราส่วนเพศ



ภาพที่ 1 การเตรียมสถานที่ในการทดลอง

1.2 การเตรียมพันธุ์ปลาทดลอง เลือกปลาหมอมาลาวิ *Aulonocara baenschi* ซึ่งมีการกำหนดเพศแบบ XX และ XY Ser et al. (2010) ดำเนินการเลี้ยงปลาหมอมาลาวิจนมีอายุ 4 เดือน จำนวน 100 ตัว ให้มีความสมบูรณ์และปรับตัวให้เข้ากับสถานที่ทดลองเพื่อคัดเลือกสำหรับการใช้ในการทดลอง

2. การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ปลา

2.1 คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์เพศ และปล่อยผสมพันธุ์ในอัตราส่วนผู้ : เมีย 1 ต่อ 8 ในถังพลาสติก (ผู้ 4 ตัว เมีย 32 ตัว/ถัง) จำนวน 2 ถัง เลี้ยงจนสังเกตเห็นแม่ปลาฟักไข่ในปาก (mouthbrooding) ทำการเก็บไข่ในระยะที่เหมาะสม และนำไปฟักด้วยระบบปากเทียม (artificial incubator) เพื่อควบคุมอัตราการฟักและลดการสูญเสีย ไข่ที่ฟักได้ถูกเลี้ยงในระบบอนุบาลจนกระทั่งลูกปลามีอายุและขนาดเหมาะสมต่อการเริ่มกระบวนการเหนี่ยวนำเพศ

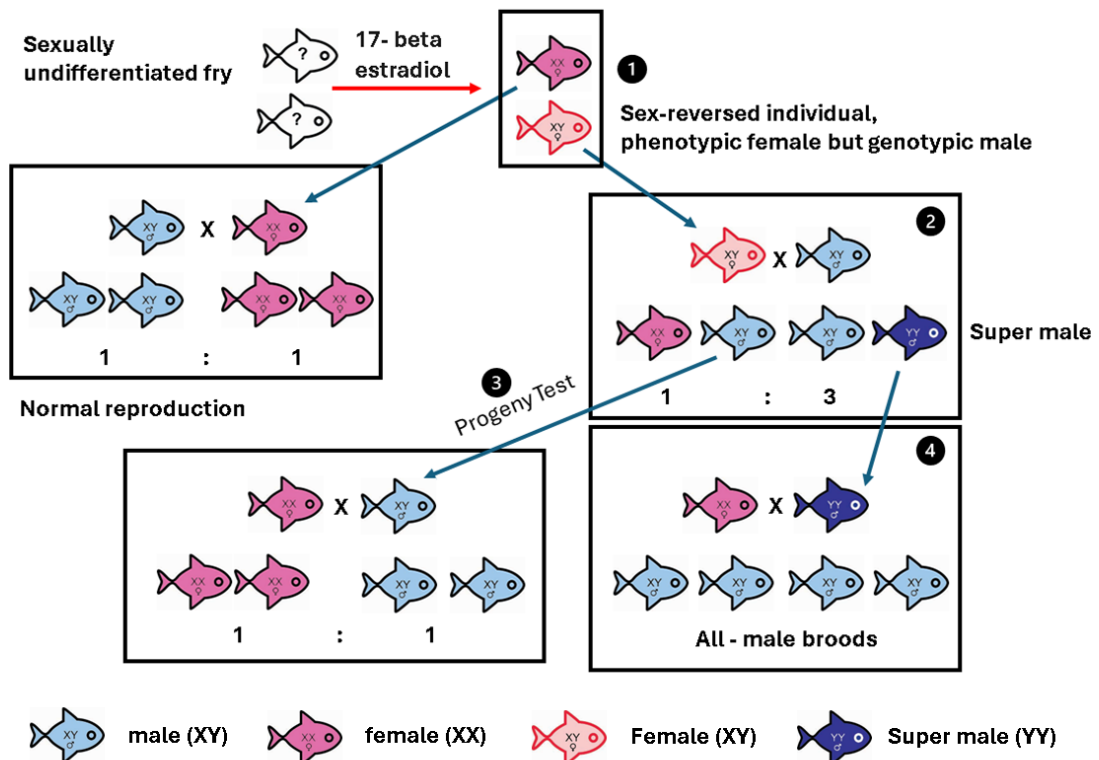
2.2 นำลูกปลาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 60 ตัว มาเลี้ยงและอนุบาลโดย

- กลุ่มที่ 1 ผสมฮอร์โมนเพศเมีย 17 β -estradiol ลงในอาหาร ที่ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม (Heule et al., 2014) ให้ 5 มื้อ/วัน นาน 28 วัน เพื่อเหนี่ยวนำให้ลูกปลาหมอมาลาวิเป็นเพศเมียเมื่อครบ 28 วัน ในระหว่างการอนุบาล ต้องดูตะกอน และเศษอาหารที่เหลือ และเติมน้ำในตู้ให้อยู่ในระดับเดิมทุกวัน เมื่อครบ 28 วัน เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนไม่น้อยกว่า 40% วันละ 2 มื้อ เปลี่ยนถ่ายน้ำและตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกสัปดาห์ จนอายุครบ 4-5 เดือน คัดเลือกปลาเพศเมียเก็บไว้ทั้งหมด

- กลุ่มที่ 2 ให้กินอาหารปกติที่ไม่ผสมฮอร์โมน ในระหว่างการอนุบาลต้องดูตะกอน และเศษอาหารที่เหลือ และเติมน้ำในตู้ให้อยู่ในระดับเดิมทุกวันเมื่อครบ 28 วัน ให้อาหารโปรตีนไม่น้อยกว่า 40% วันละ 2 มื้อ เปลี่ยนถ่ายน้ำและตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกสัปดาห์ จนอายุครบ 4-5 เดือน คัดแยกเพศและเลี้ยงแยกกัน บันทึกข้อมูลอัตราส่วนเพศ

2.3 ทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมีย (progeny test female) โดยนำปลาเพศเมียที่ได้จากการเหนี่ยวนำด้วยฮอร์โมนมาผสมพันธุ์กับปลาเพศผู้ปกติในกลุ่มที่ 2 (อัตราส่วนผู้ : เมีย 1 ต่อ 8) เลี้ยงลูกปลาจนมีอายุ 4-5 เดือน และตรวจสอบอัตราส่วนเพศ โดยมีสมมติฐานคือ หากปลาเพศเมียมีโครโมโซมเป็น XY เมื่อนำมาผสมกับเพศผู้ปกติจะให้ลูกมีอัตราส่วนเพศเป็น (เมีย : ผู้ = 1 : 3) ทำเครื่องหมาย คัดตัวเมียในขั้นตอนนี้ทิ้ง วิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราส่วนเพศที่ตรวจสอบได้เปรียบเทียบกับอัตราคาดหวังด้วยวิธี chi-square test (Langley, 1970)

2.4 เลี้ยงลูกปลาเพศผู้จากข้อ 2.3 ทั้งหมด การทดสอบลูกหลานของปลาเพศผู้ (progeny test male) โดยนำมาผสมพันธุ์กับปลาเพศเมียปกติในกลุ่มที่ 2 และเลี้ยงลูกปลาจนโต ตรวจสอบอัตราส่วนเพศ โดยมีสมมติฐานคือ หากปลาเพศผู้มีโครโมโซมเป็น YY เมื่อนำมาผสมกับเพศเมียปกติจะให้ลูกเป็นเพศผู้ล้วน ทำเครื่องหมาย คัดตัวผู้ปกติในขั้นตอนนี้ออก วิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราส่วนเพศที่ตรวจสอบได้เปรียบเทียบกับอัตราคาดหวังด้วยวิธี chi-square test (Langley, 1970) เก็บไว้ใช้เป็นพ่อพันธุ์ในการผลิตเพศผู้ล้วนต่อไป



ภาพที่ 2 การผลิตปลาหมอมาลาวี (*Aulonocara* sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male

3. การทำเครื่องหมายบนตัวสัตว์น้ำ

การทำเครื่องหมายบนตัวสัตว์น้ำเพื่อการระบุตัวสัตว์น้ำหรือกลุ่มสัตว์น้ำมีหลายวิธี visible implant elastomer (VIE) เป็นเครื่องหมายที่ใช้ระบุกลุ่มสัตว์น้ำได้ดี มีซิลิโคนเป็นองค์ประกอบหลัก ในขณะที่ทำการฉีดเข้าไปในตัวสัตว์น้ำอยู่ในสถานะเป็นของเหลวหลังจากนั้นจะแข็งตัว แต่ยังคงมีความยืดหยุ่นอยู่ โดยทั่วไป นิยมใช้ฉีดเข้าไปในบริเวณเนื้อเยื่อที่มีความโปร่งใสเพื่อสามารถเห็นเครื่องหมายได้ง่าย เครื่องหมาย VIE ถูกใช้อย่างแพร่หลายในปลากระดุกแข็ง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์ประเภทกุ้ง ปู ข้อได้เปรียบของเครื่องหมายชนิดนี้คือ มีอัตราการทนของเครื่องหมายสูงสามารถใช้ได้ในสัตว์ที่มีขนาดเล็ก ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการรอดตาย อัตราการเจริญเติบโต และพฤติกรรมของสัตว์ชนิดนั้น ๆ สามารถจัดเตรียมเครื่องหมายได้อย่างรวดเร็ว โดยเครื่องหมาย VIE ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สามารถทำเครื่องหมายได้ 300 – 500 เครื่องหมาย (Northwest Marine Technology Inc., 2017)



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งการทำเครื่องหมายบนตัวสัตว์น้ำเพื่อการระบุตัวสัตว์น้ำ

4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยชุดทดสอบคุณภาพน้ำ ดังนี้ ค่าความเป็นกรดต่าง แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ปริมาณคลอรีนตกค้าง และปริมาณออกซิเจนในน้ำ และวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและวัดอุณหภูมิ ในระหว่างเหนี่ยวนำเพศลูกปลาหมอมาลาวิด้วยฮอร์โมน ในตู้กระจก ต้องดูตะกอน และเศษอาหารที่เหลือ และเติมน้ำในตู้ให้อยู่ในระดับเดิมทุกวัน โดยน้ำที่ใช้ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน 30 ppm. และทิ้งไว้จนคลอรีนระเหยหมด ตรวจสอบด้วยชุดทดสอบคลอรีนก่อนนำไปใช้ เมื่อเหนี่ยวนำครบ 28 วัน ย้ายลูกปลาลงในถัง ตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยชุดทดสอบคุณภาพน้ำทุกสัปดาห์ และเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 2 สัปดาห์ (รอบการเคาะไข่) จนเสร็จสิ้นการทดลอง

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์อัตราส่วนเพศของลูกปลาโดยใช้สถิติไคสแควร์แบบ goodness-of-fit test เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนเพศที่สังเกตได้กับอัตราส่วนเพศคาดหวัง 3:1 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 หากค่า *p-value* มากกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ถือว่าอัตราส่วนเพศไม่แตกต่างจากค่าคาดหวัง และยอมรับสมมติฐานว่าพ่อแม่พันธุ์มีโครโมโซมสอดคล้องกับเทคนิค YY-male

6. การเก็บข้อมูลต้นทุนการผลิตและการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

การเก็บข้อมูลต้นทุนการผลิตดำเนินการตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยบันทึกค่าใช้จ่ายจริงในแต่ละรายการ ได้แก่ ค่าพันธุ์ปลา ค่าอาหาร ค่าวัสดุและอุปกรณ์ ค่าสารเคมี ค่าฮอร์โมน ค่าแรงงาน และค่าสาธารณูปโภค ข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาจำแนกเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร เพื่อนำไปวิเคราะห์ต้นทุนรวม ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิต อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (benefit-cost ratio) และจุดคุ้มทุน (break-even point) เพื่อประเมินศักยภาพเชิงพาณิชย์ของการผลิตปลาหม่อมมาลาวิเทศผู้ล้น

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ผลการเหนี่ยวนำเพศลูกปลาหมอมาลาวิ

ผลการเหนี่ยวนำเพศลูกปลาหมอมาลาวิ (*Aulonocara baenschi*) ด้วยฮอร์โมน 17β -estradiol ที่อัตรา 150 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร เป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่าลูกปลาทั้งหมดในกลุ่มทดลองแสดงลักษณะเพศเมียเมื่ออายุประมาณ 4–5 เดือน คิดเป็น 100% ของลูกปลาที่รอดชีวิตในช่วงหลังการเหนี่ยวนำเพศ ปลาเพศเมียที่ได้จากการเหนี่ยวนำเพศทั้งหมด จำนวน 58 ตัว พบว่ามีปลาเพศเมียจำนวน 37 ตัว ที่สามารถให้ไข่ได้ คิดเป็น 63.8% ของปลาเพศเมียที่ผ่านการเหนี่ยวนำเพศ พบมีลักษณะพิการปากเบี้ยวและไม่สามารถหุบปากได้ 13 ตัว ส่วนที่เหลือไม่สามารถเข้าสู่กระบวนการสืบพันธุ์ได้ภายในระยะเวลาการทดลอง ส่งผลให้จำนวนปลาเพศเมียที่สามารถนำไปใช้ในการทดสอบลูกหลานลดลงจากจำนวนเริ่มต้น

ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมีย (progeny test female)

ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมียที่ผ่านการเหนี่ยวนำเพศจำนวน 37 ครอบครัว พบว่าอัตราส่วนเพศของลูกปลาในแต่ละครอบครัวมีความแตกต่างกัน โดยมีจำนวน 4 ครอบครัวที่ให้สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียไม่แตกต่างจากอัตราส่วนคาดหวัง 3:1 ตามผลการทดสอบไคสแควร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ($p \geq 0.05$) ผลดังกล่าวบ่งชี้ว่าปลาเพศเมียในครอบครัวดังกล่าวมีแนวโน้มเป็นปลาเพศเมียที่มีโครโมโซม XY ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นฐานในการคัดเลือกปลาเพศผู้สำหรับการทดสอบพ่อพันธุ์ในขั้นตอนถัดไปได้ ครอบครัวที่ไม่ผ่านเกณฑ์การยอมรับอัตราส่วน 3:1 พบว่าให้สัดส่วนเพศที่เบี่ยงเบนจากค่าคาดหวังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสะท้อนถึงความแปรปรวนของระบบกำหนดเพศในปลาหมอมาลาวิ (ตารางที่ 1)

ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศผู้เพื่อคัดเลือกพ่อพันธุ์ YY (progeny test male)

จากการคัดเลือกปลาเพศผู้ที่ได้จากครอบครัวซึ่งให้ผลการทดสอบ progeny test female สอดคล้องกับอัตราส่วนเพศคาดหวัง 3:1 สามารถคัดเลือกปลาเพศผู้จำนวน 39 ตัว เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบเป็นพ่อพันธุ์ในขั้นตอน progeny test male ปลาเพศผู้ที่ถูกคัดเลือกมีลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกและพฤติกรรม สอดคล้องกับปลาเพศผู้ปกติ และถูกเลี้ยงต่อจนถึงระยะพร้อมสืบพันธุ์ ผลการทดสอบ progeny test male ไม่พบพ่อปลาตัวใดให้ลูกปลาเป็นเพศผู้ 100% ตามสมมติฐานของพ่อพันธุ์ YY อย่างไรก็ตาม พบว่ามีพ่อปลาจำนวน 6 ครอบครัว ที่ให้สัดส่วนลูกปลาเพศผู้ในระดับสูง โดยมีค่าของลูกปลาเพศผู้อยู่ที่ 78.57% (N=14), 76.19% (N=21), 75.00% (N=12), 71.43% (N=14), 71.43% (N=7) และ 70.59% (N=17) ตามลำดับ ขณะที่ครอบครัวอื่น ๆ ให้สัดส่วนเพศผู้ต่ำกว่าระดับดังกล่าวอย่างชัดเจน ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าพ่อปลาเพศผู้ที่คัดเลือกจากครอบครัวซึ่งผ่านเกณฑ์ progeny test female ยังไม่สามารถยืนยันความเป็นพ่อพันธุ์ YY ได้ตามเกณฑ์การให้ลูกปลาเพศผู้ทั้งหมด แต่มีบางครอบครัวที่แสดงแนวโน้มให้สัดส่วนเพศผู้สูงกว่าการผสมพันธุ์ปกติอย่างชัดเจน (ตารางที่ 2) และจากการทดลองทั้งหมดมีลูกปลาที่ได้จากกระบวนการทดลองรวมทั้งสิ้น 2,721 ตัว (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมีย (progeny test female)

แม่ปลา	ค่าสังเกต		ค่าคาดหวัง 3 : 1		chi-square	p value	ยอมรับ
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย			
1	8	20	21	7	32.190	0.000	
2	13	6	14.3	4.8	0.439	0.508	3.1
3	14	16	22.5	7.5	12.884	0.000	
4	14	16	22.5	7.5	12.884	0.000	
5	7	19	19.5	6.5	32.051	0.000	
6	12	20	24	8	24.000	0.000	
7	5	3	6	2	0.667	0.414	*
8	8	7	11.3	3.8	3.756	0.053	
9	14	34	36	12	53.778	0.000	
10	7	3	7.5	2.5	0.133	0.715	3.1
11	2	8	7.5	2.5	16.133	0.000	
12	7	17	18	6	26.889	0.000	
13	6	4	7.5	2.5	1.2	0.273	*
14	4	2	4.5	1.5	0.222	0.637	3.1
15	7	20	20.3	6.8	34.679	0.000	
16	15	18	24.8	8.3	15.364	0.000	
17	3	4	5.3	1.8	5.837	0.050	
18	17	20	27.8	9.3	16.658	0.000	
19	7	6	9.8	3.3	3.103	.0780	
20	4	1	3.8	1.3	0.067	0.796	3.1
21	11	15	19.5	6.5	14.82	0.000	
22	14	25	29.3	9.8	31.803	0.000	
23	9	12	15.8	5.3	11.571	0.001	
24	12	15	20.3	6.8	13.444	0.000	
25	10	8	13.5	4.5	3.630	0.057	
26	12	15	20.3	6.8	13.444	0.000	
27	14	15	21.8	7.3	11.046	0.001	
28	8	10	13.5	4.5	8.963	0.003	
29	8	14	16.5	5.5	17.515	0.000	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

แม่ปลา	ค่าสังเกต		ค่าคาดหวัง 3 : 1		chi-square	p value	ยอมรับ
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย			
30	9	9	13.5	4.5	6.000	0.140	
31	18	25	32.3	10.8	25.186	0.000	
32	9	12	15.8	5.3	11.571	0.001	
33	10	12	16.5	5.5	10.242	0.001	
34	7	8	11.3	3.8	6.422	0.011	
35	15	17	24	8	13.5	0.000	
36	12	10	16.5	5.5	4.909	0.027	
37	8	10	13.5	4.5	8.963	0.003	

หมายเหตุ : ผลการทดสอบอัตราส่วนเพศด้วยวิธี chi-square พบว่าค่าที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\chi^2_{calc} < 3.84$, $df = 1$) แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนเพศที่ได้ไม่แตกต่างจากอัตราส่วนคาดหวัง 3:1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% พบว่า 4 ครอบครัวไม่แตกต่างจากอัตราส่วน 3:1 *เก็บข้อมูลเพิ่มเติม

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศผู้เพื่อคัดเลือกพ่อพันธุ์ YY (progeny test male)

ครอบครัวที่	พ่อปลา		ค่าสังเกต		จำนวนรวม (N)	ร้อยละของปลาเพศผู้ (%)	สถานะ YY - male เพศผู้ 100%
	ตัวที่	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้			
2	1	5	8	13	38.46	ไม่ผ่าน	
	2	10	12	22	45.45	ไม่ผ่าน	
	3	15	12	27	55.56	ไม่ผ่าน	
	4	12	17	29	41.38	ไม่ผ่าน	
	5	8	11	19	42.11	ไม่ผ่าน	
	6	12	5	17	70.59	ไม่ผ่าน*	
	7	5	8	15	46.67	ไม่ผ่าน	
	8	10	15	25	40.00	ไม่ผ่าน	
	9	17	10	27	66.67	ไม่ผ่าน	
	10	9	7	16	56.25	ไม่ผ่าน	
	11	6	5	11	54.55	ไม่ผ่าน	
	12	15	14	29	51.72	ไม่ผ่าน	
	13	11	9	20	55.00	ไม่ผ่าน	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ฟอปลา ครอบครัวที่	ค่าสังเกต		จำนวนรวม (N)	ร้อยละของปลา เพศผู้ (%)	สถานะ YY - male เพศผู้ 100%
	ตัวที่	เพศผู้ เพศเมีย			
7	1	6 11	17	35.29	ไม่ผ่าน
	2	10 13	23	43.48	ไม่ผ่าน
	3	10 9	19	52.63	ไม่ผ่าน
	4	8 9	17	47.06	ไม่ผ่าน
	5	7 6	13	53.85	ไม่ผ่าน
10	1	15 18	33	45.45	ไม่ผ่าน
	2	11 12	23	47.83	ไม่ผ่าน
	3	10 15	25	40.00	ไม่ผ่าน
	4	11 10	21	52.38	ไม่ผ่าน
	5	15 12	27	55.56	ไม่ผ่าน
	6	16 5	21	76.19	ไม่ผ่าน*
	7	7 6	13	53.85	ไม่ผ่าน
13	1	5 4	9	55.56	ไม่ผ่าน
	2	10 4	14	71.43	ไม่ผ่าน*
	3	5 7	12	41.67	ไม่ผ่าน
	4	7 5	12	58.33	ไม่ผ่าน
	5	8 7	15	53.33	ไม่ผ่าน
	6	11 15	26	42.31	ไม่ผ่าน
14	1	5 5	10	50.00	ไม่ผ่าน
	2	9 5	14	64.29	ไม่ผ่าน
	3	8 3	12	75.00	ไม่ผ่าน*
	4	16 15	31	51.61	ไม่ผ่าน
20	1	6 8	14	42.86	ไม่ผ่าน
	2	11 3	14	78.57	ไม่ผ่าน*
	3	5 2	7	71.43	ไม่ผ่าน*
	4	3 3	6	50.00	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ : ในกรณีที่ค่าคาดหวังของเพศเมียเท่ากับศูนย์ การทดสอบ chi-square ไม่สามารถใช้ได้ตามหลักสถิติ เกณฑ์การยืนยันฟอพันธุ์ YY กำหนดให้ลูกปลาเป็นเพศผู้ 100% หากพบลูกปลาเพศเมียแม้เพียง 1 ตัว ถือว่าไม่ผ่านการยืนยัน * แสดงแนวโน้มให้สัดส่วนเพศผู้สูงกว่าการผสมพันธุ์ปกติอย่างชัดเจน

ตารางที่ 3 จำนวนลูกปลาที่ได้การทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง	รายละเอียด	จำนวนลูกปลา (ตัว)
การทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมีย (progeny test female)	ลูกปลาที่ใช้วิเคราะห์อัตราส่วนเพศจากแม่ปลา 37 ครอบครัว	836
กลุ่มควบคุม	ลูกปลาจากแม่ปลากลุ่มควบคุม 60 ตัว โดยเฉลี่ย 30 ตัวต่อแม่ปลา	≈ 1,800
การทดสอบพ่อพันธุ์ YY (progeny test male)	ลูกปลาที่ได้จากการทดสอบพ่อพันธุ์ในครอบครัวที่คัดเลือก	85
	รวมทั้งหมด	≈ 2,721

หมายเหตุ: จากการทดลองทั้งหมดมีลูกปลาที่ได้จากกระบวนการทดลองรวมทั้งสิ้น 2,721 ตัว ประกอบด้วยลูกปลาจากการทดสอบ progeny test female จำนวน 836 ตัว ลูกปลาจากแม่ปลากลุ่มควบคุมจำนวน 1,800 ตัว และลูกปลาที่ได้จากการทดสอบพ่อพันธุ์ในขั้นตอน progeny test male จำนวน 85 ตัว ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ได้ใช้ค่าประมาณผลผลิตที่ 2,500 ตัว เพื่อเป็นค่าประมาณแบบ conservative estimate โดยคำนึงถึงการสูญเสียระหว่างการอนุบาล การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ และปลาที่ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ และในงานวิจัยนี้เก็บไข่จากแม่ปลาเพียงแม่ละ 1 ครั้ง ซึ่งทำให้การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มีความระมัดระวังและสอดคล้องกับสภาพการผลิตจริงมากยิ่งขึ้น

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้ชุดทดสอบสำเร็จรูป พบว่าคุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ แต่ยังมีบางปัจจัยที่ควรเฝ้าระวังและปรับปรุงเพิ่มเติม โดยอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 32–36 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูงสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากปรับปรุงโรงเรือนโดยใช้สแลนพรางแสงคลุมหลังคา พบว่าอุณหภูมิลดลงประมาณ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดความร้อนภายในระบบเลี้ยง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7–8 ซึ่งจัดว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่ ขณะที่ค่าแอมโมเนียรวม ($\text{NH}_3\text{-N}$) และไนไตรท์ ($\text{NO}_2^- \text{-N}$) มีค่าน้อยกว่า 0.20 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตราย ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) มีค่าอยู่ในช่วง 4-5 มิลลิกรัมต่อลิตรนอกจากนี้ ไม่พบคลอรีนตกค้างในน้ำ ซึ่งเป็นผลดี เนื่องจากคลอรีนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

โดยสรุป คุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีและสามารถใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำได้ แต่ควรให้ความสำคัญกับการเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำและการควบคุมอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันความเครียดและเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำในระยะยาว (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้เฉลี่ย	หมายเหตุ
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	32–36	หลังปรับปรุงโรงเรือนอุณหภูมิลดลงประมาณ 5 องศาเซลเซียส
pH	7–8	ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ
แอมโมเนียรวม ($\text{NH}_3\text{-N}$) มิลลิกรัม/ลิตร	< 0.20	ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ
ไนไตรท์ ($\text{NO}_2^- \text{-N}$) มิลลิกรัม/ลิตร	< 0.20	ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ
ปริมาณคลอรีน(มิลลิกรัม/ลิตร)	0.00	ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ
ปริมาณออกซิเจนในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	4-5	เนื่องจากใช้เครื่องให้อากาศขนาดใหญ่ทั่วถึง

* การปรับปรุงโรงเรือนโดยการใช้สแลนพรางแสงคลุมหลังคาเพื่อลดอุณหภูมิ การวัดคุณภาพน้ำตรวจวัดทุกๆ สัปดาห์

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลาวิ YY-male

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตจากข้อมูลค่าใช้จ่ายจริงตลอดระยะเวลาการทดลองที่กำลังผลิต 2500 ตัว/ปี พบว่าต้นทุนรวมการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วนอยู่ที่ประมาณ 96,904 บาท/ปี เมื่อเปรียบเทียบการผลิตปลาหมอมาลาวิปกติ ต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 86,359 บาท/ปี ทั้งนี้ ส่วนต่างของต้นทุน 10,545 บาท เป็นค่าฮอร์โมน และค่าการจัดการทำเครื่องหมายสัตว์น้ำ โดยต้นทุนการผลิตสามารถจำแนกได้เป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร โดยต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าพ่อแม่พันธุ์ ค่าอาหาร ค่าวัสดุและอุปกรณ์ และค่าสารเคมี คิดเป็นสัดส่วน 89% ของต้นทุนรวม ขณะที่ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าอุปกรณ์เลี้ยงและค่าเสื่อมราคาคิดเป็นสัดส่วนรองลงมา โดยการผลิตปลาหมอมาลาวิ YY-male สามารถผลิตปลาหมอมาลาวิได้ประมาณ 2,500 ตัว/ปี ทำให้ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 4.22 บาท/ตัว (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 สรุปต้นทุน การผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วนเปรียบเทียบการผลิตปลาหมอมาลาวิปกติ

รายการ	การผลิตปลาหมอมาลาวิ YY-male	การผลิตปลาหมอมาลาวิ ปกติ	หมายเหตุ
ต้นทุนคงที่			
ค่าเสื่อม	10,219.18	10,219.18	
ต้นทุนผันแปร			
ค่าแรงงาน	23,040	23,040	
ค่าอาหาร	11,500	11,500	
ค่าอุปกรณ์และสารเคมี	30,745	20,200	ฮอร์โมน แอลกอฮอล์ สีVIE
ค่าสาธารณูปโภค	15,000	15,000	
พ่อแม่พันธุ์	6,400	6,400	
รวมต้นทุน	96,904.18	86,359.18	ส่วนต่าง 10,545 บาท
กำลังผลิต (ตัว/ปี)	2,500	2,500	
ต้นทุนการผลิต (บาท/ตัว)	38.76	34.54	ส่วนต่าง 4.22 บาท

การเปรียบเทียบ “กำไรที่เพิ่มขึ้น” ระหว่างการผสมปกติ (50:50) กับการใช้พ่อปลา YY-male จากงานวิจัย (ได้เพศผู้เฉลี่ย 75%) เมื่อพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์การปรับสัดส่วนปลาเพศผู้จาก 50% เป็น 75% ภายใต้ผลผลิตรวมเท่าเดิม เมื่อเปรียบเทียบรายได้กับต้นทุนการผลิตจากการประเมินผลผลิตในระดับกึ่งพาณิชย์ พบว่า รายได้รวมอยู่ที่ประมาณ 175,000-200,000 บาท/ปี การผลิตปลาหมอมาลาวิ YY-male มีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (benefit-cost ratio) อยู่ที่ 2.06 และมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 1,400 ตัว/ปี แสดงให้เห็นว่าระบบการผลิตดังกล่าวมีศักยภาพเชิงพาณิชย์ และสามารถสร้างผลตอบแทนทางเศรษฐกิจได้เมื่อขยายกำลังการผลิตในระดับฟาร์มทำให้รายได้จากการผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 8.26% ต่อปี กำไรสุทธิเพิ่มขึ้นจาก 88,640.82 บาท/ปี เป็น 103,095.82 บาท/ปี หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 16.30% (ตารางที่ 6)

สมมติฐานร่วม (อ้างอิงจากงานวิจัย)

ผลผลิตรวม = 2,500 ตัว/ปี

ราคาขายปลาเพศผู้ = 90 บาท/ตัว

ราคาขายปลาเพศเมีย = 50 บาท/ตัว

ราคาจำหน่ายเฉลี่ย 70 บาท/ตัว

ต้นทุนรวม = 96,904.18 บาท/ปี (ใช้ต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลาวิ YY-male)

ตารางที่ 6 ผลตอบแทนจากการปรับสัดส่วนปลาเพศผู้

รายการ	ผสมปกติ (50:50)	ใช้พ่อ YY-male (75% ผู้)
จำนวนปลาเพศผู้ (ตัว/ปี)	1250	1,875
จำนวนปลาเพศเมีย (ตัว/ปี)	1,250	625
รายได้จากปลาเพศผู้ (บาท)	$1,250 \times 90 = 112,500$	$1,875 \times 90 = 168,750$
รายได้จากปลาเพศเมีย (บาท)	$1,250 \times 50 = 62,500$	$625 \times 50 = 31,250$
รายได้รวม (บาท/ปี)	175,000	200,000
ต้นทุนรวม (บาท/ปี)	86,359.18	96,904.18
กำไรสุทธิ (บาท/ปี)	88,640.82	103,095.82
กำไรเพิ่มขึ้น (บาท/ปี)	–	14,455
รายได้เพิ่มขึ้น (%)		8.26
กำไรสุทธิเพิ่มขึ้น (%)		16.30
B/C ratio	1.80	2.06
จุดคุ้มทุน (ตัว/ปี)	$\approx 1,300$	$\approx 1,400$

หมายเหตุ: อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (benefit–cost ratio; B/C ratio) มีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าระบบการผลิตมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และสามารถสร้างผลตอบแทนได้มากกว่าต้นทุนที่ลงทุนไป และมีจุดคุ้มทุนต่ำกว่าจำนวนที่ผลิตได้จริง

บทที่ 5 อภิปรายและวิจารณ์ผล

ผลการเหนี่ยวนำเพศลูกปลาหมอมาลาวิ

ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การให้อาหารผสมฮอร์โมน 17β -estradiol ในอัตรา 150 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร เป็นระยะเวลา 28 วัน สามารถทำให้ลูกปลาหมอมาลาวิ *Aulonocara baenschi* ที่รอดชีวิต ภายหลังจากทดลองแสดงลักษณะภายนอกเป็นเพศเมียได้ทั้งหมดเมื่ออายุประมาณ 4–5 เดือน ผลดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของการเหนี่ยวนำการเปลี่ยนเพศในปลา ซึ่งระบุว่าในระยะต้นของการพัฒนาต่อมเพศปลาหมอสี่มีช่วงไวต่อการกำหนดเพศ อยู่ในช่วงไวต่ออิทธิพลของฮอร์โมนจากภายนอก และการได้รับฮอร์โมนเอสโตรเจนในช่วงเวลาดังกล่าวสามารถเบี่ยงทิศทางการพัฒนาเพศไปสู่เพศเมียได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากให้ในช่วงอายุระยะเวลา และขนาดฮอร์โมนที่เหมาะสม (Pandian and Sheela, 1995)

แม้ว่าปลาในกลุ่มทดลองจะแสดงลักษณะภายนอกเป็นเพศเมียได้ 100% แต่ปลาเพศเมียที่ผ่านการเหนี่ยวนำเพศจำนวน 58 ตัว มีเพียง 37 ตัว หรือคิดเป็น 63.8% ที่สามารถให้ไข่ได้ ถึงแม้การแปลงเพศปลาโดยการให้ฮอร์โมนสเตอรอยด์ เช่น 17β -estradiol หรือ 17α -methyltestosterone เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยและการเพาะเลี้ยง แต่งานวิจัยหลายฉบับรายงานว่าการใช้ฮอร์โมนไม่ได้นำไปสู่การแปลงเพศที่สมบูรณ์ในทุกกรณี โดยอาจพบปลาที่มีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างเพศ หรือมีต่อมเพศแบบผสม (intersex gonads) ซึ่งเรียกว่า “การแปลงเพศที่ไม่สมบูรณ์” (Pandian and Sheela, 1995; Baroiller and D’Cotta, 2016) และส่งผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในระยะยาวได้ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Yuan *et al.* (2025) ที่ศึกษาผลกระทบระยะยาวของการใช้ฮอร์โมน estradiol ในปลานิลสายพันธุ์ GIFT โดยพบว่าแม้สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดเพศเมียเทียม (pseudofemale) ได้มากกว่า 60% ของประชากร แต่รังไข่ของปลากลุ่มดังกล่าวมีลักษณะการพัฒนาไม่สมบูรณ์ มีความไม่สอดคล้องของระยะการพัฒนาไข่ และใช้ระยะเวลาในการเจริญเต็มที่นานกว่าปกติ ซึ่งสะท้อนถึงภาวะการแปลงเพศที่ไม่สมบูรณ์ (incomplete feminization) ในระดับสรีรวิทยาและระดับโมเลกุลในระดับการแสดงออกของยีน (gene expression) การศึกษาดังกล่าวพบว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ meiosis ของเซลล์ไข่ และเส้นทางสัญญาณ FoxO รวมถึงยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สเตอรอยด์ (steroid biosynthesis) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาและการทำงานของอวัยวะสืบพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่าฮอร์โมน estradiol มีผลต่อการทำงานของตับ โดยส่งผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมและภูมิคุ้มกัน ซึ่งบ่งชี้ถึงบทบาทของแกน hypothalamus–pituitary–gonad–liver (HPGL axis) ในการควบคุมการพัฒนาเพศและสมดุลของฮอร์โมนในปลา

นอกจากนี้ ความผิดปกติทางรูปร่างที่พบในการทดลอง เช่น ปากเบี้ยวและไม่สามารถหุบปากได้ ประสิทธิภาพของแม่พันธุ์ที่ได้จากการแปลงเพศ (sex-reversed female; XY female) อาจทำให้เกิดภาวะ incomplete feminization ส่งผลให้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ (Piferrer, 2001; Devlin and Nagahama, 2002) และอาจเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน ไม่ใช่ผลจากฮอร์โมนโดยตรงเพียงปัจจัยเดียว เนื่องจากความผิดปกติของลูกปลาอาจสัมพันธ์กับปัจจัยด้านโภชนาการ คุณภาพน้ำ ความหนาแน่นการเลี้ยง การจัดการระยะอนุบาล หรืออุณหภูมิในช่วงต้นของการพัฒนาได้เช่นกัน โดยงานด้านการ

กำหนดเพศปลาได้ชื่อว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิ สามารถมีผลต่อทั้งการพัฒนาทางเพศและการพัฒนาทางสัณฐานวิทยาของลูกปลาได้ (Devlin and Nagahama, 2002; Baroiller and D’Cotta, 2016)

ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมีย (progeny test female)

ผลการทดสอบลูกหลาน (progeny test female) ของปลาเพศเมียที่ผ่านการเหนี่ยวนำเพศจำนวน 37 ครอบครัว พบว่ามีเพียง 4 ครอบครัวที่ให้อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียไม่แตกต่างจากอัตราส่วนคาดหวัง 3:1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่พบว่ามีบางครอบครัวให้สัดส่วนเพศสอดคล้องกับอัตราส่วนคาดหวัง 3:1 สนับสนุนสมมติฐานว่าปลาหมอมาลาวิบางส่วนมีระบบกำหนดเพศแบบ XX และ XY และสามารถคัดเลือกปลาเพศเมียที่มีโครโมโซม XY ได้จริง สอดคล้องกับการศึกษาของ Ser JR. *et al.* (2010) ระบบการกำหนดเพศของสปีชีส์นอกกลุ่มอย่างปลาหมอสีทะเลสาบมาลาวิ *Aulonocara baenschi* แสดงการกำหนดเพศ XY และสามารถใช้เป็นฐานในการคัดเลือกปลาเพศผู้สำหรับการทดสอบพ่อพันธุ์ในขั้นตอนถัดไปได้ ในเชิงแนวคิด ผลลักษณะนี้สอดคล้องกับหลักการของเทคโนโลยี YY-male ที่ใช้ในปลาไนล์ ซึ่งอาศัยการคัดเลือกแม่ปลา XY ผ่านการทดสอบลูกหลานจากอัตราส่วนเพศที่เอนเอียงไปทางเพศผู้ (Mair *et al.*, 1997) แม้ว่าจะไม่สามารถใช้ได้กับปลาในทุกรุ่นก็ตาม และความแปรปรวนของอัตราส่วนเพศใน progeny test โดยการทดลองดำเนินการในโรงเรือนซึ่งมีอุณหภูมิของน้ำในบางช่วงสูงถึงประมาณ 31–35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในระดับดังกล่าวอาจมีผลต่อกระบวนการกำหนดเพศของปลา เนื่องจากมีรายงานว่า การกำหนดเพศในปลาหลายชนิดไม่ได้ถูกควบคุมโดยพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิ ในช่วงวิกฤติของการพัฒนาต่อมเพศ (Devlin and Nagahama, 2002) ในปลาไนล์ (*Oreochromis niloticus*) มีรายงานว่า การเลี้ยงลูกปลาในอุณหภูมิสูงประมาณ 32–36 องศาเซลเซียส ในช่วงต้นของการพัฒนาสามารถเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ได้ แม้ในปลาที่มีโครโมโซมเพศเมีย (XX) ก็ตาม โดยอุณหภูมิสูงอาจมีผลต่อการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเพศ โดยเฉพาะการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ aromatase (cyp19a1a) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์เอสโตรเจนและการพัฒนารังไข่ (Baroiller and D’Cotta, 2016; Wang and Tsai, 2000) ดังนั้น หากลูกปลาถูกเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงในช่วงไวต่อการกำหนดเพศ อาจเกิดการรบกวนสมดุลของฮอร์โมนภายในร่างกาย ส่งผลให้ทิศทางการพัฒนาเพศเบี่ยงเบนไปจากผลของฮอร์โมนที่ได้รับจากภายนอกได้

เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งพบว่าปลาเพศเมียที่ได้จากการเหนี่ยวนำเพศบางส่วนไม่สามารถเข้าสู่กระบวนการสืบพันธุ์ได้ หรือให้ผลการทดสอบลูกหลานที่มีความแปรปรวนของอัตราส่วนเพศสูง จึงมีความเป็นไปได้ว่า อุณหภูมิภายในโรงเรือนอาจเป็นปัจจัยร่วมที่มีอิทธิพลต่อความสมบูรณ์ของการแปลงเพศ โดยอุณหภูมิที่สูงอาจลดประสิทธิภาพของการเหนี่ยวนำเพศด้วย 17β -estradiol หรือทำให้การพัฒนาของต่อมเพศเกิดความไม่สมบูรณ์ในบางตัว ทั้งนี้ผลดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ที่ระบุว่า กระบวนการกำหนดเพศในปลาเป็นผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม ฮอร์โมน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจทำให้ผลของการควบคุมเพศมีความแปรปรวนระหว่างการทดลองหรือระหว่างครอบครัวของปลา (Devlin and Nagahama, 2002; Baroiller and D’Cotta, 2016)

ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศผู้เพื่อคัดเลือกพ่อพันธุ์ YY (progeny test male)

ผลการทดสอบ progeny test male ที่พบว่าได้ลูกปลาเพศผู้ที่มีความแข็งแรงสมบูรณ์ไม่พบความพิการ มีสีส้ม และลักษณะภายนอก มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากปลาเพศผู้ปกติ สอดคล้องกับปลานิลซึ่งเป็นต้นแบบของการผลิตปลาเพศผู้ล้วน แสดงให้เห็นว่าลูกปลาที่ได้จากพ่อพันธุ์ YY มีลักษณะทางพันธุกรรมเป็นปลาเพศผู้โครโมโซม XY ซึ่งถือเป็นเพศปกติทางชีววิทยา โดยไม่พบความแตกต่างของการเจริญเติบโตในระยะเริ่มต้น (Mair *et al.*, 1997) สัดส่วนลูกปลาเพศผู้จากพ่อปลาแต่ละตัวอยู่ในช่วงประมาณ 70–79% ซึ่งต่ำกว่าค่าทางทฤษฎีที่คาดการณ์ว่าจะได้เพศผู้ 100% ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานในปลานิลและปลากลุ่มปลาหมอสี หลายการศึกษาพบว่าสัดส่วนเพศผู้จากระบบ YY มีความแปรปรวน และไม่สามารถให้ผลเป็นเพศผู้ทั้งหมดได้ในทุกกรณี สะท้อนให้เห็นถึงความซับซ้อนของระบบกำหนดเพศในปลาหมอมาลาวิสกุล *Aulonocara* ซึ่งอยู่ในกลุ่ม African cichlids ระบบการกำหนดเพศมีความซับซ้อน โดยมีทั้งระบบ XY (male heterogametic) และระบบ ZW (female heterogametic) อยู่ร่วมกันในประชากรเดียวกัน นอกจากนี้ ยังมี ความเชื่อมโยงกับลักษณะสี เช่น orange-blotch (OB) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับโครโมโซมเพศแบบ ZW และสามารถแสดงอิทธิพลเหนือระบบ XY ผ่านกลไก epistasis ได้ ส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของสัดส่วนเพศ แม้จะใช้พ่อพันธุ์ YY (Ser *et al.*, 2010; Henning and Meyer, 2014) และอิทธิพลของปัจจัยด้านอุณหภูมิ ในช่วงการพัฒนาเพศของลูกปลา (Devlin and Nagahama, 2002; Ser *et al.*, 2010; Baroiller and D’Cotta, 2016)

นอกจากนี้ ขนาดตัวอย่างของลูกปลาที่ใช้ในการทดสอบ progeny test male ในการศึกษาครั้งนี้ มีจำนวนค่อนข้างจำกัดในบางพ่อปลา (เช่น $N < 20$) ส่งผลให้ช่วงความเชื่อมั่นของสัดส่วนเพศผู้ยังคงกว้าง และอาจทำให้การตีความศักยภาพทางพันธุกรรมของพ่อปลาแต่ละตัวมีความไม่แน่นอน ดังนั้น ในการศึกษาต่อไป ควรมีการทดสอบซ้ำด้วยขนาดตัวอย่างที่มากขึ้น เช่น ไม่น้อยกว่า 50 ตัว/พ่อปลา เพื่อให้ช่วงความเชื่อมั่นแคบลงและเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ลูกปลาเพศผู้ในสัดส่วนสูง ในเชิงการประยุกต์ใช้แม้การไม่สามารถยืนยันพ่อพันธุ์ YY-male ได้อย่างสมบูรณ์และได้พ่อปลาที่สามารถเพิ่ม สัดส่วนปลาเพศผู้สูงกว่าปกติเพียง 6 ตัวจากพ่อปลา 39 ตัว ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดลอง แต่จากการที่ปลา หมอมาลาวิมีพฤติกรรมการครอบครองอาณาเขต (territorial behavior) ของปลาชนิดนี้ (Konings, 1995; Silva *et al.*, 2021) จึงสามารถผสมพันธุ์ในอัตราส่วนผู้ : เมีย 1 : 7-8 ทำให้พ่อปลาที่สามารถเพิ่มสัดส่วนปลา เพศผู้สูงกว่าปกติเพียง 6 ตัว สามารถผสมพันธุ์กับปลาเพศเมียปกติได้ถึง 40-50 ตัว ซึ่งสามารถผลิตลูกปลาได้ มากกว่า 2,500 ตัว/ปี จะเห็นได้ว่าการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ในระดับ 70–79% ยังสามารถเพิ่มมูลค่าผลผลิต และลดต้นทุนจากการเลี้ยงปลาเพศเมียที่ตลาดไม่นิยมได้อย่างมีนัยสำคัญ จึงถือว่ายังมีความเหมาะสมในการนำ เทคนิค YY-male ไปใช้และผลการวิจัยครั้งนี้ยังมีคุณค่าเชิงวิชาการและเชิงพาณิชย์ในบริบทของการพัฒนา อุตสาหกรรมปลาสวยงามในระดับกึ่งพาณิชย์

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลาวิ YY-male

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วนจากข้อมูลค่าใช้จ่ายจริงตลอดระยะเวลาการทดลอง พบว่าต้นทุนรวมของระบบการผลิตอยู่ที่ประมาณ 96,904.18 บาท/ปี โดยต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนผันแปร ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 89% ของต้นทุนรวม ขณะที่ต้นทุนคงที่มีสัดส่วนค่อนข้างต่ำ โครงสร้างต้นทุนลักษณะนี้สะท้อนลักษณะทั่วไปของระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ซึ่งต้นทุนหลักมักประกอบด้วยค่าอาหาร ค่าแม่พันธุ์ และค่าวัสดุอุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยง (Engle, 2010) ทั้งนี้ การที่ต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนสูงยังหมายความว่าประสิทธิภาพการจัดการอาหารและการเพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาจะมีบทบาทสำคัญต่อความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบการผลิตดังกล่าว เมื่อพิจารณาศักยภาพการผลิตในระดับกึ่งพาณิชย์ พบว่าสามารถผลิตปลาหมอมาลาวิได้ประมาณ 2,500 ตัว/ปี แม้ต้นทุนการผลิตรวมสูงกว่าการผลิตแบบปกติ โดยมีต้นทุนเพิ่มขึ้นประมาณ 10,545 บาท/ปี หรือคิดเป็นต้นทุนต่อหน่วยเพิ่มขึ้น 4.22 บาท/ตัว แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับโครงสร้างรายได้ การเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้จาก 50% เป็น 75% สัดส่วนเพศของปลาที่ผลิตได้มีผลโดยตรงต่อผู้เพาะเลี้ยงส่งผลให้รายได้รวมเพิ่มขึ้น และทำให้กำไรสุทธิเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับระบบการผลิตปลาสวยงามหลายชนิดที่เพศผู้มีมูลค่าทางการตลาดสูงกว่าเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ (Tlusty, 2002)

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ระบบการผลิตดังกล่าวมี อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (benefit-cost ratio; B/C ratio) อยู่ที่ 2.06 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าระบบการผลิตมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และสามารถสร้างผลตอบแทนได้มากกว่าต้นทุนที่ลงทุนไป นอกจากนี้ การคำนวณจุดคุ้มทุนพบว่า จุดคุ้มทุนของระบบ YY-male อยู่ที่ประมาณ 1,400 ตัว/ปี ซึ่งใกล้เคียงกับระบบปกติ (1,300 ตัว/ปี) แสดงให้เห็นว่าความเสี่ยงด้านการลงทุนไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แม้จะมีต้นทุนเริ่มต้นสูงขึ้นสามารถครอบคลุมต้นทุนทั้งหมดได้ ขณะที่ผลผลิตจากการทดลองอยู่ที่ประมาณ 2,500 ตัว/ปี ซึ่งสูงกว่าจุดคุ้มทุน แสดงให้เห็นว่าระบบการผลิตดังกล่าวมีศักยภาพในการดำเนินการในระดับฟาร์มและมีความเสี่ยงทางเศรษฐศาสตร์ค่อนข้างต่ำ (Engle, 2010)

เมื่อพิจารณาผลของการปรับสัดส่วนปลาเพศผู้ตามแนวคิด YY-male พบว่าการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้จาก 50% เป็น 75% ภายใต้สมมติฐานว่าผลผลิตรวมเท่าเดิม สามารถเพิ่มรายได้รวมจาก 175,000 บาท/ปี เป็น 200,000 บาท/ปี รายได้เพิ่มขึ้นประมาณ 8.26% ทั้งนี้ เนื่องจากปลาเพศผู้มีราคาจำหน่ายสูงกว่าเพศเมีย (90 บาท/ตัว เทียบกับ 50 บาท/ตัว) การเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้จึงส่งผลโดยตรงต่อมูลค่าผลผลิตรวม ซึ่งสอดคล้องกับหลักเศรษฐศาสตร์การผลิต (production economics) ที่ระบุว่า การเพิ่ม “คุณภาพหรือมูลค่าต่อหน่วย” สามารถชดเชยต้นทุนที่เพิ่มขึ้นได้ (Engle 2010, FAO 2018)

เมื่อพิจารณาในด้านกำไรสุทธิ พบว่าการใช้แนวคิด YY-male ทำให้กำไรสุทธิเพิ่มขึ้นจาก 88,640.82 บาท/ปี เป็น 103,095.82 บาท/ปี หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 16.30% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้มีผลต่อกำไรสุทธิในสัดส่วนที่สูงกว่าการเพิ่มของรายได้รวม จึงทำให้ผลกำไรมีการขยายตัวมากกว่าในเชิงร้อยละ ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของการผลิตปลาเพศเดียว (monosex culture) ซึ่งมีการประยุกต์ใช้อย่าง

แพร่หลายในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหลายชนิด โดยเฉพาะในปลานิล ซึ่งการผลิตปลาเพศผู้ล้วนสามารถช่วยเพิ่มผลผลิต ลดความแปรปรวนของขนาดปลา และเพิ่มผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของเกษตรกรได้อย่างมีนัยสำคัญ (Mair *et al.*, 1997; Phelps and Popma, 2000)

นอกจากนี้ ในระบบการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม การเพิ่มสัดส่วนเพศที่ตลาดต้องการยังสามารถลดต้นทุนแฝงจากการเลี้ยงปลาเพศที่มีมูลค่าทางการตลาดต่ำกว่า เช่น ปลาเพศเมีย ซึ่งอาจต้องใช้พื้นที่เลี้ยงอาหาร และแรงงานในการจัดการเช่นเดียวกับปลาเพศผู้ แต่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำกว่า (Tlustý, 2002) ดังนั้น การเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้จึงไม่เพียงเพิ่มรายได้ แต่ยังอาจเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรการผลิตของฟาร์มได้อีกด้วย

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในการศึกษาครั้งนี้ยังอยู่บนพื้นฐานของการประเมินในระดับกึ่งพาณิชย์ และใช้สมมติฐานว่าต้นทุนการผลิตคงที่เมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ ดังนั้น ในการศึกษาต่อ ยอดควรจะมีการประเมินต้นทุนและผลตอบแทนในระดับฟาร์มจริง รวมทั้งวิเคราะห์ความไวของต้นทุน (sensitivity analysis) ต่อปัจจัยต่าง ๆ เช่น อัตราการรอด ราคาอาหาร และราคาจำหน่ายปลา เพื่อประเมินความเสี่ยงทางเศรษฐศาสตร์ของระบบการผลิตให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น (Engle, 2010)

โดยสรุป ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ตามแนวคิด YY-male มีศักยภาพในการเพิ่มรายได้และกำไรของระบบการผลิตปลาหมอมาลาวิอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าการทดลองในครั้งนี่ยังไม่สามารถยืนยันการได้พ่อพันธุ์ YY-male อย่างสมบูรณ์ สะท้อนให้เห็นว่าการใช้เทคนิค YY-male มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และมีศักยภาพในการนำไปใช้เชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะในระบบการผลิตระดับกึ่งพาณิชย์ถึงเชิงพาณิชย์การประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าวในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามในระดับฟาร์ม ยังคงเป็นแนวทางที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมปลาสวยงามในระยะยาวได้

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การผลิตปลาหมอมาลาวิ (*Aulonocara baenschi*) เพศผู้ล้วนโดยประยุกต์ใช้แนวคิดและเทคนิค YY-male มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วนโดยใช้เทคนิค YY-male และเพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตรวมทั้งความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

ผลการเหนี่ยวนำเพศลูกปลาหมอมาลาวิด้วยฮอร์โมน 17β -estradiol ในอัตรา 150 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร เป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่าสามารถทำให้ลูกปลาที่รอดชีวิตแสดงลักษณะเพศเมียได้ 100% เมื่อมีอายุประมาณ 4-5 เดือน อย่างไรก็ตาม ปลาเพศเมียที่ได้จากการเหนี่ยวนำเพศจำนวน 58 ตัว พบว่ามีเพียง 37 ตัวหรือคิดเป็น 63.8% ที่สามารถเข้าสู่กระบวนการสืบพันธุ์และให้ไข่ได้ ขณะที่ปลาบางส่วนพบความผิดปกติทางสัณฐานวิทยา เช่น ปากเบี้ยวและไม่สามารถหุบปากได้ รวมทั้งบางตัวไม่สามารถพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลาการทดลอง

ผลการทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมียที่ผ่านการเหนี่ยวนำเพศจำนวน 37 ครอบครัว พบว่ามี 4 ครอบครัวที่ให้อัตราส่วนเพศลูกปลาไม่แตกต่างจากอัตราส่วนคาดหวัง 3:1 (เพศผู้ : เพศเมีย) ตามผลการทดสอบไคสแควร์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งบ่งชี้ว่าแม่ปลาในครอบครัวดังกล่าวมีแนวโน้มเป็นปลาเพศเมียที่มีโครโมโซม XY และสามารถใช้เป็นพื้นฐานในการคัดเลือกปลาเพศผู้เพื่อนำไปทดสอบเป็นพ่อพันธุ์ในขั้นตอนต่อไปได้ และจากการคัดเลือกปลาเพศผู้จำนวน 39 ตัว จากครอบครัวที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบลูกหลานของปลาเพศเมีย เพื่อนำไปทดสอบเป็นพ่อพันธุ์ ไม่พบพ่อปลาตัวใดให้ลูกปลาเป็นเพศผู้ 100% ตามเกณฑ์การยืนยันพ่อพันธุ์ YY อย่างไรก็ตาม พบว่ามีพ่อปลาบางครอบครัวให้สัดส่วนปลาเพศผู้ในระดับสูงโดยมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 70-79% ซึ่งสูงกว่าการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติที่มักให้สัดส่วนเพศใกล้เคียง 1:1 แสดงให้เห็นว่าปลาบางตัวอาจมีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่เอื้อต่อการให้ลูกปลาเพศผู้มากกว่าปกติ แม้ว่ายังไม่สามารถยืนยันได้ว่าเป็นพ่อพันธุ์ YY-male อย่างสมบูรณ์ก็ตาม

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วนด้วยเทคนิค YY-male พบว่า ต้นทุนการผลิตรวมอยู่ที่ประมาณ 96,904.18 บาท/ปี โดยต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนผันแปร (89%) ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แม้ว่าต้นทุนการผลิตจะสูงกว่าระบบปกติ (เพิ่มขึ้น 10,545 บาท/ปี หรือ 4.22 บาท/ตัว) แต่การเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้จาก 50% เป็น 75% ส่งผลให้รายได้รวมเพิ่มขึ้นเป็น 200,000 บาท/ปี (เพิ่มขึ้น 8.26%) และกำไรสุทธิเพิ่มขึ้นเป็น 103,095.82 บาท/ปี (เพิ่มขึ้น 16.30%) การเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้จึงส่งผลโดยตรงต่อมูลค่าผลผลิตรวม ซึ่งสอดคล้องกับหลักเศรษฐศาสตร์การผลิต (production economics) ที่ระบุว่า การเพิ่ม “คุณภาพหรือมูลค่าต่อหน่วย” สามารถชดเชยต้นทุนที่เพิ่มขึ้นได้ (Engle 2010, FAO 2018) การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ค่า B/C ratio อยู่ที่ 2.06 และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ประมาณ 1,400 ตัว/ปี ซึ่งต่ำกว่าระดับผลผลิตจริง (2,500 ตัว/ปี) แสดงให้เห็นว่าระบบการผลิตมีความคุ้มค่าและมีความเสี่ยงทางเศรษฐศาสตร์ค่อนข้างต่ำ

โดยสรุป การใช้เทคนิค YY-male มีศักยภาพในการเพิ่มรายได้และกำไรของระบบการผลิตปลาหมอ มาลาวิอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับกึ่งพาณิชย์ถึงเชิงพาณิชย์ได้ แม้ว่าจะมีข้อจำกัด ด้านความสมบูรณ์ของการควบคุมเพศและควรมีการศึกษาต่อยอดในระดับฟาร์มจริงต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการและการวิจัยต่อยอด

ควรมีการศึกษาระบบกำหนดเพศของปลาหมอมาลาวิในเพิ่มเติม โดยเฉพาะการระบุตำแหน่งยีน ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเพศและปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบ XY และ ZW และศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเพศ ควรเฝ้าระวังและปรับปรุง โดยเฉพาะอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 32–36 องศาเซลเซียส (ก่อนการปรับปรุงแก้ไข) ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูงสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป ควรศึกษาช่วงอุณหภูมิเหมาะสมที่มี ผลต่อการเหนี่ยวนำเพศให้มีประสิทธิภาพ และทำความเข้าใจข้อจำกัดของการประยุกต์ใช้แนวคิด YY-male ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ควรพัฒนาเทคนิควิธีในการตรวจสอบเพศปลาเพื่อลดระยะเวลาการวิจัยให้กระชับ และมีการ ทดสอบ progeny test male ด้วยขนาดตัวอย่างที่มากขึ้น (เช่น ≥ 50 ตัว/พ่อปลา) เพื่อเพิ่มความแม่นยำทางสถิติ และลดความแปรปรวนของผลการทดลอง ควรมีการศึกษาผลกระทบระยะยาวของการเหนี่ยวนำเพศด้วย ฮอร์โมนต่อการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ สมรรถภาพการสืบพันธุ์ และความอยู่รอดของปลา เพื่อประเมินความ เหมาะสมของการนำเทคนิคดังกล่าวไปใช้ในเชิงการผลิตอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะเชิงเศรษฐศาสตร์และการประยุกต์ใช้

ในเชิงการประยุกต์ใช้เชิงพาณิชย์ ควรมุ่งเน้นการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ในระดับที่เหมาะสมและ สอดคล้องกับข้อจำกัดทางชีววิทยา โดยควรควบคู่ไปกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการฟาร์มเพื่อลดต้นทุน ผันแปร เช่น การเพิ่มอัตราการรอด การจัดการอาหาร และการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตนอกจากนี้ การ คัดแยกหรือจัดการปลาเพศเมียที่ตลาดไม่นิยมตั้งแต่ระยะต้นอาจช่วยลดต้นทุนการผลิตเพิ่มเติม และเพิ่มกำไร สุทธิของระบบการผลิตได้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยเสริมศักยภาพของการผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ในระดับฟาร์มและ สอดคล้องกับแนวโน้มอุตสาหกรรมปลาสวยงามที่ให้ความสำคัญกับปลาที่มีมูลค่าสูง (FAO, 2018)

บรรณานุกรม

- กรมประมง. (2566). กรมประมงเปิดกระแสน้ำ 5 ลิสต์ปลาสวยงามไทยดังไกลทั่วโลก พร้อมต้นมาตรฐานปลาไทย “สวยคุณภาพ” ออกฝั่งตลาดต่างแดน. กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ กรมประมง
https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_activities/1210/198482
- กรมประมง.(มปป).คุณภาพน้ำที่เหมาะสม สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กำแพงเพชร www4.fisheries.go.th/local/file_document/20240213163025_1_file.pdf
- ณรงค์ เลี่ยนรงค์. (2562). *การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงปลานิลในกระชังในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดอ่างทอง* (เอกสารวิชาการ เลขที่ 1/2562). กรมประมง. 27 หน้า.
- นวลมณี พงศ์ธนา.(2537). *การผลิตพ่อพันธุ์ปลาตะเพียนขาวนีโอเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนขาวเพศเมียทั้งหมด* เอกสารวิชาการฉบับที่ 5 สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ 16 หน้า.
- นวลมณี พงศ์ธนา และพุทธรัตน์ เป้าประเสริฐกุล. (2538). *การทดลองเพาะเลี้ยงปลานิลเพศผู้ GMT* .เอกสารวิชาการฉบับที่ 7. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ 9 หน้า.
- นวลมณี พงศ์ธนา, สยาม กังเจริญวัฒนา พุทธรัตน์ เป้าประเสริฐกุล และ มัลลิกา นิโรธ. (2541) *ระบบการกำหนดเพศและการผลิตปลาแสงจันทร์เพศเดียว*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ 27 หน้า.
- ปรีชา อินทร์ประสิทธิ์, เมธี แก้วเนิน, เรืองวิษณุ ยุ้นพันธ์ (2555).*เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาสัตว, สาขาสัตวแพทยศาสตร์, สาขาประมง. กรุงเทพฯ. 2555. หน้า 455-461.*
- วิภาวดี หวานชิด. (2545). *การประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนเพาะเลี้ยงปลาสวยงามของเกษตรกรในอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรุณี รอดลอย (2565). *คู่มือการเพาะเลี้ยงปลาหมอสีในประเทศไทย*.ทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ภายใต้แผนการขับเคลื่อนปลาสวยงาม. 40 หน้า.
- Baroiller, J.-F. and D’Cotta, H. (2016). *The reversible sex of gonochoristic fish: Insights and consequences*. Sexual Development, 10(5–6):242–266.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27907925/>
- Beardmore, John and Mair, Graham and Lewis, R.I.. (2001). Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: Applications, problems, and prospects. Aquaculture. 197. 283-301. 10.1016/S0044-8486(01)00590-7.

- Devlin, R. H. and Nagahama, Y. (2002). Sex determination and sex differentiation in fish: An overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208 (3–4): 191–364.
- Engle, C. R. (2010). *Aquaculture economics and financing: Management and analysis*. Wiley-Blackwell.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *Ornamental fish trade and aquaculture*. FAO. <https://www.fao.org/3/i9707en/i9707EN.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Ornamental fish aquaculture*. FAO. <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>
- Golovinskaya, K.A. Cherfas N.B., and L.I. Tsvetkova. 1974. Results of evaluation of the reproductive function in gynogenetic common carp females. Cited after Kirpichnikov, V.S. 1981. Genetic Bases of Fish Selection. Springer-verlag, New York. 410 pp.
- Henning, F. and Meyer, A. (2014). The evolutionary genomics of cichlid fishes: Explosive diversification and adaptation. *Nature Reviews Genetics*, 15(11), 705–719.
- Heule, C., Göppert, C., Salzburger, W. Genetics and timing of sex determination in the East African cichlid fish *Astatotilapia burtoni*. *BMC Genet* **15**, 140 (2014).
- Jalabert, B., Moreau, J., Planquette, P. and Billard, R. (1974). *Déterminisme du sexe chez Tilapia macrochir et Tilapia nilotica: action de la méthyltestostérone dans l'alimentation des alevins sur la différenciation sexuelle; proportion des sexes dans la descendance des mâles "inversés"*. Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique, 14(4-B), 729–739.
- Konings, A. (1995). *Lake Malawi cichlids: A review of the sand-dwelling species of the genus Aulonocara*. Cichlid Press. 12 pp.
- LANGLEY, R. (1970). *Practical statistics simply explained*. Dover Publications, Inc., New York, New York, 399 pp.
- Mair, G. C., Abucay, J. S., Skibinski, D. O. F., Abella, T. A. and Beardmore, J. A. (1997). Genetic manipulation of sex ratio for the large-scale production of all-male tilapia *Oreochromis niloticus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(2), 396–404.

- Na-Nakorn, U.(1995). Comparison of cold and heat shocks to induce diploid gynogenesis in Thai walking catfish (*Clarias macrocephalus*) and performances of gynogens. *Aquatic Living Resources*. 8. 333 - 341. 10.1051/alr:1995036.
- Northwest Marine Technology Inc. (2017). *Visible implant elastomer (VIE) tagging system: Application manual*. Northwest Marine Technology.
- Pandian,T.J. and Sheela S.G. (1995). Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture*, 138: 1-22.
- Phelps, R. P.and Popma, T. J. (2000). Sex reversal of tilapia. In B. A. Costa-Pierce & J. E. Rakocy (Eds.), *Tilapia aquaculture in the Americas*. pp. 34–59.
- Piferrer, F. (2001). Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*, 197(1–4), 229–281.
- Ser JR, Roberts R.B. and Kocher T.D. Multiple interacting loci control sex determination in lake Malawi cichlid fish. *Evolution*. 2010 Feb 1;64(2): 486-501.
- Shelton, W.L. (1986). Broodstock development for monosex production of grass carp. *Aquaculture* 57:311-319.
- Takahashi H. (1975). Functional masculinization of female guppies, *Poecilia reticulata*, treated with androgen before birth. *Bull Jpn Soc Sci Fish* 41: 499–506.
- Tave, D. (1990). Supermale tilapia. *Aquaculture Magazine*. 16: 69-72.
- Tlusty, M. (2002). The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. *Aquaculture*, 205(3–4), 203–219.
- Yuan, Y., Zhou, Z., Chen, S., Liu, Y., Li, Y., Miao, Y., Wang, S., Shen, Z., Zeng, L., Xiao, J., Qin, Q. and Li, W. (2025). The expression of liver–gonadal axis genes reveals the long–term effects of exogenous estradiol on gonad development and liver function in GIFT tilapia. *Reproduction and Breeding*, 5(2), 11–20.
<https://doi.org/10.1016/j.repbre.2025.02.003>
- Wang, H. P. and Tsai, C. L. (2000). Environmental sex determination: The effect of temperature and salinity on sex ratio in *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 181: 189–197.

Walisson de Souza Silva, Lucas Pedro Gonçalves-Júnior, Marc Roger Jean Marie Henry, André Lima Ferreira, Isabela Fernanda Araújo Torres, Luanna do Carmo Neves, Nathalia Soares Ferreira, Ronald Kennedy Luz.(2021). Influence of social status on growth performance, reproductive success and sperm quality of the African cichlid *Aulonocara nyassae* Elsevier April 2021

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.ภาพกิจกรรมการดำเนินการวิจัย



ภาคผนวก ข.

การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test)

ใช้สูตร:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

โดยที่

- O = จำนวนที่สังเกตได้
- E = จำนวนที่คาดหวัง (3:1)

เกณฑ์การตัดสินใจ

- df = 1
- χ^2 critical ($\alpha = 0.05$) = 3.84
- ถ้า $\chi^2_{\text{calc}} < 3.84 \rightarrow$ ไม่แตกต่าง ($p > 0.05$)

ภาคผนวก ค.

สูตรคำนวณที่ใช้ศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน

1. ต้นทุนผันแปร (TVC)

$$TVC = \sum_{i=1}^n (\text{ราคาต่อหน่วย } i \times \text{ปริมาณการใช้ } i)$$

2. ค่าเสื่อม (DEP)

$$DEP = \frac{\text{ราคาทุน} - \text{มูลค่าซาก}}{\text{อายุการใช้งาน (ปี)}}$$

3. ต้นทุนคงที่ (TFC)

$$TFC = \sum DEP + \text{ค่าใช้จ่ายคงที่อื่น}$$

4. ต้นทุนรวม

$$TC = TFC + TVC$$

5. รายได้รวม (TR)

$$TR = (Qm \times Pm) + (Qf \times Pf)$$

6. กำไร (Profit)

$$\pi = TR - TC$$

7. อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)

$$B/C = \frac{TR}{TC}$$

ถ้า $B/C > 1$ = คຸ້ມคຳถ้า $B/C = 1$ = เทหຳทุนถ้า $B/C < 1$ = ไม่คຸ້ມ

8. จุดคุ้มทุน (BEP)

$$BEP = \frac{TC}{Pm}$$

9. %รายได้ที่เพิ่มขึ้น

$$= \frac{\text{รายได้ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{รายได้เดิมเดิม}} \times 100$$

10. %กำไรสุทธิเพิ่มขึ้น

$$= \frac{\text{กำไรสุทธิเพิ่มขึ้น}}{\text{กำไรสุทธิเดิม}} \times 100$$

ภาคผนวก ง

แบบฟอร์มสรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย 1 หน้ากระดาษ A4 (สำหรับประชาสัมพันธ์)

1. ชื่อผลงาน/โครงการ การผลิตปลาหมอมาลาวิ (*Aulonocara* sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male
Production of YY-male of Peacock cichlid (*Aulonocara* sp.)

2. ชื่อ - นามสกุล นักวิจัย นายทรงธรรม สว่างนพ (Mr. Songtham Sawangnop)

3. ที่อยู่ติดต่อได้ 39/1 หมู่ 1 ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

E-mail Songtham.dof@gmail.com โทร 0623526251

4. ชื่อหน่วยงาน กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

5. ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการเสร็จ ปี 2569

6. คำค้น ผู้ล้วน ฮอโมน ปลาหมอมาลาวิ การกำหนดเพศ ผลตอบแทน

keyword YY-supermale , Hormone, Peacock cichlid, Sex determination, economic return

7. อ้างอิง -

8. รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว (สามารถแยกไฟล์ หรือใส่รวมไว้ในเนื้อหาได้)

9. คำอธิบาย 1 หน้ากระดาษ A4 (font Tahoma ขนาด 10 แบบ Regular)

(สรุปรายละเอียดผลงานวิจัย/โครงการวิจัย มีความยาว 1 หน้ากระดาษ A4 เนื้อหาครอบคลุมถึงความสำคัญของงานวิจัยชิ้นนี้ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน และประโยชน์ของผลงานวิจัย)

โครงการวิจัยเรื่อง การผลิตปลาหมอมาลารี (*Aulonocara* sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male

เป็นการศึกษาที่มีความสำคัญทั้งในเชิงวิชาการและเชิงเศรษฐกิจ เนื่องจากปลาหมอมาลารีเป็นปลาสวยงามที่มีมูลค่าทางการตลาด โดยเฉพาะปลาเพศผู้ซึ่งมีสีสันสวยงาม ลวดลายเด่น และเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศมากกว่าปลาเพศเมีย การเพาะเลี้ยงแบบทั่วไปซึ่งได้ปลาแค่เพศจึงก่อให้เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็นจากการเลี้ยงปลาเพศเมียที่มีมูลค่าต่ำ งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปลาเพศผู้ล้วน เพื่อลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมปลาสวยงามของประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยประกอบด้วย 2 ประการ ได้แก่

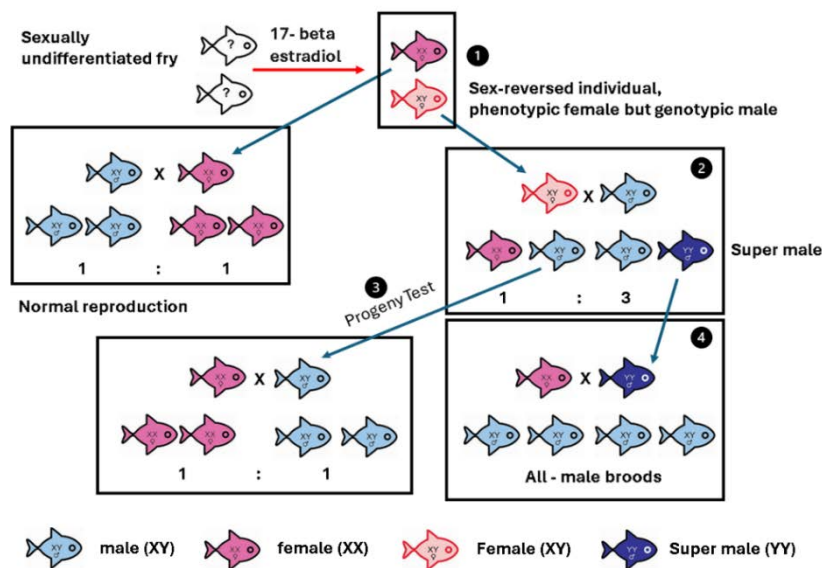
1. เพื่อผลิตปลาหมอมาลารีให้เป็นเพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male
2. เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตปลาหมอมาลารีเพศผู้ล้วน

วิธีการดำเนินงานวิจัย ใช้ปลาหมอมาลารีชนิด *Aulonocara baenschi* เป็นสัตว์ทดลอง โดยเริ่มจากการเหนี่ยวนำเพศลูกปลาด้วยฮอร์โมน 17β -estradiol ที่ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร เป็นระยะเวลา 28 วัน เพื่อให้ได้ปลาเพศเมียทั้งหมด จากนั้นนำปลาเพศเมียที่ได้ไปผสมกับปลาเพศผู้ปกติและทำการทดสอบลูกหลาน (progeny test female) เพื่อคัดเลือกแม่ปลาที่มีแนวโน้มเป็นเพศเมียโครโมโซม XY ต่อมานำลูกปลาเพศผู้จากครอบครัวที่เข้าเกณฑ์ไปทำการทดสอบ progeny test male เพื่อคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่มีโครโมโซม YY ซึ่งสามารถให้ลูกปลาเพศผู้ล้วนได้ในเชิงพันธุกรรม ทั้งนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีไคสแควร์ (chi-square test) เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนเพศที่ได้กับค่าคาดหวังตามหลักพันธุศาสตร์

ผลการดำเนินงานวิจัย พบว่า การเหนี่ยวนำเพศด้วยฮอร์โมนสามารถทำให้ลูกปลาแสดงลักษณะเพศเมียได้ 100% อย่างไรก็ตาม ปลาเพศเมียที่สามารถเข้าสู่กระบวนการสืบพันธุ์ได้ 63.8% ของจำนวนทั้งหมด และจากการทดสอบ progeny test female พบว่ามีบางครอบครัวที่ให้สัดส่วนเพศของลูกปลาใกล้เคียง 3:1 ซึ่งบ่งชี้ถึงการเป็นแม่ปลาที่มีโครโมโซม XY สำหรับการทดสอบ progeny test male ยังไม่พบพ่อพันธุ์ที่สามารถให้ลูกปลาเพศผู้ล้วนได้ 100% อย่างสมบูรณ์ แต่พบว่าสามารถเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ได้สูงถึง 70–79% ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของเทคนิค YY-male ในการเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ แม้ว่าจะยังต้องมีการพัฒนาและคัดเลือกพันธุ์เพิ่มเติมในระยะต่อไป

ในด้านเศรษฐศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนพบว่า ระบบการผลิตปลาหมอมาลารีเพศผู้ล้วนมีความคุ้มค่าเมื่อขยายสู่ระดับกึ่งพาณิชย์ โดยมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) มากกว่า 1 และมีจุดคุ้มทุนที่ระดับการผลิต 1,400 ตัว/ปี ทั้งนี้ หากสามารถเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้เป็น 75% ตามแนวคิดของเทคนิค YY-male จะส่งผลให้รายได้เพิ่มขึ้น 8.26% และกำไรสุทธิเพิ่มขึ้น 16.30%

ผลงานวิจัยนี้มีประโยชน์ในหลายมิติ ได้แก่ (1) ด้านวิชาการ เป็นการพัฒนาองค์ความรู้ด้านพันธุศาสตร์และการควบคุมเพศปลาในกลุ่มปลาสวยงาม (2) ด้านเศรษฐกิจ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน และเพิ่มรายได้ของเกษตรกร และ (3) ด้านนโยบาย สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการส่งเสริมอาชีพและการพัฒนาอุตสาหกรรมปลาสวยงามของประเทศไทยในระยะยาว นอกจากนี้ เทคโนโลยีดังกล่าวยังสามารถต่อยอดไปประยุกต์ใช้กับปลาสวยงามชนิดอื่นได้ในอนาคต



การผลิตปลาหมอมาลารี (*Aulonocara* sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male

ภาคผนวก จ

แบบฟอร์มสรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย 5 บรรทัด

(สำหรับเผยแพร่ในระบบ EXPLORE ผ่านทางเว็บไซต์ www.explore.nrct.go.th)

1. ชื่อผลงาน/โครงการ การผลิตปลาหมอมาลาวิ (*Aulonocara* sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male

Production of YY-male of Peacock cichlid (*Aulonocara* sp.)

2. ชื่อ - นามสกุล นักวิจัย นายทรงธรรม สว่างนพ (Mr. Songtham Sawangnop)

3. ที่อยู่ติดต่อได้ 39/1 หมู่ 1 ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

E-mail Songtham.dof@gmail.com โทร 0623526251

4. ชื่อหน่วยงาน กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

5. ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการเสร็จ ปี 2569

6. คำค้น ผู้ล้วน ฮอโมน ปลาหมอมาลาวิ การกำหนดเพศ ผลตอบแทน

keyword YY-supermale , Hormone, Peacock cichlid, Sex determination, economic return

7. อ่างอิง -

8. รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว (สามารถแยกไฟล์ หรือใส่รวมไว้ในเนื้อหาได้)

9. คำอธิบาย 5 บรรทัด (font Tahoma ขนาด 10 แบบ Regular)

(สรุปรายละเอียดผลงานวิจัย/โครงการวิจัย มีความยาวไม่เกิน 5 บรรทัด อธิบายด้วยภาษาง่ายๆ เข้าใจได้ง่าย
ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งานทุกระดับ)

โครงการนี้พัฒนาเทคนิคผลิตปลาหมอมาลาวิเพศผู้ล้วน ซึ่งปลาเพศผู้มีสีสวยและขายได้ราคาสูงกว่าปลาเพศเมีย ใช้วิธีควบคุมเพศตามหลักพันธุศาสตร์ (YY-male) ลดการพึ่งพาการใช้ฮอโมนในระยะผลิต ผลการทดลองถึงแม้ยังไม่พบพ่อพันธุ์ที่สามารถให้ลูกปลาเพศผู้ 100% แต่สามารถเพิ่มสัดส่วนปลาเพศผู้ได้สูงถึง 70-79% ส่งผลให้รายได้เพิ่มขึ้น 8.26% กำไรสุทธิเพิ่มขึ้น 16.30% ผลตอบแทนต่อการลงทุนอยู่ที่ 2.06 เท่าจึงเป็นแนวทางใหม่ที่ช่วยเพิ่มศักยภาพการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม และยังสามารถต่อยอดไปประยุกต์ใช้กับปลาชนิดอื่นได้ในอนาคต

- 10.สรุปงานวิจัยในรูปแบบ info graphic โดยให้มีตราสัญลักษณ์ของ วช. และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

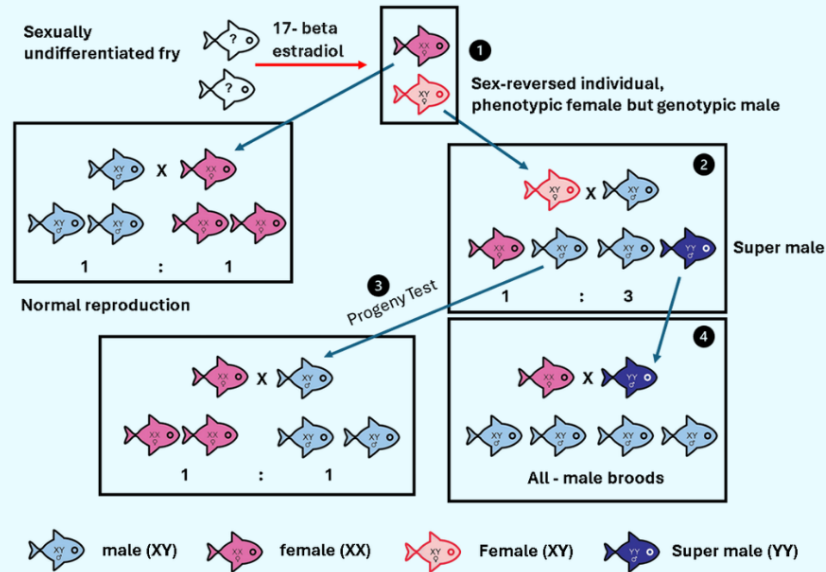
- 11.นำเข้าสู่ข้อมูลสรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย 5 บรรทัด ในระบบ EXPLORE ผ่านทางเว็บไซต์

www.explore.nrct.go.th



การผลิตปลาหมอมาลาร์ (Aulonocara sp.) เพศผู้ล้วน โดยเทคนิค YY-male Production of YY-male of Peacock cichlid (Aulonocara sp.)

โครงการนี้พัฒนาเทคนิคผลิตปลาหมอมาลาร์ “เพศผู้ล้วน” ซึ่งปลาหมอมาลาร์เพศผู้มีสีสวยงามและขายได้ราคาสูงกว่าปลาเพศเมีย ใช้วิธีควบคุมเพศตามหลักพันธุศาสตร์ (YY-male) แทนการใช้ฮอร์โมน ช่วยลดต้นทุน เพิ่มรายได้ และยกระดับการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามของไทย



Key results

- การเหนี่ยวนำเพศด้วย 17β-estradiol ทำให้ลูกปลาที่รอดชีวิตแสดงลักษณะเพศเมียได้ 100%
- ปลาเพศเมียที่เข้าสู่กระบวนการสืบพันธุ์ได้จริงมี 63.8% และพบ 4 ครอบครัว ที่ให้สัดส่วนเพศลูกปลาไม่แตกต่างจาก 3:1
- ยังไม่พบพ่อพันธุ์ YY-male ที่ให้ลูกปลาเพศผู้ 100% แต่บางครอบครัวให้สัดส่วนเพศผู้สูง 70-79%
- ต้นทุนการผลิตรวมประมาณ 96,905 บาท/ปี รายได้รวม 200,000 บาท/ปี และกำไรสุทธิ 103,096 บาท/ปี
- ระบบการผลิตมี B/C ratio = 2.06, จุดคุ้มทุนประมาณ 1,400 ตัว/ปี และหากเพิ่มสัดส่วนเพศผู้เป็น 75% เพิ่มกำไรสุทธิได้ 16.30%
- มีศักยภาพพัฒนาเป็น การผลิตเพศผู้ล้วนเชิงพาณิชย์