เอกสารวิชาการฉบับที่ ๙/๒๕๕๙

Technical Paper No.9/2016

ผลของการคัดเลือกพันธุ์ต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย และความทนทานการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในปลากะรังเสือ *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775)

Effect of Selective Breeding on Growth Rate Survival Rate and Tolerance to Environmental Changes in Tiger Grouper *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775)

ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์ Paiboon Bunlipatanon

วรรเพ็ญ คำมี Wanpen Khammee

กองวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง Coastal Fisheries Research and Development Division

กรมประมง Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ Ministry of Agriculture and Cooperative

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๙/๒๕๕๙

Technical Paper No.9/2016

ผลของการคัดเลือกพันธุ์ต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย และความทนทานการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในปลากะรังเสือ *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775)

Effect of Selective Breeding on Growth Rate Survival Rate and Tolerance to Environmental Changes in Tiger Grouper *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775)

ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์ Paiboon Bunlipatanon

วรรเพ็ญ คำมี Wanpen Khammee

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center

กองวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง Coastal Fisheries Research and Development Division

กรมประมง Department of Fisheries

๒๕๕๙ 2016

รหัสทะเบียนวิจัย 59-0345-59055

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	3
คำนำ	5
วัตถุประสงค์	6
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	6
1. การวางแผนการทดลอง	6
2. วิธีดำเนินการ	6
3. ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพ่อแม่พันธุ์ปลากะรังเสือ	7
4. การศึกษาความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำต่ำ	10
5. การศึกษาความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลัน	10
6. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	10
ผลการศึกษา	11
1. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลากะรังเสือจากธรรมชาติที่นำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์	11
2. การทดลองอนุบาลปลากะรังเสืออายุ 15-40 วันของแต่ละครอบครัว	12
3. การทดลองอนุบาลปลากะรังเสืออายุ 41-80 วันของแต่ละครอบครัว	16
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
เอกสารอ้างอิง	23

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลำดับ nucleotide ของ PCR primer ทั้ง 7 แบบ	8
2	จำนวนอัลลิลของพ่อแม่พันธุ์ปลากะรังเสือด้วยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ primer ทั้ง 7 แบบ	11
3	น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 15-40 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	13
4	อัตรารอดตายเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 15-40 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	14
5	ความทนทานการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 15-40 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	15
6	ความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำต่ำของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 15-40 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	16
7	น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	17
8	น้ำหนักเพิ่มของปลากะรังเสืออายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	18
9	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	19
10	อัตรารอดตายเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	20
11	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	21

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	รูปแบบแถบดีเอ็นเอจากการทำ PCR และ Electrophoresis โดยใช้ primer Ebr00008FRA, Ebr00010FRA, Ebr00184FRA, EquSTR148DB, EquSTR152DB, EquSTR148DB และ EfuSTR329DB	12
2.	น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม) ของปลากะรังเสืออายุ 41-80 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว	17

ผลของการคัดเลือกพันธุ์ต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย และความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในปลากะรังเสือ *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775)

ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์ และวรรเพ็ญ คำมี
ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลัน และความทนทานต่อออกซิเจนต่ำของปลากะรังเสือ 12 ครอบครัว โดยการผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว หลังจากการจับคู่ผสมเทียมแล้วนำลูกปลาที่ได้ทั้ง 12 กลุ่ม มาอนุบาลจนมีอายุ 15 วัน ก่อนนำไปใช้ในการทดลองเลี้ยงเพื่อทดสอบคุณลักษณะต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง การทดลองช่วงที่ 1 อนุบาลปลากะรังเสือตั้งแต่อายุ 15-40 วัน และการทดลองช่วงที่ 2 อนุบาลปลากะรังเสือตั้งแต่อายุ 41-80 วัน

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลากะรังเสือจากธรรมชาติที่นำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ในการผลิตลูกปลากะรังเสือจำนวน 12 ครอบครัว มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมโดยมี primer polymorphic bands อยู่ระหว่าง 25-56% ขนาดของแถบ DNA อยู่ระหว่าง 100-255 คู่เบส และพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1 กับพ่อพันธุ์ตัวที่ 6 มีรูปแบบของแถบ DNA ที่คล้ายคลึงกันอาจมีความเกี่ยวข้องกันทางเครือญาติเนื่องจากอัลลิลที่พบอยู่ในตำแหน่งเดียวกันในหลายคู่ primer

การทดลองช่วงที่ 1 การอนุบาลลูกปลาอายุ 15-40 วัน จาก 12 ครอบครัว พบว่าลูกปลาที่ได้จากคู่ผสมที่ต่างกัน มีการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม โดยลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 2 (อัตรารอดตายเฉลี่ย 34.27$\pm$4.70%) มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันได้ดีกว่าลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 1 (อัตรารอดตายเฉลี่ย 22.22$\pm$4.69%) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวที่ 3 มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันโดยมีอัตรารอดตายเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 41.60$\pm$0.93% ซึ่งมากกว่าลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ลูกปลาที่ได้จากแม่พันธุ์ทั้ง 2 ตัว มีความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำต่ำไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3 มีความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำต่ำได้ดีกว่าโดยมีอัตรารอดตายเฉลี่ย 45.00$\pm$6.84% ซึ่งแตกต่างกับลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

การทดลองช่วงที่ 2 การอนุบาลลูกปลาอายุ 41-80 วัน จาก 12 ครอบครัว พบว่า ลูกปลากะรังเสือที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 14.38$\pm$2.58 กรัม ซึ่งมากกว่าที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 (น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 10.49$\pm$1.48 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2, 3, 5 และ 6 มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 13.14$\pm$4.53, 13.67$\pm$2.63, 13.46$\pm$1.43 และ 12.82$\pm$2.85 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มากกว่าลูกปลาที่ได้จากพ่อพันธุ์ตัวที่ 4 และ 1 ซึ่งมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 12.04$\pm$2.19 และ 9.49$\pm$0.72 กรัม ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) นอกจากนี้ ลูกปลาที่ได้รับการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 2 มีอัตรารอดตาย 77.93$\pm$1.52% ซึ่งมากกว่าลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 1 ที่มีอัตรารอดตาย 74.18$\pm$1.09% อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4, 5 และ 6 มีอัตรารอดตายไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เฉลี่ยอยู่ที่ 95.05$\pm$1.34, 93.85$\pm$2.78 และ 91.19$\pm$1.65% ตามลำดับ แต่มากกว่าลูกปลาที่ได้จากพ่อพันธุ์ตัวที่

1, 2 และ 3 ซึ่งมีอัตรารอดตายเฉลี่ย 26.25±5.07, 60.00±2.79 และ 90.00±5.68% ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ย 2.76±0.11 ซึ่งต่ำกว่าของลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 (3.19±0.57) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวที่ 3 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 1.81±0.14 ซึ่งแตกต่างกับลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

คำสำคัญ : ปลากะรังเสือ การคัดพันธุ์ การเจริญเติบโต อัตรารอดตาย ความทนทานต่อสิ่งแวดล้อม

---

* ผู้รับผิดชอบ : 141 ม.6 ต.ไสไทย อ.เมือง จ.กระบี่ 81000
โทร 0-7566-2060 e-mail: paiboonbun@hotmail.com

Effect of Selective Breeding on Growth, Survival Rate and Tolerances to Environmental Changes in Tiger Grouper *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775)

Paiboon Bunlipatanon and Wanpen Khammee
Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center

Abstract

Growth and survival rates including tolerances to rapid change of salinity and low oxygen among 12 families of tiger grouper were compared. Artificial insemination was used to breed offspring from 2 females and 6 males. Larvae from 12 families were reared until 15 days-old before subjecting to two periods of experiments. The first period was rearing of larvae from 15-40 days-old while the second period from 41-80 days-old before investigating various characteristics concerned.

There were genetic variation among 12 families by polymorphic bands in between 25-56% with 100-255 base pair of DNA band sizes. The 1st and 6th male brooders had similar DNA pattern which may genetically related due to same allele found at same position in several pairs of primers.

The first period experiment, after rearing larvae of 15-40 days-old from 12 families found that offspring from different parental pairs were significantly different ($p<0.05$) in growth and survival rates. Tolerance in rapid change of salinity in offspring derived from the 2nd female brooder (34.27$\pm$4.70% average survival rate) was significantly better than those from the 1st female brooder (22.22$\pm$4.69% average survival rate) ($p<0.05$), whereas larvae from the 3rd male brooder gained the highest average survival rate of 41.60$\pm$0.93% which was significantly higher as compared with those derived from others ($p<0.05$). Larvae from different female brooders had no significant difference ($p>0.05$) in low dissolved oxygen tolerance, but larvae from the 3rd male brooder were most tolerance to dissolved low oxygen with average survival rate of 45.00$\pm$6.84% which was significantly different ($p<0.05$) from those from other male brooders.

The second period experiment, rearing of 41-80 days-old fish found that juveniles derived from the 2nd female brooder gained average final weight of 14.38$\pm$2.58 gram which was significantly greater than those from the 1st female brooder (average final weight 10.49$\pm$1.48 gram) ($p<0.05$). Juveniles derived from the 2nd, 3rd, 5th and 6th male brooders yielded average final weight of 13.14$\pm$4.53, 13.67$\pm$2.63, 13.46$\pm$1.43 and 12.82$\pm$2.85 gram which had no significant difference ($p>0.05$) but significantly different from those derived from the 1st and 4th male brooders with average final weight of 12.04$\pm$2.19 and 9.49$\pm$0.72 gram, respectively ($p<0.05$). Average survival rate of juvenile fish derived from the 2nd female brooder (77.93$\pm$1.52%) was significantly higher than those from the 1st female brooder

(74.18±1.09%) ($p<0.05$) Juvenile fish derived from the 4th, 5th, and 6th male brooders gained average survival rates of 95.05±1.34, 93.85±2.78 and 91.19±1.65%, which were significantly higher than those from the 1st, 2nd and 3rd male brooders with average survival rates of 26.25±5.07, 60.00±2.79 and 90.00±5.68%, respectively ($p<0.05$). On the other hand, the fish derived from the 2nd female brooder had average food conversion rate of 2.76±0.11 which was significantly lower as compared with those from the 1st female brooder (3.19±0.57) ($p<0.05$). Average food conversion rate of juveniles derived from the 3rd male brooder was lowest (1.81±0.14) and significantly different from those from food conversion rate than the other male brooders ($p<0.05$).

Key words: tiger grouper, selective breeding, growth rate, survival rate, tolerances to environmental changes

---

*Corresponding author: 141 Moo 6 Saithai, Muang, Krabi, Thailand. 81000 Tel. 0-7566-2060
e-mail : paiboonbun@hotmail.com

คำนำ

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำมีบทบาทสำคัญหลังจากปริมาณปลาที่จับจากธรรมชาติเริ่มไม่แน่นอน และมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากปัญหาสภาพแวดล้อม การเพาะเลี้ยงมีความสำคัญมากขึ้นแต่มีขีดจำกัดด้านผลผลิต การระบาดของโรค ความหลากหลายของสายพันธุ์ ขาดการวางระบบการคัดและปรับปรุงพันธุ์ ตลอดจนความต้องการบริโภคปลามีจำนวนเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตต่อต้นทุนการผลิตต่อเวลายังมีปัญหาด้านคุณภาพ ปริมาณ และพื้นที่ที่มีจำกัด จึงไม่สามารถผลิตได้ในเชิงอุตสาหกรรมที่ดีหรือยั่งยืนได้ง่าย การคัดพันธุ์โดยดูลักษณะตัวเอง (mass selection) เป็นวิธีการคัดเลือกโดยพิจาณาลักษณะปรากฏ (phenotype) ได้แก่ ขนาดลำตัว รูปร่าง ลักษณะการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เป็นต้น การคัดเลือกโดยดูลักษณะตัวเองเป็นวิธีการคัดเลือกที่ง่าย เนื่องจากเป็นการพิจารณาลักษณะของสัตว์น้ำที่ต้องการเลือกโดยตรง ไม่ต้องไปค้นหาข้อมูลจากแหล่งอื่นมาประกอบ เป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ให้เป็นประชากรตั้งต้นที่เหมาะสม เพื่อสร้างพันธุ์ปลาที่มีลักษณะที่เหมาะสมที่จะใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ก่อให้เกิดประโยชน์หลายประการ ได้ปลาที่มีลักษณะดีพึงประสงค์ของผู้เลี้ยง กำจัดลักษณะผิดปกติที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม ช่วยให้ได้พันธุ์ปลาที่สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตตามที่ต้องการ และทำให้ได้พันธุ์ปลาที่มีลักษณะมาตรฐานคงที่ประจำพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไป

ปลากะรังเสือ *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775) เป็นปลาเศรษฐกิจที่มีการเลี้ยงมากในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน เช่น พังงา ระนอง ตรังและกระบี่ เป็นต้น (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง , 2550) เนื่องจากเนื้อมีรสชาติดี เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค แต่การเลี้ยงปลากะรังเสือในปัจจุบันประสบปัญหาการเกิดโรค การเจริญเติบโตช้า และอัตรารอดตายต่ำในช่วงลูกปลาวัยอ่อน ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจจะเกิดจากพันธุ์ปลาที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่มีคุณภาพไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตามข้อมูลด้านการจัดการพ่อแม่พันธุ์ปลากะรังเสือ และการปรับปรุงพันธุ์สำหรับการผลิตลูกปลานับว่ายังมีน้อยมาก ปัจจุบันหน่วยผลิตพันธุ์สัตว์น้ำของกรมประมง ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งมีการผลิตพันธุ์ปลาชนิดนี้เพื่อส่งเสริมการเลี้ยงให้กับเกษตรกรในเชิงพาณิชย์ ซึ่งการจัดการพ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำของกรมประมงโดยทั่วไปเป็นการรวบรวมพันธุ์ปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาตินำมาเลี้ยงเป็นพ่อแม่พันธุ์จากนั้นนำพ่อแม่พันธุ์ที่ได้มาทำการเพาะพันธุ์โดยวิธีเลียนแบบธรรมชาติหรือผสมเทียมแล้วนำลูกปลาที่ได้จากการเพาะพันธุ์มาเลี้ยงเป็นพ่อแม่พันธุ์ทดแทนต่อเนื่องภายในหน่วยงาน ซึ่งอาจทำให้พันธุ์ปลาเกิดการเสื่อมโทรมทางพันธุกรรมได้ หรือมีความเกี่ยวข้องกันทางเครือญาติ (inbreeding) มากขึ้น และอาจแสดงคุณลักษณะที่ไม่ต้องการได้ (สมศักดิ์ และคณะ, 2550; Kamonrat, 1996) ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงพันธุ์หรือจัดการพ่อแม่พันธุ์อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อไม่ให้กลุ่มประชากรที่ผลิตขึ้นมาเกิดความถดถอยทางพันธุกรรม ทำให้ได้พันธุ์สัตว์น้ำที่มีคุณสมบัติดี และเป็นการป้องกันลักษณะที่ไม่พึงประสงค์อันได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตที่ช้าลง ปลามีขนาดเล็ก ไม่แข็งแรงและติดโรคง่าย (สุภัทรา, 2538) แต่ยังไม่มีรายงานการคัดและปรับปรุงพันธุ์ที่เป็นระบบหรือเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายของปลากะรังเสือเพื่อผลิตเป็นพ่อแม่พันธุ์ ดังนั้นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย และความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เพื่อทำการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้พ่อแม่พันธุ์ปลากะรังเสือสายพันธุ์ดีที่มีลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นที่ยอมรับของตลาดเป็นอีกทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพในการผลิตและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประชากรปลากะรังเสือที่ได้รวบรวมจากธรรมชาติโดยคัดเลือกจำนวน 12 ครอบครัว เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ปลากะรังเสือ
2. เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายของลูกปลากะรังเสือ 12 ครอบครัว ที่ได้จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว
3. เพื่อเปรียบเทียบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลัน และความทนทานต่อออกซิเจนต่ำของลูกปลากะรังเสือ 12 ครอบครัว ที่ได้จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การวางแผนการทดลอง

การทดลองเป็น 2 ช่วงการทดลอง การทดลองช่วงที่ 1 อนุบาลปลากะรังเสือของแต่ละครอบครัว อายุ 15-40 วัน และการทดลองช่วงที่ 2 อนุบาลปลากะรังเสือของแต่ละครอบครัวอายุ 41-80 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x6 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 แฟคเตอร์ แฟคเตอร์ที่ 1 คือ แม่พันธุ์ปลา 2 ตัว แฟคเตอร์ที่ 2 พ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว จับคู่ผสมเทียม แล้วนำลูกปลามาทดลองอนุบาล การทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

แม่พันธุ์ตัวที่ 1 (1234567890) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 1 (1153681140A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 1 (1234567890) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 2 (137952472A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 1 (1234567890) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 3 (143312135A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 1 (1234567890) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 4 (115312135A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 1 (1234567890) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 5 (122912312A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 1 (1234567890) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 6 (153003465A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 2 (1234567891) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 1 (1153681140A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 2 (1234567891) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 2 (137952472A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 2 (1234567891) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 3 (143312135A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 2 (1234567891) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 4 (115312135A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 2 (1234567891) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 5 (122912312A)
แม่พันธุ์ตัวที่ 2 (1234567891) x พ่อพันธุ์ตัวที่ 6 (153003465A)

การคัดเลือกพันธุ์ปลากะรังเสือ

การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปลากะรังเสือที่ซื้อจากชาวประมงที่จับมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยพิจารณาจากลักษณะของปลาที่มีความสมบูรณ์แข็งแรง ไม่มีอาการผิดปกติ และไม่มีอาการติดเชื้อก่อเกิดโรคใดๆ จากนั้น ทำเครื่องหมายโดยใช้ไมโครชิพ ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของพ่อแม่พันธุ์ โดยแม่พันธุ์ตัวที่ 1 รหัสไมโครชิพ 1234567890 น้ำหนัก 3.00 กิโลกรัม ความยาว 33.32 เซนติเมตร แม่พันธุ์ตัวที่ 2 รหัสไมโครชิพ 1234567891 น้ำหนัก 3.10 กิโลกรัม ความยาว 33.37 เซนติเมตร พ่อพันธุ์ตัวที่ 1 รหัสไมโครชิพ 1153681140A น้ำหนัก 4.50 กิโลกรัม ความยาว 41.27 เซนติเมตร พ่อพันธุ์ตัวที่ 2 รหัสไมโครชิพ 137952472A น้ำหนัก 4.40 กิโลกรัม ความยาว 41.10 เซนติเมตร พ่อพันธุ์ตัวที่ 3 รหัสไมโครชิพ 143312135A น้ำหนัก 4.50 กิโลกรัม ความยาว 41.40 เซนติเมตร พ่อพันธุ์ตัวที่ 4 รหัสไมโครชิพ 115312135A น้ำหนัก 4.40 กิโลกรัม ความยาว

41.28 เซนติเมตร พ่อพันธุ์ตัวที่ 5 รหัสไมโครชิพ 122912312A น้ำหนัก 4.50 กิโลกรัม ความยาว 41.50 เซนติเมตร และพ่อพันธุ์ตัวที่ 6 รหัสไมโครชิพ153003465A น้ำหนัก 4.30 กิโลกรัม ความยาว 41.70 เซนติเมตร

การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

พ่อแม่พันธุ์ปลากะรังถูกนำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์กลมความจุ 12 ลูกบาศก์เมตร ด้วยปลาหลังเขียวหรือปลาข้างเหลืองในอัตรา 1-2 % ของน้ำหนักตัวปลา วันเว้นวัน เมื่อพ่อแม่พันธุ์มีความสมบูรณ์เพศ โดยพ่อพันธุ์สังเกตได้จากบริเวณช่องเพศจะเห็นเป็นติ่งเพศยื่นออกมามีลักษณะเรียวยาวแหลม เมื่อรีดบริเวณส่วนท้องจะมีน้ำเชื้อไหลออกมาทางช่องเพศโดยมีลักษณะสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนมข้น แม่พันธุ์ปลาที่พร้อมจะผสมพันธุ์สังเกตได้จากบริเวณส่วนท้องจะอูมเป่งออกมาทั้งสองข้าง เมื่อคลำดูจะรู้สึกนิ่มผิดไปจากปลาที่ไม่มีไข่ ช่องเพศเปล่งนูนและมีสีชมพูเรื่อๆ หรืออาจทำการตรวจสอบการพัฒนาของไข่ปลาโดยใช้สายยางพลาสติกปลายแหลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร สอดเข้าไปในท่อรังไข่ และดูดไข่ออกมาตรวจดูลักษณะและขนาด หากสังเกตเห็นไข่ปลาแยกออกเป็นเม็ดโดยอิสระไม่ติดกันแสดงว่าแม่ปลาอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมพร้อมที่จะผสมพันธุ์

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุ์กรรมของปลากะรังเสือ

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุ์กรรมของปลากะรังเสือจากธรรมชาติที่นำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ในการผลิตปลากะรังเสือจำนวน 12 ครอบครัว โดยใช้เทคนิคเครื่องหมายพันธุกรรมไมโครแซทเทลไลท์เพราะไมโครแซทเทลไลท์เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอที่มีการกลายสูงและถ่ายทอดแบบข่มร่วม(co-dominant) ทำให้สามารถตรวจวิเคราะห์พันธุกรรม(ไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอ)ได้ที่จำนวนหลายตำแหน่งมีความหลากหลายของจำนวนอัลลิวสูงโดยการตัดครีบบริเวณครีบหางด้านบนของพ่อแม่พันธุ์ให้มีน้ำหนักประมาณ 0.5 กรัม นำครีบหางที่ตัดใส่ในหลอดตัวอย่างทันทีแล้วเติม absolute ethyl alcohol ให้ท่วมเพื่อนำไปสกัด DNA ตามวิธีการของ Maria *et al*. (2003) แล้วนำ DNA ที่ได้จากการสกัดมาเพิ่มปริมาณ DNA ด้วย primer 7 คู่ ที่คัดเลือกจาก primer ที่พัฒนาจากปลา Kelp grouper (*Epinephelus brunes*) ได้แก่ Ebr00008FRA, Ebr00010FRA, Ebr00184FRA จากปลา *Epinephelus guttatus* ได้แก่ EguSTR125DB, EguSTR148DB, EguSTR152DB และจากปลา *Epinephelus fuscoguttatus* ได้แก่ EfuSTR329DB โดยPrimer EguSTR125DB มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับ sine oculis binding protein homolog หรือ SOBP จากการศึกษาของ Chen *et al*. (2010) พบว่า SOBP มีความสำคัญต่ออวัยวะคอร์ติที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินในหนู ส่วนการศึกษาของ Birk *et al*.(2010) พบว่า SOBP ในมนุษย์เกี่ยวข้องกับ syndromic and non-syndromic autosomal recessive intellectual disability ส่วน primer EguSTR148DB มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับ T-box brain 1 หรือ TBR1 ซึ่งจากการศึกษาของ Méndez-Gómez *et al*.(2011) พบว่า TBR1 มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมอง และการแสดงออกของ TBR1 นี้ในสมองของหนูและปลา โดยมีลำดับ nucleotide ของ primer ดังที่แสดงในตารางที่ 1 ตามวิธีของ Qi Liu *et al*. (2013) เปรียบเทียบกับแถบ DNA มาตรฐานขนาด 100 bp จากนั้นบันทึกข้อมูลรูปแบบแถบ DNA ด้วยเครื่อง gel documentation และอ่านผลแถบ DNA ที่ได้

ตารางที่ 1 ลำดับ nucleotide ของ PCR primer ทั้ง 7 แบบ

Primer	Forward primer (5'→3')	Reverse primer (5'→3')	Accession No.
Ebr00008FRA	TGTGTAGGAAGGTGTTTCAGGA	CAGTTTCAGTTCGTTTGCATCT	AB755825
Ebr00010FRA	CCCAAGTCGGCTGAACTC	CTGAGGAGAGCTAAAGAGAAACAAA	AB755827
Ebr00184FRA	CCGCCTCTCACCCAATGT	TTTTCGGACCAAGGGTTTT	AB755995
EguSTR125DB	GGGAGCCACACACAGATAAAG	ATTTCCCCAGTTTGCTAATGC	DQ223834
EguSTR148DB	CCATTTACTGTGGAGGTGACAG	CACCGAGAGAGTGTGAGAAGAA	DQ223837
EguSTR152DB	AATGCACTCCAGCAAACAAGTA	CAGAGAGCAGGTGGAAACATCTTA	DQ223825
EfuSTR329DB	CCGCCTCTCACCCAATGT	GGATGATGTGATGTTTTACAGACTAGC	GU799210

การผสมเทียม

การผสมเทียมโดยการฉีดฮอร์โมนเพศเมียด้วย human chorionic gonadotropin (HCG) ในอัตรา 250-500 IU ร่วมกับ suprefact 15-20 ไมโครกรัม/แม่ปลา 1 กิโลกรัม หลังจากนั้นประมาณ 12 ชั่วโมง ทำการตรวจสอบความพร้อมโดยการกดท้องปลาเบาๆ หากไข่ไหลออกมาแสดงว่าพร้อมที่จะผสม ทำการจับคู่โดยใช้แม่พันธุ์ 2 ตัวจับคู่พ่อพันธุ์ 6 ตัว จำนวน 12 คู่ ทำการเก็บน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์โดยใช้ผ้าเช็ดบริเวณท้อง และรอบๆ ติ่งเพศผู้แล้วรีดน้ำเชื้อจากเพศผู้ และรีดไข่จากเพศเมียแล้วนำมาผสมกันในกะละมังพลาสติกใช้ขนไก่คนไข่ และน้ำเชื้อผสมกันทั่วถึงเติมน้ำทะเลฆ่าเชื้อให้ท่วมทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที จากนั้นล้างน้ำเชื้อส่วนเกินออกนำไปใส่ในถังปล่อยไข่ในถังให้ไข่เสียตกตะกอนทำการดูดไข่เสียก้นถังทิ้ง นำไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิของแต่ละครอบครัวไปฟักในถังฟัก แล้วนำลูกปลาแต่ละครอบครัวไปอนุบาลต่อไป

การอนุบาล

การเตรียมน้ำทะเลฆ่าเชื้อสำหรับการอนุบาลลูกปลา

การเตรียมน้ำทะเลโดยสูบน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพัน จากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใส่ไว้ในบ่อความจุ 180 ลูกบาศก์เมตร ฆ่าเชื้อด้วยด้วยคลอรีนในรูปของแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ [$Ca(OCl)_2$] ความเข้มข้น 70% ในอัตรา 25-30 มิลลิกรัม/ลิตร ให้อากาศตลอด 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบคลอรีนในน้ำด้วยโปแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) จากนั้น จึงหยุดให้อากาศเพื่อให้สารแขวนลอยตกตะกอน แล้วสูบน้ำส่วนใสผ่านถุงกรองน้ำ 5 ไมครอน เพื่อนำมาอนุบาลลูกปลา

การเตรียมบ่ออนุบาล ถังอนุบาล และปลาทดลอง

ลูกปลากะรังเสืออายุ 1 วัน ของแต่ละครอบครัวถูกนำมาอนุบาลในบ่อคอนกรีตทรงสี่เหลี่ยม 182x250x110 เซนติเมตร ความจุ 4 ลูกบาศก์เมตร ใส่น้ำ 3.5 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 12 บ่อ ใช้น้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพัน ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปล่อยลูกปลาบ่อละ 87,500 ตัว/บ่อ (25 ตัว/ลิตร) ใส่หัวทรายพร้อมเปิดให้อากาศเบาๆ ตลอดเวลา เมื่ออนุบาลลูกปลาอายุได้ 15 วัน จึงนำลูกปลาของแต่ละครอบครัวไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

การทดลองช่วงที่ 1 อนุบาลลูกปลาในถังพลาสติกกลมชนิดหนา (PE) ความจุ 500 ลิตร ใส่น้ำ 400 ลิตร จำนวน 3 ซ้ำต่อครอบครัว ปล่อยลูกปลาถังละ 1,600 ตัว (4ตัว/ลิตร) ใส่หัวทรายพร้อมเปิดให้อากาศเบา ๆ ตลอดเวลา

การทดลองช่วงที่ 2 นำลูกปลาจากช่วงการทดลองที่ 1 มาทดลองต่อโดยอนุบาลลูกปลาในถังพลาสติกกลมชนิดหนา เช่นเดียวกับการทดลองช่วงที่ 1 ความจุ 170 ลิตร ใส่น้ำ 150 ลิตร จำนวน 3 ซ้ำต่อครอบครัว ปล่อยลูกปลาถังละ 300 ตัว (2ตัว/ลิตร) ใส่หัวทรายพร้อมเปิดให้อากาศเบาๆ ตลอดเวลา

การเตรียมอาหารทดลอง

การเตรียมคลอเรลลา โดยใช้บ่อคอนกรีตสี่เหลี่ยมความจุ 20 ลูกบาศก์เมตร เติมน้ำทะเลสะอาดผ่านการฆ่าเชื้อ และเติมปุ๋ยสูตร 21-0-0 สูตร 16-20-0 และสูตร 46-0-0 ในอัตราส่วน 100 : 10 : 5 กรัม/น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร และเติมหัวเชื้อคลอเรลลาต่อปริมาตรน้ำเลี้ยงอัตราส่วน 1 : 5 พร้อมใส่หัวทรายให้อากาศเบาๆ เป็นระยะเวลา 4-5 วัน วัดความโปร่งแสงได้ 50 เซนติเมตร จึงนำไปเลี้ยงโรติเฟอร์และอนุบาลลูกปลา

การเตรียมโรติเฟอร์ รวบรวมโรติเฟอร์ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตสี่เหลี่ยม ความจุ 8 ลูกบาศก์เมตร ที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาแล้วนำไปกรองผ่านผ้ากรองขนาด 80 ไมครอน ได้โรติเฟอร์ขนาด 60-70 ไมครอน เพื่อนำไปเป็นอาหารอนุบาลลูกปลาอายุ 3-5 วัน และใช้โรติเฟอร์ทุกขนาดเป็นอาหารอนุบาลลูกปลาอายุ 6-25 วัน

การเตรียมอาร์ทีเมียวัยอ่อน ฟักไข่อาร์ทีเมียตามวิธีของนภดล (2549) แล้วนำอาร์ทีเมียแรกฟักระยะ Instar II เสริมด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (highly unsaturated fatty acid หรือ HUFA) โดยใช้น้ำมันสำเร็จรูป ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง ก่อนนำไปอนุบาลลูกปลา ส่วนอาร์ทีเมียตัวเต็มวัยเสริมกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยใช้น้ำมันสำเร็จรูป ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปอนุบาลลูกปลา

การเตรียมเนื้อปลาบด โดยนำปลาหลังเขียวหรือปลาข้างเหลืองสดมาแล่เอาเฉพาะเนื้อ นำไปบดให้ละเอียดแล้วนำมาผสมกับวิตามินรวม ในอัตราส่วนวิตามิน 5 กรัม/เนื้อปลาบด 1 กิโลกรัม จึงนำไปอนุบาลลูกปลาอายุ 41-80 วัน

การให้อาหาร

ปลากะรังเสืออายุ 3-5 วัน ให้โรติเฟอร์ขนาด 60-70 ไมครอน ความหนาแน่น 5 ตัว/มิลลิลิตร เป็นอาหาร ลูกปลาอายุ 6-15 วัน ให้โรติเฟอร์ทุกขนาดความหนาแน่น 10-15 ตัว/มิลลิลิตร เป็นอาหารพร้อมทั้งใส่คลอเรลลาความหนาแน่น 2-3 x 10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ลงในบ่ออนุบาลเพื่อเป็นอาหารของโรติเฟอร์

การทดลองช่วงที่ 1 ลูกปลาอายุ 15-25 วัน ให้โรติเฟอร์ทุกขนาดเป็นอาหารความหนาแน่น 10-15 ตัว/มิลลิลิตร พร้อมใส่คลอเรลลาความหนาแน่น 2-3 x 10^5 เซลล์/มิลลิลิตร เพื่อเป็นอาหารของโรติเฟอร์ ลูกปลาอายุ 15 วัน เริ่มให้อาร์ทีเมียแรกฟักความหนาแน่น 5 ตัว/มิลลิลิตร เมื่อลูกปลาอายุ 25-35 วัน ให้กินอาร์ทีเมียเป็นอาหาร วันละ 5 ครั้ง เวลา 08.00, 11.00, 13.00, 16.00 และ 18.00 นาฬิกา ในช่วงแรกให้กินครั้งละน้อยๆ และเพิ่มปริมาณของอาร์ทีเมียตามอัตราการกินอาหารของลูกปลา

การทดลองช่วงที่ 2 ลูกปลาอายุ 41-80 วัน ให้เนื้อปลาบดเป็นอาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 และ 13.00 นาฬิกา ให้อาหารจนปลากินอิ่ม

การเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่ออนุบาล

ช่วงก่อนการทดลองอนุบาลลูกปลาอายุ 1-5 วัน ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เมื่อลูกปลาอายุ 6-15 วัน เปลี่ยนถ่ายน้ำ 20% พร้อมดูดตะกอนที่ก้นบ่อ

ช่วงการทดลองที่ 1 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% พร้อมดูดตะกอนที่ก้นถังทุกวัน

ช่วงการทดลองที่ 2 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 80% พร้อมดูดตะกอนที่ก้นถังทุกวัน

การบันทึกข้อมูล

ช่วงการทดลองที่ 1 หาอัตราการเจริญเติบโตโดยการสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลาเริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลอง และตรวจสอบอัตรารอดตายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และนำลูกปลามาทดสอบความทนทานต่อความเครียดแบบต่างๆ ดังนี้

การศึกษาความทนทานต่อออกซิเจนต่ำของลูกปลา โดยเตรียมขวดโหลขนาด 10 ลิตร จำนวน 36 ใบ ใส่น้ำเค็มปริมาตร 9.5 ลิตร นำลูกปลาใส่ในขวดโหลๆละ 10 ตัว ปิดขวดโหลให้สนิทไม่มีอากาศเข้าทำการตรวจนับ และบันทึกการตายสะสมทุก 10 นาที จนครบ 120 นาที ลูกปลาที่ไม่ตอบสนองหรือไม่มีการเคลื่อนไหวของกระพุ้งแก้มถือว่าตาย และคำนวณหาอัตรารอดตายในช่วงระยะเวลาต่างๆจากจำนวนลูกปลารอดตายเทียบเป็นร้อยละกับจำนวนลูกปลาเริ่มต้น

การศึกษาความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลันจาก 30 เป็น 0 ส่วนในพัน ของลูกปลาแต่ละชุดการทดลอง โดยเตรียมขวดโหลขนาด 10 ลิตร จำนวน 36 ใบ ใส่น้ำจืด ปริมาตร 8 ลิตร นำลูกปลาใส่ในขวดโหลๆละ 10 ตัว ทำการตรวจนับ และบันทึกการตายสะสมทุก 10 นาที จนครบ 120 นาที ลูกปลาที่ไม่ตอบสนองหรือไม่มีการเคลื่อนไหวของกระพุ้งแก้มถือว่าตาย และคำนวณหาค่าอัตรารอดตายในช่วงระยะเวลาต่างๆจากจำนวนลูกปลาที่รอดตายเทียบเป็นร้อยละกับจำนวนลูกปลาเริ่มต้น

ช่วงการทดลองที่ 2 หาอัตราการเจริญเติบโตโดยการสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลาเริ่มต้นการทดลองและในสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 ครั้งละ 20 ตัว โดยทำการสลบปลาก่อนชั่งน้ำหนักโดยใช้น้ำมันกานพลูความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตร บันทึกข้อมูลทุกครั้ง จนสิ้นสุดการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโต จดบันทึกข้อมูลน้ำหนักอาหารที่ให้เป็นอาหารปลาทุกครั้งเพื่อนำไปคำนวณอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

คำนวณอัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตรารอดตายตามวิธี ดังนี้

(1) น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม/วัน (average daily weight gain, ADG)

$$\text{น้ำหนักเพิ่ม (กรัม/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุด-น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาการทดลอง (วัน)}}$$

(2) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion ratio, FCR)

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่ม}}$$

(3) อัตรารอดตาย (survival rate)

$$\text{อัตรารอดตาย (\%)} = \frac{(N1 - N2) \times 100}{N1}$$

โดยที่ N1 = จำนวนปลาที่เริ่มต้น

N2 = จำนวนปลาที่ตายสะสม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การเปรียบเทียบผลของอิทธิพลหลักคือแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์ของปลากะรังเสือ และอิทธิพลร่วมจากอิทธิพลหลักทั้ง 2 โดยใช้ Two-way ANOVA (analysis of variance) $y_{ijk} = \mu + \&_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$

$i=1,2,...,a$; $j=1,2,...,b$; $k=1,2,...,n$

เมื่อ y_{ijk} = ค่าสังเกตที่ได้รับทรีทเมนต์ij ตัวที่ k

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมด α = อิทธิพลของปัจจัย A

β = อิทธิพลของปัจจัย B $(\alpha\beta)$ = อิทธิพลร่วมของปัจจัย A และ B

e_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนสุ่มของการทดลอง

จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

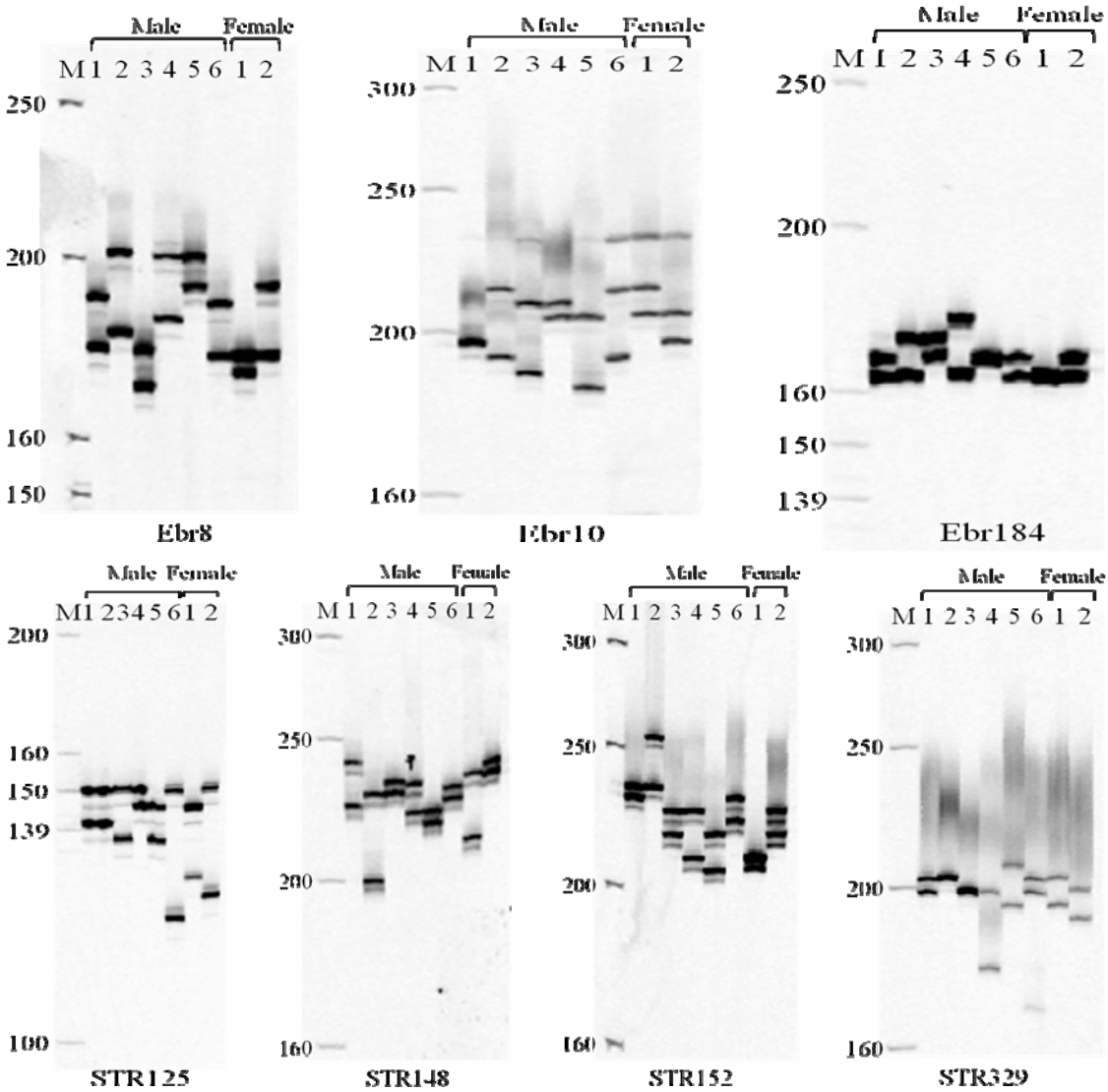
ผลการศึกษา

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลากะรังเสือจากธรรมชาติที่นำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์

จากการเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเทคนิคเครื่องหมายพันธุกรรมไมโครแซทเทลไลท์ โดยใช้ primerที่พัฒนาจากปลา Kelp grouper ปลา *Epinephelus guttatus* และปลา *Epinephelus fuscoguttatus* พบว่า primer ทั้งหมดสามารถเพิ่มปริมาณ DNA ของปลากะรังเสือได้ และในทุก primer มีจำนวนอัลลิลค่อนข้างสูง ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 1

ตารางที่ 2 จำนวนอัลลิลของพ่อแม่พันธุ์ปลากะรังเสือด้วยการเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ primer ทั้ง 7 แบบ

Primer	Linkage group	จำนวนอัลลิลของพ่อพันธุ์	จำนวนอัลลิลของแม่พันธุ์
Ebr00008FRA	15	7	3
Ebr00010FRA	12	7	3
Ebr00184FRA	16	4	2
EguSTR125DB	23	5	4
EguSTR148DB	9	7	3
EguSTR152DB	19	8	3
EfuSTR329DB	-	5	4



ภาพที่ 1 รูปแบบของแถบ DNA โดย M = 100 bp ladders DNA markers
Male 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 = พ่อพันธุ์ตัวที่ 1-6, Female1, 2 = แม่พันธุ์ตัวที่ 1 และ 2

ผลการทดลองอนุบาลปลากะรังเสืออายุ 15-40 วัน ของแต่ละครอบครัว

น้ำหนักสุดท้าย

ผลการทดลองพบว่ามีอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างแม่พันธุ์ปลากับพ่อพันธุ์ปลาต่อน้ำหนักสุดท้ายของปลากะรังเสือ ($p<0.05$) ลูกปลามีน้ำหนักเริ่มต้น 0.018±0.00, 0.018±0.00, 0.018±0.00, 0.018±0.00, 0.018±0.00, 0.019±0.00, 0.019±0.00, 0.018±0.00,0. 018±0.00, 0.018±0.00, 0.018±0.00 และ 0.018±0.00 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลากะรังเสือที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 1.67±0.62 กรัม ซึ่งมากกว่าลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 (1.54±0.31 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบพ่อพันธุ์ปลาที่ต่างกัน ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวที่ 4 มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด 2.15±0.40 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1 ที่มีน้ำหนัก 2.15±0.09 กรัม แต่แตกต่างกับลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2, 3, 5 และ 6 ที่มีน้ำหนัก 1.17±0.09, 1.15±0.41, 1.31±0.36 และ1.76±0.36 กรัม ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 15-40 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว และพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

	น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลา (กรัม)		น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ปลาต่างกัน (กรัม)
	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2	
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1	2.19±0.04[c]	2.03±0.02[e]	2.15±0.09[d]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2	1.08±0.03[a]	1.25±0.03[b]	1.17±0.09[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3	1.18±0.04[a]	1.12±0.00[a]	1.15±0.41[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4	2.52±0.02[c]	1.78±0.02[d]	2.15±0.40[d]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 5	0.98±0.05[a]	1.64±0.02[c]	1.31±0.36[b]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 6	2.09±0.06[c]	1.44±0.04[c]	1.76±0.36[c]
น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาต่างกัน (กรัม)	1.67±0.62[b]	1.54±0.31[a]	

Two-way analysis of variance

อิทธิพลของแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=122.94, P=0.00)

อิทธิพลของพ่อพันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=1010.35, P=0.00)

อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์ปลากับแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=325.69, P=0.00)

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาต่างกันเปรียบเทียบในแนวนอน

อัตรารอดตาย

ผลการทดลองพบว่ามีอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างแม่พันธุ์ปลากับพ่อพันธุ์ปลาต่ออัตรารอดตายของปลากะรังเสือ ($p<0.05$) โดยลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 มีอัตรารอดตายแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 มีอัตรารอดตายเฉลี่ย 64.84±1.05 และ 54.47±0.28% และเมื่อเปรียบเทียบพ่อพันธุ์ปลาที่ต่างกันพบว่า ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวที่ 5 มีอัตรารอดตายมากที่สุด 85.13±5.58% แตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1, 2, 3, 4 และ 6 ที่มีอัตรารอดตาย 26.22±4.50, 45.47±22.13, 78.71±5.37, 41.04±2.93 และ 81.39±5.30% ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 อัตรารอดตายเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 15-40 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว และพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

	อัตรารอดตายฉลี่ยของลูกปลา (%)		อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ปลาต่างกัน (%)
	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2	
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1	22.12±0.27[a]	30.33±0.47[a]	26.22±4.50[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2	25.26±0.29[b]	65.68±0.34[c]	45.47±22.13[c]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3	73.81±0.25[d]	63.62±0.19[f]	78.71±5.37[d]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4	29.22±0.41[c]	52.83±0.52[b]	41.04±2.93[b]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 5	90.22±0.31[f]	80.04±0.40[e]	85.13±5.58[f]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 6	86.22±0.46[e]	76.55±0.12[d]	81.39±5.30[e]
อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาต่างกัน (%)	54.47±0.28[a]	64.84±1.05[b]	

Two-way analysis of variance

อิทธิพลของแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=7516.38, P=0.00)

อิทธิพลของพ่อพันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=29387.42, P=0.00)

อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์ปลากับแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=4447.64, P=0.00)

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นอัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาต่างกันเปรียบเทียบในแนวนอน

ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลัน

ผลการทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันของปลากะรังเสือพบว่ามีอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างแม่พันธุ์ปลากับพ่อพันธุ์ปลาต่อความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลัน ($p<0.05$) โดยลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 2 (อัตรารอดตายเฉลี่ย 34.27±4.70%) มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันได้ดีกว่าลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 (อัตรารอดตายเฉลี่ย 22.22±4.69%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบพ่อพันธุ์ปลาที่ต่างกันพบว่า ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3 มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันโดยมีอัตรารอดตายเฉลี่ย 41.60±0.93% ซึ่งมากกว่าลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 ที่มีอัตรารอดตายเฉลี่ย 15.00±0.73, 25.00±2.82, 35.00±0.13, 16.66±0.95 และ 36.23±0.84% ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 15-40 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว และพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

	อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลา (%)		อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ปลาต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลัน (%)
	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2	
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1	0.00±0.00[a]	30.00±5.00[b]	15.00±0.73[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2	13.33±1.16[b]	36.66±1.33[c]	25.00±2.82[b]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3	46.66±3.33[e]	36.53±0.11[c]	41.60±0.93[d]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4	26.66±0.33[d]	43.33±0.34[d]	35.00±0.13[c]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 5	26.66±0.49[d]	6.66±0.12[a]	16.66±0.95[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 6	20.00±1.00[c]	52.47±2.08[e]	36.23±0.84[c]
อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลัน (%)	22.22±4.69[a]	34.27±4.70[b]	

Two-way analysis of variance

อิทธิพลของแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=348.43, P=0.00)

อิทธิพลของพ่อพันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=194.26, P=0.00)

อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์ปลากับแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=722.18, P=0.00)

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นอัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันเปรียบเทียบในแนวนอน

ความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำต่ำ

ผลการทดสอบความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) ต่ำของปลากะรังเสือพบว่ามีอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างแม่พันธุ์ปลากับพ่อพันธุ์ปลาในความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำต่ำ ($p<0.05$) โดยลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 และตัวที่ 2 มีความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำต่ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบพ่อพันธุ์ปลาที่ต่างกันพบว่า ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3 มีความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำต่ำได้ดีกว่า โดยมีอัตรารอดตายเฉลี่ย 45.00±6.84% ซึ่งมากกว่าลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 ที่มีอัตรารอดตายเฉลี่ย 5.00±0.79, 39.66±1.50, 20.16±1.21, 15.00±0.66 และ 15.00±0.78% ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ความทนทานต่อออกซิเจนละลายน้ำต่ำของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 15-40 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว และพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

	อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลา (%)		อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ปลาต่างกันต่อออกซิเจนต่ำ (%)
	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2	
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1	0.00±0.00[a]	10.00±3.00[b]	5.00±0.79[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2	39.33±1.15[d]	40.00±2.00[d]	39.66±1.50[d]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3	60.00±5.00[e]	30.00±3.00[c]	45.00±6.84[e]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4	10.33±4.50[b]	30.00±2.00[c]	20.16±1.21[c]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 5	30.00±6.00[c]	0.00±0.00[a]	15.00±0.66[b]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 6	10.00±2.00[b]	20.00±6.00[c]	15.00±0.78[b]
อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาต่างกันต่อออกซิเจนต่ำ (%)	24.94±1.33[a]	21.66±4.08[a]	

Two-way analysis of variance

อิทธิพลของแม่พันธุ์ปลาไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F=7.80, P=0.01)

อิทธิพลของพ่อพันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=118.29, P=0.00)

อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์ปลากับแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=56.24, P=0.00)

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้น อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาต่างกันต่อออกซิเจนต่ำเปรียบเทียบในแนวนอน

ผลการทดลองอนุบาลปลากะรังเสืออายุ 41-80 วัน ของแต่ละครอบครัว

น้ำหนักสุดท้าย

ผลการทดลองพบว่ามีอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างแม่พันธุ์ปลากับพ่อพันธุ์ปลาต่อน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลากะรังเสือ ($p<0.05$) ลูกปลาในแต่ละคู่ผสมที่นำมาทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้น 1.43±0.14, 1.42±0.02, 1.43±0.02, 1.43±0.03, 1.47±0.01, 1.42±0.02, 1.40±0.05, 1.50±0.05, 1.50±0.01, 1.41±0.01, 1.43±0.02, 1.46±0.05 และ 1.41±0.01 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลากะรังเสือที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 2 มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 14.38±2.58 กรัม ซึ่งมากกว่าที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 1 (น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 10.49±1.48 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบพ่อพันธุ์ปลาที่ต่างกันพบว่า ลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2, 3, 5 และ 6 มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 13.14±4.53, 13.67±2.63, 13.46±1.43 และ 12.82±2.85 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มากกว่าลูกปลาที่ได้จากพ่อพันธุ์ตัวที่ 4 และ 1 ซึ่งมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 12.04±2.19 และ 9.49±0.72 กรัม ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 7) (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 7 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว และพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

	น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลาอายุ 41-80 วัน (กรัม)		น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ปลาต่างกัน (กรัม)
	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2	
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1	8.86±0.17[a]	10.12±0.31[a]	9.49±0.72[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2	9.18±0.55[ab]	17.10±2.01[c]	13.14±4.53[bc]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3	10.49±0.33[a]	15.86±1.71[c]	13.67±2.63[c]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4	10.20±0.76[c]	13.88±1.14[b]	12.04±2.19[b]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 5	12.84±1.03[e]	14.09±1.70[b]	13.46±1.43[bc]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 6	10.40±0.44[d]	15.25±1.56[bc]	12.82±2.85[bc]
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ต่างกัน (กรัม)	10.49±1.48[a]	14.38±2.58[b]	

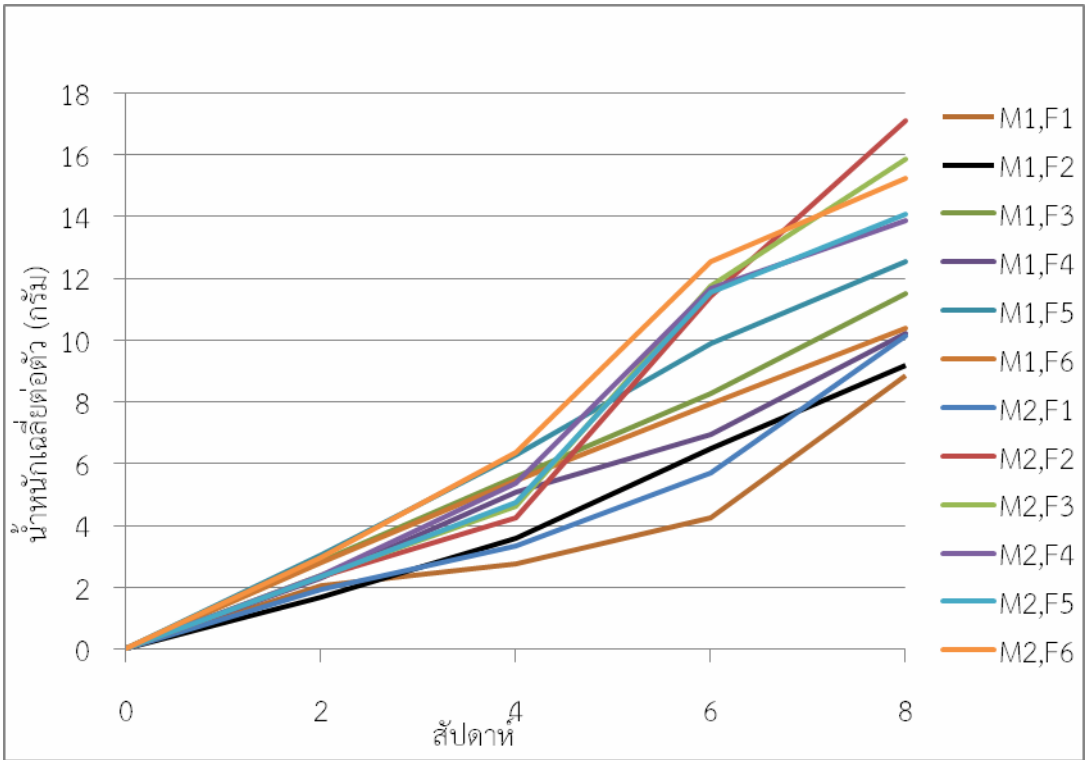
Two-way analysis of variance

อิทธิพลของแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=102.12, P=0.00)

อิทธิพลของพ่อพันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=10.86, P=0.00)

อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์ปลากับแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=7.04, P=0.00)

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ต่างกันเปรียบเทียบในแนวนอน



ภาพที่ 2 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว กับพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

น้ำหนักเพิ่ม

ผลการทดลองพบว่ามีอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างแม่พันธุ์ปลากับพ่อพันธุ์ปลาต่อน้ำหนักเพิ่มของปลากะรังเสือ ($p<0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลากะรังเสือที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ตัวที่ 2 มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย 12.94±2.55 กรัม มากกว่าลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 ที่มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย 9.06±1.47 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบพ่อพันธุ์ปลาที่ต่างกัน ลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ตัวที่ 2, 4, 5 และ 6 มีน้ำหนักเพิ่มฉลี่ย 11.68±4.49, 10.61±2.20, 12.01±1.43 และ 11.38±2.82 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยมากกว่าลูกปลาที่ได้จากพ่อพันธุ์ตัวที่ 1 (8.07±0.75 กรัม) และตัวที่ 4 (10.61±2.20 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว และพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

	น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของลูกปลา (กรัม)		น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ต่างกัน (กรัม)
	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2	
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1	7.43±0.25[a]	8.72±0.35[a]	8.07±0.75[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2	7.75±0.56[ab]	15.60±2.01[c]	11.68±4.49[bc]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3	10.05±0.33[a]	14.36±1.72[c]	12.21±2.60[c]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4	8.77±0.79[bc]	12.46±1.14[b]	10.61±2.20[b]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 5	11.37±1.02[d]	12.66±1.67[bc]	12.01±1.43[bc]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 6	8.97±0.45[c]	13.79±1.53[bc]	11.38±2.82[bc]
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้รับการผสมแม่พันธุ์ต่างกัน (กรัม)	9.06±1.47[a]	12.94±2.55[b]	

Two-way analysis of variance

อิทธิพลของแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=101.35, P=0.00)

อิทธิพลของพ่อพันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=10.63, P=0.00)

อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์ปลากับแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=6.80, P=0.00)

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้รับการผสมแม่พันธุ์ต่างกันเปรียบเทียบในแนวนอน

อัตราการเจริญเติบโต (น้ำหนักเพิ่มต่อวัน)

ผลการทดลองพบว่ามีอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างแม่พันธุ์ปลากับพ่อพันธุ์ปลาต่ออัตราการเจริญเติบโตของลูกปลากะรังเสือ ($p<0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลากะรังเสือที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.31±0.08 กรัม/วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 ที่มีอัตราการเจริญเติบเฉลี่ย 0.22±0.07 กรัม/วัน เมื่อเปรียบเทียบพ่อพันธุ์ปลาที่ต่างกัน ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวที่ 2, 3, 5 และ 6 มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.19±0.07, 0.30±0.06, 0.25±0.05 และ 0.28±0.02 กรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าลูกปลาที่ได้จากพ่อพันธุ์ตัวที่ 4 (0.19±0.07 กรัม/วัน) และตัวที่ 1 (0.25±0.05 กรัม/วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว และพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของลูกปลา (กรัม/วัน)		อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ต่างกัน (กรัม/วัน)
	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2	
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1	0.18±0.00[a]	0.21±0.00[a]	0.19±0.07[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2	0.18±0.11[ab]	0.39±0.51[c]	0.28±0.01[bc]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3	0.25±0.10[a]	0.35±0.04[c]	0.30±0.06[c]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4	0.22±0.17[bc]	0.29±0.40[b]	0.25±0.05[b]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 5	0.28±0.25[d]	0.31±0.04[bc]	0.29±0.04[c]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 6	0.22±0.03[c]	0.34±0.04[bc]	0.28±0.02[bc]
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ต่างกัน (กรัม/วัน)	0.22±0.07[a]	0.31±0.08[b]	

Two-way analysis of variance

อิทธิพลของแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=123.83, P=0.00)

อิทธิพลของพ่อพันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=1013.02, P=0.00)

อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์ปลากับแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=326.15, P=0.00)

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ต่างกันเปรียบเทียบในแนวนอน

อัตรารอดตาย

ผลการทดลองพบว่ามีอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างแม่พันธุ์ปลากับพ่อพันธุ์ปลาต่ออัตรารอดตายของปลากะรังเสือ ($p<0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลากะรังเสือที่ได้รับการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 2 มีอัตรารอดตายเฉลี่ย 77.93±1.52% ซึ่งมากกว่าลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 1 ซึ่งมีอัตรารอดตายเฉลี่ย 74.18±1.09% อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบพ่อพันธุ์ปลาที่ต่างกัน ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4, 5 และ 6 มีอัตรารอดตายเฉลี่ย 95.05±1.34, 93.85±2.78 และ 91.19±1.65% ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างกับลูกปลาที่ได้จากพ่อพันธุ์ตัวที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีอัตรารอดตายเฉลี่ย 26.25±5.07, 60.00±2.79 และ 90.00±5.68% ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 อัตรารอดตายเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว และพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

	อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลา (%)		อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ต่างกัน (%)
	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2	
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1	12.50±0.62[a]	40.00±0.62[a]	26.25±5.07[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2	60.00±3.12[b]	60.00±3.12[b]	60.00±2.79[b]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3	95.00±0.94[d]	85.00±2.19[c]	90.00±5.68[c]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4	95.00±1.87[d]	95.10±1.00[d]	95.05±1.34[d]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 5	92.71±3.03[cd]	95.00±2.50[d]	93.85±2.78[d]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 6	88.89±0.47[c]	92.50±1.25[d]	91.19±1.65[d]
อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้รับการผสมแม่พันธุ์ต่างกัน	74.18± 1.09[a]	77.93±1.52[b]	

Two-way analysis of variance

อิทธิพลของแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=31.80, P=0.00)

อิทธิพลของพ่อพันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=1158.12, P=0.00)

อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์ปลากับแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=59.11, P=0.00)

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นอัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้รับการผสมแม่พันธุ์ปลาต่างกันเปรียบเทียบในแนวนอน

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ผลการทดลองพบว่ามีอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างแม่พันธุ์ปลากับพ่อพันธุ์ปลาต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะรังเสือ ($p<0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปลากะรังเสือที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ย 2.76±0.11 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 ที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ย 3.19±0.57 เมื่อเปรียบเทียบพ่อพันธุ์ปลาที่ต่างกัน ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวที่ 3 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 1.81±0.14 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับลูกปลาที่ได้จากการผสมจากพ่อพันธุ์ตัวที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 ที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ย 5.49±0.40, 3.72±1.04, 2.29±0.10, 2.17±0.13 และ 2.40±0.16 ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยของปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 41-80 วัน จากการจับคู่ผสมเทียมระหว่างแม่พันธุ์ปลา 2 ตัว และพ่อพันธุ์ปลา 6 ตัว

	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยของลูกปลา		อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้จากการผสมพ่อพันธุ์ต่างกัน
	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1	แม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2	
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1	5.86±0.45[e]	5.12±0.50[d]	5.49±0.40[f]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2	4.67±0.18[d]	2.78+0.40[c]	3.72±1.04[e]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3	1.70±0.10[a]	1.93±0.30[a]	1.81±0.14[a]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4	2.36±0.10[c]	2.21±0.20[b]	2.29±0.10[c]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 5	2.06±0.35[b]	2.28±0.10[b]	2.17±0.13[b]
พ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 6	2.53±0.85[c]	2.26±0.70[b]	2.40±0.16[d]
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้รับการผสมแม่พันธุ์ต่างกัน	3.19± 0.57[b]	2.76±0.11[a]	

Two-way analysis of variance

อิทธิพลของแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=249.47, P=0.00)

อิทธิพลของพ่อพันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=1711.08, P=0.00)

อิทธิพลร่วมของพ่อพันธุ์ปลากับแม่พันธุ์ปลามีนัยสำคัญทางสถิติ (F=140.84, P=0.00)

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยของลูกปลาที่ได้รับการผสมแม่พันธุ์ต่างกันเปรียบเทียบในแนวนอน

สรุปและวิจารณ์ผล

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลากะรังเสือจากธรรมชาติที่นำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ในการผลิตปลากะรังเสือจำนวน 12 ครอบครัว มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรม โดย primer polymorphic bands อยู่ระหว่าง 25-56% ขนาดของแถบ DNA อยู่ระหว่าง 100-255 คู่เบส และพบว่าพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 1 กับพ่อพันธุ์ตัวที่ 6 มีรูปแบบของแถบ DNA ที่คล้ายคลึงกัน จึงอาจมีความเกี่ยวข้องกันทางเครือญาติ เนื่องจากอัลลิลที่พบอยู่ในตำแหน่งเดียวกันในหลายคู่ primer แต่ primer ทั้งหมดยังไม่มีความสัมพันธ์ในการเชื่อมโยงกับการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของปลากะรังเสือ เนื่องจากไม่ได้ทำการศึกษารูปแบบ DNA ของลูกปลากะรังเสือที่ได้จากการผสมเทียมดังกล่าว

ผลการทดลองอนุบาลปลากะรังเสืออายุ 15-40 วัน พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแม่พันธุ์กับพ่อพันธุ์ปลาต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลัน และความทนทานต่อออกซิเจนต่ำ เมื่อพิจารณาในด้านการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก และอัตรารอดตาย ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 1 กับพ่อพันธุ์ตัวที่ 1 และตัวที่ 4 มีน้ำหนักมากที่สุด เนื่องปัจจัยด้านพันธุกรรมที่เกิดจากตัวปลามีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดตาย และยังมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้านความหนาแน่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ลูกปลาที่มีอัตรารอดตายต่ำมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าลูกปลาที่มีอัตรารอดตายสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของไพบูลย์ และวรรเพ็ญ (2558) ในการทดลองอนุบาลปลากะรังเสืออายุ 41-80 วัน ที่ความหนาแน่น 50, 100 และ 150 ตัว/100 ลิตร ซึ่งพบว่าที่ความหนาแน่น 50 ตัว/100 ลิตร มีการเจริญเติบโตดีที่สุด เช่นเดียวกับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดงระยะวัยรุ่นที่ความหนาแน่นสูงมีผลต่อการกินอาหารของลูกปลา ทำให้

ปลามีการเจริญเติบโตช้าลง (Samad *et al*., 2014) และ Kristiansen *et al*. (2004) เลี้ยงปลาซีกเดียว (halibut) ระยะวัยรุ่นที่ความหนาแน่นสูงทำให้ปลากินอาหารลดลง เป็นผลให้เจริญเติบโตช้าลงด้วย เนื่องจากการเลี้ยงปลาในความหนาแน่นสูงมีผลต่อคุณภาพน้ำ ทำให้ปลากินอาหารได้น้อยลงและส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่ลดลง (Ellis *et al*., 2002) ซึ่งเป็นไปตามความสัมพันธ์ในลักษณะผกผันของการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของสัตว์น้ำที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของสัตว์น้ำที่เลี้ยง นั่นคือ เมื่อเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยความหนาแน่นที่สูงขึ้น การเจริญเติบโตของปลาลดลง เนื่องจากกำลังผลิต (carrying capacity) ของสถานที่เลี้ยงมีจำกัด หรือมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำ (Ambeker and Doyle, 1990; Robinson and Doyle, 1990; Wang et *al*., 2000) Pickering (1993) รายงานว่าสภาวะที่มีปลาอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นทำให้เกิดการแย่งอาหาร อากาศหายใจ และที่อยู่อาศัย พฤติกรรมความเป็นเจ้าถิ่นและการครอบครองอาณาเขต (territorial behavior) ภาวะเช่นนี้ก่อให้เกิดความเครียด (stress) ในตัวปลา ซึ่งอาจเป็นแบบเรื้อรังที่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตช้าลง

ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 กับพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3 มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันมากกว่าครอบครัวอื่นๆ ส่วนลูกปลาที่ได้จากการผสมแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 และ 2 กับพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3 มีความทนทานต่อออกซิเจนต่ำได้ดีกว่าครอบครัวอื่นๆ ปัจจัยด้านพันธุกรรมที่เกิดจากตัวปลามีอิทธิพลส่งผลต่อความทนทานการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันและความทนทานต่อออกซิเจนต่ำอย่างชัดเจน ปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกไม่มีผลเนื่องจากในการอนุบาลลูกปลาได้จัดระบบสิ่งแวดล้อมให้เหมือนกัน

ผลการทดลองอนุบาลปลากะรังเสือตั้งแต่อายุ 41-80 วัน พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแม่พันธุ์กับพ่อพันธุ์ปลาต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก อัตรารอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 กับพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2, 3, 5 และ 6 มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก (น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญการเติบโต) มากกว่าพ่อพันธุ์ตัวที่ 1 และ 4 ลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 กับพ่อพันธุ์ตัวที่ 4, 5 และ 6 มีอัตรารอดตายมากกว่าพ่อพันธุ์ตัวที่ 1, 2 และ 3 ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยด้านพันธุกรรมที่เกิดจากตัวปลามีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดตาย และยังมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้านความหนาแน่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ลูกปลาในช่วงนี้คู่ผสมที่มีอัตรารอดตายสูงมีการเจริญเติบโตดีกว่าลูกปลาที่ได้จากคู่ผสมที่มีอัตรารอดตายต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Salama (2007) ที่อนุบาลลูกปลากะพงขาวขนาดเล็กด้วยความหนาแน่นสูง ทำให้ลูกปลากินอาหารได้ดี และมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายดีกว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่นต่ำ แต่ต้องมีการให้อาหารอย่างเพียงพอ ไม่เช่นนั้นปลาจะแย่งกันกินอาหารที่มีจำกัด อาจทำให้การเจริญเติบโตลดลงได้ การศึกษาในครั้งนี้ ลูกปลาที่ได้รับการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 กับพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุดทั้งนี้ เนื่องจากปัจจัยด้านพันธุกรรมที่เกิดจากตัวปลามีอิทธิพลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตรารอดตาย และยังมีปัจจัยความหนาแน่นมาเกี่ยวข้อง ลูกปลาคู่ผสมที่มีอัตรารอดตายสูงจากการอนุบาลในความหนาแน่นสูงจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Salari *et al*. (2012) ที่อนุบาลลูกปลากะรังเสืออายุ 35 วัน ที่ความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำกว่าความหนาแน่น 1 และ 3 ตัว/ลิตร เช่นเดียวกับที่อนุบาลปลาหมอทะเลขนาด 2.5 นิ้ว ที่ความหนาแน่น 1 ตัว/ลิตร มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำกว่าที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 ตัว/ลิตร (อาคม และวรรเพ็ญ, 2556) นอกจากนี้การศึกษาของนิพนธ์ และคณะ (2551) พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะรังหงส์วัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 50 และ 100 ตัว/ลูกบาศก์เมตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยความหนาแน่นสูงมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำกว่าที่เลี้ยงความหนาแน่นต่ำ ซึ่งผลของการเลี้ยงมีแนวโน้มเหมือนกับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดงระยะวัยรุ่น (Samad *et al*., 2014) เนื่องจากปลาในกลุ่มกะรังมีพฤติกรรมกิน

อาหารเป็นกลุ่ม ทำให้แย่งกันกินอาหารจึงกินได้มาก และใช้พลังงานส่วนใหญ่ในการเจริญเติบโต (Ismi *et al*., 2012)

ผลการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่า ปลากะรังเสือที่อนุบาลตั้งแต่อายุ 15-40 วัน มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักโดยลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ตัวที่ 1 กับพ่อพันธุ์ตัวที่ 1 และ 4 ให้ลูกพันธุ์ปลามีการเจริญเติบโตดี ส่วนลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 กับพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3 มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลัน และลูกปลาที่ได้จากการผสมจากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 และตัวที่ 2 กับพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3 มีความทนทานต่อออกซิเจนต่ำได้ดีกว่าลูกปลาจากพ่อแม่พันธุ์คู่ผสมอื่นๆส่วนผลการอนุบาลลูกปลากะรังเสือตั้งแต่อายุ 41-80 วัน ปรากฏว่า ลูกพันธุ์ปลาที่ได้จากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 กับพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 2, 3, 5 และ 6 มีการเจริญเติบโตดี ลูกพันธุ์ปลาที่ได้จากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 2 กับพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 4, 5 และ 6 มีอัตรารอดตายสูง และลูกพันธุ์ปลาที่ได้จากแม่พันธุ์ปลาตัวที่ 1 กับพ่อพันธุ์ปลาตัวที่ 3 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ ดังนั้น ในการจัดการพ่อแม่พันธุ์ และการสร้างพ่อแม่พันธุ์ทดแทนที่ถูกต้องควรคำนึงถึงหลักพันธุศาสตร์ กล่าวคือ ใช้พ่อแม่พันธุ์หลายคู่ เก็บรวบรวมลูกพันธุ์ปลาจากหลายรุ่นที่ทำการเพาะพันธุ์เพื่อเลี้ยงเป็นพ่อแม่พันธุ์ ระวังไม่ให้เกิดการผสมเลือดชิด หากพบว่าความหลากหลายทางพันธุกรรมมีแนวโน้มลดลงมากควรนำพ่อแม่พันธุ์จากประชากรอื่นมาผสม โดยประชากรดังกล่าวต้องมีค่าเฉลี่ยทางพันธุกรรมไม่ด้อยกว่าประชากรเดิม ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรให้อยู่ในระดับที่สามารถใช้เป็นประชากรเริ่มต้นเพื่อการเพาะเลี้ยงได้ (อุทัยรัตน์, 2543) และควรมีการทดลองเลี้ยงลูกปลาที่ได้จากการผสมข้ามประชากรเพื่อตรวจสอบลักษณะปรากฏ และอัตราการเจริญเติบโตเปรียบเทียบกับกลุ่มประชากรเดิมด้วย (ทิพย์สุดา และนงเยาว์, 2551) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่สามารถใช้ในการวางแผนการจัดการพ่อแม่พันธุ์ได้อย่างถูกต้องตามหลักพันธุศาสตร์ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ปลากะรังเสือที่เป็นประชากรเริ่มต้นในการใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ที่ดีเพื่อผลิตลูกพันธุ์ที่มีคุณภาพ สำหรับส่งเสริมการเลี้ยงของเกษตรกรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. 2550. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง. 91หน้า.

ทิพย์สุดา ต่างประโคน และนงค์เยาว์ มณี. 2551. การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปลาเทโพ 4 กลุ่มประชากร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 47/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรมประมง. 21หน้า.

นิพนธ์ เสนอินทร์, เรณู ยาชิโร และนที ขุนราม. 2551. ผลของความเค็มและความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของลูกปลากะรังหงส์, *Cromileptes altivelis* (Valenciennes, 1828) วัยรุ่นที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์.http://www.coastalaqua.com/research. December 7, 2012.

นภดล ภูวพานิช. 2549. คู่มือการเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากอาร์ทีเมีย. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 68หน้า.

ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์ และวรรเพ็ญ คำมี. 2558. ผลของความหนาแน่นในการอนุบาลปลากะรังเสือ *Epinephelus fuscoguttatus* Forsskal, 1775 ต่ออัตรารอดตายและต้นทุน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2558. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. 35หน้า.

สมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์ บุญโฮม เอี่ยมสะอาด และวัชรพงษ์ มั่นหมาย. 2550. การทดสอบพันธุ์ปลาตะเพียนขาว 3 สายพันธุ์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2550. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง. 23หน้า.

สุภัทรา อุไรวรรณ์.2538. การปรับปรุงพันธุ์และการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ. เอกสารแนะนำฉบับที่ 3 สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง. 13หน้า.

อาคม สิงหบุญ และวรรเพ็ญ คำมี. 2556. ผลของความหนาแน่น ความถี่การให้อาหาร และความเค็มต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายของลูกปลาหมอทะเล (*Epinephelus lanceolatus* Bloch, 1790) วัยรุ่น. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2556. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 21หน้า.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2543. พันธุศาสตร์สัตว์น้ำ. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 203หน้า.

Ambeker, E. E. and R. W. Doyle. 1990. Repeatability of relative size of individuals under communal stocking: implication for size-grading in aquaculture, **In:** Hirono, R. and I. Hanyo (eds). The South East Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society. Manila, Phillipines. p. 991.

Birk E., Z., Adihar, M. Chiara, P.C. Metsada, K. Liora, W. Christopher T. konard nobon, A. Adi, S. Amos J, C. Laurence, M. Yair, R., Limor, T. David J, W. Peter, M. Nurit, S. Noa, R. Gideon, R. Gideon, G. Doron, M. Gal, S. Mordechai and B.V. Lina. 2010, The American Journal of Human Genetics 87, 694-700.

Chen, Z., M. Montocouquiol, R. Jenkins, N.A. Copeland, N.G. Kelley. 2010. Jxc1/Sobp, encoding a nuclear zinc finger protein, is critical for cochlear growth cell fate, and patterning of the organ of corti. The Journal of Neuroscience 28, 6633-6641.

Ellis, T., B. North, A. Scott, N. Bromage, M. Porter, and D. Gadd, 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *J. Fish Bio*l. 61: 493-531.

Ismi S., T. Sutarmat, N.A. Giri, M.A. Rimmer, R.M.J. Knuckey, A.C. Berding. and K. Sugama. 2012. Nursery Management of grouper: a best-practice manual. *ACIAR Monograph No. 150*. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australian 44 pp.

Kamonrat, W. 1996. Spatial Genetic Structure of Thai Silver Barb, *Puntius gonionotus* (Bleeker) Populations in Thailand. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada: 36-39.

Kristianssen, T.S. A. Ferno, J.C. Holm, L. Privitera, S. Bakke, and J.E. Fosseidengen.2004. Swimming behaviour as an indicator of low growth rate and impaired welfare in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) reared at three stocking densities. *Aquaculture* 230: 137-151.

Maria, R.M.C., K. Kazunobu, K. Shinrokuro, H. Osamu, A.Ohara, O. Akiyuki, S.Takashi, N. Kyoshi and O. Nobuaki. 2003. A genetic linkage map of the Japanese fiounder, *Parlichthys 0livaceus. Aquaculture* 220: 203-218.

Mendez-Gomez, H.R., E. Verga, and J.L. Abad. 2011. The T-box brain 1(Tbr1) transcription factor inhibits astrocyte formation in the olfactory bulb and regulates neural stem cell fate “Molecular and cellular Neuroscience 46. pp.108-121.

Qi.L. S.,Takashi, K. Satoshi, O. Nobuaki, Y. Hirofumi, T. Motothiro, S. Yuya, S. Takuma, N. Yoji, S. Motothiko, W. Suwit. And O. Akiyuki. 2013. A genetic linkage map of kelp grouper (*Epinephelus bruneus*) based on microsatellite markers. *Aquaculture* 414-415: 63-81.

Pickering, A.D. 1993. Growth and stress in fish production. *Aquaculture* 111: 51-59.

Robinson, B. W. and R. W. Doyle. 1990. Phenotype correlation among behavior and growth variable in tilapia: Implication for domestication selection. *Aquaculture* 85: 177-186.

Salama, A.J. 2007. Effects of stocking density on fry survival and growth of asian sea bass (*Lates calcarifer*). *JKAU Mar. Sci*. 18: 53-61.

Salari, R., C. R., Saad, M. S., Kamarudin, and H., Zokaelfar. 2012. Effect of different stocking densities on tiger grouper juvenile (*Epinephelus fuscoguttatus*) growth and a comparative study of the flow-through and recirculating aquaculture systems. *African J.of Agricultural Research* 7(26): 3765-3771.

Samad, A.P.A., N.F., Hua and L.M., Chou. 2014. Effects of stocking densities on growth and feed utilization of grouper (*Epinephelus coioides*) reared in recirculation and flow-through water system. *Afr. J. Agric. Res*. 9(9): 812-822.

Wang, N., R. S. Hayward and D. B. Noltie. 2000. Effects of social interaction on growth of Juvenile hybrid sunfish held at two densities. *North American Journal of Aquaculture* 62: 161-167.