รายงานฉบับสมบูรณ์
(Final Report)

การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะสำคัญทางการสืบพันธุ์ของประชากรปลาเรนโบว์เทราต์ภูฏานที่เลี้ยงบนดอยอินทนนท์ ประเทศไทย

Growth and Reproductive Performance of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Bhutan Population Under Specific Condition at Doi Inthanon, Thailand

แผนงานวิจัย : การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรบนพื้นที่สูง

โดย

คุณหญิงโกมุท อุ่นศรีส่ง และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563

รายงานฉบับสมบูรณ์
(Final Report)

การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะสำคัญทางการสืบพันธุ์ของประชากรปลาเรนโบว์เทราต์ภูฏานที่เลี้ยงบนดอยอินทนนท์ ประเทศไทย

Growth and Reproductive Performance of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Bhutan Population Under Specific Condition at Doi Inthanon, Thailand

แผนงานวิจัย : การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรบนพื้นที่สูง

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. คุณหญิงโกมุท อุ่นศรีส่ง	มูลนิธิโครงการหลวง
2. นายประสาน พรโสภิณ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชียงใหม่
3. นางสุจนีย์ พรโสภิณ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชียงใหม่
4. นางสมพร กันธิยะวงค์	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชียงใหม่
5. นายโชคอนันต์ พรมพิชัย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชียงใหม่
6. นายสานนท์ น้อยชื่น	มูลนิธิโครงการหลวง
7. นายสิทธิโชค เมืองภา	มูลนิธิโครงการหลวง
8. นายณรงค์ชัย สงวนศรี	มูลนิธิโครงการหลวง

กุมภาพันธ์ 2564

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะสำคัญทางการสืบพันธุ์ของประชากรปลาเรนโบว์เทราต์ภูฏานที่เลี้ยงบนดอยอินทนนท์ ประเทศไทย” ประจำปีงบประมาณ 2563 และขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิผู้ตรวจสอบทางวิชาการที่ได้กรุณาตรวจทาน และเสนอแนะข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการประมงทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงลงได้

คณะผู้วิจัย
กุมภาพันธ์ 2564

คณะผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	คุณหญิงโกมุท อุ่นศรีส่ง
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Khunying Gomut Unsrisong
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง	หัวหน้าโครงการวิจัย
หน่วยงาน	มูลนิธิโครงการหลวง
ที่อยู่	65 หมู่ 1 ถนนสุเทพ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์/โทรสาร	053-498557
E-mail	gomut_u@yahoo.com

2. นักวิจัยร่วม

2.1

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นายประสาน พรโสภิณ
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Mr. Prasan Pornsopin
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง	ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชียงใหม่
หน่วยงาน	กรมประมง
ที่อยู่	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชียงใหม่ 90 หมู่ 12 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์	053-498428
โทรสาร	053-498556
E-mail	prasan47496@gmail.com

2.2

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นางสุจนีย์ พรโสภิณ
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Mrs. Sudjanee Pornsopin
คุณวุฒิ	ปริญญาโท
ตำแหน่ง	นักวิชาการประมงชำนาญการพิเศษ
หน่วยงาน	กรมประมง
ที่อยู่	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชียงใหม่ 90 หมู่ 12 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์	053-498428
โทรสาร	053-498556
E-mail	sudjanee2@gmail.com

2.3 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นางสมพร กันธิยะวงค์
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Sompom Kantiyawong
คุณวุฒิ ปริญญาโท
ตำแหน่ง นักวิชาการประมงชำนาญการ
หน่วยงาน กรมประมง
ที่อยู่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชียงใหม่
90 หมู่ 12 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์ 053-498428
โทรสาร 053-498556
E-mail somkae08@gmail.com

2.4 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายโชคอนันต์ พรมพิชัย
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Chokanan Prompichai
คุณวุฒิ ปริญญาโท
ตำแหน่ง นักวิชาการประมงปฏิบัติการ
หน่วยงาน กรมประมง
ที่อยู่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชียงใหม่
90 หมู่ 12 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์ 053-498428
โทรสาร 053-498556
E-mail choanatus@gmail.com

2.5 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายสานนท์ น้อยชื่น
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Sanont Noichuen
คุณวุฒิ ปริญญาตรี
ตำแหน่ง นักวิชาการประมง
หน่วยงาน มูลนิธิโครงการหลวง
ที่อยู่ 65 หมู่ 1 ถนนสุเทพ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์/โทรสาร 053-498557
E-mail sanont_n@hotmail.com

2.6 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายสิทธิโชค เมืองภา
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sittichoke Muangpa
คุณวุฒิ ปริญญาตรี
ตำแหน่ง นักวิชาการประมง
หน่วยงาน มูลนิธิโครงการหลวง
ที่อยู่ 65 หมู่ 1 ถนนสุเทพ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์/โทรสาร 053-498557
E-mail m_sittichoke@hotmail.com

2.7 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายณรงค์ชัย สงวนศรี
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Narongchai Sangonsri
คุณวุฒิ ปริญญาตรี
ตำแหน่ง นักวิชาการประมง
หน่วยงาน มูลนิธิโครงการหลวง
ที่อยู่ 65 หมู่ 1 ถนนสุเทพ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์/โทรสาร 053-498557
E-mail narongchai2269@gmail.com

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะสำคัญทางการสืบพันธุ์ แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้ **ระยะที่ 1** ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตปลาเรนโบว์เทราต์ 2 กลุ่มประชากร ได้แก่ กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำมันปลา 5 เปอร์เซ็นต์ สไปรูไลน่า 1 เปอร์เซ็นต์ และแอสตาแซนทิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ปลาทดลองสองกลุ่มประชากรปลาเพศผู้และปลาเพศเมีย มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 750.76±93.72, 758.53±54.28 และ 742.25±27.82, 788.43±33.11 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 37.22±0.24, 38.69±1.46 และ 37.56±0.31, 39.99±0.35 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเลี้ยง 8 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563 พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาทั้งสองกลุ่มประชากรเพศผู้และเพศเมียแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อัตรารอดตายเท่ากับ 98.61±2.41 และ 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ **ระยะที่ 2** การเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์เพศผู้และเพศเมียในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง เพื่อเตรียมการเพาะพันธุ์ศึกษาเปรียบเทียบความสมบูรณ์เพศของปลากลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี โดยควบคุมอุณหภูมิน้ำไม่เกิน 12 องศาเซลเซียส และช่วงแสง (มืด : สว่าง) ระยะเวลา 2 เดือนครึ่ง ปลาเพศผู้มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 934.18±155.61, 810.00±139.48 และ 1063.10±247.65, 1027.25±204.00 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 40.55±3.05, 40.41±2.29 และ 44.06±3.30, 43.56±3.16 เซนติเมตร ปลาเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 778.61±186.78, 801.87±167.89 และ 1186.10±341.77, 1240.95±235.32 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 37.92±7.12, 38.96±1.94 และ 44.27±3.04, 45.16±2.65 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง พบว่า ปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 2 ปี มีอัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ 34.62 และ 38.89 เปอร์เซ็นต์ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้เท่ากับ 71.43 และ 85.71 เปอร์เซ็นต์ และอัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศเมีย 21.05 และ 9.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 2 ปี อัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้ และอัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศเมียทั้งสองกลุ่มประชากรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 3 ปี มีอัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ 65.67 และ 68.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้เท่ากับ 91.30 และ 89.47 เปอร์เซ็นต์ และอัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศเมีย 52.27 และ 54.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 3 ปี มีอัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้และปลาเพศเมียทั้งสองกลุ่มประชากรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การศึกษาเปรียบเทียบและคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ในสภาพการเลี้ยงบนดอยอินทนนท์ ประเทศไทย สรุปได้ว่า ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานมีการเจริญเติบโตดี ไม่แตกต่างจากกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม และสามารถเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์ได้ เมื่อมีอายุ 3 ปี ในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสงเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 เดือนครึ่ง (113 วัน)

บทนำ

ปลาเรนโบว์เทราต์ (Rainbow trout) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oncorhynchus mykiss* ในประเทศไทยเริ่มปี พ.ศ. 2516 พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร มีรับสั่งให้กรมประมงหาพันธุ์ปลาที่สามารถเลี้ยงได้บนดอยหรือในที่มีอากาศหนาวเย็นมาเพาะเลี้ยงเพื่อสร้างอาชีพและรายได้ให้กับชาวเขาบนพื้นที่สูง จึงมีการนำเข้าลูกปลาเรนโบว์เทราต์จากประเทศแคนาดา มาทดลองเลี้ยงที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิน้ำ 24 องศาเซลเซียส ลูกปลาตายทั้งหมด ต่อมาในปี พ.ศ. 2518 จึงนำไปทดลองเลี้ยงที่หน่วยวิจัยประมงบนพื้นที่สูงดอยอินทนนท์ พบว่าลูกปลาสามารถเจริญเติบโตได้ที่ขนาด 475 กรัม แต่มีอัตราการรอดต่ำ ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2541 มูลนิธิโครงการหลวงร่วมกับกรมประมงจึงมีการวิจัยการเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ขึ้น โดยมีการคัดพันธุ์ปลาที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ได้ลูกปลารุ่นแรกในเดือนธันวาคม 2542 จำนวน 3,300 ตัว ใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 6 - 7 เดือน ก็มีขนาดตลาดที่นิยมบริโภค (น้ำหนัก 250 - 300 กรัม) ทำให้ประเทศไทยได้เปรียบเรื่องระยะเวลาการเลี้ยงที่สั้นกว่าต่างประเทศ ซึ่งใช้ระยะเวลาเลี้ยงถึง 18 เดือน นอกจากนี้สภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิที่หนาวเย็นของดอยอินทนนท์ยังเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์ ทำให้สามารถเลี้ยงได้ตลอดปีอีกด้วย (โกมุทและคณะ, 2544) สำหรับมูลค่าจากการจำหน่ายปลาเรนโบว์เทราต์ในระหว่างปี พ.ศ. 2560 - 2563 กองทุนโครงการประมงได้ส่งผลผลิตให้ฝ่ายตลาด มูลนิธิโครงการหลวง ทั้งในรูปแบบของปลาสดและปลารมควัน มีผลผลิตรวมทั้งสิ้น 32,724.30 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 11,909,993 บาท (งานโครงการประมง มูลนิธิโครงการหลวง, 2563)

ในปี พ.ศ. 2560 ภายใต้ความร่วมมือระหว่างมูลนิธิโครงการหลวงกับกระทรวงเกษตรของประเทศภูฏาน มูลนิธิโครงการหลวงได้มอบพันธุ์ปลาไซบีเรี่ยน สเตอร์เจียน ให้แก่ศูนย์วิจัยประมงเมือง Haa ประเทศภูฏาน และมูลนิธิโครงการหลวงได้รับมอบไข่ปลาเรนโบว์เทราต์ในระยะมีจุดตา (Eyed stage) จากประเทศภูฏาน เพื่อใช้ในการเลี้ยงเปรียบเทียบและปรับปรุงพันธุ์เดิมที่ใช้มานานให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาคุณลักษณะของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรประเทศภูฏาน โดยในปี พ.ศ. 2563 เป็นการศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความสมบูรณ์เพศของพันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เดิมที่มีอยู่และทำให้การผลิตปลาเรนโบว์เทราต์มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมไปถึงเกษตรกรมีอาชีพและรายได้จากการเลี้ยงปลาชนิดนี้ด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความสมบูรณ์เพศของพันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานที่เลี้ยงในสภาพการเลี้ยงของดอยอินทนนท์ประเทศไทย

วิธีการวิจัย

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ **ระยะที่ 1** ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์สองกลุ่มประชากร ได้แก่ กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) และ**ระยะที่ 2** การเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์เพศผู้และเพศเมียสองกลุ่มประชากร ในห้องควบคุมช่วงแสงและอุณหภูมิน้ำเพื่อเตรียมการเพาะพันธุ์ ดำเนินการ ดังนี้

1. ระยะที่ 1 ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์ 2 กลุ่มประชากร

1.1 ศึกษาเปรียบเทียบและคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์ 2 กลุ่มประชากร ได้แก่ กลุ่มประชากรภูฏาน และกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) กลุ่มประชากรละ 3 บ่อ ๆ ละ 48 ตัว รวมจำนวน 288 ตัว ปลาทดลองสองกลุ่มประชากรปลาเพศผู้และปลาเพศเมีย มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นและความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น ดังนี้ น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 750.76±93.72, 758.53±54.28 และ 742.25±27.82,788.43±33.11 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 37.22±0.24, 38.69±1.46 และ 37.56±0.31,39.99±0.35 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.2 บ่อทดลอง

บ่อคอนกรีตขนาด 2.25x7.80 เมตร ระดับน้ำลึก 0.60 เมตร แต่ละบ่อมีปริมาตรน้ำไหลเข้าบ่อ 360 ลิตรต่อนาที เลี้ยงปลาทดลองในบ่อน้ำไหลผ่านตลอด จำนวน 6 บ่อ กลุ่มประชากรละ 3 บ่อ

1.3 อาหารและการให้อาหาร

ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำมันปลา 5 เปอร์เซ็นต์ สไปรูไลน่า 1 เปอร์เซ็นต์ และแอสตาแซนทิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ให้อาหารปลาเพศผู้และเพศเมียในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวันทุกวัน เป็นระยะเวลา 5 เดือน หลังจากนั้นลดปริมาณอาหารลง ให้ในอัตรา 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 3 เดือน และหลังจากนำพันธุ์ปลาทดลองเข้าบ่อในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำ ลดอุณหภูมิน้ำลงได้ระหว่าง 10-12 องศาเซลเซียส แล้วจึงปรับปริมาณอาหารปลาทดลองในอัตรา 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน จำนวนสัปดาห์ละครั้ง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณการให้อาหาร (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน) ในการเลี้ยงปลากลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) เพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์ ปี 2563

เดือน	ปริมาณการให้อาหาร (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน)	จำนวนวันของการให้อาหาร
มกราคม – พฤษภาคม 2563	1.00	ทุกวัน
มิถุนายน – สิงหาคม 2563	0.50	3 วันต่อสัปดาห์
กันยายน – ธันวาคม 2563	0.25	สัปดาห์ละครั้ง

<u>หมายเหตุ</u> 1) เริ่มนำพ่อแม่พันธุ์เข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำต่ำกว่า 12 °C ในวันที่ 15 สิงหาคม 2563
2) ช่วงการเพาะพันธุ์งดอาหาร (เดือนธันวาคม 2563 – กุมภาพันธ์ 2564)

1.4 เก็บข้อมูลการทดลอง

สุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวพ่อแม่พันธุ์ปลาจำนวนบ่อละ 10 ตัว (ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนปลาในบ่อแต่ละบ่อ ทุก 2 เดือนต่อครั้ง เมื่อสิ้นสุดการศึกษาการเจริญเติบโต ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลาทุกตัว พร้อมทั้งคัดเลือกปลาเพศผู้และเพศเมียเข้าเลี้ยงในบ่อควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสงในเดือนสิงหาคม 2563

2. ระยะที่ 2 การเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์เพศผู้และเพศเมียสองกลุ่มประชากรในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง

2.1 ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์เพศปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) อายุ 2 และ 3 ปี โดยปลาอายุ 2 ปี กลุ่มประชากรภูฏาน มีปลาเพศผู้จำนวน 14 ตัว และเพศเมียจำนวน 19 ตัว กลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ปลาเพศผู้จำนวน 13 ตัว และปลาเพศเมียจำนวน 11 ตัว ปลาอายุ 3 ปี กลุ่มประชากรภูฏาน มีปลาเพศผู้จำนวน 44 ตัวและปลาเพศเมียจำนวน 44 ตัว กลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ปลาเพศผู้จำนวน 37 ตัว และปลาเพศเมียจำนวน 31 ตัว รวมปลาทั้งสิ้น 213 ตัว ทำเครื่องหมายด้วยวิธีการตัดครีบปลาเพื่อความแตกต่างของกลุ่มประชากรตามผัง และนำปลาลงบ่อเลี้ยงบ่อเดียวกันในบ่อที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำไม่เกิน 12 องศาเซลเซียส ขนาดความจุ 17.63 ลูกบาศก์เมตร ตั้งแต่วันที่ 15 สิงหาคม 2563 เพื่อดำเนินการเพาะพันธุ์ในเดือนธันวาคม 2563

ปลาทดลองอายุ 2 ปี → กลุ่มอินทนนท์เดิม(F7) ตัดทำเครื่องหมายบริเวณครีบก้น
ปลาทดลองอายุ 2 ปี → กลุ่มประชากรภูฏาน ตัดครีบไขมันและตัดทำเครื่องหมายบริเวณครีบก้น

ปลาทดลองอายุ 3 ปี → กลุ่มอินทนนท์เดิม (F7) ตัดครีบไขมัน
ปลาทดลองอายุ 3 ปี → กลุ่มประชากรภูฏานไม่มีการตัดครีบ

การทำเครื่องหมายเพื่อแสดงความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการตัดครีบปลาทดลอง

ภาพที่ 1 ตำแหน่งการตัดครีบไขมัน และครีบก้น

2.2 บ่อทดลอง

- บ่อคอนกรีตควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง มีขนาด 3.80 x 5.80 เมตร ระดับน้ำลึก 0.8 เมตร คิดเป็นปริมาตรน้ำ 17.63 ลูกบาศก์เมตร บ่อเลี้ยงอยู่ในห้องที่สามารถควบคุมช่วงแสงได้ เติมน้ำที่ฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลีน 100 ppm เข้าสู่ระบบ และมีเครื่องสูบน้ำขนาด 1 นิ้ว สูบน้ำผ่านระบบกรองทราย คาร์บอน และผ่านระบบฆ่าเชื้อด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต (UV) หมุนเวียนเข้าบ่อ เติมน้ำใหม่เข้าสู่ระบบปริมาตร 3 ลิตรต่อนาที ลดอุณหภูมิน้ำลงโดยเครื่องทำความเย็น และควบคุมให้อุณหภูมิน้ำอยู่ที่ 10-12 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลอง ภายในบ่อเพิ่มอากาศผ่านหัวทราย จำนวน 60 หัว เพื่อรักษาระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่ต่ำกว่า 6 ppm

- การควบคุมช่วงแสงในบ่อทดลอง ใช้หลอดนีออนขนาด 20 วัตต์ จำนวน 8 หลอด เปิด-ปิดไฟอัตโนมัติด้วยเครื่องตั้งเวลา เพื่อให้เกิดแสงสว่าง ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ช่วงแสงของบ่อทดลองเลี้ยงพันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์ในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม 2563

เดือน	ช่วงแสง		หมายเหตุ
	มืด (ชั่วโมง:นาที)	สว่าง (ชั่วโมง:นาที)	
สิงหาคม	12:00	12:00	ในวันที่ 15 สิงหาคม 2563นำปลาเพศผู้และเพศเมียเข้าเลี้ยงในบ่อทดลองในห้องควบคุมช่วงแสงและเริ่มลดอุณหภูมิของน้ำลงให้ได้ไม่เกิน 12 °Cใช้เวลาปรับอุณหภูมิน้ำและลดช่วงแสงประมาณ 2 สัปดาห์
กันยายน	11:00	13:00	
ตุลาคม	13:00	11:00	
พฤศจิกายน	15:00	9:00	
ธันวาคม-กุมภาพันธ์	16:00	8:00	เริ่มฤดูกาลเพาะพันธุ์

2.3 อาหารและการให้อาหารปลาทดลอง

ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำมันปลา 5 เปอร์เซ็นต์ สไปรูไลน่า 1 เปอร์เซ็นต์ และแอสตาแซนทิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ให้อาหารผสมในอัตรา 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ให้อาหารสัปดาห์ละ 1 ครั้ง (ทุกวันพุธ) ก่อนการเพาะพันธุ์

2.4 ในระหว่างการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ ตรวจสอบความสมบูรณ์เพศโดยการเพาะพันธุ์ ด้วยวิธีการรีดไข่ปลาเพศเมียและรีดน้ำเชื้อปลาเพศผู้ บันทึกน้ำหนักไข่ และจำนวนไข่ ตรวจสอบการเคลื่อนที่และระยะเวลาที่สเปิร์มเคลื่อนที่ เปรียบเทียบสัดส่วนความสมบูรณ์เพศระหว่างชุดการทดลองด้วย Fisher's exact probability test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

1. ระยะที่ 1 ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์ 2 กลุ่มประชากร

ศึกษาการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำมันปลา 5 เปอร์เซ็นต์ สไปรูไลน่า 1 เปอร์เซ็นต์ และแอสตาแซนทิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ปลาทดลองสองกลุ่มประชากรปลาเพศผู้และปลาเพศเมีย มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นและความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น ดังนี้ น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 750.76±93.72, 758.53±54.28 และ 742.25±27.82, 788.43±33.11 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 37.22±0.24, 38.69±1.46 และ 37.56±0.31, 39.99±0.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ดำเนินการตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) จำนวนบ่อละ 10 ตัว (ประมาณ 20% ของจำนวนปลาในบ่อ) โดยการชั่งน้ำหนักและวัดความยาว 2 เดือนต่อครั้ง ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563 ระยะเวลาการเลี้ยง 8 เดือน ผลการศึกษามีดังนี้

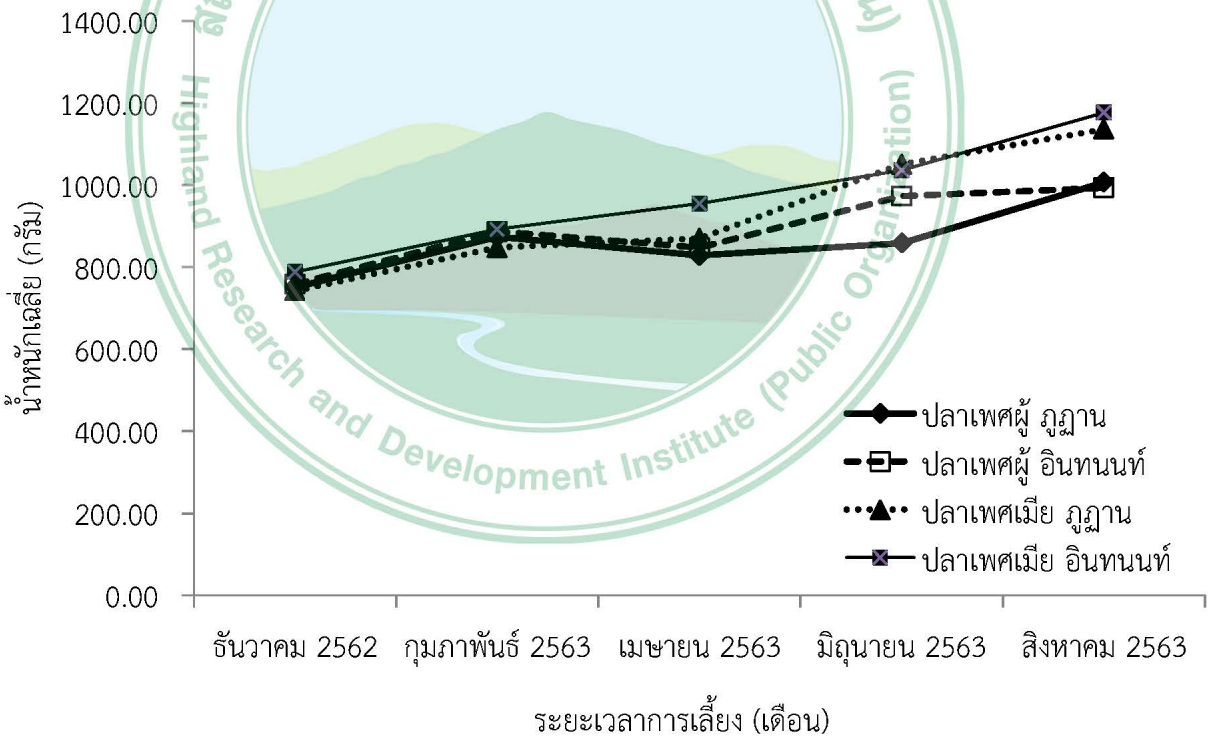
1.1 การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ระยะเวลาการเลี้ยง 8 เดือน พบว่า ปลาเพศผู้และปลาเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 991.54±108.68, 973.12±46.14 และ 1136.47±71.99, 1176.88±57.33 กรัม (ตารางที่ 3 และภาพที่ 2) และความยาวเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 43.26±1.17, 43.25±1.12 และ 44.65±1.51, 44.48±0.48 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 3) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าน้ำหนักและความยาวของปลาเพศผู้และปลาเพศเมียทั้งสองกลุ่มประชากรตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563 พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563

เดือน	น้ำหนัก (กรัม)			
	เพศผู้		เพศเมีย	
	ภูฏาน	อินทนนท์ (F7)	ภูฏาน	อินทนนท์ (F7)
ธันวาคม 2562	750.76±93.72[a]	758.53±54.28[a]	742.25±27.82[a]	788.43±33.11[a]
กุมภาพันธ์ 2563	873.75±33.47[a]	887.20±30.59[a]	847.99±86.41[a]	892.61±106.62[a]
เมษายน 2563	828.38±54.98[a]	847.28±102.76[a]	870.27±148.75[a]	955.05±62.15[a]
มิถุนายน 2563	858.58±52.28[a]	936.79±203.28[a]	1050.83±53.41[a]	1036.34±120.74[a]
สิงหาคม 2563	991.54±108.68[a]	973.12±46.14[a]	1136.47±71.99[a]	1176.88±57.33[a]

<u>หมายเหตุ</u> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

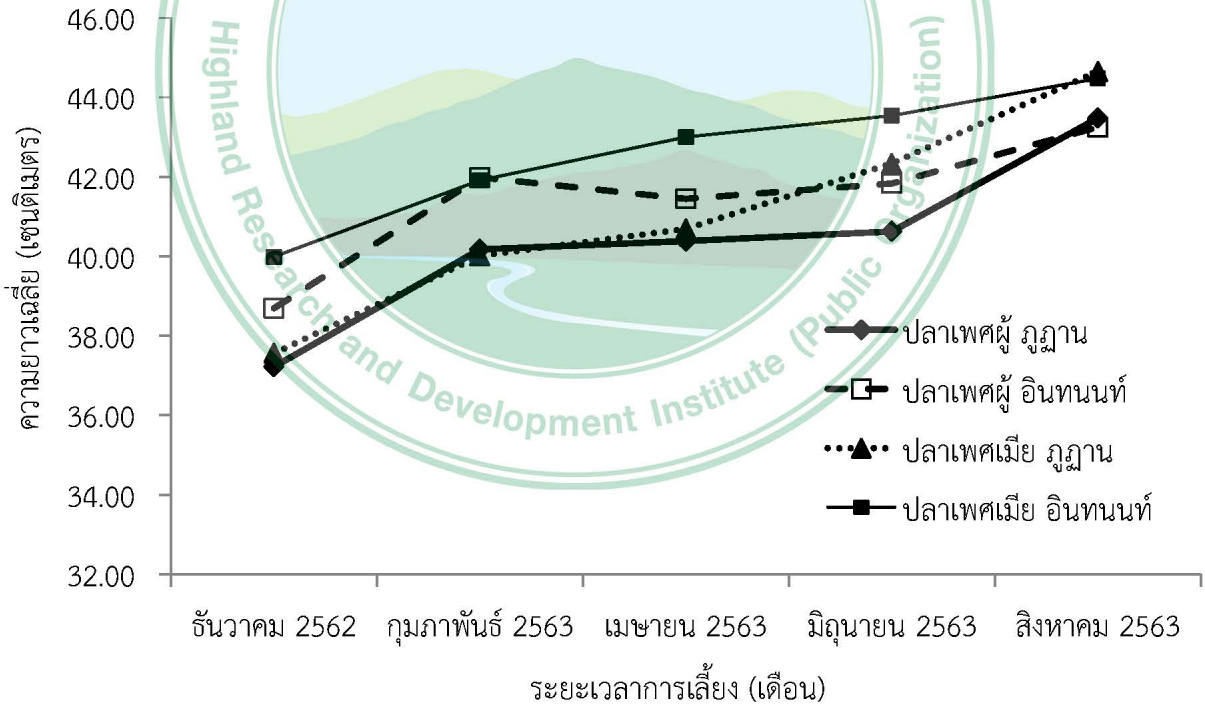


ภาพที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563

ตารางที่ 4 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563

เดือน	ความยาว (เซนติเมตร)			
	เพศผู้		เพศเมีย	
	ภูฏาน	อินทนนท์ (F7)	ภูฏาน	อินทนนท์ (F7)
ธันวาคม 2562	37.22±0.24[a]	38.69±1.46[a]	37.56±0.31[a]	39.99±0.35[a]
กุมภาพันธ์ 2563	40.18±1.46[a]	41.98±0.76[a]	40.01±0.67[a]	41.91±0.81[a]
เมษายน 2563	40.38±1.09[a]	41.45±2.09[a]	40.69±1.58[a]	43.00±0.54[a]
มิถุนายน 2563	40.63±2.26[a]	41.83±1.66[a]	42.34±1.07[a]	43.54±0.57[a]
สิงหาคม 2563	43.26±1.17[a]	43.25±1.12[a]	44.65±1.51[a]	44.48±0.48[a]

<u>หมายเหตุ</u> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)



ภาพที่ 3 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563

1.2 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน

การเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ด้านน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน พบว่าปลาเรนโบว์เทราต์ทั้งสองกลุ่มประชากรปลาเพศผู้และปลาเพศเมียมีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 1.0664±0.1145, 0.9788±0.3290 และ 1.6426±0.3109, 1.6185±0.1841 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันปลาเพศผู้และปลาเพศเมียทั้งสองกลุ่มประชากรตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 5 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563

เดือน	น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)			
	เพศผู้		เพศเมีย	
	ภูฏาน	อินทนนท์	ภูฏาน	อินทนนท์
กุมภาพันธ์ 2563	2.0497±1.5885[a]	2.1446±0.8099[a]	1.7623±1.8781[a]	1.7363±1.3653[a]
เมษายน 2563	0.6468±0.7295[a]	0.7396±0.8244[a]	1.0668±1.0090[a]	1.3884±0.4743[a]
มิถุนายน 2563	0.5990±0.3685[a]	1.1941±0.9995[a]	1.7144±0.1487[a]	1.3772±0.6893[a]
สิงหาคม 2563	1.0664±0.1145[a]	0.9788±0.3290[a]	1.6426±0.3109[a]	1.6185±0.1841[a]

<u>หมายเหตุ</u> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)

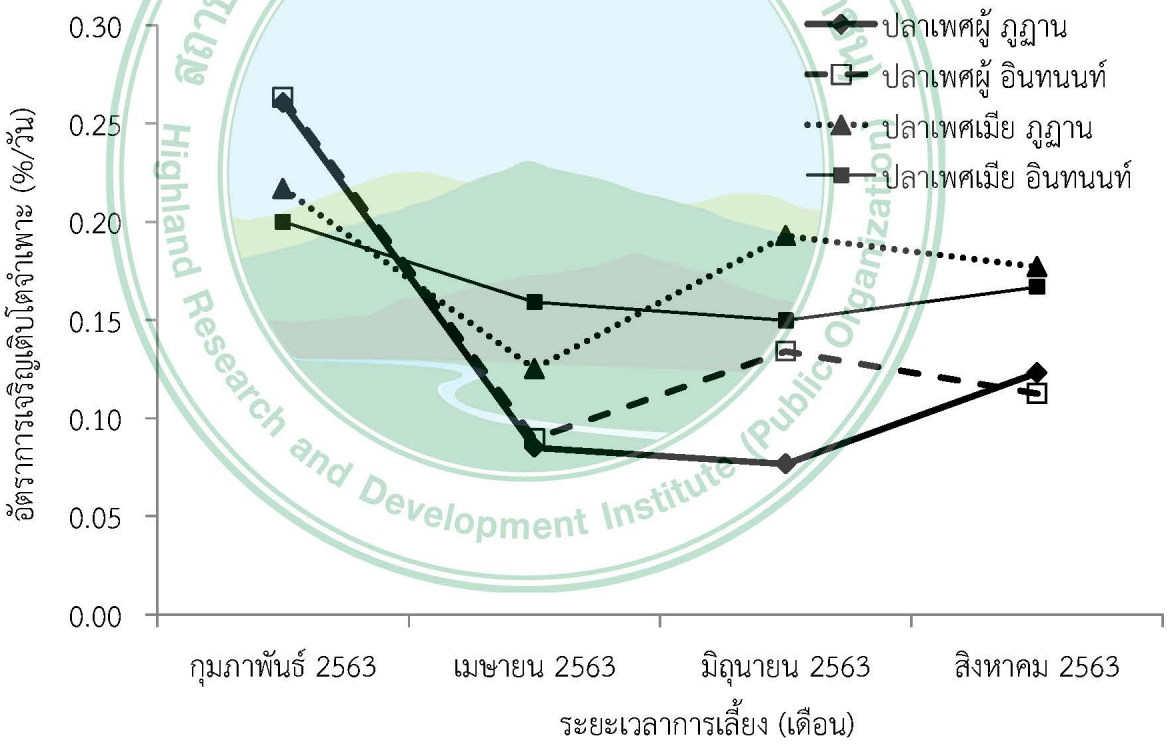
1.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

การเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ด้านอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ พบว่าปลาเรนโบว์เทราต์สองกลุ่มประชากรปลาเพศผู้และปลาเพศเมียมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.1232±0.0195, 0.1125±0.0366 และ 0.1771±0.0294, 0.1668±0.0166 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 4) เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาเพศผู้และปลาเพศเมียทั้งสองกลุ่มประชากรตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 6 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563

เดือน	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)			
	เพศผู้		เพศเมีย	
	ภูฏาน	อินทนนท์	ภูฏาน	อินทนนท์
กุมภาพันธ์ 2563	0.2605±0.2040[a]	0.2633±0.1041[a]	0.2169±0.2298[a]	0.2000±0.1476[a]
เมษายน 2563	0.0850±0.0922[a]	0.0896±0.0951[a]	0.1252±0.1076[a]	0.1591±0.0502[a]
มิถุนายน 2563	0.0767±0.0483[a]	0.1341±0.1007[a]	0.1929±0.0090[a]	0.1498±0.0661[a]
สิงหาคม 2563	0.1232±0.0195[a]	0.1125±0.0366[a]	0.1771±0.0294[a]	0.1668±0.0166[a]

<u>หมายเหตุ</u> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)



ภาพที่ 4 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563

1.4 อัตรารอดตาย

ระหว่างการทดลอง บันทึกข้อมูลการตายของปลาที่พบ และตรวจนับจำนวนปลาทดลองในบ่อ 2 เดือนต่อครั้ง ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563 พบว่าในเดือนมิถุนายน กลุ่มประชากรภูฏานมีปลาเพศผู้ตายจำนวน 2 ตัว เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 9) พบว่า อุณหภูมิน้ำเริ่มสูงถึง 20-22 องศาเซลเซียส ในเดือนพฤษภาคมต่อเนื่องถึงเดือนสิงหาคม อาจมีผลให้ปลาเกิดความเครียด ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จึงพบปลาตาย เมื่อวิเคราะห์อัตรารอดตายของกลุ่มประชากรภูฏาน เท่ากับ 98.61±2.41 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) เท่ากับ 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563

เดือน	อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	
	กลุ่มประชากรภูฏาน	กลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7)
กุมภาพันธ์ 2563	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
เมษายน 2563	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
มิถุนายน 2563	98.61±2.41[a]	100.00±0.00[a]
สิงหาคม 2563	98.61±2.41[a]	100.00±0.00[a]

<u>หมายเหตุ</u> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)

2. ระยะที่ 2 การเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์เพศผู้และเพศเมียสองกลุ่มประชากรในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง

ศึกษาเปรียบเทียบความสมบูรณ์เพศของปลากลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี โดยปลาอายุ 2 ปี กลุ่มประชากรภูฏาน มีปลาเพศผู้จำนวน 14 ตัว และปลาเพศเมียจำนวน 19 ตัว กลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ปลาเพศผู้จำนวน 13 ตัว และปลาเพศเมียจำนวน 11 ตัว ปลาอายุ 3 ปี กลุ่มประชากรภูฏาน มีปลาเพศผู้จำนวน 44 ตัว และปลาเพศเมียจำนวน 44 ตัว กลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7)ปลาเพศผู้จำนวน 37 ตัว และปลาเพศเมียจำนวน 31 ตัว ทำเครื่องหมายเพื่อแสดงความแตกต่างของกลุ่มประชากรด้วยวิธีการตัดบริเวณครีบดังนี้ ปลาอายุ 2 ปี ตัดครีบก้นในกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ตัดครีบไขมันและครีบก้นในปลากลุ่มประชากรภูฏาน และปลาอายุ 3 ปี ตัดครีบไขมันในปลากลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) กลุ่มประชากรภูฏานไม่มีการตัดครีบแล้วนำปลาลงบ่อเลี้ยงในบ่อระบบปิดบ่อเดียวกัน ขนาดความจุ 17.63 ลูกบาศก์เมตร ตั้งแต่วันที่ 15 สิงหาคม 2563 ควบคุมอุณหภูมิน้ำไม่เกิน 12 องศาเซลเซียสและควบคุมช่วงแสงในบ่อทดลองด้วยหลอดนีออนขนาด 20 วัตต์ ความเข้มแสง 32 ลักซ์ โดยมีช่วงแสงมืด : สว่าง เดือนสิงหาคม 12 : 12 เดือนกันยายน 11 : 13 เดือนตุลาคม 13 : 11 เดือนพฤศจิกายน

15 : 9 และเดือนธันวาคม 16 : 8 ชั่วโมง : ชั่วโมง ระยะเวลาการควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสงไม่น้อยกว่า 2 เดือนครึ่ง (113 วัน) ผลการศึกษา มีดังนี้

2.1 น้ำหนักและความยาวเฉลี่ย

การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวเฉลี่ย ก่อนเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี ปลาเพศผู้มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 934.18±155.61, 810.00±139.48 และ 1063.10±247.65, 1027.25±204.00 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 40.55±3.05, 40.41±2.29 และ 44.06±3.30, 43.56±3.16 เซนติเมตร ปลาเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 778.61±186.78, 801.87±167.89 และ 1186.10±341.77, 1240.95±235.32 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 37.92±7.12, 38.96±1.94 และ 44.27±3.04, 45.16±2.65 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง ระยะเวลา 2 เดือนครึ่ง ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน และกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี ปลาเพศผู้มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย 1027.00±194.43, 860.23±156.87 และ 1052.64±256.97, 1017.11±280.14 กรัม ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย 43.24±3.27, 41.05±2.54 และ 44.37±3.61, 44.15±5.14 เซนติเมตร ปลาเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย 785.05±177.04, 1041.82±421.38 และ 1182.16±228.63, 1219.10±284.07 กรัม ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย 39.73±2.61, 41.35±4.94 และ 44.27±3.04, 45.60±2.85 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8 และ 9)

ตารางที่ 8 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 2 ปี ก่อนและหลังเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง

ค่าเฉลี่ย	เพศผู้		เพศเมีย	
	ภูฏาน	อินทนนท์	ภูฏาน	อินทนนท์
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม) (เดือนสิงหาคม 2563)	934.18±155.61	810.00±139.48	778.61±186.78	801.87±167.89
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม) (เดือนธันวาคม 2563)	1027.00±194.43	860.23±156.87	785.09±177.04	1041.82±421.3
ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น (เซนติเมตร) (เดือนสิงหาคม 2563)	40.55±3.05	40.41±2.29	37.92±7.12	38.96±1.94
ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร) (เดือนธันวาคม 2563)	43.24±3.27	41.05±2.54	39.73±2.61	41.35±4.94

ตารางที่ 9 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 3 ปี ก่อนและหลังเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง

ค่าเฉลี่ย	เพศผู้		เพศเมีย	
	ภูฏาน	อินทนนท์	ภูฏาน	อินทนนท์
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม) (เดือนสิงหาคม 2563)	1063.10±247.65	1027.25±204.00	1186.10±341.77	1240.95±235.32
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม) (เดือนธันวาคม 2563)	1052.64±256.97	1017.11±280.14	1182.16±228.63	1219.10±284.07
ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น (เซนติเมตร) (เดือนสิงหาคม 2563)	44.06±3.30	43.56±3.16	42.15±4.43	45.16±2.65
ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร) (เดือนธันวาคม 2563)	44.37±3.61	44.15±5.14	44.27±3.04	45.60±2.80

2.2 อัตรารอดตาย

ระหว่างการทดลอง บันทึกข้อมูลการตายของปลาที่พบตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึงเดือนธันวาคม 2563 และตรวจนับจำนวนปลาทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าอัตรารอดตายของปลาเรนโบว์เทราต์ทั้งสองกลุ่มประชากรเท่ากับ 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์

2.3 อัตราความสมบูรณ์เพศ

ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี เลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสงเป็นระยะเวลา 2.5 เดือน ตรวจสอบความสมบูรณ์เพศ โดยการเพาะพันธุ์ด้วยวิธีการผสมเทียมแบบแห้งดัดแปลง ด้วยการรีดไข่จากปลาเพศเมียและรีดน้ำเชื้อจากปลาเพศผู้ลงในภาชนะที่แห้ง ผสมน้ำเชื้อกับไข่ปลาแล้วจึงไข่ไปฟักต่อไป หลังนำปลาเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง ดำเนินการเพาะพันธุ์ปลา พบว่า ปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 2 ปี กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) มีน้ำหนักไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม 52.76±23.77 และ 68.85±0.00 กรัม จำนวนไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม 1826.93±444.31 และ 693.74±0.00 ฟอง น้ำหนักไข่ต่อฟอง 0.0288±0.0118 และ 0.0300±0.00 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไข่ 3.98±0.46 และ 3.59±0.44 มิลลิเมตร ลักษณะสีไข่ปลามีสีเหลือง ตรวจสอบน้ำเชื้อปลาเพศผู้ พบว่าระยะเวลาที่สเปิร์มเคลื่อนที่เท่ากับ 28.00±2.55 และ 44.67±19.12 วินาที การเคลื่อนที่ของสเปิร์มอยู่ที่ระดับ 5-6 และ 3-4 อัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ 34.62 และ 38.89 เปอร์เซ็นต์ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้ เท่ากับ 71.43 และ 91.30 เปอร์เซ็นต์ และอัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศเมีย 21.05 และ 9.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 2 ปี อัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้ และอัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศเมียทั้งสองกลุ่มประชากรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 3 ปี กลุ่มประชากรภูฏาน และกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) มีน้ำหนักไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัมเท่ากับ 117.68±38.76 และ

132.34±58.95 กรัม จำนวนไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม 2497.95±999.53 และ 2344.57±1083.83 ฟอง น้ำหนักไข่ต่อฟอง 0.0488±0.0107 และ 0.0563±0.0160 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไข่ 4.49±0.34 และ 4.62±0.08 มิลลิเมตร ตามลำดับ ลักษณะสีไข่ปลามีสีส้มทั้งสองกลุ่มประชากร ตรวจสอบน้ำเชื้อปลาเพศผู้ พบว่าระยะเวลาที่สเปิร์มเคลื่อนที่เท่ากับ 29.00±2.77 และ 26.44±3.26 วินาที การเคลื่อนที่ของสเปิร์มอยู่ที่ระดับ 5-6 และ 5-6 อัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ 65.67 และ 68.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้เท่ากับ 91.30 และ 89.47 เปอร์เซ็นต์ และอัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศเมีย 52.27 และ 54.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 3 ปี มีอัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้และปลาเพศเมียทั้งสองกลุ่มประชากรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 10, 11 และ 12)

ตารางที่ 10 ระยะเวลาที่สเปิร์มเคลื่อนที่ (วินาที) และระดับการเคลื่อนที่ของสเปิร์มปลาเรนโบว์เทราต์เพศผู้กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี

	อายุ 2 ปี		อายุ 3 ปี	
	ภูฏาน	อินทนนท์	ภูฏาน	อินทนนท์
ระยะเวลาที่สเปิร์มเคลื่อนที่ (วินาที)	28.00±2.55	44.67±19.12	29.00±2.77	26.44±3.26
ระดับการเคลื่อนที่ของสเปิร์ม	5-6	3-4	5-6	5-6

ตารางที่ 11 น้ำหนักไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม (กรัม) จำนวนไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม (ฟอง) น้ำหนักไข่ต่อฟอง (กรัม) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไข่(มิลลิเมตร) และสีไข่ปลาเรนโบว์เทราต์เพศเมียกลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี

	อายุ 2 ปี		อายุ 3 ปี	
	ภูฏาน	อินทนนท์	ภูฏาน	อินทนนท์
น้ำหนักไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม (กรัม)	52.76±23.77	68.85±0.00	117.68±38.76	132.34±58.95
จำนวนไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม (กรัม)	1826.93±444.31	693.84±0.00	2497.95±999.53	2344.57±1083.83
น้ำหนักไข่ต่อฟอง (กรัม)	0.0288±0.0118	0.0300±0.00	0.0488±0.0107	0.0563±0.0160
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไข่ (มิลลิเมตร)	3.98±0.46	5.39±0.44	4.49±0.34	4.62±0.08
สี	เหลือง	เหลือง	ส้ม	ส้ม

ตารางที่ 12 อัตราความสมบูรณ์เพศ (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี

อายุ (ปี)	อัตราความสมบูรณ์เพศ (เปอร์เซ็นต์)					
	เพศผู้		เพศเมีย		รวมเพศ	
	ภูฏาน	อินทนนท์	ภูฏาน	อินทนนท์	ภูฏาน	อินทนนท์
2	71.43	85.71	21.05	9.09	34.62	38.89
3	91.30	89.47	52.27	54.84	65.67	68.00

<u>หมายเหตุ</u> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตปลาเรนโบว์เทราต์ 2 กลุ่มประชากร ได้แก่ กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) และระยะที่ 2 การเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์เพศผู้และเพศเมียในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสงเพื่อเตรียมการเพาะพันธุ์ มีผลการศึกษา ดังนี้ **ระยะที่ 1** ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตปลาเรนโบว์เทราต์ 2 กลุ่มประชากร ได้แก่ กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) เลี้ยงปลาด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำมันปลา 5 เปอร์เซ็นต์ สไปรูไลน่า 1 เปอร์เซ็นต์ และแอสตาแซนทิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปลาทดลองสองกลุ่มประชากร ปลาเพศผู้และปลาเพศเมียมีน้ำหนักและความยาวเริ่มต้น ดังนี้ น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 750.76±93.72, 758.53±54.28 และ 742.25±27.82, 788.43±33.11 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 37.22±0.24, 38.69±1.46 และ 37.56±0.31, 39.99±0.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ระยะเวลาการเลี้ยง 8 เดือนพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 991.54±108.68, 973.12±46.14 และ 1136.47±71.99, 1176.88±57.33 กรัม ความยาวเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 43.26±1.17, 43.25±1.12 และ 44.65±1.51, 44.48±0.48 เซนติเมตรน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน 1.0664±0.1145, 0.9788±0.3290 และ 1.6426±0.3109, 1.6185±0.1841 กรัมต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 0.1232±0.0195, 0.1125±0.0366 และ 0.1771±0.0294, 0.1668±0.0166 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยต่อวันของปลาทั้งสองกลุ่มประชากรเพศผู้และเพศเมียแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อัตรารอดตายของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานเท่ากับ 98.61±2.41 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) เท่ากับ 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ สำหรับคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาเรนโบว์เทราต์ **ระยะที่ 2** การเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์เพศผู้และเพศเมียในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสงเพื่อเตรียมการเพาะพันธุ์ ศึกษาความสมบูรณ์เพศของปลากลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี ควบคุมอุณหภูมิน้ำไม่เกิน 12 องศาเซลเซียสและควบคุมช่วงแสง พบว่า ปลาเพศผู้ มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 934.18±155.61, 810.00±139.48 และ 1063.10±247.65,

1027.25±204.00 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 40.55±3.05, 40.41±2.29 และ 44.06±3.30, 43.56±3.16 เซนติเมตร ปลาเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 778.61±186.78, 801.87±167.89 และ 1186.10±341.77, 1240.95±235.32 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 37.92±7.12, 38.96±1.94 และ 44.27±3.04, 45.16±2.65 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่าหลังเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสงเป็นระยะเวลา 113 วัน ตรวจสอบพ่อแม่พันธุ์ ปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 2 ปี กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) มีน้ำหนักไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม เท่ากับ 52.76±23.77 และ 68.85±0.00 กรัม จำนวนไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม 1826.93±444.31 และ 693.74±0.00 ฟอง น้ำหนักไข่ต่อฟอง 0.0288±0.0118 และ 0.0300±0.00 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไข่ 3.98±0.46 และ 3.59±0.44 มิลลิเมตร ลักษณะสีไข่ปลามีสีเหลือง ตรวจสอบน้ำเชื้อปลาเพศผู้ พบว่าระยะเวลาที่สเปิร์มเคลื่อนที่เท่ากับ 28.00±2.55 และ 44.67±19.12 วินาที การเคลื่อนที่ของสเปิร์มอยู่ที่ระดับ 5-6 และ 3-4 อัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ 34.62 และ 38.89 เปอร์เซ็นต์ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้ เท่ากับ 71.43 และ 91.30 เปอร์เซ็นต์ และอัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศเมีย 21.05 และ 9.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 2 ปี อัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้ และอัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศเมียทั้งสองกลุ่มประชากรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 3 ปี กลุ่มประชากรภูฏาน และกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) มีน้ำหนักไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัมเท่ากับ 117.68±38.76 และ 132.34±58.95 กรัม จำนวนไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม 2497.95±999.53 และ 2344.57±1083.83 ฟอง น้ำหนักไข่ต่อฟอง 0.0488±0.0107 และ 0.0563±0.0160 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไข่ 4.49±0.34 และ 4.62±0.08 มิลลิเมตร ตามลำดับ ลักษณะสีไข่ปลามีสีส้มทั้งสองกลุ่มประชากร ตรวจสอบน้ำเชื้อปลาเพศผู้ พบว่าระยะเวลาที่สเปิร์มเคลื่อนที่เท่ากับ 29.00±2.77 และ 26.44±3.26 วินาที การเคลื่อนที่ของสเปิร์มอยู่ที่ระดับ 5-6 และ 5-6 อัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ 65.67 และ 68.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้เท่ากับ 91.30 และ 89.47 เปอร์เซ็นต์ และอัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศเมีย 52.27 และ 54.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 3 ปี มีอัตราความสมบูรณ์เพศแบบรวมเพศ อัตราความสมบูรณ์เพศปลาเพศผู้และปลาเพศเมียทั้งสองกลุ่มประชากรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การศึกษาเปรียบเทียบและคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ในสภาพการเลี้ยงบนดอยอินทนนท์ ประเทศไทย สรุปได้ว่า ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานมีการเจริญเติบโตดี ไม่แตกต่างจากกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม และสามารถเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์ได้ เมื่อมีอายุ 3 ปี ในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสงเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 เดือนครึ่ง (113 วัน)

Executive Summary

Abstract

The study of growth and reproductive was divided into 2 phases as follows: **Phase 1:** Comparing the growth performance and selecting broodstock from two groups of rainbow trout Bhutan population and Inthanon population (F7). Fish were fed 40% crude protein, 7% fat, 5% fish oil, 1% spirulina and 200 mg/kg astaxanthin. Two groups population, male and female fish have initial weight and initial length as follows 750.76±93.72, 758.53±54.28 and 742.25±27.82, 788.43±33.11 g, 37.22±0.24, 38.69±1.46 and 37.56±0.31, 39.99±0.35 cm, respectively. After rearing 8 months, it was found that average final weight, average final length, average daily weight gain and specific growth rate were no significant difference two population (p> 0.05). The survival rate of rainbow trout Bhutan population was 98.61±2.41% and Inthanon population (F7) was 100.00±0.00%. **Phase 2**, Male and female rainbow trout were reared in water temperature and photoperiod control room for breeding, study on compared matulation rate of two groups, Bhutan population and Inthanon population (F7) were 2 years old and 3 years old, the water temperature was not higher than 12 °C and the photoperiod control. It was found that male had an initial average weight were 934.18± 155.61, 810.00±139.48 and 1063.10±247.65, 1027.25±204.00 g, initial average length were 40.55±3.05, 40.41±2.29 and 44.06±3.30, 43.56±3.16 cm, female had an initial average weight were 778.61±186.78, 801.87±167.89 and 1186.10±341.77, 1240.95±235.32 g, initial average length were 37.92±7.12, 38.96±1.94 and 44.27±3.04, 45.16±2.65 cm, respectively. After 2 and a half months, it was found that the rainbow trout 2 years old, the Bhutan population and Inthanon population (F7) had matulation rate were 34.62 and 38.89%. The male matulation rate were 71.43 and 85.71%, and the female matulation rate were 21.05 and 9.09%, respectively. It was found that the rainbow trout was 2 years old have matulation rate male and female were not statistically significant (p> 0.05). Rainbow trout was 3 years old, Bhutan population and Inthanon population (F7) had matulation rate was 52.24 and 50.00 %. The males matulation rate were 91.30 and 89.47%, and the female matulation rates were 31.82 and 25.81 %, respectively. The result showed that, 3 years old rainbow trout had matulation rate, male matulation rate higher than another group and The differences between the two populations of the female fish were not statistically significant (p> 0.05).

A comparative and selective study of rainbow trout breeding, Bhutan population and Inthanon population (F7) concluded that the growth of both groups showed no significant difference between two group and suitable rearing Bhutan population under specific conditions on Doi Inthanon, Thailand. And it can be concluded that the 3 years Bhutan population is suitable for breeding in water temperature and photoperiod control room for 2 months (113 days).

Introduction

Rearing of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Thailand was initiated by His Majesty the King Kathibesorn Maha Bhumibol Adulyadej the Great Borommanatbophit In 1973, King Bhumibol the Great ordered the Department of Fisheries to look for a suitable fish that can be raised on mountains or in cold weather, in order to create a career and income for hill tribes on the highland. Juveniles of rainbow trout were imported from Canada to try rearing at Ang Khang Royal Agricultural Station, Fang District, Chiang Mai, Thailand. The results showed that all fry died when water temperature reached at 24 °C. Later in the year 1975, rainbow trout were newly imported and brought to raise at the Doi Inthanon highlands fisheries research unit. It was found that the fry was able to grow reached 475 g, however, the survival rate was low. In 1998, the Royal Project Foundation collaborated with the Department of Fisheries conducted research on rainbow trout farming in the area of the Inthanon Royal Agricultural Station. The first successful breeding of rainbow trout, there were 3,300 first generation fries in December 1999. It took about 6-7 months to produce the rainbow trout in market size (weight 250-300 g). This makes Thailand has the advantage of shorter rearing times than other countries which take up to 18 months. In addition, cold weather of Doi Inthanon is suitable for raising rainbow trout throughout the year as well (gomut, *et al*., 2001). For the value of the rainbow trout sold via Royal Project Foundation brand during 2017-2020, the total production (fresh fish and hot smoked fish) was 32,724.30 kg, worth 11,909,993 baht

In 2017, under the cooperation between the Royal Project Foundation and the Ministry of Agriculture of Bhutan. Royal Project Foundation donated Siberian sturgeon to the Haa Fisheries Research Center, Bhutan, and the Royal Project Foundation received the eyed stage rainbow trout eggs from Bhutan. In this occasion, it is to use the Bhutan fish in raising, comparing and improving the existing Inthanon population to be better. Therefore, it is necessary to study the characteristics of the rainbow trout from Bhutan. In 2020, the study was conduct on growth rate, survival

rate, and maturation rate of the rainbow trout Bhutan population. The result of this study is to be used to improve the existing Inthanon population and leads to the higher efficiency of rainbow trout production, including for more occupations and income of farmers.

Objectives

To study growth rate, survival rate, and maturation rate of rainbow trout Bhutan population cultured under Doi Inthanon, Thailand.

Research methodology

The study was divided into two phases: Phase 1 comparing the growth performances of rainbow trout in two populations: Bhutan and the Inthanon (F7), and Phase 2 comparing the two rainbow trout populations maintained under a room which controlled the photoperiod and water temperature (condition-controlled room) for breeding preparation. Methods of this study were as follows:

1. Phase 1: Comparing the growth performances of rainbow trout in two populations

1.1 To compare the growth performance and select rainbow trout broodstock from two populations: Bhutan population and Inthanon population (F7). Each population group was reared into 3 ponds, each pond consisted to 48 fish. A total number of each population was 288. Both Bhutan and Inthanon populations, the average initial weights and lengths of broodfish were 750.76±93.72, 758.53±54.28 and 742.25±27.82, 788.43±33.11 g ; average initial lengths were 37.22±0.24, 38.69±1.46 and 37.56±0.31, 39.99±0.35 cm, respectively.

1.2 Experimental pond

Concrete raceway pond size was 2.25×7.80 m. Water dept was 0.60 m. The water flows through each pond at 360 liters per minute.

1.3 Feed and feeding

Fish were fed with complete floating pellet feed (with not less than 40% crude protein, not less than 7% fat) supplemented with 5% fish oil, 1% spirulina, and 200 mg of astaxanthin per Kg feed. Feeding level was 1% of fish weight per day, every day. After 5 months, feeding level was adjusted to 0.5% of fish weight per day, fed 3 days a week for 3 months. After fish were transferred to the room which

controlled water temperature at 10-12 °C, feeding level was adjusted to 0.25% of fish weight per day. In this condition-controlled room, fish were fed once a week (table 1).

Table 1 Feeding level (percentage of fish weight/day) of rainbow trout Bhutan population and Inthanon population (F7) for being broodstock, 2020

Month	Feeding level (percentage of fish weight/day)	Frequency of feeding
January – May 2020	1.00	Every day
June – August 2020	0.50	3 days a week
September – December 2020	0.25	Once a week

Note: 1) The broodstock were brought to the condition-controlled room, water temperature at lower than 12 °C on August 15th, 2020

2) No feeding during breeding season (December 2020 – February 2021)

1.4 Data recording

During the study, 10 fish per pond were randomly weighed and measured the length in every 2 months. At the end of experiment, all fish were weighed and measured the length, along with collecting of male and female fish to be maintained in the condition-controlled room in August 2020.

2. Phase 2: Comparing the two rainbow trout populations maintained under a condition-controlled room

2.1 To compare the growth performance and maturation rate of 2-year old and 3-year old rainbow trout for both Bhutan population and Inthanon population (F7). In 2-year old fish group, there were 14 males and 19 females for Bhutan population; there were 13 males and 11 females for Inthanon population. In 3-year old fish group, there were 44 males and 44 females for Bhutan population; there were 37 males and 31 females for Inthanon population. The total of 213 fish were marked by fin clipping to segregate fish on each population group. All marked fish were then transferred into the same pond of 17.63 m^3 in the condition-controlled room on August 15th, 2020 to prepare for breeding on December 2020.

2-year old fish → Inthanon (F7); clipped of an anal fin
2-year old fish → Bhutan; clipped of an adipose fin and an anal fin

3-year old fish → Inthanon (F7); clipped of an adipose fin
3-year old fish → Bhutan; no fin clipping

Marking fish to segregate the population groups of fish by fin clipping

Figure 1 Positions of fin clipping

2.2 Experimental pond

- Inside the condition-controlled room, there was the concrete pond with a size of 3.80 x 5.80 m, filled with water at 0.80 m depth, calculated water volume as 17.63 m^3. For pond preparation process, 100 ppm of formalin were added into the water to sterilize the pond and water system. The 1-inch water pump pumps water through a sand-carbon filter system and is sterilized with ultraviolet light (UV) circulating into the pond. Then new water was filled to the system, volume 3 liters per minute, the water temperature was declined by chiller. The water temperature in the pond was controlled at 10-12 $^{\circ}$C throughout the experiment. 60 air stones were added to maintain the dissolved oxygen level at least 6 ppm.

- The control of photoperiod was exposure by using 8 of 20-watt fluorescent lamps, automatically turned on-off with timer (Table 2).

Table 2 Photoperiod in the condition-controlled room from August to December 2020

Month	Photoperiod		Note
	Dark (hr:min)	Light (hr:min)	
August	12:00	12:00	On August 15th, 2020, the male and female fish were brought in the condition-controlled room. It took about 2 weeks to adjust water temperature and photoperiod.
September	11:00	13:00	
October	13:00	11:00	
November	15:00	9:00	
December-February	16:00	8:00	Breeding season

2.3 Feed and feeding

Fish were fed with complete floating pellet feed (with not less than 40% crude protein, not less than 7% fat) supplemented with 5% fish oil, 1% spirulina, and 200 mg of astaxanthin per Kg feed. Feeding level was 0.25% of fish weight per day, once a week (every Wednesday).

2.4 During the study, the water quality data were collected. Maturation was observed while breeding. Maturation of female fish was checked from data of stripped fecundity. Maturation of male fish was determined by sperm motility. The maturation ratio was compared between the trial sets with Fisher's exact probability test at a 95% confidence interval.

Research results

1. Phase 1: Comparing the growth performances of rainbow trout in two populations

1.1 Growth performances

After 8 months of rainbow trout rearing, the average final weights of fish were 991.54±108.68, 973.12±46.14, and 1136.47±71.99, 1176.88±57.33 (Table 3 and Figure 2); the average final lengths were 43.26±1.17, 43.25±1.12, and 44.65±1.51, 44.48±0.48 cm for Bhutan population and Inthanon population respectively (Table 4 and Figure 3). The result showed that weight and length of both sexes in two populations from December 2019 to August 2020 were not statistically significant difference (p>0.05).

Table 3 Average weight (g) of rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) rearing in concrete raceway pond from December 2019 to August 2020

Month	Weight (g)			
	Male		Female	
	Bhutan	Inthanon (F7)	Bhutan	Inthanon (F7)
December 2019	750.76±93.72[a]	758.53±54.28[a]	742.25±27.82[a]	788.43±33.11[a]
February 2020	873.75±33.47[a]	887.20±30.59[a]	847.99±86.41[a]	892.61±106.62[a]
April 2020	828.38±54.98[a]	847.28±102.76[a]	870.27±148.75[a]	955.05±62.15[a]
June 2020	858.58±52.28[a]	936.79±203.28[a]	1050.83±53.41[a]	1036.34±120.74[a]
August 2020	991.54±108.68[a]	973.12±46.14[a]	1136.47±71.99[a]	1176.88±57.33[a]

Note: Average values with the same letter (superscript) are not significantly different from each other at 95% confidence level.

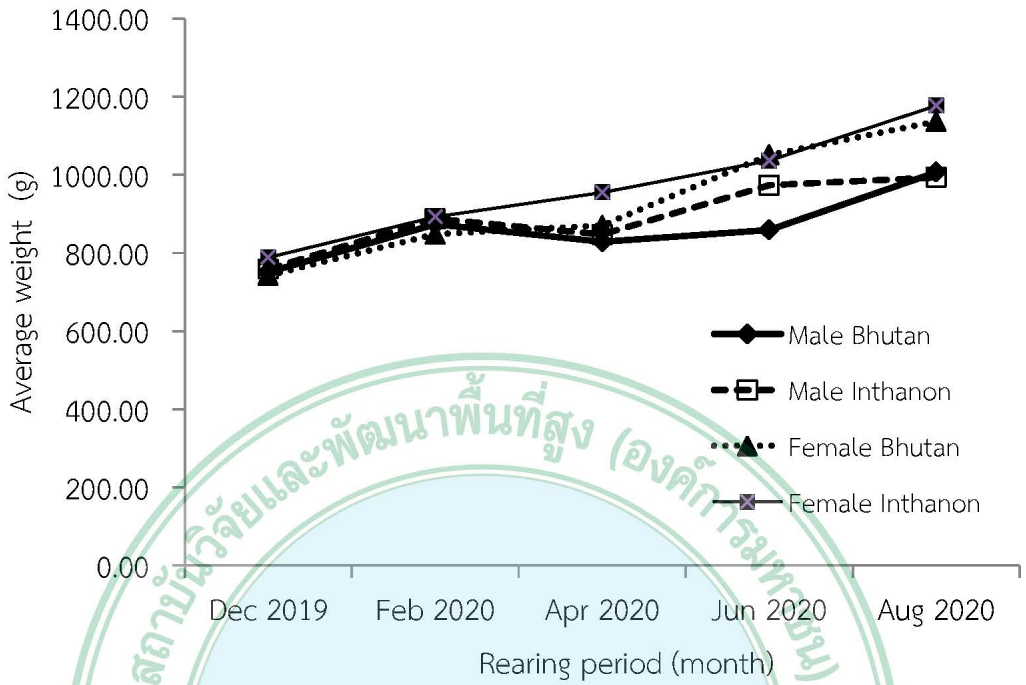


Figure 2 Average weight (g) of rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) rearing in concrete raceway pond from December 2019 to August 2020

Table 4 Average length (cm) of rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) rearing in concrete raceway pond from December 2019 to August 2020

Month	Length (cm)			
	Male		Female	
	Bhutan	Inthanon (F7)	Bhutan	Inthanon (F7)
December 2019	37.22±0.24[a]	38.69±1.46[a]	37.56±0.31[a]	39.99±0.35[a]
February 2020	40.18±1.46[a]	41.98±0.76[a]	40.01±0.67[a]	41.91±0.81[a]
April 2020	40.38±1.09[a]	41.45±2.09[a]	40.69±1.58[a]	43.00±0.54[a]
June 2020	40.63±2.26[a]	41.83±1.66[a]	42.34±1.07[a]	43.54±0.57[a]
August 2020	43.26±1.17[a]	43.25±1.12[a]	44.65±1.51[a]	44.48±0.48[a]

Note: Average values with the same letter (superscript) are not significantly different from each other at 95% confidence level.

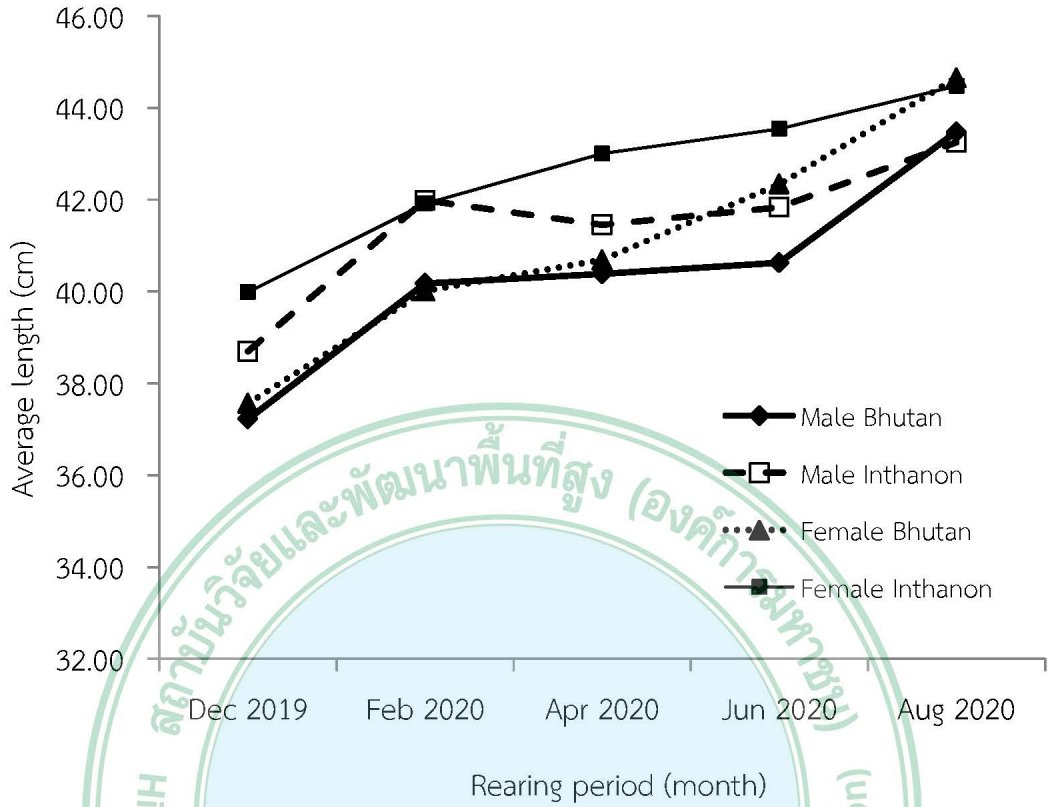


Figure 3 Average length (cm) of rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) rearing in concrete raceway pond from December 2019 to August 2020

1.2 Daily Weight Gain (DWG)

The growth of rainbow trout Bhutan population and Inthanon population, the average daily weight gains of fish were 1.0664±0.1145, 0.9788±0.3290, and 1.6426±0.3109, 1.6185±0.1841 g/day, respectively (Table 5). This result presented that the average daily weight gain of both sexes in two populations from December 2019 to August 2020 was not statistically significant difference ($p>0.05$).

Table 5 Average daily weight gain (g/day) on rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) rearing in concrete raceway pond from December 2019 to August 2020

Month	Daily weight gain (g/day)			
	Male		Female	
	Bhutan	Inthanon (F7)	Bhutan	Inthanon (F7)
February 2020	2.0497±1.5885[a]	2.1446±0.8099[a]	1.7623±1.8781[a]	1.7363±1.3653[a]
April 2020	0.6468±0.7295[a]	0.7396±0.8244[a]	1.0668±1.0090[a]	1.3884±0.4743[a]
June 2020	0.5990±0.3685[a]	1.1941±0.9995[a]	1.7144±0.1487[a]	1.3772±0.6893[a]
August 2020	1.0664±0.1145[a]	0.9788±0.3290[a]	1.6426±0.3109[a]	1.6185±0.1841[a]

Note: Average values with the same letter (superscript) are not significantly different from each other at 95% confidence level.

1.3 Specific Growth Rate (SGR)

The specific growth rate of rainbow trout Bhutan population and Inthanon population were 0.1232±0.0195, 0.1125±0.0366), and 0.1771±0.0294, 0.1668±0.0166 %/day, respectively (Table 6 and figure 4). This result presented that the specific growth rate of both sexes in two populations from December 2019 to August 2020 was not statistically significant difference ($p>0.05$).

Table 6 Specific growth rate (%/day) on rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) rearing in concrete raceway pond from December 2019 to August 2020

Month	Specific growth rate (%/day)			
	Male		Female	
	Bhutan	Inthanon (F7)	Bhutan	Inthanon (F7)
February 2020	0.2605±0.2040[a]	0.2633±0.1041[a]	0.2169±0.2298[a]	0.2000±0.1476[a]
April 2020	0.0850±0.0922[a]	0.0896±0.0951[a]	0.1252±0.1076[a]	0.1591±0.0502[a]
June 2020	0.0767±0.0483[a]	0.1341±0.1007[a]	0.1929±0.0090[a]	0.1498±0.0661[a]
August 2020	0.1232±0.0195[a]	0.1125±0.0366[a]	0.1771±0.0294[a]	0.1668±0.0166[a]

Note: Average values with the same letter (superscript) are not significantly different from each other at 95% confidence level.

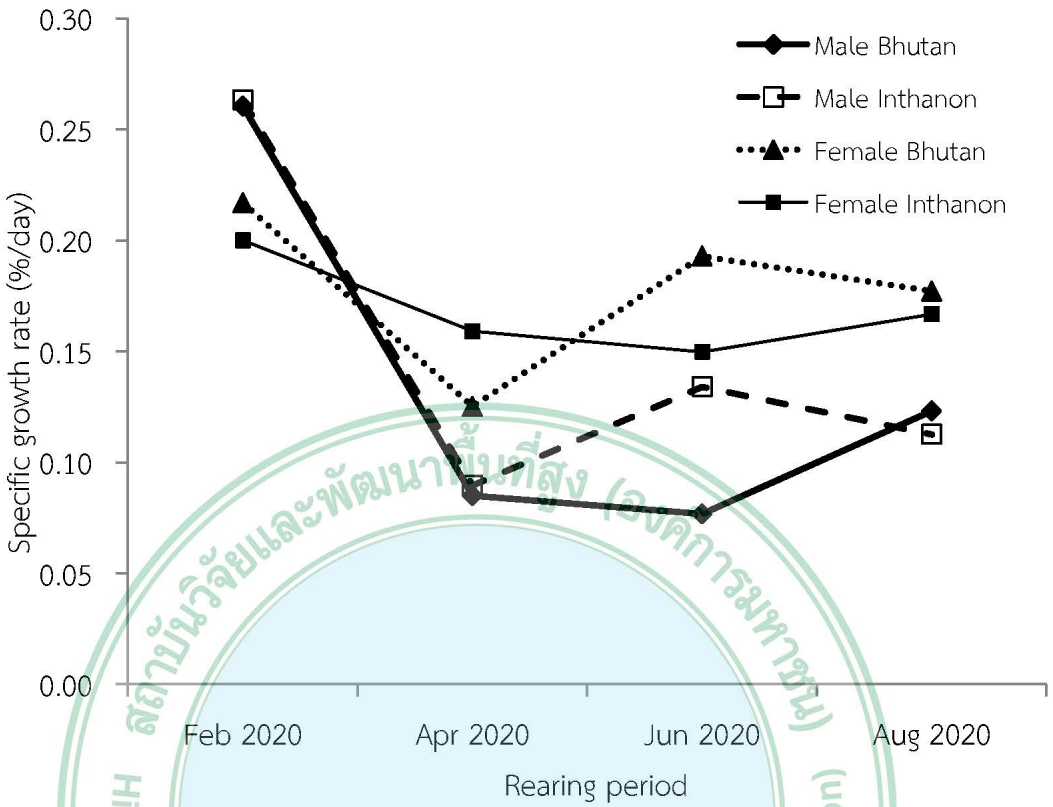


Figure 4 Specific growth rate (%/day) of rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) rearing in concrete raceway pond from December 2019 to August 2020

1.4 Survival rate (SR)

During the rearing from December 2019 to August 2020, fish were recounted every 2 months and dead fish found were recorded. Two male fish from Bhutan population were found dead in June. When considering the water quality (Table 9), it was found that the water temperature continuously increased to 20-22 °C in May to August. This can cause stress to fish and led them died ultimately. Hence the survival rate of rainbow trout Bhutan population was 98.61±2.41% whereas Inthanon population was 100.00±0.00% in the end of the study was not statistically significant difference ($p>0.05$).

Table 7 Survival rate (%) on rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) rearing in concrete raceway pond from December 2019 to August 2020

Month	Survival rate (%)	
	Bhutan population	Inthanon population (F7)
February 2020	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
April 2020	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
June 2020	98.61±2.41[a]	100.00±0.00[a]
August 2020	98.61±2.41[a]	100.00±0.00[a]

Note: Average values with the same letter (superscript) are not significantly different from each other at 95% confidence level.

2. Phase 2: Comparing the two rainbow trout populations maintained under a condition-controlled room

To compare the growth performance and maturation rate of 2-year old and 3-year old rainbow trout for both Bhutan population and Inthanon population (F7). The selected male and female fish were maintained together in the same pond inside the condition-controlled room. Under the conditions of water temperature at not higher than 12 °C including with different photoperiods (dark : light 12:12, 11:13, 13:11, 15:9, 16:8 in August, September, October, November and December, respectively) for 113 days, the results were as follows:

2.1 Average of weight and length

All selected 2-year old and 3-year old rainbow trout of both Bhutan population and Inthanon population were recorded weight and length before transferred to the condition-controlled room. The average initial weights of male fish were 934.18±155.61, 810.00±139.48 and 1063.10±247.65, 1027.25±204.00 g ; average initial length were 40.55±3.05, 40.41±2.29 and 44.06±3.30, 43.56±3.16 cm, and the average initial weights of female fish were 778.61±186.78, 801.87±167.89 and 1186.10±341.77, 1240.95±235.32 g, average initial length were 37.92±7.12, 38.96±1.94 and 44.27±3.04, 45.16±2.65 cm for Bhutan population and Inthanon population respectively. After two and a half months in the condition-controlled room, all broodstock were measured for their final weight and length. In male fish of both Bhutan population and Inthanon population, the average final weights were 1027.00±194.43, 860.23±156.87 and 1052.64±256.97, 1017.11±280.14 g ; average final lengths were 43.24±3.27, 41.05±2.54 and 44.37±3.61, 44.15±5.14 cm, respectively. The average final weights of female fish were 785.05±177.04, 1041.82±421.38 and

1182.16±228.63, 1219.10±284.07 g ; average final lengths were 39.73±2.61, 41.35±4.94 and 44.27±3.04, 45.60±2.85 cm for Bhutan population and Inthanon population respectively (Table 8 and 9).

Table 8 Average weight (g) and average length (cm) of 2-year old rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) before and after maintained in the condition-controlled room

Weight and length	Male		Female	
	Bhutan	Inthanon	Bhutan	Inthanon
Average initial weight (g) (August 2020)	934.18±155.61	810.00±139.48	778.61±186.78	801.87±167.89
Average final weight (g) (December 2020)	1027.00±194.43	860.23±156.87	785.09±177.04	1041.82±421.3
Average initial length (cm) (August 2020)	40.55±3.05	40.41±2.29	37.92±7.12	38.96±1.94
Average final length (cm) (December 2020)	43.24±3.27	41.05±2.54	39.73±2.61	41.35±4.94

Table 9 Average weight (g) and average length (cm) of 3-year old rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) before and after maintained in the condition-controlled room

Weight and length	Male		Female	
	Bhutan	Inthanon	Bhutan	Inthanon
Average initial weight (g) (August 2020)	1063.10±247.65	1027.25±204.00	1186.10±341.77	1240.95±235.32
Average final weight (g) (December 2020)	1052.64±256.97	1017.11±280.14	1182.16±228.63	1219.10±284.07
Average initial length (cm) (August 2020)	44.06±3.30	43.56±3.16	42.15±4.43	45.16±2.65
Average final length (cm) (December 2020)	44.37±3.61	44.15±5.14	44.27±3.04	45.60±2.80

2.2 Survival rate

During the study from August 2020 to December 2020 and recounting after the end of study, there was no dead fish. Therefore, the survival rate of all groups was 100.00±0.00%

2.3 Maturation rate

Male and female rainbow trout in this study were used for artificial breeding ; the samples of egg and milt were collected during the breeding process. 2-year old rainbow trout, it was found that weight of stripped eggs per 1 kg female fish were 52.76±23.77 and 68.85±0.00 g ; number of stripped eggs per 1 kg female fish were 1826.93±444.31 and 693.74±0.00 eggs ; weight of individual egg were 0.0288±0.0118 and 0.0300±0.00 g with diameter of 3.98±0.46 and 3.59±0.44 mm for Bhutan population and Inthanon population respectively. Egg color was yellow. Milt from male fish were observed sperm motility under microscope. Durations of motile sperm were 28.00±2.55 and 44.67±19.12 seconds; sperm motility level were 5-6 and 3-4 for Bhutan population and Inthanon population respectively. Maturation rates of 2-year old rainbow trout Bhutan population and Inthanon population were 34.62 and 38.89%; male maturation rates were 71.43 and 85.71%, and female maturation rates were 21.05 and 9.09%, respectively. The statistic test revealed that there was not significantly different (p>0.05) at any parameter. For 3-year old rainbow trout, it presented that weight of stripped eggs per 1 kg female fish were 117.68±38.76 and 132.34±58.95 g ; number of stripped eggs per 1 kg female fish were 2497.95±999.53 and 2344.57±1083.83 eggs ; weight of individual egg were 0.0488±0.0107 and 0.0563±0.0160 g with egg diameter of 0.0488±0.0107 and 0.0563±0.0160 mm for Bhutan population and Inthanon population respectively. Egg color was orange in both populations. Durations of motile sperm collected milt from Bhutan population and Inthanon population were 29.00±2.77 and 26.44±3.26 seconds, respectively. sperm motility level was the same at 5-6 in both populations. Maturation rates of 3-year old rainbow trout Bhutan population and Inthanon population were 65.67 and 68.00% ; male maturation rates were 91.30 และ 89.47%, and female maturation rates were 52.27 and 54.84%, respectively. There was not different significantly (p> 0.05) on maturation rates of 3-year old rainbow trout from both populations (Table 10-12).

Table 10 Duration of motile sperm (second) and sperm motility level of 2-year old and 3-year old rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7)

	2-year old		3-year old	
	Bhutan	Inthanon	Bhutan	Inthanon
Duration of motile sperm (second)	28.00±2.55	44.67±19.12	29.00±2.77	26.44±3.26
Sperm motility level	5-6	3-4	5-6	5-6

Table 11 Weight of eggs per 1 kg female fish (g), number of stripped eggs per 1 kg female fish (egg), weight of individual egg (g), egg diameter (cm), and egg color of 2-year old and 3-year old rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7)

	2-year old		3-year old	
	Bhutan	Inthanon	Bhutan	Inthanon
Weight of eggs per 1 kg female fish (g)	52.76±23.77	68.85±0.00	117.68±38.76	132.34±58.95
Number of stripped eggs per 1 kg female fish (egg)	1826.93±444.31	693.84±0.00	2497.95±999.53	2344.57±1083.83
Weight of individual egg (g)	0.0288±0.0118	0.0300±0.00	0.0488±0.0107	0.0563±0.0160
Egg diameter (cm)	3.98±0.46	5.39±0.44	4.49±0.34	4.62±0.08
Egg color	Yellow	Yellow	Orange	Orange

Table 12 Maturation rate (%) of 2-year old and 3-year old rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7)

Age (year)	Maturation rate (%)					
	All sex		Male		Female	
	Bhutan	Inthanon	Bhutan	Inthanon	Bhutan	Inthanon
2	71.43	85.71	21.05	9.09	34.62	38.89
3	91.30	89.47	52.27	54.84	65.67	68.00

Note: Average values with the same letter (superscript) are not significantly different from each other at 95% confidence level ($p<0.05$).

Research summary

This study was composed of two phases: Phase 1, to compare the growth performance of rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) ; phase 2, to study on rearing male and female rainbow trout in the condition-controlled room for breeding preparation.

In phase 1, rainbow trout from Bhutan population and Inthanon population (F7) were fed with complete floating artificial pelleted feed (with not less than 40% crude protein, not less than 7% fat) supplemented with 5% fish oil, 1% spirulina, and 200 mg of astaxanthin per Kg feed. After 8 months rearing, the results showed that the growth performance consisting of the averages of final weight, final length, daily weight gain, and specific growth rate of both populations was not significantly different ($p>0.05$). Survival rate of rainbow trout Bhutan population (98.61±2.41%) was slightly lower than Inthanon population (100.00±0.00%).

In phase 2, 2-year old and 3-year old rainbow trout of both populations were selected to maintain together under controlled conditions, water temperature not higher than 12 °C and different photoperiods in the condition-controlled room for two and a half months. At the end of phase 2, samples of eggs and milt were collected by stripping from male and female fish during the process of artificial breeding to determine maturation rate. The maturation rates of all sex, male, and female observed in 2-year old rainbow trout of Bhutan population and Inthanon population were no statistically significant difference. As well as the maturation rates in 3-year old rainbow trout of both populations.

According to the results of this study, it can be concluded that rainbow trout Bhutan population can grow up well under the same conditions as rainbow trout Inthanon population (F7) were reared at Doi Inthanon, Thailand. Moreover, at the age of 3 years, they can be broodstock after rearing in the condition-controlled room for not less than two and a half months (113 days).

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	จ
Executive Summary	ธ
สารบัญ	ส
สารบัญตาราง	ห
สารบัญภาพ	อ
บทคัดย่อ	ฮ
Abstract	ขข
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ทฤษฎี สมมุติฐาน	3
2.2 กรอบแนวความคิด	8
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 วิธีการวิจัย	10
3.2 พื้นที่ดำเนินการวิจัย	16
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการวิจัย	17
1. ระยะที่ 1 ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์ 2 กลุ่มประชากร	17
2. ระยะที่ 2 การเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์เพศผู้และเพศเมียสองกลุ่มประชากรในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง	24
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย	29
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	31
เอกสารอ้างอิง	33
ตารางสรุปเปรียบเทียบแผนงานวิจัยกับผลงานวิจัย	40

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์วางไข่ของแม่พันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์	4
2	ปริมาณการให้อาหาร (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน) ในการเลี้ยงปลากลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) เพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์ ปี 2563	11
3	ช่วงแสงของบ่อทดลองเลี้ยงพันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์ในห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสงตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม 2563	14
4	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563	18
5	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563	19
6	น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563	20
7	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563	21
8	อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563	22
9	คุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชาการอินทนนท์เดิม (F7) ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563	23
10	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 2 ปี ก่อนและหลังเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง	25
11	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 3 ปี ก่อนและหลังเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง	25
12	ระยะเวลาที่สเปิร์มเคลื่อนที่ (วินาที) และระดับการเคลื่อนที่ของสเปิร์มปลาเรนโบว์เทราต์เพศผู้กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี	26

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	น้ำหนักไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม (กรัม) จำนวนไข่ต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ปลา 1 กิโลกรัม (ฟอง) น้ำหนักไข่ต่อฟอง (กรัม) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไข่ (มิลลิเมตร) และสีไข่ปลาเรนโบว์เทราต์เพศเมียกลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี	27
14	อัตราความสมบูรณ์เพศ (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์ (F7) อายุ 2 ปี และ 3 ปี	27
15	คุณสมบัติของน้ำในบ่อทดลองห้องควบคุมอุณหภูมิน้ำและช่วงแสง ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2563	28

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตำแหน่งการตัดครีบไขมัน และครีบก้น	13
2	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563	18
3	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563	19
4	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานและกลุ่มประชากรอินทนนท์เดิม (F7) ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563	21