



รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

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

แผนงานวิจัย : เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลิตผลเกษตรบนพื้นที่สูง

โดย

คุณหญิงโกมุท อุ่นศรีสง และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562

รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

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

แผนงานวิจัย :

เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลิตผลเกษตรบนพื้นที่สูง

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|---------------------------|---|
| 1. คุณหญิงโกมุท อุ่นศรีสง | มูลนิธิโครงการหลวง |
| 2. นายประสาน พรโสมิณ | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 1 (เชียงใหม่) |
| 3. นางสุชนีย์ พรโสมิณ | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 1 (เชียงใหม่) |
| 4. นางสมพร กันธิยะวงศ์ | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 1 (เชียงใหม่) |
| 5. นายอนันต์ ต้นสุตะพานิช | มูลนิธิโครงการหลวง |
| 6. นายसानนท์ น้อยชื่น | มูลนิธิโครงการหลวง |
| 7. นายสิทธิโชค เมืองภา | มูลนิธิโครงการหลวง |
| 8. นายณรงค์ชัย สงวนศรี | มูลนิธิโครงการหลวง |

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนสำหรับการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะสำคัญทางการสืบพันธุ์ของประชากรปลาเรนโบว์เทราต์ภูฏานที่เลี้ยงบนดอยอินทนนท์ ประเทศไทย” ประจำปีงบประมาณ 2562 และขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิผู้ตรวจสอบทางวิชาการที่ได้กรุณาตรวจทาน และเสนอแนะข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการประมงทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงลงได้

คณะผู้วิจัย
พฤศจิกายน 2562



คณะผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	คุณหญิงโกมุท อุ่นศรีสง
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 พรโสภิน
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Mr. Prasan Pornsopin
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง	ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 1 (เชียงใหม่)
หน่วยงาน	กรมประมง
ที่อยู่	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 1 (เชียงใหม่) 90 หมู่ 12 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์	053-498428
โทรสาร	053-498556
E-mail	prasan47496@gmail.com
2.2 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)	นางสุจรรย์ พรโสภิน
ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)	Mrs. Sudjanee Pornsopin
คุณวุฒิ	ปริญญาโท
ตำแหน่ง	นักวิชาการประมงชำนาญการพิเศษ
หน่วยงาน	กรมประมง
ที่อยู่	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 1 (เชียงใหม่) 90 หมู่ 12 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์	053-498428
โทรสาร	053-498556
E-mail	sudjanee2@gmail.com

- 2.3 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นางสาวกมล กันธิยะวงศ์
 ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Sompom Kantiyawong
 คุณวุฒิ ปริญญาโท
 ตำแหน่ง นักวิชาการประมงชำนาญการ
 หน่วยงาน กรมประมง
 ที่อยู่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 1 (เชียงใหม่)
 90 หมู่ 12 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
 โทรศัพท์ 053-498428
 โทรสาร 053-498556
 E-mail somkae08@gmail.com
- 2.4 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายอนันต์ ต้นสุตะพานิช
 ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Anand Tunsutapanich
 คุณวุฒิ ปริญญาตรี
 ตำแหน่ง ที่ปรึกษากรมประมง
 หน่วยงาน กรมประมง
 ที่อยู่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เขต 1 (ฉะเชิงเทรา)
 36/2 หมู่ 8 ตำบลท่าสะอ้าน อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา
 โทรศัพท์/โทรสาร 038-531387
- 2.5 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายสนนท 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

การศึกษาการเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน ในบ่อคอนกรีต ขนาด 28 ตารางเมตร มีน้ำไหลผ่านตลอด น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 133.27 ± 5.60 กรัม ความยาวเฉลี่ย เริ่มต้น 20.07 ± 0.36 เซนติเมตร ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 เลี้ยงปลาระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่ขนาดน้ำหนัก 133.27 กรัม จนได้ขนาดตลาด 250 - 300 กรัม และ ระยะที่ 2 เลี้ยงปลาระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่ขนาดตลาดจนถึงวัยเจริญพันธุ์

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาระยะที่ 1 ปลาอายุ 330 วัน พบว่า ปลามีน้ำหนักเฉลี่ย 304.57 ± 22.67 กรัม ความยาวเฉลี่ย 27.68 ± 1.28 เซนติเมตร การกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาช่วงน้ำหนัก 250 - 300 กรัม สูงกว่าทุกช่วงน้ำหนัก เท่ากับ 22.67 เปอร์เซ็นต์ ค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้รูปร่างของปลา (condition factors) มีค่าระหว่าง 1.44-1.54 การเจริญเติบโตในแต่ละเดือนโดยน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 2.19 ± 0.97 , 2.04 ± 0.25 และ 1.90 ± 0.31 กรัมต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย 49.30 ± 24.13 , 29.75 ± 11.15 และ 19.30 ± 8.30 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย 1.31 ± 0.53 , 1.08 ± 0.13 และ 0.92 ± 0.13 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.42 ± 0.59 , 1.03 ± 0.32 และ 0.76 ± 0.31 อัตราการกินอาหารเฉลี่ย 1.00 ± 0.06 , 1.21 ± 0.11 และ 1.10 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราแลกเนื้อเฉลี่ย 0.87 ± 0.36 , 1.56 ± 0.69 และ 2.20 ± 1.18 และอัตราการอดตายเฉลี่ย 99.13 ± 0.33 , 98.53 ± 0.64 และ 85.33 ± 0.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาระยะที่ 2 ปลามีอายุ 520 วัน พบว่า ปลามีน้ำหนักเฉลี่ย 660.90 ± 232.32 กรัม ความยาวเฉลี่ย 35.49 ± 4.28 เซนติเมตร การกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาช่วงน้ำหนัก 601 - 800 กรัม สูงกว่าทุกช่วงน้ำหนักเท่ากับ 38.80 เปอร์เซ็นต์ ค่าสัมประสิทธิ์บ่งชี้รูปร่างของปลา (condition factors) มีค่าระหว่าง 1.29 - 1.60 การเจริญเติบโตในแต่ละเดือนโดยน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 1.92 ± 0.40 , 1.95 ± 0.36 , -2.57 ± 0.85 , 4.45 ± 0.58 , 3.51 ± 1.30 และ 2.46 ± 7.74 กรัมต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย 19.26 ± 5.22 , 17.04 ± 8.99 , -17.83 ± 4.15 , 38.53 ± 5.67 , 21.64 ± 7.22 และ 12.56 ± 39.57 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย 0.83 ± 0.13 , 0.77 ± 0.10 , -0.66 ± 0.17 , 1.08 ± 0.14 , 0.65 ± 0.02 และ 0.21 ± 1.10 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.81 ± 0.24 , 0.75 ± 0.38 , -0.95 ± 0.27 , 1.59 ± 0.20 , 1.05 ± 0.35 และ 0.41 ± 1.70 อัตราการกินอาหารเฉลี่ยมีค่า 0.99 ± 0.02 , 1.10 ± 0.01 , 0.52 ± 0.04 , 1.48 ± 0.05 และ 1.46 ± 0.06 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อัตราแลกเนื้อเฉลี่ย 1.77 ± 0.46 , 2.47 ± 1.10 , -0.85 ± 0.32 , 1.46 ± 0.24 และ 2.46 ± 1.01 และอัตราการอดตายเฉลี่ย 69.50 ± 1.85 , 62.04 ± 2.53 , 58.73 ± 2.61 , 55.83 ± 2.74 และ 55.25 ± 2.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุปการศึกษาการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานในครั้งนี้ พบว่า ปลาามีรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นปกติในสภาพการเลี้ยงบนดอยอินทนนท์ประเทศไทย เมื่อเทียบกับ กลุ่มประชากรดั้งเดิม

บทนำ

ปลาเรนโบว์เทราต์ (Rainbow trout) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oncorhynchus mykiss* เป็นปลาน้ำจืดที่อาศัยอยู่ในลำธารตามธรรมชาติของทวีปอเมริกาเหนือ เช่น แคนาดาและสหรัฐอเมริกา เป็นต้น และเนื่องจากปลาชนิดนี้เป็นปลาที่มีรสชาติดีเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป สามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด จึงได้มีการพัฒนาพันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์จากธรรมชาติให้เลี้ยงได้ในบ่อมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1874 (Wales, 1939) ทำให้ปลาเรนโบว์เทราต์สามารถเลี้ยงได้ดีทั้งในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ หรือบ่อน้ำไหล (Raceway) ต่อมามีการนำปลาเรนโบว์เทราต์จากทวีปอเมริกาไปเลี้ยงทั้งในทวีปยุโรป เอเชีย และออสเตรเลีย (MacCrimmon, 1971) โดยส่งไปในรูปไข่ในระยะที่มีตา (Eyed Stage) และได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่จนกลายเป็นปลาธรรมชาติในบางประเทศ เช่น ประเทศอินเดีย ได้มีการเพาะพันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์ แล้วปล่อยลงลำธารเพื่อใช้ในกีฬาดกปลา ประเทศญี่ปุ่น นำเข้าปลาเรนโบว์เทราต์จากแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1877 (Wales, 1939) ปัจจุบันประเทศญี่ปุ่นได้มีการพัฒนาการเลี้ยงไปจนมีการส่งปลาเรนโบว์เทราต์ไปยังประเทศอเมริกา แคนาดา และประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรปไม่น้อยกว่าปีละ 16,000 ตัน

ในปี พ.ศ. 2560 ภายใต้ความร่วมมือระหว่างมูลนิธิโครงการหลวงกับกระทรวงเกษตรของประเทศไทย มูลนิธิโครงการหลวงได้มอบพันธุ์ปลาไซบีเรียน สเตอร์เจียน ให้กับศูนย์วิจัยประมงเมือง Haa ประเทศภูฏาน และมูลนิธิโครงการหลวงได้รับมอบไข่ปลาเรนโบว์เทราต์ในระยะมีจุดตา (Eyed stage) จากประเทศไทย เพื่อใช้ในการเลี้ยงเปรียบเทียบและปรับปรุงพันธุ์เดิมที่ใช้มานานให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาคุณลักษณะของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรประเทศภูฏาน โดยในปี พ.ศ. 2562 เป็นการศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการกินอาหาร อัตราแลกเนื้อ และอัตราการรอดตาย ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานจนถึงขนาดตลาดและวัยเจริญพันธุ์ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เดิมที่มีอยู่และทำให้การผลิตปลาเรนโบว์เทราต์มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมไปถึงเกษตรกรมีอาชีพและรายได้จากการเลี้ยงปลาชนิดนี้ด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานจนถึงขนาดตลาดและวัยเจริญพันธุ์

วิธีการวิจัย

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เลี้ยงปลาตั้งแต่ขนาด 133.27 ± 5.60 กรัม จนถึงขนาดตลาด น้ำหนัก 250 - 300 กรัม ระยะที่ 2 เลี้ยงปลาขนาดตลาดจนถึงวัยเจริญพันธุ์ ดำเนินการศึกษาต่างๆ ดังนี้

1. บ่อทดลอง

บ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ขนาด 28 ตารางเมตร จำนวน 3 บ่อ มีอัตราการไหลของน้ำผ่านบ่อในอัตราเฉลี่ย 1,400 ลิตรต่อนาที (ภาพที่ 1)

- ตรวจสอบการไหลของน้ำเข้าบ่อ ทุก 3 ชั่วโมงในรอบวัน
- ล้างทำความสะอาดบ่อทดลองสัปดาห์ละ 3 ครั้ง (2 วันต่อครั้ง)

2. ปลาทดลอง

จัดเตรียมพันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน ที่ได้จากการฟักไข่ ระยะไข่มีตา ดำเนินการอนุบาลและเลี้ยงจนปลาอายุ 240 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 133.27 ± 5.60 กรัม ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 20.07 ± 0.36 เซนติเมตร สุ่มลงบ่อทดลองจำนวน 3 บ่อ ๆ ละ 800 ตัว รวมปลาทั้งสิ้น 2,400 ตัว



ภาพที่ 1 บ่อคอนกรีตขนาด 28 ตารางเมตร น้ำไหลผ่าน เลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน

3. อาหารและการให้อาหารทดลอง

อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2) ให้อาหาร 1 ครั้งต่อวัน เวลา 09.00 น. คำนวณการให้อาหารโดยปรับตามอุณหภูมิและน้ำหนักปลา (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 2 อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40% และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7% สำหรับเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานจนถึงวัยเจริญพันธุ์

ตารางที่ 1 อัตราการให้อาหารต่อวันตามอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) และน้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของปลาเรนโบว์เทราต์ภูฏาน

อุณหภูมิน้ำ (°C)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว)										
	0.00- 0.17 กรัม	0.18- 1.50 กรัม	1.50- 5.15 กรัม	5.15- 12.30 กรัม	12.30- 23.70 กรัม	23.70- 39.18 กรัม	39.18- 61.40 กรัม	61.40- 92.10 กรัม	92.10- 130.90 กรัม	130.90- 179.66 กรัม	179.66- ขึ้นไป
10.00	5.2	4.3	3.4	2.7	2.0	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9
10.56	5.4	4.5	3.5	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
11.11	5.4	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
11.67	5.6	4.7	3.8	2.9	2.2	1.8	1.5	1.3	1.1	1.1	1.0
12.22	5.8	4.9	3.9	3.0	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
12.78	6.1	5.1	4.2	3.2	2.4	2.0	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
13.33	6.3	5.3	4.3	3.3	2.5	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
13.88	6.7	5.5	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1
14.44	7.0	5.8	4.8	3.6	2.7	2.2	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2
15.00	7.3	6.0	5.0	3.7	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2
15.56	7.5	6.3	5.1	3.9	3.0	2.4	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3
16.11	7.8	6.5	5.3	4.1	3.1	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
16.67	8.1	6.7	5.5	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.5	1.4
17.22	8.4	7.0	5.7	4.5	3.4	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
17.78	8.7	7.2	5.9	4.7	3.5	2.8	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5
18.33	9.0	7.5	6.1	4.9	3.6	2.9	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
18.89	9.3	7.8	6.3	5.1	3.8	3.0	2.3	2.0	1.8	1.6	1.6
19.44	9.6	9.1	6.6	5.3	3.9	3.1	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6
20.00	9.9	9.4	6.9	5.5	4.0	3.2	2.5	2.1	2.0	1.8	1.7

ที่มา : Leitritz and Lewis (1976)

4. การบันทึกข้อมูล

ในระหว่างการศึกษาเก็บข้อมูล ตรวจสอบผลการเจริญเติบโตโดยชั่งน้ำหนักและวัดความยาวตัวปลา จำนวน 100 ตัวต่อบ่อ เดือนละ 1 ครั้ง ก่อนการชั่งวัด งดให้อาหารล่วงหน้าก่อน 1 วัน นับจำนวนปลาที่ตายทุกวัน บันทึกปริมาณอาหารที่ปลากินทุกวันและปรับปริมาณการให้อาหารทุกเดือน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองนำปลาทั้งหมดชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเหี้ยม เพื่อศึกษาการกระจายขนาดน้ำหนักของตัวปลา (size distribution) และค่า Fulton's condition factors เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของปลา

ผลการวิจัย

การศึกษาการเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 เลี้ยงปลาขนาด 133.27 กรัม จนได้ขนาดตลาดน้ำหนัก 250 - 300 กรัม มีระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2562 ปลามีอายุ 330 วัน และระยะที่ 2 เลี้ยงปลาขนาดตลาดจนถึงวัยเจริญพันธุ์ เมื่อเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม 2562 ปลามีอายุ 520 วัน

ผลการศึกษา มีดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)

ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เริ่มต้นการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 133.27 ± 5.60 กรัม ระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน เมื่อปลามีอายุ 330 วัน พบว่า มีการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักได้ขนาดตลาด 250-300 กรัม น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 304.57 ± 22.67 กรัม เมื่อเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 6 เดือน ปลามีอายุ 520 วัน น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 660.90 ± 232.32 กรัม โดยพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเลี้ยง 93.59 % (ตารางที่ 3, ภาพที่ 3, 5 และ 6)

1.2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)

ปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เริ่มต้นการทดลองมีความยาวเฉลี่ย 20.07 ± 0.36 เซนติเมตร ระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน เมื่อปลามีอายุ 330 วัน พบว่า มีการเจริญเติบโตโดยความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 27.68 ± 1.28 เซนติเมตร เมื่อเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 6 เดือน ปลามีอายุ 520 วัน ความยาวเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 35.49 ± 4.28 เซนติเมตร โดยพบว่าความยาวเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเลี้ยง 94.78 % และน้ำหนักเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับความยาวเฉลี่ย 98.13 % (ตารางที่ 3, ภาพที่ 4, 5 และ 7)

1.3 การให้อาหารทดลอง

ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ วันละ 1 ครั้ง เวลา 09.00 น. (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณการให้อาหารปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562

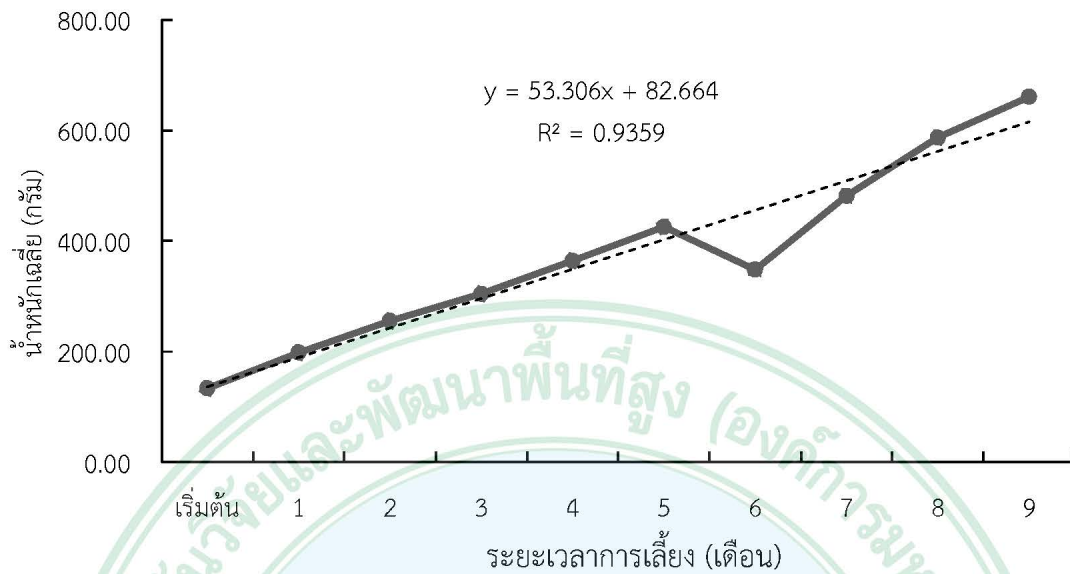
เดือน	บ่อ	ปริมาณอาหารที่ให้ (กรัม)
ธันวาคม 2561	1	38,844
	2	39,806
	3	40,404
มกราคม 2562	1	60,787
	2	77,874
	3	57,919
กุมภาพันธ์ 2562	1	68,424
	2	75,771
	3	71,340
มีนาคม 2562	1	66,147
	2	70,197
	3	60,966
เมษายน 2562	1	74,025
	2	79,506
	3	63,226
พฤษภาคม 2562	1	30,000
	2	30,000
	3	30,000
มิถุนายน 2562	1	82,937
	2	85,973
	3	77,395
กรกฎาคม 2562	1	99,137
	2	111,042
	3	98,669
สิงหาคม 2562	1	67,485
	2	74,003
	3	59,955

1.4 Fultun's condition factor (F) ค่าที่ใช้บ่งบอกความสมบูรณ์ของตัวปลา

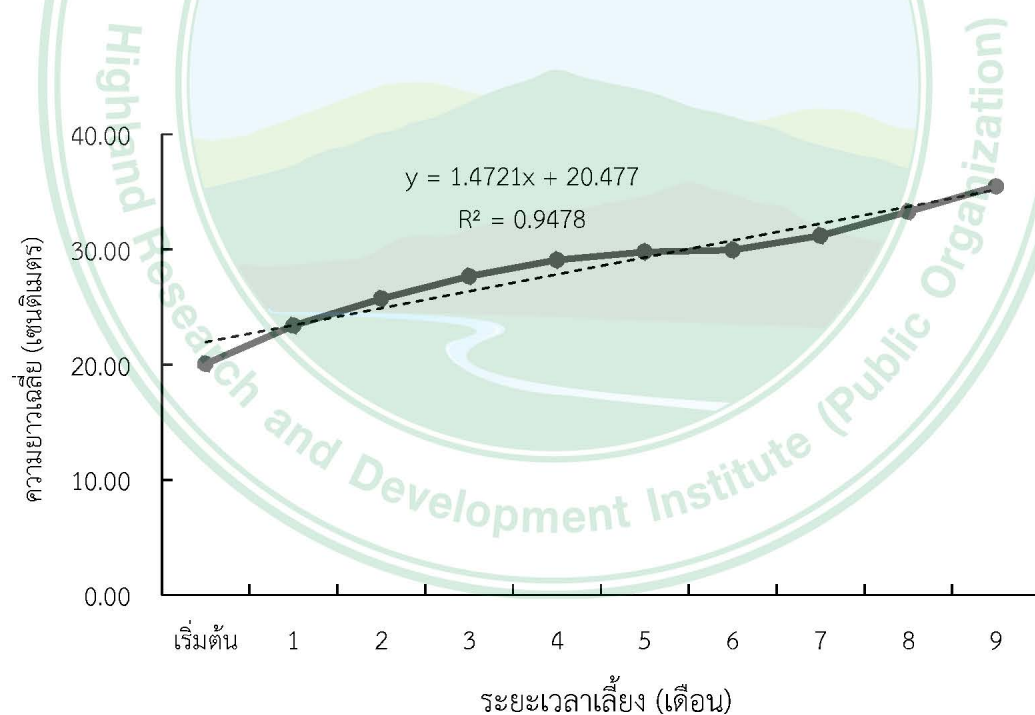
ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด ลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ระยะเวลา การเลี้ยง 3 เดือน ปลา มีอายุ 330 วัน มีค่า F ในช่วง 1.44 - 1.54 อยู่ในเกณฑ์ปกติ เมื่อเลี้ยงต่อเป็น ระยะเวลา 6 เดือน ปลา มีอายุ 520 วัน มีค่า F ในช่วง 1.29 - 1.59 อยู่ในเกณฑ์ปกติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) และ Fultun's condition factor ของ ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน รวมระยะเวลา การเลี้ยง 9 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562

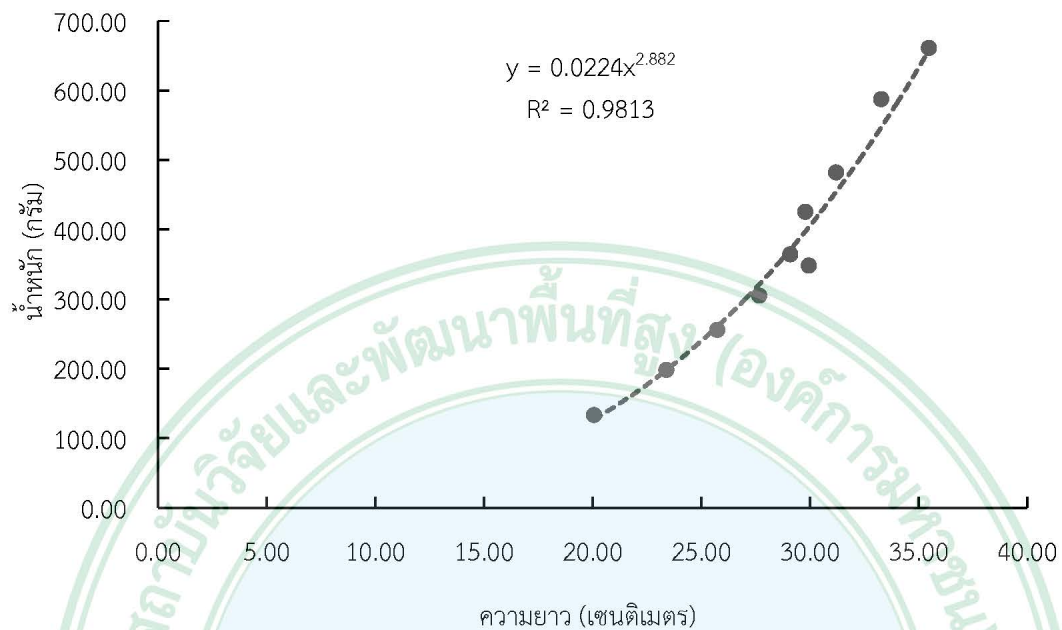
ระยะเวลาการเลี้ยง (เดือน)	อายุ (วัน)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	Fultun's condition factor
การเลี้ยงระยะที่ 1				
เริ่มการทดลอง	240	133.27±5.60	20.07±0.36	1.65±0.16
1	270	198.10±23.66	23.41±0.69	1.54±0.05
2	300	255.38±10.69	25.74±0.55	1.50±0.07
3	330	304.57±22.67	27.68±1.28	1.44±0.10
การเลี้ยงระยะที่ 2				
1	360	363.97±42.53	29.10±1.20	1.47±0.22
2	390	425.34±50.79	29.80±0.93	1.60±0.05
3	420	348.11±25.33	29.96±0.46	1.29±0.05
4	450	481.71±29.88	31.21±0.16	1.58±0.08
5	480	587.13±66.86	33.29±1.77	1.59±0.07
6	520	660.90±232.32	35.49±4.28	1.46±0.33



ภาพที่ 3 การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ระยะเวลาการเลี้ยง 9 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562



ภาพที่ 4 การเจริญเติบโตโดยความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ระยะเวลาการเลี้ยง 9 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ กลุ่มประชากรภูฏาน ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ระยะเวลาการเลี้ยง 9 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562



ภาพที่ 6 ตรวจสอบการเจริญเติบโตด้วยการชั่งน้ำหนักปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน



ภาพที่ 7 ตรวจสอบการเจริญเติบโตด้วยการวัดความยาวปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน

1.5 การกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลา

เมื่อดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 3 เดือน ปลาทดลองมีอายุ 330 วัน พบว่ามีขนาดน้ำหนัก 251-300 กรัม มีการกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาเท่ากับ 22.67 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าทุกช่วงน้ำหนัก โดยมีการกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาใกล้เคียงกันโดยส่วนใหญ่ อยู่ในกลุ่มน้ำหนัก 201-400 กรัม เท่ากับ 66.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยการกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหล อายุ 330 วัน น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 133.27 ± 5.60 กรัม จนถึงขนาดตลาด ระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ระหว่างเดือนธันวาคม 2561 ถึงกุมภาพันธ์ 2562

ช่วงน้ำหนัก (กรัม)	การกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลา (เปอร์เซ็นต์)			ค่าเฉลี่ย
	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3	
51-100	1	6	8	5.00 ± 3.61
101-150	3	3	2	2.67 ± 0.58
151-200	6	9	7	7.33 ± 1.53
201-250	14	11	19	14.67 ± 4.04
251-300	23	13	32	22.67 ± 9.50
301-350	24	12	13	16.33 ± 6.66
351-400	13	16	10	13.00 ± 3.00
401-450	9	15	9	11.00 ± 3.46
451-500	5	10	4	6.33 ± 3.21
501-550	1	3	0	1.33 ± 1.53
551-600	1	2	0	1.00 ± 1.00
รวม	100	100	100	100.00

66.67

1.6 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน)

ปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด ลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ปลาที่มีอายุ 330 วัน น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 2.16 ± 0.97 , 2.04 ± 0.25 และ 1.90 ± 0.31 กรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 6 เดือน ปลาที่มีอายุ 520 วัน ปลาที่มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันสูงสุดเดือนที่ 4 เท่ากับ 4.45 ± 0.58 กรัมต่อวัน และต่ำสุดเดือนที่ 3 เท่ากับ -2.57 ± 0.85 กรัมต่อวัน (ตารางที่ 5)

1.7 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)

ปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด ลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ปลาที่มีอายุ 330 วัน มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 49.30 ± 24.13 , 29.75 ± 11.15 และ 19.30 ± 8.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงต่อจนถึงระยะเวลาเลี้ยง 6 เดือน ปลาที่มีอายุ 520 วัน มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยสูงสุดเดือนที่ 4 เท่ากับ 38.53 ± 5.67 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเดือนที่ 3 เท่ากับ -17.83 ± 4.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

1.8 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

ปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด ลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ปลาที่มีอายุ 330 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย เท่ากับ 1.31 ± 0.53 , 1.08 ± 0.13 และ 0.92 ± 0.13 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงต่อจนถึงระยะเวลาเลี้ยง 6 เดือน ปลาที่มีอายุ 520 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงสุดเดือนที่ 4 เท่ากับ 1.08 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และต่ำสุดเดือนที่ 3 เท่ากับ -0.66 ± 0.17 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน (ตารางที่ 5)

1.9 ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต

ปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด ลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ปลาทดลองมีอายุ 330 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 ± 0.59 , 1.03 ± 0.32 และ 0.76 ± 0.31 ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงต่อจนถึงระยะเวลาเลี้ยง 6 เดือน ปลาทดลองมีอายุ 520 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุดในเดือนที่ 4 เท่ากับ 1.59 ± 0.20 และต่ำสุดในเดือนที่ 3 เท่ากับ -0.95 ± 0.27 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน เปอร์เซ็นต์การกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อุณหภูมิ น้ำ ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562

ระยะเวลาการเลี้ยง (เดือน)	อายุ (วัน)	น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าสัมประสิทธิ์ การเจริญเติบโต
การเลี้ยงระยะที่ 1						
1	270	2.16±0.97	49.30±24.13	1.31±0.53	16.83	1.42±0.59
2	300	2.04±0.25	29.75±11.15	1.08±0.13	14.15	1.03±0.32
3	330	1.90±0.31	19.30±8.30	0.92±0.13	15.78	0.76±0.31
การเลี้ยงระยะที่ 2						
1	360	1.92±0.40	19.26±5.22	0.83±0.13	16.43	0.81±0.24
2	390	1.95±0.36	17.04±8.99	0.77±0.10	18.63	0.75±0.38
3	420	-2.57±0.85	-17.83±4.15	-0.66±0.17	23.04	-0.95±0.27
4	450	4.45±0.58	38.53±5.67	1.08±0.14	19.27	1.59±0.20
5	480	3.51±1.30	21.64±7.22	0.65±0.02	19.00	1.05±0.35
6	520	2.46±7.74	12.56±39.57	0.21±1.10	18.75	0.41±1.70

เนื่องจากระหว่างการทดลองเดือนที่ 6 ในระยะที่ 2 เกิดกรณีน้ำป่าไหลหลากพาตะกอนดินเข้าบ่อทดลอง ส่งผลกระทบต่อการกินอาหารและอัตราการตายของปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน จึงใช้ข้อมูลที่ระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการกินอาหาร อัตราแลกเนื้อและอัตราการตาย

2. อัตราการกินอาหาร

ปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ปลาอายุ 330 วัน มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.00-1.21 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน มีค่า สูงสุดในเดือนที่ 2 เมื่อเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 5 เดือน ปลาอายุ 480 วัน มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ยสูงสุดในเดือนที่ 4 เท่ากับ 1.48 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และต่ำสุดในเดือนที่ 3 เท่ากับ 0.52 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน (ตารางที่ 6)

3. อัตราการแลกเนื้อ

ปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ปลาอายุ 330 วัน มีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.87-2.20 มีค่า สูงสุดในเดือนที่ 3 เมื่อเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 5 เดือน ปลาอายุ 480 วัน มีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยสูงสุดในเดือนที่ 2 เท่ากับ 2.47 ± 1.10 และต่ำสุดในเดือนที่ 3 เท่ากับ -0.85 ± 0.32 (ตารางที่ 6)

4. อัตราการรอดตาย

ปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ปลาอายุ 330 วัน มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 83.33 ± 0.97 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 5 เดือน ปลาอายุ 480 วัน มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 55.25 ± 2.65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาอัตราการตายในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 5 มีอัตราการตายเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ 83.39 - 98.96 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยอัตราการกินอาหาร อัตราแลกเนื้อ และอัตราการอดตายของปลาเรนโบว์เทราต์
กลุ่มประชากรภูฏานที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านอายุ 240 วัน ระยะเวลาการเลี้ยง
8 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562

ระยะเวลาการเลี้ยง (เดือน)	อายุ (วัน)	อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	อัตราแลกเนื้อ	อัตราการอดตาย (เปอร์เซ็นต์)		
				สะสม	รายเดือน	
การเลี้ยงระยะที่ 1						
1	270	1.00±0.06	0.87±0.36	99.12±0.33	99.13±0.34	
2	300	1.21±0.11	1.56±0.69	97.67±0.94	98.53±0.64	
3	330	1.10±0.04	2.20±1.18	83.33±0.97	85.33±0.74	
การเลี้ยงระยะที่ 2						
1	360	0.99±0.02	1.77±0.46	69.50±1.85	83.39±1.28	
2	390	1.10±0.01	2.47±1.10	62.04±2.53	89.25±1.29	
3	420	0.52±0.04	-0.85±0.32	58.73±2.61	94.69±0.67	
4	450	1.48±0.05	1.46±0.24	55.83±2.74	95.02±0.70	
5	480	1.46±0.06	2.46±1.01	55.25±2.65	98.96±0.22	

5. การเจริญเติบโตจนถึงวัยเจริญพันธุ์

การทดลองเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์ประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป ชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลาเลี้ยง 9 เดือน ปลา มีอายุ 520 วัน จำนวน 250 ตัว พบว่า สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศ โดยการสังเกตจากลักษณะภายนอก ดังนี้ สัดส่วนความยาวลำตัวกับความกว้างลำตัว ปลาเพศผู้จะเรียวยาวกว่าปลาเพศเมีย ลักษณะปาก ปลาเพศผู้มีส่วนของขากรรไกรล่างเรียวแคบและยื่นยาวกว่าขากรรไกรบน ในขณะที่ปลาเพศเมียมีส่วนของขากรรไกรล่างยื่นยาวเสมอขากรรไกรบน (ภาพที่ 8) เมื่อคัดแยกเพศ พบว่า มีเพศผู้ 41.20 เปอร์เซ็นต์ และเพศเมีย 58.80 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้และเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย 659.82 ± 239.26 และ 661.66 ± 228.15 กรัม ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย 35.55 ± 4.04 และ 35.45 ± 4.45 เซนติเมตร ตามลำดับ มีการกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาช่วงน้ำหนัก 601-800 กรัม ปริมาณสูงสุดเท่ากับ 38.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าทุกช่วงน้ำหนัก โดยมีการกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาใกล้เคียงกันโดยส่วนใหญ่ อยู่ในกลุ่มน้ำหนัก 401-800 กรัม เท่ากับ 70.40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาการกระจายขนาดน้ำหนักปลาแบบแยกเพศ พบว่า ปลาเพศผู้มีการกระจายขนาดน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 16.00 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงน้ำหนัก 401-600 กรัม และปลาเพศเมียมีการกระจายขนาดน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 23.60 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงน้ำหนัก 601-800 กรัม (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยการกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานที่เลี้ยง
ในบ่อคอนกรีตน้ำไหล อายุ 520 วัน น้ำหนักเริ่มต้น 250 – 300 กรัม ระยะเวลาการ
เลี้ยง 6 เดือน ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม 2562

ช่วงน้ำหนัก (กรัม)	การกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลา					
	ไม่แยกเพศ		เพศผู้		เพศเมีย	
	(ตัว)	(เปอร์เซ็นต์)	(ตัว)	(เปอร์เซ็นต์)	(ตัว)	(เปอร์เซ็นต์)
201-400	25	10.00	7	2.80	18	7.20
401-600	79	31.60	40	16.00	39	15.60
601-800	97	38.80	38	15.20	59	23.60
801-1000	35	14.00	12	4.80	23	9.20
1001-1200	8	3.20	2	0.80	6	2.40
1201-1400	2	0.80	1	0.40	1	0.40
1401-1600	1	0.40	1	0.40	-	-
1601-1800	2	0.80	2	0.80	-	-
2001-2200	1	0.40	-	-	1	0.40
รวม	250	100	103	41.20	147	58.80

ปลาเพศเมีย

ปลาเพศผู้



ภาพที่ 8 ปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานเพศเมียและเพศผู้ ที่เลี้ยงบนดอยอินทนนท์
อายุ 520 วัน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏาน อายุ 240 วัน มีน้ำหนักเริ่มต้น 133.27 ± 5.60 กรัม ความยาวเริ่มต้น 20.07 ± 0.36 เซนติเมตร ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 เลี้ยงปลาขนาด 133.27 กรัม จนได้ขนาดตลาดน้ำหนัก $250 - 300$ กรัม และระยะที่ 2 เลี้ยงปลาขนาดตลาดจนถึงวัยเจริญพันธุ์ สรุปผลการศึกษาดังนี้

ระยะที่ 1 เลี้ยงปลาขนาด 133.27 กรัม จนได้ขนาดตลาดน้ำหนัก $250 - 300$ กรัม พบว่ามีระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ปลาอายุ 330 วัน อุณหภูมิน้ำ $11.0 - 19.5$ องศาเซลเซียส จึงได้ขนาดตลาดน้ำหนัก $250 - 300$ กรัม ปลามีน้ำหนักเฉลี่ย 304.57 ± 22.67 กรัม ความยาวเฉลี่ย 27.68 ± 1.28 เซนติเมตร การกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาสูงสุด 22.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่โกมุทและคณะ (2544) เลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์ที่เลี้ยงที่ดอยอินทนนท์จนถึงอายุ 240 วัน (8 เดือน) สามารถเจริญเติบโตถึงขนาดตลาด $250 - 300$ กรัม ส่วนด้านอัตราแลกเนื้อของปลาทดลองเท่ากับ $0.87 - 2.2$ ในขณะที่ปลาเรนโบว์เทราต์ที่เลี้ยงที่ดอยอินทนนท์มีอัตราแลกเนื้อ $1.1 - 1.3$ (โกมุทและคณะ, 2544) สำหรับค่า Fulton's condition factors เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกความสมบูรณ์ของตัวปลา จากการทดลองพบว่ามีค่า $1.29 - 1.65$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความสมบูรณ์ปกติของปลาเรนโบว์เทราต์ โดยในธรรมชาติมีค่า $1.3 - 1.6$ (Goddard, 1996) ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตใช้ประเมินผลผลิตที่อุณหภูมิหนึ่งๆ มีค่า $0.76 - 1.42$ ที่อุณหภูมิ $11.0 - 19.5$ องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงขึ้นตลอดช่วงการเลี้ยง ในขณะที่การเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์ขนาด $130 - 297$ กรัม ที่อุณหภูมิ $12.5 - 13.5$ องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิต่ำใกล้เคียงกันตลอดช่วงการเลี้ยง ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตเท่ากับ $2.06 - 2.85$ (Davidson, et al. 2014)

ระยะที่ 2 เลี้ยงปลาขนาดตลาดจนถึงวัยเจริญพันธุ์ เป็นระยะเวลา 6 เดือน ปลามีอายุ 520 วัน ที่อุณหภูมิ $14.5 - 24.5$ องศาเซลเซียส พบว่า ปลามีน้ำหนักเฉลี่ย 660.90 ± 232.32 กรัม ความยาวเฉลี่ย 35.49 ± 4.28 เซนติเมตร การกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาช่วงน้ำหนัก $601 - 800$ กรัม สูงกว่าทุกช่วงน้ำหนัก คิดเป็น 38.80 เปอร์เซ็นต์ ด้านการเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก ความยาว น้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ด้านอัตราการกินอาหาร อัตราแลกเนื้อ อัตรารอดตาย และค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตมีแนวโน้มลดลงและมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม 2562 ซึ่งมีอุณหภูมิที่สูงสุดเฉลี่ยระหว่าง $22.1 - 23.9$ องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ $10 - 20$ องศาเซลเซียส (Kafuku and Ikenoue, 1983)

การศึกษาการเจริญเติบโตของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฏานในครั้งนี้ สรุปได้ว่าปลา มีรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นปกติในสภาพการเลี้ยงบนดอยอินทนนท์ประเทศไทย เมื่อเทียบกับกลุ่มประชากรดั้งเดิม

Executive Summary

Abstract

Study on the growth performance of rainbow trout Bhutan population from 133.27±5.60 g, 20.07±0.36 cm (240 days old) to mature. The study composed of two phases. In the first phase, fish were reared to marketable size (250-300 g), and the second phase, fish were reared to mature stage. Fish were fed 40% protein, 7% fat feed, and reared in three of 28 m² concrete raceways.

At the first phase, fish were reared during December 2018 to February 2019 in 11.0 – 19.5 °C water temperature. At the end of first phase (330 days old), fish had average weight, length, weight gain per day, percentage weight gain per day, specific growth rate, the thermal growth coefficient, feed intake rate, feed conversion rate ratio, and survival rate were 304.57±22.67 g ; 27.68±1.28 cm ; 2.19±0.97, 2.04±0.25, 1.90±0.31 g/day ; 49.30±24.13, 29.75±11.15, 19.30±8.30 % ; 1.31±0.53, 1.08±0.13, 0.92±0.13 %/day ; 1.42±0.59, 1.03±0.32, 0.76±0.31 ; 1.00±0.06, 1.21±0.11, 1.10±0.04 %/day ; 0.87±0.36, 1.56±0.69, 2.20±1.18 and 99.13±0.33, 98.53±0.64, 85.33±0.74 %, respectively. The highest in size distribution of 250 – 300 g was 22.67 %. The weight – length coefficient condition factor was 1.44 – 1.54.

In the second phase, fish were reared during March to August 2019 in 14.5 – 24.5 °C water temperature. At the end of second phase (520 days old), (six months rearing period) fish had average weight, length, weight gain per day, percentage weight gain per day, specific growth rate, the thermal growth coefficient, feed intake rate, feed conversion rate ratio, and survival rate were 660.90±232.32 g ; 35.49±4.28 cm ; 1.92±0.40, 1.95±0.36, -2.57±0.85, 4.45±0.58, 3.51±1.30, 2.46±7.74 g/day ; 19.26±5.22, 17.04±8.99, -17.83±4.15, 38.53±5.67, 21.64±7.22, 12.56±39.57 % ; 0.83±0.13, 0.77±0.10, -0.66±0.17, 1.08±0.14, 0.65±0.02, 0.21±1.10 %/day ; 0.81±0.24, 0.75±0.38, -0.95±0.27, 1.59±0.20, 1.05±0.35, 0.41±1.70 ; 0.99±0.02, 1.10±0.01, 0.52±0.04, 1.48±0.05, 1.46±0.06 %/day ; 1.77±0.46, 2.47±1.10, -0.85±0.32, 1.46±0.24, 2.46±1.01 and 69.50±1.85, 62.04±2.53, 58.73±2.61, 55.83±2.74, 55.25±2.65 %, respectively. The highest in size distribution of 601 – 800 g was 38.80 % with another portion size. The weight – length coefficient condition factor was between 1.29 – 1.60.

In conclusion, the rainbow trout Bhutan population showed normal pattern of growth performance when reared in specific condition at Doi Inthanon, Thailand.

Introduction

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is a freshwater fish that lives in the natural streams of North America such as Canada and the United States. Due to its good taste, and could be cooked in varieties of dishes. Therefore, trout was one of the popular fish. Rainbow trout has been developed from nature to domesticate since 1874 (Wales, 1939). It could be raised as well in earthen ponds, concrete ponds, and raceways. The first successful shipment of rainbow trout eyed ovas outside of North America to Europe, Asia and Australia was done later (MacCrimmon, 1971). In Asia, trout become a native species in some countries such as India and Korea. In Japan, trout was imported rainbow trout eyed ovas from California, USA since 1877 (Wales, 1939). Nowadays, Japan had exported rainbow trout product to America, Canada and other countries at least 16,000 tons per year.

In 2017, under the cooperation between the Royal Project Foundation, Thailand and The Ministry of Agriculture in Bhutan, the 10,000 eyed ova stage of trout from Bhutan was gave to Thailand in exchange for eyed ova state of sturgeon. Therefore, it is necessary to study on the growth performance of rainbow trout Bhutan population under specific condition, Thailand.

Objectives

To study the growth performance and survival rate of rainbow trout Bhutan population until marketable size and maturity.

Research methodology

The study was composed of 2 phases: Phase I, Fish with the average weight of 133.27 ± 5.60 g were reared to marketable size 250-300 g. Phase II, Fish were reared from marketable size until mature. The experiment was design as following:

1. Experimental ponds

Three ponds of 28 m^3 concrete raceway fill with 1,400 liters per minute of average water flow rate. (Figure 1).

- The water flow into each pond was measured every three hours.
- The pond were cleaned three times a week.

2. Experimental fish

The 240 days old of 2,400 no. of rainbow trout Bhutan population with the average weights and lengths 133.27 ± 5.60 g, and 20.07 ± 0.36 cm, were stocked in 28 m^3 pond at the rate of 800 no./pond.



Figure 1: The 28 m^3 experimental unit of concrete raceway

3. Feed and feeding

Fish were fed with complete floating pellet feed with 40% protein and 7% fat (Figure 2), one time a day at 09.00 a.m. Feeding level were adjusted according to water temperature and size of fish (Table 1).



Figure 2: The complete floating pellet feed

Table 1: Feeding level (% of fish biomass) according to water temperature and size of the rainbow trout, Bhutan population

water temperature (°C)	Average weight of fish (g/fish)										
	0.00- 0.17	0.18- 1.50	1.50- 5.15	5.15- 12.30	12.30- 23.70	23.70- 39.18	39.18- 61.40	61.40- 92.10	92.10- 130.90	130.90- 179.66	179.66- up
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
10.00	5.2	4.3	3.4	2.7	2.0	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9
10.56	5.4	4.5	3.5	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
11.11	5.4	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
11.67	5.6	4.7	3.8	2.9	2.2	1.8	1.5	1.3	1.1	1.1	1.0
12.22	5.8	4.9	3.9	3.0	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
12.78	6.1	5.1	4.2	3.2	2.4	2.0	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
13.33	6.3	5.3	4.3	3.3	2.5	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
13.88	6.7	5.5	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1
14.44	7.0	5.8	4.8	3.6	2.7	2.2	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2
15.00	7.3	6.0	5.0	3.7	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2
15.56	7.5	6.3	5.1	3.9	3.0	2.4	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3
16.11	7.8	6.5	5.3	4.1	3.1	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
16.67	8.1	6.7	5.5	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.5	1.4
17.22	8.4	7.0	5.7	4.5	3.4	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
17.78	8.7	7.2	5.9	4.7	3.5	2.8	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5
18.33	9.0	7.5	6.1	4.9	3.6	2.9	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
18.89	9.3	7.8	6.3	5.1	3.8	3.0	2.3	2.0	1.8	1.6	1.6
19.44	9.6	9.1	6.6	5.3	3.9	3.1	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6
20.00	9.9	9.4	6.9	5.5	4.0	3.2	2.5	2.1	2.0	1.8	1.7

Source : Leitritz and Lewis (1976)

4. Data recording

During the study, The 100 fish per pond were randomized for weight and length, recorded for one time a month. Feed were recorded and adjusted every month after weighing. At the end of experimental, all fish were measured weight and length. The size distribution and Fulton's condition factors were studied.

Research results

Rainbow trout Bhutan population at 240 days old were fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. The study were composed of 2 phases: Phase I, Fish with the average weight of 133.27 ± 5.60 g were reared to marketable size (250-300 g). Phase II, Fish were reared from marketable size until mature. The results of the experiment as following;

1. Growth performance

1.1 Average weight (gram ; g)

Phase I, after three months (at 330 days old) of rearing period, fish have average weight of 304.57 ± 22.67 g (marketable size of 250-300 g).

Phase II at 520 days old (six months of rearing), fish have the average weight of 660.90 ± 232.32 g (Table 3, Figure 3, 5 and 6).

1.2 Average length (centimeter ; cm)

Phase I, after three months (at 330 days old) of rearing period, fish have average length of 27.68 ± 1.28 cm.

Phase II at 520 days old (six months of rearing), fish have the average length of 35.49 ± 4.28 cm (Table 3, Figure 4, 5 and 7).

1.3 Feeding fish

Fish were fed with complete floating pellet feed with 40% protein and 7% fat. Fish were fed one time a day at 09.00 a.m. The amount of feed (g) were showed in Table 2.

Table 2: The amount of feed (g) for rainbow trout Bhutan population during December 2018 to August 2019

Month	Pond	Amount of feed (g)
December, 2018	1	38,844
	2	39,806
	3	40,404
January, 2019	1	60,787
	2	77,874
	3	57,919
February, 2019	1	68,424
	2	75,771
	3	71,340
March, 2019	1	66,147
	2	70,197
	3	60,966
April, 2019	1	74,025
	2	79,506
	3	63,226
May, 2019	1	30,000
	2	30,000
	3	30,000
June, 2019	1	82,937
	2	85,973
	3	77,395
July, 2019	1	99,137
	2	111,042
	3	98,669
August, 2019	1	67,485
	2	74,003
	3	59,955

1.4 Fultun's condition factor

Rainbow trout Bhutan population at 240 days old fed with complete floating pellet feed (40% protein, and 7% fat). At the three months of rearing period (at 330 days old) found that the Fultun's condition factor were 1.44 - 1.54. At the end of 520 days old (six months rearing period) were 1.29 - 1.59 (Table 3).

Table 3: Average weight (g), average length (cms) and Fultun's condition factor of the rainbow trout Bhutan population reared with pellet feed for 9 months period during December 2018 to August 2019

Rearing period (months)	age (day)	Average weight (g)	Average length (cm)	Fultun' s condition factor
Phase 1				
Trial start	240	133.27±5.60	20.07±0.36	1.65±0.16
1	270	198.10±23.66	23.41±0.69	1.54±0.05
2	300	255.38±10.69	25.74±0.55	1.50±0.07
3	330	304.57±22.67	27.68±1.28	1.44±0.10
Phase 2				
1	360	363.97±42.53	29.10±1.20	1.47±0.22
2	390	425.34±50.79	29.80±0.93	1.60±0.05
3	420	348.11±25.33	29.96±0.46	1.29±0.05
4	450	481.71±29.88	31.21±0.16	1.58±0.08
5	480	587.13±66.86	33.29±1.77	1.59±0.07
6	520	660.90±232.32	35.49±4.28	1.46±0.33

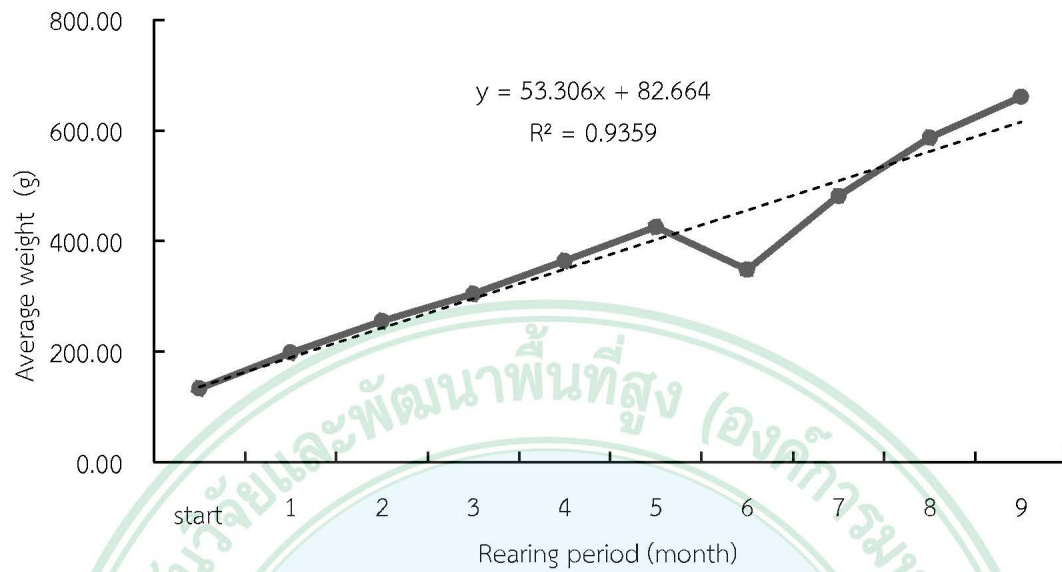


Figure 3: Average weight (g) of the rainbow trout Bhutan population reared for 9 months period during December 2018 to August 2019

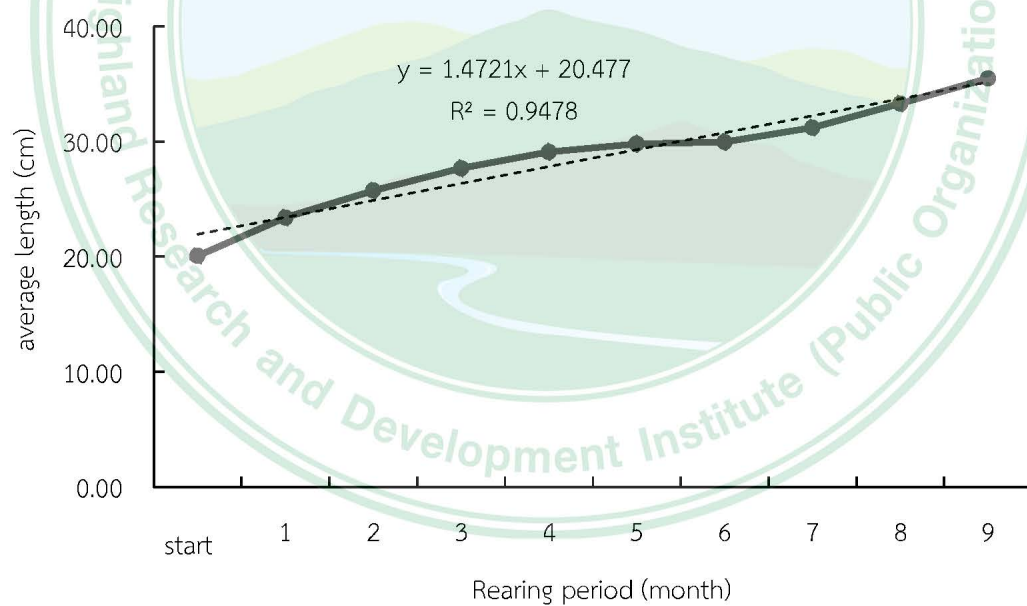


Figure 4: Average length (cm) of the rainbow trout Bhutan population reared for 9 months period during December 2018 to August 2019

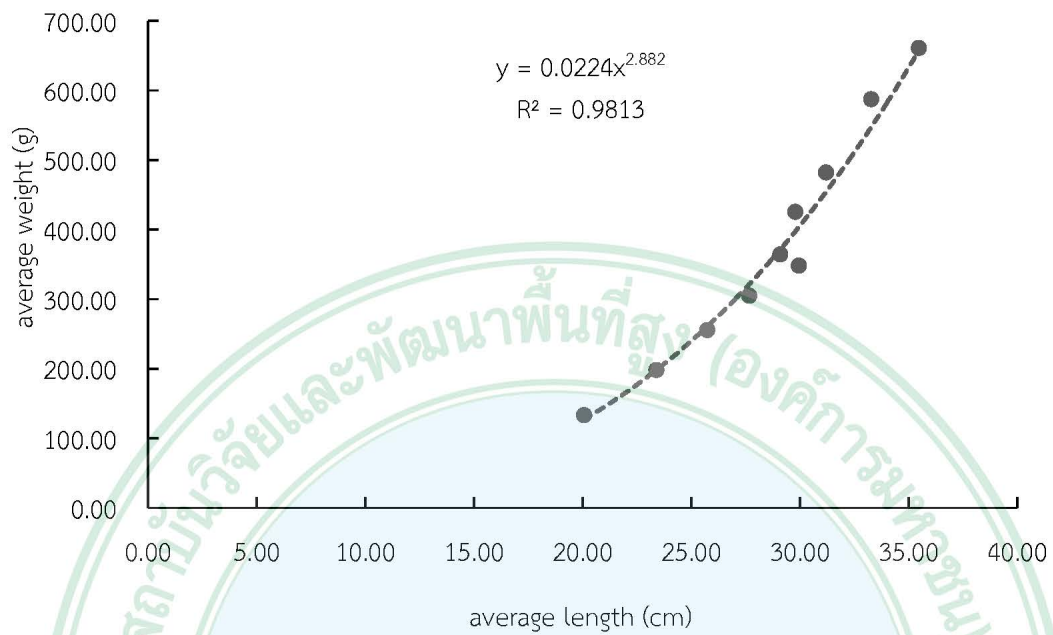


Figure 5: The relationship between average weight (g) and length (cm) of the rainbow trout Bhutan population were reared for 9 months period during December 2018 to August 2019



Figure 6: Weighing of the rainbow trout Bhutan population at 330 days of age



Figure 7: The length measuring of the rainbow trout Bhutan population at 330 days of age

1.5 Size distribution

At the end of three months period (at 330 days old) found that the average weight was achieved to marketable size (251-300 g/fish). Which highest of size distribution was 22.67 percentage compared other weight range, and 66.67 percentage of size distribution among 201-400 g/fish (Table 4).

Table 4: Size distribution of the rainbow trout Bhutan population were reared from marketable size for three months during December 2018 to February 2019

Weight range (g)	Size distribution (percent)			
	Pond 1	Pond 2	Pond 3	Average
51-100	1	6	8	5.00±3.61
101-150	3	3	2	2.67±0.58
151-200	6	9	7	7.33±1.53
201-250	14	11	19	14.67±4.04
251-300	23	13	32	22.67±9.50
301-350	24	12	13	16.33±6.66
351-400	13	16	10	13.00±3.00
401-450	9	15	9	11.00±3.46
451-500	5	10	4	6.33±3.21
501-550	1	3	0	1.33±1.53
551-600	1	2	0	1.00±1.00
Total	100	100	100	100.00

66.67

1.6 Average daily weight gain per day (gram per day)

Rainbow trout Bhutan population at 240 days old fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. At the end of three months period (at 330 days old), the average weight gain per day were 2.16 ± 0.97 , 2.04 ± 0.25 and 1.90 ± 0.31 grams per day, respectively. At 520 days old (six months rearing period) found the highest of average daily weight gain per day was 4.45 ± 0.58 grams per day at 4th month, and the lowest average daily weight gain per day was -2.57 ± 0.85 grams per day at 3rd month of rearing period (Table 5).

1.7 Percentage weight gain per day (percentage)

Rainbow trout Bhutan population at 240 days old fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. At the end of three months period (at 330 days old), the percentage weight gain per day were 49.30 ± 24.13 , 29.75 ± 11.15 and 19.30 ± 8.30 percentage, respectively. At 520 days old (six months rearing period) found the highest of percentage weight gain per day was 38.53 ± 5.67 percentage at 4th month, and the lowest percentage weight gain per day was -17.83 ± 4.15 percentage at 3rd month of rearing period (Table 5).

1.8 Average specific growth rate (percentage per day)

Rainbow trout Bhutan population at 240 days old fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. At the end of three months period (at 330 days old), the average specific growth rate were 1.31 ± 0.53 , 1.08 ± 0.13 and 0.92 ± 0.13 percentage per day, respectively. At 520 days old (six months rearing period) found the highest of average specific growth rate was 1.08 ± 0.14 percentage per day at 4th month, and the lowest average specific growth rate was -0.66 ± 0.17 percentage per day at 3rd month of rearing period (Table 5).

1.9 Growth coefficient

Rainbow trout Bhutan population at 240 days old fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. At the end of three months period (at 330 days old), the growth coefficient were 1.42 ± 0.59 , 1.03 ± 0.32 and 0.76 ± 0.31 , respectively. At 520 days old (six months rearing period), found the highest of growth coefficient was 1.59 ± 0.20 at 4th month, and the lowest growth coefficient was 0.95 ± 0.27 at 3rd month of rearing period (Table 5).

Table 5: Average daily weight gain (gram per day), percentage weight gain (percentage), specific growth rate (percentage per day), water temperature (°C) and growth coefficient of rainbow trout Bhutan population were reared during December 2018 to August 2019

Rearing period (month)	Age (day)	Weight gain per day (gram per day)	Percentage weight gain (percentage)	Specific growth rate (percent per day)	Water temperature (°C)	Growth coefficient
Phase 1						
1	270	2.16±0.97	49.30±24.13	1.31±0.53	16.83	1.42±0.59
2	300	2.04±0.25	29.75±11.15	1.08±0.13	14.15	1.03±0.32
3	330	1.90±0.31	19.30±8.30	0.92±0.13	15.78	0.76±0.31
Phase 2						
1	360	1.92±0.40	19.26±5.22	0.83±0.13	16.43	0.81±0.24
2	390	1.95±0.36	17.04±8.99	0.77±0.10	18.63	0.75±0.38
3	420	-2.57±0.85	-17.83±4.15	-0.66±0.17	23.04	-0.95±0.27
4	450	4.45±0.58	38.53±5.67	1.08±0.14	19.27	1.59±0.20
5	480	3.51±1.30	21.64±7.22	0.65±0.02	19.00	1.05±0.35
6	520	2.46±7.74	12.56±39.57	0.21±1.10	18.75	0.41±1.70

During the trial, since the 6-month Phase 2 occurs flash flood sediment brought into experimental ponds. Affect feed intake rate and survival rate of rainbow trout population in Bhutan. Use the information for a period of 5 months, raising the rate of feed intake rate, feed conversion rate and survival.

2. Feed intake rate

The feed intake rate of rearing rainbow trout Bhutan population at 240 days old, fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. At the first phase of rearing (330 days old) found that the average feed intake rate was between 1.00-1.21 percent per day, and the highest feed intake found in the second month of rearing. In the second phase of rearing (480 days old) found that the average feed intake between 0.52-1.48 percent per day, and the lowest feed intake found at 3rd month, and the highest rate at 4th month (Table 6).

3. Feed conversion rate (FCR)

The feed conversion rate of rearing rainbow trout Bhutan population at 240 days old, fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. At the end of three months (330 days old) rearing found the average of feed conversion rate between 0.87-2.20, and the highest rate at 3rd month was 2.20 ± 1.18 . In the second phase of rearing (480 days old) found that the average FCR between 0.85 – 2.47, and the highest rate at second months, and lowest rate at 3rd month (Table 6).

4. Survival rate

The survival rate of rearing rainbow trout Bhutan population at 240 days old, fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. At the end of three months (330 days old) rearing found the average survival rate was 83.33 ± 0.97 percentage. In the second phase of rearing (480 days old) found that the survival rate was 55.25 ± 2.65 percent which the survival rate was increasing from 83.39 to 98.96 percent at the end of rearing (Table 6).

Table 6: Average feed intake rate, Feed conversion rate and survival rate of the rainbow trout Bhutan population that were reared for 9 months during December 2018 to August 2019 (240 days old till 480 days old)

Rearing period (month)	Age (day)	feed intake rate (percent per day)	Feed conversion rate	Survival rate (percent)	
				cumulative	Monthly
Phase 1					
1	270	1.00±0.06	0.87±0.36	99.12±0.33	99.13±0.34
2	300	1.21±0.11	1.56±0.69	97.67±0.94	98.53±0.64
3	330	1.10±0.04	2.20±1.18	83.33±0.97	85.33±0.74
Phase 2					
1	360	0.99±0.02	1.77±0.46	69.50±1.85	83.39±1.28
2	390	1.10±0.01	2.47±1.10	62.04±2.53	89.25±1.29
3	420	0.52±0.04	-0.85±0.32	58.73±2.61	94.69±0.67
4	450	1.48±0.05	1.46±0.24	55.83±2.74	95.02±0.70
5	480	1.46±0.06	2.46±1.01	55.25±2.65	98.96±0.22

5. Growth performance till mature

The growth performance of rearing rainbow trout Bhutan population at 240 days old, fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. At the end of the experiment, nine months period at 520 days old. The 250 individuals were matured, and could be distinguish between sex differentiate. The secondary characteristics in male was slender than the female, mouth had a narrow lower jaw and pointed than the upper jaw. While female had equal of the lower and upper jaw (Figure 8). The sex ratio male : female was 1 : 1.43 (41.20 percent in male, and 58.80 percent in female). The final weight and length of males and females were 659.82±239.26, and 661.66±228.15 g/fish, and 35.55±4.04, and 35.45±4.45 cm, respectively. The maximum size distribution range of 601-800 g/fish was 38.80 percent which was found 70.40 percentage of 401-800 g/fish size distribution. Size distribution between sex, it was found that the male fish with the highest weight distribution was 16.00 percent in the weight range 401-600 g and female fish had size distribution of 23.60 percent in the weight range 601-800 g (Table 7).

Table 7: Average size distribution of rainbow trout Bhutan population at 520 days old, 6 months period of rearing during March and August 2019

Weight range (g)	Size distribution in weight					
	Mixed sex		Male		Female	
	(number)	(percent)	(number)	(percent)	(number)	(percent)
201-400	25	10.00	7	2.80	18	7.20
401-600	79	31.60	40	16.00	39	15.60
601-800	97	38.80	38	15.20	59	23.60
801-1000	35	14.00	12	4.80	23	9.20
1001-1200	8	3.20	2	0.80	6	2.40
1201-1400	2	0.80	1	0.40	1	0.40
1401-1600	1	0.40	1	0.40	-	-
1601-1800	2	0.80	2	0.80	-	-
2001-2200	1	0.40	-	-	1	0.40
Total	250	100	103	41.20	147	58.80

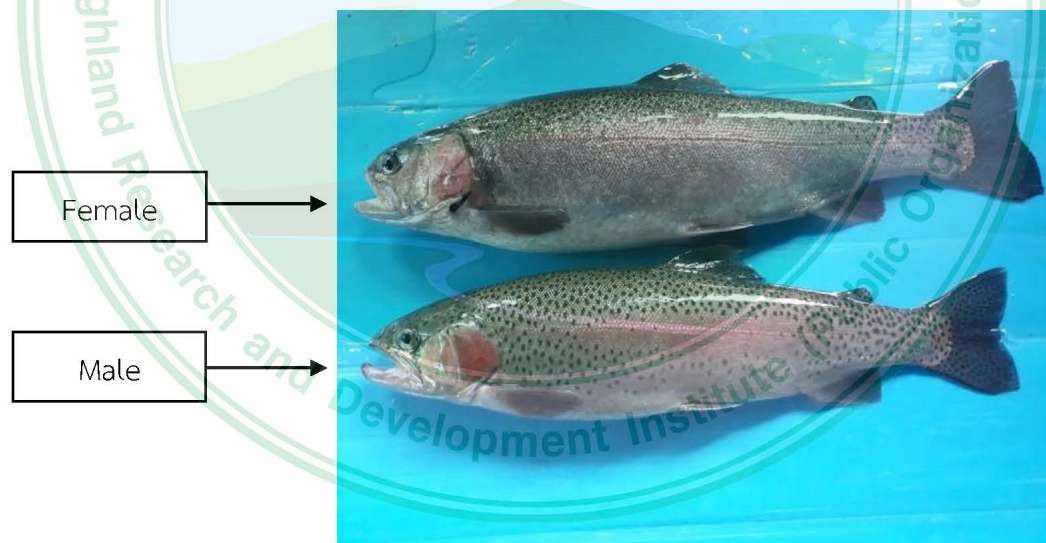


Figure 8: Males and females of the rainbow trout Bhutan population at 520 days old

Research summary

Study on the growth performance of rainbow trout Bhutan population from 133.27±5.60 g, 20.07±0.36 cm (240 days old) to mature, fed with complete floating pellet feed, 40% protein, and 7% fat. The study was composed of two phases: Phase I, Fish with the average weight of 133.27 g were reared to marketable size 250-300 g and Phase II, Fish were reared from marketable size until mature. The conclusion as following;

At the end of first phase, three months of rearing at 11.0-19.5°C water temperature, the rainbow trout Bhutan population could grow to the marketable size (250-300 g) at the age of 330 days. This size range showed the highest size distribution of 22.67%, with wide range of 0.87-2.2 in FCR. In contrast, the domestic rainbow trout from Doi Inthanon could reach the marketable size within the age of 240 days, and FCR was between 1.1-1.3 (Gomut *et al.*, 2001). Fultun's condition factors was 1.29-1.65, corresponding to the standard value of wild rainbow trout which is 1.3-1.6 (Goddard, 1996). The thermal growth coefficient was 0.76-1.42 at 11.0-19.5 °C of a rising water temperature during the rearing. While, rearing of rainbow trout in 130-297 g at 12.5-13.5 °C of a stable water temperature is 2.06-2.85 (Davidson *et al.*, 2014).

In the end of second phase, six months of rearing at 14.5 – 24.5 °C water temperature, The marketable of the rainbow trout Bhutan population till mature (520 days old) had shown the highest size distribution of 38.80% (601 – 800 g/fish). The growth performance had declined, and lowest on May, 2019 which was highest average water temperature between 22.1 – 23.9 °C that was higher than the optimum water temperature for rainbow trout growth between 10 – 20 °C (Kafuku and Ikenoue, 1983)

In conclusion, the rainbow trout Bhutan population showed normal pattern of growth performance when reared in specific condition at Doi Inthanon, Thailand.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	จ
Executive Summary	ฉ
สารบัญ	ส
สารบัญตาราง	ห
สารบัญภาพ	ฬ
บทคัดย่อ	อ
Abstract	กก
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 ทฤษฎี สมมติฐาน	3
2.2 กรอบแนวความคิด	6
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	8
3.1 วิธีการวิจัย	8
3.2 พื้นที่ดำเนินการวิจัย	11
บทที่ 4 ผลการวิจัย	12
4.1 ผลการวิจัย	12
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการวิจัย	27
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	28
เอกสารอ้างอิง	29
ตารางสรุปเปรียบเทียบแผนงานวิจัยกับผลงานวิจัย	36

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราการให้อาหารต่อวันตามอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) และน้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากร	9
2	ปริมาณการให้อาหารปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากร ๓ เดือน ธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	13
3	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) และ Fulton's condition factor ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากร เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน รวมระยะเวลาการเลี้ยง 9 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	14
4	ค่าเฉลี่ยการกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากร ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหล อายุ 330 วัน น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 133.27 ± 5.60 กรัม จนถึงขนาดตลาด ระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ระหว่างเดือนธันวาคม 2561 ถึงกุมภาพันธ์ 2562	17
5	ค่าเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน เปอร์เซ็นต์การกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ อุณหภูมิ ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	19
6	ค่าเฉลี่ยอัตราการกินอาหาร อัตราแลกเนื้อ และอัตราการตายของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่านอายุ 240 วัน ระยะเวลาการเลี้ยง 8 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	21
7	ค่าเฉลี่ยการกระจายขนาดน้ำหนักตัวปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากร ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหล อายุ 520 วัน น้ำหนักเริ่มต้น 250 – 300 กรัม ระยะเวลาการเลี้ยง 6 เดือน ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม 2562	22
8	อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด (องศาเซลเซียส) เวลา 08.30 น. และเวลา 16.00 น. ในบ่อคอนกรีตน้ำไหลเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากร ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	23
9	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อคอนกรีตน้ำไหลทดลองเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากร ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	24
10	ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต) ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร) และ ไนโตร (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อคอนกรีตน้ำไหล เลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	26

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	บ่อคอนกรีตขนาด 28 ตารางเมตร น้ำไหลผ่าน เลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฐาน	8
2	อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40% และระดับไขมันไม่น้อยกว่า 7% สำหรับเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฐาน จนถึงก่อนวัยเจริญพันธุ์	9
3	การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฐาน ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ระยะเวลาการเลี้ยง 9 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	15
4	การเจริญเติบโตโดยความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฐาน ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ระยะเวลาการเลี้ยง 9 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	15
5	ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก (กรัม) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฐาน ที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตน้ำไหลผ่าน ระยะเวลาการเลี้ยง 9 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	16
6	ตรวจสอบการเจริญเติบโตด้วยการชั่งน้ำหนักปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฐาน	16
7	ตรวจสอบการเจริญเติบโตด้วยการวัดความยาวปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฐาน	17
8	ความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมียของปลาเรนโบว์เทราต์ โดยการสังเกตจากลักษณะภายนอก ปลาเพศผู้จะเรียวยาวกว่าปลาเพศเมีย ลักษณะปากปลาเพศผู้มีส่วนของขากรรไกรล่างเรียวแคบและยื่นยาวกว่าขากรรไกรบน	22
9	อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) เวลา 08.30 น. และ เวลา 16.00 น. ในบ่อคอนกรีตน้ำไหลทดลองเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฐาน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	24
10	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบ่อคอนกรีตน้ำไหลทดลองเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์กลุ่มประชากรภูฐาน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงเดือนสิงหาคม 2562	25