เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตาก โดยวิธีการออกแบบการทดลอง

APPROPRIATE CONDITIONS FOR CAGE CULTURE OF RED TILAPIA FISH (OREOCHROMIS NILOTICUS) IN THE PING RIVER IN TAK PROVINCE BY DESIGN OF EXPERIMENT

นางสาวณัฐธยาน์ รินทะไชย

MS. NATTAYA RINTACHAI

นางสาวณิชญาดา ศรีสวัสดิ์

MS. NICHAYADA SRISAWAT

นางสาวนาฬิกา ศรีสุโพธิ์

MS. NARIKA SRISUPO

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPROPRIATE CONDITIONS FOR CAGE CULTURE OF RED TILAPIA FISH (OREOCHROMIS NILOTICUS) IN THE PING RIVER IN TAK PROVINCE BY DESIGN OF EXPERIMENT

MS. NATTAYA RINTACHAI
MS. NICHAYADA SRISAWAT
MS. NARIKA SRISUPO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตาก โดยวิธีการออกแบบการทดลอง

APPROPRIATE CONDITIONS FOR CAGE CULTURE OF RED TILAPIA FISH (OREOCHROMIS NILOTICUS) IN THE PING RIVER IN TAK PROVINCE BY DESIGN OF EXPERIMENT

นักศึกษา

นางสาวณัฐธยาน์ รินทะไชย	รหัสประจำตัว	61010333
นางสาวณิชญาดา ศรีสวัสดิ์	รหัสประจำตัว	61010365
นางสาวนาฬิกา ศรีสุโพธิ์	รหัสประจำตัว	61010569

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง บริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตาก โดยวิธีการออกแบบการทดลอง
นักศึกษา	นางสาวณัฐธยาน์ รินทะไชย นางสาวณิชญาดา ศรีสวัสดิ์ นางสาวนาฬิกา ศรีสุโพธิ์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนออุตสาหกรรมการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังของฟาร์มกรณีศึกษาในแม่น้ำปิง จังหวัดตาก โดยกรณีศึกษาที่พบปัญหา คือ ผู้ประกอบการไม่ทราบถึงความถี่และปริมาณอาหารที่เหมาะสม ดังนั้นวัตถุประสงค์หลัก คือ การวิเคราะห์หาจุดที่เหมาะสมของปริมาณอาหารและความถี่ในการให้อาหารสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมพร้อมกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลตอบแทนสูงสุดให้กับสถานประกอบการ (การทดลองหลัก) ซึ่งการทดลองแบ่งเป็น 3 การทดลอง ได้แก่ การทดลองย่อย เพื่อศึกษาปริมาณอาหารที่เหมาะสมที่ปลาทับทิมช่วง 4, 4.5 และ 5 เดือน กินจนอิ่ม ความถี่ 3 ครั้ง พบว่า ปริมาณอาหารเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.6–34.5 กรัม ค่าต่ำสุดและสูงสุด คือ 16 กรัม และ 41 กรัม จึงสามารถกำหนดระดับปัจจัยในการทดลองหลักได้ การทดลองหลัก เพื่อศึกษาหาระดับปัจจัยสำหรับปลาทับทิม 4-5 เดือน ที่เหมาะสมที่ส่งผลต่อน้ำหนักปลาที่ทำให้เกิดผลตอบแทนสูงสุด โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) โดยมีปัจจัยด้านความถี่ คือ 2, 3 และ 4 ครั้ง และด้านปริมาณอาหาร คือ 15, 25 และ 35 กรัม พบว่า การให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง ให้น้ำหนักปลาทับทิมเพิ่มขึ้นสูงสุด 1.609 กิโลกรัม แต่ไม่ใช่กำไรสูงสุด เงื่อนไขที่กำไรสูงสุดอยู่ที่ 73.765 บาทต่อเดือน จะต้องให้อาหารที่ความถี่ 4 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง และการทดลองเสริม เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ให้อาหารกับน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 วัน ในช่วง 1 เดือน พบว่า สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรงสามารถทำนายน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 79.62 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Appropriate Conditions for Cage Culture of Red Tilapia Fish (Oreochromis Niloticus) in the Ping River in Tak Province by Design of Experiment
Student	Ms. Nattaya Rintachai Ms. Nichayada Srisawat Ms. Narika Srisupo
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Asst.Prof. Dr. Kittiwat Sirikasemsuk

ABSTRACT

This thesis shows the industry of raising red tilapia fish in the floating baskets of the case-study farm in Ping River, Tak. In the case study we found, producers did not literate in exact amounts and frequencies. Hence, the main purpose is to analyze to investigate the right amounts of food and the frequencies in feeding along with determining some appropriate factors in order to increase highest profit to the enterprise. (The major experiment) We divided the experiments into 3 experiments: the sub experiment to study on the fitting amounts of food for the red tilapia fish in the rage of 4, 4.5 and 5 months till they are full for three times a day. It was found that the average of the amounts is 20.6-34.5 g. The min and max are 16 g. and 41 g. This leads to determine the levels of the factors for the main experiment. The major experiment investigates the levels of the factors of the 4-5-month red fish which are suitable and effect on gaining weight and increasing the largest benefit by designing the experiments with spilt plot design. The factors of frequencies are 2, 3 and 4 times and the amounts of food are 15, 25 and 35 g. It was found that feeding the fish 4 times a day with 35 grams resulting in the fish gaining 1.609 kg. with the highest peak. However, this is not the largest profit. The terms of the biggest is at 73.765 THB/months and they have to feed them 4 times a day with 15 grams. Lastly, the additional experiment is to study some relations of the time and the weigh of the fish gaining every 10 days in a month. The result is the multiple linear regression can predict the increasing fish weigh which the coefficient of determination (R^2) is 76.62%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เรื่อง เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตาก โดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยมีผู้เกี่ยวข้องที่มีความกรุณาให้ความรู้ทางด้านวิชาการและได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจนตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นอย่างสูงที่ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผศ.ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่คอยให้คำแนะนำทางด้านวิชาการ รวมถึงให้คำปรึกษาแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ระหว่างดำเนินการ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสถานประกอบการนงลักษณ์ฟาร์ม จังหวัดตาก ที่คอยให้ความช่วยเหลือทางด้านสถานที่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการ รวมทั้งคำแนะนำต่าง ๆ และแนวทางการแก้ไขปัญหาตลอดจนสิ้นสุดการดำเนินการ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ประสาทความรู้และคำแนะนำแนวทางการแก้ไขในทุกครั้งที่มีการนำเสนอปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานให้เรียบร้อยและมีความสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ให้การสนับสนุนทางด้านกำลังใจ คำแนะนำและทางด้านการเงินมาโดยตลอด รวมถึงเพื่อน ๆ ทุกคนที่มีความเกี่ยวข้องในความสำเร็จของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้โดยการช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง และสามารถเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรการเลี้ยงปลาในประเทศไทย

นางสาวณัฐธยาน์ รินทะไชย
นางสาวณิชญาดา ศรีสวัสดิ์
นางสาวนาฬิกา ศรีสุโพธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **ก**

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **ข**

กิตติกรรมประกาศ ..... **ค**

สารบัญ ..... **ง**

สารบัญตาราง ..... **ช**

สารบัญรูป ..... **ซ**

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 3

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 4

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 5

1.6 แผนการดำเนินงาน 7

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติและการเลี้ยงปลาทับทิม (NILE TILAPIA) 8

2.1.1 ชนิดของปลานิลและที่มาของปลาทับทิม 8

2.1.2 การเลี้ยงปลาทับทิมและการให้อาหาร 9

2.1.3 คุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงปลาทับทิม 11

2.2 การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) 12

2.2.1 ความหมายของการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต 12

2.2.2 การสุ่มและแผนผังการทดลอง 12

2.2.3 ความสำคัญของการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต 13

2.2.4 ข้อแตกต่างระหว่างการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต
กับการทดลองแบบแฟกทอเรียล 14

2.2.5 เหตุผลในการเลือกใช้การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต 14

2.2.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการทดลอง 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

2.2.7 ตัวแบบเชิงเส้นหรือโมเดลทางสถิติ 17
2.3 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) 17
2.3.1 ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ในการวิเคราะห์การถดถอย 18
2.3.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นเชิงเดี่ยว (Simple Linear Regression Analysis). 18
2.3.3 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) 19
2.3.4 โมเดลการวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis Model) 20
2.3.5 วิธีการการวิเคราะห์ถดถอย 21
2.4 การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ 24
2.4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ด้วยวิธีเปรียบเทียบทีละคู่. 24
2.4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ 25
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26
2.6 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31

บทที่ 3 ศึกษาสภาพปัจจุบันและวิธีการดำเนินงาน

3.1 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร 34
3.1.1 ประวัติองค์กร 34
3.1.2 กระบวนการผลิตโดยรวม 35
3.1.3 การเลี้ยงปลาทับทิมแบ่งตามอายุ 37
3.2 การศึกษาสภาพปัจจุบันเบื้องต้นและกำหนดปัญหา 37
3.3 กลยุทธ์การทดลองและการกำหนดตัวแปร 39
3.4 การเตรียมการทดลอง 40
3.4.1 การเตรียมการทดลองในแต่ละการทดลอง 40
3.4.2 การเตรียมปริมาณอาหาร 41
3.4.3 วิธีการชั่งน้ำหนักปลาทับทิม 42
3.4.4 วิธีการแบ่งกระชังย่อย 45
3.5 วิธีการดำเนินงาน 49
3.5.1 วิธีการดำเนินงานของการทดลองย่อย 49
3.5.2 วิธีการดำเนินงานของการทดลองหลักและการทดลองเสริม 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

3.6 การออกแบบตารางการเก็บข้อมูล ... 52
3.6.1 การออกแบบตารางการเก็บข้อมูลของการทดลองย่อย ... 53
3.6.2 การออกแบบตารางการเก็บข้อมูลของการทดลองหลัก ... 55
3.6.3 การออกแบบตารางการเก็บข้อมูลของการทดลองเสริม ... 60
3.7 การสรุปแผนกลยุทธ์ทั้ง 3 การทดลอง ... 61

บทที่ 4 ผลวิเคราะห์การดำเนินการ

4.1 การทำการทดลองและเก็บผลของการทดลองย่อย ... 63
4.2 การวิเคราะห์ผลของการทดลองย่อย ... 67
4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณอาหารในแต่ละช่วงอายุของปลาทับทิม ... 70
4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณอาหารในแต่ละช่วงเวลาในการให้อาหารของปลาทับทิม ... 72
4.3 การทำการทดลองและเก็บผลของการทดลองหลัก ... 74
4.4 การวิเคราะห์ผลของการทดลองหลัก ... 77
4.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น ... 77
4.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของผลกำไร ... 86
4.5 การทำการทดลองและเก็บผลของการทดลองเสริม ... 89
4.6 การวิเคราะห์ผลของการทดลองเสริม ... 91

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย ... 96
5.2 ข้อเสนอแนะ ... 97

เอกสารอ้างอิง ... 98
ภาคผนวก ก ผลกำไรการเลี้ยงปลาทับทิมต่อกระชังต่อเดือนสำหรับปลา 700 ตัว ... 101
ภาคผนวก ข ตารางเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาแต่ละเงื่อนไขการทดลอง ... 103
ภาคผนวก ค ใบรับรองการอบรมหลักสูตร จรรยาบรรณาการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทดลองทางวิทยาศาสตร์ ... 137
ภาคผนวก ง การคำนวณค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองหลัก ... 140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน 7
ตารางที่ 2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน 16
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32
ตารางที่ 3.1 การเก็บข้อมูลการให้อาหารปลาในแต่ละช่วงเวลาของปลาอายุ 4 เดือน 53
ตารางที่ 3.2 การเก็บข้อมูลการให้อาหารปลาในแต่ละช่วงเวลาของปลาอายุ 4.5 เดือน 54
ตารางที่ 3.3 การเก็บข้อมูลการให้อาหารปลาในแต่ละช่วงเวลาของปลาอายุ 5 เดือน 55
ตารางที่ 3.4 เงื่อนไขการทดลองของการทดลองหลัก 56
ตารางที่ 3.5 ตารางเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาวันที่เริ่มต้น วันสุดท้ายของการทดลอง Block 1 58
ตารางที่ 3.6 ตารางเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาวันที่เริ่มต้น วันสุดท้ายของการทดลอง Block 2 58
ตารางที่ 3.7 การหาปริมาณและความถี่ที่เหมาะสมทำให้กำไรสูงสุดของ Block 1 (ไกลฝั่ง) 59
ตารางที่ 3.8 การหาปริมาณและความถี่ที่เหมาะสมทำให้กำไรสูงสุดของ Block 2 (ใกล้ฝั่ง) 59
ตารางที่ 3.9 การเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาและน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น Block 1 (ไกลฝั่ง) 60
ตารางที่ 3.10 การเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาและน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น Block 2 (ใกล้ฝั่ง) 61
ตารางที่ 3.11 สรุปแผนกลยุทธ์ทั้ง 3 การทดลอง 62
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่มของปลาทับทับทิมอายุ 4 เดือน 64
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่มของปลาทับทับทิมอายุ 4.5 เดือน 65
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่มของปลาทับทับทิมอายุ 5 เดือน 66
ตารางที่ 4.4 ปริมาณอาหารเฉลี่ยต่อช่วงเวลา 72
ตารางที่ 4.5 น้ำหนักปลาทับทิมในวันที่ 0 และวันที่ 30 ของกระชังบริเวณไกลฝั่ง (Block 1) 75
ตารางที่ 4.6 น้ำหนักปลาทับทิมในวันที่ 0 และวันที่ 30 ของกระชังบริเวณใกล้ฝั่ง (Block 2) 76
ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์หากำไรของแต่ละเงื่อนไขการทดลอง 87
ตารางที่ 4.8 ข้อมูลน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของกระชังบริเวณไกลฝั่ง (การทำซ้ำที่ 1) 90
ตารางที่ 4.9 ข้อมูลน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของกระชังบริเวณใกล้ฝั่ง (การทำซ้ำที่ 2) 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง 2
รูปที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 5
รูปที่ 1.3 กรอบแนวคิดของปริญญานิพนธ์ 6
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนผังการทดลองสปลิตพล็อต 12
รูปที่ 2.2 การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต สปลิตบล็อก และแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 13
รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวน 15
รูปที่ 2.4 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การถดถอย 17
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ทีละคู่ 25
รูปที่ 3.1 กระชังเลี้ยงปลาทับทิมในแม่น้ำปิง 35
รูปที่ 3.2 แผนภาพ SIPOC 35
รูปที่ 3.3 พนักงานให้อาหารปลาด้วยภาชนะตักอาหาร 36
รูปที่ 3.4 ปริมาณอาหารตามระดับปัจจัยของการทดลองหลัก 41
รูปที่ 3.5 การชั่งปริมาณอาหารตามระดับปัจจัยของการทดลองหลัก 41
รูปที่ 3.6 การทำสัญลักษณ์และเขียนปริมาณอาหารของการทดลองหลัก 42
รูปที่ 3.7 การตักปลาทับทิมขึ้นมาบริเวณผิวน้ำ 42
รูปที่ 3.8 การจัดเตรียมเครื่องชั่งดิจิตอล 43
รูปที่ 3.9 การนำปลาทับทิมมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งดิจิตอล 43
รูปที่ 3.10 การบันทึกน้ำหนักปลาจากการชั่งบนเครื่องชั่งดิจิตอล 44
รูปที่ 3.11 การนำปลาทับทิมที่ชั่งน้ำหนักเสร็จแล้วใส่ถังพลาสติก 44
รูปที่ 3.12 การวัดความยาวท่อสำหรับทำกระชังย่อย 45
รูปที่ 3.13 การตัดตาข่ายสำหรับทำกระชังย่อย 46
รูปที่ 3.14 นำตาข่ายมายึดติดกับท่อ PVC ด้วยสายรัดไฟฟ้า 46
รูปที่ 3.15 นำท่อ PVC ที่ติดตาข่ายเรียบร้อยแล้วมาติดกับกระชัง 47
รูปที่ 3.16 กระชังในที่แบ่งช่องเรียบร้อยและติดป้ายบอกระดับปัจจัย 48
รูปที่ 3.17 กระชังในที่แบ่งช่องเรียบร้อยและติดป้ายบอกระดับปัจจัย 48
รูปที่ 3.18 ชั่งน้ำหนักของอาหารก่อนให้ปลาทับทิม 49
รูปที่ 3.19 ให้อาหารปลาทับทิมในการทดลองย่อย 50
รูปที่ 3.20 ชั่งปริมาณอาหาร 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.21 ปริมาณอาหารในระดับปัจจัยต่าง ๆ 51
รูปที่ 3.22 ให้อาหารปลาทับทิมในกระชัง 52
รูปที่ 3.23 ภาพ Top View ตำแหน่งการทดลองของ Block 1 (บริเวณไกลฝั่ง) 56
รูปที่ 3.24 ภาพ Top View ตำแหน่งการทดลองของ Block 2 (บริเวณใกล้ฝั่ง) 57
รูปที่ 4.1 ผลวิเคราะห์ Best Subset Regression ของการทดลองย่อย 67
รูปที่ 4.2 ผลวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นตรงของช่วงอายุปลาทับทิม (Age) 68
รูปที่ 4.3 ผลวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรงของช่วงอายุปลาทับทิม (Age^2) 69
รูปที่ 4.4 ปริมาณอาหารของปลาทับทิมช่วงอายุ 4 เดือน 70
รูปที่ 4.5 ปริมาณอาหารของปลาทับทิมช่วงอายุ 4.5 เดือน 70
รูปที่ 4.6 ปริมาณอาหารของปลาทับทิมช่วงอายุ 5 เดือน 71
รูปที่ 4.7 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณอาหารในแต่ละช่วงเวลาของอายุปลาทับทิมในแต่ละเดือน 72
รูปที่ 4.8 Box Plot เปรียบเทียบปริมาณอาหารในแต่ละช่วงเวลาของอายุปลาทับทิมในแต่ละเดือน 73
รูปที่ 4.9 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 1 77
รูปที่ 4.10 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 2 78
รูปที่ 4.11 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 3 78
รูปที่ 4.12 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 4 79
รูปที่ 4.13 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 5 79
รูปที่ 4.14 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 6 80
รูปที่ 4.15 Univariate Analysis of Variance 81
รูปที่ 4.16 Tests of Between-Subjects Effects 81
รูปที่ 4.17 การหาคู่ระดับความถี่ในการให้อาหารต่อครั้งที่มีผลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 82
รูปที่ 4.18 การหาระดับปัจจัยความถี่ในการให้อาหารที่ทำให้น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นสูงสุด 83
รูปที่ 4.19 การหาคู่ระดับปัจจัยปริมาณอาหารในการให้ต่อครั้งที่มีผลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 83
รูปที่ 4.20 การวิเคราะห์หาระดับปัจจัยปริมาณอาหารที่เหมาะสมที่ทำให้น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นสูงสุด 84
รูปที่ 4.21 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของกระชังบริเวณไกลฝั่งและใกล้ฝั่ง 85
รูปที่ 4.22 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบเงื่อนไขการทดลองที่ได้กำไรสูงสุด 87
รูปที่ 4.23 การแบ่งกระชังออกเป็น 9 ช่องย่อย ของการทดลองเสริม 89
รูปที่ 4.24 ผลวิเคราะห์ Best Subset Regression ของการทดลองเสริม 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นของการทดลองเสริม 92
รูปที่ 4.26 การแจกแจงปกติของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม 93
รูปที่ 4.27 Boxplot เปรียบเทียบน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นทั้ง 2 การทำซ้ำ 94
รูปที่ 4.28 น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของบทนำ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเป็นมาและความสำคัญ
2. วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์
3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
4. ขอบเขตของปริญญานิพนธ์
5. ขั้นตอนการดำเนินงาน
6. แผนการดำเนินงาน

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจในประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา ปลานิลสามารถเลี้ยงได้ในทุกสภาพแวดล้อม เมื่อครั้งสมเด็จพระจักรพรรดิอากิฮิโตแห่งประเทศญี่ปุ่นดำรงพระอิสริยยศมกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่น ทรงจัดส่งปลานิลจำนวน 50 ตัว มาทูลเกล้าฯ ถวายแด่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ในปี พ.ศ. 2508 ปลานิลเป็นปลากินพืช เลี้ยงง่าย มีรสชาติดี ออกลูกดกเจริญเติบโตได้รวดเร็ว ดังนั้นพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ทรงมีพระราชประสงค์ที่จะให้ปลานิลแพร่ขยายพันธุ์ โดยมีรับสั่งให้นำปลาไปเลี้ยงในบริเวณพระตำหนักจิตรดา พระราชวังดุสิต จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2509 พระราชทานลูกปลาจำนวน 10,000 ตัว ให้แก่กรมประมงเพื่อนำไปขยายพันธุ์แจกจ่ายกับราษฎรนำไปเลี้ยง (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ, 2553) ซึ่งกรมประมง และหน่วยงานเอกชนได้ทำการพัฒนาสายพันธุ์ที่มีการเลี้ยงในปัจจุบัน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์จิตรลดา จิตรลดา 1 จิตรลดา 2 จิตรลดา 3 สายพันธุ์ซีพี สายพันธุ์นิลแดง และสายพันธุ์ทับทิม โดยบริษัทเครือเจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จำกัด (มหาชน) ได้ทำการคัดเลือกปรับปรุงสายพันธุ์ทับทิมที่มีความอดทน สามารถเลี้ยงได้ดีในน้ำกร่อย และเนื้อแน่นมีรสชาติที่อร่อยกว่าปลานิลธรรมดา (เพ็ญพรรณ และ คณะ, 2551)

ในปี พ.ศ. 2563 มีผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงปลาทับทิมเบื้องต้นปริมาณ 205,971 ตัน เนื้อที่ในการเลี้ยง 437,811 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 471 กิโลกรัม เมื่อเทียบจากปี พ.ศ. 2562 พบว่าผลผลิตลดลงร้อยละ 3.7 เนื้อที่ลดลงร้อยละ 1.8 ทั้งนี้ผลผลิตในปี พ.ศ. 2563 ลดลงเนื่องจากสถานการณ์ภัยแล้ง คาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2564 ผลผลิตปลาทับทิมจะมีปริมาณ 210,419 ตัน เนื่องจากปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับการเลี้ยงในรอบปีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเพิ่มจากปี พ.ศ. 2563 ร้อยละ 2.2 สถานการณ์ราคาของปลาทับทิมในปี พ.ศ. 2563 ราคาปลาทับทิมขนาดกลาง 66.29 บาทต่อกิโลกรัม และปลาทับทิมขนาดใหญ่ 73.11 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งปรับตัวเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2562 ร้อยละ 0.9 และ 0.1 ตามลำดับ ราคาส่งออกของปลาทับทิมในปี พ.ศ. 2563 คิดเป็น 194.9 ล้านบาท มีผลผลิตปริมาณ 5,572.9 ตัน ซึ่งมูลค่าการส่งออกลดลงจากปี พ.ศ. 2562 42.7% และ 42.6% ตามลำดับ และการส่งออกผลิตภัณฑ์ปลาทับทิมมากที่สุด คือ ปลาทับทิมทั้งตัวแช่แข็งคิดเป็น 67.3 % ปลาสดแช่เย็นคิดเป็น 19.4% ปลามีชีวิตคิดเป็น 6.9% และปลาทับทิมแช่แข็ง คิดเป็น 0.1% จากมูลค่าการส่งออกทั้งหมด โดยมีตลาดหลัก คือ กลุ่มตะวันออกกลาง 31.5% กลุ่มอาเซียน 26.1% สหรัฐอเมริกา 20.0% กลุ่มสหภาพยุโรป 11.6% อังกฤษ 3.9% และอื่น ๆ 6.9% ทำให้ในปัจจุบันการเลี้ยงปลาทับทิมในประเทศไทยมีบทบาทมากขึ้น และมีการแข่งขันเพื่อพัฒนาด้านเศรษฐกิจ จึงเป็นส่วนช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจแบบยั่งยืนในประเทศไทย (เกวลิน หนูฤทธิ์, 2563)

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นความสำคัญ และได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาเบื้องต้นจากการทำงานที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาในกระชังเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ซึ่งสถานประกอบการที่ทางคณะผู้จัดทำเลือกมาปรับปรุง คือ สถานประกอบการที่เลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตาก มีเนื้อที่ในการเลี้ยง 6 ไร่ จำนวนปลาทับทิมทั้งหมด 72,000 ตัว กระชังเลี้ยงปลาทับทิม 72 กระชัง โดยมีตัวอย่างการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังของสถานประกอบการแห่งนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 และนอกจากนี้ทางสถานประกอบการมียอดขายจากการเลี้ยงปลาทับทิมประมาณ 15,300,000 บาทต่อปี แต่เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ที่เกิดขึ้นทำให้ยอดขายลดลงเหลือเพียง 10,368,000 บาทต่อปี

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาสภาพปัญหาจากการทำงานเบื้องต้น พบว่า ทางสถานประกอบการมีความถี่ในการให้อาหารปลาทับทิมที่ไม่คงที่ มีบางช่วงที่ผู้ประกอบการให้อาหาร 2 ครั้ง, 3 ครั้ง หรือจนถึง 4 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งจะมีการให้ปริมาณอาหารปลาทับทิมที่ไม่คงที่เช่นกัน จึงทำให้เกิดปัญหาที่พบเบื้องต้น คือ การไม่มีความแน่นอนของปริมาณอาหารสำหรับการให้อาหารปลาทับทิมในแต่ละครั้ง ส่งผลให้ปลาทับทิมในกระชังอาจได้รับปริมาณอาหารมาก หรือน้อยเกินไปในแต่ละครั้ง ในกรณีที่ให้อาหารมากเกินปริมาณอาหารปลาที่เหมาะสมต่อกระชังส่งผลกระทบต่อต้นทุนอาหารปลาที่หลุดออกนอกกระชัง และในกรณีที่ให้ปริมาณอาหารน้อยเกินความเหมาะสมต่อปริมาณปลาในกระชัง ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักปลาที่ไม่คงที่ และทำให้สถานประกอบการไม่ได้รับผลตอบแทนที่เหมาะสม เพราะอาจขาดรายได้จากปลาที่มีน้ำหนักไม่เพียงพอต่อความต้องการในตลาดทำให้ไม่สามารถขายปลาได้

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงทำการศึกษาปริมาณการให้อาหารปลาทับทิมที่เหมาะสม และความถี่ในการให้อาหารต่อวันเพื่อเพิ่มผลตอบแทนสูงสุดให้กับสถานประกอบการ โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) โดยช่วงอายุของปลาทับทิมที่นำมาศึกษา คือ ช่วงอายุ 4 เดือน จนถึง 5 เดือน (ระยะเวลาทำการทดลอง 1 เดือน) เนื่องจากเป็นช่วงที่ปลากำลังเจริญเติบโตและแข็งแรง โดยมีน้ำหนักต่อตัวอยู่ในช่วง 0.100-0.300 กิโลกรัม หากนำปลาทับทิมในช่วงอายุนี้มาใช้ในการทดลองจะเป็นการลดความเสี่ยงที่อาจทำให้ปลาตายเนื่องจากการย้ายที่อยู่ไปยังสภาพแวดล้อมที่ปลาไม่คุ้นเคย อีกทั้งในช่วงอายุนี้เป็นช่วงที่ยังกินอาหารประเภทเดิมเช่นเดียวกับช่วงอายุ 1-3 เดือน ซึ่งในปัจจุบันทางสถานประกอบการได้ให้ปริมาณอาหาร 2 กิโลกรัมต่อครั้งต่อปลา 750 ตัว และความถี่ในการให้ 3 ครั้งต่อวัน

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาและสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของอายุปลาทับทิมกับปริมาณการให้อาหาร โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) (อยู่ในส่วนของการออกแบบการทดลองย่อย)

2. เพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณอาหารและจำนวนความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) พร้อมกำหนดระดับของปัจจัยดังกล่าวที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลตอบแทนสูงสุดให้กับสถานประกอบการ (อยู่ในส่วนของการออกแบบการทดลองหลัก)

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ให้อาหารกับน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นในช่วง 1 เดือน (ถูกอธิบายอยู่ในส่วนของการออกแบบการทดลองเสริม) นำไปสู่การทำนายน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำความรู้ที่ศึกษามาประยุกต์ใช้กับการทดลอง และการวิเคราะห์ผลผลลัพธ์

2. ทราบปริมาณอาหาร และจำนวนความถี่ที่เหมาะสมในการให้อาหาร

3. สามารถช่วยให้สถานประกอบการได้รับผลตอบแทนสูงสุด

1.4 ขอบเขตปริญญานิพนธ์

1. การทดลองเป็นการเลี้ยงปลารูปแบบพัฒนาหรือกึ่งพัฒนา โดยทำการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังที่เลี้ยงในแม่น้ำปิง จังหวัดตาก

2. อาหารที่ใช้เป็นอาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ ไฮเกร์ด 9951 ซึ่งอ้างอิงจากผลการทดลองของผู้ประกอบการ

3. ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ

1) การทดลองย่อย เพื่อศึกษาปริมาณอาหารที่ปลาแต่ละช่วงอายุ ได้แก่ 4, 4.5, 5 เดือน กินจนอิ่ม เพื่อนำไปกำหนดระดับปริมาณการให้อาหารในการทดลองหลัก โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis)

2) การทดลองหลัก เพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณอาหารและจำนวนความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลตอบแทนให้กับสถานประกอบการ โดยการใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design)

3) การทดลองเสริม เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ให้อาหารกับน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10, 20 และ 30 วัน ในช่วง 1 เดือน นำไปสู่การทำนายน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นโดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis)

4. โดยทั่วไปกระชังใหญ่ 1 กระชัง จะมีขนาด 3x3 เมตร โดยที่ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

- ในส่วนของการทดลองย่อย จะใช้ 1 กระชังใหญ่ โดยแบ่งกระชังออกเป็น 5 ช่อง ขนาด 1x1 เมตร ทำการเลี้ยงปลาทับทิมช่องละ 20 ตัว

- ในส่วนของการทดลองหลักและการทดลองเสริม จะใช้ 2 กระชังใหญ่ โดย 1 กระชังใหญ่จะแบ่งกระชังออกเป็น 9 ช่องย่อย ซึ่งจะมีขนาด 1x1 เมตร เพื่อทำการเลี้ยงปลาทับทิม 20 ตัวต่อช่องย่อย

5. จำนวนปลาทับทิมที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 660 ตัว โดยแบ่งสำหรับการทดลองต่าง ๆ ดังนี้

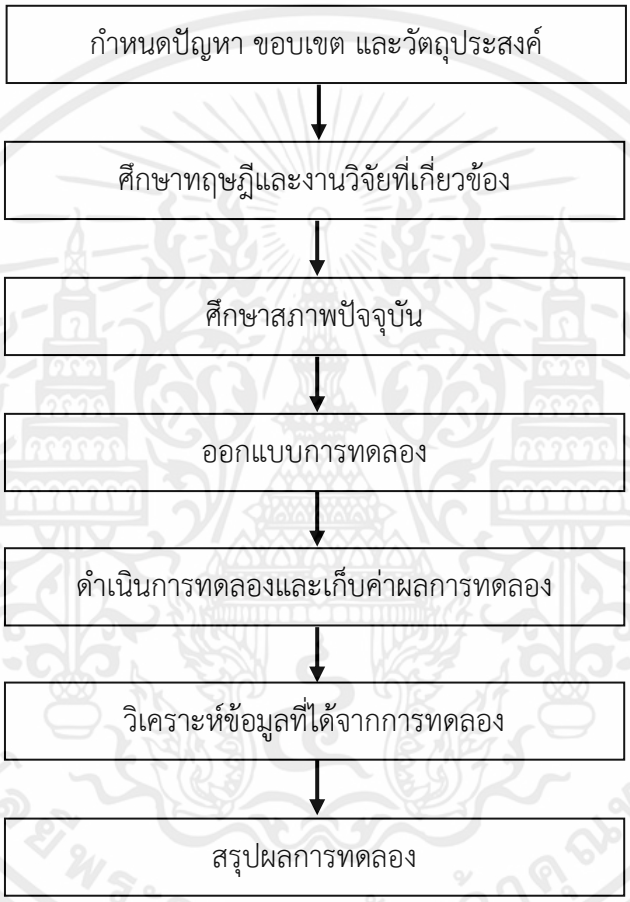
- การทดลองย่อยมีปลาทับทิมจำนวน 300 ตัว โดยมีอายุ 4 เดือน จำนวน 100 ตัว, อายุ 4.5 เดือน จำนวน 100 ตัว และอายุ 5 เดือน จำนวน 100 ตัว

- การทดลองหลักและเสริมมีปลาทับทิมอายุ 4 เดือน จำนวน 360 ตัว โดยจะทำการทดลองระยะเวลา 1 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต เพื่อศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง โดยมีจำนวนปลาทับทิมที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 660 ตัว (การทดลองหลัก 360 ตัว และการทดลองย่อย 300 ตัว) โดยเริ่มทำการศึกษา และทดลองในปีการศึกษา 2564 ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤษภาคม มีระยะเวลาดำเนินงาน 2 ภาคเรียน รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 40 สัปดาห์ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน และแผนการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 1.2 และตารางที่ 1.1



รูปที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

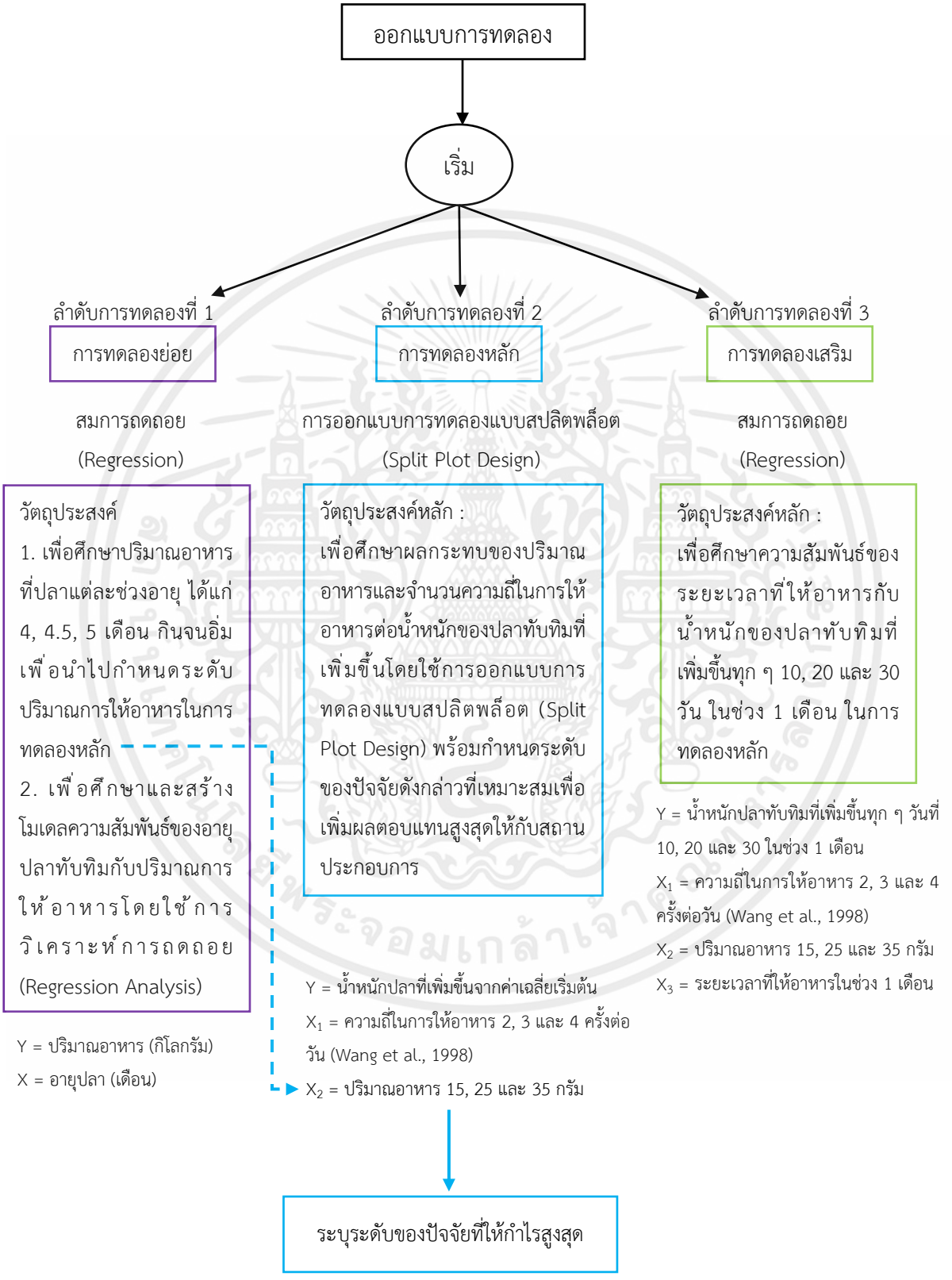
หมายเหตุ การออกแบบการทดลองในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีกรอบแนวคิด ดังแสดงในรูปที่ 1.3 ประกอบไปด้วย 3 แผนการทดลอง ดังนี้

1. การทดลองย่อย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณการให้อาหารที่เหมาะสมกับปลาทับทิมในแต่ละช่วงอายุ ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน

2. การทดลองหลัก เพื่อศึกษาปริมาณอาหารและจำนวนความถี่ต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นสำหรับช่วงอายุ 4 เดือน จนถึง 5 เดือน (ระยะเวลาการทดลอง 1 เดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดลองเสริม เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ให้อาหารกับน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นในช่วง 1 เดือน เป็นการศึกษาเพิ่มเติมจากการทดลองหลัก



รูปที่ 1.3 กรอบแนวคิดของปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งใช้ระยะเวลาทั้งหมด 2 ภาคเรียน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	บทที่	ภาคเรียนที่ 1					ภาคเรียนที่ 2			
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. กำหนดปัญหา ขอบเขต และวัตถุประสงค์	1									
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2									
3. ศึกษาสภาพปัจจุบัน	3									
4. ออกแบบการทดลอง	3									
5. ดำเนินการทดลองและเก็บค่าผลการทดลอง	3									
6. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	4									
7. สรุปผลการทดลอง	5									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. ประวัติและการเลี้ยงปลาทับทิม
2. การทดลองสปลิตพล็อต (Split Plot Experiment)
3. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis)
4. การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6. เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติและการเลี้ยงปลาทับทิม (NILE TILAPIA)

2.1.1 ชนิดของปลานิลและที่มาของปลาทับทิม

ปลาทับทิม ชื่อสามัญ NILE TILAPIA และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Oreochromis Niloticus-Mossambicus เป็นสายพันธุ์ที่ถูกพัฒนามาจากปลานิล (ปลาน้ำจืด, 2564)

บริษัทในเครือเจริญโภคภัณฑ์ ได้นำปลานิลจิตรลดามาพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ในโครงการปรับปรุงสายพันธุ์ปลานิลจิตรลดา โดยการคัดเลือกสายพันธุ์ปลานิลในตระกูลเดียวกันจากสายพันธุ์หลักทั่วโลก 4 สายพันธุ์ ได้แก่

1. สายพันธุ์จากสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ มีสีสวย เนื้อสวย
2. สายพันธุ์จากอิสราเอล ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ มีหัวเล็ก สันหนา
3. สายพันธุ์จากไต้หวัน ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ โตเร็ว
4. สายพันธุ์จากจิตรลดา มีลักษณะที่โดดเด่น คือ มีความอดทน แข็งแรง

จากนั้นได้นำปลานิลทั้ง 4 สายพันธุ์ มาผสมข้ามสายพันธุ์เพื่อคัดเฉพาะลักษณะเด่นของแต่ละสายพันธุ์ (กรุงเทพฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, 2542, หน้า 2) ออกมาเป็น “ปลาทับทิม” มีรูปร่างลักษณะเฉพาะตัว มีคุณภาพของเนื้อที่หวาน นุ่ม และมีสีสวยงาม การพัฒนา และคัดเลือกสายพันธุ์ปลาทับทิมจนได้สายพันธุ์มีคุณภาพเนื้อปลาสูง ทำให้ลดความด้อยในสีเดิมของปลานิลแดงพ่อแม่พันธุ์ คือ สีกระที่มีสีดำเจือปนจนเป็นปลาสายพันธุ์ใหม่ที่มีสีแดงอมชมพู หรือมีสีเหลืองอ่อน มีครีบเป็นสีแดง เนื้อ และผนังช่องท้องเป็นสีขาว มีลำตัวหนาทำให้มีเนื้อมาก และมีส่วนหัวเล็ก นอกจากนี้ยังมีสีผิวของปลาทับทิมที่เด่นชัดกว่าปลานิลแดง มีคุณภาพของเนื้อปลาที่มีความหวาน และนุ่มกว่า (กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ, 2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การเลี้ยงปลาทับทิมและการให้อาหาร

การเลี้ยงปลา หมายถึง การทำให้ปลามีการเจริญเติบโต และเพิ่มขนาดน้ำหนักให้ได้ตามเป้าหมายด้วยการให้อาหาร และการดูแลนอกเหนือจากการปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ โดยสามารถแบ่งการเลี้ยงปลาได้หลากหลายรูปแบบ (ปศุสัตว์, ม.ป.ป.) ดังนี้

1. การเลี้ยงปลาตามลักษณะการจัดการ จะสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

- การเลี้ยงปลาชนิดเดียว หมายถึง การเลี้ยงปลาเพียงชนิดเดียวในหนึ่งบ่อ เช่น บ่อที่ 1 เลี้ยงปลาทับทิม บ่อที่ 2 เลี้ยงปลาดุก เป็นต้น

- การเลี้ยงปลาแบบรวม หมายถึง การเลี้ยงปลาตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ในหนึ่งบ่อการเลี้ยงในลักษณะนี้จะใช้เฉพาะกับปลากินพืชเท่านั้นเพราะจะไม่มีปัญหาในเรื่องปลากินกันเอง เช่น การเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลาตะเพียน แต่บางครั้งอาจเลี้ยงปลากินพืชรวมกับปลากินเนื้อ โดยใช้ปลากินเนื้อมีปริมาณน้อยกว่าปลากินพืชเพื่อควบคุมปริมาณปลากินพืชที่อาจมากเกินไป เช่น การเลี้ยงปลานิลร่วมกับปลาช่อน

- การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน หมายถึง การเลี้ยงปลาควบคู่กับการทำเกษตรกรอื่น ๆ เช่น การเลี้ยงปลาตะเพียนในนาข้าว การเลี้ยงปลาใต้เล้าสุกร หรือไก่ เป็นต้น

2. การเลี้ยงปลาตามลักษณะการให้อาหาร จะสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

- การเลี้ยงแบบธรรมชาติ หมายถึง การเลี้ยงปลาโดยไม่ต้องให้อาหารโดยจะปล่อยเลี้ยงปลาให้หากินอาหารตามธรรมชาติ เช่น การเลี้ยงปลาในนาข้าว การเลี้ยงปลาในบ่อดินที่ไม่มีการให้อาหาร ซึ่งการเลี้ยงแบบนี้จะไม่สามารถควบคุมผลผลิตได้

- การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา หมายถึง การเลี้ยงปลาโดยการให้อาหารที่หาได้จากธรรมชาติควบคู่กับการให้อาหารสำเร็จรูป เช่น การเลี้ยงปลาตะเพียนโดยใช้ปุ๋ยคอก หรือซากพืชที่เหลือจากการเกษตรควบคู่กับการให้อาหารข้นผสมในบางครั้งคราว

- การเลี้ยงปลาแบบพัฒนา หมายถึง การเลี้ยงปลาโดยให้อาหารสำเร็จรูปเท่านั้น ซึ่งอาหารเหล่านี้จะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทำให้ปลาจะได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอ มีอัตราการเติบโตเร็ว อาหารเหล่านี้มักเป็นอาหารที่ซื้อตามท้องตลาด หรือเป็นอาหารที่ผสมเองตามสูตรที่ให้คุณค่าทางอาหารที่เพียงพอ

3. การเลี้ยงปลาตามลักษณะพื้นที่ จะสามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ คือ

- การเลี้ยงปลาในบ่อดิน หมายถึง การเลี้ยงปลาในบ่อดินที่ขุดขึ้นตามพื้นที่ว่างโดยใช้ดินเป็นคันบ่อและพื้นก้นบ่อสำหรับเพาะเลี้ยงปลาตลอดฤดูกาล

- การเลี้ยงปลาในกระชัง หมายถึง การเลี้ยงปลาในภาชนะที่สามารถกักขังได้ตั้งแต่ระยะเป็นลูกปลาไปจนถึงปลามีขนาดใหญ่ โดยกระชังที่ใช้ต้องมีลักษณะที่น้ำสามารถไหลเวียนผ่านด้านนอกได้ดี

- การเลี้ยงปลาในบ่อซีเมนต์ หมายถึง การเลี้ยงปลาในบ่อที่ก่อด้วยซีเมนต์สำเร็จรูปทั้งชนิดที่ก่อขึ้นเองและชนิดที่ซื้อตามท้องตลาด สำหรับชนิดบ่อซีเมนต์ที่ซื้อตามท้องตลาดจะใช้เลี้ยงปลาเพียงไม่กี่ประเภทเท่านั้นเนื่องจากบ่อมีขนาดเล็กปริมาณน้ำ และออกซิเจนน้อยปลาที่เหมาะสม เช่น ปลาดุก หรือปลาหมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเลี้ยงปลาในบ่อผ้าพลาสติก หมายถึง การเลี้ยงปลาในบ่อที่ปูรองด้วยผ้าพลาสติกเพื่อกักขังน้ำไม่ให้รั่วซึมสู่ดิน บ่อลักษณะนี้จะมีขนาดเล็ก และตื้นตามข้อจำกัดของขนาดผ้าพลาสติกที่ใช้ การเลี้ยงปลาชนิดนี้นิยมเลี้ยงปลาประเภทเดียวกันกับปลาที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์สำเร็จรูปที่ซื้อตามท้องตลาด

สิ่งสำคัญสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง คือ การเลือกสถานที่ซึ่งต้องมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี เนื่องจากเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนา (Intensive) เน้นการจัดการเลี้ยงโดยใช้อาหารเป็นหลัก คุณภาพน้ำจึงเป็นเรื่องสำคัญ คุณภาพน้ำจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก การถ่ายเทน้ำหรือการไหลเวียนของน้ำจะต้องดี และกระชังที่ใช้เลี้ยงปลาจะมีรูปทรงแบบใดก็ได้ แต่ที่นิยมใช้โดยทั่ว ๆ ไป คือ กระชังสี่เหลี่ยม เนื่องจากมีพื้นที่ผิวน้ำให้กระแสน้ำไหลผ่านมากกว่ากระชังรูปแบบอื่น ๆ การติดตั้งกระชังควรมีส่วนโผล่พ้นน้ำประมาณ 20-25 เซนติเมตร ขนาตาอวนที่ใช้ทำกระชังจะต้องเหมาะสมกับขนาดปลาที่เลี้ยงเพื่อป้องกันไม่ให้ปลาหนีรอดไปได้ และกระชังควรมีฝาปิดซึ่งอาจทำจากเนื้ออวนชนิดเดียวกันที่ใช้ทำกระชังหรือวัสดุที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อป้องกันปลาที่เลี้ยงกระโดดออกนอกกระชัง รวมทั้งป้องกันไม่ให้นกมากินปลาที่เลี้ยง (กรมประมง, 2559)

ขั้นตอนการเลี้ยงปลาในกระชัง สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน (สุพัตรา ตั้งวิเชียร และปวีนา กองจันทร์, 2560) ดังนี้

1. การเลี้ยง/อนุบาลลูกปลาขนาดเล็ก เป็นการเริ่มเลี้ยงหลังจากลูกปลา ฟักออกจากไข่ประมาณ 2-7 วัน หรือลูกปลาที่ถุงไข่แดงยุบใหม่ๆมีขนาดประมาณ 1 กรัม ลงเลี้ยงในกระชัง ใช้ระยะเวลาประมาณ 7-8 สัปดาห์ (ประมาณ 49-56 วัน) จะได้ปลาขนาดประมาณ 10 กรัม การเลี้ยง/อนุบาลลูกปลาขนาดเล็กระยะนี้ลูกปลายังไม่มีเพศที่ชัดเจนเป็นช่วงที่ระบบสืบพันธุ์จะเริ่มพัฒนาสามารถแปลงเพศปลานิลได้ การแปลงเพศปลานิลเป็นการแปลงเพศจากเพศเมียเป็นเพศผู้ หรือการทำให้เป็นหมัน โดยการเริ่มให้กินอาหารผสมฮอร์โมน 17 Alpha Methyl Testosterone (17 MT) เป็นเวลา 21 วัน

2. การเลี้ยงลูกปลาขนาดปลาวัยรุ่นการเลี้ยงลูกปลาขนาด 25-30 กรัมเป็นการอนุบาลจากลูกปลาวัยอ่อน โดยเลี้ยงในกระชังมุ้งสีฟ้าประมาณ 5-6 สัปดาห์ (ประมาณ 49-56 วัน) ควรให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูงไม่น้อยกว่า 25%

3. การเลี้ยงปลาขนาด 100-200 กรัมเป็นการเลี้ยงหลังจากอนุบาลปลาได้ 12-14 สัปดาห์ เลี้ยงลูกปลาวัยรุ่นให้มีขนาดน้ำหนัก 50-100 กรัม เพื่อส่งต่อไปยังผู้เลี้ยงปลาขนาดตลาด ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 สัปดาห์ (ประมาณ 35 วัน)

4. การเลี้ยงปลาขนาดตลาดใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 9-10 สัปดาห์ (ประมาณ 63-70วัน) ควรให้อาหารเม็ดชนิดลอยน้ำที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงาน และมีโปรตีนประมาณ 25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2557) ได้ทำการศึกษา พบว่า การเลี้ยงปลาในกระชังเป็นรูปแบบการเลี้ยงแบบพัฒนา (Intensive) หรือกึ่งพัฒนา (Semi-intensive) เน้นการให้อาหารเพื่อเร่งผลผลิตและการเจริญเติบโต จึงควรใช้อาหารที่มีคุณค่าทางโปรตีนค่อนข้างสูง และเหมาะสมกับความต้องการของปลาแต่ละขนาด การให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับปลาขนาดใหญ่ควรให้อาหารปลาที่มีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ประมาณ 25-30% ช่วงเวลาในการให้อาหารที่เหมาะสม เนื่องจากปลาจะกินอาหารได้ดีเมื่อปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงซึ่งจะเป็นช่วงกลางวัน และอุณภูมิที่เหมาะสมประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส ดังนั้นส่วนใหญ่จึงควรให้อาหารในช่วงเวลาดังกล่าว และควรให้อาหาร 20% ของน้ำหนักปลา

หมายเหตุ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาในสถานประกอบการกรณีศึกษาที่เลี้ยงปลาทับทิมในกระชังแม่น้ำปิง จังหวัดตาก เป็นการเลี้ยงปลาแบบชนิดเดียว และเป็นแบบพัฒนาหรือกึ่งพัฒนา เนื่องจากสถานประกอบการมีการให้อาหารปลาแบบสำเร็จรูปเท่านั้น เพื่อเร่งอัตราการเจริญเติบโตให้ทันและเพียงพอต่อความต้องการในตลาด

2.1.3 คุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงปลาทับทิม

1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำในบ่อเลี้ยงปลาจะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำทั้งในช่วงกลางวัน และกลางคืน ทั้งนี้เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำมีการสังเคราะห์แสงในตอนกลางวัน ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงขึ้น และค่อย ๆ ลดในตอนกลางคืน ผลต่อการเลี้ยงปลาโดยตรง คือ ทำให้ปลาไม่เติบโต และตายได้ ช่วงความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลานิลอยู่ในช่วง 6.5-8.3

2. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ปลาต้องการออกซิเจนในการหายใจ เมื่อออกซิเจนในน้ำลดลง ปลาจะโผล่มาหายใจที่ผิวน้ำ ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

- อุณหภูมิ ออกซิเจนจะละลายในน้ำได้ดี และมากเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดต่ำลง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาทับทิมควร อยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส
- ความเค็ม น้ำที่มีความเค็มต่ำออกซิเจนจะละลายได้ดี
- การสังเคราะห์แสง ถ้าพืชน้ำ และแพลงก์ตอนพืชมีการสังเคราะห์แสงมากปริมาณออกซิเจนในน้ำจะเพิ่มมากขึ้น
- การหายใจถ้าสัตว์น้ำ พืชน้ำ และพรรณไม้น้ำมีปริมาณหนาแน่นมากจะทำให้มีการใช้ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาทับทิม ไม่ควรต่ำกว่า 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาทับทิมจะอยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส (คุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงปลาทับทิม, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design)

2.2.1 ความหมายของการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต

การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) เป็นการทดลองที่มี 2 ปัจจัย ระดับของปัจจัยหนึ่งจะทำกับหน่วยทดลองขนาดใหญ่เรียกว่า หน่วยทดลองหลัก (Main Plots หรือ Main Units) ระดับของอีกปัจจัยหนึ่งจะทำกับหน่วยทดลองขนาดเล็กเรียกว่า หน่วยทดลองรอง (Sub Plots หรือ Sub Units) แผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตมีหลายแบบแตกต่างกันตามขนาดของหน่วยทดลอง วิธีการสุ่มระดับของปัจจัยให้กับหน่วยทดลองหลัก และหน่วยทดลองรอง ในกรณีที่มีสามปัจจัยการทดลองจะเรียกการทดลองนี้ว่า สปลิตสปลิตพล็อตสำหรับการสุ่มระดับของปัจจัยสำหรับหน่วยทดลองหลัก และหน่วยทดลองรองทำเป็นแนวเรียกการทดลองนี้ว่า แผนการทดลองแบบสตริปพล็อต (Strip Plot) หรือสปลิตบล็อก (Split Block) (นิดา ชาญบรรยง, หน้า 97)

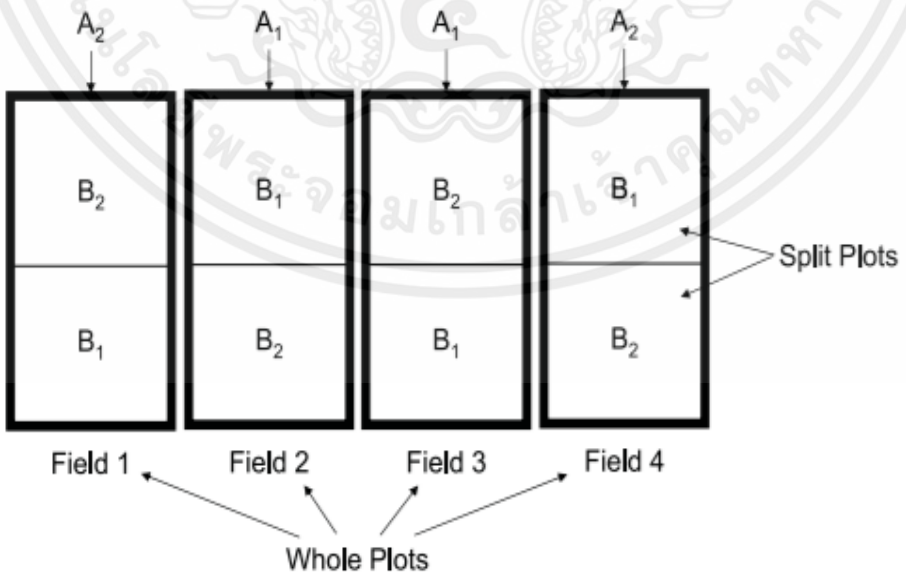
2.2.2 การสุ่มและแผนผังการทดลอง

การสุ่มระดับของปัจจัยให้กับหน่วยทดลองของแผนการทดลองแบบสปลิตพล็อตสามารถทำได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. สุ่มระดับของปัจจัยสำหรับหน่วยทดลองหลักตามแบบแผนการทดลองพื้นฐาน เช่น CRD (Completely Randomized Design) หรือ RCBD (Randomized Complete Block Design) หรือ Latin Square ตามลักษณะของความผันแปรของหน่วยทดลองหลัก

2. สุ่มระดับของปัจจัยสำหรับหน่วยทดลองรองโดยสุ่มภายในแต่ละหน่วยทดลองหลัก

ตัวอย่าง การทดลองสปลิตพล็อตที่มี 4 ระดับ ทำกับหน่วยทดลองหลัก และ 2 ระดับ ทำกับหน่วยทดลองรองในแต่ละหน่วยทดลองหลัก ได้ผังการทดลองดังแสดงในรูปที่ 2.1



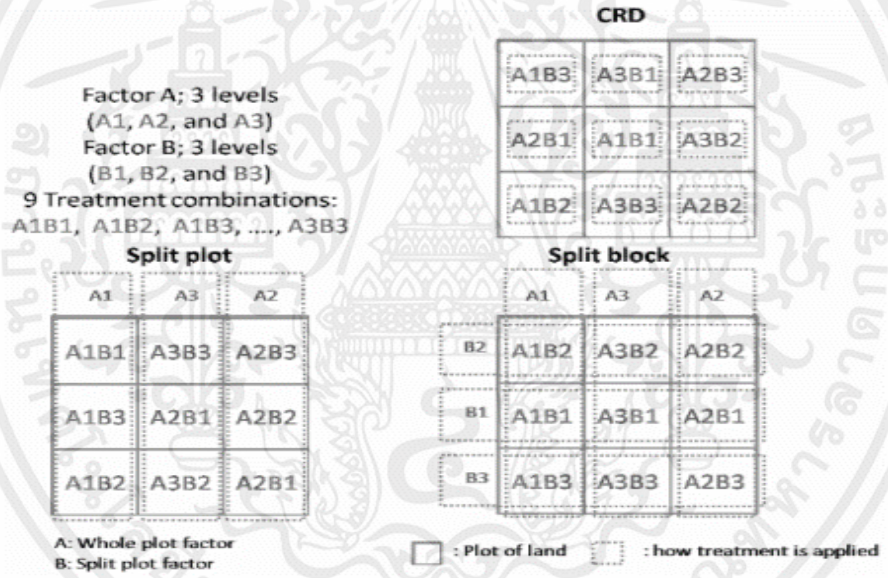
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนผังการทดลองสปลิตพล็อต (Jones and Nachtsheim, 2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design (RCBD)) เป็นการสุ่มระดับของปัจจัยสำหรับหน่วยทดลองหลักตามแบบแผนการทดลองพื้นฐานของการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต

2.2.3 ความสำคัญของการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต

Yuangyai and Lin (2013) ได้กล่าวถึงการออกแบบการทดลองแบบ Fractional Factorial นั้นว่าเป็นที่นิยมใช้ทำการทดลองอย่างกว้างขวางในทางอุตสาหกรรมและการเกษตร ซึ่งผู้ทดลองจะพยายามระบุความสำคัญของปัจจัยด้วยการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยแบบสุ่ม อย่างไรก็ตามไม่ใช่ทุกการทดลองที่จะสามารถปรับเปลี่ยนระดับปัจจัยแบบสุ่มได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากข้อจำกัดของต้นทุน หรือความยากในการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยบางปัจจัย ดังนั้นการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อตจึงกลายมาเป็นการทดลองที่น่าสนใจ ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต สปลิตบล็อก และแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) (Yuangyai and Lin, 2013)

จากรูปที่ 2.2 เป็นการออกแบบการทดลองสำหรับ 2 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมีจำนวน 3 ระดับ ทำให้ต้องทำการทดสอบทั้งหมด 9 ครั้ง กรณีเป็นการออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ การกำหนดปัจจัยในแต่ละระดับจะต้องถูกทำแบบสุ่มทั้ง 9 ครั้ง แต่ถ้าการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อตถูกนำมาใช้ ระดับของปัจจัย A จะถูกนำมาสุ่มกำหนดลงในแปลงทดลองหลัก (Whole Plot) จากนั้นทั้ง 3 ระดับของปัจจัย B จะถูกนำสุ่มลงในแต่ละแปลงทดลองรอง (Sub Plot) ในขณะที่การออกแบบการทดลองแบบสปลิตบล็อกนั้น ทั้ง 3 ระดับของปัจจัย A และ B จะถูกนำมาสุ่มลงตามแนวแถวและหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ข้อแตกต่างระหว่างการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อตกับการทดลองแบบแฟกทอเรียล

1. การทดลองแบบแฟกทอเรียลไม่ใช่เป็นแผนการทดลอง แต่เป็นการจัดสิ่งทดลองในรูปการรวมตัว (Treatment Combination) ลงในแผนการทดลองใด ๆ แต่สปลิตพล็อตเป็นแผนการทดลอง (Design)

2. ขนาดของหน่วยทดลองการทดลองแบบแฟกทอเรียลมีขนาดของหน่วยทดลองเพียงขนาดเดียวในขณะที่แผนการทดลองสปลิตพล็อตมีขนาดของหน่วยทดลอง 2 ขนาด (Main Plot และ Sub Plot)

3. วิธีการสุ่มการทดลองแบบแฟกทอเรียลมีขั้นตอนการสุ่ม Treatment Combinations ให้กับหน่วยทดลองเพียงขั้นตอนเดียว แต่แผนการทดลองสปลิตพล็อตมีขั้นตอนการสุ่มหลายขั้นตอนตามขนาดของหน่วยทดลองที่มีหลายขนาด คือ สุ่ม Treatment ของปัจจัยแรกลงใน Main Plot ตามแผนการทดลองพื้นฐานแล้วสุ่มปัจจัยที่ 2 ลงใน Sub Plot โดยใช้วิธีการสุ่มตลอด ดังนั้นความคลาดเคลื่อนของการทดลองจึงมี 2 ค่า คือ ความคลาดเคลื่อนของ Main Plot และ Sub Plot (Cochran and Cox, 1948)

2.2.5 เหตุผลในการเลือกใช้การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต

จากการที่การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อตมีความคล้ายคลึงกับการทดลองแบบแฟกทอเรียล ดังนั้นการที่จะเลือกใช้การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อตเนื่องด้วยเหตุผลต่าง ๆ ดังนี้ (Cochran and Cox, 1948)

1. การทดลองบางประเภทปัจจัย บางปัจจัยถูกจำกัดโดยธรรมชาติ หรือวิธีการในการใช้ปัจจัยนั้น ๆ ทำให้จำเป็นต้องใช้หน่วยทดลองขนาดใหญ่ ในขณะที่ปัจจัยอื่นสามารถทำกับหน่วยทดลองขนาดเล็กได้ เช่น การทดลองระดับน้ำหลาย ๆ ระดับกับพันธุ์ข้าวต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า วิธีการควบคุมระดับน้ำจะทำได้สะดวกในแปลงขนาดใหญ่ (Main Plot) แล้วจึงสุ่มพันธุ์ข้าวต่าง ๆ ลงไปในแปลงย่อย (Sub Plot) ในแปลงขนาดใหญ่นั้น

2. ในกรณีที่ได้มีการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยบางปัจจัยอยู่ก่อนแล้ว แต่ผู้ทดลองมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยอื่นเพิ่มเติม ก็อาจทำได้โดยการแบ่งหน่วยทดลองเดิมออกเป็นหน่วยทดลองย่อยขนาดเล็ก ดังนั้นหน่วยทดลองเดิมก็จะเป็น Main Plot (ปัจจัยเดิม) ส่วนหน่วยทดลองย่อยในหน่วยทดลองเดิมก็จะเป็น Sub Plot (ปัจจัยที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติม)

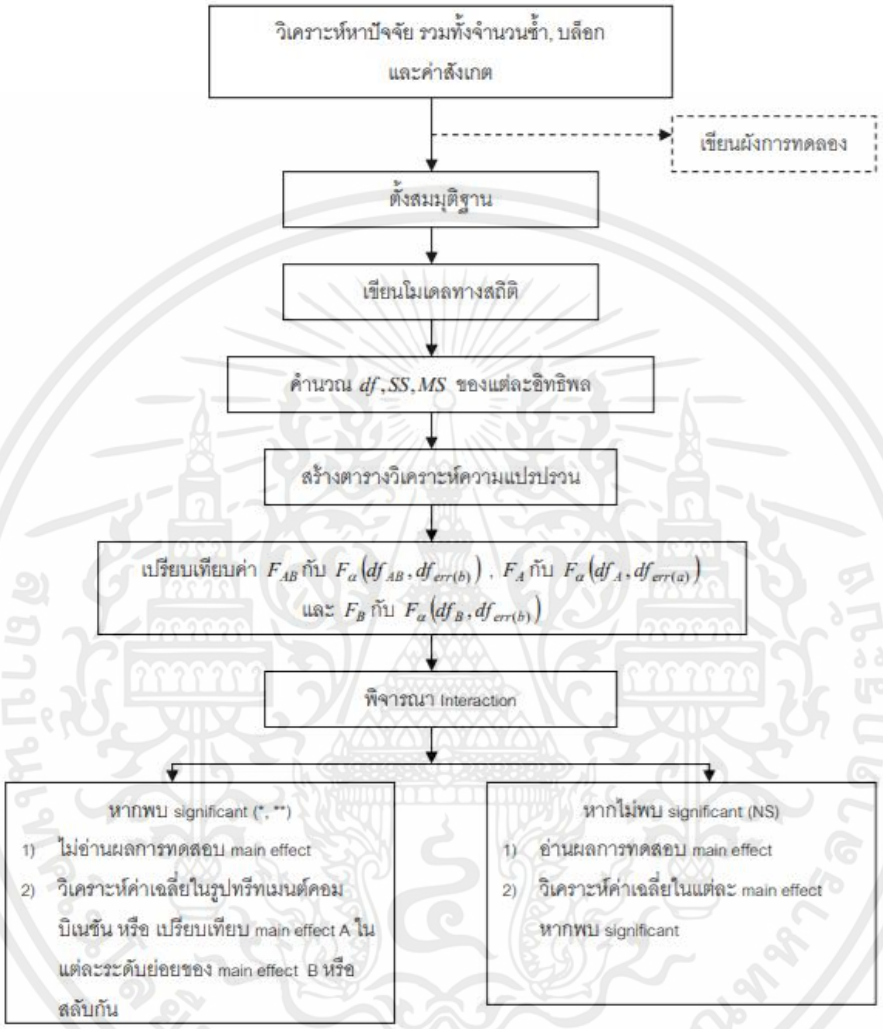
3. ในบางกรณีผู้ทดลองอาจให้ความสำคัญของปัจจัยไม่เท่ากัน โดยปัจจัยที่พอจะทราบแนวทาง หรืออาจเคยมีการทดลองมาก่อนแล้วก็จะให้ความสำคัญน้อย จึงจัดปัจจัยนี้ลงใน Main Plot ส่วนปัจจัยที่ต้องการศึกษาละเอียดกว่าให้ความสำคัญมากกว่าก็จะจัดลงใน Sub Plot

4. สะดวกในทางปฏิบัติเพราะในบางการทดลองถ้าใช้การทดลองแบบแฟกทอเรียลวิธีการปฏิบัติต่อหน่วยทดลองอาจจะสลับไปมาตามที่สุ่มได้นั้น ซึ่งก็จะไม่สะดวกในการปฏิบัติ และอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ในขณะที่การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อตนั้น การสุ่มของปัจจัยแรกจะสุ่มในแปลงขนาดใหญ่ทำให้สะดวกในทางปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อตนั้น สามารถทำได้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวน (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองสปลิตพล็อต โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design (RCBD)) กับหน่วยทดลองหลัก มีดังนี้

ตารางที่ 2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (วีระ ปิยธีรวงศ์, 2557)

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F_0
Main Plot	ar-1	MP SS		
Main Plot Treatment (A)	a-1	SS (A)	$\frac{SS\ (A)}{a-1}$	$\frac{MS\ (A)}{MS\ (Ea)}$
Error of Main Plot Treatment (Ea)	a (r-1)	SS (Ea)	$\frac{SS\ (Ea)}{\mathrm{a\ (r-1)}}$	
Sub Plot	ar (b-1)	SP SS		
Sub Plot Treatment (B)	b-1	SS (B)	$\frac{\mathrm{SS\ (B)}}{\mathrm{b-1}}$	$\frac{MS\ (B)}{MS\ (Eb)}$
Interaction between Main Plot and Sub Plot Treatment (AB)	(a-1) (b-1)	SS (AB)	$\frac{\mathrm{SS\ (AB)}}{\mathrm{(a-1)\ (b-1)}}$	$\frac{MS\ (AB)}{MS\ (Eb)}$
Error (Eb)	a (r-1) (b-1)	SS (Eb)	$\frac{\mathrm{SS\ (Eb)}}{\mathrm{a\ (r-1)\ (b-1)}}$	
Total	abr-1			

Error (Ea) และ Error (Eb) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดในหน่วยทดลองหลัก และหน่วยทดลองรอง ตามลำดับ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของหน่วยทดลองหลัก และหน่วยทดลองรองสามารถคำนวณได้ ดังนี้ (นิดา ชาญบรรยง, หน้า 101)

$$cv(a) = \frac{\sqrt{MSE(a)}}{\bar{y}...} \times 100\% \text{ และ } cv(b) = \frac{\sqrt{MSE(b)}}{\bar{y}...} \times 100\%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 ตัวแบบเชิงเส้นหรือโมเดลทางสถิติ

รูปแบบเชิงเส้นของการทดลองสปลิตพล็อตย่างง่ายปัจจัย A จำนวน a ระดับ ทำกับหน่วยทดลองหลัก จำนวน r ซ้ำ และปัจจัย B จำนวน b จำนวน ทำกับหน่วยทดลองรองภายในแต่ละหน่วยทดลองหลัก โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design (RCBD)) กับหน่วยทดลองหลัก (นิดา ชาญบรรยง, หน้า 99-100) มีดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + A_j + \varepsilon_{ij} + B_k + AB_{ik} + \delta_{ijk}$$

โดยที่ i = 1, 2, ..., r

j = 1, 2, ..., a

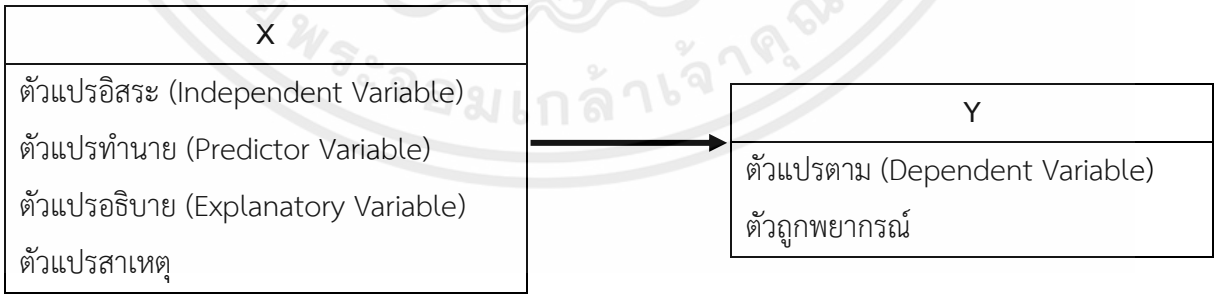
k = 1, 2, ..., b

ε_{ij} เป็นความคลาดเคลื่อนของการทดลองในหน่วยการทดลองหลัก โดย $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$

δ_{ijk} *เป็นความคลาดเคลื่อนของการทดลองในหน่วยการทดลองรอง โดย* $\delta_{ijk} \sim NID(0, \sigma_\delta^2)$

2.3 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) กับตัวแปรตาม (Dependent Variable) จะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) ถ้าศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัว เรียกว่า การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นเชิงเดี่ยว หรือการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) ถ้าตัวแปรอิสระมีมากกว่าหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัว เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression)



รูปที่ 2.4 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การถดถอย (สุทิน ชนะบุญ, 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ในการวิเคราะห์การถดถอย

1. ตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) ต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ (Quantitative Variable) หรือตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous Variable) หรือมีระดับการวัดเป็นตัวแปรช่วง (Interval) หรือตัวแปรอัตราส่วน (Ratio Scale) กรณีที่ตัวแปรอิสระ (X) บางตัวมีระดับการวัดเป็น Nominal หรือ Ordinal Scale จะต้องแปลงข้อมูลให้เป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) คือ มีค่า 0 กับ 1 ก่อนจึงจะนำไปวิเคราะห์

2. ตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับตัวแปรตาม

3. ตัวแปรอิสระไม่ควรมีความสัมพันธ์กันหรือเป็นอิสระต่อกัน (ค่าสหสัมพันธ์ไม่ควรเกิน 0.7) ในกรณีการวิเคราะห์ถดถอยแบบพหุคูณเพราะจะทำให้เกิด Multicollinearity คือ การที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันมากซึ่งจะมีผลกระทบทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) สูงเกินความเป็นจริง

4. การแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบโค้งปกติ (Normal Distribution) ที่ทุกค่าของ X

5. ค่าของ Y มีความแปรปรวนเท่ากันทุกค่าของ X

6. ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ (Residual) ที่ทุกจุดบนเส้นถดถอยมีค่าเท่ากัน

2.3.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นเชิงเดี่ยว (Simple Linear Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นเชิงเดี่ยวเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อิสระ 1 ตัว กับตัวแปรตาม 1 ตัว คล้ายกับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ แตกต่างกันที่การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ไม่ได้ระบุว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ส่วนการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นเชิงเดี่ยวเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เป็นต้นเหตุ (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรที่เป็นผล (ตัวแปรตาม) ซึ่งนอกจากจะทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองแล้ว ยังสามารถนำค่าของตัวแปรต้นเหตุไปทำนาย หรือพยากรณ์ตัวแปรที่เป็นผลได้ พร้อมบอกขนาดของความสามารถในการทำนาย หรือความสามารถในการอธิบายตัวแปรผลว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการได้ ดังนี้

1. สมการในรูปของประชากร $Y = a + bX + e$
2. สมการในรูปของตัวอย่าง $Y = a + bx + e$
3. สมการทำนายผล(สมการพยากรณ์) $\hat{y} = a + bx$

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้มีความหมาย ดังนี้

1. Y คือ ค่าของตัวแปรตาม (จะใช้สัญลักษณ์ y สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และใช้ค่า y hat สำหรับค่าประมาณ หรือตัวทำนาย)

2. X คือ ค่าของตัวแปรอิสระ (จะใช้สัญลักษณ์ x สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย)

3. a คือ ค่าคงที่ (Constant) ของสมการถดถอย (จะใช้สัญลักษณ์ a สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณ หรือตัวทำนาย) โดยที่ a หรือ a จะเป็นจุดตัด (Intercept) แกน y ของสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. b คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปรอิสระ X (จะใช้สัญลักษณ์ b สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณ หรือตัวทำนาย) โดยที่ค่า b หรือ b จะแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า x ต่อค่า y ดังนี้ คือ ถ้าค่า x เปลี่ยนไป 1 หน่วย จะทำให้ค่า y เปลี่ยนไป b หน่วย

5. e คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error or Residual) ระหว่างค่า Y และค่า y hat (จะใช้ สัญลักษณ์ e สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง)

2.3.3 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตาม 1 ตัว เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่ร่วมกันทำนาย หรือพยากรณ์ หรืออธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้ โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการได้ ดังนี้

1. สมการในรูปของประชากร $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + B_k x_k + \varepsilon$
2. สมการในรูปของตัวอย่าง $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \cdots + b_k x_k + e$
3. สมการทำนายผล (สมการพยากรณ์) $\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \cdots + b_k x_k$

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณมีความหมาย ดังนี้

1. x_i คือ ค่าของตัวแปรอิสระแต่ละตัว (จะใช้สัญลักษณ์ x_i สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณ หรือตัวทำนาย)

2. Y คือ ค่าของตัวแปรตาม (จะใช้สัญลักษณ์ y สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และใช้ค่า $y\ hat$ สำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย)

3. k คือ จำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย

4. β_0 คือ ค่าคงที่ (Constant) ของสมการถดถอย (จะใช้สัญลักษณ์ b_0 สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย) โดยที่ β_0 หรือ b_0 จะเป็นจุดตัด (Intercept) แกน y ของสมการ

5. β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปรอิสระ x_iแต่ละตัว (จะใช้สัญลักษณ์ b_i สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย) โดยที่ค่า β_i หรือ b_i จะแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า x_i ต่อค่า y ดังนี้ คือ ถ้าค่า x_i เปลี่ยนไป 1 หน่วย จะทำให้ค่า y เปลี่ยนไป b_i หน่วย

6. ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error or Residual) ระหว่างค่า y และค่า $y\ hat$ (จะใช้สัญลักษณ์ e สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง) (สุทิน ชนะบุญ, หน้า 148-150)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 โมเดลการวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis Model)

โมเดลการวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis Model) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โมเดลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis Model) เป็นโมเดลการวิเคราะห์ถดถอยใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร y กับตัวแปร $x_1, x_2, \ldots$ เมื่อตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังสมการ

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \cdots + e$$

2. โมเดลการวิเคราะห์ถดถอยโพลีโนเมียล (Polynomial Regression Analysis Model) เป็นโมเดลการวิเคราะห์ถดถอยใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นตัวเดียว และตัวแปรตามตัวเดียวเมื่อมีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง ดังสมการ

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x^2 + \cdots + e$$

3. โมเดลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณมีตัวแปรดัมมี่ (Multiple Regression Analysis Model With Dummy Variables) เป็นโมเดลการวิเคราะห์ถดถอย ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามหนึ่งตัวแปรกับตัวแปรต้นที่เป็นตัวแปรนันเมตริก ที่ได้รับการให้รหัสใหม่ (Recode) หรือได้รับการเปลี่ยนรูป (Transform) ให้เป็นตัวแปรดัมมี่ สามารถใช้ศึกษาได้ทั้งกรณีที่ตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง และเส้นโค้ง ได้ผลการวิเคราะห์เช่นเดียวกันกับโมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA Model) ดังสมการ เมื่อมี $D_1, D_2, \ldots D_{m-1}$ เป็นตัวแปรดัมมี่ที่สร้างขึ้นแทนตัวแปรต้น X ซึ่งเป็นตัวแปรนันเมตริกที่มี m ค่า ดังนี้

$$y = b_0 + b_1 D_1 + b_2 D_2 + \cdots + D_{m-1} + e$$

4. โมเดลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณมีเทอมปฏิสัมพันธ์ (Multiple Regression Analysis Model with Interaction Term) เป็นโมเดลการวิเคราะห์ถดถอยใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร กรณีที่มีอิทธิพลทั้งอิทธิพลหลักจาก X, Z และอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ (X*Z) ต่อตัวแปรตาม ดังสมการ

$$y = b_0 + b_1 X + b_2 Z + b_2 XZ + \cdots + e$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 วิธีการการวิเคราะห์ถดถอย

วิธีการการวิเคราะห์ถดถอยสามารถทำได้ตามขั้นตอนต่าง ๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดสมมุติฐานทางสถิติ รวมทั้งหมด 4 ชุด ชุดที่ 1 และ 4 เป็นการทดสอบสองทาง ชุดที่ 2 และ 3 อาจกำหนดสมมุติฐานได้สามแบบในการทดสอบทางเดียวหรือสองทางได้ ดังนี้

1) การทดสอบสหสัมพันธ์พหุคูณ H0: $\rho = 0$; Ha : $\rho \neq 0$

2) การทดสอบค่าจุดตัดแกนตั้ง H0: $\alpha = 0$; Ha : $\alpha \neq 0$ (อาจทดสอบทางเดียวได้)

3) การทดสอบสัมประสิทธิ์ถดถอย H0: $\beta = 0$; Ha : $\beta \neq 0$ (อาจทดสอบทางเดียวได้) ในกรณีที่มีตัวแปรต้นมากกว่าหนึ่งตัวแปร สมมุติฐานชุดนี้มีจำนวนเท่ากับจำนวนตัวแปรต้น

4) การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์หรือค่า R^2 ที่เพิ่มขึ้น (Increment R^2 = ΔR^2) H0: $\Delta\rho^2 = 0$; Ha : $\Delta\rho^2 \neq 0$ ค่าสถิติ ΔR^2 เป็นค่าสถิติที่ได้ในกรณีที่มีการวิเคราะห์ถดถอยเป็น 2 ขั้นตอน คำนวณได้จาก ผลต่างระหว่างค่า R^2 จากสมการถดถอยสองขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์สร้างสมการถดถอยสมการที่หนึ่งมีตัวแปรต้น 1 ตัวแปร คือ ตัวแปร x_1ค่าสถิติ R^2x_1 ที่ได้จากสมการที่หนึ่งนี้ หมายถึง ปริมาณความแปรปรวนในตัวแปรตามที่อธิบายได้ด้วยตัว แปร x_1 สมมุติว่าได้ค่า R^2x_1

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์สร้างสมการถดถอยสมการที่สอง โดยใส่ตัวแปรต้นเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัว คือ ตัวแปร x_2 ทำให้สมการถดถอยสมการที่สองมีตัวแปรต้น 2 ตัวแปร คือ x_1 และ x_2 ค่าสถิติ $R^2_{x_1,x_2}$ที่ได้จากสมการที่สองนี้ หมายถึง ปริมาณแปรปรวนในตัวแปรตามที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรต้นทั้ง 2 ตัวแปร คือ x_1 และ x_2

การหาค่าผลต่างของค่า R^2 หรือ ΔR^2 นำค่า R^2 จากสมการถดถอยทั้งสองสมการมาลบกัน จะได้ค่า $\Delta R^2 = R^2_{x_1,x_2} - R^2x_1 = R^2x_2$

2. การระบุสถิติทดสอบ (Test Statistics) สถิติทดสอบสำหรับทดสอบสมมุติฐานทั้ง 3 ชุด คือ

1) สถิติทดสอบสหสัพมพันธ์พหุคูณ $F_{(k),(n-k-1)} = \frac{MSReg}{MSRes}$; k = จำนวนตัวแปรต้น

2) สถิติทดสอบค่าจุดตัดแกนตั้ง $t_{(n-k-1)} = \frac{a}{SE_a}$

3) สถิติทดสอบสัมประสิทธิ์ถดถอย $t_{(n-k-1)} = \frac{b}{SE_a}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง และระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) โดยมีเกณฑ์ในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างแตกต่างจากสถิติพาราเมตริกชนิดอื่น ดังนี้ แฮร์ และคณะ (Hair, et al, 2010) ให้วิธีการ และเกณฑ์ในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ถดถอย ไว้ 2 ข้อ โดยที่ขนาดกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มตัวอย่างต้องมีไม่ต่ำกว่า 100 คน และกลุ่มตัวอย่างต้องมีจำนวนประมาณ 10-20 คน ต่อจำนวนตัวแปรต้น 1 ตัวแปร ตัวอย่างในกรณีที่นักวิจัยต้องการวิเคราะห์ถดถอยเมื่อมีตัวแปรต้น 6 ตัวแปร ตามเกณฑ์กลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 100 คน และตามเกณฑ์กลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาด = (6 ตัวแปร) X (20 คน) = 120 คน ดังนั้น ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรใช้คือ 120 คน

4. การเลือกกลุ่มตัวอย่างสุ่ม และรวบรวมข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการเลือกตัวแปรต้นใส่เข้าในสมการถดถอยตามกรอบแนวคิดสำหรับการวิจัย จัดทำตารางผลการวิเคราะห์ถดถอย และเลือกใช้สถิติทดสอบให้ถูกต้องดำเนินการทดสอบสมมุติฐานแล้วตัดสินใจปฏิเสธ หรือไม่ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก และแปลความหมาย โดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจจากค่า p ดังนี้

1) ผลการทดสอบพบว่า $p \leq \alpha$ ให้ตัดสินใจปฏิเสธ (Reject) สมมุติฐานหลัก

2) ผลการทดสอบพบว่า $p \geq \alpha$ ให้ตัดสินใจไม่ปฏิเสธ (Do Not Reject) สมมุติฐานหลัก

วิธีการเลือกตัวแปรต้นใส่เข้าในสมการถดถอย การเลือกตัวแปรต้นใส่เข้าในสมการถดถอยทำได้แตกต่างกันตามเกณฑ์ที่นักวิจัยกำหนดเป็นเกณฑ์ในการเลือก รวม 3 วิธี คือ การใส่ตัวแปรต้นทุกตัวเข้าในสมการ การใช้ค่าสถิติเป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวแปร และการใช้กรอบแนวคิดวิจัยเป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวแปร ทุกวิธีใช้คอมพิวเตอร์ได้ ดังนี้

1. การใส่ตัวแปรต้นทุกตัวเข้าในสมการ (Select All Independent Variables) สมการถดถอยที่ได้เป็นสมการที่มีตัวแปรต้นอยู่ในสมการทุกตัวแปร ถือเป็นสมการถดถอยทั่วไป

2. การใช้ค่าสถิติเป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวแปร (Statistics-Based Selection) การเลือกตัวแปรต้นใส่เข้าเป็นสมการถดถอยวิธีนี้เป็นการใส่ตัวแปรต้นเข้าในสมการเป็นขั้นตอน เพื่อเลือกตัวแปรต้นที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุด และมีนัยสำคัญทางสถิติใส่เข้าในสมการถดถอยเป็นลำดับแรก การเลือกตัวแปรต้นวิธีนี้ยังแบ่งออกเป็น 3 วิธี ตามลักษณะการใส่ตัวแปรเข้าในสมการ ดังต่อไปนี้

- การเลือกแบบก้าวหน้า (Forward Selection) ขั้นตอนแรก ใส่ตัวแปรต้นที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดเข้าในสมการ และตรวจสอบว่าอิทธิพลมีนัยสำคัญ ขั้นตอนที่สอง ใส่ตัวแปรต้นที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามขนาดรองลงไป และตรวจสอบว่าอิทธิพลมีนัยสำคัญ ทำต่อไปเรื่อย ๆ กระบวนการสิ้นสุดเมื่ออิทธิพลของตัวแปรต้นที่ใส่เข้าไปในขั้นตอนนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การตัดทิ้งแบบถอยหลัง (Backward Deletion) สร้างสมการถดถอยที่มีตัวแปรต้นทุกตัวในสมการก่อน ขั้นตอนแรก ตรวจสอบระดับนัยสำคัญ (p) ของตัวแปรต้นทุกตัว ตัดตัวแปรต้นตัวที่ค่าอิทธิพลมีระดับนัยสำคัญสูงสุด (ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ) ออกจากสมการ ขั้นตอนที่สอง ตรวจสอบระดับนัยสำคัญ (p) ของตัวแปรต้นทุกตัวที่เหลือในสมการ ตัดตัวแปรต้นตัวที่ค่าอิทธิพลมีระดับนัยสำคัญสูงสุด (ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ) ออกจากสมการ ทำต่อไปเรื่อย ๆ กระบวนการสิ้นสุดเมื่ออิทธิพลของตัวแปรต้นที่เหลืออยู่ในสมการมีนัยสำคัญทางสถิติทุกตัวแปร

- การถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise Regression) เป็นวิธีการผสมระหวางการเลือกแบบ ก้าวหน้าและการตัดทิ้งแบบถอยหลัง ขั้นตอนแรก ใส่ตัวแปรต้นที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุด โดยการเลือกแบบก้าวหน้า ตรวจสอบระดับนัยสำคัญ (p) ของอิทธิพลของตัวแปรต้นตัวนั้น และตัดตัวแปรนั้น โดยการตัดทิ้งแบบถอยหลัง ขั้นตอนที่สอง ใส่ตัวแปรต้นที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามมีขนาดรองลงมา โดยการเลือกแบบก้าวหน้า ตรวจสอบระดับนัยสำคัญ (p) ของอิทธิพลของตัวแปรต้นนั้น และตัดตัวแปรนั้น โดยการตัดทิ้งแบบถอยหลัง ทำต่อไปเรื่อย ๆ กระบวนการสิ้นสุดเมื่ออิทธิพลของตัวแปรต้นที่เหลืออยู่ในสมการมีนัยสำคัญทางสถิติทุกตัวแปร

3. การใช้กรอบแนวคิดสำหรับการวิจัยเป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวแปร (Conceptual Framework-Based Selection) หรือการถดถอยแบบขั้นตอนระดับลดหลั่น (Hierarchical Stepwise Regression) การเลือกตัวแปรต้นใส่เข้าในสมการถดถอยวิธีนี้เป็นการใส่ตัวแปรต้นเข้าในสมการตามลำดับก่อนหลัง โดยยึดลำดับก่อนหลังของตัวแปรในกรอบแนวคิดสำหรับการวิจัยสมการถดถอยที่ได้จัดวางเป็นสมการถดถอยที่ถูกต้องตามทฤษฎี (นงลักษณ์ วิรัชชัย, หน้า 156-157, 160-163)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์

ทรีทเมนต์ (Treatment) หมายถึง วิธีการต่าง ๆ ที่กระทำต่อหน่วยทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะวัดผลและเปรียบเทียบ ทรีทเมนต์อาจมาจากปัจจัยเดียว หรือหลายปัจจัยร่วมกัน เรียกว่า ทรีทเมนต์คอมบิเนชัน (Treatment Combination) (นิดา ชาญบรรยง, หน้า 2)

ในการทดสอบสมมุติฐานจากการวิเคราะห์แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ RCBD (Randomized Complete Block Design) หากพบว่า อิทธิพลของทรีทเมนต์พบความแตกต่างกันทางสถิติหรือมีนัยสำคัญทางสถิติ (Significant Difference) ผู้ทดลองจะสรุปได้เพียงว่า มีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์อย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกันทางสถิติ โดยยังไม่สามารถบอกได้ว่าค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์คู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ดังนั้นขั้นตอนต่อไป หลังจากพบว่าการทดสอบอิทธิพลของทรีทเมนต์ด้วยตัวสถิติ F พบความแตกต่างกันทางสถิติผู้ทดลองต้องวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ (Treatment Means Analysis) ซึ่งการวิเคราะห์ทางสถิติในระดับนี้ ที่ควรทราบมี 3 วิธี ได้แก่ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549)

1. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ทีละคู่ (Multiple Comparisons)

2. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์แบบเป็นกลุ่มด้วย Orthogonal Contrast

3. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์เพื่อทดสอบแนวโน้มด้วย Orthogonal Polynomial

2.4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ด้วยวิธีเปรียบเทียบทีละคู่

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ด้วยวิธีเปรียบเทียบทีละคู่ (Multiple Comparisons) เป็นวิธีการแรกที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ทั่วไป โดยวิธีนี้จะทำการจับคู่ทรีทเมนต์เปรียบเทียบไปทีละคู่จนครบทุกคู่ ซึ่งการเปรียบเทียบลักษณะนี้มีตัวสถิติที่ช่วยในการทดสอบมากมาย แต่ที่ควรรู้ไว้เป็นพื้นฐาน ได้แก่

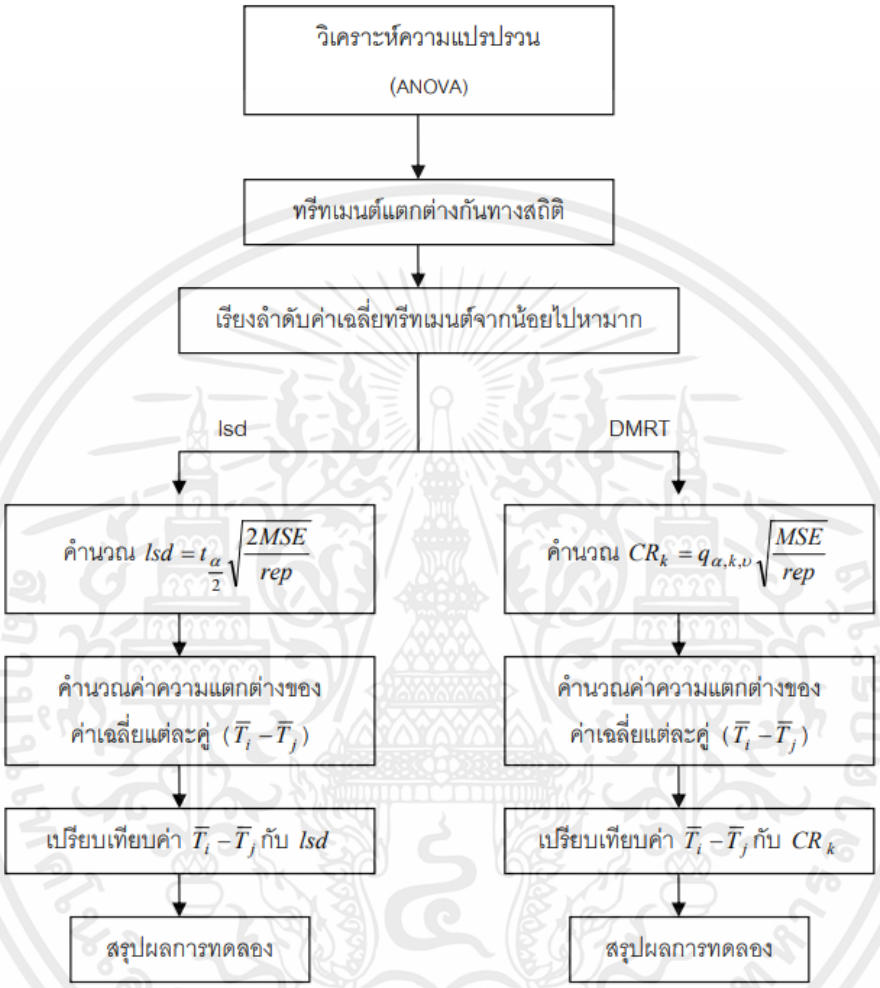
1. วิธี Least Significant Difference (LSD) วิธีการนี้จะมีค่าวิกฤตเพียงค่าเดียว (Single Critical Value) สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของคู่ทรีทเมนต์

2. วิธีการ Duncan’s Multiple Range Test (DMRT หรือ DUNCAN) วิธีการนี้จะมีค่าวิกฤตหลายค่า (Multiple Critical Values หรือ Critical Range) สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของคู่ทรีทเมนต์ โดยค่าวิกฤตแต่ละค่าจะใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละคู่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะห่างของคู่ทรีทเมนต์ (Treatment Distance) (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

การวิเคราะห์การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ทีละคู่นั้น สามารถทำได้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549)



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ทีละคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระสินธุ์ หังสพฤกษ์ และสุฤทธิ์ สมบูรณ์ชัย (2557) ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลานิลในอัตราความหนาแน่นต่างกันในบ่อซีเมนต์ที่มีระบบน้ำไหลเวียนแบบปิด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 120 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร โดยมีการให้อากาศที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ คือ 43, 86 และ 129 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ระยะเวลาในการทดลอง 120 วัน ทำการทดลองโดยใช้ลูกปลานิลแดงขนาด 22.73±2.12 กรัม เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำที่ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปลานิลแดงมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 227.13+22.38, 251.05+22.72 และ 239.53±21.03 กรัม ตามลำดับ มีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 1.4840.07, 1.260.11 และ 1.330.06 ตามลำดับ มีอัตรารอดตายเท่ากับ 93.33±5.77, 93.33±2.89 และ 94.44±1.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย และอัตรารอดตายไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่อัตราการแลกเนื้ออัตราแลกเนื้อที่ระดับความหนาแน่น 86 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร น้อยที่สุดมีความแตกต่างทางสถิต ($p < 0.05$) ดังนั้นการเลี้ยงปลานิลแดงที่ระดับความหนาแน่น 86 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ให้อัตราการแลกเนื้อที่ต่ำกว่า การเลี้ยงที่ระดับ 43 และ 129 ตัว/ต่อลูกบาศก์เมตร และมีแนวโน้มในการเจริญเติบโตดีที่สุด

ณรงค์ กมลรัตน์ (2560) ได้ศึกษารูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนค่าอาหารปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดิน โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design (CRD)) แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็นกลุ่มให้อาหารทุกวัน ๆ ละ 2 มื้อ และ 1 มื้อ กลุ่มให้อาหารวันเว้นวันวันละ 2 มื้อ และ 1 มื้อ ปล่อยปลา 200 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 เดือน ทำการสุ่มปลาจำนวน 10% ของจำนวนปลาในแต่ละกระชัง (N=20) จำนวนทั้งหมด 12 กระชัง มาชั่งน้ำหนัก และความยาวลำตัวทุก ๆ 1 เดือน ผลที่ได้จากการศึกษายืนยันได้ว่า ปลานิลที่ให้อาหารวันเว้นวันโดยให้อาหารวันละ 1-2 มื้อ มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากปลานิลที่ให้อาหารทุกวัน และในส่วนของต้นทุนค่าอาหารปลาพบว่า การให้แบบวันเว้นวันมีต้นทุนถูกกว่าการให้อาหารแบบทุกวัน จึงสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการให้อาหารปลานิลแบบวันเว้นวันสามารถทำให้ปลานิลเจริญเติบโตได้อย่างปกติ และช่วยลดปริมาณอาหารที่ต้องให้ปลานิลลงได้

เถลิงเกียรติ สมนึก และคณะ (2561) ได้ศึกษาผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และคุณภาพน้ำจากการอนุบาลปลาดุกอุย โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design (CRD)) ทำการศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านวิธีการให้อาหาร 3 วิธี และความถี่มื้ออาหาร 2 ระดับ โดยทำการทดลองอนุบาลปลาดุกอุยเป็นเวลา 90 วัน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Two-Way ANOVA วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่า รูปแบบการให้อาหารโดยเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการอนุบาลปลาดุกอุยสูงสุด การให้อาหารจำนวน 2 และ 3 มื้อต่อวัน ทำให้ผลผลิตรวมต่อบ่อ และอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น โดยไม่ส่งผลต่อค่าคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง สามารถทดแทนการใช้แรงงานคนในการให้อาหารระหว่างการอนุบาลปลาดุกอุยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และคณะ (2549) ได้ทดลองเลี้ยงลูกปลานิลเพื่อดูดซับแคดเมียมในบ่อพักน้ำเสียของคณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ ระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤศจิกายน 2548 (11 เดือน) โดยเลี้ยงปลานิลในกระชังจำนวน 3 จุด คือ จุดปล่อยน้ำเสียลงบ่อบำบัด จุดกลางบ่อบำบัด และจุดปลายทางก่อนปล่อยน้ำทิ้งออกจากบ่อบำบัด ผลการทดลองพบว่า ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมที่ดูดซับในเนื้อปลานิลที่เลี้ยงทั้งสามจุดทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p<0.05$) โดยเรียงลำดับจากจุดที่มีการดูดซับเฉลี่ยมากไปน้อยได้ดังนี้ จุดกลางบ่อบำบัด (57.47 มิลลิกรัมต่อกรัม) จุดปล่อยน้ำเสียลงบ่อบำบัด (53.51 มิลลิกรัม/กรัม) และจุดปลายทาง (51.20 มิลลิกรัมต่อกรัม) ตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นทั้งสามระดับของการเลี้ยงปลานิล (1, 2 และ 3 ตัวต่อตารางเมตร ในแต่ละชุดกระชังไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติต่อระดับการคูดซับแดดเมียมในเนื้อปลา นอกจากนี้จากการศึกษาผลของแคดเมียมต่อการเจริญเติบโตของลูกปลานิลที่วัดจากขนาด และน้ำหนักปลานั้น พบว่า ระดับความเข้มข้นของแดดเมียมทั้งสามจุดทดลองไม่มีผลต่อทั้งขนาด และความยาวปลาในทางสถิติ

บานชื่น เมืองแก้ว และอัมพร สมบูรณ์มาก (2551) ได้ศึกษาผลของชนิด และเวลาในการให้อาหารต่อลักษณะทางการผลิตบางประการของปลาหมอไทย โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design (CRD)) ที่จัดการทดลองแบบแฟกทอเรียล มีปัจจัยที่ต้องการศึกษาทั้งหมด 2 ปัจจัย คือ ชนิดของอาหารและเวลาในการให้อาหาร จากการทดลอง พบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทางการค้ามีอัตราการกินอาหาร และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุดแต่มีการเติบโตสูงที่สุด ปลาที่ได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง มีการเติบโตและความอ้วนมากกว่าปลาที่ได้รับอาหารวันละ 1 ครั้ง ยกเว้นให้กลุ่มที่ได้รับอาหารวันละ 1 ครั้ง ที่เวลา 16.00 น. ที่มีความอ้วนไม่แตกต่างไปจากปลาที่ได้รับอาหาร 2 ครั้ง ส่วนอิทธิพลร่วมของชนิดอาหารและเวลาในการให้อาหารมีผลชัดเจนต่ออัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และความยาวของลำตัว แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและความอ้วนของปลา

พัชราวลัย ศรียะศักดิ์และคณะ (2560) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงปลาในกระชังแม่น้ำสงคราม ได้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากเกษตรกรจำนวน 142 ราย พบว่า เกตรกรที่เลี้ยงปลาในกระชังมีประสบการณ์เฉลี่ย 8.7 ปี กระชังที่เลี้ยงปลานิลมีขนาด 3×3×3 เมตร ระยะเวลาในการเลี้ยงเฉลี่ย 4.99 เดือน อัตราการปล่อยลูกพันธ์เฉลี่ย 32.2 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ความยาวเฉลี่ย 5.51 เซนติเมตร ขนาดจับขายมีน้ำหนักเฉลี่ย 999 กรัมต่อตัว ผลผลิตที่ได้มีน้ำหนักเฉลี่ย 24.8 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ต้นทุนในการเลี้ยงปลานิลในกระชังแบ่งเป็นต้นทุนคงที่ 86.49 บาทต่อลูกบาศก์เมตร และต้นทุนแปรผัน 1,443 บาทต่อลูกบาศก์เมตร รวมต้นทุนทั้งหมดคือ 1,530 บาทต่อลูกบาศก์เมตร คิดเป็นต้นทุนค่าอาหาร 73.11% ของต้นทุนทั้งหมด ต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในกระชังแม่น้ำสงครามเท่ากับ 61.56 บาทต่อกิโลกรัม ราคาขายเฉลี่ย 47 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเกษตรกรจะขาดทุนเฉลี่ย คือ 14.56 บาทต่อกิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anani and Nunoo (2016) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวน้ำหนัก และปัจจัยที่เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต สุขภาพปลาและความเป็นอยู่ของปลา ความสัมพันธ์ของน้ำหนัก-ความยาว และปัจจัยสภาพของปลานิล ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปปลานิลที่ผลิตในฟาร์ม คือ ประเภท ARDECFEED ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์วิจัย และพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ARDEC) Akosombo ประเทศกานา และอาหารเชิงพาณิชย์ 2 ชนิด คือ RAANAN และ COPPENS ในประเทศฮาปา มีการทดลองและตรวจสอบค่าสภาพของระบบในบ่อเป็นเวลา 140 วัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สัมประสิทธิ์การถดถอย b ที่ได้ คือ ความสัมพันธ์ตามความยาว และน้ำหนักที่ชี้ให้เห็นถึงการเติบโตแบบมีนัยสำคัญของปลาที่เพาะเลี้ยงในการทดลองด้วยอาหารทั้งหมด ปัจจัยสภาพที่คำนวณได้ในการทดลองการให้อาหาร คือ 2.01, 1.39 และ 1.48 ของ ARDECFEED, RANAN และ COPPENS ตามลำดับ ปลาที่เพาะเลี้ยงที่เลี้ยงทั้งอาหารที่ผลิตในฟาร์ม และอาหารเพื่อการค้านั้นทำให้ปลาอยู่ในสภาพที่ดี และแข็งแรง ดังนั้นอาหารทั้งหมดจะเหมาะสำหรับการเลี้ยง ปลานิล

Andrews and Page (1975) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของความถี่ในการให้อาหาร (1, 2 และ 4 ครั้งต่อวัน) การเจริญเติบโตที่เหมาะสม และประสิทธิภาพที่ได้จากการให้อาหารปลาดุก โดยทำการทดลองจำนวน 3 การทดลอง มีแผนการทดลองแบบ General Factorial สำหรับการทดลองที่ 1 พบว่า การเจริญเติบโตที่เหมาะสม และประสิทธิภาพที่ได้จากการให้อาหารสูงสุดเกิดจากการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง การเจริญเติบโตลดลงอย่างมีนัยสำคัญสำหรับปลาดุกกลุ่มที่ให้อาหารเพียงวันละ 1 ครั้ง การทดลองที่ 2 พบว่า การให้อาหารแบบอัตโนมัติถี่มากขึ้นไม่ได้ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกเพิ่มมากขึ้น และการทดลองที่ 3 พบว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการให้อาหารมากที่สุด คือ 8.00 น. จากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง สามารถสรุปได้ว่า การให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลาดุก

Argüello-Guevara et al. (2018) ได้ศึกษาผลการให้อาหารแบบไม่ต่อเนื่องว่า ส่งผลต่อคุณภาพการกินอาหาร และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหางเหลือง โดยก่อนการทดลองเลือกปลา 250 ตัว ที่มีอายุ 130 วัน เลี้ยงในถังปรับสภาพ และให้อาหารต่อเนื่องกันเป็นเวลา 30 วัน หลังจากนั้นทำการสุ่มน้ำหนักปลาที่ใกล้เคียงกัน 180 ตัว เพื่อทำการทดลอง โดยการทดลองแบ่งเป็นการให้อาหารปลาที่ความถี่ 1 ครั้ง และ 2 ครั้งต่อวัน และรูปแบบการให้อาหารที่ให้อาหารทุกวัน ทุก 2 วัน และทุก 3 วัน ระหว่างการทดลองจะเก็บค่าเม็ดอาหารที่ปลาไม่ได้กินหลังจากการให้อาหาร 1 ชั่วโมง วัดอุณหภูมิของน้ำ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำวันละ 2 เวลา และบันทึกจำนวนปลาที่ตายในแต่ละวัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราแลกเนื้อ ผลการทดลองสรุปได้ว่า คุณภาพน้ำไม่ได้รับผลกระทบจากรูปแบบการให้อาหารที่แตกต่างกัน อัตราการเจริญเติบโตของปลาที่ให้ทุกวันกับปลาที่ให้อาหารทุก 2 วันไม่ได้แตกต่างกัน และการให้อาหารแบบทุก 2 วัน ที่ความถี่ 2 ครั้ง มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหางเหลือที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Daudpota et al. (2016) ได้ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของปลาทับทิมในแหล่งน้ำเค็ม โดยทำการศึกษาปลาทับทิม น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 1±0.01 กรัม ที่เลี้ยงไว้ในน้ำเค็มก่อนวันทดลอง 15 วัน ให้ปลาชินกับสภาพแวดล้อมแล้วทำการสุ่มปลา 10 ตัว ต่อถังพลาสติก (Tanks) อาหารที่ให้เป็นอาหารที่มีโปรตีนอยู่ที่ 35% โดยให้อาหารที่ความถี่ 2, 3, 4 และ 5 ครั้งต่อวัน โดยให้อาหารในปริมาณ 3% ของน้ำหนักตัวต่อวัน เป็นเวลา 42 วัน และจดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ และอาหารที่ปลาไม่ได้กินหลังจากการให้อาหารเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากการทดลองทำการวัดผลน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น อัตราแลกเนื้อ โดยใช้ One-Way Analysis ANOVAs ในการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยผลการทดลองสรุปได้ว่า ความถี่ในการให้อาหารปลาที่ทำให้น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นของการให้อาหารปลา 4 และ 5 ครั้ง มีผลมากกว่าความถี่ในการให้อาหารปลา 2 และ 3 ครั้ง

Dwyer et al. (2002) ได้ศึกษาการให้อาหารปลาลิ้นหมาหางเหลือง ทำการทดลองในปลาที่มีน้ำหนักเริ่มต้น 6.8$\pm$0.2 กรัม โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design (CRD)) พบว่า ความถี่ในการให้อาหารมีผลอย่างมากต่อการบริโภคอาหาร และการเจริญเติบโต โดยที่ปลาได้รับอาหารจนอิ่มอย่างเห็นได้ชัดในการให้อาหาร 2 หรือ 4 มื้อต่อวัน โดยบริโภคอาหารมากขึ้น และเติบโตได้ดีกว่าปลาที่เลี้ยงน้อยกว่า (วันละ 1 มื้อ และ 2 มื้อวันเว้นวัน) ปลาที่กินอาหาร 2 มื้อวันเว้นวันจะกินอาหารในตอนเช้ามากกว่าตอนบ่ายอย่างมีนัยสำคัญ และปลาที่ให้อาหารวันละ 2 มื้อ พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (CV) สำหรับน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตลอดการทดลอง ดังนั้นจึงควรให้อาหารปลาลิ้นหมาหางเหลืองในระยะการเจริญเติบโตเช่นการทดลองนี้อยู่ที่จำนวน 2 มื้อต่อวัน

El-Araby et al. (2020) ได้ศึกษาผลของการให้อาหารแบบต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสุขภาพของปลาทับทิม โดยทำการศึกษาปลาทับทิมที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 16.9±0.44 กรัม ใช้ปลาในการทดลองจำนวน 60 ตัว แบ่งปลา 20 ตัว ต่อเงื่อนไขการทดลอง ปัจจัยที่ศึกษา คือ การให้อาหารปลา และความถี่ในการให้อาหารต่อวัน การให้อาหารปลาถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ให้ทุกวัน ให้วันเว้นวัน และให้ทุก ๆ สามวัน ความถี่ในการให้อาหารถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ให้วันละหนึ่งครั้งต่อวัน และสองครั้งต่อวัน เวลาในการทดลองทั้งหมด 10 สัปดาห์ โดยทำการเก็บค่าน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน และอัตราแลกเนื้อ เพื่อวิเคราะห์ถึงอัตราการเจริญเติบโตของปลาทับทิม ผลการทดลองสรุปได้ว่า ปลาที่ให้อาหารวันเว้นวันความถี่ในการให้อาหาร 1 หรือ 2 ครั้งต่อวัน และการให้อาหารทุก ๆ 3 วัน ความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ในขณะที่การให้อาหารทุก ๆ3 วัน ที่ให้ความถี่ 1 ครั้งต่อวัน ทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Holm et al. (1990) ได้ทำการศึกษาความถี่ในการให้อาหาร และความหนาแน่นของปลาเรนโบว์เทราต์ที่มีความยาวตัวระหว่าง 130-250 มิลิเมตร ความหนาแน่นของปลาอยู่ที่ 107-219 kg m^{-3} และความหนาแน่นสุดท้ายอยู่ที่ 240-450 kg m^{-3} ทำการทดลอง 129 วัน และบันทึกค่าพารามิเตอร์ของความยาวตัวปลาเพิ่มขึ้นในแต่ละวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการตายถูกบันทึกไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการทดลองสรุปได้ว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยโดยไม่คำนึงรูปแบบการให้อาหาร ปลาที่เลี้ยงในปริมาณปลาที่มีความหนาแน่นต่ำสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าปลาที่เลี้ยงในปริมาณที่มีความหนาแน่นสูง และอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับความถี่ในการให้อาหารปลาที่เพิ่มมากขึ้น และปลาที่ถูกเลี้ยงในความหนาแน่นสูงจะต้องการความถี่ในการให้อาหารสูง

Pouomogne and Ombredane (2001) ได้ศึกษาการเลี้ยงปลานิลในบ่อดิน มีเงื่อนไขการทดลอง คือ ทดลองกับปลานิลขนาด 30.9 กรัม ให้อาหาร 2 3 และ 6 ครั้งต่อวัน เวลาในการให้คือช่วง 8.00 น. ถึง 15.00 น. ระยะเวลา 15 สัปดาห์ อาหารที่ให้มีโปรตีนจากพืชปริมาณ 25% เลี้ยงในขนาดบ่อ 400 ตารางเมตร ให้อาหารจนกว่าปลาจะอิ่มโดยให้จากมือของผู้สังเกต ผลการทดลองพบว่าให้อาหาร 6 ครั้งต่อวันให้ผลการเจริญเติบโตของปลานิลดีที่สุด (อัตราการโตต่อวัน คือ 1.3 กรัมต่อวัน) แต่อัตราการแลกเนื้อกลับลดลง (จาก 1.6 เหลือ 1.3) เมื่อคิดเป็นการผลิตปลานิลโดยเฉลี่ยต่อปีจะได้ 8.7 กิโลกรัมต่อปี การทดลองนี้ได้นำปัจจัยสภาพแวดล้อมเข้ามาวิเคราะห์ด้วย จึงสรุปผลได้ว่าการให้อาหารปลานิลที่ความถี่ 6 ครั้งต่อวัน ในบ่อดินเป็นความถี่ที่ให้ผลผลิตได้ดีสุด

Tran-Duy et al. (2008) ได้ทำการศึกษาค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำที่มีผลต่อการกิน และการเจริญเติบโตของปลาทับทิม โดยทำการศึกษาปลาทับทิมเพศผู้ทั้งหมด แบ่งปลาออกเป็น 2 ช่วงอายุที่มีน้ำหนักตัวที่ต่างกันไปใส่ในบ่อเลี้ยงที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนที่ต่างกัน โดยทำการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) 4 เงื่อนไขการทดลอง มีปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ปลาน้ำหนักปลา 2 ประเภท คือ ปลาตัวเล็ก (น้ำหนัก 21 กรัม) และปลาตัวใหญ่ (น้ำหนัก 147 กรัม) ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำ 2 ระดับ คือ ระดับความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำ (3 มิลิกรัมต่อลิตร) และระดับความเข้มข้นออกซิเจนสูง (5.6 มิลิกรัมต่อลิตร) การทดลองให้อาหาร 2 เวลาต่อวัน และทำการสุ่มปลา 20 ตัว ต่อเงื่อนไขการทดลองเพื่อทำการเก็บค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราส่วนแลกเนื้อ และอัตราการเจริญเติบโตต่อหน่วยน้ำหนักเมตาบิลิซึม ผลการทดลอง (1) ปริมาณอาหาร และการเจริญเติบโตของปลาที่อยู่ในน้ำที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนสูงดีกว่าน้ำที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำ (2) ความสัมพันธ์ของปริมาณอาหาร และการเจริญเติบโตของปลาตัวเล็กมีนัยสำคัญมากกว่าปลาตัวใหญ่ และ (3) ปลาที่ระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำต่ำไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางโลหิตวิทยา ซึ่งข้อมูลชี้ให้เห็นว่า พื้นที่เหงือกส่งผลให้ปริมาณอาหารลดลง และการเจริญเติบโตของปลาที่ระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำต่ำ ต่ำกว่าระดับความเข้มข้นออกซิเจนในน้ำสูง ซึ่งส่งผลให้ปลาตัวใหญ่โตน้อยกว่าปลาตัวเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wang et al. (1998) ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวลูกผสมอายุ ช่วงอายุเริ่มต้น (Female Green Sunfish Lepomis Cyanellus × Male Bluegill L. Macrochirus) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ถูกป้อนอาหารจนอิ่มที่ความถี่ 1, 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน เป็นเวลา 30 วัน ปลาที่เลี้ยง 3 และ 4 ครั้งต่อวัน มีถึงการบริโภคมากที่สุด และอัตราการเติบโตมากที่สุด แต่อัตราส่วนการแลกเนื้อไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อไม่เพิ่มขึ้นเมื่อให้อาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนจากการให้อาหาร 3 เป็น 4 ครั้งต่อวัน ความถี่การให้อาหารที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต คือ 3 ครั้งต่อวัน แต่ อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (CV) ลดลงเมื่อเพิ่มความถี่ในการให้อาหารต่อวัน ($P<0.05$) บ่งชี้ว่า การให้อาหารบ่อยขึ้นอาจทำให้ปลามีขนาดใหญ่มากขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้แนะนำว่าไม่เพียงแต่กำหนดความถี่การให้อาหารที่เหมาะสมเพื่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพของอัตราการแปลงอาหารเป็นเนื้อ แต่ยังขึ้นอยู่กับอิทธิพลของรูปแบบการให้อาหารในแต่ละวัน และความสม่ำเสมอของขนาดปลา

2.6 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้จัดทำได้ศึกษาและทบการวณกรรมที่เกี่ยวข้องการเลี้ยงปลาทับทิม และปลาชนิดอื่น ๆ ที่มีเครื่องมือหรือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องคล้ายกันกับปริญญานิพนธ์เล่มนี้ เมื่อได้ศึกษาแล้วจึงสามารถแยกส่วนของเนื้อหาออกเป็น ชนิดของปลา เครื่องมือการวิจัย และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยต้องการศึกษา ซึ่งสามารถเขียนออกมาเป็นตารางเปรียบเทียบงานวิจัยได้ดังตาราง 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อผู้วิจัย	ชนิดปลา	เครื่องมือ			เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง						
		RCBD	SPLIT PLOT	General Factorial	ความถี่ในการให้อาหารต่อวัน	ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้อาหาร	วันในการให้อาหารที่เหมาะสม	ความหนาแน่นของจำนวนปลาต่อปริมาตรของกระชัง	วิธีการให้อาหาร	ต้นทุนในการเลี้ยง	ปริมาณอาหาร
กระสินธุ์ หังสพฤกษ์ และสุฤทธิ์ สมบูรณ์ชัย (2557)	ปลานิล							✓			
ณรงค์ กมลรัตน์ (2560)	ปลานิล				✓	✓	✓				
เถลิงเกียรติ สมนึก และคณะ (2561)	ปลาดุก				✓	✓			✓		
บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และคณะ (2549)	ปลานิล							✓			
บานชื่น เมืองแก้ว และอัมพร สมบูรณ์มาก (2551)	ปลาหมอไทย				✓	✓					✓
ผพัชราวลัย ศรียะศักดิ์และคณะ (2560)	ปลานิล									✓	
Anani and Nunoo (2016)	ปลานิล								✓		
Andrews and Page (1975)	ปลาดุก				✓						
Argüello-Guevara et al. (2018)	ปลาคลีบหางเหลือง				✓		✓				

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	ชนิดปลา	เครื่องมือ			เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง						
		RCBD	SPLIT PLOT	General Factorial	ความถี่ในการให้อาหารต่อวัน	ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้อาหาร	วันในการให้อาหารที่เหมาะสม	ความหนาแน่นของจำนวนปลาต่อปริมาตรของกระชัง	วิธีการให้อาหาร	ต้นทุนในการเลี้ยง	ปริมาณอาหาร
Daudpota et al. (2016)	ปลาทับทิม				✓						
Dwyer et al. (2002)	ปลาลิ้นหมาหางเหลือง				✓	✓					
El-Araby et al. (2020)	ปลาทับทิม				✓		✓				
Holm et al. (1990)	ปลาเรนโบว์เทราต์				✓			✓			
Pouomogne and Ombredane (2001)	ปลานิล				✓						
Tran-Duy et al. (2008)	ปลาทับทิม				✓						
Wang et al. (1998)	ปลาแสงอาทิตย์				✓	✓					
ณัฐธยาน์ รินทะไชย, ณิชญาดา ศรีสวัสดิ์ และนาฬิกา ศรีสุโพธิ์	ปลาทับทิม				✓					✓	✓

หมายเหตุ ความหมายของชื่อย่อของเครื่องมือ RCBD คือ แผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Completely Block Design)

บทที่ 3
ศึกษาสภาพปัจจุบันและวิธีการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของการศึกษาสภาพปัจจุบันและวิธีการดำเนินงาน ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปขององค์กร
2. การศึกษาสภาพปัจจุบันเบื้องต้นและการกำหนดปัญหา
3. กลยุทธ์การทดลองและการกำหนดตัวแปร
4. การเตรียมการทดลอง
5. วิธีการดำเนินงาน
6. การออกแบบตารางการเก็บข้อมูล
7. การสรุปแผนกลยุทธ์ทั้ง 3 การทดลอง

3.1 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร

3.1.1 ประวัติองค์กร

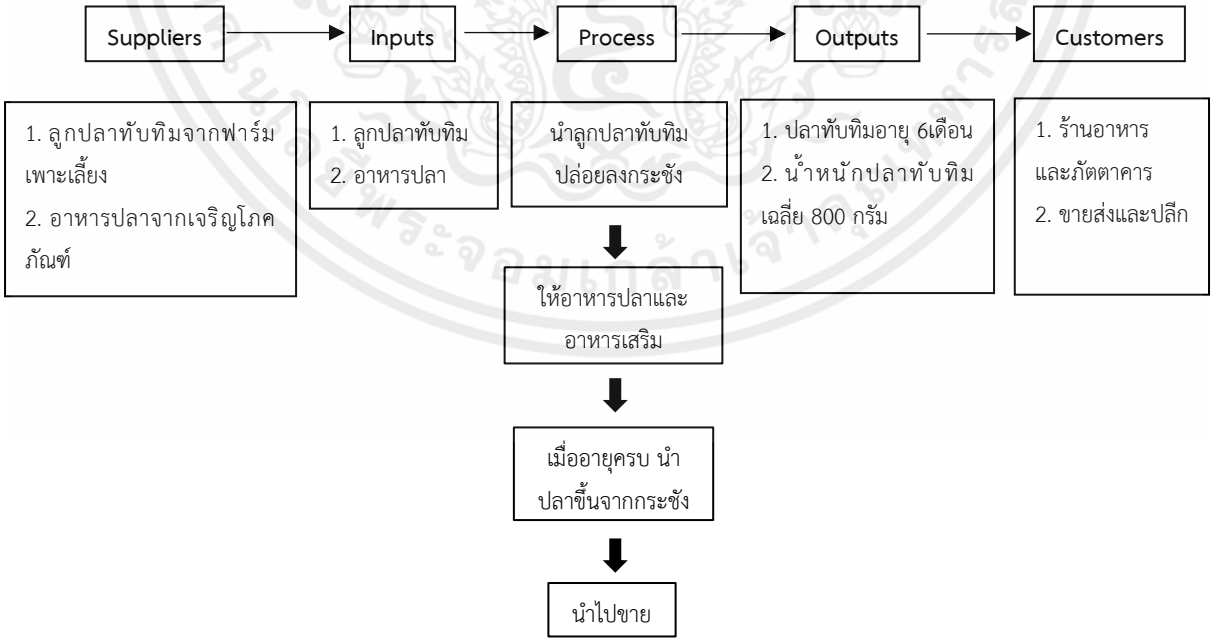
สถานประกอบการกรณีศึกษา เป็นสถานประกอบการที่ทำการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดตาก โดยแม่น้ำปิงนั้นไหลมาจากดอยเชียงดาว ดอยอินทนนท์ ดอยขุนอัน และเทือกเขาขุนตาล และจะไหลไปบรรจบกับแม่น้ำวัง ที่จังหวัดกำแพงเพชร จากนั้นจะไหลไปรวมกับแม่น้ำยมและแม่น้ำน่านกลายเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา ที่จังหวัดนครสวรรค์ โดยบริเวณแม่น้ำปิงที่จังหวัดตากนั้นยังมีหลายสถานประกอบการที่ทำการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง ซึ่งสถานประกอบการกรณีศึกษานี้ได้รับอนุญาตจากสำนักงานประมง จังหวัดตาก อย่างถูกต้องตามกฎหมาย โดยเริ่มทำการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 จนถึงปัจจุบัน รวมเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 16 ปี และเป็นธุรกิจขนาดเล็กที่มีจำนวนพนักงาน 5-10 คน มีรูปแบบการเลี้ยงปลา คือ การเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำ โดยมีการแบ่งกระชังออกเป็น 2 แถว เรียกว่าบริเวณไกลฝั่งและบริเวณใกล้ฝั่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.1 อีกทั้งสถานประกอบการแห่งนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ส่งออกทั้งหมด 6 ประเภท ได้แก่ ปลาทับทิม, ปลานิล, ปลาดุก, ปลากดคัง, ปลากะพง และปลาช่อน แต่ในสถานประกอบการจะทำการเลี้ยงปลาทับทิมเพียงอย่างเดียว ส่วนปลาชนิดอื่น ๆ ที่เป็นผลิตภัณฑ์ส่งออกนั้นจะได้รับมาจากสถานประกอบการอื่น ๆ และนำไปจำหน่ายต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 กระชังเลี้ยงปลาทับทิมในแม่น้ำปิง

3.1.2 กระบวนการผลิตโดยรวม

กระบวนการผลิตโดยรวม (ในส่วนของขั้นตอนการเลี้ยงและจัดจำหน่าย) สามารถแสดงอยู่ในรูปแบบของแผนภาพ SIPOC (Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customers) ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งแสดงถึงกระบวนการตั้งแต่การนำเข้าลูกปลาทับทิมจากฟาร์มเพาะเลี้ยง และอาหารปลาจากบริษัทฯ เจริญโภคภัณฑ์ จนถึงการส่งมอบปลาให้กับลูกค้า



รูปที่ 3.2 แผนภาพ SIPOC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับลูกปลาทับทิมจากฟาร์มเลี้ยงลูกปลาทับทิม จะคิดราคาเป็นบาทต่อตัวและยังขึ้นอยู่กับช่วงน้ำหนักของลูกปลา ซึ่งจะรับปลาทับทิมมาเลี้ยงในกระชังเมื่ออายุปลาทับทิมครบ 2 เดือน โดยทางสถานประกอบการจะทำการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงที่มีกระชังขนาด 3×3×3 เมตร และมีการให้อาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ ไฮเกร์ด 9951 จากนั้นจะเลี้ยงต่อจนปลาทับทิมมีอายุครบ 6 เดือน โดยวิธีการให้อาหารจะเป็นแบบพนักงานให้จากภาชนะตักอาหาร ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งการให้อาหารนั้นพนักงานจะไม่มีการกำหนดปริมาณการให้อาหารในแต่ละครั้งทำให้ปริมาณอาหารในการให้ไม่คงที่ โดยพนักงานจะให้อาหารแก่ปลาทับทิม 3 ครั้งต่อวัน คือ เวลา 9:00 น., 12:00 น. และ 18:00 น. และจะมีการให้อาหารเสริมกับปลาทับทิมตามช่วงอายุที่เหมาะสม โดยทางสถานประกอบการจะเลี้ยงปลาทับทิมจนมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.800 กิโลกรัม จึงจะสามารถนำปลาทับทิมขึ้นมาจากกระชัง ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักปลาในตะกร้าน้ำหนัก 3 กิโลกรัม บนตราชั่งแบบสปริง 20 กิโลกรัม และนำไปจำหน่ายต่อให้ผู้ขายส่งและผู้ขายปลีก

รูปที่ 3.3 พนักงานให้อาหารปลาด้วยภาชนะตักอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การเลี้ยงปลาทับทิมแบ่งตามอายุ

ในส่วนการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังของสถานประกอบการกรณีศึกษาแห่งนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 5 ช่วง ดังนี้

1. ช่วงอายุเริ่มต้นถึง 2 เดือน เริ่มจากการรับลูกปลาทับทิมจากฟาร์มเลี้ยงลูกปลาทับทิม จะคิดราคาเป็นบาทต่อตัวและยังขึ้นอยู่กับช่วงน้ำหนักของลูกปลา จะเลี้ยงในบ่อดินโดยใช้อาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ ไฮเกร์ด 9961 โดยจะทำการให้อาหารเป็นระยะเวลาในการให้ 13 วัน ต่อมาเลี้ยงโดยให้อาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ ไฮเกร์ด 9961L โดยจะทำการให้อาหารเป็นระยะเวลา 16 วัน จนลูกปลาอายุครบ 1 เดือน และเลี้ยงโดยอาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ ไฮเกร์ด 9950 โดยจะทำการให้อาหารเป็นระยะเวลา 1 เดือน จนลูกปลาอายุครบ 2 เดือน ซึ่งการเลี้ยงปลาทับทิมในช่วงนี้จะมีอัตราการตายที่สูงกว่าทุกช่วง

2. ช่วงอายุ 2 เดือนถึง 4 เดือน เมื่ออายุปลาทับทิมครบ 2 เดือน จำนำไปเลี้ยงในกระชังขนาด 3×3 เมตร และทางสถานประกอบการได้ให้อาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ ไฮเกร์ด 9951 ซึ่งในช่วงอายุนี้ปลาทับทิมจะมีอัตราการตายที่ลดลงมาจากช่วงเริ่มต้นแต่ก็ยังคงมีการตายอยู่

3. ช่วงอายุ 4 เดือนถึง 5 เดือน ทางสถานประกอบการจะยังคงให้อาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ ไฮเกร์ด 9951 แต่อายุของปลาทับทิมช่วงนี้จะเริ่มไม่มีการตายเกิดขึ้น

4. ช่วงอายุ 5 เดือนถึง 6 ช่วงนี้จะเป็นช่วงอายุก่อนจะนำไปจำหน่าย โดยทางสถานประกอบการจะมีการเปลี่ยนชนิดอาหารเป็นอาหารชนิดเม็ดลอยน้ำ ไฮเกร์ด 9951 เทอร์โบ เพื่อเป็นการเร่งเนื้อของปลาทับทิมให้มีความพร้อมก่อนที่จะถูกนำไปจำหน่าย

5. ช่วงของการนำไปจำหน่าย ทางสถานประกอบการจะเลี้ยงปลาทับทิมจนมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.800 กิโลกรัม จึงจะสามารถนำปลาทับทิมขึ้นมาจากกระชัง และนำไปจำหน่ายต่อให้ผู้ขายส่งและผู้ขายปลีก

3.2 การศึกษาสภาพปัจจุบันเบื้องต้นและกำหนดปัญหา

จากการศึกษาสภาพการทำงานเบื้องต้น พบว่า ปัจจุบันสถานประกอบการกรณีศึกษามีการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังขนาด 3×3 ตารางเมตร และพนักงานมีการให้อาหารปลาทับทิมในปริมาณการให้ต่อกระชังต่อวัน คือ 0.875 กิโลกรัมต่อครั้ง ซึ่งเฉลี่ยแล้วปลาทับทิม 1 ตัว จะได้รับอาหาร 1.25 กรัมต่อมื้อ และความถี่ในการให้ คือ 3 ครั้งต่อวัน โดยต้นทุนปัจจุบันที่สถานประกอบการทำการให้อาหารอยู่ที่ 0.875 กิโลกรัมต่อกระชังต่อครั้ง (สำหรับอายุปลา 4-5 เดือน) ด้วยความถี่ 3 ครั้งต่อวัน มีต้นทุนค่าอาหารปลา 700 ตัวต่อกระชัง และปริมาณอาหารที่ปลากินต่อเดือน คือ 79 กิโลกรัม ซึ่งมีราคา 2,717 บาท

หลังจากการศึกษาสภาพการทำงานของพนักงานในปัจจุบันและสอบถามพนักงาน ทำให้ทางคณะผู้จัดทำสามารถรวบรวมปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการกรณีศึกษา ดังนี้

- พนักงานไม่ได้ใช้อุปกรณ์เดิมในการให้อาหารในแต่ละครั้งทำให้ปริมาณอาหารปลาไม่คงที่ส่งผลให้ปลาอาจได้รับปริมาณอาหารที่มากหรือน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พนักงานไม่ทราบปริมาณอาหารที่เหมาะสมเนื่องจากพนักงานใช้ประสบการณ์ และความเคยชินในการให้อาหารปลา โดยใช้สายตาคาดเดาปริมาณอาหารส่งผลให้ปริมาณอาหารที่ปลาได้รับมีปริมาณมากหรือน้อยเกินไป

- อุปกรณ์ให้อาหารไม่มีการกำหนดปริมาณอาหารที่ชัดเจน ส่งผลให้ปลาได้รับปริมาณอาหารที่มากหรือน้อยเกินความต้องการ

- ให้ปริมาณอาหารไม่เหมาะสมกับรุ่นอายุปลา ในอายุปลาแต่ละรุ่นจะต้องให้อาหารต่างชนิดกันจึงทำให้ปลาแต่ละรุ่นต้องการปริมาณอาหารที่ไม่เท่ากัน

- ความถี่ในการให้อาหารปลาที่ไม่แน่นอน ส่งผลให้ขนาดของปลามีขนาดที่ใหญ่ หรือเล็กเกินความต้องการของตลาดส่งออก และส่งผลต่อผลตอบแทนที่สถานประกอบการควรได้รับ

จากสาเหตุที่คณะผู้จัดทำได้ศึกษาจากสภาพการทำงาน ณ ปัจจุบัน สามารถสรุปออกมาได้ว่าสาเหตุที่สำคัญในการทำให้เกิดปัญหา คือ สาเหตุ พนักงานไม่ทราบปริมาณอาหารที่เหมาะสมเนื่องจากพนักงานใช้ประสบการณ์ และความเคยชินในการให้อาหารปลา โดยใช้สายตาคาดเดาปริมาณอาหารส่งผลให้ปริมาณอาหารที่ปลาได้รับมีปริมาณมากหรือน้อยเกินไป และความถี่ในการให้อาหารปลาที่ไม่แน่นอน ส่งผลให้ขนาดของปลามีขนาดที่ใหญ่ หรือเล็กเกินความต้องการของตลาดส่งออก และส่งผลต่อผลตอบแทนที่สถานประกอบการควรได้รับ

จากปัญหาที่กล่าวมาทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ผู้ประกอบการต้องการจะทราบโดยพิจารณาจากความสำคัญและความต้องการของสถานประกอบการ ซึ่งผู้ประกอบการชี้แจงว่า ที่ผ่านมาตลอดการเลี้ยงปลาทับทิมนั้นมีบางช่วงที่ผู้ประกอบการให้อาหาร 2 ครั้ง 3 ครั้ง หรือจนถึง 4 ครั้งก็มี ซึ่งแต่ละครั้งก็จะมีปริมาณอาหารที่ไม่คงที่ เป็นผลทำให้ผู้ประกอบการมองว่าจะมีต้นทุนและผลตอบแทนที่แตกต่างกัน ผู้ประกอบการจึงต้องการทราบว่าการให้อาหารแต่ละครั้งควรให้ที่ปริมาณเท่าใดจึงจะเหมาะสม และควรมีความถี่ในการให้อาหารกี่ครั้งต่อวันจึงจะสามารถเพิ่มผลตอบแทนให้กับผู้ประกอบการได้ ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณการให้อาหารและความถี่ในการให้อาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง เพื่อตอบข้อสงสัยของผู้ประกอบการและเพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 กลยุทธ์การทดลองและการกำหนดตัวแปร

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองย่อย, การทดลองหลัก และการทดลองเสริม โดยในแต่ละการทดลองมีวัตถุประสงค์ เทคนิคที่ใช้ และตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

1. การทดลองย่อย เป็นการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณอาหารที่ปลาแต่ละช่วงอายุ ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน กินจนอิ่ม เพื่อนำไปกำหนดระดับปริมาณการให้อาหารในการทดลองหลัก โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) ซึ่งมีตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลอง ดังนี้

- ตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณการให้อาหารปลาทับทิมในแต่ละช่วงอายุ
- ตัวแปรอิสระ (X) คือ ช่วงอายุของปลาทับทิม ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน

2. การทดลองหลัก เป็นการทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณอาหารและจำนวนความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลตอบแทนให้กับสถานประกอบการ โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) ที่มีแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design (RCBD)) ซึ่งมีตัวแปรตาม (Y) คือ น้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยเริ่มต้น และตัวแปรอิสระที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3 ตัวแปร ได้แก่

- ความถี่ในการให้อาหาร (X_1) เป็นหน่วยทดลองหลัก หรือ Main Plot โดยมีระดับของปัจจัย 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน
- ปริมาณการให้อาหาร (X_2) เป็นหน่วยทดลองย่อย หรือ Sub Plot โดยมีระดับของปัจจัย 3 ระดับ คือ 15, 25 และ 35 กรัมต่อครั้ง
- ตำแหน่งของกระชัง หรือ Block โดยจะแบ่งเป็น Block 1 เรียกว่า บริเวณไกลฝั่ง และ Block 2 เรียกว่า บริเวณใกล้ฝั่ง

3. การทดลองเสริม เป็นการทดลองที่ศึกษาเพิ่มเติมจากการทดลองหลัก คือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ให้อาหาร, ปริมาณการให้อาหาร และความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10, 20 และ 30 วัน ในช่วง 1 เดือน (ปลาทับทิมเริ่มตั้งแต่อายุ 4 เดือน จนถึง 5 เดือน) โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) ซึ่งมีตัวแปรตาม (Y) คือ น้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ วันที่ 10, 20 และ 30 ในช่วง 1 เดือน และตัวแปรอิสระที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3 ตัวแปร ได้แก่

- ความถี่ในการให้อาหาร (X_1) คือ 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน
- ปริมาณการให้อาหาร (X_2) คือ 15, 25 และ 35 กรัมต่อครั้ง
- ระยะเวลาที่ให้อาหารในช่วง 1 เดือน (X_3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

1. ตำแหน่งของกระชัง หรือ Block ไม่มีผลต่อน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น จึงกลายเป็นการทำซ้ำของการทดลอง

2. ปริมาณการให้อาหารในปัจจุบัน คือ 25 กรัมต่อครั้ง หลังจากการสอบถามทางสถานประกอบการกรณีศึกษาผู้จัดทำจึงได้ทำการเพิ่มและลดปริมาณการให้อาหาร 10 กรัมต่อครั้ง จึงเป็น 15, 25 และ 35 กรัมต่อครั้งต่อปลา 20 ตัว (และอ้างอิงจากผลการทดลองย่อย)

3. ความถี่ในการให้อาหารในปัจจุบัน คือ 3 ครั้งต่อวัน หลังจากการสอบถามทางสถานประกอบการกรณีศึกษาผู้จัดทำจึงได้ทำการเพิ่มและลดความถี่ในการให้ 1 ครั้งต่อวัน จึงเป็น 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน

3.4 การเตรียมการทดลอง

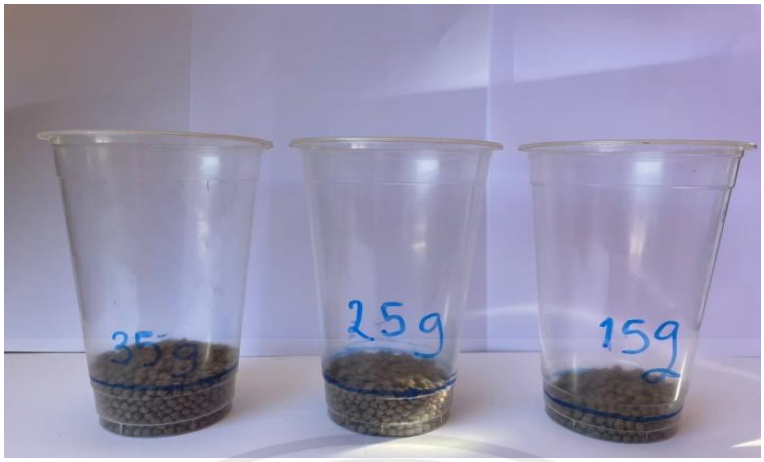
3.4.1 การเตรียมการทดลองในแต่ละการทดลอง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองย่อย, การทดลองหลัก และการทดลองเสริม โดยในแต่ละการทดลองนั้นมีการเตรียมการทดลอง ดังนี้

1. การทดลองย่อย ทำการศึกษาทั้งหมด 3 ช่วงอายุ ได้แก่ ปลาอายุ 4, 4.5 และ 5 เดือน จำนวน 300 ตัว (ช่วงอายุละ 100 ตัว) ทำการชั่งน้ำหนักปลาทับทิมอายุ 4 เดือน ให้มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.100-0.300 กิโลกรัมต่อตัว อายุ 4.5 เดือน ให้มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.250-0.450 กิโลกรัมต่อตัว และปลาทับทิมอายุ 5 เดือน ให้มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.450-0.650 กิโลกรัมต่อตัว และทำการเลี้ยงในกระชังต่อการทำการทดลอง 1 ช่วงอายุ จำนวน 1 กระชังใหญ่ ขนาด 3x3x1.5 เมตร โดยแบ่งกระชังออกเป็น 5 ช่อง ขนาด 1x1x1.5 เมตร เพื่อเลี้ยงปลาทับทิมช่องละ 20 ตัว

2. การทดลองหลักและการทดลองเสริม ทำการศึกษาปลาทับทิมอายุ 4 เดือน โดยทำการชั่งน้ำหนักปลาทับทิมให้มีน้ำหนักให้อยู่ในช่วง 0.100-0.300 กิโลกรัมต่อตัว และทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กระชังใหญ่ ขนาด 3x3x1.5 เมตร โดยสามารถแบ่งกระชังใหญ่ 1 กระชัง ออกเป็น 9 ช่อง ขนาด 1x1x1.5 เมตร และทำการเตรียมปริมาณอาหารตามระดับปัจจัยการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ปริมาณอาหารตามระดับปัจจัยของการทดลองหลัก

3.4.2 การเตรียมปริมาณอาหาร

การเตรียมปริมาณอาหารตามระดับปัจจัยเพื่อใช้สำหรับการกำหนดปริมาณการให้อาหารปลาทับทิมในการทดลองหลักและการทดลองเสริมนั้น มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ทำการหักค่าน้ำหนักของแก้วพลาสติก

2. นำแก้วพลาสติกไปวางบนเครื่องชั่งพลาสติกแล้วทำการตักอาหารใส่แก้วพลาสติกตามระดับปริมาณอาหารที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 การชั่งปริมาณอาหารตามระดับปัจจัยของการทดลองหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำสัญลักษณ์และเขียนปริมาณอาหารไว้กับแก้วพลาสติกเพื่อให้ผู้ที่ทำการทดลองสังเกตได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 การทำสัญลักษณ์และเขียนปริมาณอาหารของการทดลองหลัก

3.4.3 วิธีการชั่งน้ำหนักปลาทับทิม

วิธีการชั่งน้ำหนักปลาทับทิมสำหรับการทดลองย่อย, การทดลองหลัก และการทดลองเสริม จะมีวิธีการที่เหมือนกัน โดยสามารถทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การเตรียมปลาอายุที่จะทดลอง คือ ปลาอายุ 4 เดือน สำหรับการทดลองหลักและการทดลองเสริม และปลาอายุ 4, 4.5 และ 5 เดือน สำหรับการทดลองย่อย โดยทำการตักปลาทับทิมขึ้นมาบริเวณผิวน้ำ จำนวนครั้งละ 20 ตัว เพื่อทำการวัดน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 การตักปลาทับทิมขึ้นมาบริเวณผิวน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จัดเตรียมกะละมังใส่น้ำพอประมาณ และทำการวางบนเครื่องชั่งดิจิตอลเพื่อทำการหักน้ำหนักของน้ำในภาชนะและน้ำหนักของภาชนะ ดังแสดงในรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 การจัดเตรียมเครื่องชั่งดิจิตอล

3. นำปลาทับทิมมาวางในภาชนะที่มีการใส่น้ำทีละตัวและทำการวางบนเครื่องชั่งดิจิตอล ดังแสดงในรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 การนำปลาทับทิมมาชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บันทึกน้ำหนักปลาทีละตัวลงในสมุดจดบันทึก โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็นข้อมูลการทดลองย่อย การทดลองหลักและการทดลองเสริม ในหน่วยกิโลกรัม ดังแสดงในรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 การบันทึกน้ำหนักปลาจากการชั่งบนเครื่องชั่งดิจิตอล

5. นำปลาทับทิมที่ทำการชั่งน้ำหนักปลาเสร็จไปใส่ถังพลาสติกที่จัดเตรียมน้ำไว้ในถังพอประมาณ ดังแสดงในรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 การนำปลาทับทิมที่ชั่งน้ำหนักเสร็จแล้วใส่ถังพลาสติก

6. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-5 จนครบ 20 ครั้ง (ใช้ปลาทับทิมสำหรับการทดลองช่องย่อยละ 20 ตัว)

7. นำปลาทับทิมทั้งหมด 20 ตัว ในถังพลาสติกต่อ 1 ช่องย่อย ไปใส่ในกระชังที่เตรียมไว้สำหรับการทดลองจนครบ โดยแบ่งออกเป็นการทดลองหลักและการทดลองเสริมจำนวน 9 ช่องย่อย จำนวน 2 Block รวมช่องย่อยของการทดลองหลักและการทดลองเสริมจำนวน 18 ช่องย่อย และการทดลองย่อยจำนวน 5 ช่องย่อย ทำการทดลอง 3 ช่วงอายุ รวมช่องการทดลองย่อยทั้งหมด 15 ช่องย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. นำข้อมูลน้ำหนักปลาที่บันทึกไว้ในสมุดจดบันทึกมาใส่ลงตารางข้อมูลการทดลองย่อย, การทดลองหลัก และการทดลองเสริมในโปรแกรม Microsoft Excel

3.4.4 วิธีการแบ่งกระชังย่อย

วิธีการแบ่งกระชังย่อยสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในการทดลองย่อย, การทดลองหลัก และการทดลองเสริม จะมีวิธีการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการแบ่งกระชังย่อยในแต่ละการทดลอง ได้แก่

- ท่อ PVC ขนาด 1.5 นิ้ว ยาว 3 เมตร จำนวน 8 ท่อต่อกระชัง
- ตาข่ายการทดลองหลักขนาด 1×3 เมตร จำนวน 8 ชิ้นต่อกระชัง เพื่อทำการขึงติดกับท่อ PVC
- สายรัดสายไฟเพื่อเป็นสิ่งที่ยึดติดตาข่ายกับท่อ PVC จำนวน 500 เส้น
- กระชังขนาด 3×3 เมตร จำนวน 3 กระชัง ที่สถานประกอบการใช้ในการเลี้ยงปลาทับทิมมาเพื่อแบ่งช่องให้เหลือขนาด 1×1 เมตร กระชังละ 9 ช่องย่อย รวมทั้งหมด 27 ช่องย่อย

2. วัดความยาวท่อเพื่อทำการกำหนดระยะของการยึดกระชัง ดังแสดงในรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 การวัดความยาวท่อสำหรับทำกระชังย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำตาข่ายมาตัดออกเป็นขนาด 1×3 เมตร จำนวน 8 ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 การตัดตาข่ายสำหรับทำกระชังย่อย

4. นำตาข่ายขนาด 1x3 เมตร ยึดติดกับท่อ PVC ยึดโดยสายรัดสายไฟ ดังแสดงในรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 นำตาข่ายมายึดติดกับท่อ PVC ด้วยสายรัดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อยึดตาข่ายและท่อ PVC เข้าด้วยกันแล้วนำไปติดกับกระชังขนาด 3×3 เมตร โดยแบ่งขนาดกระชัง ออกเป็นช่องย่อยละ 1×1 เมตร การทดลองหลักจะมีช่องย่อยทั้งหมด 9 ช่องย่อย และการทดลองย่อยทั้งหมด 6 ช่องย่อย โดยสายรัดสายไฟ ดังแสดงในรูปที่ 3.15

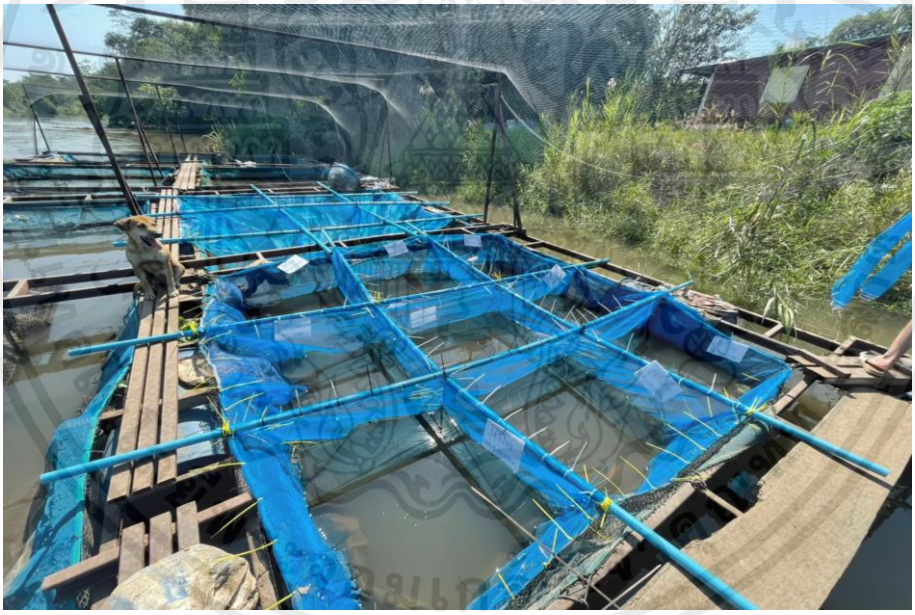
รูปที่ 3.15 นำท่อ PVC ที่ติดตาข่ายเรียบร้อยแล้วมาติดกับกระชัง

6. ทำซ้ำข้อ 1-3 รวมทั้งหมด 3 กระชัง โดยการทดลองหลักทั้งหมด 2 กระชัง แบ่งช่องออกเป็นทั้งหมด 18 ช่อง คือการทดลอง Block 1 จำนวน 9 ช่องและ Block 2 จำนวน 9 ช่องและ การทดลองย่อยทั้งหมด 1 กระชัง แบ่งช่องออกเป็น 6 ช่อง

7. นำกระชังที่ทำการแบ่งช่องย่อยเสร็จเรียบร้อยแล้วลงไปในแม่น้ำในบริเวณที่จัดเตรียมไว้ และทำการติดป้ายเพื่อประกาศระดับปัจจัยปริมาณอาหารและความถี่ในการให้อาหารกับกำไว้ในแต่ละช่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.16 และ รูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 กระชังในที่แบ่งช่องเรียบร้อยและติดป้ายบอกระดับปัจจัย



รูปที่ 3.17 กระชังในที่แบ่งช่องเรียบร้อยและติดป้ายบอกระดับปัจจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองย่อย, การทดลองหลัก และการทดลองเสริม โดยวิธีการดำเนินงานในแต่ละการทดลองมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.5.1 วิธีการดำเนินงานของการทดลองย่อย

การทดลองย่อย เป็นการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณอาหารที่เหมาะสมสำหรับปลาทับทิม 3 ช่วงอายุ คือ ปลาทับทิมอายุ 4, 4.5 และ 5 เดือน โดยปลาทับทิม 1 ช่วงอายุจะทำการทดลอง 5 ช่องย่อย (5 ซ้ำ) ช่องย่อยละ 20 ตัว ให้อาหารปลาทับทิมจนอิ่มโดยมีความถี่ในการให้ 3 มื้อ คือ 9:00 น., 12:00 น. และ 15:00 น. มีวิธีการทดลอง ดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักแก้วเปล่าด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลเพื่อหักลบค่าน้ำหนักของแก้ว
2. ใส่ปริมาณอาหารลงในแก้วที่ทำการเตรียมไว้และนำไปชั่งบนเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ดังแสดงในรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 ชั่งน้ำหนักของอาหารก่อนให้ปลาทับทิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการให้อาหารปลาทีละช่องและให้ปริมาณอาหารครั้งละน้อยน้อย ทำการสังเกตการณ์กินอาหารของปลา จนกว่าปลาจะอิ่ม (อาหารลอยและปลาบ้วนอาหารออกมา) ดังแสดงในรูปที่ 3.19

รูปที่ 3.19 ให้อาหารปลาทับทิมในการทดลองย่อย

4. หลังจากให้อาหารปลาจนอิ่มนำแก้วที่ทำการใส่อาหารปลามาชั่งน้ำหนักปริมาณอาหารที่เหลือบนเครื่องชั่งอันเดิมในข้อที่ 1 และทำการเก็บค่า

5. ทำซ้ำข้อที่ 1-4 จำนวน 15 ครั้ง (3 มื้อ จำนวน 5ซ้ำ)

3.5.2 วิธีการดำเนินงานของการทดลองหลักและการทดลองเสริม

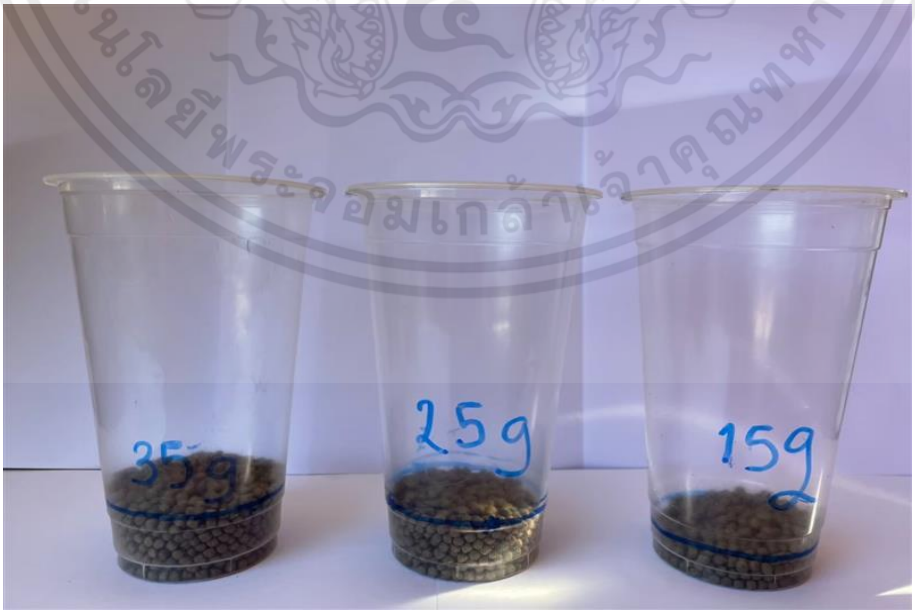
การทดลองหลักและการทดลองเสริม เป็นการทดลองเพื่อศึกษาระดับปัจจัยของจำนวนความถี่ในการให้อาหารต่อวันและปริมาณอาหารในการให้ต่อครั้งที่เหมาะสมสำหรับปลาอายุ 4 เดือน จนถึง 5เดือน (ระยะเวลาการทดลอง 1 เดือน) ทำการเลี้ยงปลาในกระชัง 2 ตำแหน่ง คือ บริเวณไกลฝั่งและใกล้ฝั่ง โดยมีเงื่อนไขการทดลอง 9 เงื่อนไขต่อตำแหน่งการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง ซึ่งเงื่อนไขการทดลองมีการกำหนดระดับปัจจัยของจำนวนความถี่ในการให้อาหารเพื่อทำการศึกษา ทั้งหมด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน โดยกำหนดเวลาในการให้อาหาร คือ 9:00 น., 12:00 น., 15:00 น. และ 18:00 น. และปัจจัยเรื่องปริมาณการให้อาหาร มีทั้งหมด 3 ระดับ คือ 15, 25 และ 35 กรัมต่อครั้ง โดยมีวิธีการทดลอง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการชั่งปริมาณอาหารที่จะให้สำหรับการทดลองหลัก เนื่องจากใช้แก้วพลาสติกใสในการให้อาหาร จึงต้องชั่งน้ำหนักอาหารในแก้วพลาสติกให้ถึงถึงระดับปัจจัยที่กำหนด คือ 15, 25 และ 35 กรัม จากนั้นทำเครื่องหมายที่แก้วพลาสติกที่ปริมาณอาหารที่ชั่งได้ ณ ระดับปัจจัยนั้น ๆ ดังแสดงในรูป 3.20

รูปที่ 3.20 ชั่งปริมาณอาหาร

2. เมื่อถึงเวลาให้อาหารปลาทับทิมในกระชังตามเงื่อนไขการทดลอง จะต้องเตรียมอาหารใส่แก้วที่มีการกำหนดปริมาณอาหารตามเงื่อนไขการทดลองของแต่ละช่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ปริมาณอาหารในระดับปัจจัยต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการให้อาหารปลาตามเงื่อนไขการทดลองโดยมีความถี่ในการให้อาหารปลาที่กำหนดในแต่ละช่องย่อย คือ 9:00 น., 12:00 น., 15:00 น. และ18:00 น. และปริมาณอาหารที่กำหนดในแต่ละช่อง คือ 15, 25 และ 35 กรัม จนครบทั้งหมด 18 ช่องย่อย (2 ตำแหน่ง ตำแหน่งละ 9 เงื่อนไข) ดังแสดงในรูปที่ 3.22

รูปที่ 3.22 ให้อาหารปลาทับทิมในกระชัง

4. ทำซ้ำข้อ 2-3 จนครบ 30วัน (ระยะเวลาในการทดลอง)

5. ทำการชั่งน้ำหนักปลาทับทิมทีละช่องจนครบทั้งหมด 18 ช่องย่อย โดยทำการชั่งน้ำหนักทุก ๆ 10 วัน คือ ในวันที่ 10, 20 และ 30 ของการทดลองและทำการบันทึกผล

3.6 การออกแบบตารางการเก็บข้อมูล

จากการสอบถามความสำคัญและความต้องการของสถานประกอบการ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณการให้อาหารและความถี่ในการให้อาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง เพื่อตอบข้อสงสัยของผู้ประกอบการและเพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) ในการทดลองหลัก และแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองย่อย, การทดลองหลัก และการทดลองเสริม โดยจะมีรายละเอียดของแต่ละการทดลอง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 การออกแบบตารางการเก็บข้อมูลของการทดลองย่อย

การทดลองย่อย คือ การทดลองเพื่อศึกษาปริมาณอาหารที่ปลาแต่ละช่วงอายุ ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน กินจนอิ่ม เพื่อนำไปกำหนดระดับปริมาณการให้อาหารในการทดลองหลัก โดยใช้ปลาทับทิมในการทดลองจำนวน 300 ตัว (ช่วงอายุละ 100 ตัว) ทำการทดลองช่องย่อยละ 20 ตัว รวมทั้งหมด 5 ช่องย่อย มีความถี่ในการให้อาหาร คือ 3 ครั้งต่อวัน ซึ่งผู้จัดทำจะดำเนินการสังเกตปริมาณอาหารที่ให้ปลาทับทิมจนกว่าปลาทับทิมจะอิ่ม และทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ปลาทับทิมในแต่ละช่องย่อยกินจนอิ่มเพื่อหาปริมาณอาหารเฉลี่ยที่เหมาะสม ดังตารางที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 ตามลำดับช่วงอายุ

ตารางที่ 3.1 การเก็บข้อมูลการให้อาหารปลาในแต่ละช่วงเวลาของปลาอายุ 4 เดือน

ปริมาณอาหารของปลาอายุ 4 เดือน			
ช่องที่	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อ 20 ตัว)	ปริมาณอาหารเฉลี่ย (กรัม)
ชุดที่ 1	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 2	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 3	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 4	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 5	9:00		
	12:00		
	15:00		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การเก็บข้อมูลการให้อาหารปลาในแต่ละช่วงเวลาของปลาอายุ 4.5 เดือน

ปริมาณอาหารของปลาอายุ 4.5 เดือน			
ช่องที่	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อ 20 ตัว)	ปริมาณอาหารเฉลี่ย (กรัม)
ชุดที่ 6	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 7	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 8	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 9	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 10	9:00		
	12:00		
	15:00		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 การเก็บข้อมูลการให้อาหารปลาในแต่ละช่วงเวลาของปลาอายุ 5 เดือน

ปริมาณอาหารของปลาอายุ 5 เดือน			
ช่องที่	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อ 20 ตัว)	ปริมาณอาหารเฉลี่ย (กรัม)
ชุดที่ 11	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 12	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 13	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 14	9:00		
	12:00		
	15:00		
ชุดที่ 15	9:00		
	12:00		
	15:00		

หมายเหตุ จำนวนปลาทับทิมสำหรับการทดลอง คือ 20 ตัวต่อช่องย่อย

3.6.2 การออกแบบตารางการเก็บข้อมูลของการทดลองหลัก

การทดลองหลัก คือ การทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณอาหารและจำนวนความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลตอบแทนให้กับสถานประกอบการ โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) ที่มีแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design (RCBD)) ที่หน่วยทดลองหลัก (Main Plot) คือ ความถี่ในการให้อาหาร และหน่วยทดลองย่อย (Sub Plot) คือ ปริมาณอาหาร โดยทำการศึกษาปลาช่วงอายุ 4 เดือน จนถึง 5 เดือน (ระยะเวลาการทดลอง 1 เดือน) จำนวน 360 ตัว และทำการวิเคราะห์หาปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณอาหารและความถี่ในการให้อาหาร ซึ่งแต่ละปัจจัยมีจำนวนระดับของแต่ละปัจจัย ดังนี้

- ปัจจัยเนื่องจากความถี่ในการให้อาหาร มีระดับของปัจจัย 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน
- ปัจจัยเนื่องจากปริมาณการให้อาหาร มีระดับของปัจจัย 3 ระดับ คือ 15, 25 และ 35 กรัมต่อครั้ง

มีการกำหนดเวลาในการให้อาหารสำหรับปัจจัยเนื่องจากความถี่ในการให้อาหารทั้งหมด 4 ช่วงเวลา ได้แก่ 9:00 น., 12:00 น., 15:00 น. และ 18:00 น. โดยทำการพิจารณาตำแหน่งกระชังสามารถแบ่งออกได้ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block (จำนวนซ้ำ 2 ครั้ง) คือ บริเวณไกลฝั่งจำนวน 9 หน่วยการทดลอง และบริเวณใกล้ฝั่ง จำนวน 9 หน่วยการทดลอง รวมหน่วยการทดลองทั้งสิ้น 18 หน่วยการทดลอง ซึ่งมีเงื่อนไขการทดลองดังตารางที่ 3.4 มีการกำหนดตำแหน่งในการทดลองให้อาหารปลาทับทิมโดยการกำหนดปริมาณอาหารและความถี่ในการให้อาหาร ทำการเลือกตำแหน่งด้วยวิธีการสุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 3.23 และ 3.24 ตามลำดับตำแหน่งกระชัง และทำการชั่งน้ำหนักปลาทับทิมต่อกระชัง ในวันที่ 0 และ 30 ของการทดลองเพื่อหาน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับตำแหน่งกระชัง เพื่อนำไปเปรียบเทียบหาปริมาณอาหารและความถี่ในการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับปลาอายุ 4 เดือน จนถึง 5 เดือน (ทำการเลี้ยง 1 เดือน) ที่ส่งผลต่อตอบแทนให้กับสถานประกอบการ ดังตารางที่ 3.7 และ 3.8 ตามลำดับตำแหน่งกระชัง

ตารางที่ 3.4 เงื่อนไขการทดลองของการทดลองหลัก

Combination	ความถี่ในการให้ (ครั้งต่อวัน)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อครั้ง)
1	2	25
2		35
3		15
4	3	25
5		35
6		15
7	4	25
8		35
9		15

ทางเดิน			
แม่น้ำ	9	8	7
	4	5	6
	3	2	1
			ทางเดิน

รูปที่ 3.23 ภาพ Top View ตำแหน่งการทดลองของ Block 1 (บริเวณไกลฝั่ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเดิน	9	8	7	ฝั่ง
	4	5	6	
	3	2	1	

รูปที่ 3.24 ภาพ Top View ตำแหน่งการทดลองของ Block 2 (บริเวณใกล้ฝั่ง)

หมายเหตุ ปริมาณอาหารปลาและความถี่ในแต่ละช่องมีความแตกต่างกันดังนี้

- ช่องหมายเลข 1 คือ เงื่อนไขการทดลองที่ 5 ให้อาหาร 3 ครั้ง ครั้งละ 35 กรัม
- ช่องหมายเลข 2 คือ เงื่อนไขการทดลองที่ 6 ให้อาหาร 3 ครั้ง ครั้งละ 15 กรัม
- ช่องหมายเลข 3 คือ เงื่อนไขการทดลองที่ 4 ให้อาหาร 3 ครั้ง ครั้งละ 25 กรัม
- ช่องหมายเลข 4 คือ เงื่อนไขการทดลองที่ 1 ให้อาหาร 2 ครั้ง ครั้งละ 25 กรัม
- ช่องหมายเลข 5 คือ เงื่อนไขการทดลองที่ 2 ให้อาหาร 2 ครั้ง ครั้งละ 35 กรัม
- ช่องหมายเลข 6 คือ เงื่อนไขการทดลองที่ 3 ให้อาหาร 2 ครั้ง ครั้งละ 15 กรัม
- ช่องหมายเลข 7 คือ เงื่อนไขการทดลองที่ 7 ให้อาหาร 4 ครั้ง ครั้งละ 35 กรัม
- ช่องหมายเลข 8 คือ เงื่อนไขการทดลองที่ 9 ให้อาหาร 4 ครั้ง ครั้งละ 15 กรัม
- ช่องหมายเลข 9 คือ เงื่อนไขการทดลองที่ 8 ให้อาหาร 4 ครั้ง ครั้งละ 25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ตารางเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาวันที่เริ่มต้น วันสุดท้ายของการทดลอง Block 1

Block 1 (ไกลฝั่ง)			
Combination	วันที่ 0	วันที่ 30	
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัมต่อ 20 ตัว)	น้ำหนักปลา (กิโลกรัมต่อ 20 ตัว)	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัมต่อ 20 ตัว)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

ตารางที่ 3.6 ตารางเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาวันที่เริ่มต้น วันสุดท้ายของการทดลอง Block 2

Block 2 (ใกล้ฝั่ง)			
Combination	วันที่ 0	วันที่ 30	
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัมต่อ 20 ตัว)	น้ำหนักปลา (กิโลกรัมต่อ 20 ตัว)	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัมต่อ 20 ตัว)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

หมายเหตุ จำนวนปลาทับทิมสำหรับการทดลอง คือ 20 ตัวต่อเงื่อนไขการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 การหาปริมาณและความถี่ที่เหมาะสมทำให้กำไรสูงสุดของ Block 1 (ไกลฝั่ง)

Block 1 (ไกลฝั่ง)						
Combination	ความถี่ในการให้ (ครั้งต่อ 20 ตัว)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อ 20 ตัว)	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัมต่อกระชัง จำนวนปลา 20 ตัว)	ต้นทุนค่าอาหารต่อเดือน (บาทต่อ 20ตัว)	รายได้ (บาทต่อ 20ตัว)	กำไร (บาทต่อ 20 ตัว)
1	2	25				
2		35				
3		15				
4	3	25				
5		35				
6		15				
7	4	25				
8		35				
9		15				

ตารางที่ 3.8 การหาปริมาณและความถี่ที่เหมาะสมทำให้กำไรสูงสุดของ Block 2 (ใกล้ฝั่ง)

Block 2 (ใกล้ฝั่ง)						
Combination	ความถี่ในการให้ (ครั้งต่อ 20 ตัว)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อ 20 ตัว)	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัมต่อกระชัง จำนวนปลา 20 ตัว)	ต้นทุนค่าอาหารต่อเดือน (บาทต่อ 20ตัว)	รายได้ (บาทต่อ 20ตัว)	กำไร (บาทต่อ 20 ตัว)
1	2	25				
2		35				
3		15				
4	3	25				
5		35				
6		15				
7	4	25				
8		35				
9		15				

หมายเหตุ จำนวนปลาทับทิมสำหรับการทดลอง คือ 20 ตัวต่อเงื่อนไขการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การออกแบบตารางการเก็บข้อมูลของการทดลองเสริม

การทดลองเสริม คือ การทดลองที่ศึกษาเพิ่มเติมจากการทดลองหลัก เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ให้อาหาร, ปริมาณอาหาร และความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10, 20 และ 30 วัน ในช่วง 1 เดือน (ปลาทับทิมเริ่มตั้งแต่อายุ 4 เดือน จนถึง 5 เดือน) โดยทำการเก็บน้ำหนักปลาในวันเริ่มต้นการทดลองและน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ วันที่ 10, 20 และ 30 ของการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.9 และ 3.10

ตารางที่ 3.9 การเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาและน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น Block 1 (ไกลฝั่ง)

Block 1 (ไกลฝั่ง)							
Combination	วันที่ 0	วันที่ 10		วันที่ 20		วันที่ 30	
	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 การเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาและน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น Block 2 (ใกล้ฝั่ง)

Block 2 (ใกล้ฝั่ง)							
Combination	วันที่ 0	วันที่ 10		วันที่ 20		วันที่ 30	
	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

หมายเหตุ จำนวนปลาทับทิมสำหรับการทดลอง คือ 20 ตัวต่อเงื่อนไขการทดลอง, ตารางเก็บข้อมูลแยกตามตำแหน่งพื้นที่กระชัง (Block)

3.7 การสรุปแผนกลยุทธ์ทั้ง 3 การทดลอง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองย่อย, การทดลองหลัก และการทดลองเสริม โดยสามารถสรุปแผนกลยุทธ์ทั้ง 3 การทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 สรุปแผนกลยุทธ์ทั้ง 3 การทดลอง

	การทดลองย่อย	การทดลองหลัก	การทดลองเสริม
1. วัตถุประสงค์	1. เพื่อศึกษาปริมาณอาหารที่ปลาแต่ละช่วงอายุ ได้แก่ 4, 4.5, 5 เดือน กินจนอิ่ม เพื่อนำไปกำหนดระดับปริมาณการให้อาหารในการทดลองหลัก 2. เพื่อศึกษาและสร้างโมเดลความสัมพันธ์ของอายุปลาทับทิมกับปริมาณการให้อาหาร	เพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณอาหารและจำนวนความถี่ความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น พร้อมกำหนดระดับของปัจจัยดังกล่าวที่เหมาะสมนำไปสู่การเพิ่มผลตอบแทนสูงสุดให้กับสถานประกอบการ	เป็นส่วนที่มาเสริมการทดลองหลักเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ให้อาหารกับน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10, 20 และ 30 วัน ในช่วง 1 เดือน นำไปสู่การทำนายน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น
2. ตัวแปรตาม (y)	ปริมาณการให้อาหารปลาทับทิมในแต่ละช่วงอายุ	น้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยเริ่มต้น	น้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ วันที่ 10, 20 และ 30
3. ตัวแปรอิสระ (x)	ช่วงอายุของปลาทับทิม ได้แก่ 4, 4.5, 5 เดือน	X_1 = ความถี่ในการให้อาหาร 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน X_2 = ปริมาณอาหาร 15, 25 และ 35 กรัม	X_1 = ระยะเวลาที่ให้อาหารในช่วง 1 เดือน X_2 = ปริมาณอาหาร 15, 25 และ 35 กรัม X_3 = ความถี่ในการให้อาหาร 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน
4. เทคนิคที่ใช้	ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis)	ใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design)	โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis)
5. การเตรียมการ - อายุปลาที่ทดลอง - จำนวนปลาที่ใช้ทดลอง	- อายุปลา 4, 4.5 และ 5 เดือน - ใช้ปลาในการทดลอง 100 ตัว	- อายุปลาเริ่มการทดลอง 4 เดือน - ใช้ปลาในการทดลอง 180 ตัวต่อ Block รวม 2 Block ใช้ปลาทั้งสิ้น 360 ตัว	- อายุปลาเริ่มการทดลอง 4 เดือน - ใช้ปลาในการทดลอง 180 ตัวต่อ Block รวม 2 Block ใช้ปลาทั้งสิ้น 360 ตัว
- จำนวนช่องที่ใช้ทดลอง	- ใช้จำนวนช่อง 5 ช่อง ช่องละ 20 ตัว	- ใช้จำนวนช่อง 9 ช่องต่อ Block รวม 2 Block ใช้จำนวนช่องทั้งสิ้น 18 ช่อง	- ใช้จำนวนช่อง 9 ช่องต่อ Block รวม 2 Block ใช้จำนวนช่องทั้งสิ้น 18 ช่อง
- น้ำหนักปลาทับทิม	- อายุ 4 เดือน น้ำหนัก 0.100-0.300 กิโลกรัม - อายุ 4.5 เดือน น้ำหนักช่วง 0.250-0.450 กิโลกรัม - อายุ 5 เดือน น้ำหนักช่วง 0.450-0.650 กิโลกรัม	- น้ำหนักปลาช่วง 0.100-0.300 กิโลกรัม	- น้ำหนักปลาช่วง 0.100-0.300 กิโลกรัม
- ระยะเวลาในการทดลอง	- แต่ละช่วงอายุของปลาทับทิมใช้ระยะเวลาทดลอง 1 วัน	- ใช้ระยะเวลาทดลอง 1 เดือน เมื่อทดลองเสร็จอายุปลาจะได้ 5 เดือน	- ใช้ระยะเวลาทดลอง 1 เดือน เมื่อทดลองเสร็จอายุปลาจะได้ 5 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลวิเคราะห์การดำเนินการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของผลวิเคราะห์การดำเนินการ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. การทำการทดลองและเก็บผลของการทดลองย่อย
2. การวิเคราะห์ผลของการทดลองย่อย
3. การทำการทดลองและเก็บผลของการทดลองหลัก
4. การวิเคราะห์ผลของการทดลองหลัก
5. การทำการทดลองและเก็บผลของการทดลองเสริม
6. การวิเคราะห์ผลของการทดลองเสริม

4.1 การทำการทดลองและเก็บผลของการทดลองย่อย

การทดลองย่อย คือ การทดลองเพื่อศึกษาปริมาณอาหารที่ปลาแต่ละช่วงอายุ ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน กินจนอิ่ม เพื่อนำไปกำหนดระดับปริมาณการให้อาหารในการทดลองหลัก โดยใช้ปลาทับทิมในการทดลองจำนวน 300 ตัว (ช่วงอายุละ 100 ตัว) ทำการทดลองช่องย่อยละ 20 ตัว รวมทั้งหมด 5 ช่องย่อย มีความถี่ในการให้อาหาร คือ 3 ครั้งต่อวัน ซึ่งผู้จัดทำจะดำเนินการสังเกตปริมาณอาหารที่ให้ปลาทับทิมจนกว่าปลาทับทิมจะอิ่ม และทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ปลาทับทิมจำนวน 20 ตัว (บันทึกในหน่วยกรัม) ในแต่ละช่องย่อยกินจนอิ่ม เพื่อหาปริมาณอาหารเฉลี่ยที่เหมาะสม โดยผลการทดลองของปลาทับทับทิมอายุ 4, 4.5 และ 5 เดือน จะแสดงในตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

ช่วงเวลาในการให้อาหารปลาทับทิมจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ 9:00 น., 12:00 น. และ 15:00 น. ซึ่งเทียบเท่าเป็นจำนวนซ้ำของการทำซ้ำ คือ 3 ครั้ง เนื่องจากปัจจัยช่วงเวลาในการให้อาหารไม่ได้ถูกนำมาเป็นตัวแปรอิสระในการทดลองนี้ จึงมีปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์เพียงปัจจัยเดียว คือ อายุชองปลาทับทิม โดยหลังจากการให้อาหารปลาทับทิมในแต่ละช่วงอายุครบทุกช่วงเวลาแล้ว จะทำการหาค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารในแต่ละช่วงอายุ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทดลองและเพื่อที่จะสามารถกำหนดระดับปัจจัยในการทดลองหลัก

การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองย่อย มีดังนี้

- ตัวแปรตาม (Y) คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณการให้อาหารปลาทับทิมในแต่ละช่วงอายุ ทั้ง 3 มื้อ (กรัมต่อมื้อ)
- ตัวแปรอิสระ (X) คือ ช่วงอายุของปลาทับทิม ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ การบันทึกผลปริมาณอาหารจากการทดลองจะบันทึกเป็นปริมาณอาหารในแต่ละมื้อ จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยปริมาณการให้อาหารปลาทับทิมในแต่ละช่วงอายุ ทั้ง 3 มื้อ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่มของปลาทับทับทิมอายุ 4 เดือน

4 เดือน ทดลองช่องย่อยละ 20 ตัว			
ชุดปลาทับทิมในช่องย่อย	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อ 20 ตัว)	ปริมาณอาหารเฉลี่ย (กรัมต่อ 20 ตัว)
ชุดที่ 1	9:00	25	21
	12:00	18	
	15:00	20	
ชุดที่ 2	9:00	28	16
	12:00	11	
	15:00	9	
ชุดที่ 3	9:00	22	18
	12:00	22	
	15:00	10	
ชุดที่ 4	9:00	29	23
	12:00	21	
	15:00	20	
ชุดที่ 5	9:00	26	25
	12:00	31	
	15:00	17	

จากผลการทดลองของปลาอายุ 4 เดือน พบว่า ปริมาณการกินอาหารของปลาทับทิมที่มีความถี่ในการให้อาหารง 3 ครั้งต่อวัน ช่องย่อยละ 20 ตัว มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย คือ ช่องที่ 1 ปริมาณเฉลี่ย 21 กรัม, ช่องที่ 2 ปริมาณเฉลี่ย 16 กรัม, ช่องที่ 3 ปริมาณเฉลี่ย 18 กรัม, ช่องที่ 4 ปริมาณเฉลี่ย 23 กรัม และช่องที่ 5 ปริมาณเฉลี่ย 25 กรัม ซึ่งปริมาณอาหารเฉลี่ยทั้งหมด คือ 20.6 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่มของปลาทับทับทิมอายุ 4.5 เดือน

4.5 เดือน ทดลองช่องย่อยละ 20 ตัว			
ชุดปลาทับทิมในช่องย่อย	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อ 20 ตัว)	ปริมาณอาหารเฉลี่ย (กรัมต่อ 20 ตัว)
ชุดที่ 6	9:00	26	24
	12:00	36	
	15:00	10	
ชุดที่ 7	9:00	39	28
	12:00	32	
	15:00	14	
ชุดที่ 8	9:00	38	30
	12:00	27	
	15:00	24	
ชุดที่ 9	9:00	26	26
	12:00	32	
	15:00	20	
ชุดที่ 10	9:00	37	29
	12:00	25	
	15:00	25	

จากผลการทดลองของปลาอายุ 4.5 เดือน พบว่า ปริมาณการกินอาหารของปลาทับทิมกินทั้ง 3 ครั้งต่อวัน ช่องละ 20 ตัว มีปริมาณเฉลี่ยคือ ช่องที่ 1 ปริมาณเฉลี่ย 24 กรัม, ช่องที่ 2 ปริมาณเฉลี่ย 28 กรัม, ช่องที่ 3 ปริมาณเฉลี่ย 30 กรัม, ช่องที่ 4 ปริมาณเฉลี่ย 26 กรัม และช่องที่ 5 ปริมาณเฉลี่ย 29 กรัม ซึ่งปริมาณอาหารเฉลี่ยทั้งหมด คือ 27.4 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองปริมาณอาหารที่ปลากินจนอิ่มของปลาทับทิมอายุ 5 เดือน

5 เดือน ทดลองช่องย่อยละ 20 ตัว			
ชุดปลาทับทิมในช่องย่อย	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อ 20 ตัว)	ปริมาณอาหารเฉลี่ย (กรัมต่อ 20 ตัว)
ชุดที่ 11	9:00	34	33
	12:00	26	
	15:00	38	
ชุดที่ 12	9:00	39	25
	12:00	45	
	15:00	20	
ชุดที่ 13	9:00	35	30
	12:00	24	
	15:00	32	
ชุดที่ 14	9:00	38	34
	12:00	28	
	15:00	36	
ชุดที่ 15	9:00	46	41
	12:00	39	
	15:00	38	

จากผลการทดลองของปลาอายุ 5 เดือน พบว่าปริมาณการกินอาหารของปลาทับทิมกินทั้ง 3 ครั้งต่อวัน ช่องละ 20 ตัว มีปริมาณเฉลี่ยคือ ช่องที่ 1 ปริมาณเฉลี่ย 33 กรัม, ช่องที่ 2 ปรืมาณเฉลี่ย 35 กรัม, ช่องที่ 3 ปริมาณเฉลี่ย 30 กรัม, ช่องที่ 4 ปริมาณเฉลี่ย 34 กรัม และช่องที่ 5 ปริมาณเฉลี่ย 41 กรัม ซึ่งปริมาณอาหารเฉลี่ยทั้งหมด คือ 34.5 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์ผลของการทดลองย่อย

จากการวิเคราะห์ Best Subset Regression โดยการใช้โปรแกรม Minitab ซึ่งปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ คือ ปัจจัยช่วงอายุปลาทับทิม (Age) ในการวิเคราะห์ปริมาณอาหาร (Q) เพื่อเลือกตัวแบบของตัวแปรช่วงอายุปลาทับทิม (Age) และตัวแปรช่วงอายุปลาทับทิม (Age^2) ที่มีผลต่อปริมาณอาหารในรูปสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของ X และ X^2 จะได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 4.1

Response is Q

Vars	R-Sq	R-Sq (adj)	R-Sq (pred)	Mallows Cp	S	Age	Age^2
1	77.6	77.0	75.1	1.0	0.0031444		X
1	77.6	77.0	75.1	1.0	0.0031446	X	
2	77.6	76.5	74.3	3.0	0.0031803	X	X

รูปที่ 4.1 ผลวิเคราะห์ Best Subset Regression ของการทดลองย่อย

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยช่วงอายุของปลาทับทิม Age และ Age^2 ทั้ง 2 ตัวแปร มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 77.6% และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (R^2 (adj)) เท่ากับ 77.0% ซึ่งจะเห็นได้ว่าทั้ง Age และ Age^2 มีค่าเท่ากันดังแสดงในรูปที่ 4.1 จึงสามารถใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงได้ทั้ง 2 แบบ

วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) โดยการใช้โปรแกรม Minitab ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3 เมื่อใช้ค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 พบว่า อายุของปลาทับทิม ส่งผลต่อปริมาณการให้อาหารปลาทับทิมในแต่ละช่วงอายุ สามารถทราบสมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่ใช้ในการอธิบายหรือทำนายปริมาณอาหารที่ปลาทับทิมกินในแต่ละช่วงอายุได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 77.57% และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (R^2 (adj)) เท่ากับ 77.04% ซึ่งสมการถดถอยเชิงเส้นตรงเขียนได้ดังแสดงในสมการที่ (4.1) และสมการที่ (4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-0.03547	0.00519	-6.84	0.000	
Age	0.01400	0.00115	12.19	0.000	1.00

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0031446	77.56%	77.04%	75.12%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	0.001470	0.001470	148.66	0.000
Age	1	0.001470	0.001470	148.66	0.000
Error	43	0.000425	0.000010		
Lack-of-Fit	1	0.000000	0.000000	0.04	0.843
Pure Error	42	0.000425	0.000010		
Total	44	0.001895			

รูปที่ 4.2 ผลวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นตรงของช่วงอายุปลาทับทิม (Age)

สามารถเขียนสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของช่วงอายุปลาทับทิม (Age) เขียนได้รูปแบบตัวแปร X ดังต่อไปนี้

$$Y = -0.03547 + 0.014X \quad (4.1)$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณการให้อาหารปลาทับทิมในแต่ละช่วงอายุ

X คือ ช่วงอายุของปลาทับทิม ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-0.00421	0.00265	-1.59	0.119	
Age^2	0.001555	0.000128	12.19	0.000	1.00

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0031444	77.57%	77.04%	75.12%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	0.001470	0.001470	148.68	0.000
Age^2	1	0.001470	0.001470	148.68	0.000
Error	43	0.000425	0.000010		
Lack-of-Fit	1	0.000000	0.000000	0.04	0.852
Pure Error	42	0.000425	0.000010		
Total	44	0.001895			

รูปที่ 4.3 ผลวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรงของช่วงอายุปลาทับทิม (Age^2)

สามารถเขียนสมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรงของช่วงอายุปลาทับทิม (Age^2) เขียนได้รูปแบบตัวแปร X ได้ดังต่อไปนี้

$$Y = 0.00421 + 0.001555X^2 \quad (4.2)$$

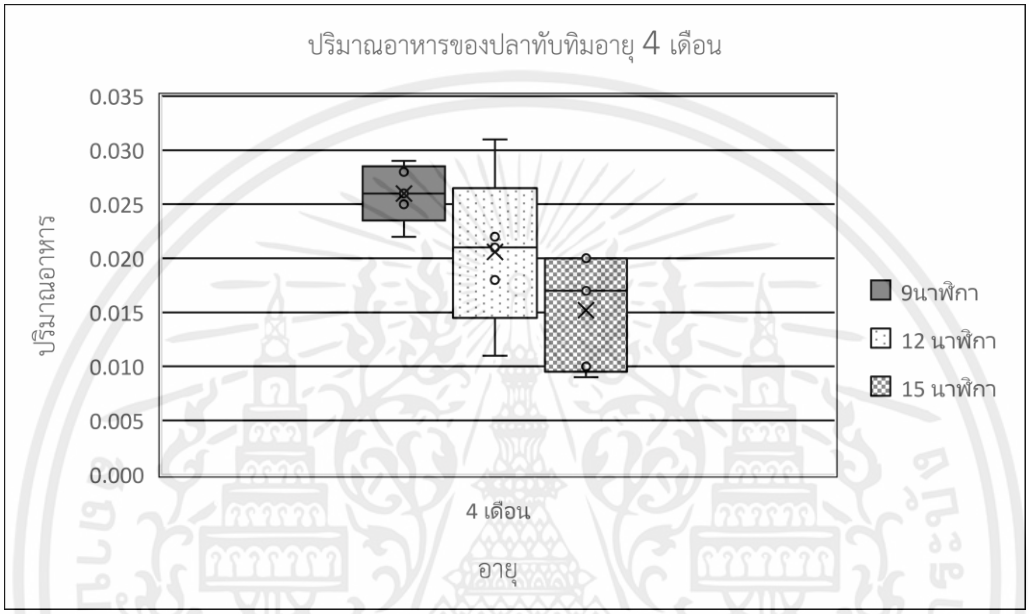
โดยที่ Y คือ ปริมาณการให้อาหารปลาทับทิมในแต่ละช่วงอายุ

X คือ ช่วงอายุของปลาทับทิม ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน

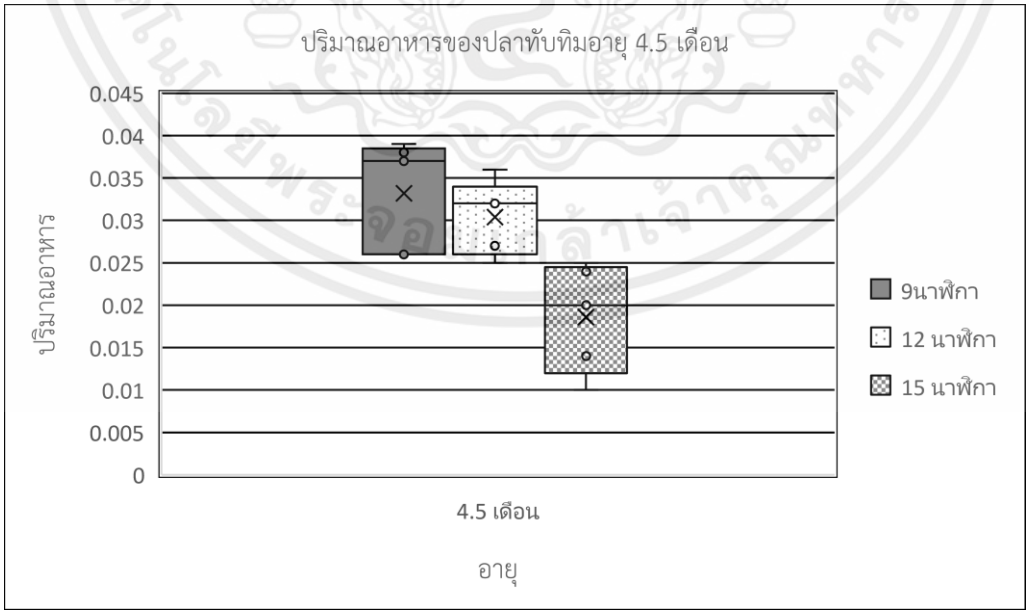
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณอาหารในแต่ละช่วงอายุของปลาทับทิม

เมื่อนำผลการทดลองปริมาณอาหารของแต่ละช่วงอายุของปลาทับทิมมาวิเคราะห์ในโปรแกรม Microsoft Excel วิเคราะห์ในรูปแบบของกราฟ Box Plot เพื่อดูการกระจายตัวของปริมาณอาหารปลาในแต่ละช่วงอายุปลา ซึ่งได้นำข้อมูลของปลาทับทิมในช่วงอายุ 4 เดือน, 4.5 เดือน และ 5 เดือน มาวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

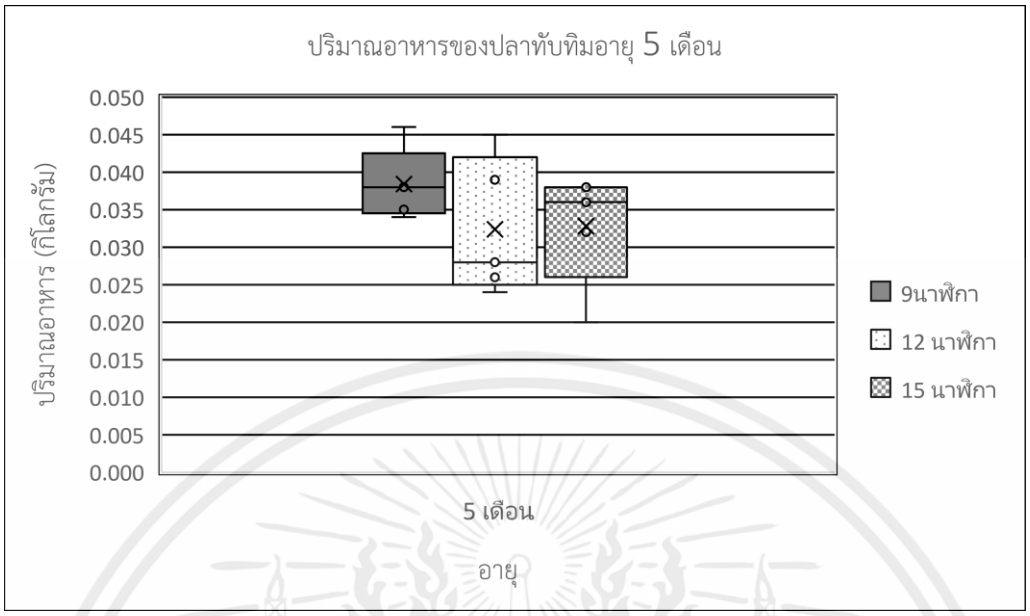


รูปที่ 4.4 ปริมาณอาหารของปลาทับทิมช่วงอายุ 4 เดือน



รูปที่ 4.5 ปริมาณอาหารของปลาทับทิมช่วงอายุ 4.5 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ปริมาณอาหารของปลาทับทิมช่วงอายุ 5 เดือน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลใน Microsoft Excel ปริมาณอาหารของปลาทับทิมช่วงอายุ 4 เดือน และ 4.5 เดือน มาวิเคราะห์ในรูปแบบ Box Plot พบว่า ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่ากลาง (Median) ของเวลา 9:00 น. มากกว่า 12:00 น. และ 12:00 น. มากว่า 15:00 น. จะแสดงให้เห็นว่าข้อมูลตั้งแต่ 9:00 น., 12:00 น. และ 15:00 น. มีแนวโน้มที่ปลาทับทิมจะกินมากที่สุดในมื้อแรกและมีแนวโน้มที่จะกินน้อยลงในมื้อถัดไป และในช่วงอายุ 5 เดือน จะเห็นได้ว่าการกระจายของเวลา 12:00 น. มีการจายตัวมากกว่า 9:00 น. และ 12:00 น. แต่ก็ยังมีแนวโน้มที่ปลาทับทิมกินน้อยลงหลังจากมื้อแรก

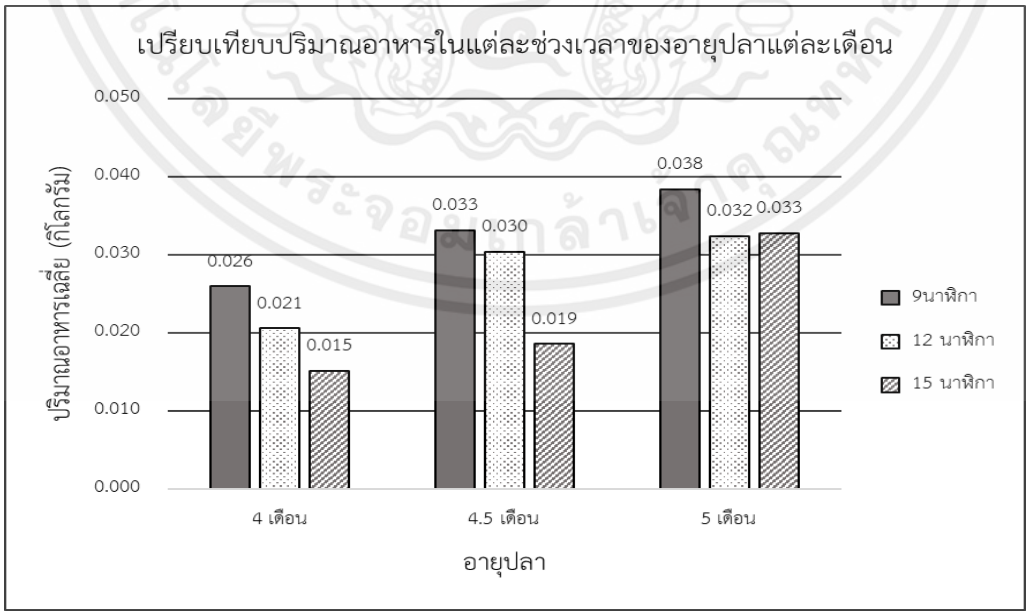
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณอาหารในแต่ละช่วงเวลาในการให้อาหารของปลาทับทิม

เมื่อนำผลการทดลองของปริมาณอาหารเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาการให้อาหารและอายุของปลาทับทิม ดังแสดงในตารางที่ 4.4 สามารถนำมาวิเคราะห์ในรูปแบบของกราฟแผนภูมิแท่ง โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อเปรียบเทียบปริมาณอาหารในแต่ละช่วงเวลาของอายุปลาทับทิมในแต่ละเดือนได้อย่างชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.4 ปริมาณอาหารเฉลี่ยต่อช่วงเวลา

ตารางการทดลองช่องย่อยละ 20 ตัว		
ช่วงอายุปลาทับทิม	ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ปริมาณอาหารเฉลี่ยต่อช่วงเวลา (กรัมต่อ 20 ตัว)
4 เดือน	9:00	0.024
	12:00	0.021
	15:00	0.018
4.5 เดือน	9:00	0.031
	12:00	0.030
	15:00	0.025
5 เดือน	9:00	0.037
	12:00	0.032
	15:00	0.033

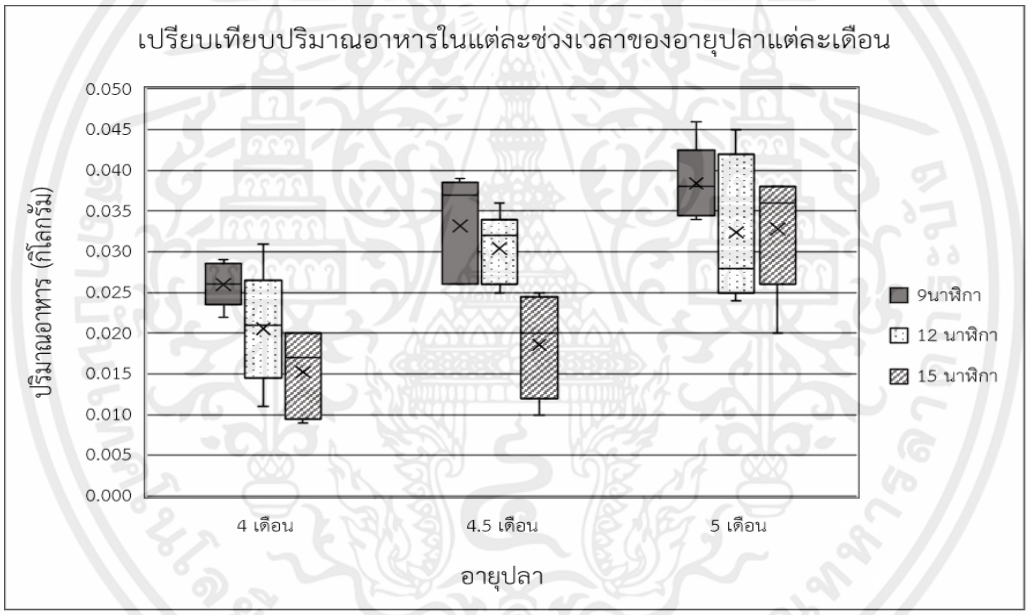


รูปที่ 4.7 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณอาหารในแต่ละช่วงเวลาของอายุปลาทับทิมในแต่ละเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 พบว่า เมื่อปลามีอายุที่เพิ่มขึ้นก็มีแนวโน้มที่จะกินอาหารมากขึ้น โดยสังเกตจากปลาทับทิมอายุ 4 เดือน กินอาหารในเวลา 9:00 น. ในปริมาณ 0.026 กิโลกรัม, ปลาทับทิมอายุ 4.5 เดือน กินอาหารในเวลา 9:00 น. ในปริมาณ 0.033 กิโลกรัม และปลาทับทิมอายุ 5 เดือน กินอาหารในเวลา 9:00 น. ในปริมาณ 0.038 กิโลกรัม และเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลา เมื่อเป็นมื้อแรกของวันปลาทับทิมกินอาหารมากกว่าทุก ๆ มื้อ และมีแนวโน้มที่จะกินอาหารน้อยลง ซึ่งสามารถสังเหตุได้จากกราฟแผนภูมิแท่ง เช่น ปลาทับทิมในช่วงอายุ 4 เดือน ช่วงเวลา 9:00 น. จะกินอาหารในปริมาณ 0.026 กิโลกรัม ช่วงเวลา 12:00 น. จะกินอาหารในปริมาณ 0.021 กิโลกรัม และช่วงเวลา 15:00 น. จะกินอาหารในปริมาณ 0.015 กิโลกรัม

คณะผู้จัดทำได้นำผลปริมาณอาหารเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาและอายุของปลาทับทิมมาวิเคราะห์ในรูปแบบของกราฟ Box Plot เพื่อดูการกระจายตัวของปริมาณอาหารปลาในแต่ละช่วงเวลาและช่วงอายุปลา ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 Box Plot เปรียบเทียบปริมาณอาหารในแต่ละช่วงเวลาของอายุปลาทับทิมในแต่ละเดือน

จากรูปที่ 4.8 พบว่า ปริมาณอาหารที่ปลาทับทิมทั้ง 3 ช่วงอายุ ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน มีแนวโน้มที่จะกินอาหารในปริมาณที่มากขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น เช่น ปริมาณอาหารของปลาทับทิมอายุ 5 เดือน ในช่วงเวลา 9:00 น. มีค่าปริมาณอาหารมากสุด สังเกตจากค่าเฉลี่ย (Mean) และค่ากลาง (Median) สูงกว่าปลาทับทิมอายุ 4.5 เดือน และปลาทับทิมอายุ 4 เดือน และเมื่อเปรียบเทียบแต่ละช่วงเวลาในการกินอาหารของปลาทับทิม 1 วัน พบว่า ปลาทับทิมจะกินอาหารมื้อแรกมากสุดและมีแนวโน้มที่น้อยลงจากมื้อก่อนหน้า สังเกตได้จาก ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่ากลาง (Median) ของปลาทับทิมอายุ 4 เดือน ช่วงเวลา 9:00 น. จะกินอาหารมากกว่า ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่ากลาง (Median) เวลา 12:00 น. และ 15:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองย่อยที่ปลาทับทิมช่วงอายุ 4-5 เดือน กินจนอิ่มของสถานประกอบการกรณีศึกษา ได้ปริมาณอาหารเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.6-34.5 กรัม และค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ 16 และ 41 กรัม ตามลำดับ จากการปรึกษากับผู้ประกอบการจึงสามารถกำหนดระดับปัจจัยด้านปริมาณอาหารที่ปลาทับทิมกินในการทดลองหลักได้ คือ 15, 25 และ 35 กรัม

4.3 การทำการทดลองและเก็บผลของการทดลองหลัก

การทดลองหลัก คือ การทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณอาหารและจำนวนความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลตอบแทนให้กับสถานประกอบการ โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) ที่มีแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design (RCBD)) ที่หน่วยทดลองหลัก (Main Plot) คือ ความถี่ในการให้อาหาร มีระดับของปัจจัย 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน และหน่วยทดลองย่อย (Sub Plot) คือ ปริมาณอาหาร มีระดับของปัจจัย 3 ระดับ คือ 15, 25 และ 35 กรัมต่อครั้ง โดยทำการศึกษาปลาช่วงอายุ 4 เดือน จนถึง 5 เดือน (ระยะเวลาการทดลอง 1 เดือน) จำนวน 360 ตัว โดยแบ่งตำแหน่งกระชังในการทำการทดลองออกเป็น 2 ตำแหน่ง คือ บริเวณไกลฝั่ง(Block1)และบริเวณใกล้ฝั่ง(Block2) และในแต่ละกระชังที่มีตำแหน่งแตกต่างกัน ซึ่งจะทำการทดลองตามเงื่อนไขการทดลองทั้งหมด 9 เงื่อนไขการทดลอง ดังนี้

1. การให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง
2. การให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง
3. การให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง
4. การให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง
5. การให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง
6. การให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง
7. การให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง
8. การให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง
9. การให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง

โดยมีตำแหน่งเงื่อนไขการทดลองในกระชัง ดังแสดงในรูปที่รูป 3.1 (ในบทที่ 3 ศึกษาสภาพปัจจุบันและวิธีการดำเนินงาน) และมีการกำหนดช่วงเวลาในการให้อาหารสำหรับระดับของปัจจัยของหน่วยทดลองหลัก (Main Plot) คือ ความถี่ในการให้อาหาร โดยมีทั้งหมด 4 ช่วงเวลา ได้แก่ 9:00 น., 12:00 น., 15:00 น. และ 18:00 น. ซึ่งมีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ สำหรับการวิเคราะห์หาระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น ดังนี้

- ความถี่ในการให้อาหาร (X_1) เป็นหน่วยทดลองหลัก หรือ Main Plot โดยมีระดับของปัจจัย 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณการให้อาหาร (X_2) เป็นหน่วยทดลองย่อย หรือ Sub Plot โดยมีระดับของปัจจัย 3 ระดับ คือ 15, 25 และ 35 กรัมต่อครั้ง

- ตำแหน่งของกระชัง หรือ Block โดยจะแบ่งเป็น Block 1 เรียกว่า บริเวณไกลฝั่ง และ Block 2 เรียกว่า บริเวณใกล้ฝั่ง

การเก็บผลการทดลองน้ำหนักปลาทับทิม 20 ตัวต่อเงื่อนไขการทดลอง ของวันที่ 0 และ 30 ของการทดลอง เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลการดำเนินงานด้วยวิธีการทางสถิติ โดยการใช้โปรแกรม SPSS (Statistics Package for Social Sciences) ในการประมวลผลข้อมูล ได้ทำการวิเคราะห์และนำเสนอออกมาในรูปแบบตาราง และกราฟประกอบคำอธิบายข้อมูล โดยเรียงลำดับการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

เก็บข้อมูลน้ำหนักปลาทับทิมวันที่ 0 วันที่ 30 และน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นต่อเงื่อนไขการทดลอง การทดลองน้ำหนักปลาทับทิม 20 ตัวต่อเงื่อนไข บริเวณไกลฝั่ง (Block 1) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และบริเวณใกล้ฝั่ง (Block 2) ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักปลาทับทิมในวันที่ 0 และวันที่ 30 ของกระชังบริเวณไกลฝั่ง (Block 1)

กระชังบริเวณไกลฝั่ง (Block 1)			
Combination	วันที่ 0	วันที่ 30	
	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น
1	3.257	4.095	0.838
2	3.241	4.245	1.004
3	3.374	3.850	0.476
4	3.231	4.225	0.994
5	4.711	6.012	1.301
6	3.052	4.025	0.973
7	3.235	4.510	1.275
8	3.060	4.855	1.795
9	3.339	4.415	1.076

จากตารางที่ 4.5 ทำการศึกษาผลการทดลองน้ำหนักปลาทับทิม 20 ตัวต่อเงื่อนไขการทดลอง ของวันที่ 0 วันที่ 30 และน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของตำแหน่งการวางกระชังไกลฝั่ง (Block 1) พบว่า การให้อาหารปลาตามเงื่อนไขการทดลองที่ 8 น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้น 1.795 กิโลกรัม คือ การให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง ทำให้ปลาทับทิมในบริเวณไกลฝั่งมีน้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักปลาทับทิมในวันที่ 0 และวันที่ 30 ของกระชังบริเวณใกล้ฝั่ง (Block 2)

กระชังบริเวณใกล้ฝั่ง (Block 2)			
Combination	วันที่ 0	วันที่ 30	
	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น
1	3.986	4.515	0.529
2	2.786	3.970	1.184
3	3.145	3.784	0.639
4	2.857	4.330	1.473
5	3.045	4.380	1.335
6	3.307	3.935	0.628
7	3.456	4.930	1.474
8	3.596	5.205	1.609
9	3.017	4.270	1.253

จากตารางที่ 4.6 ทำการศึกษาผลการทดลองน้ำหนักปลาทับทิม 20 ตัวต่อเงื่อนไขการทดลอง ของวันที่ 0, วันที่ 30 และน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของตำแหน่งการวางกระชังใกล้ฝั่ง (Block 2) พบว่า การให้อาหารปลาตามเงื่อนไขการทดลองที่ 8 น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้น 1.609 กิโลกรัม คือ การให้อาหาร 4 ครั้งต่อวันปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง ทำให้ปลาทับทิมในบริเวณไกลฝั่งมีน้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นสูงสุด

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 พบว่า การให้อาหารทั้งในบริเวณไกลฝั่ง (Block 1) และบริเวณใกล้ฝั่ง (Block 2) เมื่อมีการให้อาหารแบบเงื่อนไขที่ 8 คือการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง ส่งผลให้ปลาทับทิมอายุ 4 เดือน มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเทียบกับเงื่อนไขอื่น ๆ สามารถเปรียบเทียบน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นโดยแผนภูมิกราฟแท่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.21 โดยมีแกน X คือ เงื่อนไขการทดลอง และแกน Y คือ น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นต่อปลา 20 ตัว (กิโลกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์ผลของการทดลองหลัก

สำหรับการวิเคราะห์ผลของการทดลองหลักนั้น จะแบ่งเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

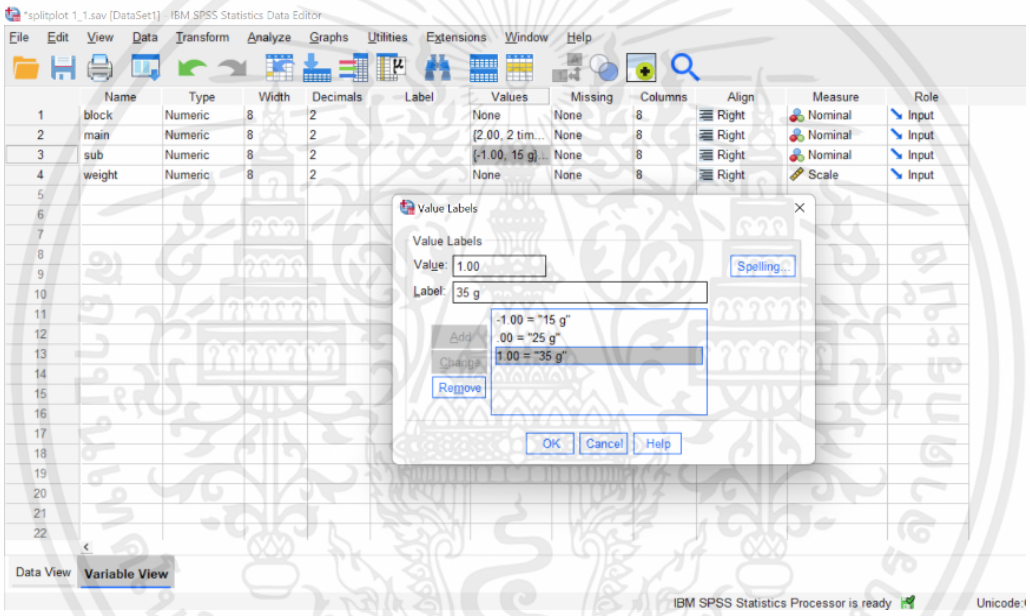
4.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น

4.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของผลกำไร

4.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น

คณะผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์หาปัจจัยความถี่ และปริมาณการให้อาหารที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อหาอิทธิพลที่ส่งผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

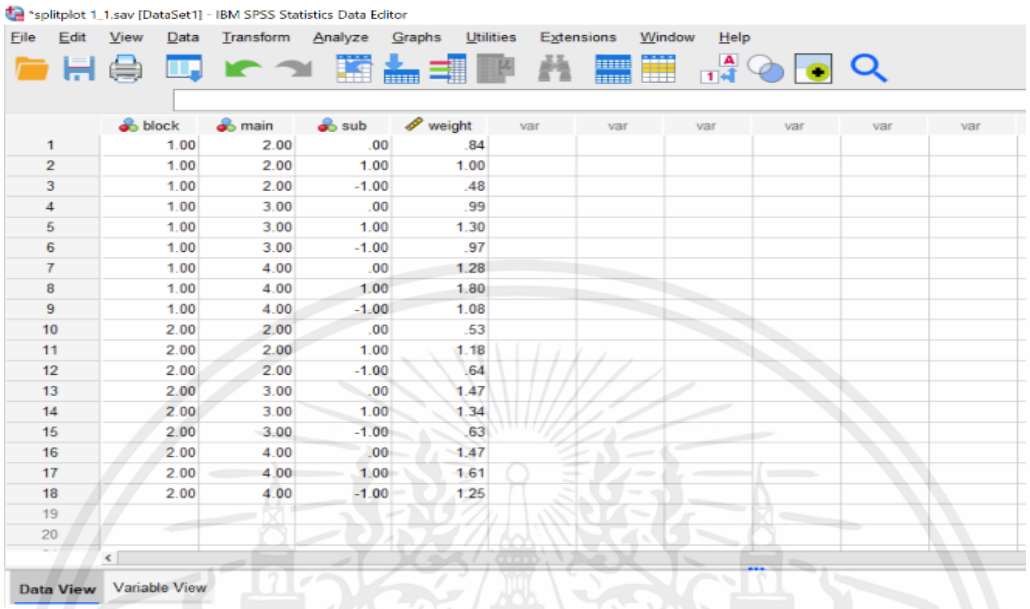
1. การกำหนดตัวแปรที่หน้าต่าง Variable view โดยทำการกำหนดตัวแปร คือ กำหนดให้ Main Sub Block และ Weight เป็นข้อมูล Numeric ความกว้าง 2 ไม่มีทศนิยม ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 1

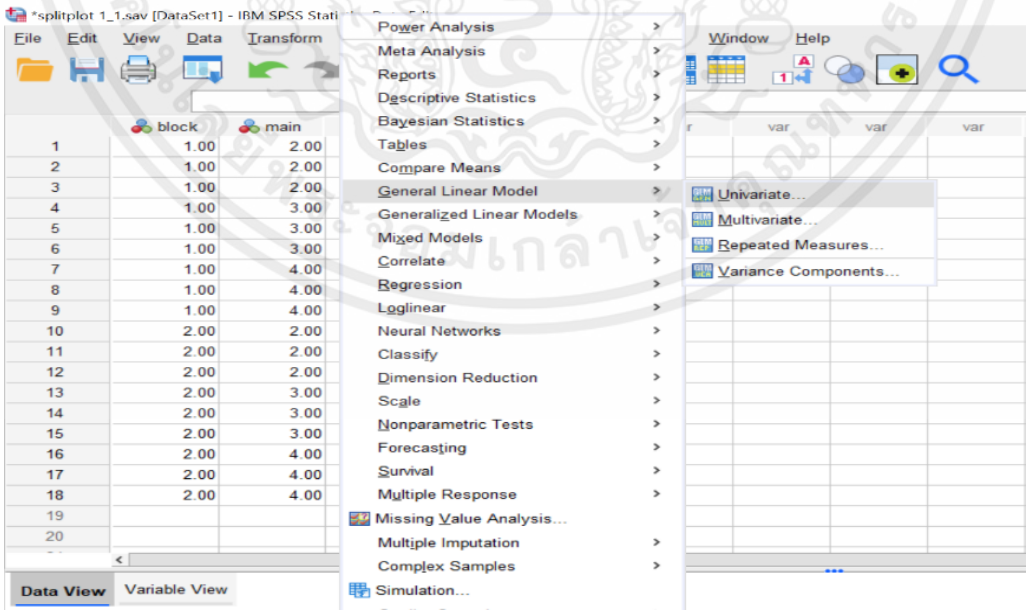
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อกำหนดตัวแปรเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กลับมาที่หน้าต่าง Data View และทำการป้อนข้อมูลลงในคอลัมน์ ดังแสดงในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 2

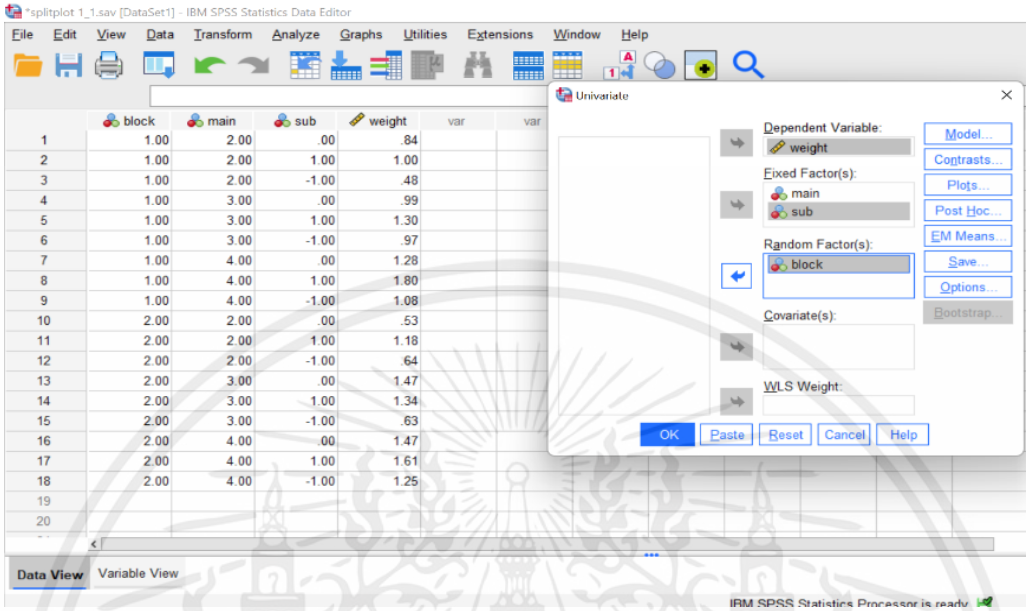
3.ทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้หน้าต่าง Data view ให้กดเลือกที่เมนู Analyze ต่อด้วย General Linear Model และ Univariate ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 3

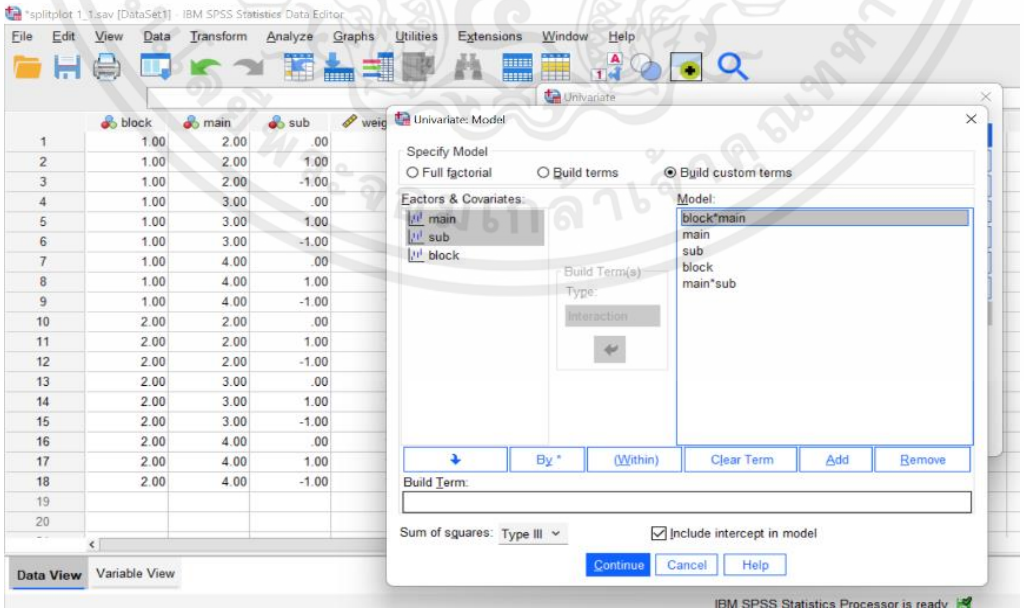
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จอภาพจะปรากฏ ดังแสดงในรูปที่ 4.12 ให้ทำการคลิก Weight ไปที่ Dependent Variable, คลิก Main และ Sub ไปที่ Fixed Factor และคลิก Block ไปที่ Random Factor



รูปที่ 4.12 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 4

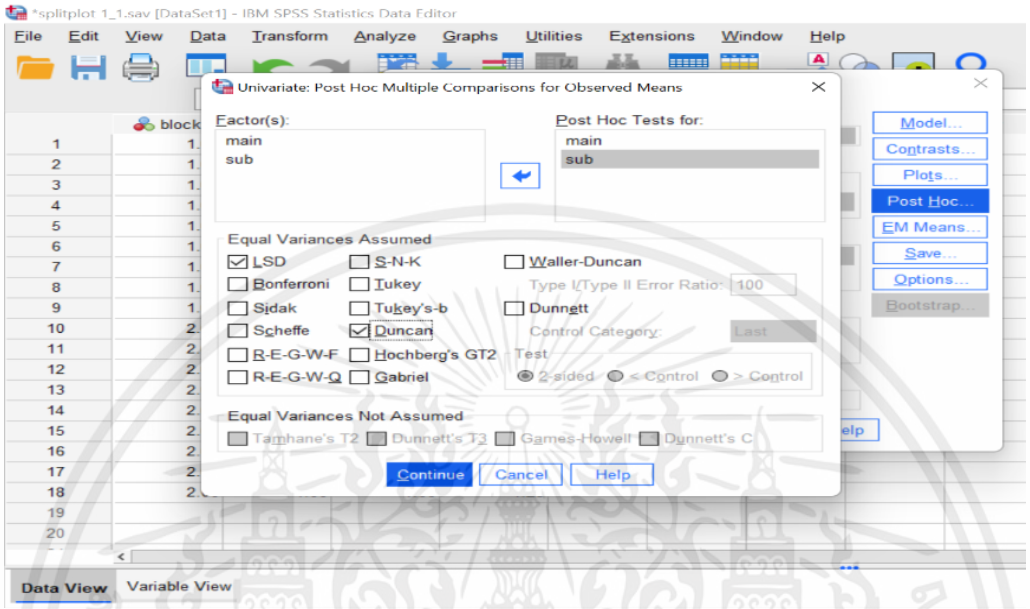
5. คลิก Model ให้คลิกเลือก Build Customer Terms แล้วทำการย้ายจาก Factors & Covariates โดยทำการคลิก Main และ Block พร้อมกันและย้ายมาฝั่ง Model จากนั้นคลิกย้าย Main, Sub และ Block ตามลำดับย้ายมาฝั่ง Model เมื่อเลือกเสร็จแล้วกด Continue ดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คลิก Post Hoc Tests for จากนั้นทำการย้าย Main และ Sub จากด้าน Factor ไปยัง Post Hoc Tests for เลือกคลิกใช้เทคนิค LSD และ Duncan เสร็จแล้วคลิก Continue ดังแสดงในรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 วิเคราะห์การทดลองหลักโดยการใช้โปรแกรม SPSS ขั้นตอนที่ 6

7. คลิก OK เพื่อดูผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำตามขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองโดยใช้โปรแกรม SPSS ทางคณะผู้จัดทำได้นำผลน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของ Block 1 และ 2 ตามลำดับ ไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการให้อาหารที่ทำให้ปลาทับทิมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงสุด และทำการวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของตำแหน่งกระชังในการเลี้ยงปลาว่ามีผลทำให้น้ำหนักปลาทับทิมเพิ่มขึ้นแตกต่างกันหรือไม่ โดยการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือ Univariate Analysis of Variance และ ใช้เทคนิค Least Significant Difference (LSD) ทำการเปรียบเทียบผลระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรเป็นคู่ เพื่อหาคู่ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเทคนิค Duncan's New Multiple Range Test ในการหาระดับปัจจัยที่ดีที่สุด กำหนด Main คือ ความถี่ในการให้อาหารต่อวัน และ Sub คือ ปริมาณอาหารในการให้ต่อครั้งหน่วยเป็นกรัม มีระดับปัจจัย 3 ระดับ ส่วนการกำหนด Block ได้แก่ Block 1 เป็นกระชังบริเวณไกลฝั่ง และ Block 2 เป็นกระชังบริเวณใกล้ฝั่ง โดยมีจำนวนค่าที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.15 และสามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
main	2.00	2 time	6
	3.00	3 time	6
	4.00	4 time	6
sub	-1.00	15 g	6
	.00	25 g	6
	1.00	35 g	6
block	1.00		9
	2.00		9

รูปที่ 4.15 Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: weight

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	21.903	1	21.903	2565.733	.013
	Error	.009	1	.009[a]		
main * block	Hypothesis	.002	2	.001	.024	.976
	Error	.294	6	.049[b]		
main	Hypothesis	1.213	2	.606	510.328	.002
	Error	.002	2	.001[c]		
sub	Hypothesis	.845	2	.422	8.622	.017
	Error	.294	6	.049[b]		
block	Hypothesis	.009	1	.009	7.185	.116
	Error	.002	2	.001[c]		
main * sub	Hypothesis	.072	4	.018	.368	.824
	Error	.294	6	.049[b]		

a. MS(block)

b. MS(Error)

c. MS(main * block)

รูปที่ 4.16 Tests of Between-Subjects Effects

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.16 เป็นการทดสอบผลกระทบระหว่างปัจจัยการทดลอง เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลทำให้น้ำหนักปลาทับทิมในกระชังเพิ่มขึ้น โดยกำหนดให้ Main คือ ความถี่ในการให้อาหารต่อวัน Sub คือ ปริมาณอาหารต่อครั้ง และ Block คือตำแหน่งกระชังในแม่น้ำ พบว่า

1. Main (ความถี่ในการให้อาหารต่อวัน) มีค่า P-value เท่ากับ 0.002 ซึ่งน้อยกว่า 0.05

2. Sub (ปริมาณในการให้อาหารต่อครั้ง) มีค่า P-value เท่ากับ 0.017 ซึ่งน้อยกว่า 0.05

3. Block (ตำแหน่งในการวางกระชัง) มีค่า P-value เท่ากับ 0.116 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05

4. ความสัมพันธ์ของความถี่และปริมาณในการให้อาหาร มีค่า P-value เท่ากับ 0.824 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05

ดังนั้น ความถี่ในการให้อาหารต่อวัน และปริมาณในการให้อาหารต่อครั้งมีผลต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น แต่ตำแหน่งกระชังและความสัมพันธ์ของความถี่และปริมาณในการให้อาหารไม่มีผลต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น

Multiple Comparisons

Dependent Variable: weight

			Mean Difference			95% Confidence Interval	
	(I) main	(J) main	(I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
LSD	2 time	3 time	-.3390*	.12778	.038	-.6517	-.0263
		4 time	-.6353*	.12778	.003	-.9480	-.3227
	3 time	2 time	.3390*	.12778	.038	.0263	.6517
		4 time	-.2963	.12778	.060	-.6090	.0163
	4 time	2 time	.6353*	.12778	.003	.3227	.9480
		3 time	.2963	.12778	.060	-.0163	.6090

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .049.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

รูปที่ 4.17 การหาคู่ระดับความถี่ในการให้อาหารต่อครั้งที่มีผลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

จากรูปที่ 4.17 เป็นการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้เทคนิค Least Significant Difference (LSD) เพื่อทำการหาคู่ระดับปัจจัยที่มีผลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ทำการวิเคราะห์ระดับความถี่ในการให้อาหารต่อวันโดยไม่พิจารณาปริมาณอาหาร พบว่า

1. การให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของปลาทับทิมที่แตกต่างจากการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน โดยมีค่า Sig อยู่ที่ 0.038

2. การให้อาหาร 2ครั้งต่อวัน มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของปลาทับทิมที่แตกต่างจากการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน โดยมีค่า Sig อยู่ที่ 0.003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่านัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) ที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การให้อาหาร 3 ครั้งต่อวันส่งผลให้การเพิ่มน้ำหนักปลาไม่แตกต่างจากการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน โดยมีค่า Sig อยู่ที่ 0.06 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$)

weight

	main	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	2 time	6	.7783	
	3 time	6		1.1173
	4 time	6		1.4137
	Sig.		1.000	.060

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .049.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

b. Alpha = .05.

รูปที่ 4.18 การหาระดับปัจจัยความถี่ในการให้อาหารที่ทำให้น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นสูงสุด

จากรูปที่ 4.18 เป็นการวิเคราะห์หาระดับปัจจัยความถี่ในการให้อาหารที่เหมาะสมที่ทำให้น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นสูงสุดโดยไม่พิจารณาปริมาณอาหาร ซึ่งใช้เทคนิค Duncan's New Multiple Range Test พบว่าความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้ง มีค่า 1.4137 ส่งผลให้น้ำหนักปลาทับทิมเพิ่มขึ้นสูงสุด

Multiple Comparisons

Dependent Variable: weight

	(I) sub	(J) sub	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
LSD	15 g	25 g	-.2563	.12778	.092	-.5690	.0563
		35 g	-.5305*	.12778	.006	-.8432	-.2178
	25 g	15 g	.2563	.12778	.092	-.0563	.5690
		3.5 g	-.2742	.12778	.076	-.5868	.0385
	35 g	15 g	.5305*	.12778	.006	.2178	.8432
		25 g	.2742	.12778	.076	-.0385	.5868

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .049.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

รูปที่ 4.19 การหาคู่ระดับปัจจัยปริมาณอาหารในการให้ต่อครั้งที่มีผลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.19 เป็นการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้เทคนิค Least Significant Difference (LSD) เพื่อทำการหาคู่ระดับปัจจัยที่มีผลน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันโดยทำการวิเคราะห์ระดับปริมาณในการให้อาหารต่อครั้งไม่พิจารณาความถี่ในการให้อาหาร พบว่า

1. ปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง ส่งผลต่อน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นแตกต่างจากการให้อาหารปริมาณ 35 กรัม โดยมีค่า Sig อยู่ที่ 0.006 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่านัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$)

2. การให้อาหารปริมาณ 25 กรัม ส่งผลต่อน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างจากการให้อาหารปริมาณ 15 กรัม โดยมีค่า Sig อยู่ที่ 0.092 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$)

3. การให้อาหารปริมาณ 25 กรัม ส่งผลต่อน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างจากการให้อาหารปริมาณ 35 กรัม โดยมีค่า Sig อยู่ที่ 0.076 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$)

และสำหรับการวิเคราะห์หาระดับปัจจัยปริมาณอาหารที่เหมาะสมที่ทำให้น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นสูงสุดโดยไม่พิจารณาความถี่ในการให้อาหาร ใช้เทคนิค Duncan's New Multiple Range Test พบว่า การให้อาหารปลาทับทิมในปริมาณ 35 กรัม มีค่า 1.3713 ส่งผลต่อน้ำหนักปลาทับทิมเพิ่มขึ้นสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ 4.20

weight

	sub	N	Subset 1	Subset 2
2Duncan[a,b]	15 g	6	.8408	
	25 g	6	1.0972	1.0972
	35 g	6		1.3713
	Sig.		.092	.076

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .049.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

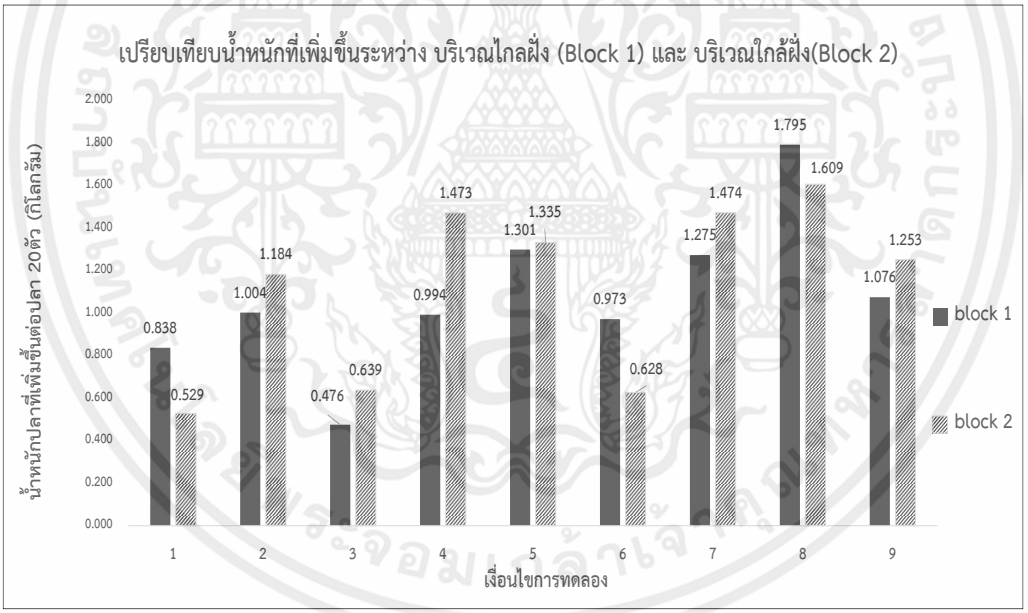
b. Alpha = .05.

รูปที่ 4.20 การวิเคราะห์หาระดับปัจจัยปริมาณอาหารที่เหมาะสมที่ทำให้น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์หาปัจจัยความถี่และปริมาณในการให้อาหารที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรม SPSS (Statistics Package for Social Sciences) เมื่อใช้ค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 พบว่า อิทธิพลของความถี่และปริมาณในการให้อาหารส่งผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม, อิทธิพลของตำแหน่งของการเลี้ยงปลาทับทิมไม่ส่งผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม และปฏิกิริยาระหว่างปริมาณอาหารและความถี่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติไม่ส่งผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มของปลาทับทิม นอกจากนี้ยัง พบว่า Block หรือตำแหน่งกระชัง ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้ผลรวมน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นของ Block 1 และ Block 2 โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของบริเวณไกลฝั่งและของบริเวณใกล้ฝั่งของกระชัง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม ได้แก่ ความถี่และปริมาณในการให้อาหาร ซึ่งเงื่อนไขที่ให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดของตำแหน่งไกลฝั่ง (Block 1) และตำแหน่งใกล้ฝั่ง (Block 2) คือ เงื่อนไขที่ 8 การให้อาหารในความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และมีปริมาณการให้อาหาร 35 กรัมต่อครั้งต่อปลาทับทิม 40 ตัว จะส่งผลให้ได้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิมมากกว่าเงื่อนไขอื่น ดังแสดงในรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของกระชังบริเวณไกลฝั่งและใกล้ฝั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.21 ลำดับระดับปัจจัยที่ระบุในเงื่อนไขที่ส่งผลต่อน้ำหนักปลาทับทิม ดังนี้

ลำดับที่ 1 เงื่อนไขที่ 8 คือ ความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง

ลำดับที่ 2 เงื่อนไขที่ 7 คือ ความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง

ลำดับที่ 3 เงื่อนไขที่ 5 คือ ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง

ลำดับที่ 4 เงื่อนไขที่ 4 คือ ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง

ลำดับที่ 5 เงื่อนไขที่ 9 คือ ความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง

ลำดับที่ 6 เงื่อนไขที่ 2 คือ ความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง

ลำดับที่ 7 เงื่อนไขที่ 6 คือ ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง

ลำดับที่ 8 เงื่อนไขที่ 1 คือ ความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง

ลำดับที่ 9 เงื่อนไขที่ 3 คือ ความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน ปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง

ดังนั้นหากผู้ประกอบการมีความประสงค์จะให้ปลาทับทิมน้ำหนักที่มากที่สุด ควรให้ระดับปัจจัยที่ระบุในเงื่อนไขที่ 8 และไม่ควรเลือกระดับปัจจัยที่ระบุในเงื่อนไขที่ 1, 3 และ 6 เนื่องจากเป็นเงื่อนไขที่ทำให้น้ำหนักปลาเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

4.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของผลกำไร

จากข้อสงสัยของทางคณะผู้จัดทำและผู้ประกอบการ เงื่อนไขที่ให้น้ำหนักสูงสุดจะให้ผลกำไรสูงสุดด้วยหรือไม่ จึงนำผลการทดลองมาการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เหมาะสมโดยไม่พิจารณาตำแหน่งกระชัง(Block) ในการทำให้สถานประกอบการได้กำไรสูงสุดในโปรแกรม Microsoft Excel โดยนำค่าอาหารมาวิเคราะห์เป็นต้นทุนคงที่เพียงอย่างเดียวและวิเคราะห์ต้นทุนปริมาณอาหารต่อเดือนในจำนวนปลาทับทิม 40 ตัว (1เดือน 30 วัน) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

1. ต้นทุนค่าอาหาร หน่วยเป็นบาทต่อเดือนต่อ 40ตัว คำนวณจากราคาอาหาร 34.5 บาทต่อกิโลกรัม ตามราคาในท้องตลาด ณ ปัจจุบัน (เมษายน 2565) คูณด้วยปริมาณอาหารต่อเดือนต่อปลา 40 ตัวต่อกิโลกรัม

2. รายได้ หน่วยเป็นบาทต่อเดือนต่อ 40 ตัว คำนวณจากการขายปลาราคา 85 บาทต่อกิโลกรัมตามราคาในท้องตลาด ณ ปัจจุบัน (เมษายน 2565) คูณด้วยน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นต่อกิโลกรัมต่อปลา 40 ตัว

3. กำไร คำนวณจากรายได้หักด้วยต้นทุนค่าอาหาร หน่วยเป็นบาทต่อเดือนต่อ 40ตัว

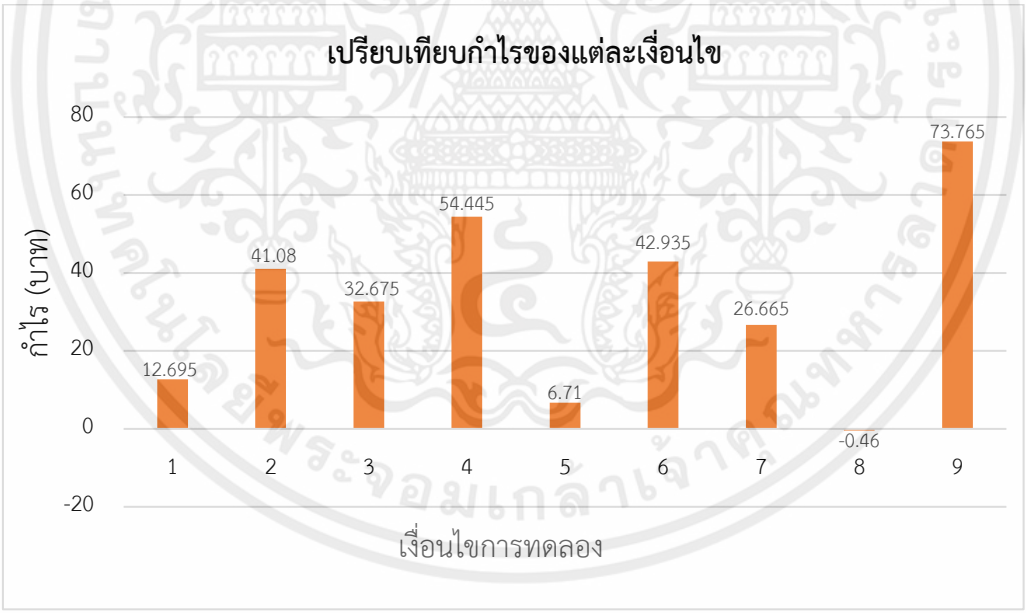
4. ปริมาณอาหาร คำนวณจากระดับปัจจัย 15, 25 และ 35 กรัมต่อครั้งต่อปลา 20 ตัว คูณ 2 เนื่องจากตำแหน่งกระชัง (Block) ไม่มีผลต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น จึงทำการคิดหาผลกำไรโดยคำนวณจากปลา 40 ตัว ดังนั้นระดับปริมาณอาหารในการคำนวณ คือ 30, 50 และ 70 กรัมต่อครั้งต่อปลา 40 ตัว

เพื่อวิเคราะห์หาผลกำไรที่สถานประกอบการจะได้ผลตอบแทนสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.22 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์หากำไรของแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

Combination	ปริมาณอาหารต่อครั้งของปลา 40 ตัว (กิโลกรัม)	ความถี่ (ครั้งต่อวัน)	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น ต่อปลา 40 ตัว(กิโลกรัม)	ปริมาณอาหารต่อเดือนต่อปลา 40 ตัว (กิโลกรัม)	ต้นทุนค่าอาหาร (บาทต่อเดือนต่อ 40ตัว)	รายได้ (บาทต่อเดือนต่อ 40 ตัว)	กำไร (บาทต่อเดือนต่อ 40 ตัว)
1	0.050	2	1.367	3.000	103.5	116.195	12.695
2	0.070	2	2.188	4.200	144.9	185.98	41.08
3	0.030	2	1.115	1.800	62.1	94.775	32.675
4	0.050	3	2.467	4.500	155.25	209.695	54.445
5	0.070	3	2.636	6.300	217.35	224.06	6.71
6	0.030	3	1.601	2.700	93.15	136.085	42.935
7	0.050	4	2.749	6.000	207	233.665	26.665
8	0.070	4	3.404	8.400	289.8	289.34	-0.46
9	0.030	4	2.329	3.600	124.2	197.965	73.765



รูปที่ 4.22 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบเงื่อนไขการทดลองที่ได้กำไรสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นและผลกำไรของสถานประกอบการ พบว่า

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเงื่อนไขที่ 8 สามารถทำให้น้ำหนักปลาทับทิมเพิ่มขึ้นสูงสุดโดยมีความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และมีปริมาณการให้อาหาร 35 กรัมต่อครั้งต่อปลาทับทิม 40 ตัว แต่เมื่อคิดรายได้ลบต้นทุนค่าอาหารต่อเดือน พบว่า เงื่อนไขที่ 8 จะทำให้สถานประกอบการขาดทุน 0.46 บาท

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเงื่อนไขที่ 9 สามารถทำให้สถานประกอบการได้กำไรสูงสุดเมื่อเทียบกับเงื่อนไขอื่น ๆ โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และมีปริมาณการให้อาหาร 15 กรัมต่อครั้งต่อปลาทับทิม 40 ตัว โดยมีน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 2.329 กิโลกรัม มีรายได้ต่อเดือน 197.965 บาท, ต้นทุนค่าอาหารต่อเดือน 124.2 บาท และได้กำไรต่อเดือน 73.765 บาท

ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น จะมีเงื่อนที่ให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุดของปลาทับทิมอยู่ที่เงื่อนไขที่ 8 คือ ปริมาณการให้อาหาร 35 กรัม ความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน แต่ผลการวิเคราะห์กำไรสูงสุดของเงื่อนไขที่ 8 ให้กำไรอยู่ที่ -0.46 บาทต่อเดือน

ดังนั้นจะเห็นว่าเงื่อนไขที่ 8 การมีปริมาณการให้อาหาร 35 กรัม ความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวันที่เป็นการทำให้น้ำหนักปลาทับทิมเพิ่มขึ้นมากที่สุดนั้น เมื่อนำมาวิเคราะห์กำไรนั้นทำให้ได้ผลกำไรน้อยที่สุด และหากผู้ประกอบการประสงค์อยากได้ผลตอบแทนสูงสุดควรเลือกระดับปัจจัยในเงื่อนไขที่ 9 คือ การมีปริมาณการให้อาหาร 15 กรัมต่อครั้ง และความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทำการทดลองและเก็บผลของการทดลองเสริม

การทดลองเสริม คือ การทดลองที่ศึกษาเพิ่มเติมจากการทดลองหลัก เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ให้อาหาร, ปริมาณอาหาร และความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10, 20 และ 30 วัน ในช่วง 1 เดือน (ปลาทับทิมเริ่มตั้งแต่อายุ 4 เดือน จนถึง 5 เดือน) โดยมีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

- ตัวแปรตาม (Y) คือ น้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ วันที่ 10, 20 และ 30 ในช่วง 1 เดือน
- ตัวแปรอิสระ (X_1) คือ ช่วงอายุของปลาทับทิม ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน
- ตัวแปรอิสระ (X_2) คือ ปริมาณอาหาร 15, 25 และ 35 กรัม
- ตัวแปรอิสระ (X_3) คือ ระยะเวลาที่ให้อาหารในช่วง 1 เดือน

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองหลัก พบว่า ตำแหน่งกระชัง (Block) ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น ทำให้ในส่วนของการทดลองเสริมนี้ไม่นำตำแหน่งกระชัง (Block) มาเป็นตัวแปรตาม ซึ่งตำแหน่งกระชังบริเวณไกลฝั่งจะเทียบเท่ากับการทำซ้ำที่ 1 และตำแหน่งกระชังบริเวณใกล้ฝั่งจะเทียบเท่ากับการทำซ้ำที่ 2 ของการทดลองเสริม ดังแสดงในรูปที่ 4.23 โดย 1 กระชังใหญ่จะแบ่งกระชังออกเป็น 9 ช่องย่อย ซึ่งจะมีขนาด 1x1x1.5 เมตร เพื่อทำการเลี้ยงปลาทับทิม 20 ตัวต่อช่องย่อย โดยมี Combination หรือเงื่อนไขการทดลองทั้งหมด 9 เงื่อนไขการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองหลัก ซึ่งสามารถบันทึกน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ วันที่ 10, 20 และ 30 ในช่วง 1 เดือน ดังตารางที่ 4.8 และ 4.9

รูปที่ 4.23 การแบ่งกระชังออกเป็น 9 ช่องย่อย ของการทดลองเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของกระชังบริเวณไกลฝั่ง (การทำซ้ำที่ 1)

กระชังบริเวณไกลฝั่ง (การทำซ้ำที่ 1)							
Combination	วันที่ 0	วันที่ 10		วันที่ 20		วันที่ 30	
	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0
1	3.257	3.458	0.201	3.787	0.530	4.095	0.838
2	3.241	3.343	0.102	3.783	0.542	4.245	1.004
3	3.374	3.945	0.571	3.384	0.010	3.850	0.476
4	3.231	3.307	0.076	3.705	0.474	4.225	0.994
5	4.711	4.487	-0.224	5.314	0.603	6.012	1.301
6	3.052	3.418	0.366	3.793	0.741	4.025	0.973
7	3.235	3.407	0.172	3.869	0.634	4.510	1.275
8	3.060	3.563	0.503	4.599	1.539	4.855	1.795
9	3.339	3.459	0.120	4.123	0.784	4.415	1.076

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของกระชังบริเวณใกล้ฝั่ง (การทำซ้ำที่ 2)

กระชังบริเวณใกล้ฝั่ง (การทำซ้ำที่ 2)							
Combination	วันที่ 0	วันที่ 10		วันที่ 20		วันที่ 30	
	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0	น้ำหนักปลา	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0
1	3.986	3.501	-0.485	4.261	0.275	4.515	0.529
2	2.786	2.335	-0.451	3.672	0.886	3.970	1.184
3	3.145	3.766	0.621	3.292	0.147	3.784	0.639
4	2.857	2.885	0.028	3.575	0.718	4.330	1.473
5	3.045	3.092	0.047	3.333	0.288	4.380	1.335
6	3.307	3.248	-0.059	4.222	0.915	3.935	0.628
7	3.456	3.557	0.101	4.466	1.010	4.930	1.474
8	3.596	4.086	0.490	4.785	1.189	5.205	1.609
9	3.017	3.331	0.314	4.066	1.049	4.270	1.253

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ที่กระชังบริเวณไกลฝั่ง (การทำซ้ำที่ 1) ในเงื่อนไขการทดลองที่ 5 มีข้อมูลน้ำหนักปลาที่ในวันที่ 10 ลดลงจากวันแรกที่เริ่มทำการทดลอง และตารางที่ 4.9 ที่กระชังบริเวณใกล้ฝั่ง (การทำซ้ำที่ 2) ในเงื่อนไขการทดลองที่ 1, 2 และ 6 นั้นก็มีข้อมูลน้ำหนักปลาที่ในวันที่ 10 ลดลงจากวันแรกที่เริ่มทำการทดลองเช่นเดียวกัน ซึ่งคณะผู้จัดทำคาดว่าอาจเกิดจาก 4 เงื่อนไขการทดลอง ที่กล่าวมานั้นอยู่ใกล้ทางเดิน ทำให้ปลาทับทิมอาจจะต้องใช้เวลาค่อนข้างนานในการปรับตัวให้คุ้นชินกับสภาพแวดล้อมใหม่ที่ทางคณะผู้จัดทำสร้างขึ้นมา ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงตัดสินใจตัดข้อมูลทั้ง 4 เงื่อนไขการทดลองนี้ ออกจากตารางก่อนนำไปทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง

4.6 การวิเคราะห์ผลของการทดลองเสริม

ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง โดยใช้โปรแกรม Minitab ทำการคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมโดยการทำ Best Subset Regression ดังแสดงในรูปที่ 4.24 และใช้วิธีการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแบบขั้นบันได (Stepwise Method) เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรเพื่อการพยากรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.25

Response is Weight

Vars	R-Sq	R-Sq (adj)	R-Sq (pred)	Mallows Cp	S	Date	e	Q	Date * Date	e * Q	F	Q * F
1	68.6	67.9	65.9	21.9	0.26896						X	
1	50.6	49.6	46.8	60.9	0.33740				X			
2	76.3	75.2	73.6	7.4	0.23635				X		X	
2	72.8	71.6	68.9	14.9	0.25320		X				X	
3	76.9	75.4	73.5	8.1	0.23586	X			X		X	
3	76.3	74.8	72.5	9.2	0.23862			X	X		X	
4	79.0	77.2	74.7	5.4	0.22708	X	X		X		X	
4	78.0	76.1	73.2	7.5	0.23231	X			X		X	X
5	79.6	77.3	74.3	6.1	0.22630	X	X	X	X		X	
5	79.0	76.6	73.7	7.4	0.22963	X	X		X		X	X

รูปที่ 4.24 ผลวิเคราะห์ Best Subset Regression ของการทดลองเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0.778	0.424	1.84	0.073	
Date	-0.0490	0.0192	-2.55	0.014	22.86
Q	-0.0229	0.0112	-2.05	0.047	8.06
F	-0.124	0.108	-1.15	0.258	7.76
Date*Q	0.001668	0.000499	3.34	0.002	17.94
Date*F	0.01657	0.00488	3.39	0.001	20.37

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.226299	79.62%	77.31%	74.29%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	5	8.8057	1.76114	34.39	0.000
Date	1	0.3330	0.33302	6.50	0.014
Q	1	0.2149	0.21489	4.20	0.047
F	1	0.0672	0.06721	1.31	0.258
Date*Q	1	0.5717	0.57171	11.16	0.002
Date*F	1	0.5901	0.59012	11.52	0.001
Error	44	2.2533	0.05121		
Total	49	11.0590			

รูปที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นของการทดลองเสริม

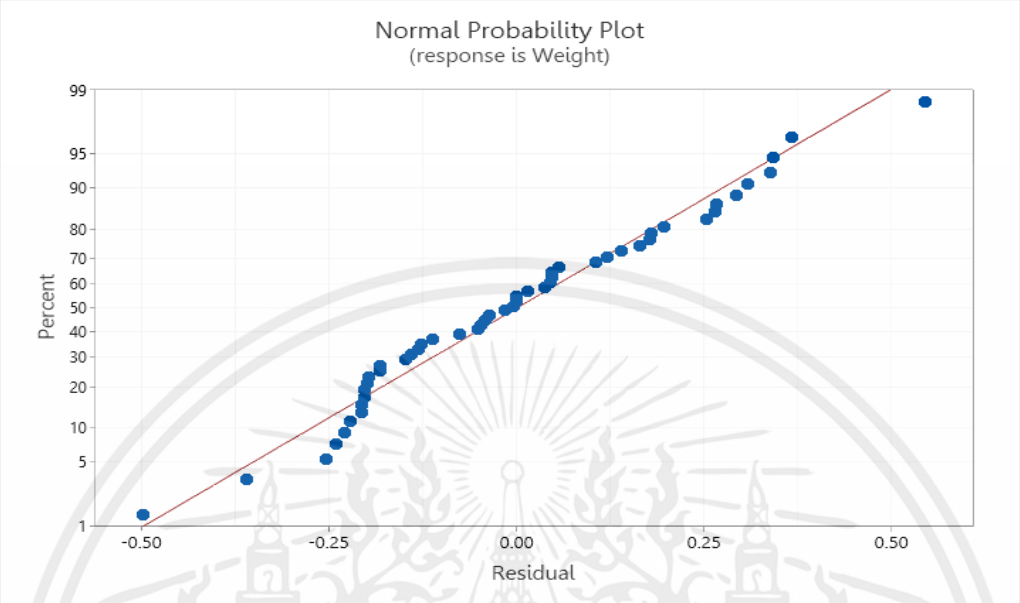
จากรูปที่ 4.24 พบว่า ตัวแบบที่ประกอบด้วยตัวแปรอิสระ ได้แก่ ระยะเวลาที่ให้อาหาร (Date), ปริมาณการให้อาหาร (Q), ความถี่ในการให้อาหาร (F), ระยะเวลาที่ให้อาหารร่วมกับปริมาณการให้อาหาร (Date*Q) และระยะเวลาที่ให้อาหารร่วมกับความถี่ในการให้อาหาร (Date*F) เป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (R^2 (adj)) ที่มากที่สุดเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก โดยตัวแบบที่เลือกมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 79.6% และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (R^2 (adj)) เท่ากับ 77.3%

จากรูปที่ 4.25 พบว่า เมื่อใช้ค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นที่ได้ คือ ระยะเวลาที่ให้อาหาร (Date), ปริมาณการให้อาหาร (Q), ระยะเวลาที่ให้อาหารร่วมกับปริมาณการให้อาหาร (Date*Q) และระยะเวลาที่ให้อาหารร่วมกับความถี่ในการให้อาหาร (Date*F) มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม ส่วนความถี่ในการให้อาหาร (F) นั้นไม่มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม

แต่เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาที่ให้อาหารร่วมกับความถี่ในการให้อาหารนั้นมีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม จึงต้องสรุปว่า ปัจจัยความถี่ในการให้อาหาร (F) มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิมด้วย ซึ่งจะสอดคล้องกับผลสรุปของการคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมโดยการทำ Best Subset Regression ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิมแจกแจงแบบปกติ ดังแสดงในรูปที่ 4.26 และมีสมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง ดังแสดงในสมการที่ (4.3)



รูปที่ 4.26 การแจกแจงปกติของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม

$$Y = 0.778 - 0.124X_1 - 0.0229X_2 - 0.049X_3 + 0.01657X_1X_3 + 0.001668X_2X_3 \quad (4.3)$$

โดยที่ Y คือ น้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ วันที่ 10, 20 และ 30 ในช่วง 1 เดือน

X_1 คือ ความถี่ในการให้อาหาร อยู่ในค่า 2, 3 และ 4 ครั้ง

X_2 คือ ปริมาณอาหาร อยู่ในค่า 15, 25 และ 35 กรัม

X_3 คือ ระยะเวลาที่ให้อาหารในช่วง 1 เดือน ทุก ๆ วันที่ 10, 20 และ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

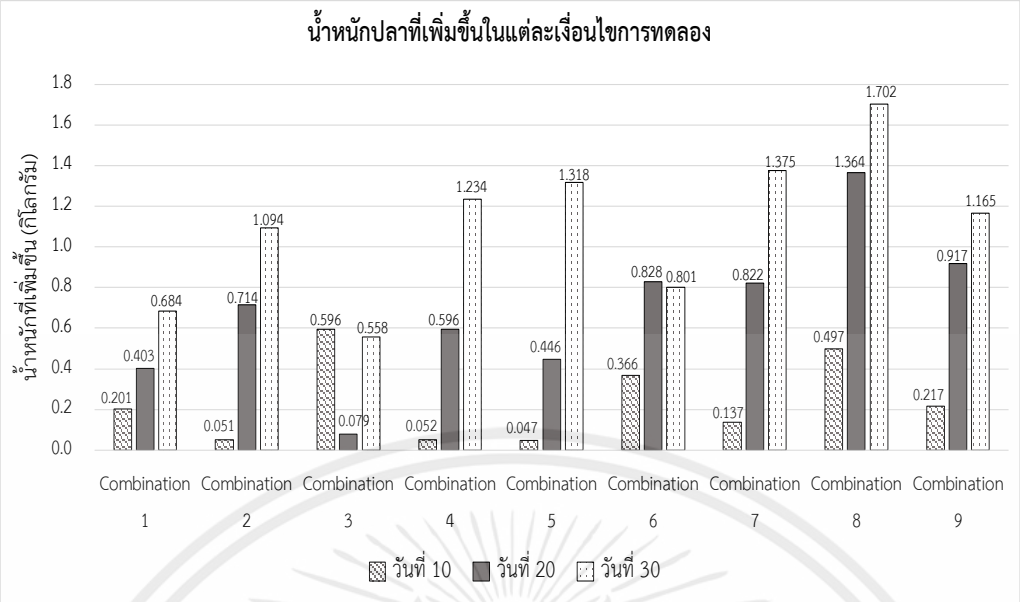
เนื่องจากตำแหน่งกระชัง (Block) ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น โดยที่ตำแหน่งกระชังบริเวณไกลฝั่งเทียบเท่ากับการทำซ้ำที่ 1 และตำแหน่งกระชังบริเวณใกล้ฝั่งเทียบเท่ากับการทำซ้ำที่ 2 ทำให้สามารถพิจารณาแนวโน้มน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยทั้ง 2 การทำซ้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4.27

รูปที่ 4.27 Boxplot เปรียบเทียบน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นทั้ง 2 การทำซ้ำ

จากรูปที่ 4.27 พบว่า น้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10, 20 และ 30 วัน ในช่วง 1 เดือน (ปลาทับทิมเริ่มตั้งแต่อายุ 4 เดือน จนถึง 5 เดือน) มีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น โดยสังเกตจากค่า Mean และ Median ที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ วันที่ 10, 20 และ 30 ของการทดลอง ซึ่งวันที่ 10 มีน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.240 กิโลกรัม, วันที่ 20 มีน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.685 กิโลกรัม และวันที่ 30 มีน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 1.103 กิโลกรัม

เมื่อคณะผู้จัดทำได้ทำการทดลองเป็นระยะเวลาครบ 30 วัน โดยมีการให้ปริมาณอาหารและความถี่ในการให้อาหารปลาทับทิมตามเงื่อนไขการทดลองทั้ง 9 เงื่อนไขที่กล่าวมานั้น พบว่า เงื่อนไขการทดลองที่ทำให้ปลาทับทิมมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุดต่อ 40 ตัว (รวมการทำซ้ำทั้ง 2 ครั้ง) ได้แก่ เงื่อนไขที่ 8 ปลาทับทิมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 1.702 กิโลกรัม, เงื่อนไขที่ 7 ปลาทับทิมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 1.375 กิโลกรัม และเงื่อนไขที่ 5 ปลาทับทิมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 1.318 กิโลกรัม และเงื่อนไขการทดลองที่ทำให้ปลาทับทิมมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่ำสุดต่อ 40 ตัว (รวมการทำซ้ำทั้ง 2 ครั้ง) ได้แก่ เงื่อนไขที่ 3 ปลาทับทิมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.558 กิโลกรัม, เงื่อนไขที่ 1 ปลาทับทิมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.684 กิโลกรัม และเงื่อนไขที่ 6 ปลาทับทิมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 0.801 กิโลกรัม ดังแสดงในรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

หมายเหตุ สำหรับหัวข้อนี้จะพิจารณาเพียงแค่น้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้น ไม่ได้พิจารณาถึงต้นทุนและกำไรของสถานประกอบการ ซึ่งเงื่อนไขการทดลองที่ 8 ที่ทำให้ปลาทับทิมมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุดนั้น ไม่ได้ทำให้สถานประกอบการได้กำไรสูงสุดตามไปด้วย แต่หากจะพิจารณาถึงต้นทุนและกำไรของสถานประกอบการด้วยนั้นจะสอดคล้องกับการทดลองหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงในจังหวัดตากโดยวิธีการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้น โดยคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาทับทิมในกระชังบริเวณแม่น้ำปิง ซึ่งเป็นธุรกิจขนาดเล็กตั้งอยู่ในจังหวัดตาก โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต ซึ่งจัดทำขึ้นมาเพื่อตอบข้อความแห่งปัญหาของงานวิจัย คือ ผู้ประกอบไม่ทราบถึงปริมาณในแต่ละมื้อและความถี่ในแต่ละวันของการให้อาหารปลาทับทิมเหมาะสม

จากการทดลองสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองออกมาได้ว่า ความถี่ในการให้อาหารและปริมาณการให้อาหาร คือ ปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิมและผลตอบแทนของสถานประกอบการ ซึ่งสามารถสรุปได้จากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง ดังนี้

1. การทดลองย่อยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาปริมาณอาหารที่ปลาแต่ละช่วงอายุ ได้แก่ 4, 4.5 และ 5 เดือน กินจนอิ่ม เพื่อนำไปกำหนดระดับปริมาณการให้อาหารในการทดลองหลัก โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ คือ ปลาทับทิมช่วงอายุ 4-5 เดือน กินจนอิ่มของสถานประกอบการกรณีศึกษา ได้ปริมาณอาหารเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.6-34.5 กรัม ซึ่งในปัจจุบันสถานการณ์ปกติ ทางผู้ประกอบการก็ให้อาหารประมาณ 25 กรัมต่อ 20 ตัว ซึ่งก็อยู่ช่วงดังกล่าว จึงสามารถกำหนดระดับปัจจัยด้านปริมาณอาหารที่ปลาทับทิมกินในการทดลองหลักได้ คือ 25 กรัม

2. การทดลองหลักมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณอาหารและจำนวนความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบสปลิตพล็อต (Split Plot Design) พร้อมกำหนดระดับของปัจจัยดังกล่าวที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลตอบแทนสูงสุดให้กับสถานประกอบการ โดยจากผลการทดลองของตำแหน่งการวางกระชังไกลฝั่ง (Block 1) และตำแหน่งการวางกระชังใกล้ฝั่ง (Block 2) ที่สามารถสรุปได้ ได้แก่

- ปริมาณอาหารและความถี่มีผลต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิมทั้งบริเวณไกลฝั่ง (Block 1) และบริเวณใกล้ฝั่ง (Block 2)
- ตำแหน่งการวางกระชังในแม่น้ำ (Block) ไม่มีผลต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นของปลาทับทิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การให้อาหารปลาตามเงื่อนไขการทดลอง ที่ 8 ของ Block 1 และ 2 มีน้ำหนักปลาเพิ่มขึ้น 1.795 กิโลกรัม และ 1.609 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งระดับปัจจัย คือ ความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณการให้อาหาร 35 กรัมต่อครั้ง จะสามารถทำให้ปลาทับทิมมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุด

- จากการวิเคราะห์ผลกำไรโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของตำแหน่งการวางกระชัง พบว่า เงื่อนไขที่ให้กำไรสูงสุดที่เงื่อนไข 9 ให้กำไรสูงสุด 73.765 บาทต่อเดือน คือ มีความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณการให้อาหาร 15 กรัมต่อครั้ง

3. การทดลองเสริมเป็นการทดลองที่ศึกษาเพิ่มเติมจากการทดลองหลัก โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ให้อาหาร, ปริมาณการให้อาหาร และความถี่ในการให้อาหารต่อน้ำหนักของปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10, 20 และ 30 วัน ในช่วง 1 เดือน โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) จากการทดลองดังกล่าว พบว่า เงื่อนไขการทดลองที่ดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตของปลาทับทิมที่สามารถทำให้ปลาทับทิมมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในระยะเวลา 30 วัน คือ การให้อาหารในปริมาณ 35 กรัมต่อครั้ง และความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน โดยจะส่งผลให้น้ำหนักของปลาทับทิมเพิ่มขึ้นเฉลี่ยที่ 1.702 กิโลกรัมต่อ 40 ตัว หรือ 42.55 กรัมต่อตัว

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทดลองปลาทับทิมที่เลี้ยงในกระชังช่วงอายุ 4-5 เดือน ในแม่น้ำปิง จังหวัดตาก ซึ่งสามารถเป็นแนวทางในการให้อาหารของสถานประกอบการกรณีศึกษา และอาจจะเป็นประโยชน์ต่อสถานประกอบการที่เลี้ยงปลาทับทิมในกระชังในแม่น้ำอื่น ๆ หรือจังหวัดอื่น ๆ ซึ่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไม่ได้สื่อถึงปริมาณอาหารและความถี่ที่เหมาะสมในการให้อาหารสำหรับของปลาทับทิมช่วงอายุ 5-6 เดือน เป็นช่วงอายุก่อนที่จะนำขึ้นมาจำหน่าย จึงควรที่จะทำการทดลองในช่วงอายุของปลาทับทิม 5-6 เดือน เพื่อเป็นแนวทางต่อสถานประกอบการกรณีศึกษาและประโยชน์ต่อสถานประกอบการอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. (2559). การเลี้ยงปลาในกระชัง.

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2557). เข้าถึงได้จาก https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20161202145839_file.pdf

กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ. (2564). *ปลาทับทิม.* เข้าถึงได้จาก https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_activities/113/3541

กระสินธุ์ หังสพฤกษ์. (2557) *การศึกษาการเลี้ยงปลานิลด้วยความหนาแน่นสูงในบ่อคอนกรีตที่มีระบบไหลเวียนแบบปิด*. มหาวิทยาลัยแม่โจ้:เชียงใหม่.

กรุงเทพฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. (2542). คุณภาพของผลผลิตปลาและเทคโนโลยีหลังการจับ. ข่าวสัตว์น้ำ. 2, 2.

เกวลิน หนูฤทธิ์ (2563). *สถานการณ์การผลิตและการค้าปลานิลและผลิตภัณฑ์ในปี 2563 และแนวโน้มปี 2564*. เข้าถึงได้จาก https://www. fisheries.go.th/strategy/fisheconomic/Monthly%20report/tilapia/ปลานิล%20ไตรมาส%204%2063.pdf

คุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงปลาทับทิม. (2555). วันที่สืบค้น 20 ตุลาคม 2564, เข้าถึงได้จาก https://www.fisheries.go.th/if-ubon_amnat/web2/images/downloads/21081.pdf

ณรงค์ กมลรัตน์. (2560). การศึกษารูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในกระชังแขวนในบ่อดิน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 19(3), 80-87.

เถลิงเกียรติ สมนึก, ณัฏฐวรรณ สมนึก และสำเนาว์ เสาวกูล. (2561). ผลของมื้ออาหารที่ให้อาหารด้วยเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติต่อการอนุบาลปลาดุกอุยในบ่อคอนกรีต. *วารสารแก่นเกษตร*, 46(5), 921-928.

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2553). ชุดวิชา 21701 การวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน หน่วยที่ 7 การศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และหน่วยที่ 10 สถิติวิเคราะห์เชิงปริมาณ: สถิติบรรยายและสถิติพาราเมตริก หลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

นิดา ชาญบรรยง. (ม.ป.ป.). *หลักการวางแผนการทดลอง: แผนการทดลองแบบคอนฟาวด์และแบบแฟรคชั่นแนลแฟคตอเรียล*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาสถิติ.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ . (2549). *ระบบการเลี้ยงปลานิลเชิงบูรณาการร่วมกับผักตบชวาในบ่อพักน้ำเสียเพื่อการบำบัดน้ำและเพื่อผลผลิตจระเข้น้ำจืด*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

บานชื่น เมืองแก้ว และอัมพร สมบูรณ์มาก. (2551). ผลของความถี่ในการให้อาหาร เวลาในการให้อาหาร และชนิดของอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของปลาหมอไทย (Anabas testudineus). *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 2(1), 37-43.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปศุสัตว์. (ม.ป.ป.). *ปลาทับทิมและการเลี้ยง*. วันที่สืบค้น 20 ตุลาคม 2564, เข้าถึงได้จาก https://pasusat.com/ปลาทับทิม/

ปลาน้ำจืด. (2564). *ปลาทับทิม*. วันที่สืบค้น 20 ตุลาคม 2564, เข้าถึงได้จาก https://sites.google.com/site/songwutyoosil/pla-thabthim

เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเตียว สุภัทรา อุไรวรรณ์ และอาภรณ โพธิ์พงศ์วิวัฒน์. 2551. *การรวบรวมความรู้และประสบการณ์ระบบการตลาดข้อตกลง (Contract Farming) ในประเทศไทย: กรณีศึกษาปลานิล. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์*. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2549). *การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนงานทดลองแบบสปลิทพลอท*. เข้าถึงได้จาก https://ag2.kku.ac.th/eLearning/100402/Doc/Lab11.pdf

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2549). *การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ด้วยวิธีเปรียบเทียบทีละคู่*. เข้าถึงได้จาก https://ag2.kku.ac.th/eLearning/100402/Doc/Lab6.pdf

วีระ ปิยธีรวงศ์. (2557). *แผนการทดลองแบบ split-plot (Split-plot design)*. เข้าถึงได้จาก https://slideplayer.in.th/slide/2087298/

สุทิน ชนะบุญ. (2560). บทที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านสุขภาพเบื้องต้น. (น. 148-150). ขอนแก่น: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น.

สุพัตรา ตั้งวิเชียร และปวีนา กองจันทร์. (2560). การศึกษาแนวทางการลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในกระชัง กรณีศึกษากระชังปลานิลในจังหวัดมหาสารคาม. *Burapha Journal of Business Management Burapha University*, 6(1), 51-64.

Anani, F. K., & Nunoo, F. K. E. (2016). Length-weight Relationship and Condition Factor of Nile Tilapia, *Oreochromisniloticus fed Farm-made and Commercial Tilapia Diet*.

Andrews, J. W., & Page, J. W. (1975). The effects of frequency of feeding on culture of catfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 104(2), 317-321.

Argüello-Guevara, W., Apolinario, W., Bohórquez-Cruz, M., Reinoso, S., Rodríguez, S., & Sonnenholzner, S. (2018). Effects of intermittent feeding on water quality, skin parasites, feed consumption, and growth performance of juvenile longfin yellowtail Seriola rivoliana (Valenciennes, 1833). *Aquaculture Research*, 49(11), 3586-3594.

Cochran, W. G., & Cox, G. M. (1948). Experimental designs. North Carolina State University. *Dept. of Statistics*.

Daudpota, A. M., Abbas, G., Kalhoro, I. B., Shah, S. S. A., Kalhoro, H., Hafeez-ur-Rehman, M., & Ghaffar, A. (2016). Effect of feeding frequency on growth performance, feed utilization and body composition of juvenile Nile tilapia*, Oreochromis niloticus (L.) reared in low salinity water. Pakistan Journal of Zoology*, 48(1), 171-177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dwyer, K. S., Brown, J. A., Parrish, C., & Lall, S. P. (2002). Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (Limanda ferruginea). *Aquaculture*, 213(1-4), 279-292.

El-Araby, D. A., Amer, S. A., & Khalil, A. A. (2020). Effect of different feeding regimes on the growth performance, antioxidant activity, and health of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus. Aquaculture*, 528, 735572, 1-13.

Goodmeterail. 2564. *Fishbone Diagram คือ เรื่องควรรู้เกี่ยวกับ แผนภูมิก้างปลา เพื่อหาสาเหตุและผลกระทบ.* เข้าถึงได้จาก https://www.goodmaterial.co/fishbone-diagram/

Holm, J. C., Refstie, T., & Bø, S. (1990). The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Aquaculture*, 89(3-4), 225-232.

Jones, B., & Nachtsheim, C. J. (2009). Split-plot designs: What, why, and how. *Journal of quality technology*, 41(4), 340-361.

Pouomogne, V., & Ombredane, D. (2001). Effect of feeding frequency on the growth of tilapia (Oreochromis niloticus) in earthen ponds. *Tropicultura*, 19(3), 141-146.

Tran-Duy, A., Schrama, J. W., van Dam, A. A., & Verreth, J. A. (2008). Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus. Aquaculture*, 275(1-4), 152-162.

Wang, N., Hayward, R. S., & Noltie, D. B. (1998). Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture*, 165(3-4), 261-267.

Yuangyai, C., & Lin, D. (2013). Understanding multistage experiments. Int. J. of Experimental Design and Process Optimisation, 3, 384-409. doi:10.1504/IJEDPO.2013.059652

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

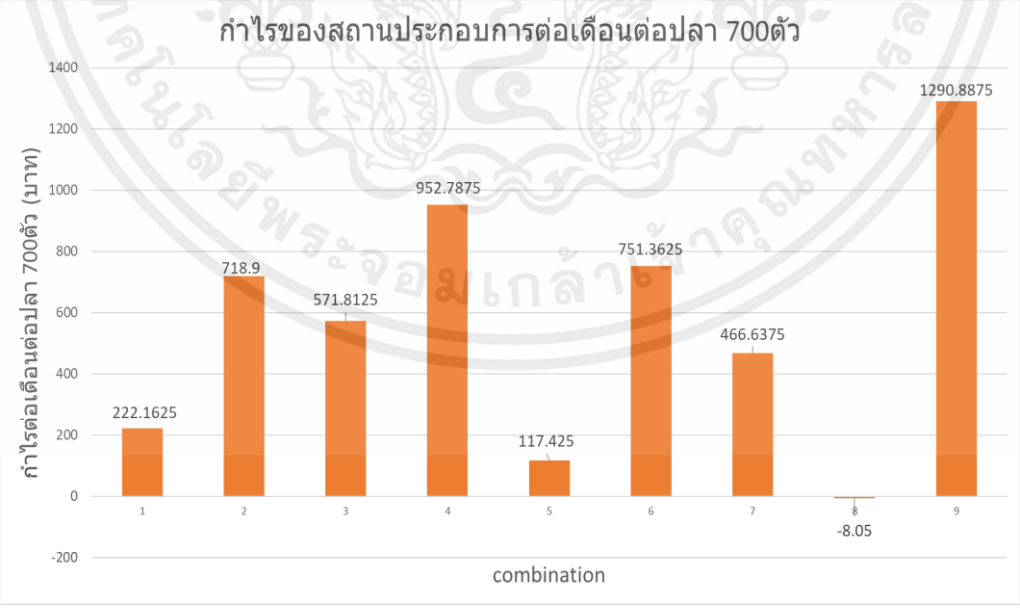
ภาคผนวก ก
ผลกำไรการเลี้ยงปลาทับทิมต่อกระชังต่อเดือนสำหรับปลา 700 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลกำไรสำหรับปลา 700 ตัวต่อกระชัง ต้นทุนค่าอาหาร 34.5บาทต่อกิโลกรัม รายได้คือราคาขายปลาทับทิม 85 บาทต่อกิโลกรัม กำไรคำนวณจากรายได้หักต้นทุนค่าอาหาร เงื่อนไขการทดลองคือความถี่ในการให้อาหาร 2 3 และ 4 ครั้ง ปริมาณอาหารคือ 875กรัม,1225กรัม และ 525กรัมต่อกระชังต่อปลา 700 ตัว คำนวณผลกำไรต่อเดือน 1 เดือนเก็บข้อมูล 30 วัน โดยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อเดือนอ้างอิงจากผลการทดลองหลัก สามารถคำนวณผลได้ดังตารางที่ ผก. 1 และรูปที่ ผก. 1

ตารางที่ ผก. 1 ตารางแสดงผลกำไรของสถานประกอบการต่อเดือนต่อปลา 700ตัวตามเงื่อนไขการทดลอง

Combination	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นต่อปลา 700 ตัว (กิโลกรัม)	ปริมาณอาหารต่อครั้งต่อปลา 700 ตัว (กิโลกรัม)	ความถี่ต่อวัน	ปริมาณอาหารต่อเดือนต่อปลา 700 ตัว (กิโลกรัม)	ต้นทุนค่าอาหารต่อเดือนต่อปลา 700 ตัว (บาท)	รายได้ต่อเดือน (บาท)	กำไรต่อเดือน (บาท)
1	23.923	0.875	2	52.500	1811.25	2033.4125	222.1625
2	38.290	1.225	2	73.500	2535.75	3254.65	718.9
3	19.513	0.525	2	31.500	1086.75	1658.5625	571.8125
4	43.173	0.875	3	78.750	2716.875	3669.6625	952.7875
5	46.130	1.225	3	110.250	3803.625	3921.05	117.425
6	28.018	0.525	3	47.250	1630.125	2381.4875	751.3625
7	48.108	0.875	4	105.000	3622.5	4089.1375	466.6375
8	59.570	1.225	4	147.000	5071.5	5063.45	-8.05
9	40.758	0.525	4	63.000	2173.5	3464.3875	1290.8875



รูปที่ ผก. 1 กราฟแผนภูมิแท่งผลกำไรของสถานประกอบการต่อเดือนต่อปลา 700ตัว (บาท)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตารางเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 1 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 1 เงื่อนไขที่ 1 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.257 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.101
2	0.174
3	0.147
4	0.132
5	0.068
6	0.239
7	0.164
8	0.183
9	0.17
10	0.052
11	0.159
12	0.239
13	0.193
14	0.142
15	0.205
16	0.168
17	0.192
18	0.182
19	0.181
20	0.166
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.16285
น้ำหนักรวม	3.257

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 2 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 1 เงื่อนไขที่ 2 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.241 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.162
2	0.264
3	0.277
4	0.228
5	0.278
6	0.103
7	0.176
8	0.127
9	0.154
10	0.138
11	0.072
12	0.152
13	0.095
14	0.08
15	0.072
16	0.05
17	0.192
18	0.224
19	0.226
20	0.171
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.16205
น้ำหนักรวม	3.241

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 3 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 1 เงื่อนไขที่ 3 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.374 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.098
2	0.083
3	0.235
4	0.200
5	0.208
6	0.182
7	0.116
8	0.07
9	0.227
10	0.209
11	0.231
12	0.097
13	0.145
14	0.270
15	0.160
16	0.110
17	0.112
18	0.324
19	0.133
20	0.164
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.1687
น้ำหนักรวม	3.374

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 4 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 1 เงื่อนไขที่ 4 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.231 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.220
2	0.222
3	0.106
4	0.153
5	0.151
6	0.151
7	0.158
8	0.146
9	0.161
10	0.165
11	0.156
12	0.123
13	0.100
14	0.162
15	0.125
16	0.158
17	0.144
18	0.134
19	0.305
20	0.191
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.16155
น้ำหนักรวม	3.231

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 5 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 1 เงื่อนไขที่ 5 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 4.711 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.188
2	0.067
3	0.227
4	0.178
5	0.224
6	0.37
7	0.121
8	0.133
9	0.300
10	0.151
11	0.163
12	0.179
13	0.139
14	0.144
15	0.366
16	0.273
17	0.383
18	0.213
19	0.418
20	0.474
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.23555
น้ำหนักรวม	4.711

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 6 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 1 เงื่อนไขที่ 6 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.052 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.121
2	0.206
3	0.100
4	0.308
5	0.126
6	0.190
7	0.105
8	0.084
9	0.094
10	0.090
11	0.098
12	0.087
13	0.029
14	0.229
15	0.220
16	0.189
17	0.219
18	0.192
19	0.199
20	0.166
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.1526
น้ำหนักรวม	3.052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 7 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 1 เงื่อนไขที่ 7 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.235 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.178
2	0.143
3	0.194
4	0.169
5	0.263
6	0.176
7	0.163
8	0.234
9	0.18
10	0.178
11	0.245
12	0.141
13	0.158
14	0.127
15	0.114
16	0.17
17	0.161
18	0.109
19	0.085
20	0.047
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.16175
น้ำหนักรวม	3.235

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 8 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 1 เงื่อนไขที่ 8 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.060 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.152
2	0.091
3	0.074
4	0.05
5	0.139
6	0.13
7	0.206
8	0.176
9	0.211
10	0.127
11	0.229
12	0.08
13	0.188
14	0.14
15	0.233
16	0.073
17	0.136
18	0.256
19	0.228
20	0.141
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.153
น้ำหนักรวม	3.060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 9 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 1 เงื่อนไขที่ 9 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.339 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.210
2	0.123
3	0.146
4	0.147
5	0.195
6	0.185
7	0.124
8	0.14
9	0.194
10	0.160
11	0.306
12	0.192
13	0.087
14	0.178
15	0.203
16	0.183
17	0.187
18	0.15
19	0.111
20	0.118
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.16695
น้ำหนักรวม	3.339

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 10 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 2 เงื่อนไขที่ 1 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.986 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.286
2	0.374
3	0.169
4	0.091
5	0.267
6	0.217
7	0.116
8	0.115
9	0.164
10	0.164
11	0.26
12	0.097
13	0.133
14	0.258
15	0.113
16	0.414
17	0.231
18	0.139
19	0.094
20	0.284
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.1993
น้ำหนักรวม	3.986

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 11 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 2 เงื่อนไขที่ 2 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 2.786 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.098
2	0.181
3	0.073
4	0.089
5	0.129
6	0.153
7	0.191
8	0.135
9	0.162
10	0.140
11	0.186
12	0.114
13	0.162
14	0.153
15	0.083
16	0.114
17	0.153
18	0.152
19	0.122
20	0.196
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.1393
น้ำหนักรวม	2.786

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 12 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 2 เงื่อนไขที่ 3 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.145 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.139
2	0.132
3	0.081
4	0.242
5	0.187
6	0.268
7	0.167
8	0.147
9	0.133
10	0.124
11	0.221
12	0.246
13	0.123
14	0.092
15	0.133
16	0.164
17	0.204
18	0.1
19	0.104
20	0.138
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.15725
น้ำหนักรวม	3.145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 13 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 2 เงื่อนไขที่ 4 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 2.857 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.121
2	0.189
3	0.146
4	0.219
5	0.207
6	0.28
7	0.173
8	0.193
9	0.138
10	0.07
11	0.088
12	0.059
13	0.19
14	0.184
15	0.222
16	0.057
17	0.064
18	0.058
19	0.064
20	0.135
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.14285
น้ำหนักรวม	2.857

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 14 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 2 เงื่อนไขที่ 5 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.045 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.170
2	0.162
3	0.170
4	0.134
5	0.151
6	0.143
7	0.323
8	0.092
9	0.123
10	0.108
11	0.105
12	0.102
13	0.066
14	0.16
15	0.198
16	0.208
17	0.187
18	0.143
19	0.195
20	0.105
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.15225
น้ำหนักรวม	3.045

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 15 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 2 เงื่อนไขที่ 6 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.307 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.194
2	0.104
3	0.089
4	0.083
5	0.244
6	0.089
7	0.235
8	0.222
9	0.191
10	0.167
11	0.194
12	0.225
13	0.124
14	0.122
15	0.119
16	0.157
17	0.141
18	0.218
19	0.19
20	0.199
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.16535
น้ำหนักรวม	3.307

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 16 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 2 เงื่อนไขที่ 7 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 25 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.456 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.266
2	0.215
3	0.253
4	0.268
5	0.112
6	0.133
7	0.251
8	0.18
9	0.071
10	0.062
11	0.14
12	0.195
13	0.239
14	0.18
15	0.155
16	0.178
17	0.142
18	0.119
19	0.152
20	0.145
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.1728
น้ำหนักรวม	3.456

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 17 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 2 เงื่อนไขที่ 8 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 35 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.596 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.299
2	0.22
3	0.193
4	0.204
5	0.165
6	0.144
7	0.117
8	0.154
9	0.198
10	0.212
11	0.283
12	0.199
13	0.09
14	0.164
15	0.198
16	0.1
17	0.119
18	0.127
19	0.091
20	0.319
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.1798
น้ำหนักรวม	3.596

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 18 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองหลักและเสริม Block 2 เงื่อนไขที่ 9 โดยมีความถี่ในการให้อาหาร 4 ครั้งต่อวัน และปริมาณอาหาร 15 กรัมต่อครั้ง โดยในวันที่ 0 (วันเริ่มการทดลอง) มีน้ำหนักรวมของปลาทับทิม 20 ตัว คือ 3.017 กิโลกรัม

ลำดับตัว	วันที่ 0
	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.189
2	0.224
3	0.135
4	0.197
5	0.103
6	0.06
7	0.102
8	0.099
9	0.155
10	0.129
11	0.124
12	0.102
13	0.186
14	0.225
15	0.194
16	0.142
17	0.163
18	0.255
19	0.142
20	0.091
น้ำหนักปลาเฉลี่ย	0.15085
น้ำหนักรวม	3.017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 19 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 1

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.154
2	0.22
3	0.229
4	0.137
5	0.117
6	0.173
7	0.162
8	0.223
9	0.253
10	0.17
11	0.169
12	0.225
13	0.149
14	0.194
15	0.155
16	0.256
17	0.176
18	0.099
19	0.268
20	0.117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 20 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 2

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.25
2	0.107
3	0.205
4	0.206
5	0.243
6	0.194
7	0.167
8	0.265
9	0.301
10	0.309
11	0.302
12	0.316
13	0.255
14	0.279
15	0.161
16	0.146
17	0.118
18	0.217
19	0.318
20	0.309

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 21 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 3

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.262
2	0.239
3	0.299
4	0.129
5	0.228
6	0.149
7	0.267
8	0.198
9	0.334
10	0.099
11	0.163
12	0.219
13	0.217
14	0.205
15	0.324
16	0.145
17	0.244
18	0.141
19	0.183
20	0.198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 22 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 4

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.167
2	0.182
3	0.155
4	0.254
5	0.146
6	0.192
7	0.303
8	0.254
9	0.27
10	0.173
11	0.331
12	0.172
13	0.127
14	0.118
15	0.35
16	0.186
17	0.251
18	0.127
19	0.113
20	0.331

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 23 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 5

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.144
2	0.2
3	0.153
4	0.24
5	0.209
6	0.177
7	0.17
8	0.188
9	0.197
10	0.139
11	0.232
12	0.354
13	0.247
14	0.24
15	0.187
16	0.183
17	0.199
18	0.128
19	0.356
20	0.348

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 24 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4.5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 1

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.300
2	0.375
3	0.386
4	0.290
5	0.355
6	0.425
7	0.495
8	0.390
9	0.305
10	0.305
11	0.305
12	0.205
13	0.205
14	0.270
15	0.270
16	0.225
17	0.225
18	0.267
19	0.295
20	0.275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 25 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4.5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 2

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.294
2	0.390
3	0.340
4	0.385
5	0.265
6	0.275
7	0.265
8	0.265
9	0.295
10	0.317
11	0.335
12	0.412
13	0.370
14	0.340
15	0.280
16	0.285
17	0.310
18	0.270
19	0.263
20	0.275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 26 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4.5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 3

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.425
2	0.375
3	0.255
4	0.339
5	0.290
6	0.355
7	0.255
8	0.330
9	0.370
10	0.465
11	0.420
12	0.220
13	0.380
14	0.345
15	0.490
16	0.265
17	0.330
18	0.275
19	0.245
20	0.245

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 27 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4.5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 4

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.320
2	0.270
3	0.350
4	0.295
5	0.290
6	0.198
7	0.270
8	0.310
9	0.205
10	0.290
11	0.265
12	0.305
13	0.335
14	0.321
15	0.321
16	0.290
17	0.485
18	0.285
19	0.355
20	0.419

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 28 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 4.5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 5

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.365
2	0.285
3	0.270
4	0.340
5	0.335
6	0.320
7	0.265
8	0.320
9	0.300
10	0.300
11	0.175
12	0.435
13	0.370
14	0.310
15	0.445
16	0.249
17	0.219
18	0.285
19	0.405
20	0.324

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 29 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 1

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.154
2	0.220
3	0.229
4	0.137
5	0.117
6	0.173
7	0.162
8	0.223
9	0.253
10	0.170
11	0.169
12	0.225
13	0.149
14	0.194
15	0.155
16	0.256
17	0.176
18	0.099
19	0.268
20	0.117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 30 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 2

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.250
2	0.107
3	0.205
4	0.206
5	0.243
6	0.194
7	0.167
8	0.265
9	0.301
10	0.309
11	0.302
12	0.316
13	0.255
14	0.279
15	0.161
16	0.146
17	0.118
18	0.217
19	0.318
20	0.309

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 31 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 3

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.262
2	0.239
3	0.299
4	0.129
5	0.228
6	0.149
7	0.267
8	0.198
9	0.334
10	0.099
11	0.163
12	0.219
13	0.217
14	0.205
15	0.324
16	0.145
17	0.244
18	0.141
19	0.183
20	0.198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 32 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 4

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.167
2	0.182
3	0.155
4	0.254
5	0.146
6	0.192
7	0.303
8	0.254
9	0.270
10	0.173
11	0.331
12	0.172
13	0.127
14	0.118
15	0.350
16	0.186
17	0.251
18	0.127
19	0.113
20	0.331

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 33 ข้อมูลน้ำหนักปลาอายุ 5 เดือน ของการทดลองย่อย ช่องที่ 5

ลำดับปลา	น้ำหนักปลา (กิโลกรัม)
1	0.144
2	0.200
3	0.153
4	0.24
5	0.209
6	0.177
7	0.170
8	0.188
9	0.197
10	0.139
11	0.232
12	0.354
13	0.247
14	0.240
15	0.187
16	0.183
17	0.199
18	0.128
19	0.356
20	0.348

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ใบรับรองการอบรมหลักสูตร จรรยาบรรณาการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทดลองทางวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวทช NSTDA

Certificate of Achievement

This is to certify that

Miss Nattaya Rintachai

has successfully completed

หลักสูตร จรรยาบรรณการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ และ พรบ.สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 (e-Learning)

Awarded on April 8, 2022

เอกสารรับรองการฝึกอบรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Certificate)

ผ่านเว็บไซต์ https://elearn.career4future.com

Certificate No. O-2022011455

Date of Expire April 7, 2023

Paving The Way for Practical S&T Knowledge

รูปที่ ผค. 1 ใบรับรองการอบรมหลักสูตรของนางสาวณัฐธยาน์ รินทะไชย

สวทช NSTDA

Certificate of Achievement

This is to certify that

Miss NICHAYADA SRISAWAT

has successfully completed

หลักสูตร จรรยาบรรณการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ และ พรบ.สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 (e-Learning)

Awarded on April 8, 2022

เอกสารรับรองการฝึกอบรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Certificate)

ผ่านเว็บไซต์ https://elearn.career4future.com

Certificate No. O-2022011453

Date of Expire April 7, 2023

Paving The Way for Practical S&T Knowledge

รูปที่ ผค. 2 ใบรับรองการอบรมหลักสูตรของนางสาวณิชญาดา ศรีสวัสดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวทช NSTDA

Certificate of Achievement

This is to certify that

Miss Narika Srisupo

has successfully completed

หลักสูตร จรรยาบรรณการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ และ พรบ.สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 (e-Learning)

Awarded on April 8, 2022

เอกสารรับรองการฝึกอบรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Certificate)

ผ่านเว็บไซต์ https://elearn.career4future.com

Certificate No. O-2022011454

Date of Expire April 7, 2023

Paving The Way for Practical S&T Knowledge

รูปที่ ผค. 3 ใบรับรองการอบรมหลักสูตรของนางสาวนาฬิกา ศรีสุโพธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การคำนวณค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลองหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 ถึงวันที่ 30 ของการทดลอง เก็บค่าข้อมูลทั้งหมดจำนวน 18 ข้อมูล แบ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากกระชังบริเวณไกล (Block 1) จำนวน 9 ข้อมูล และกระชังบริเวณใกล้ฝั่ง (Block 2) จำนวน 9 ข้อมูล โดยมีค่าข้อมูลดังแสดงในตารางที่ ผง. 1 และนำค่า SP SS ของแต่ละแถวไปหาค่า Intercept จากสูตร $Intercept = \frac{Y^2}{abr}$ ดังแสดงในตารางที่ ผง. 2 และนำค่าน้ำหนักปลาของแต่ละเงื่อนไขมาหาค่า Power of Y จากสูตร $Power\ of\ Y = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{ij}^2$ ดังแสดงในตารางที่ ผง. 3 เพื่อหาค่า Total SS จากสูตร $Total\ SS = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{abr}$

ตารางที่ ผง. 1 ข้อมูลน้ำหนักปลาทับทิมที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 ถึง 30 ของการทดลอง

Y				
ความถี่ในการให้อาหาร (ครั้ง/วัน)	ปริมาณอาหาร (กรัม/ครั้ง/20ตัว)	Block 1 (กิโลกรัม/20ตัว)	Block 2 (กิโลกรัม/20ตัว)	SP SS
2 (a1)	25 (b1)	0.838	0.529	1.367
	35 (b2)	1.004	1.184	2.188
	15 (b3)	0.476	0.639	1.115
MP SS		2.318	2.352	
3(a2)	25 (b1)	0.994	1.473	2.467
	35 (b2)	1.301	1.335	2.636
	15 (b3)	0.973	0.628	1.601
MP SS		3.268	3.436	
4(a3)	25 (b1)	1.275	1.474	2.749
	35 (b2)	1.795	1.609	3.404
	15 (b3)	1.076	1.253	2.329
MP SS		4.146	4.336	

หมายเหตุ ข้อมูล MP SS คือ Sum of Square ของ Main Plot หรือผลรวมระหว่างคอลัมน์ของ Block 1 และ Block 2 ส่วนข้อมูล SP SS คือ Sum of Square ของ Sub Plot หรือผลรวมระหว่างแถวปริมาณอาหารที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผง. 2 การคำนวณหาค่า Intercept

SP SS			
25 กรัม	15 กรัม	35 กรัม	Sum row
1.367	2.188	1.115	4.67
2.467	2.636	1.601	6.704
2.746	3.404	2.329	8.479
6.58	8.228	5.045	Sum Colum
Sum (Sum Row) (Y)		19.853	
Y^2		394.141609	
Intercept		21.89675606	

ตารางที่ ผง. 3 การคำนวณหาค่า Power of Y

Power of Y	
0.702244	0.279841
1.008016	1.401856
0.226576	0.408321
0	0
0.988036	2.169729
1.692601	1.782225
0.946729	0.394384
0	0
1.625625	2.172676
3.222025	2.588881
1.157776	1.570009
Sum= 24.33755	

จากตารางที่ ผง. 2 และ ผง. 3 สามารถนำมาหาค่า Total SS ได้ดังสูตร $Total\ SS = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{abr}$ จะได้เท่ากับ 24.33755 - 21.89675606 คือ 2.440793944

หมายเหตุ a (ความถี่ในการให้อาหารต่อวัน) มีค่าเท่ากับ 3, b (ปริมาณในการให้อาหารต่อครั้ง) มีค่าเท่ากับ 3 และ r (ตำแหน่งกระชัง Block) มีค่าเท่ากับ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นคำนวณหาค่า $Power\ of\ MP\ SS = \frac{\sum_{jk}^{br}(\sum_{i}^{a} Y_{ijk})^2}{b}$ โดยการนำค่า MP SS ของแต่ละคอลัมน์จากตารางที่ ผง. 1 มายกกำลัง 2 เพื่อหาผลรวม ดังตารางที่ ผจ. 4 นำมาลบกับค่า Intercept ดังตารางที่ ผง. 2 เพื่อหาค่า $MP\ SS = \frac{\sum_{jk}^{br}(\sum_{i}^{a} Y_{ijk})^2}{b} - \frac{Y^2}{abr}$ และทำการคำนวณหาค่า $SS\ (Main\ Plot) = \frac{\sum_{i}^{a}(\sum_{jk}^{br} Y_{ijk})^2}{br} - \frac{Y^2}{abr}$ ดังแสดงในตารางที่ ผง. 5

ตารางที่ ผง. 4 การคำนวณหาค่า Power of MP SS

Power of MP SS	
5.373124	5.531904
10.679824	11.806096
17.189316	18.800896
Sum = 23.127053	

จากตารางที่ ผง. 4 สามารถคำนวณหาค่า MP SS ได้เท่ากับ 23.127053 - 21.89675606 คือ 1.230297278

ตารางที่ ผง. 5 การคำนวณหาค่า SS (Main Plot)

$\sum_{jk}^{br}(\sum_{i}^{a} Y_{ijk})^2$
21.8089
44.943616
71.893441
Sum = 138.64596
Sum/6= 23.10766

จากตารางที่ ผง. 5 สามารถคำนวณหาค่า SS (Main Plot) ได้เท่ากับ 23.10766 - 21.89675606 คือ 1.210903444

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนต่อไปของการคำนวณ คือ การคำนวณหา SS (Sub Plot) จากสูตร $SS\ (Sub\ Plot) = \frac{\sum_j^b (\sum_{ik}^{ar} Y_{ijk})^2}{ar} - \frac{Y^2}{abr}$ โดยเริ่มจากการคำนวณหาค่า Power of SP SS เพื่อทำการหาค่า SP SS จากสูตร $SP\ SS = \frac{\sum_{ij}^{ab} (\sum_{k}^{r} Y_{ijk})^2}{r} - \frac{Y^2}{abr}$ ดังแสดงในตารางที่ ผง. 6

ตารางที่ ผง. 6 การคำนวณหาค่า Power of SP SS

Power of SP SS		
1.868689	4.787344	1.243225
6.086089	6.948496	2.563201
7.540516	11.587216	5.424241
Sum = 48.049017		
Sum/2 = 24.0245085		

จากตารางที่ ผง. 6 สามารถคำนวณหาค่า SP SS ได้เท่ากับ 24.0245085 - 21.89675606 คือ 2.127752444

นำค่า Sum Column จากตารางที่ ผง. 2 มายกกำลังสองเพื่อหาผลรวมและหารด้วย 6 ตามสูตร $\frac{\sum_j^b (\sum_{ik}^{ar} Y_{ijk})^2}{ar}$ ดังแสดงในตารางที่ ผง. 7

ตารางที่ ผง. 7 การคำนวณหาค่า SP Sub

43.2964	67.699984	25.452025
Sum = 136.448409		
Sum/6 = 22.7414015		

จากตารางที่ ผง. 7 สามารถคำนวณหาค่า SP Sub ได้เท่ากับ 22.7414015 - 21.89675606 คือ 0.844645444

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณได้ค่า SP SS, MP SS, SS (Main Plot), SS (Sub Plot) และ Total SS ตามตารางที่ ผง. 2 - ผง. 7 สามารถนำค่าที่คำนวณได้ไปหาค่า SS (AB) และ SS (EB) ได้ดังนี้

1. การคำนวณหาค่า SS (AB)

SS (AB) = SP SS - SS (Main Plot) – SS (Sub Plot)

= 2.127752444 - 1.210903444 - 0.8446454

= 0.072204

2. การคำนวณหาค่า SS (EB)

SS (EB) = Total SS – MP SS - SS (Main Plot) – SS (Sub Plot)

= 2.440793944 - 1.230297278 - 1.210903444 - 0.84464544

= 0.293647667

ซึ่งจากการคำนวณค่าทั้งหมดสามารถนำไปหาค่า MS ได้ดังแสดงในตารางที่ ผง. 8 และ หาค่า $F = \frac{MS}{MSE}$ ได้ดังแสดงในตารางที่ ผง. 9

ตารางที่ ผง. 8 การคำนวณหาค่า MS

MS	
MS inter =	21.896756
MS main =	0.6054517
MS sub =	0.4223227
MS ab =	0.0180509
MS eb =	0.0489413

ตารางที่ ผง. 9 การคำนวณหาค่า F

F	
F inter =	2432.9729
F main (a) =	510.06885
F sub (b) =	8.6291724
F ab =	0.3688275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้