ผลของความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูต่ออัตราการรอดตายและต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงที่ความหนาแน่นของการบรรจุและระยะเวลาการขนส่งที่ต่างกัน

นายสาธิต คำผง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2563

Effects of Clove Oil Concentration on Survival Rates and Transportation Costs of Red Tilapia (*Oreochromis spp.*) in the Differences of Containing Density and Transportation Period

Mr. Sathit Khamphong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives

Sukhothai Thammathirat Open University

2020

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูต่ออัตราการรอดตายและต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงที่ความหนาแน่นของการบรรจุและระยะเวลาการขนส่งที่ต่างกัน

ชื่อและนามสกุล นายสาธิต คำผง

แขนงวิชา การจัดการการเกษตร

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภวัต เจียมจิณณวัตร

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินธร มณีรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.สง่า ลีสง่า)

.... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภวัต เจียมจิณณวัตร)

.... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินธร มณีรัตน์)

.... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร พุทธาพิทักษ์ผล)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูต่ออัตราการรอดตายและต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงที่ความหนาแน่นของการบรรจุและระยะเวลาการขนส่งที่ต่างกัน

ผู้วิจัย นายสาธิต คำผง **รหัสนักศึกษา** 2619002211

ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภวัต เจียมจิณณวัตร (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินธร มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู ความหนาแน่นของการบรรจุ และระยะเวลาที่มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลานิลแดง 2) ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง และ 3) แนวทางการจัดการการขนส่งปลานิลแดงที่เหมาะสม

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ 4×3 แฟคทอเรียล ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม โดยทดลอง 2 ปัจจัย ปัจจัยแรก คือระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู 4 ระดับ ที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ปัจจัยที่สอง คือระดับความหนาแน่นของปลานิลแดง 3 ระดับ ที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ดำเนินการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง ประกอบด้วยทรีตเมนต์ผสมทั้งหมด 12 ทรีตเมนต์ผสม แต่ละทรีตเมนต์ผสมมี 3 ซ้ำการทดลองครั้งนี้ใช้ลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัมต่อตัว จำนวน 3,456 ตัว ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้การทดสอบเปรียบเทียบเชิงพหุของตูกี หลังจากนั้นใช้การทดลองขนส่งจริง เก็บข้อมูลโดยใช้แบบบันทึกและคำนวณค่าขนส่งที่เกิดขึ้นจริง

ผลการวิจัย พบว่า 1) ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู และความหนาแน่นของการบรรจุลูกปลานิลแดงมีผลต่ออัตราการรอดตาย โดยความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นของลูกปลานิลแดงที่ 9 ตัวต่อลิตร ที่ระยะเวลา 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่าลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) 2) ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่า ต้นทุนการขนส่งเฉลี่ยต่อตัวอยู่ที่ 0.57, 1.57 และ 2.15 และ 3.22 บาท ตามลำดับ และ 3) แนวทางการจัดการการขนส่งปลานิลแดง ที่ระยะเวลาในการขนส่ง 3 ถึง 12 ชั่วโมง สามารถใช้ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดงที่ 9 ตัวต่อลิตร โดยทำให้อัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงสูง ทั้งนี้ ควรเพิ่มจำนวนถุงที่บรรจุลูกปลานิลแดงในการขนส่งแต่ละเที่ยว จะสามารถช่วยลดต้นทุนการขนส่งเฉลี่ยต่อตัวได้

คำสำคัญ : ปลานิลแดง น้ำมันกานพลู ความหนาแน่นของการบรรจุ อัตราการรอดตาย ต้นทุนการขนส่ง

Thesis title: Effects of Clove Oil Concentration on Survival Rates and Transportation Costs of Red Tilapia (*Oreochromis spp.*) in the Differences of Containing Density and Transportation Period

Researcher: Mr. Sathit Khamphong; **ID:** 2619002211

Degree: Master of Agriculture (Agricultural Resources Management)

Thesis advisors: (1) Dr. Bhawat Chiamjinnawat, Assistant Professor; (2) Dr. Warinthorn Maneerat, Assistant Professor

Academic year: 2020

Abstract

The objectives of this research were to study 1) concentration of clove oil, containing density and transportation period on survival rates of red tilapia 2) transportation costs from trials of actual transporting and 3) guidelines for suitable transportation management for red tilapia.

This research was an experimentation using 4x3 factorial in completely randomized design. There were 2 factors, the first factor was the concentration of clove oil in 4 levels at 0, 15, 25 and 35 milligram/liter, and the second factor was the containing density of red tilapia in 3 levels at 3, 6 and 9 individual/liter. The experiment was conducted at 3, 6, 9 and 12 hours, together with a combination of 12 treatments and 3 replications, using a total 3,456 individuals of red tilapia at 30 gram in size. Analyzing the data by using the analysis of variance and comparing the differences of means by Tukey Multiple Comparison Test. After that the trials of actual transporting were conducted. Collecting the data by using cost record form to calculate actual transportation costs.

The results showed that 1) the concentration of clove oil and containing density of red tilapia affected on the survival rates. Accordingly, the concentration of clove oil at 25 milligram/liter and the containing density at 9 individual/liter at 9 and 12 hours led to higher average survival rate of red tilapia than other treatments with significantly statistical difference ($p<0.05$) 2) Transportation costs from the experiment by actual transporting at 3, 6, 9 and 12 hours on average per individual were 0.57, 1.57, 2.15 and 3.22 bath, respectively and 3) guidelines for transportation management for red tilapia between 3 to 12 hours is that using the concentration of clove oil at 25 ppm and containing density of red tilapia at 9 individual/liter causes high survival rates of red tilapia. Moreover, increasing the number of bags of red tilapia in transportation can reduce transportation cost per individual on average.

Keywords: Red Tilapia, Clove Oil, Containing Density, Survival Rates, Transportation Costs

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภวัต เจียมจิณณวัตร อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินธร มณีรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนข้อมูลการวิจัย แนวทางการวิจัย ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย การให้คำแนะนำ ติดตามผลการดำเนินการวิจัย ตลอดจนการตรวจสอบข้อมูล ผลการวิจัย และการจัดทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จได้ด้วยดีบรรลุตามวัตถุประสงค์

ขอขอบคุณนางสาวเมตตา ทิพย์บรรพต ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำเพชรบุรีที่ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิจัย นายคงภพ อำพลศักดิ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำปทุมธานี นายสมบูรณ์ สุนทรโชติ นักวิชาการประมงปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำปทุมธานี ที่ให้การสนับสนุนลูกพันธุ์ปลานิลแดงสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ขอบขอบคุณนายเจริญ สองครณ์ นายสัญญา อินทราพงษ์ และนางสาวศดานันท์ ทรรพกาญจน์ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำเพชรบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งในการช่วยปฏิบัติงานวิจัย การจัดเตรียมอุปกรณ์ สถานที่ การดำเนินการวิจัย ตลอดจนการจัดเก็บข้อมูลและบันทึกผลการทดลอง ขอขอบคุณนายไพศาล รัตนา หัวหน้าหน่วยป้องกันและปราบปรามประมงน้ำจืดเขื่อนวชิราลงกรณ์ (กาญจนบุรี) นายไพรัตน์ อ่อนจันทร์ นายท้ายเรือ ส2 (ลูกจ้างประจำ) นายภาคย์ จินดาโชติ ประมงอำเภอศรีสวัสดิ์ นางสาวอุษา คำวงพะเนา ประมงอำเภอคง ที่ให้ความนุเคราะห์ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา การติดต่อประสานงานและอำนวยความสะดวกในการเข้าพื้นที่ ตลอดจนฟาร์มเกษตรกรที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดเตรียมกระชังเพื่อใช้ในอนุบาลลูกพันธุ์ปลานิลแดงจากการทดสอบการขนส่งครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อมุขและคุณแม่ขวัญใจ คำผง ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณตลอดจนพี่ๆ ครอบครัว “คำผง” ซึ่งเป็นแรงบันดาลใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากคุณประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ขออุทิศแด่นายประวิทย์ คำผง ผู้ล่วงลับ และทุกๆ ท่านที่คอยเป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือเสมอมา หากเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อพกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

สาธิต คำผง

กรกฎาคม 2563

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... จ

กิตติกรรมประกาศ .... ฉ

สารบัญตาราง .... ฌ

สารบัญภาพ .... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 3

นิยามศัพท์เฉพาะ 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

ปลานิลแดง 5

การจัดการขนส่งสัตว์น้ำ 9

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการขนส่งสัตว์น้ำ 12

การขนส่งขนส่งสัตว์น้ำโดยใช้ยาสลบ 14

กานพลูและน้ำมันกานพลู 15

ความหนาแน่น 16

ต้นทุนการขนส่ง 17

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำมันกานพลูในการสลบสัตว์น้ำ 18

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 22

รูปแบบการวิจัย 22

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 25

วิธีดำเนินการวิจัย 26

การเก็บรวบรวมข้อมูล 30

การวิเคราะห์ข้อมูล 31

สถานที่ทดลอง 31

ระยะเวลาทำการทดลอง 31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 32
ตอนที่ 1 การทดลองภายอกอาคารแบบเปิด 33
ตอนที่ 2 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง 39
ตอนที่ 3 ต้นทุนการขนส่ง 41
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 44
สรุปการวิจัยและอภิปรายผล 44
ข้อเสนอแนะ 48
บรรณานุกรม 50
ภาคผนวก 55
ก ภาพการเตรียมการก่อนการดำเนินการวิจัย 56
ข ภาพการทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด 59
ค ภาพการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง 63
ประวัติผู้วิจัย 67

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง 23

ตารางที่ 4.1 อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง 33

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) 34

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง 36

ตารางที่ 4.3 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง 37

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) 38

ตารางที่ 4.4 อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง โดยวิธีการขนส่งจริง 40

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่าง 42

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง 44

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ปลานิลแดง 6
ภาพที่ 2.2 วงจรชีวิตปลานิลแดง 6
ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงการจัดชุดทดลอง 27

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปลานิลสีแดง เป็นชื่อที่ได้รับการพระราชทานจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามมกุฎราชกุมารี เมื่อวันที่ 2 มกราคม 2527แต่นิยมเรียกกันว่า "ปลานิลแดง" ซึ่งกรมประมงได้ส่งปลานิลสีแดงไปตรวจสอบพันธุ์ ณ มหาวิทยาลัยสเตอร์ริง ประเทศสหราชอาณาจักร และมหาวิทยาลัยฟิลิปปินส์ ประเทศฟิลิปปินส์ ด้วยการวิเคราะห์อัลโลไซม์ที่ควบคุมยีนบางชนิด พบว่ามีความถี่ปลานิล 78 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมอเทศ 22 เปอร์เซ็นต์ (มานพ และคณะ, 2530) ปลานิลแดงที่มีการเพาะเลี้ยงในประเทศไทยมีความหลากหลายของสายพันธุ์ กรมประมง โดยกองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำได้มีการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ เช่น "ปทุมธานี 1" เป็นพันธุ์ปลานิลแดงที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์สำเร็จในปี 2552โดยวิธีการคัดเลือกแบบดูลักษณะตัวเองที่มีการประเมินจากค่าการผสมพันธุ์ของน้ำหนัก ในความเค็ม 25-30 ส่วนในพัน เพื่อให้มีการเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง และสามารถเลี้ยงได้ในน้ำเค็มระดับ 25-30 ส่วนในพัน (นวลมณี และคณะ,2552) "เร้ด 1" เป็นพันธุ์ได้รับการปรับปรุงพันธุ์สำเร็จในปี 2550 โดยวิธีการคัดเลือกแบบหมู่ เพื่อให้มีการเจริญเติบโตที่ดีทั้งด้านความยาวลำตัวและน้ำหนัก (กฤษณ์พันธ์ และสง่า, 2550) และ เร้ด 2 เป็นพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์สำเร็จในปี 2555 โดยวิธีการคัดเลือกแบบดูลักษณะภายในครอบครัว เพื่อให้มีการเจริญเติบโตที่ดีทั้งด้านความยาวลำตัวและน้ำหนัก (ศรีจรรยา และคณะ, 2555) นอกจากนี้มีการนำเข้าพันธุ์ปลานิลแดงจากต่างประเทศเพื่อนำมาทดสอบการเลี้ยงด้วยวิธีการคัดเลือก โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง (Phaukgeen *et al*., 2005)

ปลานิลแดงเป็นปลาที่ความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ โดยมีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายรูปแบบและลักษณะการเลี้ยงเกษตรกรจะนิยมเลี้ยงในกระชัง ขนาดของปลานิลแดงที่นิยมเลี้ยงประมาณ 30-50 กรัม เพราะสามารถเลี้ยงในกระชังขนาดช่องตา 5-7 เซนติเมตรได้ และมีอัตราการรอดตายสูง สำหรับการขนส่งลูกปลานิลแดงนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของปลา ซึ่งด้วยกันมีหลายวิธี เช่น ในลูกปลาอายุ 7-10 วัน และขนาด 2-3 เซนติเมตร จะมีการบรรจุในถุงพลาสติกซึ่งมีการเติมออกซิเจนลงไปโดยการมัดปากถุงให้แน่น ส่วนในปลาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไปจะใช้ถังพลาสติกขนาดใหญ่และมีการให้ออกซิเจนระหว่างการขนส่ง ช่วงเวลาในการขนส่งที่เหมาะควรเลือกช่วงเวลาที่อากาศไม่ร้อน มีอุณหภูมิน้ำต่ำ ทำให้ลูกปลามีอัตราการรอดตายสูงในระหว่างการขนส่ง การเติมน้ำแข็งลงไปในน้ำให้มีอุณหภูมิประมาณ 24 องศาเซลเซียส และการใส่เกลือลงไปโดยใช้เกลือ 1-5 กิโลกรัม ต่อน้ำ 1,000 ลิตร จะช่วยรักษาสมดุลของเกลือแร่ในตัวปลา สำหรับปลาขนาดใหญ่ อาการตื่นตกใจจะมีผลกระทบโดยตรงต่อการขนส่ง นอกจากสัตว์น้ำจะมีการใช้ออกซิเจนในการหายใจมากขึ้น ยังทำให้เกิดความบอบช้ำ บางครั้งสัตว์น้ำมี

อัตราการรอดตายต่ำหลังจากการขนส่ง สำหรับการขนส่งสัตว์น้ำในระยะทางไกลต้องทำด้วยความระมัดระวัง ควรมีวิธีการจัดการที่ถูกต้องเพื่อลดความสูญเสียระหว่างการขนส่ง

การขนส่งสัตว์น้ำโดยการสลบด้วยสารเคมี สามารถลดอัตราการเคลื่อนไหว ลดปริมาณการใช้ออกซิเจน ความเครียด อัตราการเผาผลาญ การบาดเจ็บ ตลอดจนลดการสูญเสียระหว่างการขนส่ง และช่วยเพิ่มอัตราการรอดตายของปลาได้ ยาสลบที่ใช้ เช่น 2-phenoxyethanol metomidate และ MS-222 หรือ Tricane methane sulfonate มีการทดลองใช้ในการขนส่งและลดความเครียดในสัตว์น้ำ (Weber *et al*., 2009) ส่วนยาสลบที่นิยมใช้รวมทั้งประเทศไทยเช่น อีเทอร์ , quinadine, benzocaine, quinidine (2-4-methyquinoline) และ MS-222 เป็นต้น ยาสลบเหล่านี้มักจะทำให้เกิดการตกค้างในสัตว์น้ำและบางชนิดไม่อนุญาตให้ใช้กับปลาที่เลี้ยงไว้เป็นอาหารของมนุษย์ (Amani and James, 2007) สำหรับความเข้มข้นที่ใช้เช่น Sodium emytal ที่มีความเข้มข้นประมาณ 21-28 มิลลิกรัมต่อลิตร MS 222 ที่มีความเข้มข้นประมาณ 40-51 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Quinaldine ที่มีความเข้มข้น 2-5 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไทยเกษตรศาสตร์, 2556) นอกจากนี้มีการใช้น้ำมันกานพลู (Clove oil) เป็นยาสลบในสัตว์น้ำ สำหรับในต่างประเทศได้รับความนิยมใช้เป็นยาสลบปลากันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นสารสกัดจากพืช มีราคาถูก ปลอดภัยต่อปลาและมนุษย์ (วัชริยา, 2556) ระดับความเข้มข้นที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของปลา ประสิทธิภาพของน้ำมันกานพลู ที่สามารถใช้ในการขนส่งสัตว์น้ำเป็นระยะเวลา 12-24 ชั่วโมง ในภาชนะบรรจุน้ำจำกัดและไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างการขนส่ง พบว่า ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่เหมาะสม ที่ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับลูกปลากะพงขาว ขนาด 1 กรัม ที่ระดับความเข้มข้น 5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับลูกปลานิลขนาด 0.3-5 กรัม และที่ระดับความเข้มข้น 4-6 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปลาหมอสีขนาด 8-30 กรัม (เจนนุช และคณะ, 2549)

อย่างไรก็ตาม การใช้ยาสลบในการขนส่งสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่นั้น ควรมีความระมัดระวังในการใช้ และควรทราบความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการสลบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของสัตว์น้ำ การขนส่งลูกปลานิลแดงขนาด 10-30 กรัม ไม่นิยมใช้ถุงพลาสติกในการขนส่ง เนื่องจากครีบของลูกปลานิลแดงขณะมีการเคลื่อนไหว หรือการตื่นตกใจจะทำให้ถุงพลาสติกเกิดการรั่วซึม ลูกปลานิลแดงอาจเกิดความเสียหายระหว่างการขนส่ง ซึ่งการขนส่งลูกปลานิลแดงขนาดดังกล่าว นิยมใช้ถังไฟเบอร์ทรงสี่เหลี่ยมโดยมีการเติมอากาศและลดอุณหภูมิ แต่เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง การใช้ถุงพลาสติกในการบรรจุลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัมโดยใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูในการสลบ เพื่อการเคลื่อนไหวอาการตื่นตกใจ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เกษตรกรสามารถดำเนินการขนส่งได้เอง ดังนั้นการวิจัย ผลของความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูต่ออัตราการรอดตายและต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงที่ความหนาแน่นของการบรรจุและระยะเวลาการขนส่งที่ต่างกันนี้ จะทำให้ทราบระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู ความหนาแน่นในบรรจุที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งที่ที่ระยะเวลาต่างกัน ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งเพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความคุ้มค่าในการขนส่งลูกปลาให้ถึงฟาร์มของเกษตรกรอย่างปลอดภัย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู ความหนาแน่นในการบรรจุ และระยะเวลาที่มีผลต่ออัตรารอดตายของปลานิลแดง

2.2 เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงโดยการใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่างกัน

2.3 เพื่อกำหนดแนวทางการจัดการการขนส่งปลานิลแดงที่เหมาะสม

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านประชากร ดำเนินการวิจัยโดยใช้ปลานิลแดง ขนาดประมาณ 30 กรัม จำนวน 3,456 ตัว

3.2 ขอบเขตด้านสถานที่ดำเนินการทดลอง

3.2.1 การอนุบาลลูกปลานิลแดงและการดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำเพชรบุรี อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

3.2.2 ฟาร์มเกษตรกรที่ใช้ในการทดสอบผลการทดลอง

1) ระยะเวลาที่ 3 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 124 กิโลเมตร ที่ตั้งฟาร์มตำบลเขาน้อย อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

2) ระยะเวลาที่ 6 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 356 กิโลเมตร ที่ตั้งฟาร์มตำบลหนองลู อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

3) ระยะเวลาที่ 9 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 491 กิโลเมตร ที่ตั้งฟาร์มตำบลตาจั่น อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา และตำบลหนองหว้า อำเภอบัวลาย จังหวัดนครราชสีมา

4) ระยะเวลาที่ 12 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 739 กิโลเมตร ที่ตั้งฟาร์มตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

3.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

3.3.1 ระยะเวลาเตรียมสัตว์ทดลอง ประมาณ 60 วัน (กรกฎาคม-กันยายน 2563)

3.3.2 ระยะเวลาดำเนินการ การทดลอง การเก็บข้อมูล บันทึกข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลประมาณ 45 วัน (ตุลาคม-ธันวาคม 2563)

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ปลานิลแดง (Red tilapia) หมายถึง ปลานิลแดงสายพันธุ์ "ปทุมธานี 1" เป็นพันธุ์ปลานิลแดงที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ โดยวิธีการคัดเลือกแบบดูลักษณะตัวเองที่มีการประเมินจากค่าการผสมพันธุ์ของน้ำหนัก ในความเค็ม 25-30 ส่วนในพัน เพื่อให้มีการเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง และสามารถเลี้ยงได้ในน้ำเค็มระดับ 25-30 ส่วนในพัน (นวลมณี และคณะ,2552)

4.2 น้ำมันกานพลู (Clove oil) หมายถึง น้ำมันกานพลูบริสุทธิ์ ที่มีความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้เป็นสารละลายน้ำมันกานพลูที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนน้ำมันกานพลูบริสุทธิ์ต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (1 ส่วน ต่อ 9 ส่วน)

4.3 อัตราการรอดตาย (Survival rate) หมายถึง จำนวนปลาที่เหลือรอดเมื่อสิ้นสุดการทดลองหารด้วยจำนวนปลาที่เริ่มต้นการทดลองคูณด้วยหนึ่งร้อย

4.4 ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Cost) หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทดสอบผลการทดลองโดยการขนส่งจริง เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ในการขนส่ง ค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำมันกานพลูและเอทิลแอลกอฮอล์ 95%

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 เกษตรกรหรือฟาร์มผู้เลี้ยงสัตว์น้ำสามารถประเมินต้นทุนจากการขนส่งลูกปลานิลแดง และสามารถตัดสินใจ เลือกวิธีการการขนส่งลูกปลานิลแดงเพื่อให้เกิดความคุ้มค่า

5.2 เกษตรกรหรือฟาร์มสามารถวางแผนการสั่งซื้อลูกพันธุ์ปลานิลแดงตามปริมาณความต้องการหรือความสามารถในการขนส่งลูกปลานิลแดง ตลอดจนระยะทางและเวลาการขนส่งลูกปลาเพื่อให้เกิดความเสียหายแก่ลูกปลานิลแดงน้อยที่สุด

5.3 สามารถใช้เป็นแนวทางการจัดการการขนส่งปลาขนาดใหญ่ หรือสำหรับการขนย้ายพ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยผลของความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูต่ออัตราการรอดตายและต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงที่ความหนาแน่นของการบรรจุและระยะเวลาการขนส่งที่ต่างกัน ดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง จัดการทดลองแบบ 4x3 แฟคทอเรียล ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (CRD: Completely Randomized Design) โดยการทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด ใช้ตาข่ายสีดำสำหรับพลางแสง และการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง มีผลการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด

1.1 ผลของระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู และความหนาแน่นที่มีต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัม

1.2 เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง

1.3 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ตอนที่ 2 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

2.1 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

ตอนที่ 3 ต้นทุนการขนส่ง

3.1 ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่างกัน

3.2 ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

ตอนที่ 1 การทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด

1.1 ผลของระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู และความหนาแน่นที่มีต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัม แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A	B 3	B 6	B 9	SR[1]	A x B
3	0	97.23±4.79	100.00±0.00	100.00±0.00	99.08±2.77^{ns}	ns
	15	100.00±0.00	98.60±2.42	100.00±0.00	99.53±1.40^{ns}	
	25	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00^{ns}	
	35	100.00±0.00	100.00±0.00	99.07±1.62	99.69±0.93^{ns}	
	SR[2]	99.31±2.40^{ns}	99.65±1.21^{ns}	99.77±0.81^{ns}		
	P-value (A)		0.51			
	P-value (B)		0.26			
	P-value (A x B)		0.32			
6	0	97.23±4.79	98.60±2.42	99.07±1.62	98.30±2.92^{ns}	ns
	15	100.00±0.00	97.20±2.42	100.00±0.00	99.07±1.85^{ns}	
	25	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00^{ns}	
	35	97.23±4.79	100.00±0.00	98.13±1.62	98.46±2.81^{ns}	
	SR[2] (%)	98.62±3.23^{ns}	98.95±1.90^{ns}	99.30±1.27^{ns}		
	P-value (A)		0.40			
	P-value (B)		0.77			
	P-value (A x B)		0.47			
9	0	94.47±4.79	95.80±0.00	97.20±0.00	95.82±2.67^{b}	ns
	15	97.23±4.79	98.60±2.42	100.00±0.00	98.61±2.94^{a}	
	25	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00^{a}	
	35	91.70±0.00	95.80±0.00	99.07±1.62	95.52±3.30^{b}	
	SR[2] (%)	95.85±4.33^{b}	97.55±2.16^{ab}	99.07±1.38^{a}		
	P-value (A)		0.00			
	P-value (B)		0.00			
	P-value (A x B)		0.20			

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A	B			SR[1]	A x B
		3	6	9		
12	0	91.67±0.00	94.44±2.40	94.44±0.00	93.52±1.83[bc]	ns
	15	94.45±4.81	97.22±4.81	97.22±0.00	96.30±3.67[b]	
	25	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00[a]	
	35	86.11±4.82	93.06±2.40	96.29±1.61	91.82±5.31[c]	
	SR[2] (%)	93.06±5.98[b]	96.18±3.75[a]	96.99±2.20[a]		
	P-value (A)		0.00			
	P-value (B)		0.00			
	P-value (A x B)		0.08			

หมายเหตุ : A คือ ระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และ B คือระดับความหนาแน่นลูกปลานิลแดง
A x B คือ อิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และระดับความหนาแน่นลูกปลานิลแดง
SR[1] คือ อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้น (A)
SR[2] คือ อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระดับความหนาแน่น (B)
[abc]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งยกกำลังด้วย ns แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
[abc]ค่าเฉลี่ยในแนวนอนยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ค่าเฉลี่ยในแนวนอนยกกำลังด้วย ns แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากตารางที่ 4.1 อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง จากการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ระยะเวลาการทดลองที่ 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่าอิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง อัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ระยะเวลาการทดลองที่ 3 ชั่วโมง ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.08±2.77, 99.53±1.40, 100.00±0.00 และ 99.69±0.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ทุกระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.31±2.40, 99.65±1.21 และ 99.77±0.81 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าทุกระดับความหนาแน่น อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

การทดลองที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ความเข้มข้นน้ำมันกานพลู ที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 98.30±2.92, 99.07±1.85, 100.00±0.00 และ 98.46±2.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ทุกระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 98.62±3.23, 98.95±1.90 และ 99.30±1.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ทุกระดับความหนาแน่น อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

การทดลองที่ระยะเวลา 9 ชั่วโมง ความเข้มข้นน้ำมันกานพลู ที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 95.82±2.67, 98.61±2.94, 100.00±0.00 และ 95.52±3.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลูมีผลต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 15 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 95.85±4.33, 97.55±2.16 และ 99.07±1.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ความหนาแน่นของลูกปลานิลแดงมีผลต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยความหนาแน่นในการบรรจุที่ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด

การทดลองที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 93.52±1.83, 96.30±3.67, 100.00±0.00 และ 91.82±5.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 93.06±5.98, 96.18±3.75 และ 96.99±2.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดงซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยระดับความหนาแน่นที่ 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด

1.2 เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น น้ำมันกานพลู (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนถุง ที่ใช้ทดลอง	จำนวนถุง ที่มีการรั่วซึม	เปอร์เซ็นต์การรั่วซึม ของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง (%)
3	0	9	3	33.33
	15	9	2	22.22
	25	9	0	0.00
	35	9	0	0.00
6	0	9	5	55.56
	15	9	3	33.33
	25	9	0	0.00
	35	9	0	0.00
9	0	9	6	66.67
	15	9	4	44.44
	25	9	0	0.00
	35	9	0	0.00
12	0	9	7	77.78
	15	9	5	55.56
	25	9	0	0.00
	35	9	0	0.00

จากตารางที่ 4.2 เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลาการทดลองที่ 3 ชั่วโมง พบว่าถุงบรรจุลูกปลานิลแดงที่มีการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมเท่ากับ 33.33, 22.22, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลองที่ 6 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมเท่า 55.56, 33.33, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลองที่ 9 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมเท่ากับ 66.67, 44.44, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และระยะเวลาการทดลองที่ 12 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมเท่ากับ 77.78, 55.56, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากตารางจะเห็นได้ว่าในการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดงจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการทดลองที่เพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลา

นิลแดงจะลดลงตามปริมาณการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่สูงขึ้น และพบว่าการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกิดการรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง

1.3 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A x B	คุณภาพน้ำ				
		อุณหภูมิ (°C)	DO (มิลลิกรัมต่อลิตร)	pH	NH_4 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	NO_2 (มิลลิกรัมต่อลิตร)
3	A1B1	29.0	6.0	7.8	0.3	0
	A1B2	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A1B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A2B1	28.5	5.0	7.8	0.3	0
	A2B2	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A2B3	28.0	3.5	7.8	0.3	0
	A3B1	28.0	5.0	7.6	0	0
	A3B2	28.0	4.5	7.8	0.3	0
	A3B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A4B1	28.0	5.0	7.6	0	0
	A4B2	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A4B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0
6	A1B1	29.0	6.0	8.0	0.5	0
	A1B2	29.0	5.0	7.8	0.3	0
	A1B3	28.0	4.5	8.0	0.5	0
	A2B1	29.0	5.5	7.8	0.3	0
	A2B2	28.5	4.0	7.8	0.3	0
	A2B3	28.0	3.5	7.8	0.3	0
	A3B1	28.5	6.0	7.8	0.3	0
	A3B2	29.0	4.5	7.8	0.3	0
	A3B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A4B1	28.5	5.0	7.8	0.3	0
	A4B2	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A4B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A x B	คุณภาพน้ำ				
		อุณหภูมิ (°C)	DO (มิลลิกรัมต่อลิตร)	pH	NH_4 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	NO_2 (มิลลิกรัมต่อลิตร)
9	A1B1	29.0	4.5	7.8	0.3	0.1
	A1B2	29.0	4.0	7.8	0.3	0.1
	A1B3	29.0	3.0	8.0	0.5	0.1
	A2B1	29.0	5.0	7.8	0.3	0.1
	A2B2	28.5	4.5	7.8	0.3	0.1
	A2B3	29.0	3.0	8.0	0.5	0.1
	A3B1	29.0	5.0	7.8	0.3	0.1
	A3B2	29.0	3.0	7.8	0.3	0.1
	A3B3	28.5	3.0	8.0	0.5	0.1
	A4B1	29.0	5.0	7.8	0.3	0.1
	A4B2	28.5	4.0	7.8	0.3	0.1
	A4B3	28.0	3.0	8.0	0.5	0.1
12	A1B1	26.0	4.0	8.0	0.5	0.1
	A1B2	26.0	3.0	8.0	0.5	0.1
	A1B3	26.0	3.0	8.2	0.5	0.1
	A2B1	26.0	3.5	8.0	0.5	0.1
	A2B2	26.0	3.0	8.2	0.5	0.1
	A2B3	26.5	3.0	8.2	0.5	0.1
	A3B1	26.0	4.0	8.0	0.5	0.1
	A3B2	26.0	3.0	8.0	0.5	0.1
	A3B3	26.5	3.0	8.1	0.5	0.1
	A4B1	26.0	4.5	8.0	0.5	0.1
	A4B2	26.5	3.0	8.2	0.5	0.1
	A4B3	27.0	3.0	8.2	0.5	0.1

หมายเหตุ DO คือ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

pH คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

NH_4 คือค่าแอมโมเนีย

NO_2 คือค่าไนไตรท์

จากตารางที่ 4.3 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่า

ระยะเวลาการทดลองที่ 3 ชั่วโมง ค่าอุณหภูมิของน้ำ อยู่ที่ 28.0-29.0 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 3.5-6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 7.6-7.8 ค่าแอมโมเนียอยู่ที่ 0-0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าไนไตรท์ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ระยะเวลาการทดลองที่ 6 ชั่วโมง ค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 28.0-29.0 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนท่ะลายในน้ำอยู่ที่ 3.5-6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 7.8-8.0 ค่าแอมโมเนียอยู่ที่ 0.3-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์อยู่ที่ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ระยะเวลาการทดลองที่ 9 ชั่วโมง ค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 28.0-29.0 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 3.0-5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 7.8-8.0 ค่าแอมโมเนีย 0.3-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ระยะเวลาการทดลอง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 26.0-27.0 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 3.0-4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 8.0-8.2 ค่าแอมโมเนีย 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตอนที่ 2 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

2.1 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

จากผลการทดลอง ตอนที่ 1 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง การใช้น้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการการบรรจุลูกปลานิลแดง สำหรับการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่พบว่ามีการรั่วซึมของถุงบรรจุในทุกระยะเวลาการทดลอง ดังนั้น เพื่อเป็นการลดการเคลื่อนไหว อาการตื่นตกใจ และความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งจริงความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรจึงมีความเหมาะสมสำหรับในการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง ร่วมกับความหนาแน่นในการบรรจุที่ 9 ตัวต่อลิตร เมื่อทราบความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูและความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดงที่เหมาะสมแล้ว ดำเนินการคัดเลือกฟาร์มเกษตรกรตามระยะทางเพื่อให้สอดคล้องกับระยะเวลาการทดลองที่ 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง โดยการค้นหาจากแผนที่ดาวเทียม (Google Maps) และประสานงานกับหน่วยงานในพื้นที่ เพื่อขอสนับสนุนข้อมูลเบื้องต้นของฟาร์มเกษตรกรที่มีความต้องการลูกปลานิลแดงไปเลี้ยงต่อในกระชัง ทั้งนี้ฟาร์มเกษตรที่มีการคัดเลือกเพื่อทดสอบผลการทดลองมีการรวมระยะเวลาในการจอดพักรถ และเวลาที่ใช้ในบันทึกผลการทดสอบการขนส่งลูกปลานิลแดงตลอดจนการปล่อยลูกปลานิลแดงลงกระชังของเกษตรแล้ว ดังนี้

ระยะเวลาการขนส่งที่ 3 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากแผนที่ดาวเทียมสามารถเลือกระยะทางจากแผนที่ประมาณ 124 กิโลเมตร โดยฟาร์มที่คัดเลือกตั้งอยู่ที่ตำบลเขาน้อย อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 2 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณปรัชญา ภูจำปา (W1) และฟาร์มคุณเอกรินทร์ ทองมั่น (W2)

ระยะเวลาการขนส่งที่ 6 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากแผนที่ดาวเทียมสามารถเลือกระยะทางจากแผนที่ประมาณ 356 กิโลเมตร โดยฟาร์มที่คัดเลือกตั้งอยู่ที่ตำบลหนองลู อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 2 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณไพรัตน์ อ่อนจันทร์ (X1) และฟาร์มคุณนงลักษณ์ บุญเสน (X2)

ระยะเวลาการขนส่งที่ 9 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากแผนที่ดาวเทียมสามารถเลือกระยะทางจากแผนที่ประมาณ 491 กิโลเมตร ฟาร์มที่คัดเลือกตั้งอยู่ที่ตำบลตาจั่น อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณวีรวิทย์ เชื้อจันอัด (Y1) และตำบลหนองหว้า อำเภอบัวลาย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณเสาร์ ชาภา (Y2)

ระยะเวลาการขนส่งที่ 12 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากแผนที่ดาวเทียมสามารถเลือกระยะทางจากแผนที่ประมาณ 739 กิโลเมตร ฟาร์มที่คัดเลือกตั้งอยู่ที่ตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีจำนวน 2 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณธัญณพร ใจสุข (Z1) และฟาร์มคุณนวลฉวี หมายดี (Z2) ผลการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง โดยใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง 9 ตัวต่อลิตร

ระเวลาการขนส่ง (ชั่วโมง)	ฟาร์ม	อัตราการรอดตายเฉลี่ย (%)	P-value
3	A1	99.17±1.34	0.22
	A2	98.89±1.44	
6	B1	98.61±1.97	
	B2	98.33±1.94	
9	C1	99.44±1.17	
	C2	99.72±0.88	
12	D1	99.49±1.08	
	D2	99.74±0.81	

จากตารางที่ 4.4 อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง จากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง มีผลการทดสอบดังนี้

ระยะเวลาการขนส่งที่ 3 ชั่วโมง ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.17±1.34 และ 98.89±1.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ระยะเวลาการขนส่งที่ 6 ชั่วโมง ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 98.61±1.97 และ 98.33±1.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ระยะเวลาการขนส่งที่ 9 ชั่วโมง ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.44±1.17 และ 99.72±0.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ระยะเวลาการขนส่งที่ 12 ชั่วโมง ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.49±1.08 และ 99.74±0.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าการขนส่งลูกปลานิลแดงที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง โดยการใช้ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นในการบรรจุ 9 ตัวต่อลิตร อัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตอนที่ 3 ต้นทุนการขนส่ง

3.1 ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาต้นทุนจากการใช้น้ำมันกานพลูในการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสามารถคำนวณต้นทุนจากการใช้น้ำมันกานพลูและเอทิลแอลกอฮอล์ในการเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลู (Stock solution) สำหรับใช้ในการทดลอง ดังนี้

3.1.1 น้ำมันกานพลูบริสุทธิ์ ขนาดบรรจุ 15 มิลลิลิตร ราคา 175 บาท (ราคาเฉลี่ย 11.67 บาทต่อมิลลิลิตร)

3.1.2 เอทิลแอลกอฮอล์ 95% ขนาดบรรจุ 1,000 มิลลิลิตร ราคา 75 บาท (ราคาเฉลี่ย0.075 บาทต่อมิลลิลิตร)ในการทดลองครั้งนี้มีการเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลู 30 มิลลิลิตร ซึ่งมีต้นทุนดังนี้

1) ปริมาณน้ำมันกานพลูที่ใช้ 3 มิลลิลิตร คิดเป็น 35.01 บาท

2) ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ที่ใช้ 27 มิลลิลิตร คิดเป็น 2.03 บาท

3) ต้นทุนจากการใช้สารละลายน้ำมันกานพลู 30 มิลลิลิตร คิดเป็น 37.04 บาท (ต้นทุนเฉลี่ย 1.23 บาท/มิลลิลิตร) ดังนั้น ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่าง แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่าง

ระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้ำมันกานพลูที่ใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ 4 ลิตร)	ต้นทุนการใช้น้ำมันกานพลู (บาท/น้ำ 4 ลิตร)	ระดับความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)	ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ตัว)
			3	0
0	0	0	6	0
			9	0
			3	0.06
15	0.6	0.74	6	0.03
			9	0.02
			3	0.10
25	1.0	1.23	6	0.05
			9	0.03
			3	0.14
35	1.4	1.702	6	0.07
			9	0.05

จากตารางที่ 4.5 พบว่าการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลู 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร มีต้นทุนการขนส่งจากการทดลองเฉลี่ย 0.06, 0.03 และ 0.02 บาทต่อตัว ตามลำดับ การใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร มีต้นทุนการขนส่งจากการทดลองเฉลี่ย 0.10, 0.05 และ 0.03 บาทต่อตัว ตามลำดับ และการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร มีต้นทุนการขนส่งจากการทดลองเฉลี่ย 0.14, 0.07 และ 0.05 บาทต่อตัว ตามลำดับ

3.2 ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

เมื่อพิจารณาต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง จะมีต้นทุนที่เกิดขึ้น 2 ปัจจัย คือปัจจัยแรกจากการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 9 ตัวต่อลิตร ซึ่งมีต้นทุนเฉลี่ย 0.03 บาทต่อตัว (จากตารางที่ 4.5) และปัจจัยที่สองจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยคิดต้นทุนจากจำนวนลูกปลานิลแดง 360 ตัวต่อฟาร์ม ดังนี้

1) ค่าน้ำมันดีเซล ราคา 22.89 บาทต่อลิตร (ณ วันที่ 18 พฤศจิกายน 2563)

2) อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ที่ใช้ในทดสอบผลการทดลอง เฉลี่ย 14.71 กิโลเมตรต่อลิตร

ดังนั้น ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริงแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ต้นทุนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง		ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ตัว)		
		จำนวน (ลิตร)	คิดเป็นเงิน (บาท)	จากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	จากการใช้น้ำมันกานพลู	ทั้งหมด
3	124	8.43	192.96	0.54	0.03	0.57
6	356	24.20	553.93	1.54	0.03	1.57
9	491	33.38	764.07	2.12	0.03	2.15
12	739	50.24	1,149.99	3.19	0.03	3.22

จากตารางที่ 4.6 พบว่าการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริงที่ระยะเวลาการขนส่งที่ 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง มีต้นทุนในการขนส่งเฉลี่ย 0.57, 1.57 และ 2.15 และ 3.22 บาทต่อตัว ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวมีการคิดต้นทุนจากจำนวนปลา 360 ตัว แต่เมื่อพิจารณาจากความสามารถของรถที่ใช้ในการขนส่งจะสามารถขนส่งได้ประมาณ 50 ถุงๆ ละ 36 ตัว รวม 1,800 ตัว ดังนั้นต้นทุนเฉลี่ยจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันกานพลูที่ระยะเวลาการขนส่งที่ 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 0.14, 0.34, 0.45 และ 0.66 บาทต่อตัว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยผลของความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูต่ออัตราการรอดตายและต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงที่ความหนาแน่นของการบรรจุและระยะเวลาการขนส่งที่ต่างกัน มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง จัดการทดลองแบบ 4x3 แฟคทอเรียล ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (CRD: Completely Randomized Design) ใช้ปัจจัยทดลอง 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู และปัจจัยที่ 2 คือความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัม โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.1 การทดสอบเบื้องต้น (preliminary test)

ดำเนินการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาระดับของแต่ละปัจจัยเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง โดยกำหนดระดับแต่ละปัจจัยเบื้องต้น ดังนี้

1.1.1 ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู โดยใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.1.2 ปัจจัยที่ 2 ความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง โดยใช้ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 2, 3, 4 และ 6 ตัวต่อลิตร

ทำการทดสอบเบื้องต้นโดยการบรรจุลูกปลานิลแดงตามระดับความหนาแน่น และเติมน้ำมันกานพลูระดับความเข้มข้นดังกล่าวข้างต้นแต่ละถุง โดยใช้ถุงพลาสติกขนาด 18 นิ้ว x 28 นิ้ว บรรจุน้ำ 4 ลิตร เติมอากาศและมัดปากถุงด้วยยางให้แน่น ทำการทดสอบที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งผลจากการทดสอบ แสดงตามตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A	B				SR^1 (%)	A x B
		2	3	4	6		
12	10	75.00±0.00	75.00±0.00	75.00±0.00	29.17±5.89	63.54 ± 21.33^{b}	ns
	15	100.00±0.00	100.00±0.00	93.75±8.84	54.17±64.82	86.98 ± 32.08^{ab}	
	20	100.00±0.00	100.00±0.00	93.75±8.84	95.84±5.89	97.40 ± 4.95^{a}	
	25	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00 ± 0.00^{a}	
	SR^2 (%)	93.75 ± 11.57^{a}	93.75 ± 11.57^{a}	90.63 ± 11.08^{ab}	69.79 ± 40.08^{b}		
	P-value (A)			0.03			
	P-value (B)			0.02			
	P-value (AxB)			0.37			

หมายเหตุ : A คือ ระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และ B คือระดับความหนาแน่นลูกปลานิลแดง

A x B คือ อิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และระดับความหนาแน่นลูกปลานิลแดง

SR^1 คือ อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้น (A)

SR^2 คือ อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระดับความหนาแน่น (B)

[a,b]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[a,b]ค่าเฉลี่ยในแนวนอนยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากผลการทดสอบเบื้องต้นที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า อิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง พบว่าอัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ความเข้มข้นน้ำมันกานพลู ที่ 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 63.54±21.34, 87.04±32.09, 97.46±4.80 และ 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด ความหนาแน่นในการบรจรจุลูกปลานิลแดงที่ 2, 3, 4 และ 6 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 93.75±11.57, 93.75±11.57, 90.75±11.04 และ 69.79±40.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดงที่ 2, 3 และ 4 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด

1.2 การทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด

การทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด ทำการทดลองในพื้นที่โล่งโดยใช้ตาข่ายสีดำสำหรับพลางแสง ใช้ปัจจัยทดลอง 2 ปัจจัย โดยพิจารณาระดับของแต่ละปัจจัยจากผลการทดสอบเบื้องต้น คือ

ปัจจัยที่ 1 (A) คือ ระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู มี 4 ระดับ ได้แก่

A1 คือ ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชุดควบคุม)

A2 คือ ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

A3 คือ ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

A4 คือ ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปัจจัยที่ 2 (B) คือ ระดับความหนาแน่นของลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัม มี 3 ระดับ ได้แก่

B1 คือ ระดับความหนาแน่นที่ 3 ตัวต่อลิตร

B2 คือ ระดับความหนาแน่นที่ 6 ตัวต่อลิตร

B3 คือ ระดับความหนาแน่นที่ 9 ตัวต่อลิตร

ทำการทดลองทั้ง 2 ปัจจัยร่วมกัน มีจำนวน 12 ทรีตเมนต์ผสม (treatment combination) โดยแต่ละทรีตเมนต์ผสม มีจำนวน 3 ซ้ำ (replication) ดังนี้

1. A1B1 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 0 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 3 ตัวต่อลิตร
2. A1B2 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 0 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 6 ตัวต่อลิตร
3. A1B3 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 0 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 9 ตัวต่อลิตร
4. A2B1 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 3 ตัวต่อลิตร
5. A2B2 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 6 ตัวต่อลิตร
6. A2B3 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 9 ตัวต่อลิตร
7. A3B1 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 3 ตัวต่อลิตร
8. A3B2 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 6 ตัวต่อลิตร
9. A3B3 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 9 ตัวต่อลิตร
10. A4B1 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 35 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 3 ตัวต่อลิตร
11. A4B2 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 35 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 6 ตัวต่อลิตร
12. A4B3 คือความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 35 มิลลิกรัมต่อลิตรและระดับความหนาแน่นที่ 9 ตัวต่อลิตร

ทรีตเมนต์ผสมทั้งหมดทำการการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง เวลาที่ใช้ในการทดลอง คือเวลาที่ใช้ในการขนส่งลูกปลานิลแดงไปยังฟาร์มเกษตรกร หน่วยทดลอง คือ ลูกปลานิลแดง จำนวน 3,456 ตัว มาจากแหล่งเพาะพันธุ์เดียวกันโดยทำการอนุบาลลูกปลานิลแดงให้ได้ขนาด 30 กรัมต่อตัว

1.3 การทดสอบผลการทดลองโดยการขนส่งจริง ทำการทดสอบผลการทดลองโดยนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากการทดลองภายนอกอาคารแบบเปิดมาใช้ในการขนส่งจริงที่ระยะเวลาการขนส่ง 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง

2. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 วัสดุและอุปกรณ์การเตรียมน้ำมันกานพลู

1. กระบอกตวงพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร
3. น้ำมันกานพลูบริสุทธิ์แท้ 100%
4. เอทิลแอลกอฮอล์ 95%
5. ขวดแก้วสีชาขนาด 150 มิลลิลิตร

2.2 วัสดุและอุปกรณ์การเตรียมลูกปลานิลแดง ให้ได้ขนาด 30 กรัม

1. ลูกปลานิลแดงขนาด 2-3 เซนติเมตร จากศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำปทุมธานี
2. อาหารชนิดเม็ดสำเร็จรูป
3. บ่อคอนกรีตขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 8 เมตร ลึก 1 เมตร จำนวน 1 บ่อ
4. สวิงกลม ขนาดช่องตา 20 ช่องตาต่อตารางนิ้ว จำนวน 2 อัน
5. ถังพลาสติกขนาด 500 ลิตร จำนวน 4 ใบ
6. หัวทรายพร้อมสายลมสำหรับให้อากาศ
7. กะละมังสำหรับคัดขนาดลูกปลานิลแดง

2.3 วัสดุและอุปกรณ์การวิจัยและการบันทึกผลการวิจัย

1. ถุงพลาสติกขนาด 18 นิ้ว x 28 นิ้ว
2. ยางวงใหญ่สำหรับมัดปากถุง
3. ออกซิเจนบริสุทธิ์สำหรับให้อากาศในการบรรจุลูกปลานิลแดง
4. ถังพลาสติกสีดำขนาดบรรจุ 50 ลิตร
5. เทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียส
6. ตาข่ายพรางแสงสีดำ 80%
7. สมุดสำหรับจดบันทึกข้อมูล
8. น้ำยาทดสอบคุณภาพน้ำ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมการวิจัย

3.1.1 การเตรียมน้ำมันกานพลู

นำน้ำมันกานพลู (Clove Oil) บริสุทธิ์มาผสมกับ Ethyl Alcohol 95% เพื่อให้ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยผสมในอัตราส่วน น้ำมันกานพลู 1 ส่วน ต่อ Ethyl Alcohol 9 ส่วน ผสมให้เข้ากันแล้วบรรจุเก็บไว้ในขวดแก้วสีชาหรือขวดทึบแสง จะได้น้ำมันกานพลูสำหรับใช้ในการสลบปลา (stock solution) ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หรือ 100,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับการนำน้ำมันกานพลูไปใช้

โดยวิธีการคำนวณ ใช้สูตร $N_1V_1 = N_2V_2$

เมื่อ N_1 คือ ระดับความความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ได้จาการเตรียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)

V_1 คือ ปริมาณของน้ำมันกานพลูที่จะต้องใช้ (มิลลิลิตร)

N_2 คือ ระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ต้องใช้ในการทดลอง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

V_2 คือ ปริมาณของน้ำที่ต้องใช้ในการทดลอง (มิลลิลิตร)

3.1.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

1) นำลูกปลานิลแดงขนาด 2-3 เซนติเมตร มาอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 8 เมตร ลึก 1 เมตร ให้อาหารชนิดเม็ดสำเร็จรูป จำนวน 2 มื้อต่อวัน

2) อนุบาลลูกปลานิลแดงประมาณ 60 วัน (เดือนกรกฎาคม-เดือนกันยายน 2563)

3) ทำการคัดขนาดลูกปลานิลแดงให้มีขนาดใกล้เคียงกันหรือมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 30 กรัมต่อตัว

4) นับจำนวนลูกปลานิลแดงเพื่อใช้สำหรับการทดลอง จำนวน 3,456 ตัว นำลูกปลานิลแดงมาพักในถังพลาสติกขนาดบรรจุ 500 ลิตร จำนวน 4 ถังๆ ละ 864 ตัว

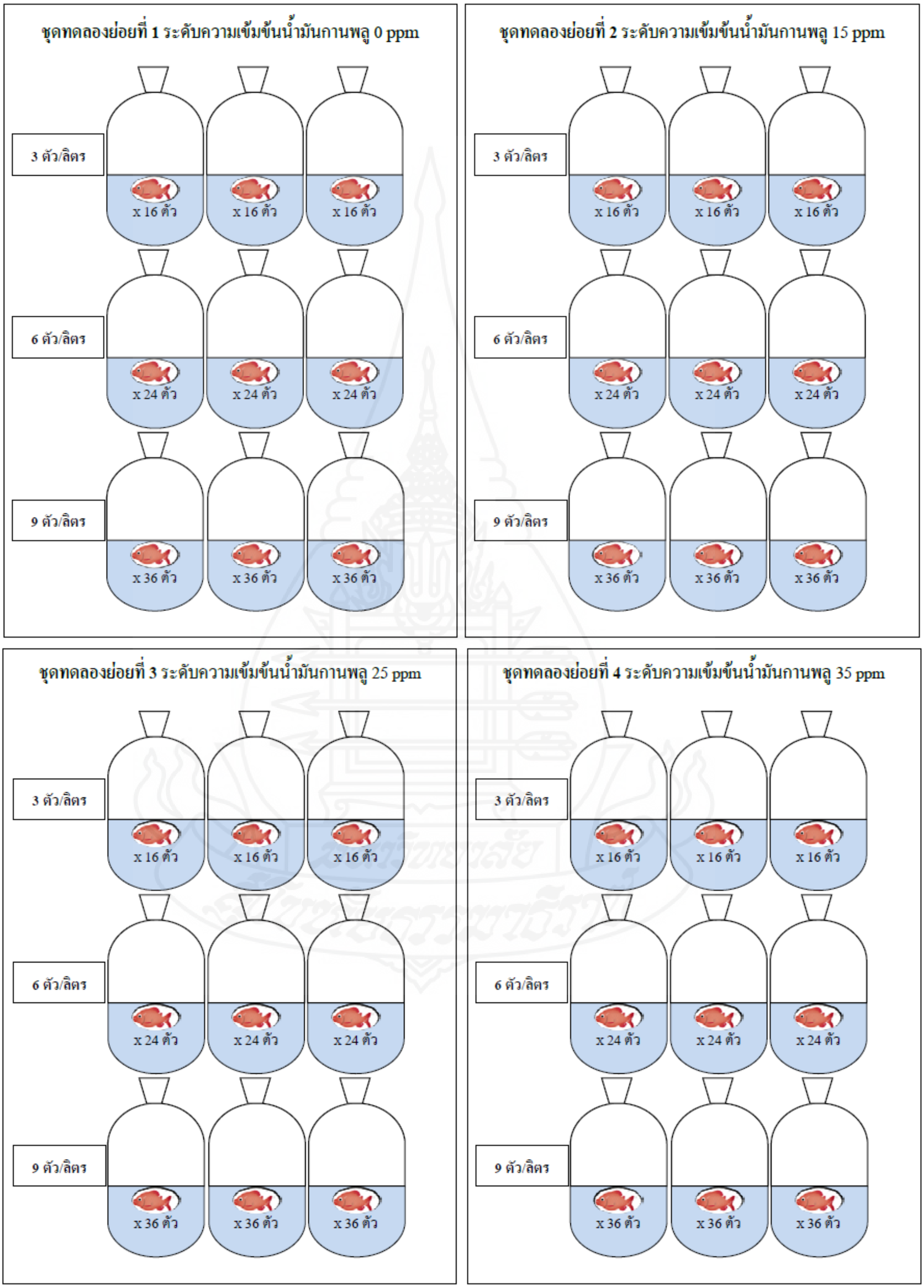
3.1.3 การเตรียมถุงและการเตรียมน้ำก่อนการบรรจุใส่ถุง

1) นำถุงพลาสติกขนาด 18 นิ้ว x 28 นิ้ว จำนวน 2 ใบมาซ้อนกันก่อนการบรรจุน้ำใส่ถุง

2) เตรียมน้ำที่ใช้ในการบรรจุใส่ถังพลาสติกสีดำขนาดบรรจุ 50 ลิตร เติมน้ำมันกานพลูตามระดับความเข้มข้นที่ต้องการก่อนนำไปใช้ในการวิจัย

3.2 ขั้นตอนการบรรจุลูกปลานิล

3.2.1 การจัดชุดทดลอง 1 ชุดการทดลอง มี 4 ชุดทดลองย่อย แต่ละชุดทดลองดำเนินการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง (แสดงในภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงการจัดชุดทดลอง

1) ชุดทดลองที่ 1 ทำการทดลองที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง จัดชุดทดลองเป็น 4 ชุดทดลองย่อย แต่ละชุดทดลองย่อย ใช้ลูกปลานิลแดง จำนวน 216 ตัว

(1) ชุดทดลองย่อยที่ 1 บรรจุน้ำโดยไม่มีการเติมนำมันกานพลู (ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร) จำนวน 9 ถุง ๆ ละ 4 ลิตร ทำการนับจำนวนลูกปลานิลแดงใส่ถุง ตามระดับความหนาแน่น 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร จำนวนลูกปลานิลแดง 12, 24 และ 36 ตัวต่อถุงตามลำดับ โดยในแต่ละความหนาแน่นมีจำนวน 3 ถุง

(2) ชุดทดลองย่อยที่ 2 บรรจุน้ำที่มีการเติมน้ำมันกานพลู ความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 9 ถุง ๆ ละ 4 ลิตร ทำการนับจำนวนลูกปลานิลแดงใส่ถุง ตามระดับความหนาแน่น 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร จำนวนลูกปลานิลแดง 12, 24 และ 36 ตัวต่อถุงตามลำดับ โดยในแต่ละความหนาแน่นมีจำนวน 3 ถุง

(3) ชุดทดลองย่อยที่ 3 บรรจุน้ำที่มีการเติมน้ำมันกานพลู ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 9 ถุง ๆ ละ 4 ลิตร ทำการนับจำนวนลูกปลานิลแดงใส่ถุง ตามระดับความหนาแน่น 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร จำนวนลูกปลานิลแดง 12, 24 และ 36 ตัวต่อถุงตามลำดับ โดยในแต่ละความหนาแน่นมีจำนวน 3 ถุง

(4) ชุดทดลองย่อยที่ 4 บรรจุน้ำที่มีการเติมน้ำมันกานพลู ความเข้มข้น 35 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 9 ถุง ๆ ละ 4 ลิตร ทำการนับจำนวนลูกปลานิลแดงใส่ถุง ตามระดับความหนาแน่น 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร จำนวนลูกปลานิลแดง 12, 24 และ 36 ตัวต่อถุงตามลำดับ โดยในแต่ละความหนาแน่นมีจำนวน 3 ถุง

(2) ชุดทดลองที่ 2 , 3 และ 4 ทำการทดลองที่ระยะเวลา 6, 9 และ 12 ชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งแต่ละชุดทดลอง จัดชุดทดลองย่อยตามชุดการทดลองที่ 1

เมื่อดำเนินการนับลูกปลานิลแดงใส่ถุงเรียบร้อยแล้ว ตามชุดทดลองย่อยแต่ละชุด ทำการเติมอากาศ 2 ส่วนใน 3 ส่วน จากนั้นทำการมัดปากถุงพลาสติกด้วยยางให้แน่น

3.3 ขั้นตอนการจัดการขนส่ง

3.3.1 การทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด

1) นำถุงที่บรรจุลูกปลานิลแดงเรียบร้อยแล้ว ไปเรียงเป็นแถวภายนอกอาคารแบบเปิดซึ่งมีการพรางแสงด้วยตาข่ายสีดำ 80%

2) ระยะเวลาเริ่มต้นทดลองที่ 6.00 น. และสิ้นสุดการทดลองที่เวลา 9.00 น. 12.00 น. 15.00 น. และ 18.00 น.

3) ทำการวัดอุณหภูมิอากาศทุกชั่วโมงพร้อมจดบันทึกข้อมูล

4) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำถุงที่บรรจุลูกปลานิลแดงไปลอยน้ำในถังพลาสติกขนาดบรรจุ 50 ลิตรซึ่งมีการเติมน้ำ 40 ลิตร ประมาณ 5 นาที เพื่อให้อุณหภูมิน้ำในถุงและอุณหภูมิน้ำในถังใกล้เคียงกัน จากนั้นเปิดปากถุงและเก็บตัวอย่างน้ำในถุงสำหรับตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

5) ทำการนับจำนวนลูกปลานิลแดงที่รอดตายและจำนวนลูกปลานิลแดงที่ตายของแต่ละถุงลงในถังพลาสติกและเติมอากาศเพื่อให้ปลาได้มีการพักฟื้นและทำการจดบันทึกข้อมูล

6) นำข้อมูลการทดลองในแต่ระยะเวลาการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

3.3.2 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

1) นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามการทดลองข้อ 3.3.1 มาใช้ในการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

2) การขนส่งปลานิลแดงไปยังฟาร์มเกษตรกร โดยการคัดเลือกฟาร์มเกษตรกรที่มีการเลี้ยงลูกปลานิลแดงในกระชัง และมีความต้องการลูกปลานิลแดงเพื่อนำไปเลี้ยงต่อ ซึ่งคัดเลือกฟาร์มเกษตรกรจำนวน 2 ฟาร์มต่อระยะเวลาในการขนส่ง โดยคัดเลือกสถานที่ตั้งฟาร์มตามระยะทางที่ใช้ในการขนส่งจาก Google Map เพื่อให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. ฟาร์มเกษตรกรที่ระยะเวลาที่ 3 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 124 กิโลเมตร (W)
   - W1 คือ ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 1
   - W2 คือ ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 2
2. ฟาร์มเกษตรกรที่ระยะเวลาที่ 6 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 356 กิโลเมตร (X)
   - X1 คือ ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 1
   - X2 คือ ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 2
3. ฟาร์มเกษตรกรที่ระยะเวลาที่ 9 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 491 กิโลเมตร (Y)
   - Y1 คือ ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 1
   - Y2 คือ ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 2
4. ฟาร์มเกษตรกรที่ระยะเวลาที่ 12 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 739 กิโลเมตร (Z)
   - Z1 คือ ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 1
   - Z2 คือ ฟาร์มเกษตรกรรายที่ 2

4. การเก็บรวมรวมข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง ดังนี้

4.1 บันทึกจำนวนปลาที่ตาย และจำนวนปลาที่รอดตาย เพื่อคำนวณอัตราการรอดตาย (Survival rate : SR%) โดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตัว)}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น (ตัว)}} \times 100$$

4.2 บันทึกจำนวนถุงที่บรรจุลูกปลานิลแดงที่มีการรั่วซึม เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง โดยคำนวณจาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง} = \frac{\text{จำนวนถุงที่มีการรั่วซึม}}{\text{จำนวนทั้งหมด}} \times 100$$

4.3 บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำดังนี้

พารามิเตอร์	วิธีการ	หน่วยวัด
อุณหภูมิน้ำ	เทอร์โมมิเตอร์	องศาเซลเซียส
ปริมาณออกซิเจน	DO test kit	มิลลิกรัมต่อลิตร
ความเป็นกรดเป็นด่าง	pH test kit	-
แอมโมเนีย	Ammonia test kit	มิลลิกรัมต่อลิตร
ไนไตรท์	Nitrite test kit	มิลลิกรัมต่อลิตร

4.4 ต้นทุนการขนส่ง

1. ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่างกัน
2. ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง ที่มีการใช้ระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูและความหนาแน่นที่ต่างกัน และ เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง ที่มีการใช้ระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูร่วมกับความหนาแน่นที่ต่างกันโดยใช้วิธี Tukey HSD Multiple comparisons ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

6. สถานที่ทดลอง

6.1 การอนุบาลลูกปลานิลแดงและการดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำเพชรบุรี อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

6.2 ฟาร์มเกษตรกรที่ใช้ในการทดสอบผลการทดลอง

1) ระยะเวลาที่ 3 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 124 กิโลเมตร ที่ตั้งฟาร์มตำบลเขาน้อย อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

2) ระยะเวลาที่ 6 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 356 กิโลเมตร ที่ตั้งฟาร์มตำบลหนองลู อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

3) ระยะเวลาที่ 9 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 491 กิโลเมตร ที่ตั้งฟาร์มตำบลตาจั่น อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา และตำบลหนองหว้า อำเภอบัวลาย จังหวัดนครราชสีมา

4) ระยะเวลาที่ 12 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 739 กิโลเมตร ที่ตั้งฟาร์มตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

7. ระยะเวลาทำการทดลอง

การทดลองและการทดสอบผลการทดลองครั้งนี้เริ่มดำเนินการทดลองเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 รวมระยะเวลา 6 เดือน

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยผลของความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูต่ออัตราการรอดตายและต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงที่ความหนาแน่นของการบรรจุและระยะเวลาการขนส่งที่ต่างกัน ดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง จัดการทดลองแบบ 4x3 แฟคทอเรียล ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (CRD: Completely Randomized Design) โดยการทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด ใช้ตาข่ายสีดำสำหรับพลางแสง และการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง มีผลการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด

1.1 ผลของระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู และความหนาแน่นที่มีต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัม

1.2 เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง

1.3 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ตอนที่ 2 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

2.1 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

ตอนที่ 3 ต้นทุนการขนส่ง

3.1 ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่างกัน

3.2 ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

ตอนที่ 1 การทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด

1.1 ผลของระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู และความหนาแน่นที่มีต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัม แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A	B			SR[1]	A x B
		3	6	9		
3	0	97.23±4.79	100.00±0.00	100.00±0.00	99.08±2.77[ns]	ns
	15	100.00±0.00	98.60±2.42	100.00±0.00	99.53±1.40[ns]	
	25	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00[ns]	
	35	100.00±0.00	100.00±0.00	99.07±1.62	99.69±0.93[ns]	
	SR[2]	99.31±2.40[ns]	99.65±1.21[ns]	99.77±0.81[ns]		
	P-value (A)		0.51			
	P-value (B)		0.26			
	P-value (A x B)		0.32			
6	0	97.23±4.79	98.60±2.42	99.07±1.62	98.30±2.92[ns]	ns
	15	100.00±0.00	97.20±2.42	100.00±0.00	99.07±1.85[ns]	
	25	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00[ns]	
	35	97.23±4.79	100.00±0.00	98.13±1.62	98.46±2.81[ns]	
	SR[2] (%)	98.62±3.23[ns]	98.95±1.90[ns]	99.30±1.27[ns]		
	P-value (A)		0.40			
	P-value (B)		0.77			
	P-value (A x B)		0.47			
9	0	94.47±4.79	95.80±0.00	97.20±0.00	95.82±2.67[b]	ns
	15	97.23±4.79	98.60±2.42	100.00±0.00	98.61±2.94[a]	
	25	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00[a]	
	35	91.70±0.00	95.80±0.00	99.07±1.62	95.52±3.30[b]	
	SR[2] (%)	95.85±4.33[b]	97.55±2.16[ab]	99.07±1.38[a]		
	P-value (A)		0.00			
	P-value (B)		0.00			
	P-value (A x B)		0.20			

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A	B 3	6	9	SR[1]	A x B
12	0	91.67±0.00	94.44±2.40	94.44±0.00	93.52±1.83[bc]	ns
	15	94.45±4.81	97.22±4.81	97.22±0.00	96.30±3.67[b]	
	25	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00[a]	
	35	86.11±4.82	93.06±2.40	96.29±1.61	91.82±5.31[c]	
	SR[2] (%)	93.06±5.98[b]	96.18±3.75[a]	96.99±2.20[a]		
	P-value (A)		0.00			
	P-value (B)		0.00			
	P-value (A x B)		0.08			

หมายเหตุ : A คือ ระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และ B คือระดับความหนาแน่นลูกปลานิลแดง

A x B คือ อิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และระดับความหนาแน่นลูกปลานิลแดง

SR[1] คือ อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้น (A)

SR[2] คือ อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระดับความหนาแน่น (B)

[abc]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งยกกำลังด้วย ns แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

[abc]ค่าเฉลี่ยในแนวนอนยกกำลังด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าเฉลี่ยในแนวนอนยกกำลังด้วย ns แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

จากตารางที่ 4.1 อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง จากการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ระยะเวลาการทดลองที่ 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่าอิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง อัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ระยะเวลาการทดลองที่ 3 ชั่วโมง ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.08±2.77, 99.53±1.40, 100.00±0.00 และ 99.69±0.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ทุกระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.31±2.40, 99.65±1.21 และ 99.77±0.81 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าทุกระดับความหนาแน่น อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

การทดลองที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ความเข้มข้นน้ำมันกานพลู ที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 98.30±2.92, 99.07±1.85, 100.00±0.00 และ 98.46±2.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ทุกระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 98.62±3.23, 98.95±1.90 และ 99.30±1.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ทุกระดับความหนาแน่น อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

การทดลองที่ระยะเวลา 9 ชั่วโมง ความเข้มข้นน้ำมันกานพลู ที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 95.82±2.67, 98.61±2.94, 100.00±0.00 และ 95.52±3.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลูมีผลต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 15 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 95.85±4.33, 97.55±2.16 และ 99.07±1.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ความหนาแน่นของลูกปลานิลแดงมีผลต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยความหนาแน่นในการบรรจุที่ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด

การทดลองที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 93.52±1.83, 96.30±3.67, 100.00±0.00 และ 91.82±5.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 93.06±5.98, 96.18±3.75 และ 96.99±2.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดงซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยระดับความหนาแน่นที่ 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด

1.2 เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นน้ำมันกานพลู (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนถุงที่ใช้ทดลอง	จำนวนถุงที่มีการรั่วซึม	เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง (%)
3	0	9	3	33.33
	15	9	2	22.22
	25	9	0	0.00
	35	9	0	0.00
6	0	9	5	55.56
	15	9	3	33.33
	25	9	0	0.00
	35	9	0	0.00
9	0	9	6	66.67
	15	9	4	44.44
	25	9	0	0.00
	35	9	0	0.00
12	0	9	7	77.78
	15	9	5	55.56
	25	9	0	0.00
	35	9	0	0.00

จากตารางที่ 4.2 เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลาการทดลองที่ 3 ชั่วโมง พบว่าถุงบรรจุลูกปลานิลแดงที่มีการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมเท่ากับ 33.33, 22.22, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลองที่ 6 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมเท่า 55.56, 33.33, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลองที่ 9 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมเท่ากับ 66.67, 44.44, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และระยะเวลาการทดลองที่ 12 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมเท่ากับ 77.78, 55.56, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากตารางจะเห็นได้ว่าในการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดงจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการทดลองที่เพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลา

นิลแดงจะลดลงตามปริมาณการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่สูงขึ้น และพบว่าการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกิดการรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง

1.3 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A x B	คุณภาพน้ำ				
		อุณหภูมิ (°C)	DO (มิลลิกรัมต่อลิตร)	pH	NH_4 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	NO_2 (มิลลิกรัมต่อลิตร)
3	A1B1	29.0	6.0	7.8	0.3	0
	A1B2	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A1B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A2B1	28.5	5.0	7.8	0.3	0
	A2B2	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A2B3	28.0	3.5	7.8	0.3	0
	A3B1	28.0	5.0	7.6	0	0
	A3B2	28.0	4.5	7.8	0.3	0
	A3B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A4B1	28.0	5.0	7.6	0	0
	A4B2	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A4B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0
6	A1B1	29.0	6.0	8.0	0.5	0
	A1B2	29.0	5.0	7.8	0.3	0
	A1B3	28.0	4.5	8.0	0.5	0
	A2B1	29.0	5.5	7.8	0.3	0
	A2B2	28.5	4.0	7.8	0.3	0
	A2B3	28.0	3.5	7.8	0.3	0
	A3B1	28.5	6.0	7.8	0.3	0
	A3B2	29.0	4.5	7.8	0.3	0
	A3B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A4B1	28.5	5.0	7.8	0.3	0
	A4B2	28.0	4.0	7.8	0.3	0
	A4B3	28.0	4.0	7.8	0.3	0

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A x B	คุณภาพน้ำ				
		อุณหภูมิ (°C)	DO (มิลลิกรัมต่อลิตร)	pH	NH_4 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	NO_2 (มิลลิกรัมต่อลิตร)
9	A1B1	29.0	4.5	7.8	0.3	0.1
	A1B2	29.0	4.0	7.8	0.3	0.1
	A1B3	29.0	3.0	8.0	0.5	0.1
	A2B1	29.0	5.0	7.8	0.3	0.1
	A2B2	28.5	4.5	7.8	0.3	0.1
	A2B3	29.0	3.0	8.0	0.5	0.1
	A3B1	29.0	5.0	7.8	0.3	0.1
	A3B2	29.0	3.0	7.8	0.3	0.1
	A3B3	28.5	3.0	8.0	0.5	0.1
	A4B1	29.0	5.0	7.8	0.3	0.1
	A4B2	28.5	4.0	7.8	0.3	0.1
	A4B3	28.0	3.0	8.0	0.5	0.1
12	A1B1	26.0	4.0	8.0	0.5	0.1
	A1B2	26.0	3.0	8.0	0.5	0.1
	A1B3	26.0	3.0	8.2	0.5	0.1
	A2B1	26.0	3.5	8.0	0.5	0.1
	A2B2	26.0	3.0	8.2	0.5	0.1
	A2B3	26.5	3.0	8.2	0.5	0.1
	A3B1	26.0	4.0	8.0	0.5	0.1
	A3B2	26.0	3.0	8.0	0.5	0.1
	A3B3	26.5	3.0	8.1	0.5	0.1
	A4B1	26.0	4.5	8.0	0.5	0.1
	A4B2	26.5	3.0	8.2	0.5	0.1
	A4B3	27.0	3.0	8.2	0.5	0.1

หมายเหตุ DO คือ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

pH คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

NH_4 คือค่าแอมโมเนีย

NO_2 คือค่าไนไตรท์

จากตารางที่ 4.3 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่า

ระยะเวลาการทดลองที่ 3 ชั่วโมง ค่าอุณหภูมิของน้ำ อยู่ที่ 28.0-29.0 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 3.5-6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 7.6-7.8 ค่าแอมโมเนียอยู่ที่ 0-0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าไนไตรท์ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ระยะเวลาการทดลองที่ 6 ชั่วโมง ค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 28.0-29.0 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนท่ะลายในน้ำอยู่ที่ 3.5-6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 7.8-8.0 ค่าแอมโมเนียอยู่ที่ 0.3-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์อยู่ที่ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ระยะเวลาการทดลองที่ 9 ชั่วโมง ค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 28.0-29.0 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 3.0-5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 7.8-8.0 ค่าแอมโมเนีย 0.3-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ระยะเวลาการทดลอง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 26.0-27.0 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 3.0-4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 8.0-8.2 ค่าแอมโมเนีย 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตอนที่ 2 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

2.1 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

จากผลการทดลอง ตอนที่ 1 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง การใช้น้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการการบรรจุลูกปลานิลแดง สำหรับการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่พบว่ามีการรั่วซึมของถุงบรรจุในทุกระยะเวลาการทดลอง ดังนั้น เพื่อเป็นการลดการเคลื่อนไหว อาการตื่นตกใจ และความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งจริงความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรจึงมีความเหมาะสมสำหรับในการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง ร่วมกับความหนาแน่นในการบรรจุที่ 9 ตัวต่อลิตร เมื่อทราบความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูและความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดงที่เหมาะสมแล้ว ดำเนินการคัดเลือกฟาร์มเกษตรกรตามระยะทางเพื่อให้สอดคล้องกับระยะเวลาการทดลองที่ 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง โดยการค้นหาจากแผนที่ดาวเทียม (Google Maps) และประสานงานกับหน่วยงานในพื้นที่ เพื่อขอสนับสนุนข้อมูลเบื้องต้นของฟาร์มเกษตรกรที่มีความต้องการลูกปลานิลแดงไปเลี้ยงต่อในกระชัง ทั้งนี้ฟาร์มเกษตรที่มีการคัดเลือกเพื่อทดสอบผลการทดลองมีการรวมระยะเวลาในการจอดพักรถ และเวลาที่ใช้ในบันทึกผลการทดสอบการขนส่งลูกปลานิลแดงตลอดจนการปล่อยลูกปลานิลแดงลงกระชังของเกษตรแล้ว ดังนี้

ระยะเวลาการขนส่งที่ 3 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากแผนที่ดาวเทียมสามารถเลือกระยะทางจากแผนที่ประมาณ 124 กิโลเมตร โดยฟาร์มที่คัดเลือกตั้งอยู่ที่ตำบลเขาน้อย อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 2 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณปรัชญา ภูจำปา (W1) และฟาร์มคุณเอกรินทร์ ทองมั่น (W2)

ระยะเวลาการขนส่งที่ 6 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากแผนที่ดาวเทียมสามารถเลือกระยะทางจากแผนที่ประมาณ 356 กิโลเมตร โดยฟาร์มที่คัดเลือกตั้งอยู่ที่ตำบลหนองลู อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 2 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณไพรัตน์ อ่อนจันทร์ (X1) และฟาร์มคุณนงลักษณ์ บุญเสน (X2)

ระยะเวลาการขนส่งที่ 9 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากแผนที่ดาวเทียมสามารถเลือกระยะทางจากแผนที่ประมาณ 491 กิโลเมตร ฟาร์มที่คัดเลือกตั้งอยู่ที่ตำบลตาจั่น อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณวีรวิทย์ เชื้อจันอัด (Y1) และตำบลหนองหว้า อำเภอบัวลาย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณเสาร์ ชาภา (Y2)

ระยะเวลาการขนส่งที่ 12 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากแผนที่ดาวเทียมสามารถเลือกระยะทางจากแผนที่ประมาณ 739 กิโลเมตร ฟาร์มที่คัดเลือกตั้งอยู่ที่ตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีจำนวน 2 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มคุณธัญณพร ใจสุข (Z1) และฟาร์มคุณนวลฉวี หมายดี (Z2) ผลการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง โดยใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง 9 ตัวต่อลิตร

ระเวลาการขนส่ง (ชั่วโมง)	ฟาร์ม	อัตราการรอดตายเฉลี่ย (%)	P-value
3	A1	99.17±1.34	0.22
	A2	98.89±1.44	
6	B1	98.61±1.97	
	B2	98.33±1.94	
9	C1	99.44±1.17	
	C2	99.72±0.88	
12	D1	99.49±1.08	
	D2	99.74±0.81	

จากตารางที่ 4.4 อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลานิลแดง จากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง มีผลการทดสอบดังนี้

ระยะเวลาการขนส่งที่ 3 ชั่วโมง ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.17±1.34 และ 98.89±1.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ระยะเวลาการขนส่งที่ 6 ชั่วโมง ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 98.61±1.97 และ 98.33±1.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ระยะเวลาการขนส่งที่ 9 ชั่วโมง ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.44±1.17 และ 99.72±0.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ระยะเวลาการขนส่งที่ 12 ชั่วโมง ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.49±1.08 และ 99.74±0.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าการขนส่งลูกปลานิลแดงที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง โดยการใช้ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นในการบรรจุ 9 ตัวต่อลิตร อัตราการรอดตายของลูกปลานิลแดงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตอนที่ 3 ต้นทุนการขนส่ง

3.1 ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาต้นทุนจากการใช้น้ำมันกานพลูในการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสามารถคำนวณต้นทุนจากการใช้น้ำมันกานพลูและเอทิลแอลกอฮอล์ในการเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลู (Stock solution) สำหรับใช้ในการทดลอง ดังนี้

3.1.1 น้ำมันกานพลูบริสุทธิ์ ขนาดบรรจุ 15 มิลลิลิตร ราคา 175 บาท (ราคาเฉลี่ย 11.67 บาทต่อมิลลิลิตร)

3.1.2 เอทิลแอลกอฮอล์ 95% ขนาดบรรจุ 1,000 มิลลิลิตร ราคา 75 บาท (ราคาเฉลี่ย0.075 บาทต่อมิลลิลิตร)ในการทดลองครั้งนี้มีการเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลู 30 มิลลิลิตร ซึ่งมีต้นทุนดังนี้

1) ปริมาณน้ำมันกานพลูที่ใช้ 3 มิลลิลิตร คิดเป็น 35.01 บาท

2) ปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ที่ใช้ 27 มิลลิลิตร คิดเป็น 2.03 บาท

3) ต้นทุนจากการใช้สารละลายน้ำมันกานพลู 30 มิลลิลิตร คิดเป็น 37.04 บาท (ต้นทุนเฉลี่ย 1.23 บาท/มิลลิลิตร) ดังนั้น ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่าง แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่าง

ระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้ำมันกานพลูที่ใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ 4 ลิตร)	ต้นทุน การใช้น้ำมันกานพลู (บาท/น้ำ 4 ลิตร)	ระดับความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)	ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ตัว)
			3	0
0	0	0	6	0
			9	0
			3	0.06
15	0.6	0.74	6	0.03
			9	0.02
			3	0.10
25	1.0	1.23	6	0.05
			9	0.03
			3	0.14
35	1.4	1.702	6	0.07
			9	0.05

จากตารางที่ 4.5 พบว่าการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลู 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร มีต้นทุนการขนส่งจากการทดลองเฉลี่ย 0.06, 0.03 และ 0.02 บาทต่อตัว ตามลำดับ การใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร มีต้นทุนการขนส่งจากการทดลองเฉลี่ย 0.10, 0.05 และ 0.03 บาทต่อตัว ตามลำดับ และการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดง 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร มีต้นทุนการขนส่งจากการทดลองเฉลี่ย 0.14, 0.07 และ 0.05 บาทต่อตัว ตามลำดับ

3.2 ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

เมื่อพิจารณาต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง จะมีต้นทุนที่เกิดขึ้น 2 ปัจจัย คือปัจจัยแรกจากการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ความหนาแน่นในการบรรจุที่ 9 ตัวต่อลิตร ซึ่งมีต้นทุนเฉลี่ย 0.03 บาทต่อตัว (จากตารางที่ 4.5) และปัจจัยที่สองจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยคิดต้นทุนจากจำนวนลูกปลานิลแดง 360 ตัวต่อฟาร์ม ดังนี้

1) ค่าน้ำมันดีเซล ราคา 22.89 บาทต่อลิตร (ณ วันที่ 18 พฤศจิกายน 2563)

2) อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ที่ใช้ในทดสอบผลการทดลอง เฉลี่ย 14.71 กิโลเมตรต่อลิตร

ดังนั้น ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริงแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ต้นทุนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง		ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ตัว)		
		จำนวน (ลิตร)	คิดเป็นเงิน (บาท)	จากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	จากการใช้น้ำมันกานพลู	ทั้งหมด
3	124	8.43	192.96	0.54	0.03	0.57
6	356	24.20	553.93	1.54	0.03	1.57
9	491	33.38	764.07	2.12	0.03	2.15
12	739	50.24	1,149.99	3.19	0.03	3.22

จากตารางที่ 4.6 พบว่าการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริงที่ระยะเวลาการขนส่งที่ 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง มีต้นทุนในการขนส่งเฉลี่ย 0.57, 1.57 และ 2.15 และ 3.22 บาทต่อตัว ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวมีการคิดต้นทุนจากจำนวนปลา 360 ตัว แต่เมื่อพิจารณาจากความสามารถของรถที่ใช้ในการขนส่งจะสามารถขนส่งได้ประมาณ 50 ถุงๆ ละ 36 ตัว รวม 1,800 ตัว ดังนั้นต้นทุนเฉลี่ยจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันกานพลูที่ระยะเวลาการขนส่งที่ 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 0.14, 0.34, 0.45 และ 0.66 บาทต่อตัว

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยผลของความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูต่ออัตราการรอดตายและต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงที่ความหนาแน่นของการบรรจุและระยะเวลาการขนส่งที่ต่างกันสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปการวิจัยและอภิปรายผล

1.1 การทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด

จากผลการทดลอง สามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1.1.1 ระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง การใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นของการบรรจุลูกปลานิลที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

1.1.2 ระยะเวลา 9 ชั่วโมง การใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นของการบรรจุลูกปลานิลที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยที่แตกต่างกัน การใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 15 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดงที่ 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด

1.1.3 ระยะเวลา 12 ชั่วโมง การใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 0, 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นของการบรรจุลูกปลานิลที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยที่แตกต่างกัน การใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และความหนาแน่นในการบรรจุลูกปลานิลแดงที่ 6 และ 9 ตัวต่อลิตร ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงบรรจุลูกปลานิลแดง การใช้น้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของถุงจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการการบรรจุลูกปลานิลแดง สำหรับการใช้ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่พบว่ามีการรั่วซึมของถุงบรรจุในทุกระยะเวลาการ

ทดลอง ดังนั้น เพื่อเป็นการลดการเคลื่อนไหว อาการตื่นตกใจ และความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งลูกปลานิลแดง ความเข้มข้นน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรจึงมีความเหมาะสมในการขนส่งที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง สอดคล้องกับข้อมูลที่ระบุว่า น้ำมันกานพลูสามารถใช้ในการวางยาสลบปลาได้ในขนาด 25-100 มิลลิกรัมต่อลิตร (Hisaka *et al*., 1986; Wildgoose, 2001) ดนัย และคณะ (2551) ทำการศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันกานพลูในการสลบปลากัดจีน ที่มีความยาวเหยียด 5.5-6.5 เซนติเมตร พบว่าความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู 25 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการใช้ขนส่งปลากัดจีนมากที่สุด ซึ่งการใช้ยาสลบในระหว่างการขนส่งสัตว์น้ำจะช่วยเพิ่มอัตราการรอดตายให้กับปลาได้ ช่วยลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ลดความเสี่ยงจากอาการตื่นตกใจระหว่างการขนส่ง และลดโอกาสเสี่ยงจากการเกิดการรั่วซึมของถุงระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจมีกิจกรรมหลายประการที่ก่อให้เกิดความเครียดกับสัตว์น้ำ โดยเฉพาะการขนส่ง ซึ่งอาจส่งผลต่อสุขภาพ การเจริญเติบโต และการติดเชื้อโรค การใช้ยาสลบสามารถช่วยลดความเครียดในสัตว์น้ำ การขนส่งลูกปลานิลแปลงเพศขนาด 0.3 กรัม การใช้ยาสลบที่ระยะ sedation พบว่าสามารถรักษาคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าการไม่ใช้ยาสลบโดยเฉพาะค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าแอมโมเนีย และค่าไนไตรท์ ปลาจะมี metabolic activity ลดลง ทำให้การใช้ออกซิเจนและการขับถ่ายจากกิจกรรมต่างๆลดน้อยลง ซึ่งจะทำให้ปลาเกิดความเครียดน้อยกว่าการไม่ใช้ยาสลบ (นนทวิทย์ และคณะ, 2553) สอดคล้องกับ ส่งศรี (2532) ที่ระบุว่า ยาสลบสามารถลดความบอบซ้ำ และการเกิดบาดแผลในช่วงการขนส่งได้ เช่นเดียวกับ เกรียงศักดิ์ (2543) ระบุว่าการตื่นตกใจของสัตว์น้ำมีผลกระทบโดยตรงต่อการขนส่ง การตื่นตกใจมีผลต่อความต้องการการใช้ออกซิเจนในการหายใจ มีการกระโดดซึ่งบางครั้งอาบาดเจ็บหรือตาย ซึ่งการแก้ไขการตื่นตกใจของสัตว์น้ำโดยเฉพาะพวกปลานั้นได้มีการใช้สารเคมีจำพวกยาสลบ (anesthetic) ซึ่งมีส่วนช่วยให้ปลามีการเคลื่อนไหลน้อยลงและมีการหายใจช้าทำให้ปริมาณการใช้ออกซิเจนน้อยลงด้วย การขนส่งสัตว์น้ำในระยะทางไกลหรือท้องถิ่นทุรกันดารควรใช้ถุงที่มีความหนา หรือใช้ถุงซ้อนกัน 2-3 ชั้นในการบรรจุสัตว์น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้มีการรั่วซึมของถุงบรรจุในระหว่างการขนส่ง

1.1.2 คุณภาพน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง จากการทดลองภายนอกอาคารแบบเปิดที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

1) อุณหภูมิของน้ำ อยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสม ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิลจะอยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ เพราะปลาเป็นสัตว์เลือดเย็น ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่เหมือนสัตว์เลือดอุ่น ดังนั้นอุณหภูมิของร่างกายในสัตว์น้ำจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของน้ำ หากมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็ว จะทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ การ

เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำต้องมีการเปลี่ยนแปลงไม่ควรเกิน 3 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละระยะเวลาได้มีการปรับอุณหภูมิน้ำในถุงและน้ำในถังพลาสติกสำหรับพักลูกปลานิลแดง โดยการนำถุงที่บรรจุลูกปลานิลแดงลอยน้ำ ประมาณ 5-10 ก่อนปล่อยลูกปลานิลแดงออกจากถุง

2) ปริมาณออกซิเจน อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมที่ระบุว่าไม่ควรต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ไมตรี และจารุวรรณ, (2528) ระบุว่าระดับต่ำสุดของออกซิเจนที่ทำให้ปลานิลตายอยู่ที่ 0.8-1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการขนส่งปลาคือปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและเพียงพอต่อความต้องการของปลา แต่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่ได้ระบุว่าปลาอยู่ในการบรรจุที่มีสภาพแวดล้อมดี เนื่องจากความสามารถในการใช้ออกซิเจนของปลานั้นขึ้นอยู่กับความทนทานต่อความเครียดอุณหภูมิน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ และของเสียที่ปลาขับออกมา หากปลาอยู่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนจะทำให้เกิดกลไกการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic metabolism) ทำให้ระดับของกรดแลกติกในเลือดสูงขึ้นและอาจทำให้ปลาตายได้ การขนส่งแบบระบบปิดโดยการใช้ถุงพลาสติกนั้นปลาจะมีอัตราการใช้ออกซิเจนมากกว่าปกติ 3 เท่า ซึ่งหากปลามีอาหารในกระเพาะจะทำให้มีการเผาผลาญอาหารโดยใช้ออกซิเจนเพื่อให้ได้พลังงานออกมา ดังนั้นในการขนส่งสัตว์น้ำควรมีการงดอาหารอย่างน้อย 1 วัน เพื่อลดปริมาณการใช้ออกซิเจน (Wedemeyer, 1996)

3) ความเป็นกรดเป็นด่าง หรือ ค่า pH ของน้ำ อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งการเลี้ยงปลาค่า pH ควรอยู่ที่ 7.5-8.5 (ชลอ และพรเลิศ, 2547; Boyd and Tucker, 1998) ส่วนไมตรี (2530) ระบุว่า ค่า pH ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมอยู่ที่ 5-9 โดยมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน ไม่ควรเกิน 2.0 หน่วย และค่า pH ส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ในเกณฑ์ 6.5-8.5 โดยกรมควบคุมมลพิษระบุว่ามีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำจืด (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

4) แอมโมเนีย และ ไนไตรท์ อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม กิตติศักดิ์ (2557)ระบุว่าปริมาณแอมโมเนียไม่ควรเกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร การขนส่งปลานั้นปริมาณแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้นโดยกระบวนการเผาผลาญโปรตีนของปลาและแบคทีเรียในน้ำ การลดกระบวนการเผาผลาญอาหารของปลานั้นสามารถทำได้โดยการลดอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งจะช่วยลดกิจกรรมต่างๆ ของปลา และช่วยลดปริมาณของแอมโมเนีย ส่วนการลดปริมาณแอมโมเนียจากกระบวนการเผาผลาญอาหารของแบคทีเรีย สามารถลดได้โดยการอดอาหารปลาก่อนการขนส่ง ส่วน Lowson (1995) ได้กำหนดระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ปลอดภัยต่อปลาเมื่อสัมผัสกับแอมโมเนียเป็นเวลานานมากกว่า 2-3 สัปดาห์ไว้ที่ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร การศึกษาของ มั่นสิน และไพพรรณ (2544) ระบุว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียเพียง 0.025

มิลลิกรัมต่อลิตรก็ส่งผลต่อการเจริญของสัตว์น้ำ ถ้าอุณหภูมิของน้ำ 30 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 7 ความเข้มข้นของแอมโมเนียทั้งหมดอาจสูงถึง 3.1 มิลลิกรัมต่อลิตรได้โดยไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ แต่ถ้า pH ของน้ำสูงถึง 9 แอมโมเนียทั้งหมดต้องไม่เกิน 0.056 มิลลิกรัมต่อลิตรเนื่องจากถ้าเกินระดับดังกล่าวจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

1.2 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง การใช้น้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการขนส่งที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง ลูกปลานิลแดงมีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการบรรจุปลาในถุงเพื่อทำการขนส่งนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ระยะทางที่ขนส่ง คุณภาพน้ำ ชนิดและขนาดของปลา (Cole *et al.*, 1999; Harmon, 2009)

1.3 ต้นทุนการขนส่ง

1.3.1 ต้นทุนการขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่างกัน

การขนส่งจากการทดลองโดยใช้ระดับปัจจัยที่แตกต่างกันที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่าต้นทุนการขนส่งจากการใช้น้ำมันกานพลูจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มของน้ำมันกานพลูที่ใช้ในการทดลอง และเมื่อคำนวณต้นทุนเฉลี่ยต่อตัว พบว่าต้นทุนจากการใช้น้ำมันกานพลูจะลดลงตามระดับความหนาแน่นของลูกปลานิลแดงที่มีการบรรจุในถุง สอดคล้องกับกาญจนา และคณะ, 2552 ที่ระบุว่าความหนาแน่นของปลาเป็นปัจจัยสำคัญต่อต้นทุนการขนส่งปลา โดยถ้าสามารถบรรจุปลาให้มีความหนาแน่นสูงก็จะสามารถลดต้นทุนการขนส่งได้

1.3.2 ต้นทุนการขนส่งจากการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง

การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง ระดับความหนาแน่นลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัมที่ 9 ตัวต่อลิตร พบว่าต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวมีการผันแปรตามระยะเวลาในการขนส่ง ซึ่งเป็นผลจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงตามระยะทางในการขนส่ง ดังนั้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวควรมีการคำนวณต้นทุนเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการขนส่ง เช่น การเพิ่มจำนวนปลาหรือจำนวนถุงที่บรรจุลูกปลาต่อเที่ยวในการขนส่ง

2. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยผลของความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูต่ออัตราการรอดตายและต้นทุนการขนส่งปลานิลแดงที่ความหนาแน่นของการบรรจุและระยะเวลาการขนส่งที่ต่างกัน สามารถนำผลการทดลองมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการการขนส่งลูกปลานิลแดงเพื่อให้มีความเหมาะสมและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

2.1 แนวทางการจัดการขนส่งลูกปลานิลแดง

2.1.1 การขนส่งลูกปลานิลแดงที่ระยะเวลา 3-12 ชั่วโมงโดยใช้ถุงพลาสติกในการบรรจุ ควรใช้ความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดความบอบช้ำ และลดความเสี่ยงจากการตื่นตกใจซึ่งอาจส่งผลต่อการรั่วซึมของถุงที่บรรจุลูกปลาได้

2.1.2 ควรมีการขนส่งลูกปลาแดงในสภาพอากาศไม่ร้อน เช่น ช่วงเช้า เย็น หรือกลางคืน กรณีไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ควรใช้วัสดุรองพื้นที่ชุ่มน้ำ หรือใช้น้ำแข็งรองพื้นเพื่อลดอุณหภูมิ และคลุมถุงบรรจุปลาด้วยตาข่ายพรางแสงหรือผ้าเปียก

2.1.3 การขนส่งลูกปลาที่ระยะเวลา 6 - 12 ชั่วโมง ควรมีการหยุดพักรถเพื่อใช้น้ำรดถุงบรรจุลูกปลาเพื่อลดอุณหภูมิ และสังเกตอาการของลูกปลาในถุงบรรจุ ตลอดจนสภาพของถุงบรรจุลูกปลาว่าอยู่ในสภาพปกติหรือไม่ หรือหากมีการรั่วซึมควรหาวิธีแก้ไข เช่น การสวมถุงหรือเปลี่ยนถุงกรณีมีถังออกซิเจนสำรอง

2.1.4 การขนส่งลูกปลาไปถึงจุดหมายปลายทาง ก่อนปล่อยปลาออกจากถุง ควรระมัดระวังความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำในถุงที่ใช้ในการขนส่งกับน้ำในบ่อเลี้ยง ซึ่งการปรับสภาพของลูกปลาให้เข้ากับสภาพน้ำใหม่ ควรลอยถุงที่บรรจุลูกปลาในบ่อที่ต้องการเลี้ยงประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำในถุงกับน้ำใหม่มีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงและความเสียหายหลังการขนส่ง

2.1.5 การเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลูและการนำไปใช้ ควรมีความระมัดระวังเกี่ยวกับการคำนวณความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู เพื่อลดความสูญเสียที่อาจเกิดกับลูกปลาที่ใช้ในการขนส่ง

2.16 การลดภาระค่าใช้จ่ายในการขนส่งของเกษตรกร กรณีการขนส่งลูกปลาจำนวนน้อย เกษตรกรควรมีการรวมกลุ่มเพื่อเพิ่มปริมาณหรือจำนวนลูกปลาตามความต้องการของเกษตรกรเพื่อให้เจ้าของกิจการเพาะลูกพันธุ์ปลามีการจัดส่งให้ อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนการขนส่งได้

2.2 การศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

2.2.1 ควรมีการศึกษาระดับความหนาแน่นในการบรรจุที่สูงขึ้น เพื่อลดต้นทุนในการขนส่งเฉลี่ยตัวต่อ

2.2.2 ควรมีการศึกษาการขนส่งปลานิลแดงขนาดที่ใหญ่ขึ้นสำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์ โดยการใช้ระดับความเข้มข้นน้ำมันกานพลู และความหนาแน่นการบรรจุและระยะเวลาในการขนส่งที่เหมาะสม

2.2.3 ควรมีการศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลู ความหนาแน่นในการบรรจุ และระยะเวลาการขนส่งในสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ที่เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจ

2.2.4 ควรมีการศึกษาร่วมกับปัจจัยที่เกี่ยวกับคุณภาพน้ำ เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). *คู่มือการเลี้ยงปลาในกระชังที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.

กรมประมง. (มปป). *คู่มือการลำเลียงพันธุ์ปลา*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม. (2552). *ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่งสินค้า*. สืบค้นจาก http :km2.dpim.go.th

กฤษณุพันธ์ โกเมนไปรรินทร์ และสง่า ลีสง่า. (2550). *การปรับปรุงพันธุ์ปลานิลสีแดงสายพันธุ์ไทยโดยการคัดเลือกหมู่*. ปทุมธานี: สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง.

กาญจนา จิรพันธ์พิพัฒน์, กาญจนรี พงษ์ฉวี, พิทักษ์ ทรัพย์อุดม และสุจินต์ หนูขวัญ. (2552). การปรับปรุงระบบการบรรจุปลาสวยงามสำหรับการขนส่งทางอากาศ. *วารสารการประมง,* 62(5), 451-457.

กิตติศักดิ์ ดีมานพ. (2557). *ความเป็นพิษและประสิทธิภาพในการใช้เป็นยาสลบของ Isoeugenol ในปลาสวาย (Pangasianodon hypophthalmus Sauvage, 1878) และปลานิลแปลงเพศ (Oreochromis niloticus Linnaeus, 1757)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. (2543). *หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

______________. (2548). *การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์เพื่อผลิตปลานิลเพศผู้โดยการใช้ฮอร์โมน*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เจนนุช ว่องธวัชชัย, พรชัย โรจน์สิทธิศักดิ์, นุชนารถ ทิพย์มงคลศิลป์ และณัฐพล จงอรุณงามแสง. (2549). *การพัฒนาสูตรตำรับสารละลายน้ำมันกานพลูเป็นยาสลบในสัตว์น้ำ (รายงานการวิจัย)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ และพรเลิศ จันทร์รัชชกูล. (2547). *อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: บริษัทเมจิค พับบลิเคชั่น จำกัด. 206 น.

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต. (2548). *หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ*. กรุงเทพฯ: โฟร์เพซ.

ดนัย สมใจ, อรอุมา พาลเสือ และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. (2551). ความเป็นพิษและประสิทธิภาพของน้ำมันกานพลูในการสลบปลากัดจีน. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ,* 11(2), 30-38.

ทัศนัย อ่องสาคร. (2528). ผลของยาสลบต่อการขนส่งปลาตะเพียนขาว. *วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,* 17(1), 13-27.

ไทยเกษตรศาสตร์. (2556). *การลำเลียงพันธุ์สัตว์น้ำ*. สืบค้นจาก https://www.thaikasetsart.com/การลำเลียงสัตว์น้ำ

นาวิน มหาวงศ์, เมธา คชาภิชาติ, ปฏิพัทธ์ อภิธนกุล และประโยชน์ บุญประเสริฐ. (2549). กานพลูพืชสารพัดประโยชน์ และการทดลองเบื้องต้นในการใช้น้ำมันกานพลูเป็นยาสลบในปลาน้ำจืดที่สำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด. *วารสารการประมง,* 56(6), 524-532.

นนทวิทย์ อารีย์ชน, ประพันธ์ศักดิ์ ศรีษะภูมิ และดวงดาว ฉันทศาสตร์. (2553). *การใช้สารยูจีนอลเป็นยาสลบสำหรับสัตว์น้ำ*. กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นลิน อิงคไพโรจน์, สถาพร เกิดเกรียงไกร และอรุณี สมมณี. (2542). ผลของ MS-222 และ Benzocaine ที่มีต่อการขนส่งปลากัด. *วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์,* 33(3), 368-376.

นวลมณี พงศ์ธนา, นนท์ปวิธ ออกแดง,มัลลิกา ทองสง่า และประจักษ์ บัวเนียม. (2552). การคัดพันธุ์ปลานิลแดงให้ทนทานต่อความเค็ม). *วารสารการประมง,* 62(5), 412-420.

______________. (2553). *ปัจจัยการเพาะเลี้ยงปลานิลและปลานิลแดงให้ประสบผลสำเร็จ*. ปทุมธานี: สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง.

พรรณศรี จริโมภาส. (2531). ปลานิลสีแดงสายพันธุ์ไทย. *วารสารการประมง,* 55(1), 41-43.

ภูริภัทร วงษ์แก้ว และทัศนีย์ นลวชัย. (2558). ระดับความเข้มข้นของน้ำมันกานพลูเพื่อใช้ในการสลบปลายี่สกเทศ (*Labeo rohita*). *วารสารแก่นเกษตร,* 43(1), 208-214.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์ และไพพรรณ พรประภา. (2544). *การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์, สุภัทรา อุไรวรรณ์ และพรรณศรี จริโมภาส. (2530). *ปลานิลสีแดง*. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. (2530). *เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรน้ำจืด*. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. (2528). *คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง*. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง.

วราพร พิมพ์ประไพ, สุวิชา เกษมสุวรรณ, วิศณุ บุญญาวิวัฒน์, ณัฐวุฒิ รัตนวณิชย์โรจน์, ชัยเทพ พูลเขตต์, ณัฐพงษ์ ปานขาว และประพันธ์ศักดิ์ ศีรษะภูมิ. (2558). *รายงาวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ "การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมและดัชนีการผลิตปลานิลในจังหวัดสมุทรปราการ นครปฐม ราชบุรี ชัยนาท สุพรรณบุรี และกาญจนบุรี"*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

วริษฐา อังศิริจินดา. (2554). *ประสิทธิศักย์ในการสงบประสาทของน้ำมันกานพลูต่อปลากัดไทย Betta splendens Regan, 1910* (วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วัชริยา ภูรีวิโรจน์กุล. (2556). *ปรสิตวิทยาของสัตว์น้ำ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิจิตรา ตุ้งซี่ และณัฐพล ราชูภิมนต์. (2561). *ประสิทธิภาพของน้ำมันกานพลูในการสลบปลานิล (Oreocromis nilloticus)*. สงขลา: คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ศรีจรรยา สุขมโนมนต์, วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์, สุภัทรา อุไรวรรณ์, สุภาพร จันทร์อินทร์ และทองอยู่ อุดเลิศ. (2555). การปรับปรุงลักษณะการเจริญเติบโตปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง,* 55(6), 1-11.

สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. (2526). *ปลานิลสีแดง*. กรุงเทพฯ: กรมประมง.

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์, ศักดิ์ชัย ชูโชติ และปวีณา ทวีกิจการ. (2553). การเจริญเติบโตของปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* X *O. mossambicus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Spirulina platensis* แห้ง. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง,* 4(1), 51-60.

สุภาพร ตั้งสิทธิวัฒน์ และธวัช ศรีวีระชัย. (2556). *การใช้น้ำมันกานพลู และ Quinaldine ในการลำเลียงลูกปลากะรังจุดฟ้า*. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งตราด.

ส่งศรี มหาสวัสดิ์. (2532). การใช้เกลือแกงและยาสลบ MS-222 ในการขนส่งปลากัดขนาดวัยรุ่น. *วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์,* 23(4), 349-357.

อุทร เจริญเดช, นนทวิทย์ อารีย์ชน, ประพันธ์ศักดิ์ ศีรษะภูมิ และดวงดาว ฉันทศาสตร์. (2552). "ประสิทธิภาพของสารยูจีนอลสังเคราะห์ในการสลบลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.)" ใน *เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 สาขาประมง*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Amani, A.Y. and C.M. James. (2007). Anesthetics in aquaculture the emerging popularity of clove oil. *Aquaculture AsiaPacific Magazine,* September-October, 32-34.

Boyd, C.E. and C.S. Tucker. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer Academic Publishers, Massachusettes. 700 pp.

Cole, B., C. S. Tamaru, R. Bailey, C. Brown and H. Ako. (1999). Shipping Practices in the Ornamental Fish Industry. *Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication* Number 131.

Coyle, S. D., R. M. Durborow and J. H. Tidwell. (2004). Anesthetics in Aquaculture. *Southern Regional Aquaculture Center Publication* No. 3900.

Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M., & Gadd, D. (2002). The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *J. Fish Biol,* 61, 493-531.

Greaves, K., & Tuene, S. (2001). The form and context of aggressive behaviour in farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture,* 193, 139-147.

Harmon, T.S. (2009). Methods for reducing stressors and maintaining water quality associated with live fish transport in tanks a review of the basics. *Rev.Aquac,* 1, 58-66.

Hikasa, Y., K. Takase, T. Ogasawara and S. Ogasawara. (1986). Anesthesia and recovery with tricaine methanesulfonate, eugenol and thiopental sodium in the carp (*Cyprinus carpio*). *Jpn.J.Vet.Sci,* 48(2), 341-351.

HSA. (2005). Humane Harvesting of Salmon and Trout, Humane Slaughter Association, *Wheathampstead,* (July 3, 2010). Retrieved from http://www.hsa.org.uk/Information/Slaughter/Fish%20slaughter.htm

Lawson, T. B. (1995). *Fundamentals of aquaculture engineering*. Chapman and Hall, New York. 355 pp.

Phaukgeen, S., Suwittayaporn, I. and Uttlers. (2005). *Aquaculture Traits Performance Comparison Study among Four Strains of All Male Red Tilapia Cultured in Cage*. Uttaradit: Uttaradit Fisheries Test and Research Center, Aquatic Animal Genetic Research and Development Institute.

Ruana N.M., & Komen, H. (2003). Measuring cortisol in the water as an indicator of stress caused by increased loading density in common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture, 218, 685-693.*

Subasinghe. (1997). Live fish-handling and transportation. *INFOFISH Int, 2, 39-43.*

Weber, R. A., J. B. Peleteiro, L.O. García Martín and M. Aldegunde. (2009). The efficacy of 2-phenoxyethanol, metomidate, clove oil and MS-222 as anaesthetic agents in the Senegalese sole (Solea senegalensis Kaup 1858). *Aquaculture,* 288(1-2), 147-150.

Wedemeyer, G.A. (1996). *Physiology of Intensive Culture Systems*. Chapman and Hall: New York.

Wildgoose, W.H. (2001). *BSAVA Manual of Ornamental fish 2nd ed British Small Animal Veterinary Association.* Hampshire: England.

ภาคผนวก

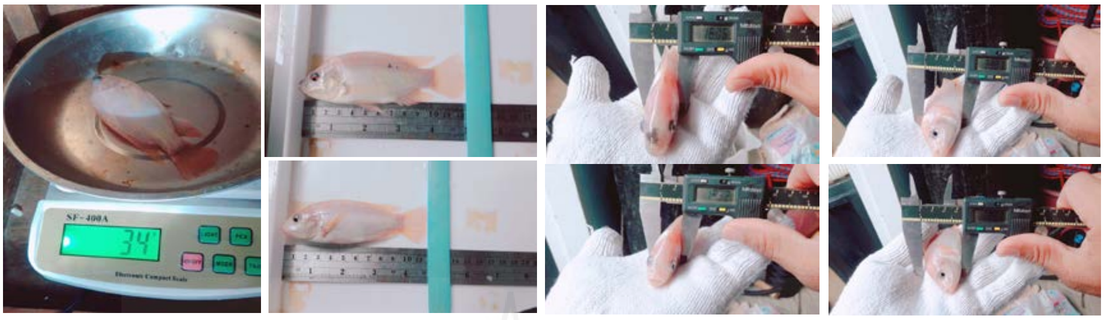
ภาคผนวก ก

ภาพการเตรียมการก่อนการดำเนินการวิจัย

ภาพภาคผนวก ก ที่ 1 การเตรียมน้ำมันกานพลู
(โดยการผสมน้ำมันกานพลูบริสุทธิ์ 1 ส่วน ต่อ Ethyl Alcohol 9 ส่วน)

ภาพภาคผนวก ก ที่ 2 การคัดขนาดลูกปลานิลแดงขนาด 2-3 เซนติเมตร

ภาพภาคผนวก ก ที่ 3 การเตรียมลูกปลานิลแดงขนาด 30 กรัม เพื่อใช้สำหรับการทดลอง



ภาพภาคผนวก ก ที่ 4 การสุ่มชั่งน้ำหนัก วัดความยาว ความหนา และความกว้างลำตัว

ภาพภาคผนวก ก ที่ 5 การทดสอบเบื้องต้น (preliminary test)

(ระดับความเข้มข้นที่ 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และระดับความหนาแน่นที่ 2, 3, 4 และ 6 ตัวต่อลิตร)

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ภาคผนวก ข

ภาพการทดลองภายนอกอาคารแบบเปิด

ภาพภาคผนวก ข ที่ 1 การเตรียมถุงพลาสติกขนาด 18 นิ้ว x 28 นิ้ว
(จัดทำเครื่องหมายเพื่อระบุทรีตเมนต์)

ภาพภาคผนวก ข ที่ 2 การเตรียมน้ำสำหรับการทดลอง
(โดยการเติมน้ำมันกานพลูตามระดับความเข้มข้นที่ 15, 25 และ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร)

ภาพภาคผนวก ข ที่ 3 การนับและบรรจุลูกปลานิลแดงใส่ถุง
(ตามระดับความหนาแน่นที่ 3, 6 และ 9 ตัวต่อลิตร)

ภาพภาคผนวก ข ที่ 4 การเติมออกซิเจนและการมัดปากถุง

ภาพภาคผนวก ข ที่ 5 การทดลองในพื้นที่โล่งโดยใช้ตาข่ายสีดำสำหรับพลางแสง
(ดำเนินการทดลองที่ระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง)

ภาพภาคผนวก ข ที่ 6 การปรับสภาพน้ำในถุงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง
(ปรับอุณหภูมิน้ำในถุงและในถังให้ใกล้เคียงกันก่อนปล่อยลูกปลานิลลงในถัง)

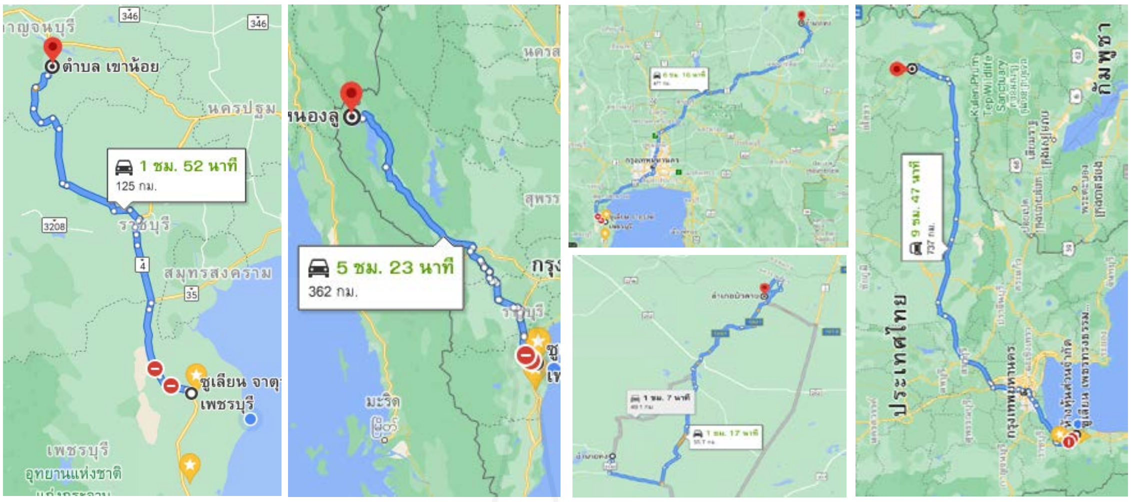
ภาพภาคผนวก ข ที่ 7 การปล่อยลูกปลานิลแดงลงถังเพื่อปรับสภาพในน้ำปกติ และนับจำนวนปลาที่รอดตาย

ภาพภาคผนวก ข ที่ 8 การตรวจสอบคุณภาพน้ำหลังการทดลอง

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ภาคผนวก ค

ภาพการทดสอบผลการทดลองโดยวิธีการขนส่งจริง



3 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 9 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง

ภาพภาคผนวก ค ที่ 1 คัดเลือกฟาร์มตามระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งจาก Google Map

ภาพภาคผนวก ค ที่ 2 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง (ฟาร์มเกษตรกรตำบลเขาน้อย อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี)

ภาพภาคผนวก ค ที่ 3 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

(ฟาร์มเกษตรกรตำบลหนองลู อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี)

ฟาร์มเกษตรกรตำบลตาจั่น

ฟาร์มเกษตรกรตำบลหนองหว้า

ภาพภาคผนวก ค ที่ 4 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 9 ชั่วโมง

(ฟาร์มเกษตรกรตำบลตาจั่น อำเภอคง และตำบลหนองหว้า อำเภอบัวลาย จังหวัดนครราชสีมา)

ภาพภาคผนวก ค ที่ 5 การทดสอบผลการทดลองโดยวิธีขนส่งจริง ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง
(ฟาร์มเกษตรกรตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี)

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสาธิต คำผง
วัน เดือน ปีเกิด	13 มิถุนายน 2526
สถานที่เกิด	อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ประมง) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ ปีที่สำเร็จการศึกษา 2548
สถานที่ทำงาน	ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำเพชรบุรี กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง
ตำแหน่ง	นักวิชาการประมงปฏิบัติการ