การพัฒนายาสลบปลานิลโดยใช้น้ำมันอบเชยในรูปแบบอิมัลชัน

DEVELOPMENT OF ANESTHETIC FOR NILE TILAPIA USING CINNAMON OIL EMULSION

ชนม์นิภา อุตธรรมมา

นวรัตน์ เต็งเจริญ

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF ANESTHETIC FOR NILE TILAPIA USING CINNAMON OIL EMULSION

CHONNIPA UTTRUMMA

NAVARAT TENGCHAROEN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

(INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การพัฒนายาสลบปลานิลโดยใช้น้ำมันอบเชยในรูปแบบอิมัลชัน Development of anesthetic for Nile Tilapia using cinnamon oil emulsion
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชนม์นิภา อุตธรรมมา รหัสนักศึกษา 62050581 นางสาวนวรัตน์ เต็งเจริญ รหัสนักศึกษา 62050609
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ผู้ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรกฤต วรนันทกิจ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.โชคชัย กิตติวงศ์วัฒนา ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.กานต์ วงศาริยะ กรรมการ	
ผศ.ดร.วรกฤต วรนันทกิจ กรรมการ และอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การพัฒนายาสลบปลานิลโดยใช้น้ำมันอบเชยในรูปแบบอิมัลชัน Development of anesthetic for Nile Tilapia using cinnamon oil emulsion
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชนม์นิภา อุตธรรมมา รหัสนักศึกษา 62050581 นางสาวนวรัตน์ เต็งเจริญ รหัสนักศึกษา 62050609
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ผู้ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรกฤต วรนันทกิจ

บทคัดย่อ

การเพาะเลี้ยงปลานิลเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัญหาที่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลมักพบคือ เรื่องการอนุบาลและการขนส่ง เนื่องจากในระหว่างขนส่งปลามักเกิดความเครียด จำเป็นต้องทำให้ปลาสลบก่อนด้วยการใช้ยาสลบที่เป็นสารเคมีสังเคราะห์ เพื่อลดผลกระทบการใช้สารเคมีสังเคราะห์ การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีฤทธิ์ชักนำการสลบปลาเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการสลบปลา งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยจากใบของอบเชยเทศ เป็นยาสลบสำหรับปลา โดยการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศด้วยการกลั่นด้วยน้ำและทำให้อยู่ในรูปของอิมัลชันด้วยเทคนิค Catastrophic phase inversion (CPI) ทำการทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน ทำการประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการชักนำการสลบปลาของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ และตรวจสอบพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อเหงือกปลานิล ผลการวิจัยพบว่า อิมัลชันที่ได้มีความความคงตัวไม่เกิดการแยกชั้น ความเข้มข้นที่เหมาะสมในการสลบ คือ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร ใช้เวลาในการชักนำการสลบ 30.00 ± 2.00 วินาที และใช้เวลาฟื้นสลบ 105.33 ± 52.67 วินาทีผลการตรวจสอบพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกและตับของลูกปลานิลหลังได้รับอิมัลชันน้ำมันอบเชยทุกระดับความเข้มข้น พบว่า ตับเสื่อมและเหงือกมีภาวะเลือดคั่งน้อยลงเมื่อใช้ความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศลดลง การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศสามารถใช้แทนยาสลบที่เป็นสารเคมีสังเคราะห์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงปลานิลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ : น้ำมันใบอบเชยเทศ, ยาสลบ, ปลานิล, อิมัลชัน

Title	Development of anesthetic for Nile Tilapia using cinnamon oil emulsion
Students	Miss Chonnipa Uttrumma Student ID 62050581
	Miss Navarat Tengcharoen Student ID 62050609
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
School	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2022
Advisor	Asst.Prof.Dr.Worakrit Woranan thakij

Abstract

Nile Tilapia aquaculture is one of Thailand's economically important industries. Tilapia farmers often face challenges related to handling and transportation. To minimize the use of synthetic chemicals, alternative methods using essential oils from plants to induce fish sedation have been explored. This study focuses on utilizing essential oil extracted from Cinnamon leaves as an anesthetic for fish. The cinnamon leaf essential oil was extracted through water distillation and emulsified using the Catastrophic phase inversion (CPI) technique. The emulsion's stability was tested, and the optimal concentration to induce asphyxiation in the cinnamon leaf oil emulsion was determined. Additionally, the pathology of tilapia gill tissue was examined. The results demonstrated stable emulsion formation without segregation. The optimal anesthesia concentration was found to be 3 mL/L, with an induction time of approximately 30.00 ± 2.00 seconds and a recovery time of 105.33 ± 52.67 seconds. Examination of gill and liver tissues of tilapia juveniles exposed to various concentrations of cinnamon oil emulsion revealed liver deterioration, while the gills exhibited less hyperemia compared to tilapia larvae sedated with ethanol. This study demonstrates that Cinnamon leaf oil emulsion can serve as a substitute for synthetic chemical anesthetics and be applied in the tilapia aquaculture industry.

Keywords : Cinnamon leaf oil, anesthetic, nile tilapia, emulsion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานพิเศษในหัวข้อเรื่อง การพัฒนายาสลบปลานิล โดยใช้น้ำมันอบเชยในรูปแบบอิมัลชัน โครงงานพิเศษนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากทางคณะผู้จัดทำได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรกฤต วรนันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่คอยให้คำปรึกษา และให้ความรู้ในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงานวิจัยให้มีความเรียบร้อยสมบูรณ์ อีกทั้งได้ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ เพื่อให้โครงงานพิเศษเสร็จสมบูรณ์ นอกจากนี้ทางคณะผู้จัดทำโครงงานพิเศษต้องขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ โชคชัย กิตติวงศ์วัฒนา ประธานกรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ วงศาริยะ กรรมการสอบ ที่ให้ความกรุณาในการให้คำแนะนำ แก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของโครงงานพิเศษเล่มนี้ให้ถูกต้อง

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเฉพาะนางสาวปิยพรรณ แม้นกลิ่นเนียม พี่นักศึกษาปริญญาเอกที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ ในการทำโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าของร้าน ไพศาลพันธุ์ปลา มีนบุรี ที่ให้การสนับสนุนลูกปลานิลใช้ในการทดลองโครงงานพิเศษ

ขอขอบพระคุณนายกิตติกร บุญศรี เจ้าหน้าที่ศูนย์ชันสูตรโรคสัตว์และถ่ายทอดเทคโนโลยี คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ช่วยเหลือด้านจุลพยาธิวิทยา เพื่อให้โครงงานนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาของครอบครัวอุตธรรมมา และครอบครัวเต็งเจริญ เป็นอย่างสูงที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจในการทำโครงงานพิเศษ จนทำให้โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ชนม์นิภา อุตธรรมมา
นวรัตน์ เต็งเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข
กิตติกรรมประกาศ..... ค
สารบัญ..... ง
ภาคผนวก..... ช
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญรูป..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3
2.1 ปลานิล..... 3
2.1.1 ประวัติและความเป็นมา..... 3
2.1.2 ลักษณะและชนิดพันธุ์..... 4
2.2 อบเชยเทศ..... 4
2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์..... 5
2.2.2 สรรพคุณของอบเชยเทศ..... 5
2.2.3 สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของอบเชยเทศ..... 7
2.3 ยาสลบที่ใช้ในสัตว์น้ำ..... 8
2.3.1 MS-222..... 8
2.3.2 2-Phenoxyethanol..... 9
2.3.3 Quinadine..... 9
2.3.4 Benzocaine..... 9
2.4 ระยะการสลบ..... 10
2.5 การขนส่งปลา..... 11
2.6 น้ำมันหอมระเหย..... 11
2.6.1 แหล่งที่มาของน้ำมันหอมระเหย..... 11
2.6.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหย..... 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.3 การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย..... 13
2.7 อิมัลชัน..... 13
2.8 การผลิตอิมัลชัน..... 14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 16
3.1 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง..... 16
3.1.1 อุปกรณ์ในการเตรียมสัตว์ทดลอง..... 16
3.1.2 อุปกรณ์ และสารเคมีในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ..... 16
3.1.3 อุปกรณ์ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ..... 16
3.1.4 อุปกรณ์ และสารเคมีในการเตรียมอิมัลชันของน้ำมัน
ใบอบเชยเทศ..... 16
3.1.5 อุปกรณ์ในการทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน..... 17
3.1.6 อุปกรณ์ในการหาความเข้มข้นของน้ำมันใบอบเชยเทศ
ที่เหมาะสมต่อปลานิล..... 17
3.1.7 อุปกรณ์ในการหาระยะเวลาฟื้นตัวและอัตราการรอดตาย
ของปลานิลหลังจากการสลบด้วยน้ำมันใบอบเชยเทศ..... 17
3.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง..... 17
3.3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ..... 17
3.4 การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ..... 18
3.5 การเตรียมอิมัลชันของน้ำมันใบอบเชยเทศ..... 18
3.6 การทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน..... 18
3.7 การประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ
ในการใช้เป็นยาสลบในปลานิล..... 18
3.8 การประเมินเวลาฟื้นสลบและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากการ
สลบด้วยอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน..... 19
3.9 การเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกและตับของลูกปลานิลหลัง
ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ..... 19
3.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 19
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล..... 20
4.1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำก่อนและหลังการสลบปลานิล..... 20
4.2 ผลการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ..... 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการเตรียมอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ..... 21
4.4 ผลการทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน..... 21
4.5 ผลการประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ
ในการใช้เป็นยาสลบปลานิล..... 22
4.6 ผลการประเมินเวลาฟื้นสลบและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจาก
การสลบด้วยอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในระดับความเข้มข้นต่างกัน..... 22
4.6.1 การประเมินเวลาฟื้นสลบ..... 22
4.6.2 อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลองและหลังทดลองเป็น
เวลา 24 ชั่วโมง..... 23
4.7 ผลของการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกและตับของลูกปลานิลหลังได้รับ
อิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ..... 24
4.7.1 การเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือก..... 24
4.7.2 การเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อตับ..... 26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 27
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 27
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 27
เอกสารอ้างอิง..... 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

หน้า

ภาคผนวก.....34
ภาคผนวก ก การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ..... 35
ภาคผนวก ข การเลี้ยงลูกปลานิลและการหาความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่เหมาะสมต่อลูกปลานิล.....36
ภาคผนวก ค ผลการประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในการใช้เป็นยาสลบปลานิล..... 42
ภาคผนวก ง ผลการประเมินเวลาฟื้นสลบและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากสลบด้วยอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในระดับความเข้มข้นต่างกัน.....43
ภาคผนวก จ การตรวจวัดคุณภาพน้ำก่อนและหลังการสลบปลานิล..... 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ยาสลบที่นิยมใช้และมีการทดสอบกับปลานิล..... 10
4.1 คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดสอบการสลบ..... 20
ภาคผนวก ค.1 ผลการประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของอิมัลชันน้ำมัน
ใบอบเชยเทศในการใช้เป็นยาสลบในปลานิล..... 42
ภาคผนวก ง.1 การประเมินเวลาฟื้นสลบ..... 43
ภาคผนวก ง.2 อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลองและหลังจาก
การทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง..... 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ปลานิล....3
2.2 ต้นอบเชยเทศ....5
2.3 โครงสร้างของสารสกัดหลักจากอบเชย....8
2.4 ชนิดของอิมัลชัน....14
2.5 อิมัลชันแบบน้ำในน้ำมัน อิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำและสารลดแรงตึงผิว....14
2.6 การเปลี่ยนแปลงความโค้งของสารลดแรงตึงผิว....15
4.1 น้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ....21
4.2 ลักษณะทางกายภาพของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ....21
4.3 การประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม....22
4.4 ประเมินเวลาฟื้นสลบ....23
4.5 อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลอง....24
4.6 แสดงลักษณะการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกของลูกปลานิล....25
4.7 แสดงลักษณะการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อตับของลูกปลานิล....26
ภาคผนวก ก.1 การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ....35
ภาคผนวก ข.1 การเลี้ยงลูกปลานิล....36
ภาคผนวก ข.2 ลักษณะปลานิลก่อนทำการสลบ....37
ภาคผนวก ข.3 ลักษณะปลานิลระหว่างทำการสลบ....39
ภาคผนวก ข.4 ลักษณะปลานิลระหว่างฟื้นสลบ....40
ภาคผนวก ข.5 อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง....41
ภาคผนวก จ.1 การวัดอุณหภูมิน้ำ....44
ภาคผนวก จ.2 การวัดค่า pH....44
ภาคผนวก จ.3 ชุดทดสอบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ....45
ภาคผนวก จ.4 การวัดค่า DO....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเพาะเลี้ยงปลานิลเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมากทั้งรายได้ที่เกิดจากการส่งออกและรายได้ภายในประเทศ เพราะมีการเจริญเติบโตที่ดี เลี้ยงง่าย มีการพัฒนาสายพันธุ์ปลาอย่างต่อเนื่อง และสามารถนำไปแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่างๆ เกษตรกรจึงให้ความสนใจในการเลี้ยงทั่วทุกภูมิภาค แต่ปัญหาหนึ่งที่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลมักพบคือ เรื่องการอนุบาลและการขนส่ง เนื่องจากในระหว่างขนส่งปลามักเกิดความเครียด อ่อนแอและเป็นแผลง่าย (Rodrigues et al., 2021) จึงจำเป็นต้องทำให้ปลาสลบก่อนด้วยการใช้ยาสลบ สำหรับยาสลบที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ MS-222, 2-phenoxyethanol และ Benzocaine ซึ่งเป็นสารเคมีที่ทำให้เกิดการตกค้างสะสมในร่างกายสัตว์น้ำและผู้บริโภค (Amani and James, 2007) Velisek et al. (2007) รายงานว่า 2-phenoxyethanol ส่งผลข้างเคียงต่อปลาและผู้ใช้งานดังนี้ ความเข้มข้นของ 2-phenoxyethanol ที่ทำให้ปลาเวลล์ (*Silurus glans L.*) ตายลงครึ่งหนึ่ง (LC_{50}) ในเวลา 10 นาที คือ 0.77 มิลลิลิตรต่อลิตร ปลามีการหลั่งเมือกที่ผิว เหงือกมีสีดำคล้ำ และมีระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูงขึ้น นอกจากนี้ 2-phenoxyethanol ก่อให้เกิดความผิดปกติทางระบบประสาทต่อผู้ใช้งาน และจากการสอบถามผู้ใช้งานพบว่ามีอาการระคายเคืองผิวหนังบริเวณมือและนิ้ว มีอาการวิงเวียนศีรษะ เหนื่อยหอบ และพูดไม่ชัด (Musshoff et al., 2000) ดังนั้นการใช้สารสกัดจากธรรมชาติจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของยาสลบปลาเพื่อลดผลกระทบทางลบจากการใช้ยาสลบที่เป็นสารเคมีสังเคราะห์ (Kizak et al., 2018)

อบเชยเทศ (*Cinnamomum verum* J. Presl.) อยู่ในวงศ์ *Lauraceae* ในส่วนต่างๆ ของอบเชยเทศเช่น ใบ เปลือก ราก และผล มีสารสำคัญ คือ Cinnamaldehyde, Caryophyllene, Camphor, Trans-cinnamyl acetate และ Eugenol (Rao and Gan, 2014) สารที่พบมากในน้ำมันจากใบอบเชยเทศ คือ Eugenol ปริมาณร้อยละ 70-96 ส่วนเปลือกไม้พบปริมาณร้อยละ 0.8 อีกทั้งน้ำมันจากเปลือกอบเชยมีการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย พบว่า Cinnamomum cassia essential oil nano-emulsion (CCEO-NE) สามารถยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบและยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่โดดเด่น (Liang et al., 2022)

น้ำมันหอมระเหย (Essential Oils) คือสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น ซึ่งมีกลิ่นหอมและระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง โดยภายในพืชจะมีต่อมหรือท่อที่สร้างและกักเก็บน้ำมันหอมระเหยไว้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) สามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของพืชหอม ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด เป็นต้น ระดับของน้ำมันหอมระเหยที่พบในพืชแต่ละชนิดจะมีตั้งแต่ 0.01% ถึง 10% และประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีกว่า 100 ชนิด นอกจากพืชหอมจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กลิ่นหอมแล้ว บางชนิดอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น ทำให้เกิดการระคายเคืองหรือเกิดอาการเป็นพิษ (Mcguinness, 2003)

อิมัลชัน (Emulsion) หมายถึง ระบบคอยลอยด์ ที่ประกอบด้วยของเหลว 2 ชนิดขึ้นไปที่มีการผสมเป็นเนื้อเดียวกันโดยไม่แยกชั้น ซึ่งอนุภาคของอิมัลชันมีคุณสมบัติการกระจายตัวในน้ำได้ดี สะดวกต่อการเก็บรักษาใช้งาน และสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ อิมัลชันจึงสามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายด้าน เช่น ใช้ในการละลายน้ำมันหรือมีโมเลกุลที่ไม่มีขั้วเป็นองค์ประกอบเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมและใช้แปรรูปอาหารเสริมจากน้ำมันธรรมชาติให้รับประทานง่ายขึ้น (Kale and Deore, 2017 : สุวิมล, 2560)

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้เพื่อพัฒนายาสลบปลานิลจากสารสกัดธรรมชาติโดยใช้อบเชยเทศในรูปแบบอิมัลชันช่วยลดความเป็นพิษในการใช้งานร่วมกับเอทานอลและประเมินความเข้มข้นของอิมัลชันอบเชยที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการสลบในปลานิล

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำมันใบอบเชยเทศในรูปแบบอิมัลชันในการใช้เป็นยาสลบในปลานิล

2) เพื่อศึกษาระยะเวลาฟื้นตัวและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากการสลบด้วยน้ำมันใบอบเชยเทศในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

สกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศด้วยการกลั่นด้วยน้ำร้อนและทำให้อยู่ในรูปของอิมัลชันด้วยเทคนิค Catastrophic phase inversion (CPI) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในการสลบปลานิลในห้องปฏิบัติการ รวมถึงประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในการชักนำให้สลบ ศึกษาระยะเวลาฟื้นตัวและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากการสลบด้วยน้ำมันใบอบเชยเทศในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำมันใบอบเชยเทศในรูปแบบอิมัลชันในการใช้เป็นยาสลบในปลานิล

2) ทราบระยะเวลาฟื้นตัวและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากการสลบด้วยน้ำมันใบอบเชยเทศในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลานิล

ปลานิล (Nile Tilapia) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา สามารถเลี้ยงได้ในทุกสภาพ การเพาะเลี้ยงในระยะเวลา 8 เดือน-1 ปี สามารถเจริญเติบโตได้ถึงขนาด 500 กรัม เนื้อปลามีรสชาติดี มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวาง ขนาดปลานิลที่ตลาดต้องการจะมีน้ำหนักตัวละ 200-300 กรัม (รูปที่ 2.1) จากคุณสมบัติของปลานิลซึ่งเลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็วแต่ปัจจุบันปลานิลพันธุ์แท้ค่อนข้างจะหายาก เพื่อให้ได้ปลานิลพันธุ์ดีกรมประมงจึงได้ดำเนินการ ปรับปรุงพันธุ์ปลานิล ได้แก่ เจริญเติบโตเร็ว ปริมาณความดกของไข่สูง ให้ผลผลิตและมีความต้านทานโรคสูง ดังนั้นผู้เลี้ยงปลานิลจะได้มีความมั่นใจในการเลี้ยงปลานิลเพื่อเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำให้เพียงพอต่อการบริโภคต่อไป (นฤชยา, 2553)

รูปที่ 2.1 ปลานิล (Nile Tilapia)
ที่มา : https://www.tilapiathai.com

2.1.1 ประวัติและความเป็นมา

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงได้รับการทูลเกล้าฯ ถวายพันธุ์ปลาที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tilapia nilotica* Linn. ต่อมาได้เปลี่ยนเป็น *Oreochromis niloticcus* จากสมเด็จพระจักรพรรดิ์อากิฮิโตแห่งประเทศญี่ปุ่น ในขณะที่ยังทรงพระอิริยยศมกุฎราชกุมาร จำนวน 50 ตัวในวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2508 ในชั้นต้นพระองค์ทรงโปรดเกล้าฯ ให้นำปลานิลไปพักเลี้ยงไว้ในบ่อปลาพระราชวังสวนจิตรลดา ทรงพระราชทานชื่อปลาชนิดนี้เป็นภาษาไทยว่า "ปลานิล" และได้มีพระราชกระแสรับสั่งให้กรมประมงเพาะขยายพันธุ์ เมื่อเลี้ยงได้ประมาณ 5 เดือนเศษ ปลานิลได้ขยายพันธุ์มีลูกปลาเป็นจำนวนมาก ทรงเห็นว่าปลาอาศัยอยู่กันอย่างแออัดมาก จึงโปรดให้ขุดบ่อเพิ่มอีกจำนวน 6 บ่อ และทรงย้ายปลาจากบ่อเดิมมายังบ่อใหม่ด้วยพระองค์เอง หลังจากนั้นประมาณปีเศษ ปลานิลได้ขยายพันธุ์เป็นจำนวนมากพอสมควรแล้ว ในวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2509 จึงได้พระราชทาน ลูกปลานิลขนาด 3-5 เซนติเมตรจำนวน 10,000 ตัวให้แก่อธิบดีกรมประมง เพื่อนำไปเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนกทดลอง และเพาะเลี้ยง เมื่อปลานิลแพร่ขยายพันธุ์ออกไปได้มากเพียงพอแล้ว จึงได้แจกจ่ายให้แก่ราษฎรนำไปเพาะเลี้ยงตามพระราชประสงค์ต่อไป (สุปราณี, 2550)

2.1.2 ลักษณะและชนิดพันธุ์

ปลานิลเป็นปลาที่มีบทบาทในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ของไทยโดยเฉพาะปลานิลได้รับการพัฒนาและการปรับปรุงพันธุ์ จากสถาบันพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ กรมประมงและหน่วยงานเอกชนอื่นๆ ทำให้เกิดสายพันธุ์ใหม่เกิดขึ้น ดังนี้ “ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 1” ซึ่งเป็นปลานิลที่ปรับปรุงพันธุ์มาจากปลานิลสายพันธุ์แบบคัดเลือกภายในครอบครัว (within family selection) พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าปลานิลพันธุ์ที่เกษตรกรเลี้ยง 22% (เพ็ญพรรณ, 2543 : ยุพินท์ และพันธ์ศักดิ์, 2543) ต่อมาจึงพัฒนาพันธุ์มาจากปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา โดยการปรับเปลี่ยนพันธุกรรมในพ่อพันธุ์เรียก ซุปเปอร์เมล เมื่อนำพ่อพันธุ์ดังกล่าวไปผสมพันธุ์กับแม่พันธุ์ปกติจะได้ลูกปลานิลเพศผู้ที่เรียกว่า "ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 2" ซึ่งเพศผู้มีลักษณะส่วนหัวเล็กลำตัว กว้าง สีขาวนวล เนื้อหนาและแน่น รสชาติดี อายุ 6-8 เดือน สามารถเจริญเติบโตได้ขนาด 2-3 ตัวต่อกิโลกรัม ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าปลานิลพันธุ์ที่เกษตรกรเลี้ยง 45% (เพ็ญพรรณ, 2543 : ยุพินท์ และพันธ์ศักดิ์, 2543) หลังจากนั้น มีการปรับปรุงพันธุ์จากการผสมพันธุ์ระหว่างปลานิลสายพันธุ์จิตรลดาและปลานิลสายพันธุ์อื่นๆ ที่เจริญเติบโตเร็วและมีอัตรารอดสูงในสภาพแวดล้อมการเลี้ยงต่างๆ ไปสร้างเป็นประชากรพื้นฐาน แล้วจึงดำเนินการคัดพันธุ์ในประชากรพื้นฐานต่อโดยวิธีดูลักษณะครอบครัวร่วมกับวิธีดูลักษณะภายในครอบครัว ต่อมาในปี พ.ศ.2538 มีการนำลูกปลาชั่วอายุที่ 5 เข้ามาในประเทศไทย สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำจึงดำเนินการปรับปรุงปลาพันธุ์ดังกล่าวต่อโดยวิธีการเดิม จนในปัจจุบันได้ 2 ชั่วอายุ และเรียกว่า "ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 3" ปลาสายพันธุ์นี้มีลักษณะเด่นคือ ส่วนหัวเล็ก ลำตัว กว้าง สีเหลืองนวล เนื้อหนาและแน่น รสชาติดี อายุ 6-8 เดือน สามารถเจริญเติบโตได้ขนาด 3-4 ตัว ต่อกิโลกรัม ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าปลานิลพันธุ์ที่เกษตรกรเลี้ยง 40% (เพ็ญพรรณ, 2543 : ยุพินท์ และพันธ์ศักดิ์, 2543)

นอกจากนี้ ยังมีปลานิลสายพันธุ์ทับทิม เป็นปลานิลแดงที่บริษัทซีพี ทำการปรับปรุงขึ้นมาให้มีความสามารถในการกินอาหารมีการเจริญเติบโตเร็ว ความเค็มที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตคือ 15-20 พีพีที สามารถทำการเลี้ยงในน้ำทะเลได้ มีโครงกระดูกเล็ก กล้ามเนื้อขาว และผิวหนังสีขาว เจริญเติบโตได้ดีในสภาพการเลี้ยงที่ความหนาแน่นสูง จึงเหมาะกับการเลี้ยงในกระชัง ซึ่งจะให้ผลผลิตสูงถึง 25 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ภายในระยะเวลาการเลี้ยงเพียง 3 เดือน (ยุพินธ์, 2543 : Ritmontri, 2001) ซึ่งในปัจจุบัน ปลานิล 2 ชนิดที่เกษตรกรนิยมเลี้ยง คือ ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 3 และ สายพันธุ์ทับทิม

2.2 อบเชยเทศ

อบเชยเทศ หรืออบเชยลังกา (*Cinnamomum verum* J. Presl) อยู่ในวงศ์ *Lauraceae* มีต้นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในประเทศศรีลังกา เป็นเครื่องเทศที่มีกลิ่นหอมและหวาน จัดเป็น Queen of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

spices มีความสำคัญเป็นอับดับสามรองจากพริกไทยและพริก ส่วนที่นิยมนำมาใช้คือ ส่วนของใบเปลือกและกิ่ง (ชญานุช และคณะ, 2563) อบเชยเทศสามารถเป็นได้ทั้งอาหารและยา ซึ่งพบว่าสารสำคัญที่พบมากในน้ำมันจากใบอบเชยเทศ คือ Eugenol ปริมาณร้อยละ 70 - 96 ส่วนเปลือกไม้พบปริมาณร้อยละ 0.8 อีกทั้งน้ำมันจากเปลือกอบเชยมีการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย พบว่า Cinnamomum cassia essential oil nano-emulsion (CCEO-NE) สามารถยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ และยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่โดดเด่น (Liang et al., 2022)

2.2.1 ลักษณะทางพฤษศาสตร์

ต้นอบเชยเทศเป็นไม้ยืนต้นไม้ผลัดใบ (รูปที่ 2.2) สูงถึง 15-20 เมตร มีกลิ่น หอมแรง ใบออกตรงข้าม แผ่นใบคล้ายหนัง รูปไข่ถึงรี มีเส้นใบ 3 เส้น อาจพบ 5 เส้น ปลายใบแหลม โคนใบกลม ผิวเกลี้ยง สีเขียวเป็นมัน ช่อดอก ออกที่ปลาย แบบแยกแขนงหลวม ๆ ยาวถึง 10 เซนติเมตร หรือมากกว่า ก้านช่อดอกสีขาวครีม มีขนนุ่ม ดอกขนาดเล็ก มีกลิ่นฉุน สีเหลืองอ่อน มีใบประดับขนาดเล็ก มีขน วงกลีบรวม ยาว 0.8 เซนติเมตร มีขนคล้ายเส้นไหม ฐานเป็นหลอด รูประฆังสั้นๆ ปลายแยก 6 กลีบ ยาว 0.3 เซนติเมตร ผลแบบมีเนื้อ รูปคล้ายรูปไข่ถึงทรงรี ยาว 1-2 เซนติเมตร สุกมีสีดำ เมล็ดมี 1 เมล็ด (จุฑารัตน์ และอภิสรรค์, 2555)

รูปที่ 2.2 ต้นอบเชยเทศ (*Cinnamomum verum* J. Presl)
ที่มา : https://www.nanagarden.com

2.2.2 สรรพคุณอบเชยเทศ

สรรพคุณของอบเชยเทศสามารถฆ่าเชื้อโรคได้หลายชนิด เช่น ต้านแบคทีเรียในคอนแทคเลนส์ โดยการผสมผสานของน้ำมันอบเชยกับโทบรามัยซิน และน้ำมันหอมระเหยนี้อาจถือเป็นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเลือกหนึ่งในการควบคุมเห็บ อีกทั้งยังพบว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ช่วยสมานแผล ป้องกันอาการท้องร่วง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ หรือลดระดับน้ำตาลในเลือด เนื่องจากเปลือกของอบเชยประกอบไปด้วยสารแทนนิน (Tannins) สารอนุมูลอิสระชนิดหนึ่งซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

Bassyouni et al. (2016) ศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยอบเชยต้านแบคทีเรียแพลงตอนตั้งแต่ 0.04% ถึง 1.25% เทียบกับ 0.156% ถึง 5% สำหรับเซลล์ การผสมผสานของน้ำมันอบเชยกับโทบรามัยซินมีผลเสริมฤทธิ์กันต่อสิ่งมีชีวิตที่ผ่านการทดสอบส่วนใหญ่ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยอบเชยร่วมกับโทบรามัยซินมีค่าต่ำกว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยเพียงอย่างเดียวเมื่อเทียบกับการผลิตไบโอฟิล์มอย่างมีนัยสำคัญ (P=0.004) การทดสอบการฆ่าเวลาเปิดเผยว่าการรวมกันของน้ำมันอบเชยและยาฆ่าเชื้อสามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ผ่านการทดสอบที่ความเข้มข้นที่ทดสอบทั้งหมดภายในเวลาสัมผัส 2 ชั่วโมง ยกเว้นความเข้มข้น 0.312% (3 ชั่วโมง) เทียบกับ 24 ชั่วโมงสำหรับน้ำยาฆ่าเชื้อคอนแทคเลนส์อเนกประสงค์เพียงอย่างเดียว

Santos et al. (2017) ศึกษาเกี่ยวกับน้ำมันหอมระเหยอบเชยถือได้ว่าเป็นทางเลือกธรรมชาติที่สำคัญเมื่อเทียบกับ *Rhipicephalus microplus* ในโคนม ซึ่งช่วยลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์อะคาไรด์ นอกจากนี้ รูปแบบที่มีโครงสร้างระดับนาโน (นาโนแคปซูลหรือนาโนอิมัลชัน) แสดงผลด้วยอะคาริซิกแม้ว่าจะใช้ความเข้มข้นต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบบริสุทธิ์ การใช้เทคโนโลยีใหม่นี้มีข้อดีที่สำคัญ เช่น การลดขนาดอนุภาค การปล่อยน้ำมันอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มความเสถียรของผลิตภัณฑ์ พบว่าโคในกลุ่มบำบัดที่มีเห็บเข้ามารบกวนหลังจาก 30 วันของการบำบัดน้ำมันหอมระเหยอบเชย ยังไม่มีเห็บมาก่อกวน ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยนี้อาจถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการควบคุมเห็บ

Veerasophon et al. (2020) ศึกษาเกี่ยวกับการต้านจุลชีพของน้ำมันหอมระเหยอบเชย น้ำมันข่า และน้ำมันยูคาลิปตัสต่อ *Propionibacterium acnes* ในระดับต่างๆ ในบรรดาน้ำมันที่ทดสอบทั้งหมด สารประกอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือน้ำมันเปลือกอบเชย ประกอบด้วยซินนามัลดีไฮด์เป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งอาจมีหน้าที่ในการต่อต้าน *P. acnes* น้ำมันอบเชยอาจเป็นส่วนผสมเครื่องสำอางที่มีแนวโน้มสำหรับผลิตภัณฑ์ป้องกันสิว ซึ่งเป็นอิมัลชันคอนซีลเลอร์แบบซิลิโคนที่มีน้ำมันหอมระเหยอบเชย 0.5% โดยน้ำหนัก แสดงความคงตัวทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์หลังการเก็บรักษาในสภาวะที่กำหนดไว้หลายประการ สามารถใช้คอนซีลเลอร์ เพื่อช่วยปกปิดความไม่สมบูรณ์ของผิวด้วยฤทธิ์ต้านการเกิดสิว

Shahina et al. (2022) ศึกษาเกี่ยวกับน้ำมันหอมระเหยจากพืชเป็นสารต้านไวรัสที่มีแนวโน้มว่าจะต่อต้านเชื้อ *Candida albicans* ที่มีการดื้อต่อยาหลายชนิด Gas chromatography–mass spectrometry ของ ใบ *Cinnamomum zeylanicum* (อบเชย) และ น้ำมันหอมระเหยดอกตูม *Eugenia caryophyllus* (กานพลู) เปิดเผยว่า Eugenol (73 และ 75% ตามลำดับ) เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบหลัก โดยมี β-caryophyllene, eugenyl acetate และ α-humulene เป็นส่วนประกอบย่อยทั่วไป น้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยและกานพลูมีความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้ง 600 และ 500 ไมโครกรัม/มิลลิลิตรตามลำดับ การเจริญของไมซีเลียลถูกยับยั้งโดยความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยชนิดใดชนิดหนึ่งที่ทำให้ถึงตายได้ จึงยับยั้งการเจริญเติบโตของอาณานิคม ที่ครึ่งหนึ่งของความเข้มข้นที่ทำให้ถึงยับยั้งรวมต่ำสุดสำหรับน้ำมันทั้งสองชนิด โดยสรุป น้ำมันจากใบอบเชยและกานพลูและส่วนผสมของน้ำมันดังกล่าวส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความรุนแรงของเชื้อ *C. albicans* โดยการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย

Rangel et al. (2018) ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางพฤกษเคมีของ *C. zeylanicum* Blume และตรวจสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราในหลอดทดลอง และผลกระทบต่อจลนพลศาสตร์ของเชื้อรา *Candida* spp. ในรูปแบบแพลงตอนและในแผ่นชีวะของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบ พบว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อราและส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย *C. zeylanicum* Blume ระบุว่าฤทธิ์ต้านเชื้อราที่รุนแรงของน้ำมันหอมระเหยนี้ต่อ *C. albicans*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis* และ *C. glabrata* อย่างไรก็ตาม น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบ *C. zeylanicum* Blume มียูจีนอลเป็นส่วนประกอบที่ใหญ่ที่สุด มีฤทธิ์ต้านเชื้อราใน *Candida* spp. เซลล์แพลงก์โทนิกและไบโอฟิล์มชนิดโมโนสปีชีส์และมัลติสปีชีส์ ทำหน้าที่สังเคราะห์ทางชีวภาพของผนังเซลล์

2.2.3 สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของอบเชยเทศ

น้ำมันหอมระเหยและสารสกัดถูกแยกออกจากส่วนต่างๆ ของอบเชย เช่น ใบ เปลือก ดอก ผล ต้นอ่อน มีการระบุสารมากกว่า 80 ชนิด ส่วนประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจากอบเชย ได้แก่ Cinnamaldehyde, Eugenol, Phenol และ Linalool (รูปที่ 2.3) อีกทั้งยังพบว่าเปลือกอบเชยของน้ำมันหอมระเหยมีปริมาณของ Cinnamaldehyde ที่สูงกว่า (65-80%) และปริมาณของ Eugenol ต่ำ (5-10%) สารสกัดจากใบอุดมไปด้วย Eugenol (10-95%) (ปิลันธนา และคณะ, 2555)

2.2.3.1 น้ำมันจากเปลือกของอบเชยเทศ

สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันจากเปลือกอบเชยมีองค์ประกอบหลักคือ Cinnamaldehyde (49.9%) (Singh et al., 2007)

2.2.3.2 น้ำมันจากใบของอบเชยเทศ

สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันจากใบอบเชยมีองค์ประกอบหลัก Eugenol (73%) และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น β-caryophyllene (4.8%), Linalool (2.5%), Benzyl benzoate (2.4%), A-copaene (2.4%), Cinnamyl acetate (2.3%), และ Eugenyl acetate (2%) (Shahina, 2022)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.3 น้ำมันจากดอกของอบเชยเทศ

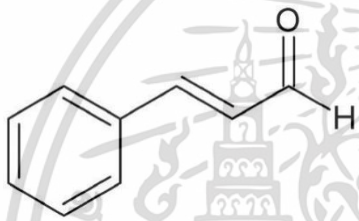
สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันจากดอกอบเชยมีองค์ประกอบหลัก คือ Cinnamyl acetate (41.98%), Trans-alpha-Bergamotene (7.97%), Caryophyllene oxide (7.2%) (Singh et al., 2007)

2.2.3.4 น้ำมันจากผลของอบเชยเทศ

สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันจากผลอบเชยมีองค์ประกอบหลัก คือ Cinnamyl acetate and β-Caryophyllene (Jayaprakasha et al., 1998)

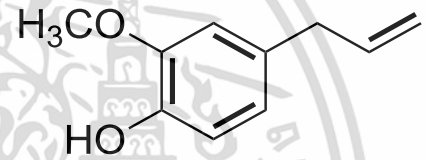
2.2.3.5 น้ำมันจากต้นอ่อนของอบเชยเทศ

สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันจากต้นอ่อนอบเชยมีองค์ประกอบหลัก คือ α-Bergamotene and α-Copaene (Jayaprakasha et al., 2002)



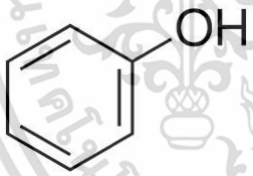
Cinnamaldehyde

ที่มา : https://www.researchgate.net



Eugenol

ที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki/ยูจีนอล



Phenol

ที่มา : https://ehs.ucsc.edu

Linalool

ที่มา : https://thedermreview.com/linalool

รูปที่ 2.3 โครงสร้างของสารสกัดหลักจากอบเชย

2.3 ยาสลบที่ใช้ในสัตว์น้ำ

ในปัจจุบันยาสลบที่ใช้ในสัตว์น้ำมีหลายชนิด ส่วนมากมีการนำไปใช้ในปลา ที่นิยมใช้กันมาก (Vergneau and Catalina, 2022) ได้แก่

2.3.1 MS-222 หรือ Tricane methane sulfonate มีชื่อทางการค้าว่า Tricanaine-S™ และ Finquel™ ซึ่งเป็นยาสลบชนิดเดียวที่ได้รับการจดทะเบียนจากองค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศทางยุโรปให้ใช้กับปลาที่เป็นอาหารได้ แต่ต้องพักปลาไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 21 วัน หลังจากการใช้ยาจึงนำมาบริโภคได้ MS-222 มีลักษณะเป็นผงสีขาวละเอียดมากมี

เอกสารนี้ ประกอบการเรียนการสอนเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์

กลิ่นละลายน้ำได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม จึงซึมผ่านเข้าเหงือกอย่างรวดเร็ว ยาสลบชนิดนี้มีราคาค่อนข้างแพง

ข้อควรระวังในการใช้

1) MS-222 จะทำให้ความเป็นกรด-ด่าง pH ของน้ำลดลง ไม่เหมาะกับน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างต่ำ

2) ควรมีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต เมื่อทำเป็นสารละลายเข้มข้นควรใส่ในขวดแก้วทึบแสงแล้วเก็บไว้ในตู้เย็นจะคงประสิทธิภาพได้ประมาณ 3 เดือน

2.3.2 2-Phenoxyethanol มีชื่อทางการค้า เช่น Phenoxethol, Phenylomonoglycol ether, Rose ether มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำมันสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเล็กน้อย ละลายน้ำได้ปานกลาง คุณสมบัติเป็นสารฆ่าเชื้อแบคทีเรียและราได้ จึงมีการนำมาใช้เป็นส่วนผสมของยารักษาโรคและเครื่องสำอางยาสลบชนิดนี้มีการนำมาใช้ในปลามากเนื่องจากมีราคาไม่แพง

ข้อควรระวังในการใช้

1) มีส่วนผสมของ Ethylene oxide ที่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังผู้ใช้ จึงควรใส่ถุงมือหรือไม่สัมผัสโดยตรง

2) ควรละลายยาสลบในน้ำเล็กน้อย คนให้เข้ากันก่อนเทลงในภาชนะที่จะทำการสลบปลา

2.3.3 Quinadine หรือ 2-4-methyquinoline มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำมันสีเหลืองน้ำตาลละลายน้ำได้น้อย ละลายได้ดีในอะซีโตนหรือแอลกอฮอล์ มีกลิ่นฉุน ประสิทธิภาพจะลดลงในน้ำที่มี pH น้อยกว่า 5 และตัว Quinaldine เมื่อเติมลงน้ำจะทำให้เกิดสภาวะเป็นกรดเพิ่มขึ้นการสะสมในเนื้อเยื่อปลาพบว่าภายหลังการใช้ 24 ชั่วโมง ไม่สามารถตรวจวัดได้ เป็นยาสลบที่ใช้กันมานาน ราคาไม่แพงมาก

ข้อควรระวังในการใช้

1) ทำให้น้ำเป็นกรดเพิ่มขึ้น จึงควรเติมไบคาร์บอเนต

2) กรณีที่น้ำมีค่าความเป็นด่างต่ำ ก่อนนำไปใช้ควรละลายในอะซีโตน และเก็บในขวด สีทึบถูกแสงแล้วเก็บในตู้เย็นความเข้มข้นที่ใช้ นิยมใช้สลบปลาเพื่อการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยอยู่ในช่วงเข้มข้น 15-60 พีพีเอ็ม ขึ้นกับขนาดและชนิดของปลาและระหว่างการสลบเพื่อการผ่าตัดพบการตอบสนองเป็นครั้งคราว

2.3.4 Benzocaine หรือ Ethyl aminobenzoate มีลักษณะเป็นผงสีขาว แต่ละลายน้ำได้น้อยมาก ละลายได้ดีในอะซีโตนและเอทานอล ไม่ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยน หากอยู่ในรูปของ Bebzocain-hydrocloride จะละลายน้ำได้ดี แต่จะทำให้ pH ของน้ำลดลง ผู้ใช้จึงควรระวังและเลือกซื้อให้เหมาะสม ยาสลบชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งน้ำจืดและน้ำทะเลเช่นเดียวกันและมีแนวโน้มได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา ให้นำมาใช้แทน MS-222 และ Tricanemethanesulfonate เนื่องจากมีราคาถูกข้อควรระวังในการใช้เช่นเดียวกับ MS-222

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำให้ปลานิลสลบ เป็นที่น่าสนใจของนักวิจัยหลายท่าน เนื่องจากเป็นปลาน้ำจืดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง โดยรายงานการทดสอบยาสลบประเภทสารเคมีสังเคราะห์เพื่อทำการสลบปลานิลแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ยาสลบที่นิยมใช้และมีการทดสอบกับปลานิล

ยาสลบ	ความเข้มข้นที่เหมาะสม	ผู้วิจัย
2-phenoxyethan	0.05 - 0.75 มล./ล.	บัณฑิตย์ และคณะ (2547)
Quinaldine sulfa	4 - 40 มก./ล.	บัณฑิตย์ และคณะ (2547)
Tricaine methanesulfornate	40 - 700 มก./ล.	ปรารถนา และคณะ (2563)
Eugenol	150 - 175 มก./ล.	Ribeiro et., al (2015)
Benzocaine	40 - 100 มก./ล.	Bizarro et., al (2018)

2.4 ระยะการสลบ

การวางยาสลบเป็นวิธีปฏิบัติทั่วไปที่ใช้ในการวิจัยปลาและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สิ่งสำคัญคือต้องเข้าใจผลของยาสลบต่อสัตว์และเนื้อเยื่อ เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลมีประสิทธิภาพและเพื่อปรับปรุงสวัสดิภาพสัตว์ในการวิจัยและการผลิตปลา พันธุ์ปลาบางชนิดที่จับได้ทำได้โดยกำหนดวิธีการสืบพันธุ์แบบเทียมเท่านั้นและการจัดการปลาเพื่อจุดประสงค์เหล่านี้ จะทำให้ปลาเกิดความเครียด (Teixeira et al., 2021)

McFarland (1959) ได้แบ่งลักษณะอาการและพฤติกรรมของปลาที่รับยาสลบออกเป็น 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เรียกว่าระยะ Sedation เป็นระยะที่ปลาไม่มีปฏิกิริยาโต้ตอบใดๆ ต่อสิ่งเร้าจากภายนอก ยกเว้นแรงกด และอัตราการปิดเปิดของกระพุ้งแก้ม (Operculum) จะช้าลงกว่าปกติเล็กน้อยการว่ายน้ำลง

ระยะที่ 2 เรียกว่าระยะ Loss of equilibrium เป็นระยะที่ปลาสูญเสียการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งหมดจะมีปฏิกิริยากับการกระตุ้นที่แรง อัตราการปิดเปิดของกระพุ้งแก้มลดลงต่ำกว่าปกติ

ระยะที่ 3 เรียกว่าระยะ Loss of reflex reactivity เป็นระยะที่ปลาสูญเสียปฏิกิริยาตอบโต้ต่อสิ่งเร้าทั้งหมด อัตราการหายใจช้ามาก รวมทั้งอัตราการเต้นของหัวใจช้าลง

ระยะที่ 4 เรียกว่าระยะ Medullary collapse เป็นระยะที่หยุดการหายใจและหลายนาทีต่อมาหัวใจจะหยุดเต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การขนส่งปลา

การขนส่งปลาเป็นขั้นตอนสำคัญในอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ ซึ่งนิยมขนส่งลูกปลาหรือปลาขนาดเล็ก โดยขนาดเฉลี่ยประมาณ 3-5 เซนติเมตร และมีอายุประมาณ 1 เดือน ในระหว่างการขนส่งต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจน อุณหภูมิ และค่ากรด-เบส ให้เหมาะสมกับระยะทาง (Belema et al., 2017) นอกจากนี้ ความเครียดของปลาที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการตาย จึงมีการนำยาสลบมาใช้เพื่อทำให้ปลาเกิดการสลบ ช่วยลดการเคลื่อนไหว ลดอัตราการเผาผลาญ และลดการขับถ่ายของเสีย เพื่อลดอัตราการตายของปลาที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งและหลังการขนส่ง (ดุสิต และคณะ, 2559)

2.6 น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) คือ น้ำมันที่พืชสามารถผลิตขึ้นมาได้ตามธรรมชาติแล้วพบในส่วนต่างๆ ของพืชหอม โดยปกติทั่วไปจะพบว่าสีของน้ำมันหอมระเหยจะเป็นเหลวใสหรือสีเหลืองอ่อนๆ เมื่อได้รับความร้อนน้ำมันหอมระเหยจะระเหยได้ดีขึ้น มีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป สามารถระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิธรรมดา จึงต้องเก็บไว้ในขวดสีชาปิดสนิท (ประเทือง ศรี, 2542)

2.6.1 แหล่งที่มาของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่สกัดได้จากส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ดอก ผล เปลือกผล เมล็ด ใบราก ลำต้นใต้ดิน และเปลือกไม้ เป็นต้น โดยพืชเหล่านี้จะมีบริเวณพิเศษซึ่งทำหน้าที่เก็บสะสมสารที่มีกลิ่นหอม (ฐาปนีย์, 2550) ได้แก่

1. เซลล์น้ำมัน (Oil cells) หรือเซลล์เรซิน (Resin cells) พบได้จากพืชวงศ์อบเชย (Lauraceae) พืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) และพืชวงศ์พริกไทย (Piperaceae)

2. โพรงเก็บน้ำมัน (Oil cavities) หรือถุงน้ำมัน (Oil sacs) พบได้จากพืชวงส์ส้ม (Rutaceae) และพืชวงศ์ชมพู่ (Myrtaceae)

3. ช่องเก็บน้ำมัน (Oil canals) หรือช่องเก็บเรซิน (Resin canals) พบได้จากพืชวงศ์ผักชี (Apianceae / Umbelliferae) และพืชวงส์สน (Pinaceae)

4. ท่อเก็บน้ำมัน (Oil ducts) พบได้จากพืชวงศ์ (Asteraceae) เช่น คาโมไมล์

5. Glandular hairs พบได้จากพืชวงส์กะเพรา (Lamiaceae)

6. Internal hairs พบได้จากวงศ์กล้วยไม้ (Orchidaceae)

7. บริเวณเซลล์เนื้อเยื่อบางๆ รอบพาเรนไคมา Parenchyma หรือ Idioblast พบได้จากพืชวงศ์จำปา (Magnoliaceae)

2.6.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหย

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชธรรมชาติมีหลายวิธีด้วยกัน โดยการเลือกวิธีการสกัดน้ำมัน หอมระเหยจะต้องพิจารณาลักษณะและปัจจัยต่างๆ ร่วมด้วย ตัวอย่างเช่น ส่วนของพืชที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาสกัด คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ต้องการ วัตถุประสงค์ของการนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ เป็นต้น (ฐาปนีย์, 2550) วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

2.6.2.1 การกลั่น (Distillation)

วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย เพราะเป็นวิธีที่ประหยัดและสามารถใช้แยก น้ำมันหอมระเหยได้เกือบทุกชนิด สิ่งที่สำคัญที่ต้องควบคุมในการกลั่น คือ ระยะเวลาและอุณหภูมิ เพราะจะส่งผลถึงคุณภาพและกลิ่นของน้ำมันที่ได้ การกลั่นแบ่งออกได้ 3 วิธี คือ

1) การกลั่นด้วยน้ำ (Water distillation / Hydrodistillation) นิยมใช้กับพืชที่มีองค์ประกอบทางเคมีไม่สลายตัวเมื่อถูกความร้อน โดยการนำพืชที่ต้องการกลั่นมาใส่ในหม้อกลั่น แล้วเติมน้ำจนท่วมพืช ต้มจนน้ำเดือด เมื่อน้ำเดือดระเหยเป็นไอ ไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในเนื้อเยื่อพืชออกมา เมื่อผ่านเครื่องควบแน่น ไอน้ำและไอของน้ำมันหอมระเหยจะควบแน่นเป็นของเหลว ได้เป็นน้ำและน้ำมันหอมระเหยแยกออกจากกัน ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ในกรณีที่ต้องกลั่นพืชปริมาณมากๆ ความร้อนที่ให้สู่หม้อกลั่นจะไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งหม้อกลั่น ก่อให้เกิดการไหม้หรือการสลายตัวขององค์ประกอบบางชนิดทำให้กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยเปลี่ยนไป หรืออาจมีกลิ่นของภาชนะติดมาด้วยสำหรับการกลั่นพืชปริมาณน้อยๆ ในห้องปฏิบัติการ เราสามารถทำได้โดยใช้ชุดกลั่นที่ทำจากเครื่องแก้วเรียกว่า ชุดกลั่นชนิดสกัดน้ำมันระเหย

2) การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and Steam distillation) นิยมใช้กับพืชที่มีองค์ประกอบทางเคมีสลายตัวเมื่อถูกความร้อนโดยตรง ทำโดยนำพืชที่ต้องการกลั่นมาวางบนตะแกรงที่อยู่เหนือหม้อต้มน้ำ ให้ความร้อนจนน้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำ ไอน้ำจะช่วยพาน้ำมันหอมระเหยแล้วควบแน่นกลับมาเป็นน้ำกับน้ำมันหอมระเหย การกลั่นโดยวิธีนี้ อาจเรียกว่า Wet steam พืชที่ใช้กลั่นโดยวิธีนี้จะมีคุณภาพดีกว่าวิธีแรก

3) การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) ทำโดยการนำพืชที่ต้องการกลั่นมาวางบนตะแกรงที่อยู่เหนือหม้อกลั่นให้ผ่านความร้อนจากไอน้ำ ไอน้ำจะเป็นตัวพาน้ำมันหอมระเหยในพืชระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว ข้อดีของวิธีนี้คือ ใช้เวลากลั่นสั้นและน้ำมันหอมระเหยที่ได้มีคุณภาพและปริมาณสูงกว่าสองวิธีแรก พืชที่ไม่เหมาะสมในการกลั่นด้วยวิธีนี้คือ ส่วนของพืชที่มีลักษณะบาง เช่น กลีบกุหลาบ ควรใช้วิธีการสกัดโดยใช้ไขมันจะเหมาะสมกว่า

2.6.2.2 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent extraction)

วิธีนี้จะทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นสูง (สิริลักษณ์, 2545) โดยตัวทำละลายที่นิยมใช้ ได้แก่ ปิโตรเลียมอีเทอร์ เบนซีนหรือเฮกเซน ซึ่งจะสกัดสารหอมจากพืชออกมา ซึ่งจะมีไข สารสีและแอลบูมินออกมาด้วย นำสารที่สกัดได้ไประเหยไล่ตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิภายใต้ระบบสุญญากาศจะได้ส่วนที่เรียกว่า Concrete เราสามารถนำ Concrete ไปใช้ในการแต่งกลิ่นสบู่ได้ แต่ไม่นิยมใช้ในน้ำหอมเพราะยังไม่บริสุทธิ์เพียงพอ วิธีนี้ไม่นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอาหาร เนื่องจากยังมีสารละลายที่เป็นพิษตกค้างอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.3 การบีบหรือการบีบเย็น (Expression/Cold expression)

วิธีนี้มักใช้กับพืชตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะนาว มะกรูด ส้มโอ โดยการบีบเปลือกของผลไม้ ทำให้เซลล์ของพืชแตกออกแล้วปล่อยน้ำมันออกมา เนื่องจากการสกัดด้วยวิธีนี้ไม่ใช้ความร้อน จึงทำให้น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีกลิ่นใกล้เคียงกับพืชสด แต่มีข้อเสียคือ น้ำมันที่ได้จะมีปริมาณน้อยและไม่บริสุทธิ์

2.6.2.4 การสกัดโดยใช้ไขมัน (Enfleurage)

วิธีนี้มักใช้กับดอกไม้กลีบบางจำพวกกุหลาบและดอกมะลิ โดยการนำดอกไม้มาวางทับถาดกระจกที่เกลี่ยด้วยไขมันสัตว์บางๆ เพื่อให้ไขมันดูดซับสารหอมจากดอกไม้ โดยใช้เวลาประมาณ 1-3 วัน กระบวนการนี้จะทำซ้ำๆกันจนกระทั่งไขมันดูดสารหอมอย่างเพียงพอ ไขมันที่ดูดสารหอมนี้เรียกว่า Pommade นำ Pommade ไปละลายในแอลกอฮอล์ก็จะได้น้ำมันหอมระเหยออกมา ซึ่งการผลิตน้ำมันหอมระเหยมักจะสกัดด้วยวิธีนี้มากกว่า 10%

2.6.3 การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย

การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยสามารถจำแนกตามลักษณะการวิเคราะห์ได้เป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผลการวิเคราะห์สามารถทราบถึงองค์ประกอบทางเคมี ความเข้มข้น และสัดส่วนของสารเคมีชนิดต่างๆ ในน้ำมันหอมระเหย วิธีที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย คือ วิธีแก๊สโครมาโทกราฟ (Gas chromatography) มีหลายประเภท แต่ที่เหมาะสมกับการแยกและศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยซึ่งมักประกอบด้วยสารเคมีและสารมากกว่า 10 ชนิด คือ แมสสเปกโทรมิเตอร์ (Mass spectrometer) (เทวัญ, 2550) การใช้ค่า Retention index (RI) ร่วมกับการใช้ข้อมูลจากแมสสเปกตรัมอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำข้อมูลแก๊สโครมาโทกราฟีมาใช้ประโยชน์ในงานประจำ เช่น การตรวจสอบความบริสุทธิ์หรือการปนเปื้อนของน้ำมันหอมระเหย (Shellie, 2001)

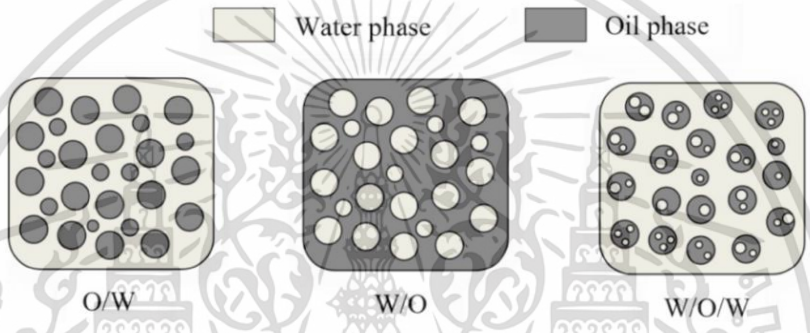
2.7 อิมัลชัน

อิมัลชัน (Emulsion) คือ ระบบคอลลอยด์ (Colloid) ที่เกิดจากการผสมกันของเหลวตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไป ซึ่งไม่สามารถผสมกันได้ในสภาวะปกติ เช่น น้ำกับน้ำมัน โดยใช้แรงกลหรือสารลดแรงตึงผิวซึ่งเป็นสารที่ประกอบด้วยรอยโมเลกุล 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีขั้ว (Hydrophilic) และส่วนที่ไม่มีขั้ว (Hydrophobic) เมื่อเกิดการผสมกันแล้ว อนุภาคของสารชนิดหนึ่งจะกระจายตัวอยู่ในสารชนิดหนึ่ง อิมัลชันสามารถจำแนกตามลักษณะการกระจายตัวของวัฏภาคได้เป็น 3 ชนิด (รูปที่ 2.4) คือ การกระจายตัวของน้ำมันในน้ำ (oil-in-water; O/W), การกระจายตัวของน้ำในน้ำมัน (water-in-oil; W/O/W) และแบบน้ำมันในน้ำในน้ำมัน (oil-in-water-in-oil; O/W/O) (Akbari and Nour, 2018 : Kale and Deore, 2017)

อิมัลชันเกิดจากการลดแรงตึงผิวระหว่างสารแต่ละชนิดและการลดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลภายในของสารชนิดเดียวกัน (รูปที่ 2.5) อิมัลชันมีความเสถียรและไม่เกิดการแยกชั้นกัน

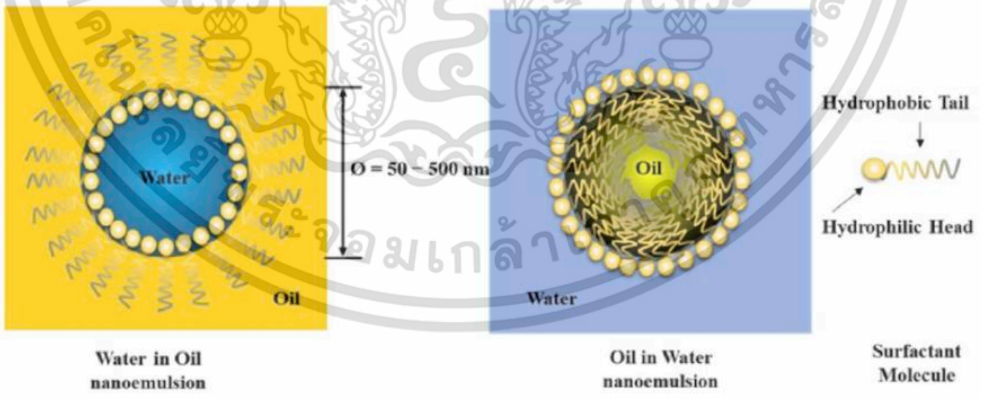
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากสารลดแรงตึงผิวสามารถล้อมรอบอนุภาคของวัฏภาคภายใน โดยอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคเล็กจะมีความเสถียรสูง เนื่องจากสามารถกระจายตัวได้ดีไม่เกิดการตกตะกอนเนื่องจากมีการเคลื่อนที่แบบราวเนียน (Brownian motion) มีอัตราการแพร่สูงกว่าอัตราการตกตะกอนที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงได้และไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน (Akbari and Nour, 2018 : Tadros et al., 2004) ด้วยเหตุนี้อิมัลชันจึงสามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายด้าน เช่น ใช้ในการละลายยาที่เป็นน้ำมันหรือโมเลกุลที่ไม่มีขั้วเป็นองค์ประกอบ แปรรูปอาหารเสริมจากน้ำมันธรรมชาติให้รับประทานง่ายขึ้น อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมและการออกฤทธิ์ของยา (Kale and Deore, 2017) ดังนั้นการแปรรูปผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอิมัลชันจึงได้รับความสนใจจากหลายอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอาง



รูปที่ 2.4 ชนิดของอิมัลชัน

ที่มา : https://www.siamchemi.com



รูปที่ 2.5 อิมัลชันแบบน้ำในน้ำมัน อิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำและสารลดแรงตึงผิว

ที่มา : https://www.priyamstudycentre.com

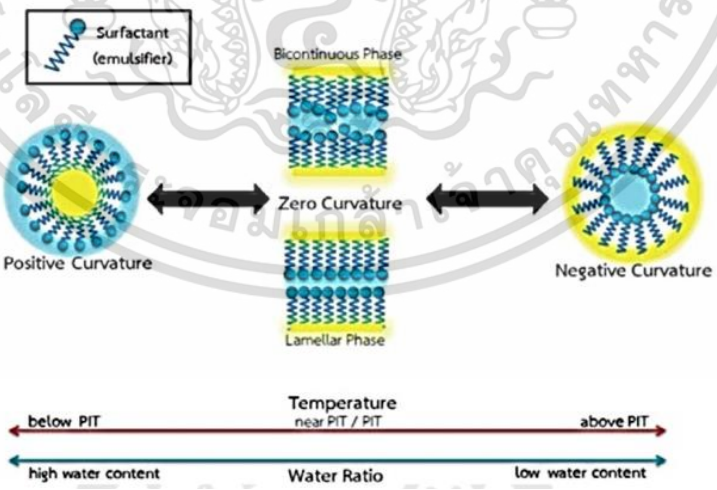
2.8 การผลิตอิมัลชัน

การผลิตอิมัลชันแบบการเปลี่ยนแปลงวัฏภาค (Phase inversion) เนื่องจากเป็นการผลิตอิมัลชันที่ใช้พลังงานต่ำ เส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคมีขนาดเล็ก ใช้อุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อนและมีต้นทุนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตต่ำ (Zhang et al., 2014) การผลิตอิมัลชันแบบการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคเป็นกระบวนการที่อาศัยการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคหรือการจัดเรียงโครงสร้างของสารลดแรงตึงผิว หากเปลี่ยนความโค้ง (Curvature) ของโครงสร้างสารลดแรงตึงผิวจากลบเป็นบวกจะทำให้เกิดอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ แต่หากเปลี่ยนความโค้งของโครงสร้างสารลดแรงตึงผิวจากบวกเป็นลบจะทำให้เกิดอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (รูปที่ 2.6) การผลิตอิมัลชันโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคสามารถจำแนกได้เป็น 2 วิธีย่อย คือ การเปลี่ยนแปลงวัฏภาคโดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Phase inversion temperature; PIT) และการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคโดยการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสาร (Phase inversion composition; PIC) โดยใช้สารลดแรงตึงผิวกลุ่มที่ไม่มีประจุ (Non-ionic surfactant) เช่น Polyoxyethylene sorbitan fatty acidesters (Tween) และ Polyricinoleate (PGPR) (Fernandez et al., 2004 : Prasert, 2017)

การเตรียมอิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำวิธีเปลี่ยนแปลงวัฏภาคสามารถทำได้โดยการชักนำให้เกิดการผกผันของอิมัลชันแบบน้ำในน้ำมันให้กลายเป็นแบบน้ำมันในน้ำวิธี Catastrophic phace inversion (CPI) ซึ่งเป็นวิธีการที่อาศัยการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสารโดยการไทเทรตน้ำลงในสารผสมระหว่างน้ำมันและสารลดแรงตึงผิว โดยในระยะแรกจะเกิดเป็นอิมัลชันแบบน้ำในน้ำมันจนกระทั่งเกิดการกลับวัฏภาคเป็นแบบน้ำมันในน้ำในที่สุดการกลับวัฏภาคเป็นผลมาจากการเพิ่มอัตราเร็วของการรวมหยดของเหลวส่งผลให้อัตราเร็วของการรวมหยดและการแตกตัวของหยดของเหลวไม่สามารถรักษาสภาพอยู่ได้ นอกจากนี้ขนาดของอนุภาคน้ำมันยังขึ้นอยู่กับกระบวนการในการเตรียมสาร เช่น ความเร็วของเครื่องกวนสารอัตราเร็วของการเติมน้ำและความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว (Ostertag et al., 2012 : วรนันท์ และธนะเศรษฐ์, 2557)



รูปที่ 2.6 การเปลี่ยนแปลงความโค้งของสารลดแรงตึงผิว

ที่มา : https://www.musimmas.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์ในการเตรียมสัตว์ทดลอง

3.1.1.1 กล่องขนาด 50 ลิตร

3.1.1.2 สายยาง

3.1.1.3 หัวทราย

3.1.1.4 หัวปรับแรงลม

3.1.1.5 ปั๊มลมให้ออกซิเจน

3.1.1.6 กระชอนตักปลา

3.1.1.7 อาหารปลานิลซีพี 9331

3.1.2 อุปกรณ์ และสารเคมีในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

3.1.2.1 เทอร์โมมิเตอร์

3.1.2.2 ชุดทดสอบความเป็นกรด-ด่าง (pH test kit) ยี่ห้อ Vunique

3.1.2.3 ชุดทดสอบปริมาณออกซิเจนในน้ำ (Dissolved Oxygen test kit) ยี่ห้อ Vunique

3.1.3 อุปกรณ์ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ

3.1.3.1 ช้อนตวง

3.1.3.2 ขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร

3.1.3.3 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Ohaus

3.1.3.4 ชุดกลั่นกลั่นน้ำมันหอมระเหย

3.1.3.5 เครื่องปั่น ยี่ห้อ philips

3.1.3.6 ขวดแก้วสีชาสำหรับเก็บตัวอย่าง

3.1.4 อุปกรณ์ และสารเคมีในการเตรียมอิมัลชันของน้ำมันใบอบเชยเทศ

3.1.4.1 บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.1.4.2 ขวด Duran ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.1.4.3 แท่งแก้วคนสาร

3.1.4.4 ไมโครปิเปต ยี่ห้อ Socorex รุ่น Acura mamnual 825

3.1.4.5 เครื่องกวนสาร ยี่ห้อ Stuart รุ่น UC152D

3.1.4.6 เครื่องฮอโมจีไนซ์ ยี่ห้อ Sonics&Materials รุ่น VCX500&VCX750

3.1.4.7 Propylene glycol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 อุปกรณ์ในการทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน

3.1.5.1 ขวด Duran ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.1.5.2 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Memmert รุ่น WNE Series

3.1.5.3 ตู้เย็น -4 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ S-cool รุ่น SM1122C

3.1.5.4 ตู้แช่แข็ง -21 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Kashiwa รุ่น BD-255

3.1.5.5 เครื่องปั่นเหวี่ยงแยกสาร ยี่ห้อ Hermle รุ่น Z 383K

3.1.6 อุปกรณ์ในการหาความเข้มข้นของน้ำมันใบอบเชยเทศที่เหมาะสมต่อปลานิล

3.1.6.1 ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร

3.1.6.2 ลูกยางปิเปต

3.1.6.3 นาฬิกาจับเวลา

3.1.6.4 แท่งกวนสาร

3.1.6.5 กระชอนตักปลา

3.1.6.6 ตู้ปลาขนาด 8 นิ้ว

3.1.7 อุปกรณ์ในการหาระยะเวลาฟื้นตัวและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากการสลบด้วยน้ำมันใบอบเชยเทศ

3.1.7.1 นาฬิกาจับเวลา

3.1.7.2 หัวทราย

3.1.7.3 สายยาง

3.1.7.4 หัวปรับแรงลม

3.1.7.5 ปั๊มลมให้ออกซิเจน

3.1.7.6 ตู้ปลาขนาด 8 นิ้ว

3.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

เตรียมลูกปลานิลขนาดความยาวประมาณ 2 นิ้ว จำนวน 60 ตัว จากฟาร์มไพศาลพันธุ์ปลา เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร นำมาเลี้ยงในกล่องพลาสติก 3 กล่อง ขนาด 50 ลิตร เติมน้ำ 30 ลิตร ใส่ลูกปลานิลกล่องละ 20 ตัว (แก้วตา และคณะ, 2560) เสร็จแล้วให้อาหาร ซีพี 9931 สำหรับปลานิล วันละ 3 ครั้ง (เช้า-เที่ยง-เย็น) และเปลี่ยนน้ำทุกๆ 2 วัน จนกว่าจะเริ่มดำเนินการทดลอง

3.3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยการวัดค่ากรด-เบส (pH) ปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO) และอุณหภูมิน้ำ ทำการตรวจคุณภาพน้ำ 3 ครั้ง ได้แก่ ก่อนทำการทดลองใส่สารและเริ่มทำการทดลอง และหลังการทดลองเกิดการสลบเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ

นำใบอบเชยเทศมาล้างให้สะอาด เสร็จแล้วตากในตู้อบแห้ง เป็นเวลา 3 วัน ที่ 55 °C แล้วบดละเอียดด้วยเครื่องปั่น ทำการชั่งผงอบเชยให้ได้ 5 กรัม เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร แล้วทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เครื่องกลั่นไอน้ำ

3.5 การเตรียมอิมัลชันของน้ำมันใบอบเชยเทศ

การเตรียมอิมัลชันด้วยเทคนิค Catastrophic phase inversion (CPI) โดยดัดแปลงจาก Zhang et al. (2014) จะทำการเตรียมอิมัลชันครั้งละ 54 มิลลิลิตรต่อลิตร โดยการเตรียมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของน้ำ (water phase) คือ นำน้ำกลั่นและ propylene glycol ในอัตราส่วน 2:1 ปริมาตร 45 มิลลิลิตรต่อลิตร และส่วนของน้ำมัน (oil phase) คือ น้ำมันอบเชย 2 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำการผสมส่วนของน้ำมันกับ Tween 20 7 มิลลิลิตรต่อลิตร หลังจากนั้นผสมสารทั้งหมดเข้าด้วยกันโดยการหยดส่วนของน้ำโดยใช้หลอดหยดเป็นตัวทำหยดลงในส่วนของน้ำมันที่ผสม Tween 20 ด้วยอัตราเร็ว 1 มิลลิลิตรต่อนาที นำสารผสมไปกวนด้วยเครื่อง Magnetic stirrer และนำไปโฮโมจีไนเซอร์ amp 40% เป็นเวลา 10 นาที อิมัลชันจะก่อกำเนิดขึ้นเอง

3.6 การทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน

จากการเตรียมอิมัลชันของน้ำมันใบอบเชยเทศ ตั้งน้ำมันใบอบเชยเทศในรูปแบบอิมัลชันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน ถ้าไม่เกิดการแยกชั้นแล้วจึงนำไปการทดสอบความคงตัวของอิมัลชันด้วย Centrifuge test โดยการทดสอบความคงตัวด้วยการปั่นเหวี่ยงที่ 3,500 รอบเป็นเวลา 30 นาที ด้วยเครื่อง Centrifugation จากนั้นสังเกตลักษณะที่เกิดขึ้นด้วยสายตา คือ ถ้าไม่เกิดการแยกชั้นแสดงว่าอิมัลชันมีการคงตัว นำอิมัลชันที่ไม่เกิดการแยกชั้นมาทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน เก็บตัวอย่างของอิมัลชันไว้ที่ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บไว้ที่ water bath อุณหภูมิ 40 °C ในเวลาที่เท่ากัน โดยดัดแปลงจาก Shafiq-un-Nabi et al. (2007) สังเกตลักษณะที่เกิดขึ้นด้วยสายตา นำอิมัลชันที่ไม่เกิดการแยกชั้นมาทดสอบความคงตัวต่อด้วยวิธี Freezing-Thawing cycle เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิในสภาวะเร่งที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน ทำการแช่แข็งตัวอย่างอิมัลชันไว้ที่อุณหภูมิ -21 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C ในเวลาที่เท่ากัน แล้วทำการสังเกตลักษณะที่เกิดขึ้นด้วยตาเปล่า ถ้าไม่เกิดการแยกชั้นแสดงว่าอิมัลชันคงตัว

3.7 การประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในการใช้เป็นยาสลบในปลานิล

ทำการงดอาหารปลานิลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำปลานิลมาทดลองสลบ โดยใช้อิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ คือ 2.5, 3, 3.5, 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร เตรียมตู้ปลา จำนวน 3 ตู้ ต่อ 1 ความเข้มข้น เติมน้ำสะอาดลงไปตู้ละ 2 ลิตร ดูดน้ำมันใบอบเชยเทศความเข้มข้นที่กำหนดใส่ลงไปในตู้ปลาแต่ละตู้ที่เตรียมไว้สลบปลานิลจนครบ 3 ตู้ เสร็จแล้วคนให้สารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ากับน้ำ นำลูกปลานิลใส่ในตู้ปลาที่เตรียมสารไว้ในความเข้มข้นที่กำหนด ตู้ละ 1 ตัว จับเวลา สังเกตอาการตอบสนองของลูกปลานิลต่อยาสลบจนถึงระยะที่ 3 การตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นและระยะเวลาที่ลูกปลานิลสลบ บันทึกผล

3.8 การประเมินเวลาฟื้นสลบและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากการสลบด้วยอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน

นำลูกปลานิลที่สลบครบ 30 นาที ตามการศึกษาของทัศนีย์ (2559) ที่รายงานว่า เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที หลังจากปลาทองที่ได้รับน้ำมันกานพลู จะเข้าสู่การสลบระยะที่ 3 ใส่ลงในตู้ปลาที่เตรียมน้ำสะอาดพร้อมใส่หัวทรายให้อากาศไว้ จับเวลาจนถึงเวลาที่ลูกปลานิลเริ่มฟื้นตัว สังเกตระยะเวลาฟื้นตัว อัตราการรอดตาย อาการผิดปกติจากลักษณะภายนอกร่างกายและบันทึกผลการทดลอง เมื่อลูกปลานิลแต่ละชุดการทดลองฟื้นจากการสลบแล้วนำไปแยกไว้ในตู้ปลา เติมน้ำลงไป 2 ลิตร เสร็จแล้วใส่หัวทรายให้อากาศจำนวน 1 หัวในแต่ละตู้ และสังเกตอัตราการรอดตายหลังทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.9 การเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกและตับของลูกปลานิลหลังได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ

หลังจากปลาฟื้นจากการสลบ ทำการแช่ปลาในฟอร์มาลินความเข้มข้น 10% เพื่อส่งตรวจสอบพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกและตับด้วยวิธีพาราฟิน พร้อมทั้งย้อมสี Hematoxylin และ Eosin stain ที่ศูนย์ชันสูตรโรคสัตว์และถ่ายทอดเทคโนโลยี คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จากข้อมูลระยะเวลาที่ทำให้ปลาสลบ เวลาฟื้นสลบและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากการสลบ นำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยใช้ one-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม IBM SPSS statistics 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

4.1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำก่อนและหลังการสลบปลานิล

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองพบว่า คุณภาพน้ำก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 25.33 ± 0.58 องศาเซลเซียส (°C) ค่า pH เท่ากับ 6.67 ± 0.17 และ ค่า DO เท่ากับ 3.50 ± 0.50 มิลลิกรัมต่อลิตร (มก./ล.) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหลังการทดลองสลบตามความเข้มข้นต่างๆ ของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศตามตาราง 4.1 พบว่า คุณภาพน้ำที่ได้นั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นอกจากนี้ คุณภาพน้ำในทุกชุดการทดลองอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาน้ำจืด ได้แก่ อุณหภูมิ 20-35 องศาเซลเซียส ค่า pH ระหว่าง 6.5 ถึง 9 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 5 มก./ล. (นฤมล, 2550)

ตารางที่ 4.1 คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดสอบการสลบ

ระดับความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ (มิลลิลิตร/ลิตร)	พารามิเตอร์ก่อน-หลังการทดลองการสลบ		
	T (°C)	pH	DO (มิลลิกรัม/ลิตร)
0 (control)	25.33 ± 0.58^{a}	6.67 ± 0.17^{a}	3.50 ± 0.50^{d}
2.5	25.33 ± 0.33^{a}	6.33 ± 0.17^{a}	11.67 ± 0.33^{bc}
3	25.67 ± 0.33^{a}	6.33 ± 0.17^{a}	12.67 ± 0.33^{b}
3.5	25.00 ± 0.33^{a}	6.33 ± 0.17^{a}	10.67 ± 0.33^{c}
4	25.33 ± 0.33^{a}	6.33 ± 0.17^{a}	11.67 ± 0.33^{bc}
4.5	25.33 ± 0.33^{a}	6.33 ± 0.17^{a}	10.67 ± 0.33^{c}

หมายเหตุ : การแสดงผลอยู่ในรูปค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลตามแนวตั้งที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2 ผลการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ

จากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศโดยใช้วิธีกลั่นด้วยน้ำ โดยใช้ผงใบอบเชยเทศ 5 กรัม และน้ำ 100 มิลลิลิตร ได้น้ำมันอบเชยประมาณ 0.3 มิลลิลิตร พบว่า น้ำมันมีลักษณะเป็นของเหลว ใส สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอม ไม่พบตะกอนแขวนลอย ดังแสดงในรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 น้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ

4.3 ผลการเตรียมอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ

จากการเตรียมอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ พบว่า ส่วนของน้ำกับน้ำมันรวมกันมีการแยกชั้น น้ำมันรวมตัวเป็นก้อนกลมๆ ที่ก้นของบีกเกอร์ จึงต้องใช้ทวิน 20 เป็นสารลดแรงตึงผิวและเครื่องโฮโมจีไนซ์ (homogenization) ใช้เพื่อผสมลดขนาดเม็ดน้ำมันในของเหลวเป็นเนื้อเดียวกัน จึงจะทำให้เกิดอิมัลชันคงตัว และสังเกตด้วยตาเปล่ามีลักษณะเหลืองใสไม่เกิดการแยกชั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.2

4.4 ผลการทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน

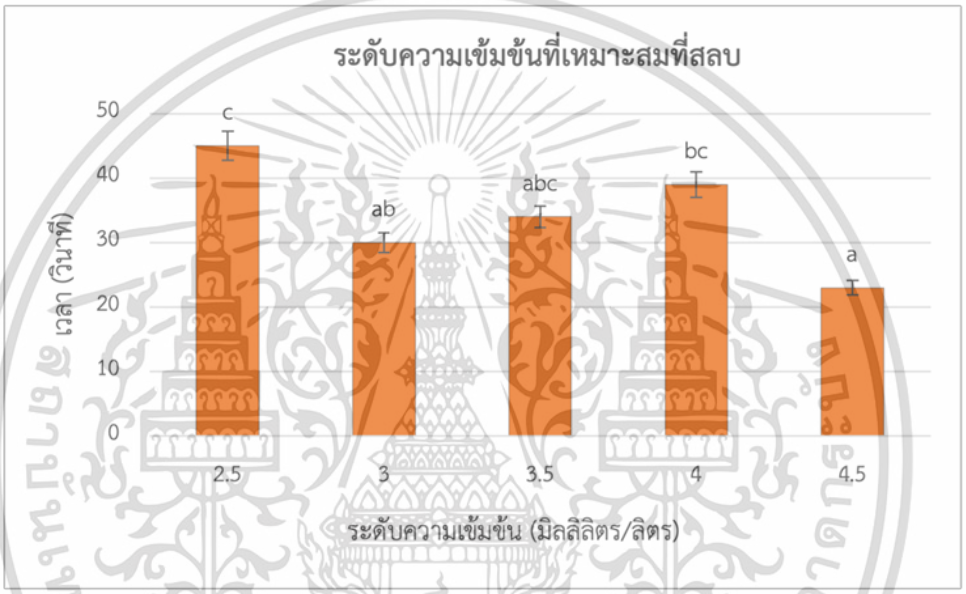
จากการทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน โดยการสังเกตด้วยสายตา พบว่า ตั้งทิ้งไว้ 3 วัน ไม่เกิดการแยกชั้น Centrifuge test พบว่า เกิดการแยกชั้นเล็กน้อย ไปเก็บที่ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า เกิดการแยกชั้นเป็นก้อนกลมๆ เพียงเล็กน้อยใต้ก้นขวด สีของน้ำอิมัลชันขุ่น ไปเก็บไว้ที่ water bath อุณหภูมิ 40 °C ในเวลาที่เท่ากัน พบว่า ไม่เกิดการแยกชั้น นำไป Freezing-Thawing cycle ที่อุณหภูมิ -21 °C ในเวลาที่เท่ากัน พบว่า น้ำมันอิมัลชันแข็งตัวมีสีที่ขุ่นและไม่เกิดการแยกชั้น และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C ในเวลาที่เท่ากัน พบว่า ไม่เกิดการแยกชั้น ไม่ตกตะกอนและไม่ขุ่นดังแสดงในรูปที่ 4.2 อิมัลชันจึงมีความคงตัวลักษณะใสไม่เกิดการแยกชั้นจัดเป็นนาโนอิมัลชัน นาโนอิมัลชันเป็นระบบส่งยารูปแบบหนึ่งที่นิยมใช้กับยาที่มีองค์ประกอบเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น น้ำมัน (Ostrozka and Sarecka, 2017)

รูปที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในการใช้เป็นยาสลบในปลานิล

ผลการทดสอบเพื่อประเมินเวลาชักนำการสลบของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศระดับความเข้มข้น 2.5, 3, 3.5, 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร พบว่าระดับความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ต่ำที่สุดที่มีประสิทธิภาพในการชักนำการสลบระยะที่ 3 ภายใน 5 นาที คือ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร ใช้เวลาในการชักนำการสลบ 30.00 ± 2.00 วินาที และความเข้มข้นสูงสุดที่ไม่ทำให้ปลาตาย คือ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ใช้เวลาในการชักนำการสลบ 38.67 ± 0.89 วินาที ในขณะที่ความเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้น 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ส่งผลให้ปลาตายหลังการทดลองทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

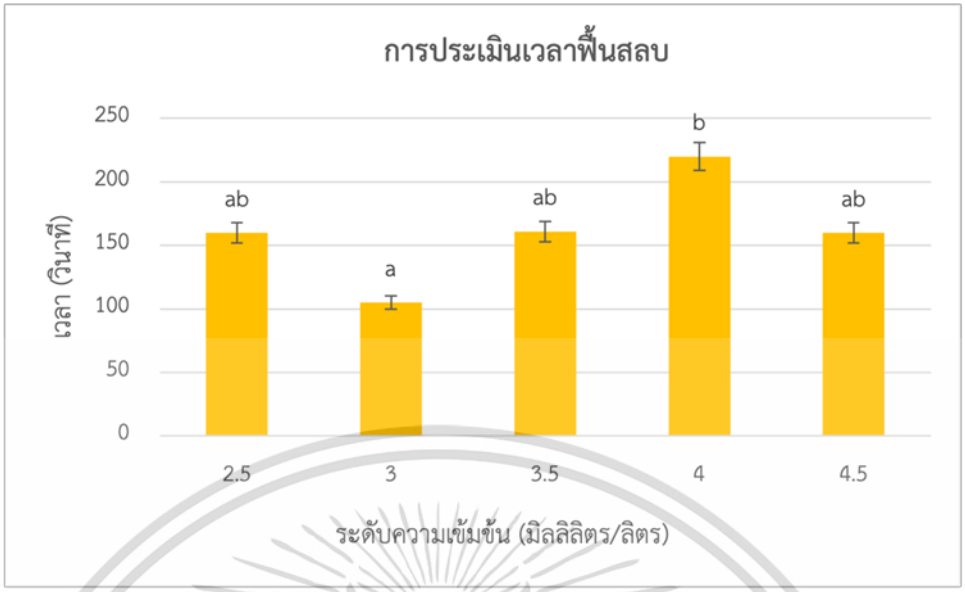
หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในกราฟแท่งที่แตกต่างกัน แสดงเวลาชักนำการสลบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.6 ผลการประเมินเวลาฟื้นสลบและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากการสลบด้วยอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในระดับความเข้มข้นต่างกัน

4.6.1 การประเมินเวลาฟื้นสลบ

ผลการทดสอบเพื่อประเมินเวลาฟื้นสลบของปลานิลที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ พบว่า ปลาที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศทุกระดับความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบฟื้นสลบสมบูรณ์ในเวลา 2 นาที โดยปลาที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศความเข้มข้นที่ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร ใช้เวลาฟื้นสลบ 105.33 ± 52.67 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



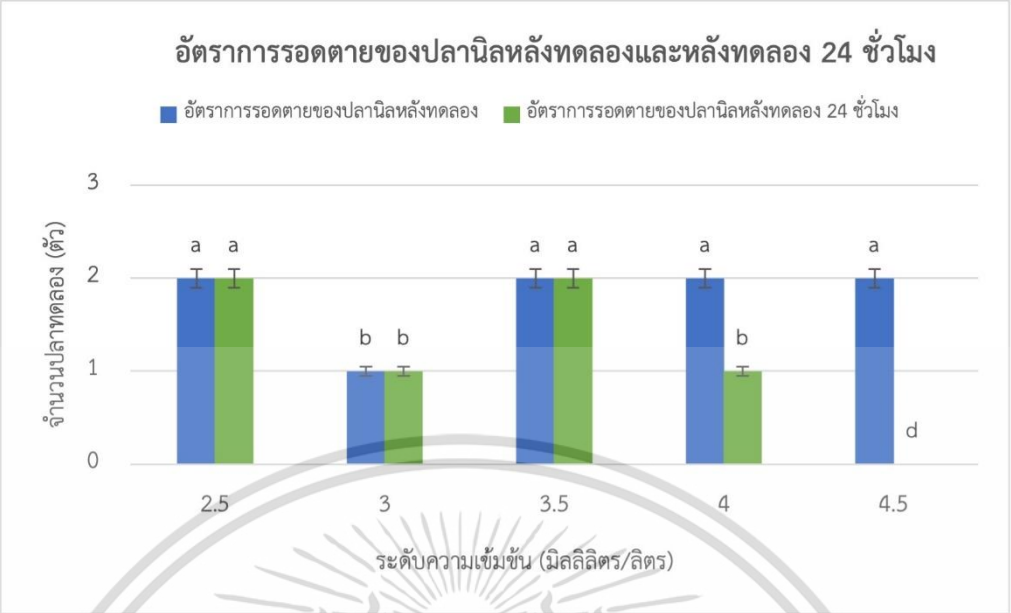
รูปที่ 4.4 ประเมินเวลาฟื้นสลบ

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในกราฟแท่งที่แตกต่างกัน แสดงเวลาฟื้นสลบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.6.2 อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลองและหลังทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ผลการสังเกตอัตราการรอดตายหลังทำการทดลอง พบว่า ปลาที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศความเข้มข้นที่ 2.5, 3.5, 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ไม่พบปลาตายหลังการทดลอง ในขณะที่อิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศความเข้มข้นที่ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร มีปลาตายหลังการทดลอง และอัตราการรอดตายของปลาหลังการทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศความเข้มข้นที่ 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ส่งผลให้ปลาตายหลังการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลอง

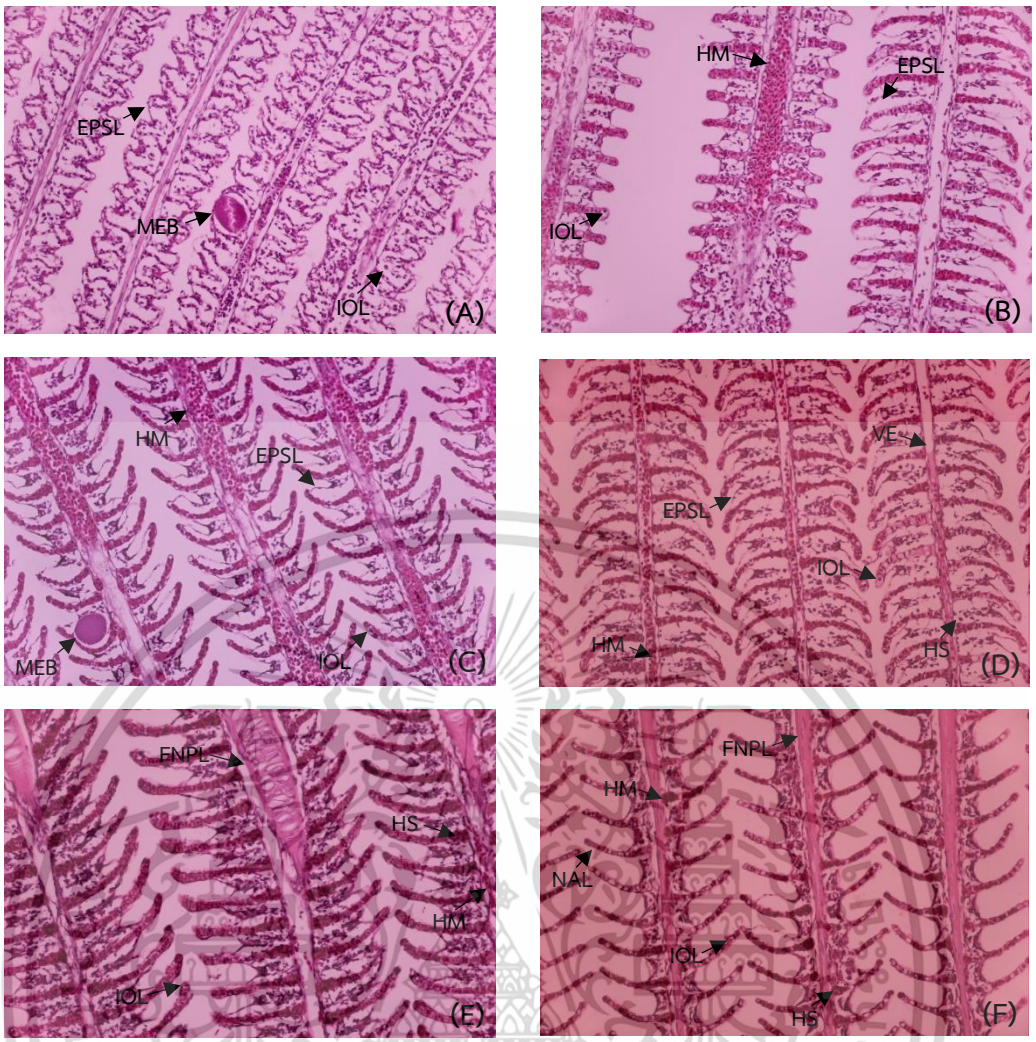
หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในกราฟแท่งที่แตกต่างกัน แสดงอัตราการรอดตายและอัตราการรอดตายหลังทดลอง 24 ชั่วโมงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.7 ผลของการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกและตับของลูกปลานิลหลังได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ

4.7.1 การเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือก

ผลการตรวจสอบการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกของปลานิลหลังจากได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ทุกระดับความเข้มข้น พบว่า มีภาวะเลือดคั่งเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่มากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งการคั่งตัวของเม็ดเลือดจากการที่หลอดเลือดขยายตัว ทำให้เลือดไหลเข้าสู่บริเวณนั้นมากขึ้น ส่งผลให้มีการคั่งค้างของเม็ดเลือดในปริมาณมาก (Martinson, 2015) ในระดับความเข้มข้นที่ 3.5, 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร (มล./ล.) มีเหล็กสะสมในเลือดมาก และในความเข้มข้นที่ 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร มีเซลล์ตาย ซึ่งอาจเกิดจากการใช้ฟอร์มาลินในปริมาณมากเกินไป ทำให้เกิดการทำลายเหงือกปลาจนเกิดเป็นเนื้อตายได้ (Ruth, 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอักษรภาษาอังกฤษแสดงการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกของปลานิล ; EPSL : มีการบวมน้ำของ lamella ชั้นที่1/2 (edema of the primary and secondary lamella), IOL : มีการแทรกซึมของเม็ดเลือดขาว (infiltration of lymphocytes), MEB : พบ basophilic นอกเซลล์หลายจุด (multifocal extracellular basophilic cysts), HM : มีจุดเลือด (hyperemia), HS : เลือดมีเหล็กมาก (hermosiderosis), VE : เส้นเลือดอุดตัน (vascular emboli), FNPL : พบถุงน้ำที่มีเซลล์ที่ตายแล้วอยู่เป็นจุดใน lamella ชั้นแรก (focal cyst contained necrotic cells at the primary lamella), NAL : มีเซลล์ตายและ lamella เชื่อมติดกัน (necrosis and anastomosis of secondary lamella)

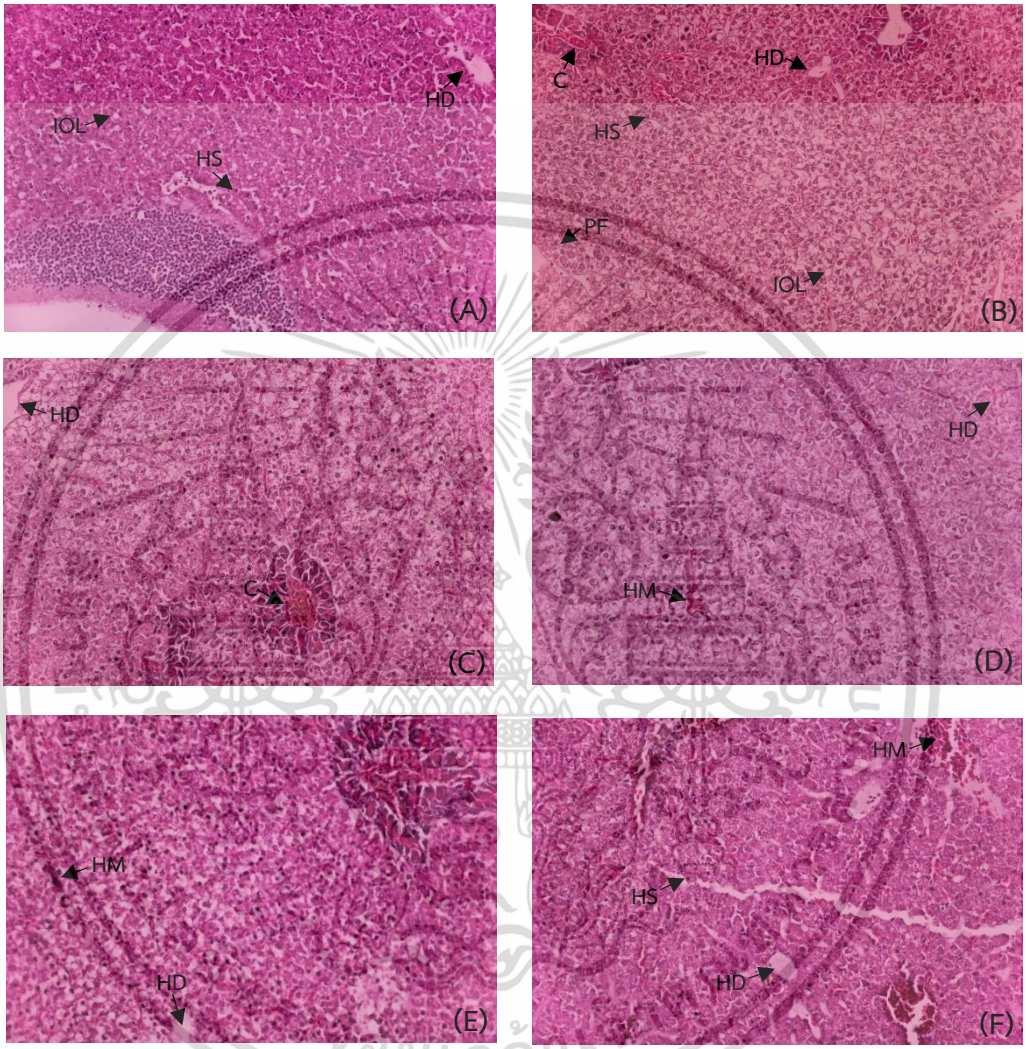
รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกของลูกปลานิล

โดย (A) = กลุ่มที่ไม่ได้รับการสลบ, (B) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 2.5 มล./ล., (C) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 3 มล./ล., (D) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 3.5 มล./ล., (E) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 4 มล./ล., (F) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 4.5 มล./ล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 การเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อตับ

ผลการตรวจสอบการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกของปลานิลหลังจากได้รับอิมัลชันน้ำมันอบเชยที่ทุกระดับความเข้มข้น พบว่า ตับเสื่อมและมีภาวะเลือดคั่งเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.7



ตัวอักษรภาษาอังกฤษแสดงการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อตับของปลานิล ; HD : ตับส่วนกลางเสื่อม (hepatic degeneration), HS : เลือดมีเหล็กมาก (hermosiderosis), IOL : มีการแทรกซึมของเม็ดเลือดขาว (infiltration of lymphocytes), PF : มีผังพืด (periportal fibrosis), C : มีเลือดคั่ง (congestion), HM : มีจุดเลือด (hyperemia)

รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อตับของลูกปลานิล

โดย (A) = กลุ่มที่ไม่ได้รับการสลบ, (B) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 2.5 มล./ล., (C) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 3 มล./ล., (D) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 3.5 มล./ล., (E) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 4 มล./ล., (F) = กลุ่มที่ได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ความเข้มข้น 4.5 มล./ล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าการกลั่นน้ำมันหอมระเหยใบอบเชยเทศโดยการกลั่นด้วยน้ำ มีลักษณะลักษณะเป็นของเหลว ใส สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอม เมื่อนำอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศไปทดสอบความคงตัวของอิมัลชัน พบว่า ไม่เกิดการแยกชั้น ไม่ตกตะกอนและไม่ขุ่น อิมัลชันจึงมีความคงตัวลักษณะใสและเป็นเนื้อเดียวกัน นำอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศใช้เป็นยาสลบ โดยทุกระดับความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ใช้ในการทดสอบ สามารถชักนำให้ปลาสลบได้เป็นเวลา 30 นาที ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการชักนำการสลบและเวลาฟื้นสลบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด คือ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร ใช้เวลาในการชักนำการสลบ 30.00 ± 2.00 วินาที และใช้เวลาฟื้นสลบ 105.33 ± 52.67 วินาที อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลองความเข้มข้นที่ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร พบว่ามีปลาตายหลังการทดลอง และหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มข้นที่ 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ส่งผลให้ปลาตายหลังการทดลอง จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลอง พบว่า คุณภาพน้ำที่ได้นั้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการตรวจสอบการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกของปลานิลหลังจากได้รับอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่ทุกระดับความเข้มข้น พบว่า มีภาวะเลือดคั่งเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่มากขึ้น ในระดับความเข้มข้นที่ 3.5, 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร มีเหล็กสะสมในเลือดมาก และมีเซลล์ตายในความเข้มข้นที่ 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร

ผลการตรวจสอบการเกิดพยาธิสภาพเนื้อเยื่อเหงือกของปลานิลหลังจากได้รับอิมัลชันน้ำมันอบเชยที่ทุกระดับความเข้มข้น พบว่า ตับเสื่อมและมีภาวะเลือดคั่งเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่เพิ่มขึ้น รวมถึงมีจุดเลือดในระดับความเข้มข้นที่ 3.5, 4 และ 4.5 มิลลิลิตรต่อลิตร

จึงสรุปได้ว่า อิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ สามารถใช้แทนยาสลบที่เป็นสารเคมีสังเคราะห์ได้ โดยจะต้องใช้ในปริมาณและความเข้มข้นที่เหมาะสมต่ออายุ น้ำหนัก และขนาดของปลาด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบเพิ่มเติมของยาสลบ เช่น การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีของเลือดปลา

5.2.2 ทำการศึกษาอัตราส่วนของสารองค์ประกอบของอิมัลชันที่เหมาะสม เพื่อให้ได้อิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่มีขนาดอนุภาคเล็กและมีความเสถียรมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้างอิง

แก้วตา ลิ้มเฮง, กรกนก เจริญธรรม และอัญญา เจริญประโยชน์. 2560. ผลของการใช้สารสกัดจากไพลเพื่อใช้เป็นยาสลบในปลานิล. Veridian E-journal, Science and Technology. Silpakorn University. 4(5): 56-64.

จุฑารัตน์ แสงเสถียร และ อภิสรรค์ สิทธิวัง. 2555. พรรณไม้กระถาง ศูนย์วนวัฒนธรรมวิจัยภาคเหนือ. กรุงเทพฯ. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

ชญานุช ตรีพันธ์, สุมาลี ศรีแก้ว และศุภลักษณ์ อริยภูชัย. 2563. รวบรวมพันธุ์และจำแนกพันธุ์อบเชยทั้งไทยและต่างประเทศ. ตรัง. ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง.

ฐาปนีย์ หงส์รัตนาวรกิจ. 2550. น้ำมันหอมระเหยและการใช้ในสุคนธบำบัด. กรุงเทพฯ. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ดุสิต เอื้ออำนวย, อารีวรรณ สังข์เพ็ชร, อัจฉริยา สันติประเสริฐ และรุ่งตะวัน ยมหล้า. 2559. การใช้น้ำมันกานพลูในการควบคุมระดับการสลบเพื่อการขนส่งลูกปลาดุกแอฟริกา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 34(2): 114-121.

เทวัญ ธานีรัตน์. 2550. ตำราวิชาการสุคนธบำบัด. กรุงเทพฯ. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

ทัศนีย์ นลวชัย. 2559. การประเมินประสิทธิภาพของน้ำมันกานพลูเพื่อใช้เป็นยาสลบสำหรับปลาทอง (*Carassius auratus*). พระนครศรีอยุธยา. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ศูนย์หันตรา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

นฤชยา ไกรเนตร. 2553. การเพาะเลี้ยงปลานิล. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

นฤมล อัศวเกศมณี. 2550. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล, คมกริช พิมพ์ภักดี และอุไร เต็งเจริญกุล. 2547. ระดับของยาสลบ quinaldine sulfate และ 2-phenoxyethanol ในการนำสลบควบคุมระดับการสลบและขนาดยาที่ทำให้ปลานิลวัยรุ่นลูกผสมตาย 50 เปอร์เซ็นต์. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 9(2): 49-58.

ประเทืองศรี สินชัยศรี. 2542. พันธุ์ไม้หอมและน้ำมันหอมระเหย. วารสารผลิใบ. 2(3): 4-5.

ปรารถนา จันทร์กระจ่าง และนลินา ประไพรักษ์สิทธิ์. 2563. การพัฒนายาสลบน้ำมันหอมระเหยจากต้นโรสวูดสำหรับการขนส่งลูกปลานิล. แก่นเกษตร. 48(1): 195-202.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิลันธนา เลิศสถิตตธนกร, กรองกาญน์ มนตรี, จารุวรรณ บรรจง, เบญจวรรณ สำรวจ และศิรินภา โคตรจันทร์. 2555. วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ. 7(1): 39-43.

เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเตียว. 2543. สถานภาพการเพาะเลี้ยงปลานิลในประเทศไทย. แก่นเกษตร. 28(4): 173-181.

ยุพินธ์ วิวัฒนชัยเศรษฐ์. 2543. การเลี้ยงปลานิลในกระชังสัตว์น้ำเศรษฐกิจปี 2000. วารสารการประมง. 52: 81-92.

ยุพินธ์ วิวัฒนชัยเศรษฐ์ และพันธ์ศักดิ์ ใครบุตร. 2543. การเลี้ยงปลานิล.กรมประมง กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. 55(5): 401-411.

วรนันท์ รังสิมาวงศ์ และธนะเศรษฐ์ ง้าวหิรัญพัฒน์. 2557. นาโนอิมัลชันในระบบนำส่งยาผ่านทางผิวหนัง. ไทยไภษัชยนิพนธ์. 9(2): 46-61.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. น้ำมันหอมระเหยไทย. กรุงเทพฯ. บริษัท เซเว่น กรุ๊ป จำกัด.

สิริลักษณ์ มาลานิยม. 2545. น้ำมันหอมระเหย สารสกัดจากพืชสมุนไพรไทย. สมอ. สาร. 325: 3-6.

สุวิมล อริยประกาย. 2560. การผลิตนาโนอิมัลชันโดยวิธีที่ง่ายและประหยัดพลังงาน. วารสารอาหารและวิทยาศาสตร์ชีวภาพประยุกต์. 5(3): 155-164.

สุปราณี ชินบุตร. 2550. ปลานิลจิตรลดา...สายสัมพันธ์พระราชวงศ์ไทย-ญี่ปุ่น. กรุงเทพฯ. กรมประมง.

Akbari, S., and Nour, A.H. 2018. Emulsion types, stability mechanisms and rheology: A review. International Journal of Innovative Research and Scientific Studies (IJIRSS). 1(1): 14-21.

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

Bassyouni, R., Kamel, Z., Abdelfattah, M. and Mostafa, E. 2016. Cinnamon oil: A possible alternative for contact lens disinfection. Contact Lens and Anterior Eye. 39(4): 277-283.

Belema, M., Idowu, K. O., Aghogho, K.-D., Ndubuisi, A., Oluwakemi, A., and Stella, U. 2017. Handling and packaging of ornamental fishes for successful

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

transportation. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 5(5): 263-265.

Bizarro, Y., Navarro, F. and Navarro, R. 2018. Clove oil, benzocaine and sodium chloride concentrations during the transport simulation of Nile tilapia. Revitsa Verde. 13(1): 2018.

Fernandez, P., Andre, V., Rieger, J., and kuhnle, A. 2004. Nano-emulsion formation by emulsion phase inversion. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 251(3): 53-58.

Jayaprakasha, G.K., Rao, L.J. and Sakariah, K.K. 1998. Chemical composition of the volatile oil from the fruits of *Cinnamomum zeylanicum* Blume. Flavour and Fragrance Journal. 12(5): 331–333.

Jayaprakasha, G.K., Rao, L.J. and Sakariah, K.K. 2002. Chemical composition of volatile oil from *Cinnamomum zeylanicum* buds. 57(2): 990-993. https://doi.org/10.1515/znc-2002-11-1206

Kale, S.N. and Deore, S.L. 2017. Emulsion micro emulsion and nano emulsion: a review. Systematic Reviews in Pharmacy. 8(1): 39.

Kizak, V., Can, E., Danabaş, D., and Can, Ş.S. 2018. Evaluation of anesthetic potential of rosewood (*Aniba rosaeodora*) oil as a new anesthetic agent for goldfish (*Carassius auratus*). Aquaculture. 493: 296-301.

Liang, J., Li, C., Xu, Z., Chen, W., Zhou, C., Wang, C., Wang, M. and Wei, P. 2022. The use of star anise-Cinnamon essential oil as an alternative antibiotic in prevention of *Salmonella* infections in yellow chickens. Antibiotics 2022. 11(11): 1579. https://doi.org/10.3390/antibiotics11111579

Martin, S., Didinen, B. I., Kublay, A., Mesut, P. and Ijlal, A. 2015. Determination of anesthetic effects of some medicinal plants on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 1(1): 37-42.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

McFarland, W.N. 1959. A study of the effects of anesthetics on the behavior and physiology of Fishes. Publication of the Institute of Marine Science, University of Texas. 6: 23-55.

McGuinness, H. 2003. Aromatherapy therapy basics. 2. London. Hodder & Stoughton.

Musshoff, U., Madega. M., Binding, N., Witting, U. and Speckmann, E. 2000. 2-phenoxyethanol an eurotoxicant Repy. Archives of Toxicology. 74(4): 284-287.

Ostertag, F., Weiss, J. and McClements, D.J. 2012. Low-energy formation of edible nanoemulsions: Factorsinfluencing droplet size produced by emulsion phase Inversion. Journal of Colloid andInterface Science. 388(2): 95-102.

Ostrozka, A.C. and Sarecka, B.H. 2017. The use of nanotechnology in moderm pharmacotherapy Multifunctional Systems for Combined Delivery, Biosensing and Diagnostics. 13: 139-158.

Prasert, W. 2017. Nano-emulsion and nano-emulsification using low-energy method. Institute of food research and product development journal. 47(2): 37-45.

Rao, P.V. and Gan, S.H. 2014. Cinnamon: A multifaceted medicinal plant. Evidence-Base Complementary and Alternative Medicine. 2014: 642942. https://doi.org/10.1155/2014/642942

Rangel, M., Aquino, S., Lima, J., Castellano, L. and Castro, R. 2018. In Vitro Effect of *Cinnamomum zeylanicum* Blume Essential Oil on *Candida* spp. Involved in Oral Infections. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 1: 4045013.

Ribeiro, P., Filho, K., Melo, D. and Luz, R. 2015. Efficiency of eugenol as anesthetic for the early life stages of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). 87(1): 529-535.

Ritmontri, C. 2001. Tubtim fish a healthly and nutritious image. Asian aquaculture magazine. March-April: 12-16.

Rodrigues, P., Ferrari, F.T., Barbosa, L.B. , Righi, A., Laporta, L., Garlet, Q., Baldisserotto, B. and Heinzmann, B.M. 2021. Nanoemulsion boosts anesthetic activity and reduces the side effects of *Nectandra grandiflora* Nees essential oil in fish. Aquaculture. 545: 737146. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ruth, F. 1996. Use of formalin to control fish parasite. In Research Report. Florida: Cooperative extension service. Institude of Food and Agricultural Science. University of Florida.

Santos, D., Boito, J., Santos, R., Quatrin, P., Ourique, A., Reis, J., Gebert, R., Glombowsky, P., Klauck, V., Boligon, A., Baldissera, M. and Siva, A. 2017. Nanostructured cinnamon oil has the potential to control Rhipicephalus microplus ticks on cattle. 73(1): 129-138.

Shafiq-un-Nabi, S., Shakeel, F., Talegaonker, S., Ali, J., Baboota, S., Ahuja, A., Khar, R. and Ali, M. 2007. Formulation Development and Optimization Using Nanoemulsion Technique: A Technical Note. 8(2): 28-33.

Shahina, Z., Molaeitabari, A. and Sultana, T. 2022. Cinnamon leaf and clove essential oils are potent inhibitors of *Candida albicans Virulence* traits. Microorganisms. Department of Chemistry and Biochemistry. University of Regina.

Shellie, R., Marriott, P. and Morrison, P. 2001. Concepts and preliminary observations on the triple-dimensional analysis of complex volatile samples by using GCxGC–TOFMS. 73(6): 1336-1344. https://doi.org/10.1021/ac000987

Singh G., Maurya S., DeLampasona M.P. and Catalan, C.A. 2007. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. Food and Chemical Toxicology. 45: 1650-1661.

Tadros, T., Izquierdo, p., Esquena, J., and Solans, C. 2004. Formation and stability of nano emulsions. Advances in colloid and interface science. 108: 303-318

Teixeira, N., Marques, L., Rodrigues, R., Gusso, D., Pinheiro, G., Machado,. and Streit, D. 2021. Effects of anesthetic MS-222 on stress and reproduction of South American silver catfish (*Rhamdia quelen*) males. Animal Reproduction Science. 225: 106669.

Veerasophon, J., Sripalakit, P. and Saraphanchotiwitthaya, A. 2020. Formulation of anti-acne concealer containing cinnamon oil with antimicrobial activity against

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Propionibacterium acnes. Pharmaceutical of Sciences (Pharmaceutical Technology). Naresuan University.

Velisek, J., Holcomb, M. and Ingermann, R. 2007. Effects of 2-phenoxyethanol anaesthesia on sheatfish (*Siurus glanis* L.) Veterinarai medicina praha. 52(3): 103-111.

Vergneau, C. and Catalina, I. 2022. Fish sedation and anesthesia. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 25: 13-29.

Zhang, Z., Vriesekoop, F., Yuan, Q., and Liang, H. 2014. Effects of nisin on the antimicrobial activity of D-limobene and its nanoemulsion. Food chemistry. 150: 307-312.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ

รูปภาคผนวก ก.1 การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การเลี้ยงลูกปลานิล

รูปภาคผนวก ข.1 การเลี้ยงลูกปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศที่เหมาะสมต่อลูกปลานิล

ก่อนทำการสลบ

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

(F)

รูปภาคผนวก ข.2 ลักษณะปลานิลก่อนทำการสลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย (A) = ก่อนทำการสลบที่ความเข้มข้น 0 มล./ล.

(B) = ก่อนทำการสลบที่ความเข้มข้น 2.5 มล./ล.

(C) = ก่อนทำการสลบที่ความเข้มข้น 3 มล./ล.

(D) = ก่อนทำการสลบที่ความเข้มข้น 3.5 มล./ล.

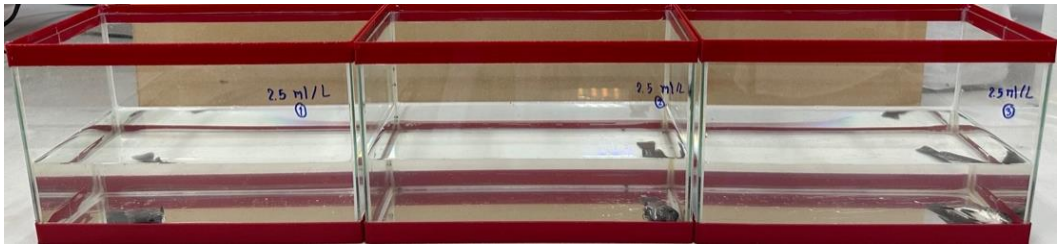
(E) = ก่อนทำการสลบที่ความเข้มข้น 4 มล./ล.

(F) = ก่อนทำการสลบที่ความเข้มข้น 4.5 มล./ล.

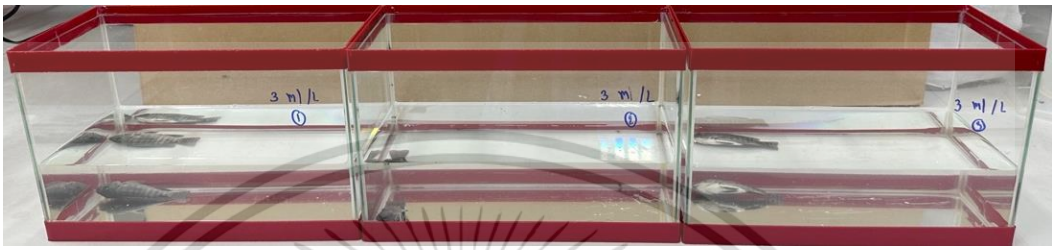
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างทำการสลบ

(A)



(B)



(C)

(D)

(E)

รูปภาคผนวก ข.3 ลักษณะปลานิลระหว่างทำการสลบ

โดย (A) = ระหว่างทำการสลบที่ความเข้มข้น 2.5 มล./ล.

(B) = ระหว่างทำการสลบที่ความเข้มข้น 3 มล./ล.

(C) = ระหว่างทำการสลบที่ความเข้มข้น 3.5 มล./ล.

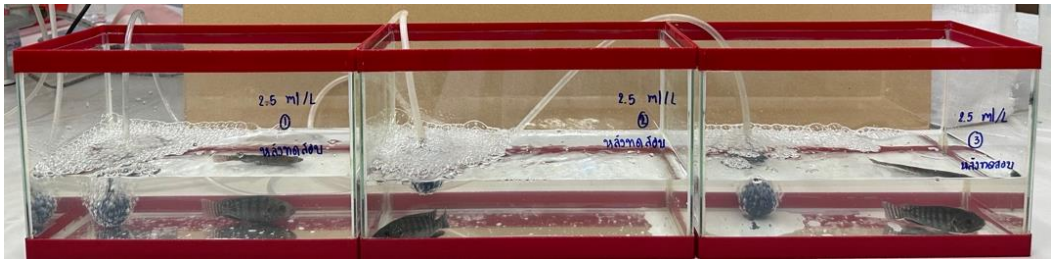
(D) = ระหว่างทำการสลบที่ความเข้มข้น 4 มล./ล.

(E) = ระหว่างทำการสลบที่ความเข้มข้น 4.5 มล./ล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาฟื้นตัวและอัตราการรอดตาย

(A)



(B)

(C)

(D)

(E)

รูปภาคผนวก ข.4 ลักษณะปลานิลระหว่างฟื้นสลบ

โดย (A) = ระหว่างฟื้นสลบที่ความเข้มข้น 2.5 มล./ล.

(B) = ระหว่างฟื้นสลบที่ความเข้มข้น 3 มล./ล.

(C) = ระหว่างฟื้นสลบที่ความเข้มข้น 3.5 มล./ล.

(D) = ระหว่างฟื้นสลบที่ความเข้มข้น 4 มล./ล.

(E) = ระหว่างฟื้นสลบที่ความเข้มข้น 4.5 มล./ล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

รูปภาคผนวก ข.5 อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ผลการประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในการใช้เป็นยาสลบปลานิล

ตารางภาคผนวก ค.1 ผลการประเมินระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในการใช้เป็นยาสลบในปลานิล

ระดับความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ (มล./ล.)	เวลาที่ใช้ชักนำให้ปลานิลสลบ (วินาที)
2.5	44.67 ± 7.86
3	30.00 ± 2.00
3.5	34.00 ± 3.21
4	38.67 ± 0.89
4.5	23.00 ± 2.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการประเมินเวลาฟื้นสลบและอัตราการรอดตายของปลานิลหลังจากการสลบด้วยอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน

ตารางภาคผนวก ง.1 การประเมินเวลาฟื้นสลบ

ระดับความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ (มล./ล.)	เวลาที่ใช้ฟื้นสลบ(วินาที)
2.5	160.33 ± 4.37
3	105.33 ± 52.67
3.5	161.33 ± 61.17
4	220.33 ± 3.00
4.5	159.67 ± 2.03

ตารางภาคผนวก ง.2 อัตราการรอดตายของปลานิลหลังทดลองและหลังจากการทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ระดับความเข้มข้นของอิมัลชันน้ำมันใบอบเชยเทศ (มล./ล.)	อัตราการรอดตายหลังทดลอง (ตัว)	อัตราการรอดตายหลังจากการทดลอง 24 ชั่วโมง (ตัว)
2.5	0.67 ± 0.33	0.67 ± 0.33
3	0.33 ± 0.33	0.33 ± 0.33
3.5	0.67 ± 0.33	0.67 ± 0.33
4	0.67 ± 0.33	0.33 ± 0.33
4.5	0.67 ± 0.33	0 ± 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.
การตรวจวัดคุณภาพน้ำก่อนและหลังการสลบปลานิล

รูปภาคผนวก จ.1 การวัดอุณหภูมิน้ำ

รูปภาคผนวก จ.2 การวัดค่า pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก จ.3 ชุดทดสอบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

รูปภาคผนวก จ.4 การวัดค่า DO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ

วันที่ 21 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นางสาวชนม์นิภา อุตธรรมมา รหัสประจำตัว 62050581
นางสาวนวรัตน์ เต็งเจริญ รหัสนักศึกษา 62050609

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชา ชีววิทยา
ขอรับรองว่าโครงงานพิเศษ เรื่อง
ชื่อภาษาไทย การพัฒนายาสลบปลานิลโดยใช้น้ำมันอบเชยในรูปแบบอิมัลชัน
ชื่อภาษาอังกฤษ Development of anesthetic for Nile Tilapia using cinnamon oil emulsion
ปีการศึกษา 2565
เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 4.40 %

ลงชื่อ.....ชนม์นิภา อุตธรรมมา..... ลงชื่อ.....นวรัตน์ เต็งเจริญ.....
(นางสาวชนม์นิภา อุตธรรมมา) (นางสาวนวรัตน์ เต็งเจริญ)
นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า ผศ.ดร. วรกฤต วรนันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....
(ผศ.ดร. วรกฤต วรนันทกิจ)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้