รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรด้วยนาโนเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการสลบปลาบางชนิด

Development of Medicinal Plant Products by Nanotechnology for Some Fish Anesthetization

โดย
ผศ. น.สพ. ดร. สุรชัย พิกุลแก้ว
คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ตุลาคม 2557

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรด้วยนาโนเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการสลบปลาบางชนิด

Development of Medicinal Plant Products by Nanotechnology for Some Fish Anesthetization

โดย
ผศ. น.สพ. ดร. สุรชัย พิกุลแก้ว
คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ตุลาคม 2557

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเป็นไปไม่ได้เลยหากไม่ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2555 ขอขอบคุณคณะนักวิจัยผู้ร่วมโครงการทุกท่านในการศึกษาวิจัยและทำให้การศึกษาวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในการอำนวยความสะดวกเรื่องสถานที่และห้องปฏิบัติการในการตรวจวิเคราะห์ต่างๆ ขอขอบพระคุณเกษตรกรทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการจัดหาสมุนไพรและปลาสำหรับการทดลอง สุดท้ายขอขอบพระคุณอาจารย์นายสัตวแพทย์ ดร. วีระศักดิ์ ปัญญาพรวิทยา และอาจารย์นายสัตวแพทย์เทอดศักดิ์ ญาโน ภาควิชาคลินิกสัตว์บริโภค คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับคำแนะนำและความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

คณะผู้วิจัย

ตุลาคม 2557

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่องแผนงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรด้วยนาโนเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการสลบปลาบางชนิด

Development of Medicinal Plant Products by Nanotechnology for Some Fish Anesthetization

งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 งบประมาณที่ได้รับ 1,475,000 บาท ระยะเวลาทำวิจัย 1 ปี 11 เดือน ตั้งแต่ กรกฎาคม 2555 ถึง มิถุนายน 2557

ชื่อคณะผู้วิจัย

นายสุรชัย พิกุลแก้ว [1] นางศิริพร โอโกโนกิ [2] นางสาววาสนา ไชยศรี [1] นางศรีกาญจนา คล้ายเรือง [3] นายอนุชา สธนวงศ์ [4] นางสาวประภาวดี ไพรินทร์ [4]

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณสมบัติทางเคมีและฤทธิ์การสลบปลาของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรหลายชนิด ได้แก่ น้ำมันโหระพา น้ำมันยี่หร่า น้ำมันกะเพราขาว น้ำมันแมงลัก น้ำมันกระวาน น้ำมันรกหุ้มเมล็ดจันทร์เทศ น้ำมันเมล็ดจันทร์เทศ และน้ำมันข่า จากนั้นพัฒนาน้ำมันข่ารูปแบบไมโครอิมัลชันและนาโนอิมัลชันโดยน้ำมันหอมระเหยได้มาจากเหง้าของข่าโดยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำ การพัฒนาไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าเริ่มจากการสร้างเฟสไดอะแกรมไตรภาคเทียมที่ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย น้ำ และส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิวหลักและตัวร่วมโดยวิธีการไทเทรตด้วยน้ำ ส่วนนาโนอิมัลชันเตรียมโดยใช้เครื่องบดผสมภายใต้ความเร็วสูง การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาจากความเครียดหลังการทำสลบในปลา โดยใช้ปลาคาร์พและปลานิลเป็นสัตว์ต้นแบบ โดยในปลาคาร์พ กลุ่มที่ 1 ได้รับน้ำมันข่าในความเข้มข้น 300, 500 และ 700 มก./ลิตร กลุ่มที่ 2 ได้รับน้ำมันข่าไมโครอิมัลชันในความเข้มข้น 200, 300 และ 400 มก./ลิตร และกลุ่มที่ 3 ได้รับน้ำมันข่านาโนอิมัลชันในความเข้มข้น 100, 200 และ 300 มก./ลิตร ในปลานิลกลุ่มที่ 1 ได้รับน้ำมันข่าในความเข้มข้น 700, 800 และ 900 มก./ลิตร กลุ่มที่ 2 ได้รับน้ำมันข่าไมโครอิมัลชันในความเข้มข้น 700, 800 และ 900 มก./ลิตร และกลุ่มที่ 3 ได้รับน้ำมันข่านาโนอิมัลชันในความเข้มข้น 300, 500 และ 700 มก./ลิตร

ผลการศึกษาพบว่าน้ำมันข่ามีคุณสมบัติในการทำสลบที่เหมาะสมที่สุด และพบว่าสาร 1,8-cineole และสาร 4-allylphenyl acetate เป็นสารประกอบส่วนมากของน้ำมันหอมระเหยข่า น้ำมันข่ารูปแบบไมโครอิมัลชันที่เหมาะสมประกอบด้วยน้ำมันข่าร้อยละ 20 ทวีน80 และเอทานอลบริสุทธิ์ในอัตราส่วน 2:1 ซึ่งมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 81.74 ± 0.10 นาโนเมตร และศักย์ไฟฟ้าซีต้าเท่ากับ -12.63 ± 0.32 มิลลิโวลต์ ส่วนน้ำมันข่ารูปแบบนาโนอิมัลชันที่เหมาะสมประกอบด้วยน้ำมันข่าร้อยละ 20 ทวีน80 ร้อยละ 5 และน้ำ ร้อยละ 75 ซึ่งมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 204.23 ± 0.92 นาโนเมตร และศักย์ไฟฟ้าซีต้าเท่ากับ -35.43 ± 0.67 มิลลิโวลต์ ผลการทดลองในเรื่องความคงตัวพบว่าการเก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 180 วัน ทำให้น้ำมันข่า น้ำมันข่าไม

โครอิมัลชันและนาโนอิมัลชันมีความคงตัวดี ความเข้มข้นที่ให้ที่ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำการสลบเฉลี่ยในระดับ 3 ภายในประมาณ 2 นาทีของปลาคาร์พ คือ 300 มก./ลิตรของน้ำมันข่าไมโครอิมัลชัน (129.25 ± 14.80 วินาที) และ 200 มก./ลิตรของน้ำมันข่านาโนอิมัลชัน (101.20 ± 10.84 วินาที) และของปลานิล คือ 700 มก./ลิตร ของน้ำมันข่าไมโครอิมัลชัน (209.65 ± 16.70 วินาที) และ 500 มก./ลิตรของน้ำมันข่านาโนอิมัลชัน (207.80 ± 20.54 วินาที) พบว่าในกลุ่มที่ได้รับสาร MS-222 มีระดับฮอร์โมนคลอติซอลและระดับกลูโคสในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ถูกทำสลบด้วยน้ำมันข่า น้ำมันข่ารูปแบบไมโครอิมัลชันและน้ำมันข่ารูปแบบนาโนอิมัลชัน ($p<0.05$) สรุปได้ว่าไมโครอิมัลชันและนาโนอิมัลชันของน้ำมันข่าที่พัฒนาได้มีประสิทธิภาพทำให้ระยะเวลาเหนี่ยวนำการสลบน้อยลงกว่าน้ำมันข่าและช่วยลดระดับฮอร์โมนคลอติซอลในเลือด และระดับกลูโคสในเลือด

The objectives of this study were to evaluate a chemical compositions and fish anesthetization of essential oils from various medicinal plants including, sweet-basil oil, tree basil oil, holy basil oil, hairy basil oil, siam cardamom oil, nutmeg oil, mace oil and galangal oil. Galangal oil was developed to microemulsion (ME) and nanoemulsion (NE). The essential oil was obtained from rhizomes of *Alpinia galanga* by hydrodistillation. The development of ME was started by constructing pseudoternary phase diagram composed of the essential oil, water, and surfactant/co-surfactant mixture using a water titration method. The NE was prepared by high speed homogenization. The stress responses after anesthetization were evaluated in fish using carp and tilapia as animal models. In koi carp, group 1 was treated with 300, 500 and 700 mg/l of galangal oil, group 2 was treated with 200, 300 and 400 mg/l of ME and group 3 was treated with 100, 200 and 300 mg/l of NE. In tilapia, group 1 was treated with 700, 800 and 900 mg/l of galangal oil, group 2 was treated with 700, 800 and 900 mg/l of ME and group 3 was treated with 300, 500 and 700 mg/l of NE.

The results showed that galangal oil was the most suitable anesthetic properties and 1,8-cineole and 4-allylphenyl acetate are the major compounds of the galangal oil. The appropriate ME was composed of 20 % of galangal oil, Tween 80 and absolute ethanol (2:1) and had a mean particle size of 81.74 ± 0.10 nm and a zeta potential of -12.63 ± 0.32 mV. For the NE, the optimized formula was composed of 20 % of galangal oil, 5% of Tween 80 and 75% of water and had a median particle size of 204.23±0.92 nm and a zeta potential of -35.43 ± 0.67 mV. Results from stability study found that storage at 4°C for 180 days offered a good stability of galangal oil, ME and NE. The dose for the induction to stage 3 of anesthesia within about 2 min are 300 mg/l of ME (129.25 ± 14.80 sec) and 200 mg/l of NE (101.20 ± 10.84 sec) for koi carp and 700 mg/l of ME (209.65 ± 16.70 sec) and 500 mg/l of NE (207.80 ± 20.54 sec) for tilapia. It was found that fish anesthetized with MS-222 showed significant increase of plasma cortisol and glucose

level ($p<0.05$) in comparison with galangal oil, ME and NE. In conclusion, the developed ME and NE of galangal oil provide more effective decrease in the induction time of anesthesia and also have higher reduction of plasma cortisol and glucose level than the native galangal oil.

---

[1] ภาควิชาคลินิกสัตว์บริโภค คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทรศัพท์ 053-948023 โทรสาร 053-948062 [2] ภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทรศัพท์ 053-944311 โทรสาร 053-222741 [3] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โทรศัพท์ 053-873540 ต่อ 108 โทรสาร 053-875205 [4] ภาควิชาชีวศาสตร์ทางสัตวแพทย์และสัตวแพทย์สาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทรศัพท์ 053-948045 โทรสาร 053-948065

คำสำคัญ

สมุนไพร น้ำมันหอมระเหยข่า นาโนเทคโนโลยี นาโนอิมัลชัน ไมโครอิมัลชัน สารลดแรงตึงผิว ความคงสภาพ เฟสไดอะแกรม การสลบปลา การตอบสนองของความเครียด คอร์ติซอลฮอร์โมน ค่าเคมีในเลือด

Keywords

Medicinal plant, Galangal oil, Nanotechnology, Nanoemulsion, Microemulsion, Surfactant, Stability, Phase diagram, Fish anesthetization, Stress response, Cortisol hormone, Blood chemistry

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
บทนำรวม	
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย	3
ประโยชน์ที่ได้รับ	4
หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	4
โครงการวิจัยย่อยที่ 1: การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรด้วยนาโนเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการสลบปลาบางชนิด	
บทคัดย่อ	6
คำสำคัญ	8
บทนำ	9
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	11
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	14
ผลการทดลอง	22
อภิปรายและวิจารณ์ผล	84
สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	88
บรรณานุกรม	89
ประวัติผู้วิจัย	92
โครงการวิจัยย่อยที่ 2: การตอบสนองทางสรีรวิทยาจากความเครียดของปลาบางชนิดหลังทำการสลบด้วยสมุนไพรนาโนเทคโนโลยี	
บทคัดย่อ	104
คำสำคัญ	106
บทนำ	107
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	109
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	112
ผลการทดลอง	126
อภิปรายและวิจารณ์ผล	192
สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	199
บรรณานุกรม	200
ประวัติผู้วิจัย	204

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงรายละเอียดและสภาวะการทำงานของเครื่อง GC-MS	16
2	แสดงชนิดของตัวทำละลายในการศึกษา	18
3	การแสดงค่าการละลายโดยประมาณของสาร	18
4	แสดงส่วนประกอบของนาโนอิมัลชันของน้ำมันข่าในแต่ละตำรับ	20
5	แสดงข้อมูลการกลั่นของสมุนไพรแต่ละชนิด	22
6	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันโหระพาด้วยวิธี GC-MS	23
7	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันยี่หร่าด้วยวิธี GC-MS	23
8	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันผักชีฝรั่งด้วยวิธี GC-MS	23
9	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันกระเพราขาวด้วยวิธี GC-MS	24
10	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันแมงลักด้วยวิธี GC-MS	24
11	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันกระวานด้วยวิธี GC-MS	24
12	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันรกหุ้มเปลือกเมล็ดจันทร์เทศด้วยวิธี GC-MS	25
13	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันเมล็ดจันทร์เทศด้วยวิธี GC-MS	25
14	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันข่าที่กลั่นเองด้วยวิธี GC-MS	25
15	เปรียบเทียบสมบัติการละลายของน้ำมันข่าในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ	27
16	แสดงค่าความหนาแน่นของสารที่มีสถานะเป็นของเหลว	28
17	แสดงค่าความหนาแน่น Smix ในแต่ละคู่และแต่ละสัดส่วน	29
18	แสดงพื้นที่ของการเกิดไมโครอิมัลชัน เมื่อใช้ Surfactant เดี่ยวๆ	31
19	แสดงพื้นที่ของการเกิดไมโครอิมัลชัน เมื่อใช้ Smix ที่มี ethanol เป็น co-surfactant	31
20	แสดงพื้นที่ของการเกิดไมโครอิมัลชัน เมื่อใช้ Smix ที่มี isopropanol เป็น co-surfactant	32
21	แสดงพื้นที่ของการเกิดไมโครอิมัลชัน เมื่อใช้ Smix ที่มี propylene glycol เป็น cosurfactant	32
22	แสดงค่าความหนืดของ Smix ของ TritonX-100 ที่มี isopropanol เป็น co-surfactant	44
23	แสดงค่าความหนืดของ Smix ของ TritonX-100 ที่มี ethanol เป็น co-surfactant	45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
24	แสดงค่าความหนืดของ Smix ของ Tween 80 ที่มี isopropanol เป็น co-surfactant	47
25	แสดงค่าความหนืดของ Smix ของ Tween 80 ที่มี ethanol เป็น co-surfactant	47
26	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ	51
27	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ	51
28	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน	52
29	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน	52
30	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิต่าง ๆ นาน 30 วัน	53
31	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิต่าง ๆ นาน 30 วัน	53
32	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิต่าง ๆ นาน 60 วัน	54
33	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิต่าง ๆ นาน 60 วัน	54
34	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 1 รอบ	55
35	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 1 รอบ	55
36	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 2 รอบ	55
37	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 2 รอบ	56
38	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 3 รอบ	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
39	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 3 รอบ	56
40	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 4 รอบ	57
41	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 4 รอบ	57
42	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 5 รอบ	57
43	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 5 รอบ	58
44	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 6 รอบ	58
45	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 6 รอบ	58
46	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 7 รอบ	59
47	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 7 รอบ	59
48	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ ethanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 8 รอบ	59
49	แสดงสมบัติทางกายภาพของไมโครอิมัลชันข่าที่มี Smix คือ Tween80 และ isopropanol เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 8 รอบ	60
50	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เตรียมเสร็จใหม่ๆ	61
51	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน	62
52	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิต่างๆ นาน 30 วัน	63
53	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิต่างๆ นาน 60 วัน	64
54	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิต่างๆ นาน 90 วัน	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
55	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 1 รอบ	66
56	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 2 รอบ	66
57	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 3 รอบ	67
58	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 4 รอบ	67
59	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 5 รอบ	68
60	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 6 รอบ	68
61	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 7 รอบ	69
62	แสดงสมบัติทางกายภาพของนาโนอิมัลชันข่าที่เก็บไว้ในอุณหภูมิผกผัน 8 รอบ	69
63	องค์ประกอบทางเคมีของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 : ethanol = 2:1 ที่เตรียมเสร็จใหม่ๆ	72
64	องค์ประกอบทางเคมีของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 : ethanol = 2:1 เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	72
65	องค์ประกอบทางเคมีของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มีTween 80 : ethanol = 2:1 เก็บที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	72
66	องค์ประกอบทางเคมีของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 : ethanol = 2:1 เก็บที่ 45 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	73
67	องค์ประกอบทางเคมีของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 : ethanol = 2:1 เก็บที่อุณหภูมิผกผัน 8 รอบ	73
68	องค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 5% ที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ	76
69	องค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชัน T80-5% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 180 วัน	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
70	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชัน T80-5% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 180 วัน	76
71	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชัน T80-5% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 180 วัน	76
72	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชัน T80-5% เก็บไว้ที่อุณหภูมิผกผัน เป็นระยะเวลา 8 รอบ	76
73	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชัน T80-10% ที่เตรียมใหม่	79
74	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชัน T80-10% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน	79
75	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชัน T80-10% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วัน	79
76	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชัน T80-10% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน	80
77	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของตำรับนาโนอิมัลชัน T80-10% เก็บไว้ที่อุณหภูมิผกผันเป็นระยะเวลา 8 รอบ	80
78	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันข่าที่กลั่นเสร็จใหม่ ๆ	83
79	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันข่าที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 30 วัน	83
80	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันข่าที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 30 วัน	83
81	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันข่าที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 30 วัน	83
82	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันข่าที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิผกผันนาน 8 รอบ	83
83	แสดงพฤติกรรมของระดับการสลบในปลา	114
84	แสดงพฤติกรรมของระดับการฟื้นสลบในปลา	115
85	แสดงผลการสลบของปลาทดลองจากน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรชนิดต่างๆ	126
86	เปรียบเทียบผลการสลบปลาของน้ำมันข่าจากแหล่งต่าง ๆ	127
87	แสดงความเข้มข้นของยาสลบชนิดต่างๆ ในปลาคาร์พ	127

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
88	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลาคาร์พที่ได้รับสาร MS-222 ในความเข้มข้นต่างๆ	130
89	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลาคาร์พที่ได้รับน้ำมันข่าที่ทำละลายด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ในความเข้มข้นต่างๆ	132
90	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลาคาร์พที่ได้รับน้ำมันข่าในรูปแบบไมโครอิมัลชันในความเข้มข้นต่างๆ	132
91	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลาคาร์พที่ได้รับน้ำมันข่าในรูปแบบนาโนอิมัลชันในความเข้มข้นต่างๆ	132
92	แสดงความเข้มข้นของยาสลบชนิดต่างๆ ในปลานิล	136
93	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลานิลที่ได้รับสาร MS-222 ในความเข้มข้นต่างๆ	138
94	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลานิลที่ได้รับน้ำมันข่าที่ทำละลายด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ในความเข้มข้นต่างๆ	140
95	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลานิลที่ได้รับน้ำมันข่าในรูปแบบไมโครอิมัลชันในความเข้มข้นต่างๆ	140
96	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลานิลที่ได้รับน้ำมันข่าในรูปแบบนาโนอิมัลชันในความเข้มข้นต่างๆ	140
97	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลาคาร์พที่ทำสลบด้วยสาร 1,8-cineole ในความเข้มข้นต่างๆ	146
98	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลาคาร์พที่ทำสลบด้วยด้วยน้ำมันข่ารูปแบบไมโครอิมัลชันในความเข้มข้น 300 มก./ลิตร ที่ถูกเก็บในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน	148
99	แสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยในปลาคาร์พที่ทำสลบด้วยด้วยน้ำมันข่ารูปแบบนาโนอิมัลชันในความเข้มข้น 200 มก./ลิตร ที่ถูกเก็บในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน	148
100	แสดงจำนวนเม็ดเลือดแดงของปลาคารพ์ทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	154
101	แสดงจำนวนเม็ดเลือดแดงของปลานิลทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	154

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
102	แสดงจำนวนเม็ดเลือดขาวของปลาคาร์พทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	158
103	แสดงจำนวนเม็ดเลือดขาวองปลานิลทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	158
104	แสดงค่าฮีโมโกลบินของปลาคาร์พทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	162
105	แสดงค่าฮีโมโกลบินของปลานิลทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	162
106	แสดงปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลาคาร์พทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	166
107	แสดงปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลานิลทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	166
108	แสดงระดับกลูโคสในเลือดของปลาคาร์พทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	170
109	แสดงระดับกลูโคสในเลือดของปลานิลทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	170
110	แสดงระดับแลคเตทในเลือดของปลาคาร์พทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	174
111	แสดงระดับแลคเตทในเลือดของปลานิลทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	174
112	แสดงระดับฮอร์โมนคอลติซอลในเลือดของปลาคาร์พทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	178
113	แสดงระดับฮอร์โมนคอติซอลในกระแสเลือดของปลานิลทดลองที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	178
114	ผลการทดสอบทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณการตกค้างของสาร 1,8-cineoleในเนื้อปลา	184
115	ผลการทดสอบทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณการตกค้างของสาร 1,8-cineole ในเนื้อปลาแยกตามระยะเวลา	185
116	แสดงค่าแอมโมเนียรวมในน้ำเฉลี่ยหลังจากทำการซึมปลานิลทดลองด้วยยาสลบชนิดต่างๆและที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ	189
117	แสดงค่าไนไตรท์รวมในน้ำเฉลี่ยหลังจากทำการซึมปลานิลทดลองด้วยยาสลบชนิดต่างๆและที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ	189

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
118	แสดงค่ากรด-เบสในน้ำเฉลี่ยหลังจากทำการซึมปลานิลทดลองด้วยยาสลบชนิดต่างๆและที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ	191
119	แสดงค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยหลังจากทำการซึมปลานิลทดลองด้วยยาสลบชนิดต่างๆและที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ	191

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการกลั่นน้ำมันหอมระเหยในภาชนะขนาดต่างๆ	16
2	การศึกษาสมบัติการละลายและความเข้ากันได้ของน้ำมันหอมระเหย	17
3	แสดงลักษณะการละลายของน้ำมันข่าในตัวทำละลายชนิดต่างๆ	26
4	Ternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่างๆ	33
5	Pseudoternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่างๆ ที่มี ethanol เป็น cosurfactant ในสัดส่วน 1:1	34
6	Pseudoternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่างๆ ที่มี ethanol เป็น cosurfactant ในสัดส่วน 1:2	35
7	Pseudoternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่างๆ ที่มี ethanol เป็น cosurfactant ในสัดส่วน 2:1	36
8	Pseudoternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่างๆ ที่มี isopropanol เป็น cosurfactant ในสัดส่วน 1:1	37
9	Pseudoternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่าง ๆ ที่มี isopropanol เป็น cosurfactant ในสัดส่วน 1:2	38
10	Pseudoternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่าง ๆ ที่มี isopropanol เป็น cosurfactant ในสัดส่วน 2:1	39
11	Pseudoternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่าง ๆ ที่มี propylene glycol เป็น cosurfactant ในสัดส่วน 1:1	40
12	Pseudoternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่าง ๆ ที่มี propylene glycol เป็น cosurfactant ในสัดส่วน 1:2	41
13	Pseudoternary phase diagram ของน้ำมันข่าใน surfactant ชนิดต่าง ๆ ที่มี propylene glycol เป็น cosurfactant ในสัดส่วน 2:1	42
14	เปรียบเทียบความหนืดของ Smix ของ TritonX-100 ที่มี isopropanol เป็น cosurfactant	43
15	เปรียบเทียบความหนืดของ Smix ของ TritonX-100 ที่มี ethanol เป็น cosurfactant	44
16	เปรียบเทียบความหนืดของ Smix ของ Tween 80 ที่มี isopropanol เป็น cosurfactant	46
17	เปรียบเทียบความหนืดของ Smix ของ Tween 80 ที่มี ethanol เป็น cosurfactant	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	แสดงลักษณะของนาโนอิมัลชันของน้ำมันข่าที่มี Tween 20 เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ	48
19	แสดงลักษณะของนาโนอิมัลชันของน้ำมันข่าที่มี Tween 80 เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ	48
20	แสดงลักษณะของนาโนอิมัลชันของน้ำมันข่าที่มี Triton X-100 เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ	49
21	แสดงลักษณะของนาโนอิมัลชันของน้ำมันข่าที่มี Tween 20 เมื่อตั้งทิ้งไว้ 1 วัน	49
22	แสดงลักษณะของนาโนอิมัลชันของน้ำมันข่าที่มี Tween 80 เมื่อตั้งทิ้งไว้ 1 วัน	49
23	แสดงลักษณะของนาโนอิมัลชันของน้ำมันข่าที่มี Triton X-100 เมื่อตั้งทิ้งไว้ 1 วัน	50
24	GC chromatogram ของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80: ethanol = 2:1 ที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ	70
25	GC chromatogram ของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80: ethanol = 2:1 เก็บที่ 4 องศาเซลเซียสนาน 180 วัน	70
26	GC chromatogram ของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 : ethanol = 2:1 เก็บที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	71
27	GC chromatogram ของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 : ethanol = 2:1 เก็บที่ 45 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	71
28	GC chromatogram ของไมโครอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 : ethanol = 2:1 เก็บที่อุณหภูมิผกผัน 8 รอบ	72
29	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 5% ที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ	73
30	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 5% เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	74
31	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 5% เก็บที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	74
32	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 5% เก็บที่ 45 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	75
33	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 5% เก็บที่อุณหภูมิผกผัน เป็นระยะเวลา 8 รอบ	75

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
34	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 10% ที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ	77
35	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 10% เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	77
36	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 10% เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	78
37	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 10% เก็บที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	78
38	GC chromatogram ของนาโนอิมัลชันน้ำมันข่าที่มี Tween 80 ความเข้มข้น 10% เก็บที่อุณหภูมิผกผัน เป็นระยะเวลา 8 รอบ	79
39	GC chromatogram ของน้ำมันข่าที่กลั่นเสร็จใหม่ ๆ	80
40	GC chromatogram ของน้ำมันข่าที่เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	81
41	GC chromatogram ของน้ำมันข่าที่เก็บที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	81
42	GC chromatogram ของน้ำมันข่าที่เก็บที่ 45 องศาเซลเซียส นาน 180 วัน	82
43	GC chromatogram ของน้ำมันข่าที่เก็บที่อุณหภูมิผกผัน นาน 8 รอบ	82
44	แสดงปลาทองทดลองสำหรับการศึกษาพฤติกรรมการสลบและฟื้นสลบ	112
45	แสดงปลาคาร์พทดลองสำหรับการศึกษาพฤติกรรมการสลบและฟื้นสลบ	113
46	แสดงปลานิลทดลองสำหรับการศึกษาพฤติกรรมการสลบและฟื้นสลบ	113
47	แสดงการศึกษาพฤติกรรมระยะเวลาการสลบและระยะเวลาการฟื้นสลบในปลาทองทดลอง	115
48	แสดงการเก็บเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่ใต้แนวกระดูกสันหลังในปลาคาร์พ	116
49	แสดงการเก็บเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่ใต้แนวกระดูกสันหลังในปลานิล	116
50	แสดงตัวอย่างเลือดทั้งหมด (whole blood) และซีรั่มของปลาทดลอง	117
51	แสดงเครื่องตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด	118
52	แสดงเครื่อง ELISA Reader	119
53	แสดงปลาทดลองที่อยู่ถังสลบเพื่อใช้ในการศึกษาสารตกค้าง	121
54	แสดงวิธีการสกัดแบบ Soxhlet extraction	122
55	แสดงเครื่อง Gas Chromatography Mass spectrometer (GC-MS)	122
56	แสดงลูกปลานิลในถุงพลาสติกที่มีน้ำสะอาดและออกซิเจนบริสุทธิ์	124

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
57	กราฟแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลาคาร์พที่ได้รับสาร MS-222 ในความเข้มข้นต่างๆ	129
58	กราฟแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลาคาร์พที่ได้รับน้ำมันข่าที่ทำละลายด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ในความเข้มข้นต่างๆ	133
59	กราฟแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลาคาร์พที่ได้รับน้ำมันข่าในรูปแบบไมโครอิมัลชันในความเข้มข้นต่างๆ	134
60	กราฟแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลาคาร์พที่ได้รับน้ำมันข่าในรูปแบบนาโนอิมัลชันในความเข้มข้นต่างๆ	135
61	กราฟแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลานิลที่ได้รับสาร MS-222 ในความเข้มข้นต่างๆ	137
62	กราฟแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลานิลที่ได้รับน้ำมันข่าที่ทำละลายด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ในความเข้มข้นต่างๆ	141
63	กราฟแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลานิลที่ได้รับน้ำมันข่าในรูปแบบไมโครอิมัลชันในความเข้มข้นต่างๆ	142
64	กราฟแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลานิลที่ได้รับน้ำมันข่าในรูปแบบนาโนอิมัลชันในความเข้มข้นต่างๆ	143
65	กราฟแท่งแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลาคาร์พที่ทำสลบด้วยสาร 1,8-cineole ในความเข้มข้นต่างๆ	145
66	กราฟแท่งแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลาคาร์พที่ทำสลบด้วยน้ำมันข่ารูปแบบไมโครอิมัลชันในความเข้มข้น 300 มก./ลิตร ที่ถูกเก็บในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน	149
67	กราฟแท่งแสดงระยะเวลาการสลบและฟื้นสลบเฉลี่ยของปลาคาร์พที่ทำสลบด้วยน้ำมันข่ารูปแบบนาโนอิมัลชันในความเข้มข้น 200 มก./ลิตร ที่ถูกเก็บในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน	150
68	แสดงจำนวนเม็ดเลือดแดงของปลาคารพ์ที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	152
69	แสดงจำนวนเม็ดเลือดแดงของปลานิลที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	153
70	แสดงจำนวนเม็ดเลือดขาวของปลาคารพ์ที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	156
71	แสดงจำนวนเม็ดเลือดขาวของปลานิลที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	157
72	แสดงค่าฮีโมโกลบินของปลาคารพ์ที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	160

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
73	แสดงค่าฮีโมโกลบินของปลานิลที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	161
74	แสดงปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลาคาร์พที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	164
75	แสดงปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลานิลที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	165
76	แสดงระดับกลูโคสในเลือดของปลาคาร์พที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	168
77	แสดงระดับกลูโคสในเลือดของปลานิลที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	169
78	แสดงระดับแลคเตทในเลือดของปลาคาร์พที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	172
79	แสดงระดับแลคเตทในเลือดของปลานิลที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	173
80	แสดงระดับฮอร์โมนคอลติซอลในเลือดของปลาคาร์พที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	176
81	แสดงระดับฮอร์โมนคอลติซอลในเลือดของปลานิลที่ได้รับยาสลบชนิดต่างๆที่เวลาต่างๆกัน	177
82	แสดงตัวอย่างโครมาโตแกรมสารละลาย 1,8-cineole มาตรฐานความเข้มข้น 0.01µl	180
83	แสดงกราฟมาตรฐานของสาร 1,8-cineole	181
84	แสดงตัวอย่างโครมาโตแกรมสารสกัดจากเนื้อปลา	182
85	กราฟแท่งแสดงความเข้มข้นของสาร 1,8-cineole ภายหลังการสลบปลาด้วยน้ำมันข่ารูปแบบนาโนอิมัลชันและไมโครอิมัลชัน	183
86	กราฟเส้นแสดงแนวโน้มของการลดลงของปริมาณสาร 1,8-cineole	183
87	แสดงผลการทดสอบทางสถิติของค่าแอมโมเนียในน้ำและค่าไนไตร์ทในน้ำ	188
88	แสดงผลการทดสอบทางสถิติของค่ากรด-เบสในน้ำและค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	189

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

ºC	=	องศาเซลเซียส
cells/ul	=	เซลล์ต่อไมโครลิตร
g/dl	=	กรัมต่อเดซิลิตร
kg	=	กิโลกรัม
mg	=	มิลลิกรัม
mPa/s	=	มิลลิปาสคาล/วินาที
mmol/L	=	มิลลิโมลต่อลิตร
MS-222	=	สารไตรเคนมีเทนซัลโฟเนต
sec	=	วินาที
Smix	=	Surfactant mixture