

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract .....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ .....	(6)
รายการตาราง .....	(8)
รายการภาพประกอบ .....	(10)
ตัวย่อและสัญลักษณ์ .....	(13)
บทที่	
1 บทนำ .....	1
บทนำต้นเรื่อง .....	1
การตรวจเอกสาร .....	4
วัตถุประสงค์ .....	23
2 วิธีการวิจัย .....	24
วัสดุ .....	24
อุปกรณ์ .....	25
วิธีดำเนินการ .....	26
3 ผล .....	32
4 บทวิจารณ์ .....	54
5 บทสรุป .....	62
บรรณานุกรม .....	64
ภาคผนวก ก การรั่วไหลของน้ำมันลงสู่แหล่งน้ำ.....	73
ภาคผนวก ข การควบคุมและวิธีการกำจัดน้ำมันที่รั่วไหล.....	75
ภาคผนวก ค พื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยที่มีความเสี่ยงต่อการรั่วไหล ของน้ำมัน .....	80
ภาคผนวก ง ประเภทและโครงสร้างทั่วไปของไฮโดรคาร์บอนที่สำคัญ ในน้ำมัน.....	83

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ ตัวอย่างประเภทสารประกอบกำมะถัน ออกซิเจน และ ไนโตรเจนในน้ำมัน.....	85
ภาคผนวก ฉ การพิจารณาใช้สารเคมีขจัดคราบน้ำมัน.....	88
ภาคผนวก ช การเตรียมน้ำยาคอง Davidson และเตรียมสีย้อม Hematoxylin และ Eosin.....	91
ภาคผนวก ซ การเตรียมกราฟคาไลเบรชันของสารมาตรฐาน Chrysene.....	93
ภาคผนวก ฌ การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของน้ำมันเตา และ น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) เมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง.....	95
ภาคผนวก ฎ วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน IOC/UNESCO (1984).....	97
ภาคผนวก ฏ การเก็บตัวอย่างกึ่งกลาดำเพื่อศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อ.....	107
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่า LC <sub>50</sub> และช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์.....	111
ภาคผนวก ฌ อัตราการตายสะสมของกึ่งกลาดำ ( <i>P. monodon</i> ) ที่ระดับความเข้มข้น ต่าง ๆ ของสารทดลองแต่ละชนิด.....	119
ภาคผนวก ฑ ระดับความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการทดลอง.....	121
ภาคผนวก ฒ การประเมินค่าระดับเริ่มเป็นพิษจากเส้นโค้งความเป็นพิษ (Toxicity Curve).....	123
ภาคผนวก ฉ น้ำหนักเฉลี่ยของกึ่งกลาดำทุกสองสัปดาห์.....	127
ภาคผนวก ต คุณภาพน้ำก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง.....	129
ประวัติผู้เขียน.....	133

## รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1	ระดับการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเมื่อสัมผัสกับน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน .....	10
2	ความเป็นพิษของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนต่อแพลงก์ตอนสัตว์ทะเล.....	12
3	ความเป็นพิษและผลกระทบของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนต่อสัตว์น้ำบางชนิด .....	13
4	ค่าความเป็นพิษและผลกระทบของสารเคมีจัดกราบน้ำมันต่อสิ่งมีชีวิตบางชนิด .....	19
5	ผลการปรับเส้นตรง และระดับเริ่มเป็นพิษของสารพิษที่ใช้ทดลอง .....	35
6	น้ำหนักกึ่งกลาดำที่เพิ่มขึ้นหลังจากทดลองครบ 6 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน).....	42
7	อัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำทุก ๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 6 สัปดาห์ .....	43
8	ระดับความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการทดลองซึ่งไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อวิทยา .....	45
9	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อเหงือก .....	47
10	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อตับอ่อน .....	51
11	ระดับความปลอดภัยของสารเคมีจัดกราบน้ำมัน ชนิด OD 400 น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ด้วยปัจจัยปรับค่าต่าง ๆ .....	58
12	ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ล่องสู่ทะเลในปี พ.ศ. 2532.....	74
13	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Fluorescence intensity กับความเข้มข้นของ Chrysene ด้วยเครื่อง Spectrofluorometer.....	94
14	ขั้นตอนการนำตัวอย่างด้วยเครื่อง Automatic Tissue Processor.....	108
15	ขั้นตอนการย้อมสี Hematoxylin และ Eosin (H & E).....	109
16	วิธีการคำนวณค่าความลาด และจุดตัดแกนตั้งตามวิธีวิเคราะห์แบบโพรบิท.....	113
17	การเปลี่ยนอัตราให้เป็นโพรบิท .....	116
18	ค่าโพรบิทต่ำสุด ( $Y_0$ ) และ โพรบิทสูงสุด ( $Y_1$ ) ช่วง (A) และสัมประสิทธิ์ของการถ่วงน้ำหนัก (w) .....	116
19	อัตราการตายสะสมของกึ่งกลาดำ ( <i>P. monodon</i> ) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารทดลองแต่ละชนิด (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน).....	120

## รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
20	ระดับความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการทดลองที่มีผลให้กุ้งกุลาดำตาย ร้อยละ 50 (Median Lethal Concentration, LC <sub>50</sub> ) ในระยะเวลาต่าง ๆ .....122
21	วิธีการคำนวณเพื่อหาค่าผลรวมต่าง ๆ .....126
22	น้ำหนักกุ้งเฉลี่ย (กรัม) ต่อตัวดำทุกสองสัปดาห์ .....128
23	การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำก่อนการทดลอง (เมื่อทำการทดลองครบ 96 ชั่วโมง) .....130

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนที่ตั้งเขตการขนส่งน้ำมันทางเรือในประเทศไทยของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย .....	2
2 พฤติกรรมของน้ำมันเมื่อรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ .....	6
3 กลไกการได้รับสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตในน้ำ.....	9
4 การทำงานของสารเคมีกำจัดคราบน้ำมัน .....	18
5 โครงสร้างและอวัยวะต่าง ๆ ของกุ้งกุลาดำ .....	21
6 วงจรชีวิตของกุ้งกุลาดำ .....	22
7 อัตราการตายสะสมของกุ้งกุลาดำเมื่อสัมผัสกับสารพิษชนิดต่าง ๆ ภายในระยะเวลา 96 ชั่วโมง .....	33
8 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของสารที่ใช้ในการทดลองที่มีต่อกุ้งกุลาดำในระยะเวลาต่าง ๆ .....	34
9 ลักษณะเส้นโค้งความเป็นพิษเฉียบพลันของสารเคมีกำจัดคราบน้ำมันชนิด OD 4000 ต่อกุ้งกุลาดำ .....	36
10 ลักษณะเส้นโค้งความเป็นพิษเฉียบพลันของน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อกุ้งกุลาดำ .....	37
11 ลักษณะเส้นโค้งความเป็นพิษเฉียบพลันของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อกุ้งกุลาดำ .....	38
12 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำเมื่อเลี้ยงโดยให้สัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์.....	39
13 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำเมื่อเลี้ยงโดยให้สัมผัสกับสารเคมีกำจัดคราบน้ำมัน ชนิด OD 4000 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์.....	39
14 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำเมื่อเลี้ยงโดยให้สัมผัสกับน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์.....	40
15 แสดงลักษณะปกติของซีเหงือกกุ้งกุลาดำที่ประกอบด้วยเซลล์ค้ำจุน แอ่งเลือด และเยื่อบุผิว .....	45

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
16	แสดงลักษณะปกติของท่อดับอ่อนของกึ่งกลาดำที่ประกอบด้วย F-cell , R - cell และ B-cell.....	46
17	แสดงลักษณะปกติของอวัยวะสร้างเม็ดเลือดของกึ่งกลาดำที่ประกอบด้วยเม็ดเลือด ระยะต่าง ๆ.....	46
18	แสดงลักษณะปกติของหัวใจของกึ่งกลาดำ.....	47
19	แสดงลักษณะเหงือกกึ่งที่เลี้ยงโดยให้สัมผัสกับ 75 % LTC OD 4000 นาน 6 สัปดาห์ พบการตายของเซลล์ และเกิดการหลุดลอกของเยื่อบุผิวของเหงือก.....	48
20	แสดงลักษณะเหงือกกึ่งที่เลี้ยงโดยให้สัมผัสกับ 75 % LTC Fuel oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์ พบการหลุดลอกของเยื่อบุผิว และการตายของนิวเคลียส .....	48
21	แสดงลักษณะเหงือกกึ่งที่เลี้ยงโดยให้สัมผัสกับ 75 % LTC Fuel oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์ พบการหลุดลอกของเยื่อบุผิว และการตายของนิวเคลียส และ การรวมกลุ่มกันของเม็ดเลือด .....	49
22	แสดงลักษณะเหงือกกึ่งที่เลี้ยงโดยให้สัมผัสกับ 75 % LTC Fuel oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์ พบการหลุดลอกของเยื่อบุผิว และการบวมพองของนิวเคลียส .....	49
23	แสดงลักษณะเหงือกกึ่งที่เลี้ยงโดยให้สัมผัสกับ 75 % LTC Fuel oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์ พบการรวมกลุ่มกันของเม็ดเลือด.....	50
24	แสดงลักษณะเหงือกกึ่งที่เลี้ยงโดยให้สัมผัสกับ 75 % LTC Fuel oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์ พบการรวมกลุ่มกันของเม็ดเลือด.....	50
25	แสดงลักษณะการสืบฟ่อ และการหลุดลอกของเซลล์บุผิวของท่อดับอ่อนจาก ฐานเซลล์ของกึ่งซึ่งเลี้ยงให้สัมผัสกับ 75 % LTC Fuel Oil (WSF) นาน 4 สัปดาห์ และ 75% LTC Diesel Oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์.....	51
26	แสดงลักษณะการเสื่อมสลายของท่อดับของกึ่งซึ่งเลี้ยงให้สัมผัสกับ 75 % LTC Fuel Oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์.....	52
27	ลักษณะการบวมพองของอวัยวะสร้างเม็ดเลือดของกึ่งซึ่งเลี้ยงให้สัมผัสกับ 75 % LTC Fuel Oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์.....	52

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
28	ลักษณะการตายของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจของกึ่งซึ่งเลี้ยงให้สัมพันธ์กับ 75 % LTC Fuel Oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์ ..... 53
29	ลักษณะการบวมพอง และการตายของนิวเคลียสของกล้ามเนื้อหัวใจของกึ่งซึ่งเลี้ยงให้สัมพันธ์กับ 75 % LTC Fuel Oil (WSF) นาน 6 สัปดาห์ ..... 53
30	ลักษณะของท่อนค้ำน้ำมันบางประเภท ..... 78
31	ลักษณะของ Oil Skimmer ประเภทต่าง ๆ ..... 79
32	พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการรั่วไหลของน้ำมัน ..... 82
33	ขั้นตอนการพิจารณาการใช้สารเคมีขจัดคราบน้ำมัน ..... 90
34	กราฟคาลิเบรชัน (Calibration curve) ของสารมาตรฐาน Chrysene ..... 94
35	การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของน้ำมันเตา และน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) เมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง ..... 96

## ตัวย่อและสัญลักษณ์

BL	=	Blood Lobule
CT	=	Connective Tis
DO	=	Dissolved Oxygen
DT	=	Degeneration
EC <sub>20</sub>	=	Growth Inhibiting Concentration
ED	=	Edema
EP	=	Epithelial
HEM	=	Hemocytic Aggregation
HEY	=	Young Heamocyte
LC <sub>50</sub>	=	Median Lethal Concentration
LOEC	=	Lowest Observed Effect Concentration
LTC	=	Lethal Threshold Concentration
LU	=	Lumen
MIT	=	Mitotic Figures
MSL	=	Muscle Bands
NOEC	=	No Observed Effect Concentration
NUC	=	Nucleus
OWD	=	Oil in Water Dispersion
PAHs	=	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
PL	=	Primary Gill Filament
PN	=	Pycnotic Nuclei
psu	=	Practical Salinity Uunit
SL	=	Secondary Gill Filament
TLm	=	Median Tolelance Limit
TPH	=	Total Petroleum Hydrocarbon
WSF	=	Water Soluble Fraction