

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	58
อุปกรณ์	58
วิธีการ	59
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	71
สถานที่ทำการวิจัย	72
ระยะเวลาทำการทดลอง	72
ผลการทดลอง	73
วิจารณ์ผล	129
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	137
สรุปผล	137
ข้อเสนอแนะ	138
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	139
ภาคผนวก	152
ภาคผนวก ก สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลในประเทศไทย	153
ภาคผนวก ข คุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้ในการทดลอง	156
ภาคผนวก ค อัตราการตายสะสมของกุ้งกุลาดำในระยะเวลาต่างๆ	159
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	162
ภาคผนวก จ คุณภาพน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลอง	175
ภาคผนวก ฉ ความสามารถในการละลายน้ำของไฮโดรคาร์บอน	180
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	182

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ส่วนต่างๆ ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนของน้ำมันปิโตรเลียม	7
2 หน่วยความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น	17
3 ความสัมพันธ์ระหว่างสี ความหนาของคราบน้ำมันและปริมาณน้ำมัน ในกรณีรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ	21
4 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ลงสู่ทะเลและมหาสมุทร	25
5 การตอบสนองของสิ่งมีชีวิตเมื่อสัมผัสกับน้ำมันหรือปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอน	31
6 ระดับความเป็นพิษของน้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และน้ำมันหล่อลื่น ที่มีต่อสัตว์น้ำ	38
7 ระยะเวลาเฉลี่ยในการลอกคราบจากคราบที่ 1-2 และจากคราบที่ 2-3 ของ กุ้งกุลาดำขนาดต่างๆ	46
8 ความต้องการบริโภคออกซิเจน (Oxygen consumption) ของครัสเตเชีย บางชนิด (QO ₂) ^a	52
9 อัตราการบริโภคออกซิเจนของกุ้งกุลาดำตามระยะการเจริญเติบโตต่างๆ	54
10 สิ่งขับถ่ายในรูปของไนโตรเจนต่างๆ ของครัสเตเชีย	56
11 ค่าความเป็นพิษ LC ₅₀ (ppm) ของน้ำมันดีเซล น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น ส่วนที่ละลายน้ำ และ SDS ต่อกุ้งกุลาดำระยะ P10 ในระยะเวลาต่างๆ	78
12 ค่าความเป็นพิษ LC ₅₀ (ppm) ของน้ำมันดีเซล น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น ส่วนที่ละลายน้ำ และ SDS ต่อกุ้งกุลาดำระยะ P30 ในระยะเวลาต่างๆ	79
13 สัดส่วนความเป็นพิษที่นำมาใช้ทดลองของน้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และน้ำมัน หล่อลื่น ส่วนที่ละลายน้ำต่อกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30	82
14 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการลอกคราบ (วัน) ของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	87
15 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมัน หล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
16 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	93
17 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ น้ำมันหล่อลื่น(ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	94
18 เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการดูดซึมของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	100
19 เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการดูดซึมของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น(ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	101
20 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	107
21 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ น้ำมันหล่อลื่น(ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	108
22 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	114
23 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ น้ำมันหล่อลื่น(ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
24 ผลของอัตราการเจริญเติบโต (คิดเป็นร้อยละ) ของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม	119
25 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	121
26 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	122
27 สรุปผลของอัตราการลอกคราบ อัตราการกินอาหาร ประสิทธิภาพการดูดซึม อัตราการหายใจ อัตราการขับถ่าย และอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	123
28 สรุปผลของอัตราการลอกคราบ อัตราการกินอาหาร ประสิทธิภาพการดูดซึม อัตราการหายใจ อัตราการขับถ่าย และอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	125
29 สรุปผลของอัตราการลอกคราบ อัตราการกินอาหาร ประสิทธิภาพการดูดซึม อัตราการหายใจ อัตราการขับถ่าย และอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	127
 ตารางผนวกที่	
ก1 สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลในประเทศไทยปี พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2548	154
ข1 คุณสมบัติของน้ำมันดีเซลและน้ำมันเตา	157
ค1 อัตราการตายสะสม (คิดเป็นร้อยละ) ของกึ่งกลาดำระยะ P10 ในระยะเวลาต่างๆ	160
ค2 อัตราการตายสะสม (คิดเป็นร้อยละ) ของกึ่งกลาดำระยะ P30 ในระยะเวลาต่างๆ	161

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	163
ง2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	164
ง3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการกินอาหารของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	165
ง4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการกินอาหารของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	166
ง5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซึมของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	167
ง6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซึมของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	168
ง7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการหายใจของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	169
ง8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการหายใจของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	170
ง9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการขับถ่ายของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	171
ง10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการขับถ่ายของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	172

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	173
ง12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	174
จ1 คุณภาพน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 (เมื่อครบ 96 ชั่วโมง)	176
จ2 คุณภาพน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองของน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 (เมื่อครบ 96 ชั่วโมง)	177
จ3 คุณภาพน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองของน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 (เมื่อครบ 96 ชั่วโมง)	178
จ4 คุณภาพน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองของ SDS (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 (เมื่อครบ 96 ชั่วโมง)	179
ฉ1 ความสามารถในการละลายน้ำของไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวและอะโรมาติก ที่อุณหภูมิห้อง	181

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนบางชนิด	6
2 โครงสร้างสำคัญของไฮโดรคาร์บอนที่พบในน้ำมันหล่อลื่น	15
3 พฤติกรรมของน้ำมันเมื่อรั่วไหลลงสู่ทะเล	24
4 วงจรชีวิตของกุ้ง Penaeid species ในแต่ละระยะตามแหล่งที่อยู่อาศัย	43
5 บทบาทของคริสเทคไดโชนและฮอร์โมนจากก้านตาที่มีต่ออวัยวะเป้าหมายต่างๆ ของคริสเตเซีย	45
6 ชนิดของเหงือกแบ่งตามโครงสร้างของซี่เหงือก	50
7 อัตราการตายสะสม (ร้อยละ) ของกุ้งกุลาดำระยะ P10 เมื่อสัมผัสสารที่ใช้ทดสอบที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 24, 48 และ 96 ชั่วโมง	74
8 อัตราการตายสะสม (ร้อยละ) ของกุ้งกุลาดำระยะ P30 เมื่อสัมผัสสารที่ใช้ทดสอบที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 24, 48 และ 96 ชั่วโมง	76
9 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของสารที่ใช้ทดสอบต่อกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระยะเวลา 24, 28, 72 และ 96 ชั่วโมง	80
10 อัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำเมื่อสัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	86
11 อัตราการกินอาหารของกุ้งกุลาดำเมื่อสัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	92
12 ประสิทธิภาพการดูดซึมของกุ้งกุลาดำเมื่อสัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	99
13 อัตราการหายใจของกุ้งกุลาดำเมื่อสัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	106

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
14 อัตราการจับถ่ายของกุ้งกุลาดำเมื่อสัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	113
15 อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำเมื่อสัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	120