

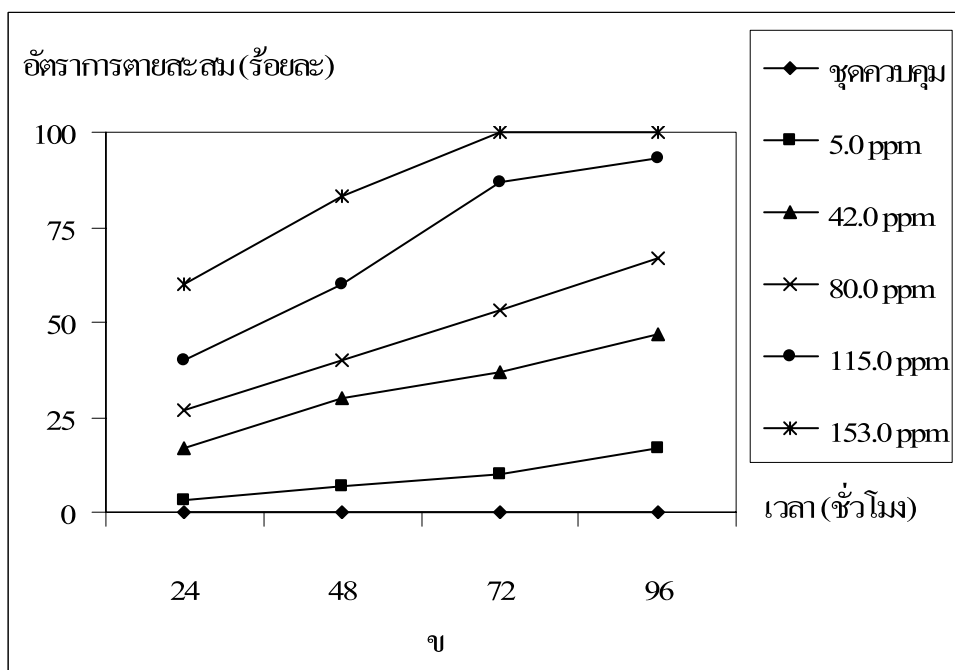
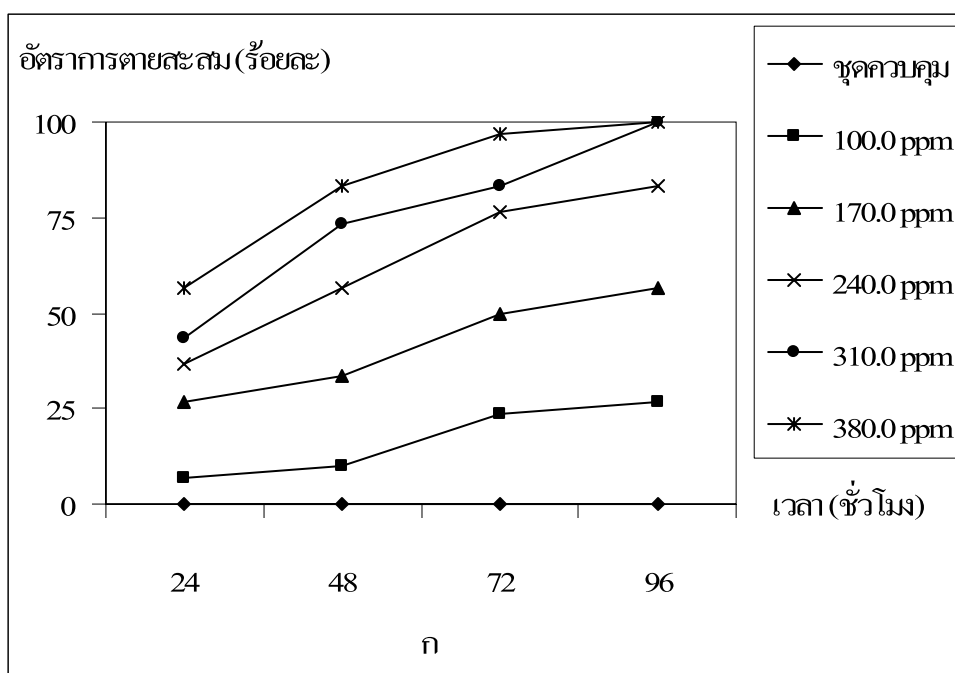
ผลการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของความเป็นพิษของน้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และน้ำมันหล่อลื่น ส่วนที่ละลายน้ำต่อกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ระยะ Post larva 10 (P10) และระยะ Post larva 30 (P30) โดยปริมาณความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) มีค่าเท่ากับ 4554.55 ppm น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) มีค่าเท่ากับ 360.92 ppm และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) มีค่าเท่ากับ 74.89 ppm ซึ่งได้ทำการศึกษาในเรื่องต่อไปนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับความเป็นพิษเฉียบพลัน ระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย และความเป็นพิษเรื้อรังจากการวัดการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา ได้แก่ อัตราการลอกคราบ อัตราการหายใจ อัตราการกินอาหาร อัตราการขับถ่าย ประสิทธิภาพการดูดซึม และอัตราการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อกุ้งกุลาดำสัมผัสกับสารดังกล่าว สำหรับผลการศึกษาที่ได้เป็นดังนี้

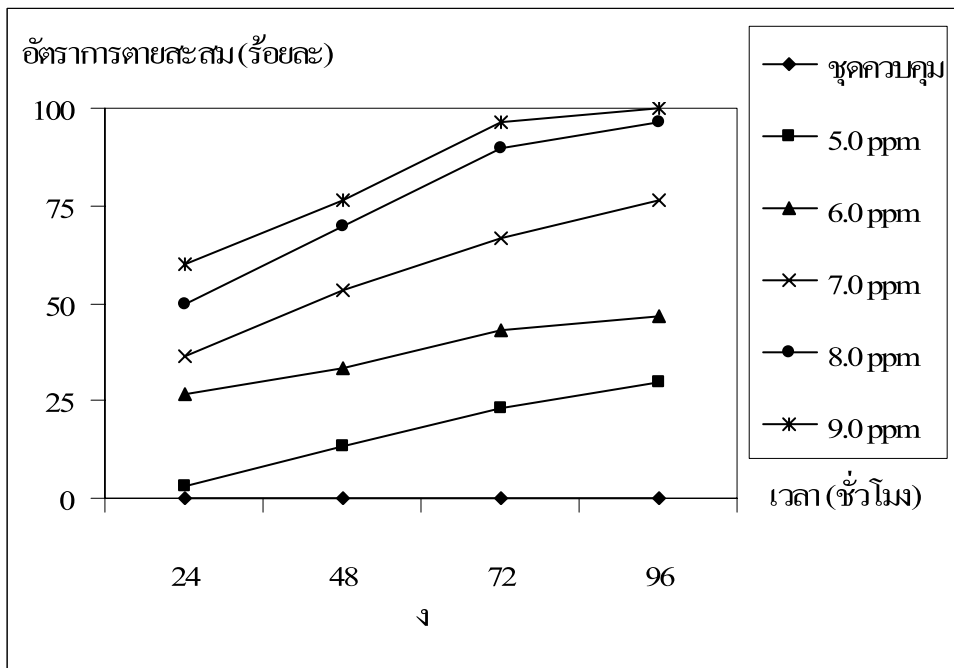
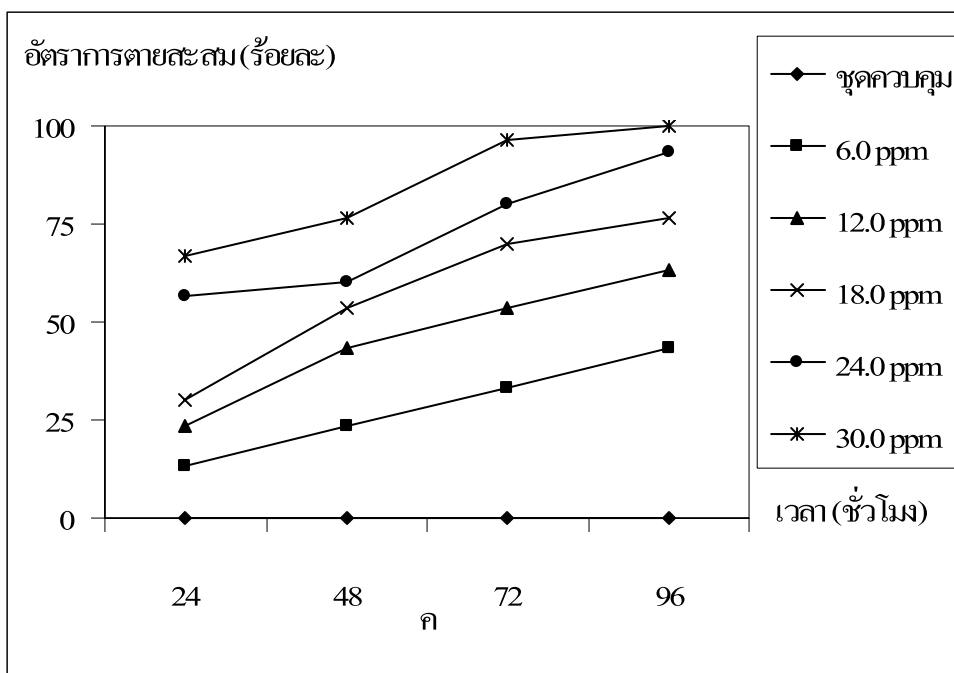
1. ความเป็นพิษเฉียบพลันของสารที่ใช้ทดลองต่อกุ้งกุลาดำ (Acute Toxicity)

การศึกษความเป็นพิษเฉียบพลันโดยใช้วิธีแบบชีววิเคราะห์ระบบน้ำนิ่ง (Static bioassay) ของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ SDS ที่เป็นสารมาตรฐานที่ใช้ ต่อกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ อัตราการตายสะสมของกุ้งกุลาดำที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง แสดงไว้ดังภาพที่ 7-8 และตารางผนวกที่ ค1-ค2 แสดงให้เห็นว่า อัตราการตายของกุ้งกุลาดำที่ทำการทดลองเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของสารที่ใช้ทดลอง และระยะเวลาที่กุ้งกุลาดำอยู่ในสารทดลอง

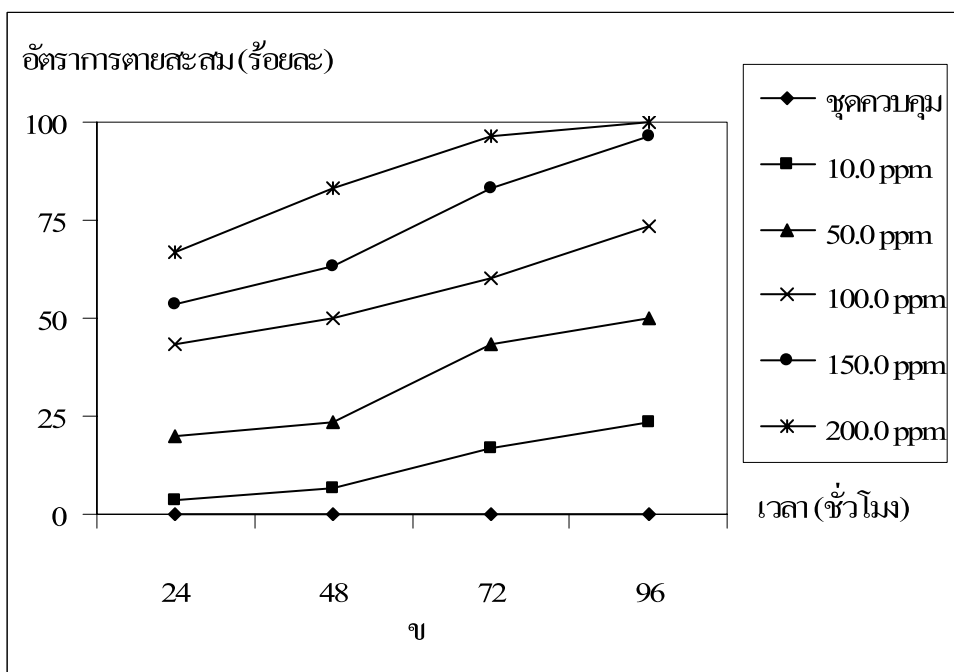
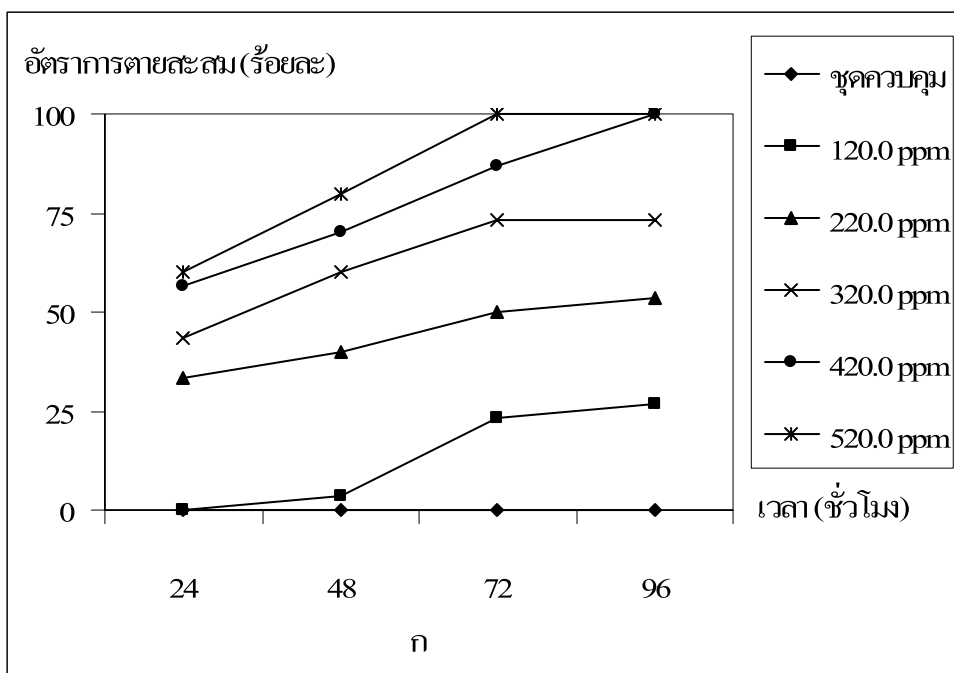
เมื่อนำอัตราการตายสะสมมาคำนวณหาค่าระดับความเข้มข้นที่ทำให้กุ้งกุลาดำตายร้อยละ 50 (Median Lethal Concentration: LC_{50}) ที่ระยะเวลาต่างๆ พบว่า ความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ SDS ต่อกุ้งกุลาดำอายุระยะ P10 มีค่า LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 148.97, 34.64, 7.56 และ 5.98 ppm ตามลำดับ สำหรับผลต่อกุ้งกุลาดำระยะ P30 มีค่า LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 206.72, 40.71, 14.14 และ 11.45 ppm ตามลำดับ แสดงไว้ดังตารางที่ 11-12 และภาพที่ 9



ภาพที่ 7 อัตราการตายสะสม (ร้อยละ) ของกุ้งกุลาดำระยะ P10 เมื่อสัมผัสสารที่ใช้ทดลอง ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง
 ก. น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ข. น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

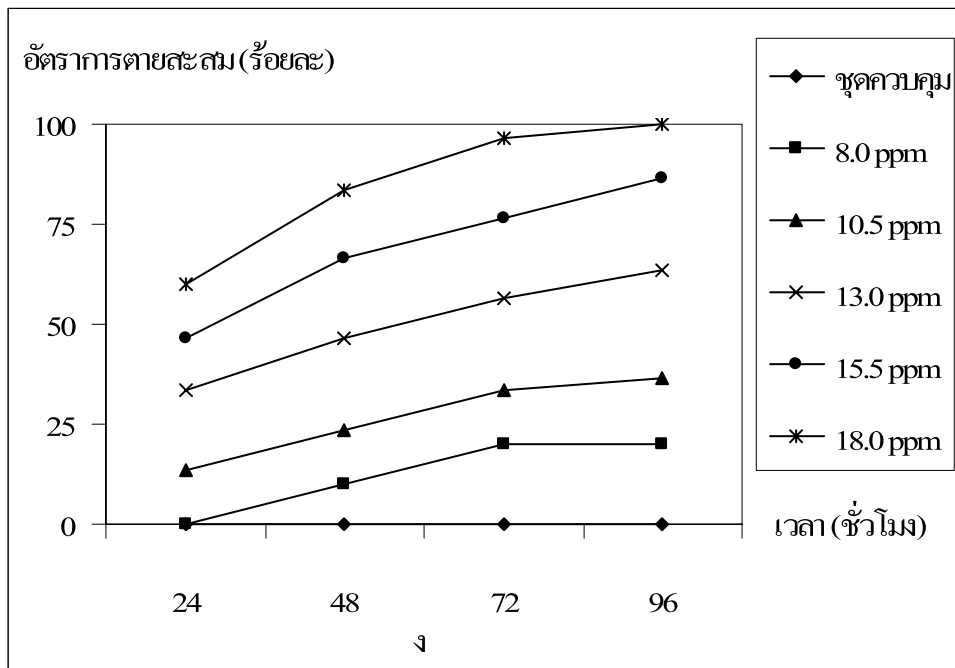
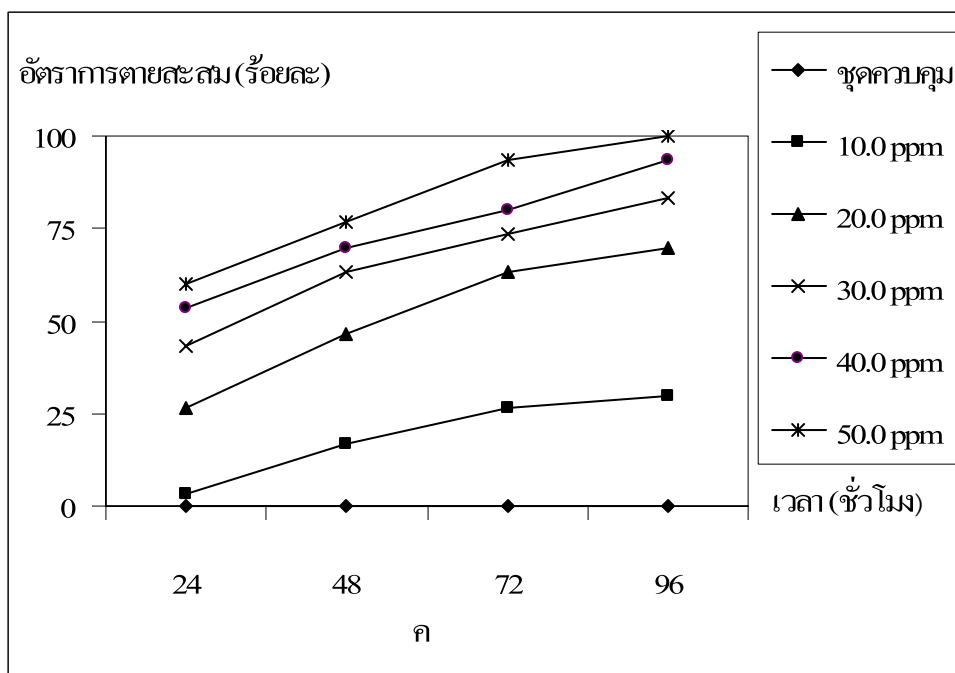


ภาพที่ 7 (ต่อ) อัตราการตายสะสม (ร้อยละ) ของกุ้งกุลาดำระยะ P10 เมื่อสัมผัสสารที่ใช้ทดลอง ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง
 ก. น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ง. SDS



ภาพที่ 8 อัตราการตายสะสม (ร้อยละ) ของกิ้งกูดำระยะ P30 เมื่อสัมผัสสารที่ใช้ทดลอง ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง

ก. น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ข. น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)



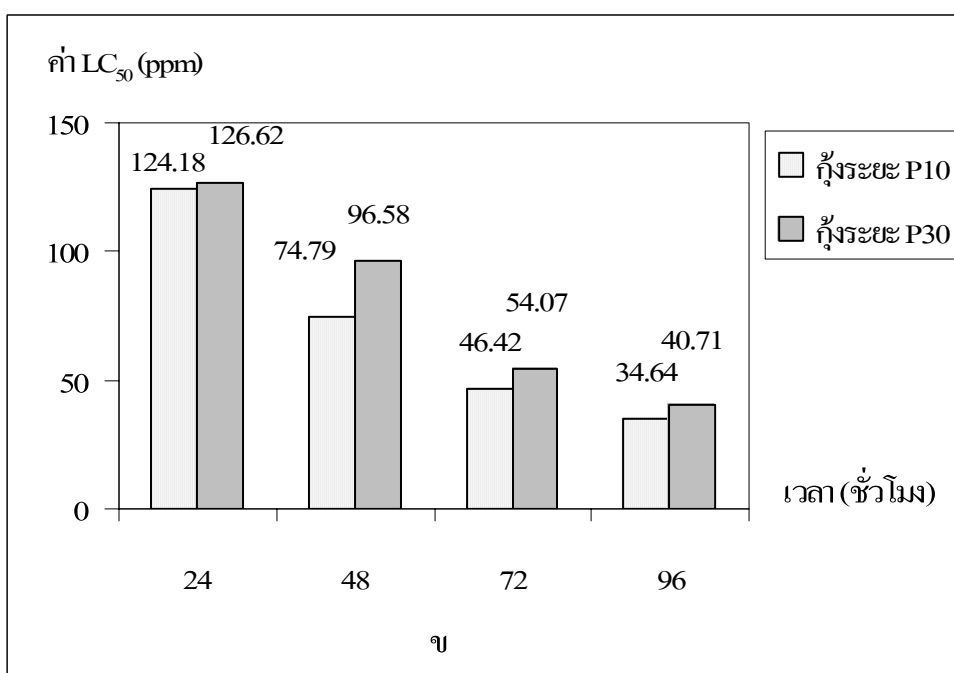
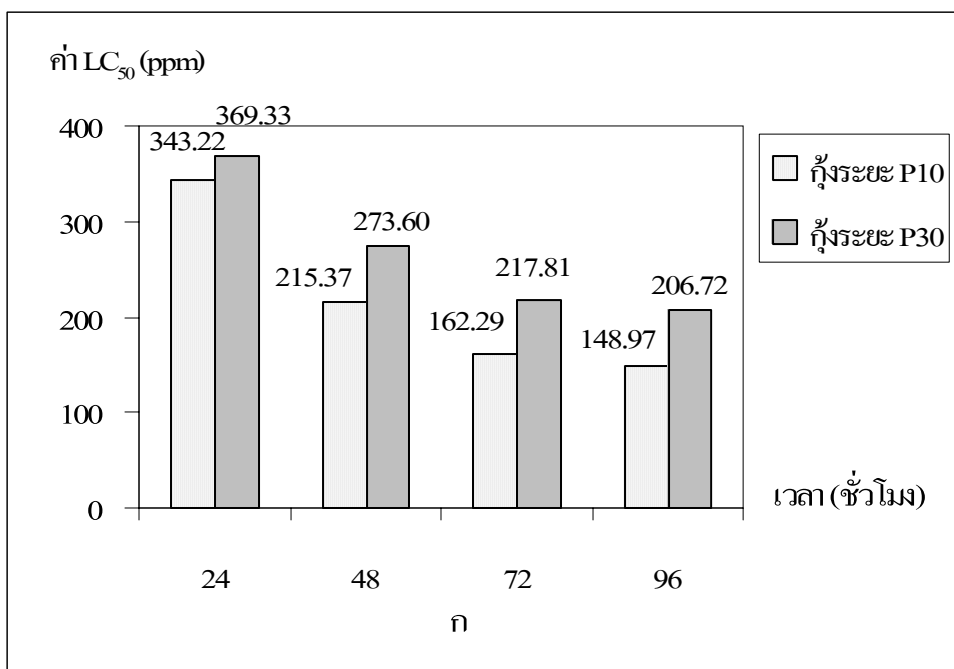
ภาพที่ 8 (ต่อ) อัตราการตายสะสม (ร้อยละ) ของกุ้งกุลาดำระยะ P30 เมื่อสัมผัสสารที่ใช้ทดลอง ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง
 ก. น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ง. SDS

ตารางที่ 11 ค่าความเป็นพิษ LC₅₀ (ppm) ของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ SDS ต่อกุ้งกุลาดำระยะ P10 ในระยะเวลาต่างๆ

สารทดลอง	ค่าความเป็นพิษ	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
น้ำมันดีเซล	LC ₅₀ (ppm)	343.22	215.37	162.29	148.97
(ส่วนที่ละลายน้ำ)	(ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95%)	(282.31 - 417.28)	(185.55 - 249.98)	(136.14 - 193.45)	(123.71 - 179.38)
น้ำมันเตา	LC ₅₀ (ppm)	124.18	74.79	46.42	34.64
(ส่วนที่ละลายน้ำ)	(ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95%)	(96.01 - 160.62)	(53.02 - 105.48)	(32.42 - 66.45)	(22.00 - 54.53)
น้ำมันหล่อลื่น	LC ₅₀ (ppm)	22.72	15.08	10.40	7.56
(ส่วนที่ละลายน้ำ)	(ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95%)	(19.34 - 26.70)	(11.63 - 19.54)	(7.32 - 14.79)	(4.75 - 12.03)
SDS	LC ₅₀ (ppm)	8.04	6.85	6.21	5.98
	(ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95%)	(7.03 - 9.19)	(6.32 - 7.43)	(5.76 - 6.69)	(5.49 - 6.52)

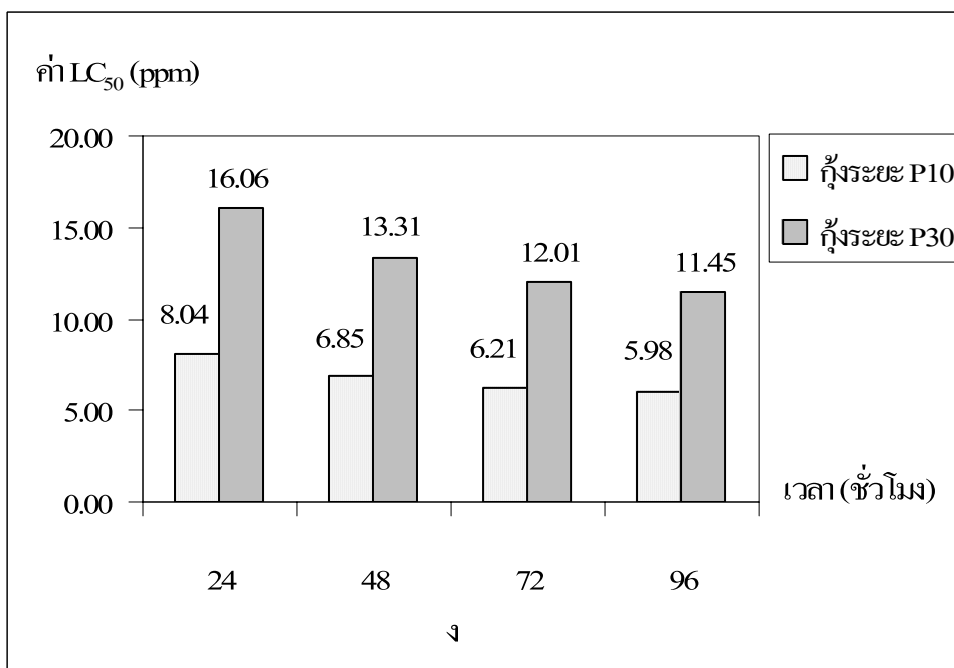
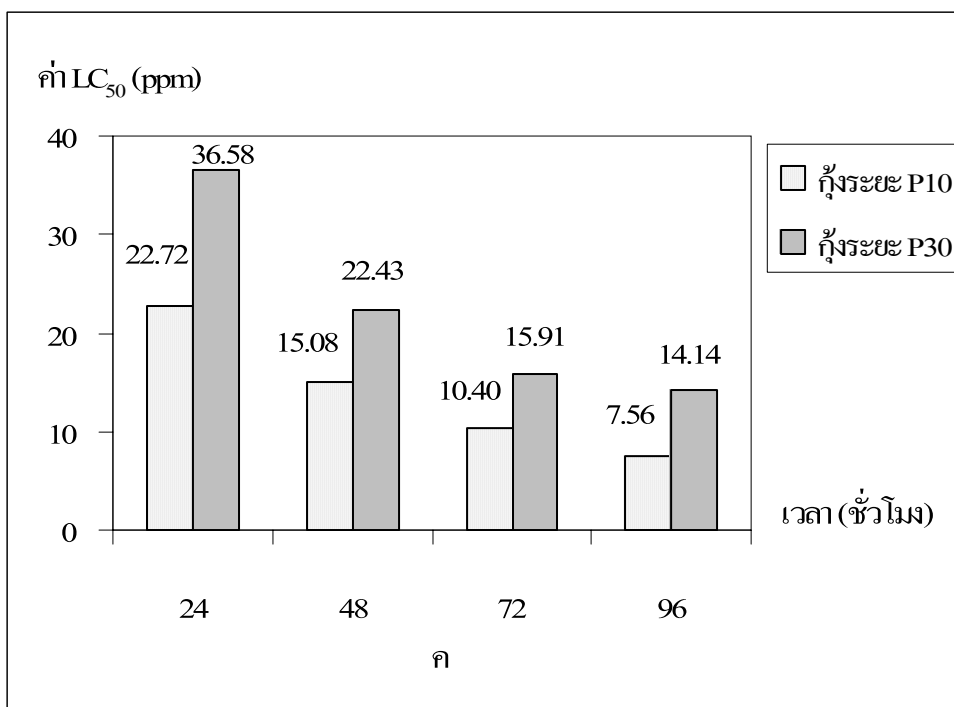
ตารางที่ 12 ค่าความเป็นพิษ LC₅₀ (ppm) ของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ SDS ต่อกุ้งกุลาดำระยะ P30 ในระยะเวลาต่างๆ

สารทดลอง	ค่าความเป็นพิษ	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
น้ำมันดีเซล	LC ₅₀ (ppm)	369.33	273.60	217.81	206.72
(ส่วนที่ละลายน้ำ)	(ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95%)	(267.17 – 510.54)	(229.48 – 326.19)	(176.32 – 269.08)	(163.42 – 261.50)
น้ำมันเตา	LC ₅₀ (ppm)	126.62	96.58	54.07	40.71
(ส่วนที่ละลายน้ำ)	(ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95%)	(92.55 – 173.22)	(73.85 – 126.31)	(36.80 – 79.45)	(25.35 – 65.37)
น้ำมันหล่อลื่น	LC ₅₀ (ppm)	36.58	22.43	15.91	14.14
(ส่วนที่ละลายน้ำ)	(ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95%)	(266.55 – 50.39)	(17.69 – 28.45)	(12.40 – 20.42)	(11.52 – 17.36)
SDS	LC ₅₀ (ppm)	16.06	13.31	12.01	11.45
	(ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95%)	(13.38 – 19.26)	(12.23 – 14.49)	(10.85 – 13.28)	(10.40 – 12.61)



ภาพที่ 9 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของสารที่ใช้ทดลองต่อกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง

ก. น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ข. น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)



ภาพที่ 9 (ต่อ) ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของสารที่ใช้ทดลองต่อกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง

ค. น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ง. SDS

2. ระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (Safety level)

ค่าระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อกุ้งกุลาดำตามวิธีการของ Sprague (1971) ซึ่งคำนวณจากสูตร ค่าของระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย = $0.1 \times LC_{50}$ ที่ 48 ชั่วโมง สำหรับกุ้งกุลาดำระยะ P10 มีค่าเท่ากับ 21.54, 7.48 และ 1.51 ppm ตามลำดับ และกุ้งกุลาดำระยะ P30 มีค่าเท่ากับ 27.36, 9.66 และ 2.24 ppm ตามลำดับ

3. ความเป็นพิษเรื้อรังของสารที่ใช้ทดลองต่อกุ้งกุลาดำ (Chronic toxicity)

ในการศึกษาความเป็นพิษเรื้อรังของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และระยะ P30 นั้นทดลองในระดับความเข้มข้นของน้ำมันที่ต่ำกว่าระดับความเป็นพิษเฉียบพลัน 3 ระดับ คำนวณจากผลการทดลองเป็น 1/4, 1/3 และ 1/2 ส่วนของค่า LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 สัดส่วนของค่าความเป็นพิษที่นำมาใช้ทดลองของน้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และน้ำมันหล่อลื่น ส่วนที่ละลายน้ำต่อกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30

ระยะ กุ้งกุลาดำ	สารทดลอง (ส่วนที่ละลายน้ำ)	1/4 ส่วนของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง (ppm)	1/3 ส่วนของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง (ppm)	1/2 ส่วนของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง (ppm)
Post larva 10 (P10)	น้ำมันดีเซล	37.24	49.66	74.48
	น้ำมันเตา	8.66	11.55	17.32
	น้ำมันหล่อลื่น	1.89	2.520	3.78
Post larva 30 (P30)	น้ำมันดีเซล	51.68	68.91	103.36
	น้ำมันเตา	10.18	13.57	20.35
	น้ำมันหล่อลื่น	3.54	4.71	7.07

สำหรับการศึกษาความเป็นพิษเรื้อรังของน้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และน้ำมันหล่อลื่น ส่วนที่ละลายน้ำ จากการวัดการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาของกิ้งกูดระยะ P10 และ P30 ได้แก่ อัตราการลอกคราบ อัตราการกินอาหาร ประสิทธิภาพการดูดซึม อัตราการหายใจ อัตราการขับถ่าย และอัตราการเจริญเติบโต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ผลการศึกษาที่ได้เป็นดังนี้

2.1 อัตราการลอกคราบ

ผลของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการลอกคราบของกิ้งกูดดำที่ระยะกิ้งกูดดำแตกต่างกัน

กิ้งกูดดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า อัตราการลอกคราบของกิ้งกูดดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.13 ± 0.06 , 1.20 ± 0.00 และ 1.23 ± 0.06 วัน ตามลำดับ และต่ำสุดที่ชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.83 ± 0.06 , 0.80 ± 0.10 และ 0.80 ± 0.10 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 10 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการลอกคราบของกิ้งกูดดำระยะ P10 ในน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 14)

กิ้งกูดดำระยะ P30

จากการทดลอง พบว่า อัตราการลอกคราบของกิ้งกูดดำระยะ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.00 ± 0.00 , 3.13 ± 0.06 และ 3.03 ± 0.06 วัน ตามลำดับ และต่ำสุดที่ชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 2.67 ± 0.12 , 2.73 ± 0.06 และ 2.70 ± 0.10 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 10 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำระยะ P30 ในน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 14)

ผลของอัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

น้ำมันคิเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า อัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำทั้ง 2 ระยะ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 15)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำทั้ง 2 ระยะ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 15)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำทั้ง 2 ระยะ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 15)

ผลของความเข้มข้นของน้ำมันคิเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำที่ระยะกุ้งกุลาดำแตกต่างกัน

กุ้งกุลาดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำระยะ P10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 1)

กึ่งกลาดำระยะ P30

ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการลอกคราบของกึ่งกลาดำระยะ P30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 1)

ผลของปัจจัยร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ P10 และ P30 ต่ออัตราการลอกคราบของกึ่งกลาดำในน้ำมันต่างชนิดกัน

น้ำมันคิเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำมันคิเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการลอกคราบของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการลอกคราบของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 2)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการลอกคราบของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการลอกคราบของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 2)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการลอกคราบของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการลอกคราบ (วัน) ของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

(หน่วย: วัน)

ชนิดน้ำมัน (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	ระยะกึ่งกุลาดำ P10				Chi square	ระยะกึ่งกุลาดำ P30				Chi square
	สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง					สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง				
	ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2		ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2	
น้ำมันดีเซล	0.83±0.06	0.97±0.06	1.07±0.06	1.13±0.06	0.313	2.67±0.12	2.77±0.06	2.90±0.00	3.00±0.00	0.589
น้ำมันเตา	0.80±0.10	0.97±0.06	1.03±0.06	1.20±0.00	0.418	2.73±0.06	2.87±0.06	3.00±0.10	3.13±0.06	0.536
น้ำมันหล่อลื่น	0.80±0.10	1.00±0.10	1.13±0.06	1.23±0.06	0.290	2.70±0.10	2.77±0.06	2.87±0.06	3.03±0.06	0.929

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น(ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

(หน่วย: วัน)									
สัดส่วน ความเข้มข้น ที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	น้ำมันดีเซล			น้ำมันเตา			น้ำมันหล่อลื่น		
	(ส่วนที่ละลายน้ำ)		Chi square	(ส่วนที่ละลายน้ำ)		Chi square	(ส่วนที่ละลายน้ำ)		Chi square
	ระยะกึ่งกุลาดำ			ระยะกึ่งกุลาดำ			ระยะกึ่งกุลาดำ		
	P10	P30		P10	P30		P10	P30	
	ชุดควบคุม	0.83±0.06		2.67±0.12	0.026		0.80±0.10	2.73±0.06	
1/4	0.97±0.06	2.77±0.06	0.026	0.97±0.06	2.87±0.06	0.026	1.00±0.10	2.77±0.06	0.026
1/3	1.07±0.06	2.90±0.00	0.025	1.03±0.06	3.00±0.10	0.026	1.13±0.06	2.87±0.06	0.026
1/2	1.13±0.06	3.00±0.00	0.025	1.20±0.00	3.13±0.06	0.025	1.23±0.06	3.03±0.06	0.026

2.2 อัตราการกินอาหาร

ผลของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการกินอาหารของกุ้งกุลาดำที่ระยะกึ่งกุลาดำแตกต่างกัน

กึ่งกุลาดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า อัตราการกินอาหารของกึ่งกุลาดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่หุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 94.4 ± 5.2 , 104.7 ± 9.9 และ 50.2 ± 1.8 mg Artemia/gdw/hr ตามลำดับ และต่ำสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 44.1 ± 0.3 , 40.2 ± 4.9 และ 23.4 ± 3.2 mg Artemia/gdw/hr ตามลำดับ (ภาพที่ 11 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการกินอาหารของกึ่งกุลาดำระยะ P10 ในน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 16)

กึ่งกุลาดำระยะ P30

จากการทดลอง พบว่า อัตราการกินอาหารของกึ่งกุลาดำระยะ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่หุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 133.9 ± 6.4 , 109.3 ± 8.0 และ 119.3 ± 8.1 mg Artemia/gdw/hr ตามลำดับ และต่ำสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง 46.3 ± 2.7 , 64.9 ± 6.5 และ 57.9 ± 2.9 mg Artemia/gdw/hr มีค่าเท่ากับ ตามลำดับ (ภาพที่ 11 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการกินอาหารของกึ่งกุลาดำระยะ P30 ในน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 16)

ผลของอัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า อัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำทั้ง 2 ระยะ ที่ชุดควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ที่ระดับความเข้มข้น 1/4, 1/3 และ 1/2 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 17)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำทั้ง 2 ระยะ ที่ระดับความเข้มข้น 1/2 ของ LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ที่ชุดควบคุม และที่ระดับความเข้มข้น 1/4 และ 1/3 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง อัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 17)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำทั้ง 2 ระยะ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 17)

ผลของความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำที่ระยะกิ้งกูดำแตกต่างกัน

กิ้งกูดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำระยะ P10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 33)

กึ่งกลาดำระยะ P30

ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการกินอาหารของกึ่งกลาดำระยะ P30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 3)

ผลของปัจจัยร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ P10 และ P30 ต่ออัตราการกินอาหารของกึ่งกลาดำในน้ำมันต่างชนิดกัน

น้ำมันคิเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

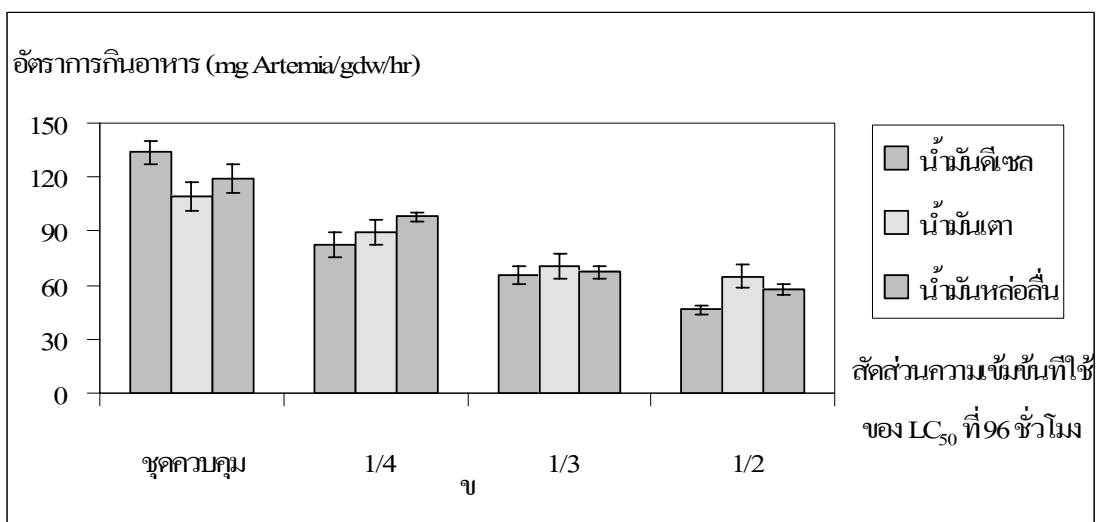
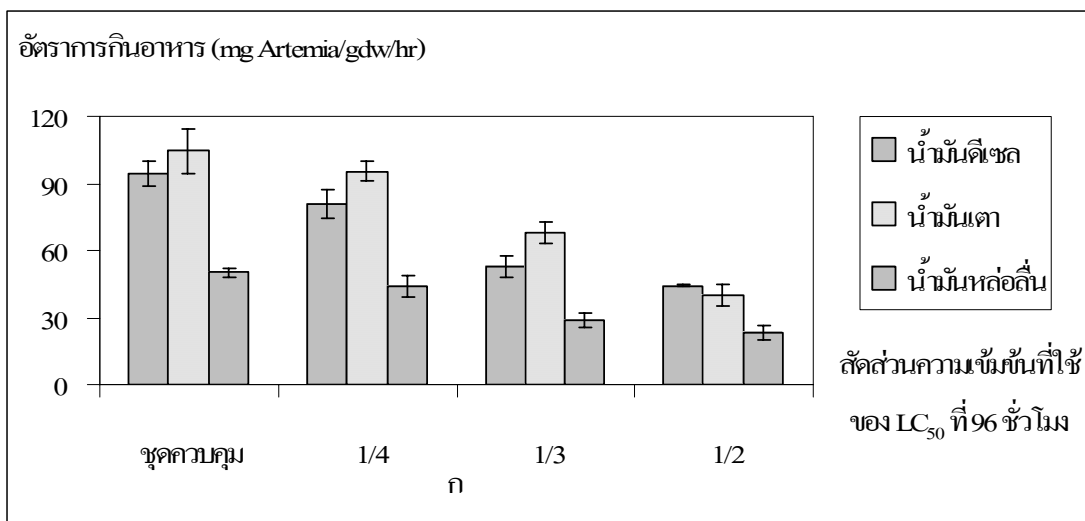
จากการทดลอง พบว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำมันคิเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการกินอาหารของกึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการกินอาหารของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 4)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการกินอาหารของกึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการกินอาหารของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 4)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการกินอาหารของกึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการกินอาหารของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 4)



ภาพที่ 11 อัตราการกินอาหารของกิ้งกูดาคำเมื่อสัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ก. กิ้งกูดาคำระยะ P10 ข. กิ้งกูดาคำระยะ P30

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

(หน่วย: mg Artemia/gdw/hr)										
ชนิดน้ำมัน (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	ระยะกึ่งกลาดำ P10				Chi square	ระยะกึ่งกลาดำ P30				Chi square
	สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง					สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง				
	ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2		ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2	
น้ำมันดีเซล	94.4±5.2	80.8±6.6	52.7±4.6	44.1±0.3	0.566	133.9±6.4	82.6±6.8	65.8±5.0	46.3±2.7	0.129
น้ำมันเตา	104.7±9.9	95.6±4.6	67.9±4.6	40.2±4.9	0.996	109.3±8.0	89.2±7.2	70.6±6.5	64.9±6.5	0.269
น้ำมันหล่อลื่น	50.2±1.8	43.8±4.8	28.8±3.3	23.4±3.2	0.653	119.3±8.1	98.1±2.4	67.2±3.8	57.9±2.9	0.416

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น(ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

(หน่วย: mg Artemia/gdw/hr)						
สัดส่วน	น้ำมันดีเซล		น้ำมันเตา		น้ำมันหล่อลื่น	
ความเข้มข้น	(ส่วนที่ละลายน้ำ)		Chi	(ส่วนที่ละลายน้ำ)		Chi
ที่ใช้ของ	ระยะกึ่งกลาดำ		square	ระยะกึ่งกลาดำ		square
LC ₅₀ ที่ 96						
ชั่วโมง	P10	P30		P10	P30	
ชุดควบคุม	94.4±5.2	133.9±6.4	0.030	104.7±9.9	109.3±8.0	0.503
1/4	80.8±6.6	82.6±6.8	0.721	95.6±4.6	89.2±7.2	0.224
1/3	52.7±4.6	65.8±5.0	0.055	67.9±4.6	70.6±6.5	0.521
1/2	44.1±0.3	46.3±2.7	0.209	40.2±4.9	64.9±6.5	0.037

2.3 ประสิทธิภาพการดูดซึม

ผลของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำที่ระยะกึ่งกลาดำแตกต่างกัน

กึ่งกลาดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่หาควบคุม มีค่าเท่ากับ 1.2 ± 0.2 , 1.2 ± 0.1 และ 1.1 ± 0.0 Ratio/gdw/hr ตามลำดับ และต่ำสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.4 ± 0.2 , 0.5 ± 0.0 และ 0.3 ± 0.1 Ratio/gdw/hr ตามลำดับ (ภาพที่ 12 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ในขณะที่ประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำในน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 18)

กึ่งกลาดำระยะ P30

จากการทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่หาควบคุม มีค่าเท่ากับ 1.8 ± 0.2 , 2.1 ± 0.1 และ 1.3 ± 0.1 Ratio/gdw/hr ตามลำดับ และต่ำสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.2 ± 0.2 , 1.3 ± 0.2 และ 0.8 ± 0.0 Ratio/gdw/hr ตามลำดับ (ภาพที่ 12 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P30 ในน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 18)

ผลของประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ชุดควบคุม และที่ระดับความเข้มข้น 1/4, 1/2 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ที่ระดับความเข้มข้น 1/3 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 19)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำทั้ง 2 ระยะ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 19)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำทั้ง 2 ระยะ ที่ชุดควบคุม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) แต่ที่ระดับความเข้มข้น 1/4, 1/3 และ 1/2 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 19)

ผลของความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำที่ระยะกึ่งกลาดำแตกต่างกัน

กึ่งกลาดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 5)

กึ่งกลาดำระยะ P30

ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 5)

ผลของปัจจัยร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ P10 และ P30 ต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำในน้ำมันต่างชนิดกัน

น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 6)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความ

เข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ ๖)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่อประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ ๖)

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

(หน่วย: Ratio/gdw/hr)										
ชนิดน้ำมัน (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	กึ่งกลาดำระยะ P10				Chi square	กึ่งกลาดำระยะ P30				Chi square
	สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง					สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง				
	ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2		ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2	
น้ำมันดีเซล	1.2±0.2	0.7±0.2	0.7±0.2	0.4±0.2	0.212	1.8±0.2	1.7±0.1	1.4±0.3	1.2±0.2	0.889
น้ำมันเตา	1.2±0.1	0.6±0.1	0.6±0.1	0.5±0.0	0.040	2.1±0.1	2.0±0.3	1.8±0.2	1.3±0.2	0.878
น้ำมันหล่อลื่น	1.1±0.0	0.7±0.1	0.6±0.1	0.3±0.1	0.206	1.3±0.1	1.1±0.1	0.9±0.1	0.8±0.0	0.245

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

(หน่วย: Ratio/gdw/hr)									
สัดส่วน ความเข้มข้น ที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	น้ำมันดีเซล		Chi square	น้ำมันเตา		Chi square	น้ำมันหล่อลื่น		Chi square
	(ส่วนที่ละลายน้ำ)			(ส่วนที่ละลายน้ำ)			(ส่วนที่ละลายน้ำ)		
	ระยะกึ่งกลาดำ			ระยะกึ่งกลาดำ			ระยะกึ่งกลาดำ		
	P10	P30		P10	P30		P10	P30	
ชุดควบคุม	1.2±0.2	1.8±0.2	0.039	1.2±0.1	2.1±0.1	0.027	1.1±0.0	1.3±0.1	0.053
1/4	0.7±0.2	1.7±0.1	0.029	0.6±0.1	2.0±0.3	0.031	0.7±0.1	1.1±0.1	0.036
1/3	0.7±0.2	1.4±0.3	0.050	0.6±0.1	1.8±0.2	0.028	0.6±0.1	0.9±0.1	0.033
1/2	0.4±0.2	1.2±0.2	0.036	0.5±0.0	1.3±0.2	0.029	0.3±0.1	0.8±0.0	0.027

2.4 อัตราการหายใจ

ผลของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการหายใจของกิ้งกูดำที่ระยะกิ้งกูดำแตกต่างกัน

กิ้งกูดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า อัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้น 1/4, 1/3 และ 1/2 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.6 ± 0.2 mg O_2 /gdw/hr สูงกว่าชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 3.5 ± 0.1 mg O_2 /gdw/hr ส่วนอัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 ในน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้น 1/4 และ 1/3 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.8 ± 0.2 และ 5.3 ± 0.1 mg O_2 /gdw/hr ตามลำดับ และต่ำสุดที่ชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 3.1 ± 0.1 และ 5.3 ± 0.1 mg O_2 /gdw/hr ตามลำดับ (ภาพที่ 13 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ในขณะที่อัตราการหายใจของกิ้งกูดำในน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 20)

กิ้งกูดำระยะ P30

จากการทดลอง พบว่า อัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้น 1/2 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 7.7 ± 0.2 และ 7.1 ± 0.3 mg O_2 /gdw/hr ตามลำดับ ส่วนอัตราการหายใจของกิ้งกูดำในน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้น 1/4 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 7.6 ± 0.4 mg O_2 /gdw/hr

อัตราการหายใจของกิ้งกูดำในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) มีค่าต่ำสุดที่หาคำนวณ และที่ระดับความเข้มข้น $1/4$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 3.8 ± 0.1 mg O₂/gdw/hr อัตราการหายใจของกิ้งกูดำในน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ำสุดที่หาคำนวณ และที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 7.4 ± 0.4 mg O₂/gdw/hr และอัตราการหายใจของกิ้งกูดำในน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ำสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/3$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 4.4 ± 0.2 mg O₂/gdw/hr (ภาพที่ 13 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ในขณะที่อัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P30 ในน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 20)

ผลของอัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า อัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่หาคำนวณ และที่ระดับความเข้มข้น $1/4$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 21)

ในขณะที่อัตราการหายใจของกิ้งกูดำที่ระดับความเข้มข้น $1/3$ และ $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 21)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 21)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ชุดควบคุม และที่ระดับความเข้มข้น 1/3 และ 1/2 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ที่ระดับความเข้มข้น 1/4 ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 21)

ผลของความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการหายใจของกิ้งกูดำที่ระยะกิ้งกูดำแตกต่างกัน

กิ้งกูดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 7)

กิ้งกูดำระยะ P30

ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 7)

ผลของปัจจัยร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกิ้งกูดำ P10 และ P30 ต่ออัตราการหายใจของกิ้งกูดำในน้ำมันต่างชนิดกัน

น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกิ้งกูดำ มีผลต่ออัตราการหายใจของกิ้งกูดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกิ้งกูดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการหายใจของกิ้งกูดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 8)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการหายใจของกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของน้ำมันเตาและระยะกึ่งกลาดำ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการหายใจของกุ้งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 8)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการหายใจของกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการหายใจของกุ้งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 8)

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

(หน่วย: mg O ₂ /gdw/hr)										
ชนิดน้ำมัน (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	กึ่งกลาดำระยะ P10				Chi square	กึ่งกลาดำระยะ P30				Chi square
	สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง					สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง				
	ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2		ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2	
น้ำมันดีเซล	3.5±0.1	3.6±0.2	3.6±0.2	3.6±0.2	0.310	3.81±0.1	3.8±0.1	5.6±0.4	7.7±0.2	0.666
น้ำมันเตา	3.1±0.1	3.8±0.2	3.4±0.1	3.7±0.2	0.017	7.4±0.4	7.6±0.4	7.5±0.3	7.4±0.4	0.321
น้ำมันหล่อลื่น	2.8±0.2	4.6±0.2	5.3±0.1	3.0±0.1	0.007	6.1±0.2	4.7±0.3	4.4±0.2	7.1±0.3	0.019

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการหายใจของกิ้งกูดาคาระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น(ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

(หน่วย: mg O ₂ /gdw/hr)									
สัดส่วน ความเข้มข้น ที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	น้ำมันดีเซล		Chi square	น้ำมันเตา		Chi square	น้ำมันหล่อลื่น		Chi square
	(ส่วนที่ละลายน้ำ)			(ส่วนที่ละลายน้ำ)			(ส่วนที่ละลายน้ำ)		
	ระยะกึ่งกลาดำ			ระยะกึ่งกลาดำ			ระยะกึ่งกลาดำ		
	P10	P30		P10	P30		P10	P30	
ชุดควบคุม	3.5±0.1	3.8±0.1	0.058	3.1±0.1	7.4±0.4	0.026	2.8±0.2	6.1±0.2	0.026
1/4	3.6±0.2	3.8±0.1	0.119	3.8±0.2	7.6±0.4	0.026	4.6±0.2	4.7±0.3	0.851
1/3	3.6±0.2	5.6±0.4	0.030	3.4±0.1	7.5±0.3	0.026	5.3±0.1	4.4±0.2	0.029
1/2	3.6±0.2	7.7±0.2	0.026	3.7±0.2	7.4±0.4	0.027	3.0±0.1	7.1±0.3	0.026

2.5 อัตราการขับถ่าย

ผลของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำที่ระยะกิ้งกูดำแตกต่างกัน

กิ้งกูดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า อัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/4$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.8 ± 0.1 และ 1.0 ± 0.0 mg NH_3 /gdw/hr ตามลำดับ และอัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำในน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.0 ± 0.2 mg NH_3 /gdw/hr

ส่วนอัตราการหายใจของกิ้งกูดำในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ค่าสุดที่หาค่าควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.5 ± 0.0 , 0.4 ± 0.0 และ 0.5 ± 0.1 mg NH_3 /gdw/hr ตามลำดับ (ภาพที่ 14 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่อัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำในน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 22)

กิ้งกูดำระยะ P30

จากการทดลอง พบว่า อัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำระยะ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.3 ± 0.3 , 1.6 ± 0.1 และ 1.2 ± 0.0 mg NH_3 /gdw/hr ตามลำดับ

ส่วนอัตราการหายใจของกุ้งกุลาดำในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ค่าสุดที่หาค่าควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.8 ± 0.1 , 1.2 ± 0.1 และ 0.8 ± 0.1 mg NH₃/gdw/hr ตามลำดับ (ภาพที่ 14 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการจับตัวของกุ้งกุลาดำระยะ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 22)

ผลของอัตราการจับตัวของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า อัตราการจับตัวของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 23)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการจับตัวของกุ้งกุลาดำทั้ง 2 ระยะ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 23)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการจับตัวของกุ้งกุลาดำทั้ง 2 ระยะ ที่หาค่าควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ที่ระดับความเข้มข้น 1/4, 1/3 และ 1/2 ของ LC₅₀ ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 23)

ผลของความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการจับถ่ายของกึ่งกลาดำที่ระยะกึ่งกลาดำแตกต่างกัน

กึ่งกลาดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการจับถ่ายของกึ่งกลาดำระยะ P10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 9)

กึ่งกลาดำระยะ P30

ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการจับถ่ายของกึ่งกลาดำระยะ P30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 9)

ผลของปัจจัยร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ P10 และ P30 ต่ออัตราการจับถ่ายของกึ่งกลาดำในน้ำมันต่างชนิดกัน

น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

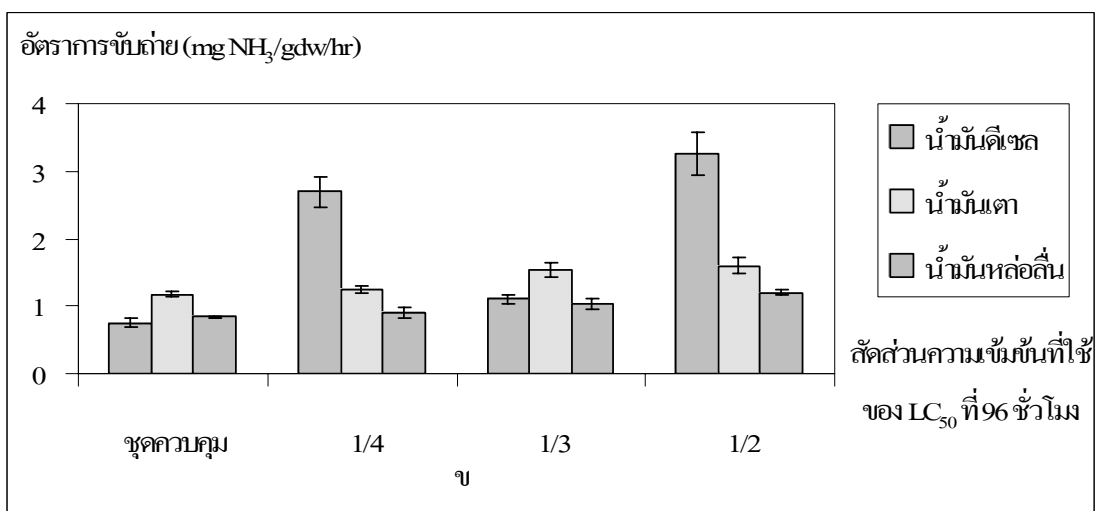
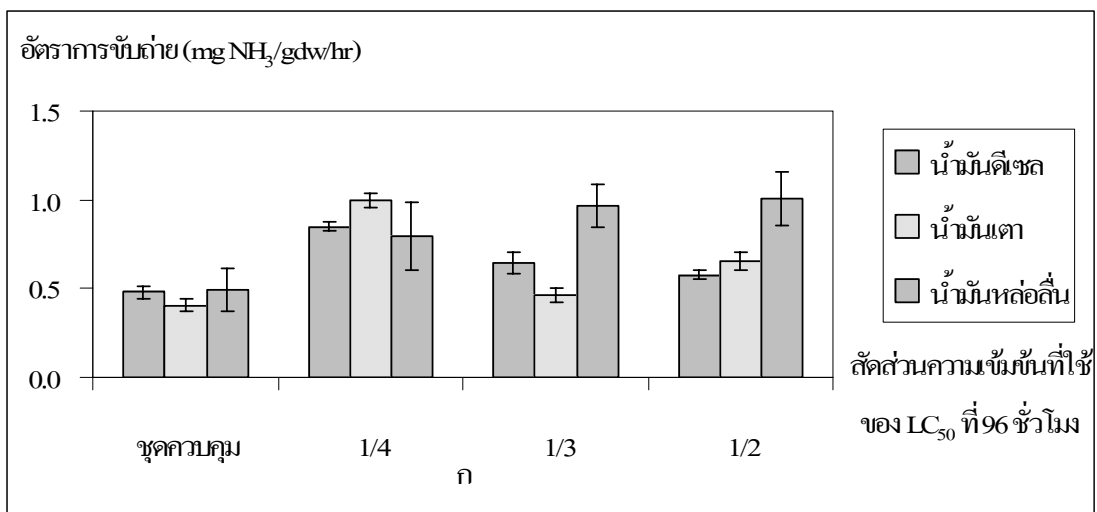
จากการทดลอง พบว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการจับถ่ายของกึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการจับถ่ายของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 10)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการจับถ่ายของกึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการจับถ่ายของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 10)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการจับตัวของกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการจับตัวของกุ้งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 10)



ภาพที่ 14 อัตราการขับถ่ายของกุ้งกุลาดำเมื่อสัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ก. กุ้งกุลาดำระยะ P10 ข. กุ้งกุลาดำระยะ P30

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

(หน่วย: mg NH ₃ /gdw/hr)										
ชนิดน้ำมัน (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	กึ่งกลาดำระยะ P10				Chi square	กึ่งกลาดำระยะ P30				Chi square
	สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง					สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง				
	ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2		ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2	
น้ำมันดีเซล	0.5±0.0	0.8±0.1	0.7±0.1	0.6±0.0	0.002	0.8±0.1	2.7±0.2	1.1±0.1	3.3±0.3	0.198
น้ำมันเตา	0.4±0.0	1.0±0.0	0.5±0.1	0.7±0.1	0.016	1.2±0.1	1.3±0.1	1.5±0.1	1.6±0.1	0.860
น้ำมันหล่อลื่น	0.5±0.1	0.8±0.2	1.0±0.2	1.0±0.2	0.202	0.8±0.1	0.9±0.1	1.0±0.1	1.2±0.0	0.934

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดาคำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดิเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น(ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

(หน่วย: mg NH ₃ /gdw/hr)									
สัดส่วน	น้ำมันดีเซล			น้ำมันเตา			น้ำมันหล่อลื่น		
ความเข้มข้น	(ส่วนที่ละลายน้ำ)		Chi	(ส่วนที่ละลายน้ำ)		Chi	(ส่วนที่ละลายน้ำ)		Chi
ที่ใช้ของ	ระยะกึ่งกลาดำ		square	ระยะกึ่งกลาดำ		square	ระยะกึ่งกลาดำ		square
LC ₅₀ ที่ 96	P10	P30		P10	P30		P10	P30	
ชั่วโมง									
ชุดควบคุม	0.5±0.0	0.8±0.1	0.030	0.4±0.0	1.2±0.1	0.026	0.5±0.1	0.8±0.1	0.038
1/4	0.8±0.1	2.7±0.2	0.027	1.0±0.0	1.3±0.1	0.032	0.8±0.2	0.9±0.1	0.419
1/3	0.7±0.1	1.1±0.1	0.028	0.5±0.1	1.5±0.1	0.027	1.0±0.2	1.0±0.1	0.456
1/2	0.6±0.0	3.3±0.3	0.027	0.7±0.1	1.6±0.1	0.027	1.0±0.2	1.2±0.0	0.125

2.6 อัตราการเจริญเติบโต

ผลของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของกิ้งกูดำที่ระยะกิ้งกูดำแตกต่างกัน

กิ้งกูดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของกิ้งกูดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่หุคควบคุม มีค่าเท่ากับ 2483.0 ± 460.9 , 2786.4 ± 321.3 และ 1242.7 ± 12.5 J/gdw/hr ตามลำดับ และค่าสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 310.8 ± 183.9 , 387.1 ± 67.8 และ 110.5 ± 29.6 J/gdw/hr ตามลำดับ (ภาพที่ 15 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตของกิ้งกูดำระยะ P10 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 25)

กิ้งกูดำระยะ P30

จากการทดลอง พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของกิ้งกูดำระยะ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) สูงสุดที่หุคควบคุม มีค่าเท่ากับ 5529.3 ± 352.9 , 5197.0 ± 350.6 และ 3562.6 ± 108.1 J/gdw/hr ตามลำดับ และค่าสุดที่ระดับความเข้มข้น $1/2$ ของ LC_{50} ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1099.2 ± 133.3 , 1913.2 ± 416.6 และ 983.1 ± 83.1 J/gdw.hr ตามลำดับ (ภาพที่ 15 และตารางที่ 27-29)

ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตของกิ้งกูดำระยะ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) (ตารางที่ 25)

ผลของอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 26)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำทั้ง 2 ระยะ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 26)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำทั้ง 2 ระยะ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 26)

ผลของความเข้มข้นของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่ระยะกุ้งกุลาดำแตกต่างกัน

กุ้งกุลาดำระยะ P10

จากการทดลอง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำระยะ P10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 11)

กึ่งกลาดำระยะ P30

ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำระยะ P30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 11)

ผลของปัจจัยร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ P10 และ P30 ต่ออัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำในน้ำมันต่างชนิดกัน

น้ำมันคิเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

จากการทดลอง พบว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำมันคิเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 12)

น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 12)

น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) และระยะกึ่งกลาดำ มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมัน และระยะกึ่งกลาดำ มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการเจริญเติบโตของกึ่งกลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางผนวกที่ 12)

ตารางที่ 24 ผลของอัตราการเจริญเติบโต (คิดเป็นร้อยละ) ของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ใน น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

สัดส่วน ความ เข้มข้นที่ใช้ ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)		น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)		น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)	
	ระยะกึ่งกลาดำ		ระยะกึ่งกลาดำ		ระยะกึ่งกลาดำ	
	P10	P30	P10	P30	P10	P30
ชุดควบคุม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1/4	50.35	56.25	45.88	76.73	52.14	66.15
1/3	30.37	37.05	31.77	54.06	22.96	37.75
1/2	12.52	19.88	13.89	36.81	8.89	27.60

จากตารางที่ 24 อัตราการเจริญเติบโต (คิดเป็นร้อยละ) ของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่า อัตราการเจริญเติบโต (คิดเป็นร้อยละ) ที่ระดับความเข้มข้น 1/4, 1/3 และ 1/2 ของ LC₅₀ ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง มีค่าน้อยกว่าชุดควบคุม และจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำมันเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า กึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อสัมผัสกับน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

(หน่วย: J/gdw/hr)

ชนิดน้ำมัน (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	กึ่งกุลาดำระยะ P10				Chi square	กึ่งกุลาดำระยะ P30				Chi square
	สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง					สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง				
	ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2		ชุดควบคุม	1/4	1/3	1/2	
น้ำมันดีเซล	2483.0	1250.3	754.2	310.8	0.156	5529.3	3110.2	2048.6	1099.2	0.162
	±460.9	±252.0	±290.1	±183.9		±352.9	±365.8	±332.1	±133.3	
น้ำมันเตา	2786.4	1278.4	885.1	387.1	0.101	5197.0	3987.4	2809.4	1913.2	0.428
	±321.3	±183.9	±40.0	±67.8		±350.6	±289.1	±513.2	±416.6	
น้ำมันหล่อลื่น	1242.7	648.0	285.3	110.5	0.174	3562.6	2356.5	1345.0	983.1	0.232
	±12.5	±157.3	±36.7	±29.6		±108.1	±276.0	±25.3	±83.1	

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของกิ้งกูดาคำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น(ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

(หน่วย: J/gdw/hr)									
สัดส่วน ความเข้มข้น ที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	น้ำมันดีเซล		Chi squares	น้ำมันเตา		Chi square	น้ำมันหล่อลื่น		Chi square
	(ส่วนที่ละลายน้ำ)			(ส่วนที่ละลายน้ำ)			(ส่วนที่ละลายน้ำ)		
	ระยะกึ่งกลาดำ			ระยะกึ่งกลาดำ			ระยะกึ่งกลาดำ		
	P10	P30		P10	P30		P10	P30	
ชุดควบคุม	2483.0±460.9	5529.4±352.9	0.029	2786.4±321.3	5197.0±350.6	0.029	1242.7±12.5	3562.6±108.1	0.026
1/4	1250.3±252.0	3110.2±365.8	0.031	1278.4±183.9	3987.4±289.1	0.027	648.0±157.3	2356.5±276.0	0.029
1/3	754.2±290.1	2048.6±332.1	0.037	885.1±40.0	2809.4±513.2	0.033	285.3±36.7	1345.0±25.3	0.026
1/2	310.8±183.9	1099.2±133.3	0.034	387.1±67.8	1913.2±416.6	0.033	110.5±29.6	983.1±83.1	0.026

ตารางที่ 27 สรุปผลของอัตราการลอกคราบ อัตราการกินอาหาร ประสิทธิภาพการดูดซึม อัตราการหายใจ อัตราการขับถ่าย และอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

27.1 กุ้งกุลาดำระยะ P10

สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	อัตราการลอกคราบ (วัน)	อัตราการกินอาหาร (mg Artemia /gdw/hr)	ประสิทธิภาพการดูดซึม (Ratio/gdw/hr)	อัตราการหายใจ (mg O ₂ /gdw/hr)	อัตราการขับถ่าย (mg NH ₃ /gdw/hr)	อัตราการเจริญเติบโต (J/gdw/hr)
ชุดควบคุม	0.83±0.06	94.4±5.2	1.2±0.2	3.5±0.1	0.5±0.0	2483.0±460.9
1/4	0.97±0.06	80.8±6.6	0.7±0.2	3.6±0.2	0.8±0.1	1250.3±252.0
1/3	1.07±0.06	52.7±4.6	0.7±0.2	3.6±0.2	0.7±0.1	754.2±290.1
1/2	1.13±0.06	44.1±0.3	0.4±0.2	3.6±0.2	0.6±0.0	310.8±183.9

ตารางที่ 27 (ต่อ)

27.2 กุ้งกุลาดำระยะ P30

สัดส่วนความ เข้มข้นที่ใช้ ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	อัตรา การลอกคราบ (วัน)	อัตราการกินอาหาร (mg Artemia /gdw/hr)	ประสิทธิภาพ การดูดซึม (Ratio/gdw/hr)	อัตราการหายใจ (mg O ₂ /gdw/hr)	อัตราการขับถ่าย (mg NH ₃ /gdw/hr)	อัตรา การเจริญเติบโต (J/gdw/hr)
ชุดควบคุม	2.67±0.12	133.9±6.4	1.8±0.2	3.8±0.1	0.8±0.1	5529.3±352.9
1/4	2.77±0.06	82.6±6.8	1.7±0.1	3.8±0.1	2.7±0.2	3110.2±365.8
1/3	2.90±0.00	65.9±5.0	1.4±0.3	5.6±0.4	1.1±0.6	2048.6±332.1
1/2	3.00±0.00	46.3±2.2	1.2±0.2	7.7±0.2	3.3±0.3	1099.2±133.3

ตารางที่ 28 สรุปผลของอัตราการลอกคราบ อัตราการกินอาหาร ประสิทธิภาพการดูดซึม อัตราการหายใจ อัตราการขับถ่าย และอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

28.1 กุ้งกุลาดำระยะ P10

สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	อัตราการลอกคราบ (วัน)	อัตราการกินอาหาร (mg Artemia /gdw/hr)	ประสิทธิภาพการดูดซึม (Ratio/gdw/hr)	อัตราการหายใจ (mg O ₂ /gdw/hr)	อัตราการขับถ่าย (mg NH ₃ /gdw/hr)	อัตราการเจริญเติบโต (J/gdw/hr)
ชุดควบคุม	0.80±0.10	104.7±9.9	1.2±0.1	3.1±0.1	0.4±0.0	2786.4±321.3
1/4	0.97±0.06	95.6±4.6	0.6±0.1	3.8±0.2	1.0±0.0	1278.4±183.9
1/3	1.03±0.06	67.9±4.6	0.6±0.1	3.4±0.1	0.5±0.1	885.1±40.0
1/2	1.20±0.00	40.2±4.9	0.5±0.0	3.7±0.2	0.7±0.1	387.1±67.8

ตารางที่ 28 (ต่อ)

28.2 กุ้งกุลาดำระยะ P30

สัดส่วนความ เข้มข้นที่ใช้ ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	อัตรา การลอกคราบ (วัน)	อัตราการกินอาหาร (mg Artemia /gdw/hr)	ประสิทธิภาพ การดูดซึม (Ratio/gdw/hr)	อัตราการหายใจ (mg O ₂ /gdw/hr)	อัตราการขับถ่าย (mg NH ₃ /gdw/hr)	อัตรา การเจริญเติบโต (J/gdw/hr)
ชุดควบคุม	2.73±0.06	109.3±8.0	2.1±0.1	7.4±0.4	1.2±0.1	5197.0±350.6
1/4	2.87±0.06	89.2±7.2	2.0±0.3	7.6±0.4	1.3±0.1	3987.4±289.1
1/3	3.00±0.10	70.6±6.5	1.8±0.2	7.5±0.3	1.5±0.1	2809.4±513.2
1/2	3.13±0.06	64.9±6.5	1.3±0.2	7.4±0.4	1.6±0.1	1913.2±416.6

ตารางที่ 29 สรุปผลของอัตราการลอกคราบ อัตราการกินอาหาร ประสิทธิภาพการดูดซึม อัตราการหายใจ อัตราการขับถ่าย และอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

29.1 กุ้งกุลาดำระยะ P10

สัดส่วนความเข้มข้นที่ใช้ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	อัตราการลอกคราบ (วัน)	อัตราการกินอาหาร (mg Artemia /gdw/hr)	ประสิทธิภาพการดูดซึม (Ratio/gdw/hr)	อัตราการหายใจ (mg O ₂ /gdw/hr)	อัตราการขับถ่าย (mg NH ₃ /gdw/hr)	อัตราการเจริญเติบโต (J/gdw/hr)
ชุดควบคุม	0.80±0.10	50.2±1.8	1.1±0.0	2.8±0.2	0.5±0.1	1242.7±12.5
1/4	1.00±0.10	43.8±4.8	0.7±0.1	4.6±0.2	0.8±0.2	648.0±157.3
1/3	1.13±0.06	28.8±3.3	0.6±0.1	5.3±0.1	1.0±0.2	285.3±36.7
1/2	1.23±0.06	23.4±3.2	0.3±0.1	3.0±0.1	1.0±0.2	110.5±29.6

ตารางที่ 29 (ต่อ)

29.2 กุ้งกุลาดำระยะ P30

สัดส่วนความ เข้มข้นที่ใช้ ของ LC ₅₀ ที่ 96 ชั่วโมง	อัตรา การลอกคราบ (วัน)	อัตราการกินอาหาร (mg Artemia /gdw/hr)	ประสิทธิภาพ การดูดซึม (Ratio/gdw/hr)	อัตราการหายใจ (mg O ₂ /gdw/hr)	อัตราการขับถ่าย (mg NH ₃ /gdw/hr)	อัตรา การเจริญเติบโต (J/gdw/hr)
ชุดควบคุม	2.70±0.10	119.3±8.1	1.3±0.1	6.1±0.2	0.8±0.1	3562.6±108.1
1/4	2.77±0.06	98.1±2.4	1.1±0.1	4.7±0.3	0.9±0.1	2356.5±276.0
1/3	2.87±0.06	67.2±3.8	0.9±0.1	4.4±0.2	1.0±0.1	1345.0±25.3
1/2	3.03±0.06	57.9±2.9	0.8±0.0	7.1±0.3	1.2±0.0	983.1±83.1

