

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โลหะหนักที่ทำการศึกษา	5
2.2 การแพร่กระจายและการสะสมของสารหนูและปรอทที่มีต่อสิ่งแวดล้อม	14
2.3 สิ่งมีชีวิตที่ทำการศึกษา	17
2.4 ความเป็นพิษของสารหนูและปรอทที่มีต่อสิ่งมีชีวิต	20
2.5 การเปลี่ยนแปลงลักษณะจุลพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อเหงือกและตับปลานิล	31
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	
3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	33
3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง	34
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	38
3.4 สถานที่ปฏิบัติการ	38
3.5 ระยะเวลาในการปฏิบัติการ	38
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 การศึกษาพิษเฉียบพลัน	39
4.2 การศึกษาพิษเรื้อรังเฉียบพลัน	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 วิจัยผลการศึกษา	
5.1 การทดสอบพิษเฉียบพลัน	86
5.2 การทดสอบพิษเรื้อรังเฉียบพลัน	93
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปผลการทดลอง	99
6.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้	100
เอกสารอ้างอิง	102
ภาคผนวก	111
ประวัติผู้เขียน	126

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	สารประกอบ Methylarsenic ในสิ่งแวดล้อม 8
ตารางที่ 2	ค่าพิษเฉียบพลันของสารหนูที่มีต่อปลาและรึ้นน้ำจืด 22
ตารางที่ 3	ค่าพิษเฉียบพลันของปรอทที่มีต่อปลาและรึ้นน้ำจืด 29
ตารางที่ 4	ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ที่เวลา 24 ชั่วโมง 39
ตารางที่ 5	ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ที่เวลา 48 ชั่วโมง 40
ตารางที่ 6	ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ที่เวลา 24 ชั่วโมง 41
ตารางที่ 7	ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ที่เวลา 48 ชั่วโมง 41
ตารางที่ 8	ค่าคุณภาพน้ำ อันได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ, ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของ โซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อปลานิล 43
ตารางที่ 9	เปอร์เซ็นต์การตายของปลานิลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ระดับความ เข้มข้นต่าง ๆ กันในการทดสอบความเป็นพิษขั้นต้น 43
ตารางที่ 10	เปอร์เซ็นต์การตายของปลานิลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการทดสอบความเป็นพิษขั้นละเอียด 44
ตารางที่ 11	ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อปลานิลที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง 44
ตารางที่ 12	ลักษณะผิดปกติของเหงือกปลานิลที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์ เข้มข้น 8.23 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลานาน 24 และ 48 ชั่วโมง 47
ตารางที่ 13	ค่าออกซิเจนละลายน้ำและค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ทดสอบใน ระดับที่ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 50 49
ตารางที่ 14	เปอร์เซ็นต์การตายของปลานิลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการทดสอบความเป็นพิษขั้นต้น 50
ตารางที่ 15	เปอร์เซ็นต์การตายของปลานิลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการทดสอบความเป็นพิษขั้นละเอียด 50

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 16 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อปลานิล ที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง	51
ตารางที่ 17 ลักษณะผิดปกติของเหงือกปลานิลที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ เข้มข้น 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลานาน 24 และ 48 ชั่วโมง	54
ตารางที่ 18 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ในแต่ละวัย	57
ตารางที่ 19 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอน รึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย	58
ตารางที่ 20 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อน้ำหนักแห้งของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย	60
ตารางที่ 21 ผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ต่อจำนวนตัวเต็มวัยรึ้นน้ำจืด	61
ตารางที่ 22 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อขนาดความยาวลำตัวของตัวหนอนรึ้นน้ำจืด ในแต่ละวัย	63
ตารางที่ 23 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวหนอน รึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย	64
ตารางที่ 24 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อน้ำหนักแห้งของตัวหนอนรึ้นน้ำจืดในแต่ละวัย	66
ตารางที่ 25 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อจำนวนตัวเต็มวัยรึ้นน้ำจืด	67
ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยความยาวลำตัวของปลานิลในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	71
ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของปลานิลในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	72
ตารางที่ 28 อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	72
ตารางที่ 29 ลักษณะผิดปกติของเหงือกปลานิลที่เลี้ยงในชุดการทดลองของ โซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	75
ตารางที่ 30 ลักษณะผิดปกติของตับปลานิลที่เลี้ยงในชุดการทดลองของ โซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	77
ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยความยาวลำตัวของปลานิลในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของปลานิลในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	81
ตารางที่ 33 อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	81
ตารางที่ 34 ลักษณะผิดปกติของเหงือกปลานิลที่เลี้ยงในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	83
ตารางที่ 35 ลักษณะผิดปกติของตับปลานิลที่เลี้ยงในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	85
ตารางที่ 36 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมอาร์ซีไนท์และเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ทำให้ตัวหนอนรึ้นน้ำจืดตายร้อยละ 50 ที่ 48 ชั่วโมง	88
ตารางที่ 37 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ทำให้ปลานิลตายร้อยละ 50	90
ตารางภาคผนวกที่ 1 คุณสมบัติของน้ำบางประการในน้ำที่ใช้ในการทดลองผลของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่ทำให้ปลาตายร้อยละ 50 นาน 48 ชั่วโมง	116
ตารางภาคผนวกที่ 2 คุณสมบัติของน้ำบางประการในน้ำที่ใช้ในการทดลองผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่ทำให้ปลาตายร้อยละ 50 นาน 48 ชั่วโมง	116
ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าเฉลี่ยของออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) ที่เลี้ยงปลานิลในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	117
ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าเฉลี่ยของออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) ที่เลี้ยงปลานิลในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	117
ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) ที่เลี้ยงปลานิลในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	118
ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) ที่เลี้ยงปลานิลในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ที่เลี้ยงปลานิล ในชุดการทดลองของโซเดียมอาร์ซีไนท์ที่มีการให้อาหาร ต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	119
ตารางภาคผนวกที่ 8 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ที่เลี้ยงปลานิล ในชุดการทดลองของเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่มีการให้อาหาร ต่างชนิดกันเป็นเวลา 30 วัน	119

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	10
ภาพที่ 2	13
ภาพที่ 3	17
ภาพที่ 4	40
ภาพที่ 5	42
ภาพที่ 6	46
ภาพที่ 7	48
ภาพที่ 8	53
ภาพที่ 9	55
ภาพที่ 10	57
ภาพที่ 11	59
ภาพที่ 12	60
ภาพที่ 13	62
ภาพที่ 14	63
ภาพที่ 15	65
ภาพที่ 16	66
ภาพที่ 17	68
ภาพที่ 18	70

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 19 ภาพตัดขวางเหงือกปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงใน สารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์ ที่เวลา 30 วัน แสดงส่วนประกอบต่างๆ gill filament (F) gill lamellae (L) cartilage (C) โดยวิธี H&E	74
ภาพที่ 20 ภาพตัดขวางตับปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงใน สารละลายโซเดียมอาร์ซีไนท์ ที่เวลา 30 วัน ประกอบด้วย hepatocyte (H) sinusoid (Si) exocrine pancreas (E) โดยวิธี H&E	76
ภาพที่ 21 ผลของเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อพฤติกรรมการว่ายน้ำของปลานิล	79
ภาพที่ 22 ภาพตัดขวางเหงือกปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงใน สารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ที่เวลา 30 วัน แสดงส่วนประกอบต่างๆ gill filament (F) gill lamellae (L) cartilage (C) โดยวิธี H&E	82
ภาพที่ 23 ภาพตัดขวางตับปลานิลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงใน สารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ที่เวลา 30 วัน ประกอบด้วย hepatocyte (H) sinusoid (Si) exocrine pancreas (E) โดยวิธี H&E	84