

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 อุตสาหกรรมน้ำยางข้น	5
2.2 สังกะสี	6
2.3 หนอนแดง (<i>Chironomus calipterus</i> (Kieffer))	13
2.4 จุลินทรีย์	18
2.5 การกำจัดสังกะสีโดยจุลินทรีย์	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
3.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างกากตะกอน	25
3.2 การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของสังกะสี (ในรูป ZnO) ต่อหนอนแดงใน ห้องปฏิบัติการ	28
3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ในการลดปริมาณสังกะสีโดยจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้	30
3.4 การทดสอบความเป็นพิษของสังกะสีจากกากตะกอนต่อหนอนแดง ก่อนและหลังการลดปริมาณสังกะสีโดยจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้	33
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	35
4.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของกากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำยางธรรมชาติ	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของสังกะสี (ในรูป ZnO) ต่อหนอนแดง ในห้องปฏิบัติการ	36
4.3 การคัดแยกจุลินทรีย์และการลดปริมาณสังกะสีโดยใช้จุลินทรีย์ที่คัดแยก จากกากตะกอน	42
4.4 ความเป็นพิษของสังกะสีในกากตะกอนต่อหนอนแดง ก่อนและหลัง การกำจัดด้วยจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากธรรมชาติ	54
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	66
5.1 สรุปผลการวิจัย	66
5.2 ข้อเสนอแนะ	68
บรรณานุกรม	69
ภาคผนวก ก การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์	80
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และเคมีของกากตะกอน	82
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และเคมี	88
ภาคผนวก ง ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	93
ภาคผนวก จ การย้อมสีแบบแกรม	96
ภาคผนวก ฉ การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน	97
ภาคผนวก ช ผลการทดสอบความเป็นพิษของสังกะสี	98
ภาคผนวก ซ การทดสอบการลดปริมาณสังกะสีโดยจุลินทรีย์	101
ประวัติผู้เขียน	105

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความเป็นพิษเฉียบพลัน (96-hr LC ₅₀) ของสังกะสีในสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ	10
2.2	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราการรอดตายและระดับความเป็นพิษ ต่อหนอนแดง	17
3.1	พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ตรวจวัดและวิธีการวิเคราะห์หรือเครื่องมือ	27
4.1	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากตะกอนจากบ่อรวมน้ำเสีย โรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางธรรมชาติ	35
4.2	ค่า LC ₅₀ ของสังกะสี (ในรูป ZnO) ต่อหนอนแดงที่เวลา 48, 72 และ 96 hr	38
4.3	ค่า LC ₅₀ ของสารประกอบสังกะสี ประเภทต่างๆ ต่อสัตว์น้ำจืดที่ 96 hr	39
4.4	ค่า LT ₅₀ ของสังกะสี (ในรูป ZnO) ต่อหนอนแดงที่ความเข้มข้นต่างๆ ของสังกะสี	40
4.5	ลักษณะของจุลินทรีย์ไอโซเลต A-E ที่คัดแยกได้จากกากตะกอน	43
4.6	ความเข้มข้นของสังกะสี (Nominal and Actual Concentration) ที่ใช้ ในการทดสอบการลดปริมาณสังกะสีโดยจุลินทรีย์ไอโซเลต A-E	43
4.7	ร้อยละการกำจัดสังกะสีของจุลินทรีย์ 5 ไอโซเลตที่ความเข้มข้นสังกะสี 10 และ 20 mg/L	53
4.8	ค่า LC ₅₀ ของสังกะสีต่อหนอนแดงที่เวลา 48, 72 และ 96 hr ก่อนลดด้วยจุลินทรีย์ ไอโซเลต C	55
4.9	ค่า LT ₅₀ ของสังกะสีต่อหนอนแดงที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนลดด้วยจุลินทรีย์ ไอโซเลต C	56
4.10	ค่า LC ₅₀ ของสังกะสีต่อหนอนแดงที่เวลา 48, 72 และ 96 hr หลังลดด้วยจุลินทรีย์ ไอโซเลต C	60
4.11	ค่า LT ₅₀ ของสังกะสีต่อหนอนแดงที่ความเข้มข้นต่างๆ หลังลดด้วยจุลินทรีย์ ไอโซเลต C	61
4.12	ค่า LC ₅₀ ที่เวลาต่างๆ ของสารละลาย ZnO และสังกะสีรวมจากกากตะกอนต่อ หนอนแดงก่อนและหลังการลดด้วยจุลินทรีย์	63

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	วงชีวิตของหนอนแดง	15
2.2	Standard growth curve of bacteria	19
2.3	การนำสารอาหารเข้าสู่เซลล์จุลินทรีย์	22
3.1	บ่อรวมน้ำเสียของโรงงานกากตะกอนบริเวณที่ 1 (a), กากตะกอนบริเวณที่ 2 (b)	27
3.2	ชุดการทดลองความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของสังกะสีต่อหนอนแดง	30
3.3	ชุดทดลองความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของสังกะสีจากกากตะกอนก่อนและหลังการลดสังกะสีด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลต C	34
4.1	ร้อยละการตาย (% Mortality) ของหนอนแดงที่เวลา 48, 72 และ 96 hr เมื่อใช้สารละลายสังกะสีในรูป ZnO ความเข้มข้นต่างๆ	37
4.2	ร้อยละการตายของหนอนแดง (% Mortality) ที่เวลาต่างๆ (hr) เมื่อใช้สารละลายสังกะสีในรูป ZnO ความเข้มข้น 5.84, 6.88, 8.76, 11.56 และ 14.76 mg/L	39
4.3	ความเป็นพิษของสังกะสีในรูป LC ₅₀ (mg/L) ต่อหนอนแดงที่เวลา 48, 72 และ 96 hr	41
4.4	ความเป็นพิษของสังกะสีในรูป LT ₅₀ (hr) ต่อหนอนแดงที่ความเข้มข้นต่างๆ (mg/L)	41
4.5	จุลินทรีย์ 5 ไอโซเลตที่คัดแยกได้บนอาหารแข็งได้แก่ ไอโซเลต A, B, C, D และ E	42
4.6	ลักษณะรูปร่างจากการย้อมสีแบบแกรมของไอโซเลต A (a) (x40), ไอโซเลต B (b) (x40), ไอโซเลต C (c) (x100), ไอโซเลต D (d) (x40) และ ไอโซเลต E (e) (x40)	44
4.7	ปริมาณสังกะสีที่ลดลงตามเวลา เมื่อเติมไอโซเลต A และค่าการดูดกลืนแสง (OD) ของ A ที่เวลาต่างๆ (ความเข้มข้นสังกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	45
4.8	ร้อยละการกำจัดสังกะสีโดยไอโซเลต A (ความเข้มข้นสังกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	46
4.9	ปริมาณสังกะสีที่ลดลงตามเวลา เมื่อเติมไอโซเลต B และค่าการดูดกลืนแสง (OD) ของ B ที่เวลาต่างๆ (ความเข้มข้นสังกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	47
4.10	ร้อยละการกำจัดสังกะสีโดยไอโซเลต B (ความเข้มข้นสังกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	47
4.11	ปริมาณสังกะสีที่ลดลงตามเวลา เมื่อเติมไอโซเลต C และค่าการดูดกลืนแสง (OD) ของ C ที่เวลาต่างๆ (ความเข้มข้นสังกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	48

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.12	ร้อยละการกำจัดสัณกะสีโดยไอโซเลต C (ความเข้มข้นสัณกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	49
4.13	ปริมาณสัณกะสีที่ลดลงตามเวลา เมื่อเติมไอโซเลต D และค่าการดูดกลืนแสง (OD) ของ D ที่เวลาต่างๆ (ความเข้มข้นสัณกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	50
4.14	ร้อยละการกำจัดสัณกะสีโดยไอโซเลต D (ความเข้มข้นสัณกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	50
4.15	ปริมาณสัณกะสีที่ลดลงตามเวลา เมื่อเติมไอโซเลต E และค่าการดูดกลืนแสง (OD) ของ E ที่เวลาต่างๆ (ความเข้มข้นสัณกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	51
4.16	ร้อยละการกำจัดสัณกะสีโดยไอโซเลต E (ความเข้มข้นสัณกะสีเริ่มต้น 10 และ 20 mg/L)	52
4.17	ร้อยละการตาย (% Mortality) ของหนอนแดงที่เวลา 48, 72 และ 96 hr เมื่อใช้สารละลายสัณกะสีจากกากตะกอนความเข้มข้นต่างๆ ก่อนลดด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลต C	54
4.18	ร้อยละการตายของหนอนแดงที่เวลาต่างๆ (hr) เมื่อใช้สารละลายสัณกะสีจากกากตะกอนเข้มข้น 8.33, 9.54, 10.92, 14.77 และ 16.45 mg/L ก่อนลดด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลต C	56
4.19	ความเป็นพิษของสัณกะสีจากกากตะกอนในรูปแบบ LC ₅₀ (mg/L) ต่อหนอนแดงที่เวลา 24, 48, 72 และ 96 hr ก่อนลดด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลต C	57
4.20	ความเป็นพิษของสัณกะสีจากกากตะกอนในรูปแบบ LT ₅₀ (hr) ต่อหนอนแดงที่ความเข้มข้นต่างๆ (mg/L) ก่อนลดด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลต C	57
4.21	ร้อยละการตาย (% Mortality) ของหนอนแดงที่เวลา 48, 72 และ 96 hr เมื่อใช้สารละลายสัณกะสีจากกากตะกอนความเข้มข้นต่างๆ หลังลดด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลต C	59
4.22	ร้อยละการตายของหนอนแดงที่เวลาต่างๆ (hr) เมื่อใช้สารละลายสัณกะสีจากกากตะกอนเข้มข้น 7.38, 9.78, 12.65 และ 14.11 mg/L หลังลดด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลต C	60
4.23	ความเป็นพิษของสัณกะสีจากกากตะกอนในรูปแบบ LC ₅₀ (mg/L) ต่อหนอนแดงที่เวลา 48, 72 และ 96 hr หลังลดด้วยจุลินทรีย์ไอโซเลต C	61

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.24	ความเป็นพิษของสังกะสีจากกากตะกอนในรูป LT_{50} (hr) ต่อหนอนแดง ที่ความเข้มข้นต่างๆ (mg/L) หลังลดด้วยจุลินทรีย์ไฮโซเลต C	62