

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
โลหะหนัก.....	4
การปนเปื้อนโลหะหนักสู่ดิน.....	9
จุลินทรีย์ในดิน.....	11
การบำบัดทางชีวภาพ.....	13
การบำบัดสารมลพิษโดยใช้พืช (Phytoremediation).....	17
สภาพปัจจุบันของพื้นที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาลตำบลในเมือง อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์.....	20
พืชที่ใช้ในการศึกษา.....	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
แผนการทดลอง.....	31
วิธีการทดลอง.....	33
พื้นที่ทำการวิจัย.....	33
การเก็บตัวอย่างดิน.....	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การเก็บรักษาตัวอย่างดิน.....	34
การวิเคราะห์ดิน.....	36
อุณหภูมิจึง.....	36
การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน.....	36
การวิเคราะห์โลหะหนักในดิน ตามวิธี AOAC 999.11.....	36
การวิเคราะห์โลหะหนักในพืช.....	38
4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง.....	40
คุณสมบัติของดินจากพื้นที่กำจัดขยะของเทศบาลตำบลในเมือง อำเภอพิชัย จังหวัดอุดรดิตถ์.....	40
การเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดินในระหว่างการบำบัดสารมลพิษโดยพืช.....	41
อุณหภูมิจึง.....	41
ความเป็นกรด-ด่าง (pH).....	45
ตะกั่ว (Pb).....	48
ทองแดง (Cu).....	52
แคดเมียม (Cd).....	56
สังกะสี (Zn).....	60
เหล็ก (Fe).....	64
การสะสมโลหะหนักในพืช.....	69
ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในพืชก่อนปลูกในชุดการทดลอง.....	69
ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในพืชหลังทำการทดลอง 12 สัปดาห์.....	74
ผลต่างของปริมาณโลหะหนักที่พืชดูดซึมก่อนและหลังทำการทดลอง.....	84
ปริมาณโลหะหนักในพืช (เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซึมโลหะหนัก ของพืชแต่ละชนิด).....	86
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	89
ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	92

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก กราฟมาตรฐานโลหะหนักที่วิเคราะห์กับเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer.....	99
ภาคผนวก ข การหาค่า Limit Of Detection (LOD) และ Limit Of Quantitation (LOQ).....	105
ภาคผนวก ค การหาเปอร์เซ็นต์ Recovery.....	108
ภาคผนวก ง หลักการของ Atomic Absorption Spectrophotometry.....	111
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน Shimadzu Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) รุ่น AA-6200 ด้วย WizAArd Software.....	120
ภาคผนวก ฉ ภาพประกอบการศึกษาวิจัย.....	136
ประวัติผู้วิจัย.....	148

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	หน้าที่ทางชีวภาพและความเป็นพิษของโลหะหนัก.....	10
2.2	ผลของโลหะหนักต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม.....	11
2.3	เปรียบเทียบข้อดี-ข้อจำกัดของเทคโนโลยีการฟื้นฟูทางชีวภาพ.....	16
2.4	ปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลในเมือง อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ แยกตามประเภทที่นำมากำจัดในพื้นที่กำจัดมูลฝอย.....	21
4.1	คุณสมบัติของดินจากพื้นที่กำจัดขยะของเทศบาลตำบลในเมือง อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์.....	40
4.2	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ในแต่ละชุดการทดลอง.....	42
4.3	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอุณหภูมิ.....	42
4.4	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอุณหภูมิ.....	43
4.5	ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในแต่ละชุดการทดลอง.....	45
4.6	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความเป็นกรด-ด่าง (pH).....	46
4.7	ตะกั่ว (Pb) (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในแต่ละชุดการทดลอง.....	49
4.8	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์การลดลงของตะกั่ว.....	50
4.9	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์การของตะกั่ว.....	50
4.10	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์การของทองแดง.....	53
4.11	ทองแดง (Cu) (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในแต่ละชุดการทดลอง.....	54
4.12	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์การของแคดเมียม.....	57
4.13	แคดเมียม (Cd) (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในแต่ละชุดการทดลอง.....	58
4.14	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์การของสังกะสี.....	61
4.15	สังกะสี (Zn) (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในแต่ละชุดการทดลอง.....	62
4.16	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์การของเหล็ก.....	65
4.17	เหล็ก (Fe) (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในแต่ละชุดการทดลอง.....	66
4.18	ปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	69
4.19	ปริมาณทองแดง (Cu) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	70
4.20	ปริมาณแคดเมียม (Cd) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	71
4.21	ปริมาณสังกะสี (Zn) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	72
4.22	ปริมาณเหล็ก (Fe) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	73

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.23 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่สะสมในพืชหลังปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	75
4.24 ปริมาณทองแดง (Cu) ที่สะสมในพืชหลังปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	77
4.25 ปริมาณแคดเมียม (Cd) ที่สะสมในพืชหลังปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	78
4.26 ปริมาณสังกะสี (Zn) ที่สะสมในพืชหลังปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	80
4.27 ปริมาณเหล็ก (Fe) ที่สะสมในพืชหลังปลูก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	82
4.28 ประสิทธิภาพการดูดซึมโลหะหนักของพืชแต่ละชนิด (มิลลิกรัม/กิโลกรัม).....	85
4.29 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพการดูดซึมโลหะหนักของพืชแต่ละชนิด	85
4.30 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซึมโลหะหนักของพืชแต่ละชนิด.....	87
4.31 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพการดูดซึมโลหะหนักของพืชแต่ละชนิด.....	87

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 สมดุลและการคงอยู่ของโลหะหนักในดิน.....	9
2.2 กระบวนการบำบัดทางชีวภาพ.....	15
2.3 การสะสมของอนินทรีย์ในพืช.....	18
2.4 Natural And Induced Phytoextraction.....	19
3.1 แผนการทดลอง.....	32
3.2 พื้นที่ทำการศึกษาวิจัย.....	33
3.3 แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดิน.....	35
4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในชุดการทดลอง.....	44
4.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในดิน.....	47
4.3 การลดลงของตะกั่วในดิน.....	51
4.4 การลดลงของทองแดงในดิน.....	55
4.5 การลดลงของแคดเมียมในดิน.....	59
4.6 การลดลงของสังกะสีในดิน.....	63
4.7 การลดลงของเหล็กในดิน.....	67
4.8 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก.....	69
4.9 ปริมาณทองแดง (Cu) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก.....	70
4.10 ปริมาณแคดเมียม (Cd) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก.....	71
4.11 ปริมาณสังกะสี (Zn) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก.....	72
4.12 ปริมาณเหล็ก (Fe) ที่สะสมในพืชก่อนปลูก.....	73
4.13 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่สะสมในพืชหลังปลูก.....	75
4.14 ปริมาณทองแดง (Cu) ที่สะสมในพืชหลังปลูก.....	77
4.15 ปริมาณแคดเมียม (Cd) ที่สะสมในพืชหลังปลูก.....	79
4.16 ปริมาณสังกะสี (Zn) ที่สะสมในพืชหลังปลูก.....	80
4.17 ปริมาณเหล็ก (Fe) ที่สะสมในพืชหลังปลูก.....	82
4.18 ประสิทธิภาพการดูดซึมโลหะหนักของพืชแต่ละชนิด.....	86
4.19 ประสิทธิภาพการดูดซึมโลหะหนักของพืชแต่ละชนิดเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์..	88