

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพ	(10)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
บทตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	28
2. วัสดุและอุปกรณ์	29
วัสดุ	29
อุปกรณ์	30
วิธีการ	33
3. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	40
ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณสารหนูในตัวอย่างดิน	40
การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารหนู	42
ระยะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารหนู	48
สภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสารหนูโดยเชื้อจุลินทรีย์	56
การปลดปล่อยสารหนูออกจากเซลล์จุลินทรีย์	71
การจำแนกเชื้อ โดยการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีและการหาลำดับเบส ของ 16S rDNA	73
4. สรุปผลการทดลอง	82
ข้อเสนอแนะ	85
เอกสารอ้างอิง	86
ภาคผนวก	94
ประวัติผู้เขียน	120

## รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แหล่งแร่ต่างๆที่มีปริมาณสารหนูปะปน	4
2. ประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะและเทคโนโลยีในการนำกลับมาใช้	11
3. ตัวอย่างจุลินทรีย์ที่สามารถสะสม โลหะหนักและกัมมันตรังสีได้	14
4. หมู่ฟังก์ชันที่มีผลต่อการดูดซับโลหะโดยจุลินทรีย์	16
5. ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับโลหะโดยจุลินทรีย์	25
6. ปริมาณของสารหนูและค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างดิน	41
7. ลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้ที่สามารถเจริญได้ในอาหารที่สารหนู	45
8. ประสิทธิภาพการนำมากลับมาใช้ใหม่ของตัวดูดซับชีวภาพและการ ปลดปล่อยสารหนูระหว่างกระบวนการดูดซับ-ปลดปล่อย	72
9. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีของเชื้อจุลินทรีย์ที่ คัดแยกได้	74
10. ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้ตามคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและ ชีวเคมี	77
11. ผลการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอของเชื้อแบคทีเรียด้วยไพรมอร์ซูดต่างๆ	78
12. ผลของพีเอชเริ่มต้นของสารละลายสารหนูต่อการลดลงของสารหนู	112
13. ผลของอุณหภูมิต่อการลดลงของสารหนู	112
14. ผลของระยะเวลาในการดูดซับต่อการลดลงของสารหนู	113
15. ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสารหนูต่อการลดลงของสารหนู	113
16. ผลของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่อการลดลงของสารหนู	114
17. ประสิทธิภาพการนำตัวดูดซับกลับมาใช้ใหม่	114
18. ประสิทธิภาพการปลดปล่อยสารหนู	115
19. การเทียบเคียงเชื้อจุลินทรีย์ B-7, B-8 และ B-10	116

## รายการภาพ

ภาพที่	หน้า
1. ความสามารถของแบคทีเรียและกลไกในการทนต่อโลหะหนัก	17
2. กลไกที่ใช้ในการต้านทานความเข้มข้นของโลหะ	17
3. กลไกการเข้าไปในเซลล์ของโลหะ	18
4. ลักษณะของ LPS ที่สร้างโดยเชื้อ <i>E. coli</i>	19
5. โครงสร้างของ siderophore	20
6. (A) พื้นที่ในการเก็บตัวอย่างดินบริเวณโครงการปฏิบัติการแก้ไขและลดการแพร่กระจายของสารหนูโดยใช้พืช (B) พื้นที่ในการเก็บตัวอย่างดินบริเวณบ่อฝังกลบกากแร่สารหนู	34
7. โคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญได้บนอาหาร BSMY ที่เติม 40 มิลลิโมลาร์ของสารหนู	46
8. การย้อมแกรมของแบคทีเรียสายพันธุ์ B-4, B-7, B-8, B-10 และ B-13	47
9. การลดลงของสารหนูและการเจริญของแบคทีเรีย B-2, B-3, B-4, B-7 และ B-8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเติมสารหนู	49
10. การลดลงของสารหนูและการเจริญของแบคทีเรีย B-10, B-11, B-23 และ B-26 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเติมสารหนู	50
11. การลดลงของสารหนูและการเจริญของแบคทีเรีย B-5, B-6, B-9, B-12, B-13 และ B-14 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเติมสารหนู	51
12. การลดลงของสารหนูและการเจริญของแบคทีเรีย B-17, B-18, B-19, B-22 และ B-28 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเติมสารหนู	52
13. การลดลงของสารหนูและการเจริญของแบคทีเรีย B-20, B-21, B-25 และ B-27 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเติมสารหนู	53
14. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการลดลงของสารหนูกับสายพันธุ์เชื้อแบคทีเรีย	54
15. ผลพีเอชเริ่มต้นของสารหนูที่ 4, 5, 6, 7 และ 8 ต่อการลดลงของสารหนู	59
16. ผลอุณหภูมิที่ใช้ในการดูดซับสารหนูที่ 25, 30, 37 และ 45 องศาเซลเซียส	62
17. ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับสารหนูที่ 0, 2, 4, 8, 12, 16 และ 24 ชั่วโมง	65
18. ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสารหนูที่ 40, 60 และ 80 mM	67

## รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
19. ผลของปริมาณของจุลินทรีย์ 0.5 1.0 1.5 และ 2.5 กรัมต่อลิตร	70
20. เจลอิเล็กโตรโฟรีซิสดีเอ็นเอที่เพิ่มจำนวนด้วยเทคนิค PCR ของเชื้อ B-4, B-7, B-8, B-10 และ B-13 โดยใช้ไพรเมอร์ต่าง ๆ	79
21. ไฟโรจินิกทรีของเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ B-4, B-7, B-8, B-10 และ B-13 ตามผลการวิเคราะห์ 16S rDNA	80
22. กราฟมาตรฐานของความเข้มข้นของอาร์เซนไนต์ที่ค่าการดูดกลืนแสง 880 นาโนเมตร	104
23. กราฟมาตรฐานของความเข้มข้นของอาร์เซนตที่ค่าการดูดกลืนแสง 880 นาโนเมตร	105
24. กราฟมาตรฐานของความเข้มข้นของโปรตีนที่ค่าการดูดกลืนแสง 750 นาโนเมตร	106
25. กราฟมาตรฐาน A: ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ค่าการดูดกลืนแสง 660 นาโนเมตร และน้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-4 B: น้ำหนักเซลล์แห้ง (มิลลิกรัม) และน้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-4	107
26. กราฟมาตรฐาน A: ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ค่าการดูดกลืนแสง 660 นาโนเมตร และน้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-7 B: น้ำหนักเซลล์แห้ง (มิลลิกรัม) และน้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-7	108
27. กราฟมาตรฐาน A: ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ค่าการดูดกลืนแสง 660 นาโนเมตร และน้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-8 B: น้ำหนักเซลล์แห้ง (มิลลิกรัม) และน้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-8	109
28. กราฟมาตรฐาน A: ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ค่าการดูดกลืนแสง 660 นาโนเมตร และน้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-10 B: น้ำหนักเซลล์แห้ง (มิลลิกรัม) และน้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-10	110

## รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
29. กราฟมาตรฐาน A: ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ค่าการดูดกลืนแสง 660 นาโนเมตรและ น้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-13 B: น้ำหนักเซลล์แห้ง (มิลลิกรัม) และน้ำหนักเซลล์เปียก (มิลลิกรัม) ของเชื้อ B-13	111
30. ลำดับเบส 16S rDNA ของเชื้อ B-7	117
31. ลำดับเบส 16S rDNA ของเชื้อ B-8	118
32. ลำดับเบส 16S rDNA ของเชื้อ B-10	119