

วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดและธาตุอาหารหลัก
ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม



นางสาวดาวรุ่ง สังข์ทอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2539

ISBN 974-634-489-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

QUANTITATIVE ANALYSIS OF SOME HEAVY METALS AND MACRONUTRIENTS
IN COMPOSTS, FARM MANURES, AND ENRICHED SOILS



Miss.Daorong Sungthong

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Inter-Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-489-7


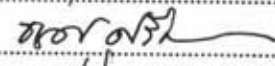
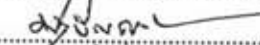
พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ดาวรุ่ง สังข์ทอง : วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดและธาตุอาหารหลัก ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม (QUANTITATIVE ANALYSIS OF SOME HEAVY METALS AND MACRONUTRIENTS IN COMPOSTS, FARM MANURES, AND ENRICHED SOILS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : คุณปรัชญา ัญญาดี, 138 หน้า. ISBN 974-634-489-7

ศึกษาปริมาณโลหะหนัก (มังกานีส สังกะสี ทองแดง โคโรเนียม นิกเกิล ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท) ในสารปรับปรุงคุณภาพดิน 9 ชนิด (ปุ๋ยหมัก 5 ชนิด ปุ๋ยคอก 2 ชนิด และดินผสม 2 ชนิด) ในรูปโลหะหนักทั้งหมดและรูปที่พืชสามารถดูดตั้งได้จากวิธีการสกัด 4 วิธี (สกัดด้วย H_2O 1M KNO_3 0.005M DTPA และ 0.05M EDTA) รวมทั้งศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้) ลักษณะสมบัติทางเคมีบางประการ (ความชื้น พีเอช อินทรีย์วัตถุ และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน) ผลการศึกษาพบว่า ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนวิเคราะห์พบปริมาณโลหะหนักทั้งหมดได้ทั้ง 8 ธาตุคือ มังกานีส สังกะสี ทองแดง โคโรเนียม นิกเกิล ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท มีปริมาณเท่ากับ 543.38 1081.90 621.72 448.87 61.18 275.75 3.56 และ 2.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนสารปรับปรุงคุณภาพดินอีก 8 ชนิด วิเคราะห์พบปริมาณโลหะหนักทั้งหมดได้เพียง 4 ธาตุคือ มังกานีส สังกะสี ทองแดง และโคโรเนียม มีปริมาณอยู่ในช่วง 111.27-639.13 13.03-381.86 4.84-72.69 และ 21.37-82.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณโลหะหนักยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่กำหนดโดยประเทศต่างๆ ในทวีปอเมริกาและทวีปยุโรป สำหรับปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถดูดตั้งได้จากวิธีการสกัดทั้ง 4 วิธีมีความสัมพันธ์ดังนี้คือ ปริมาณที่สกัดด้วย $H_2O = KNO_3 \lll DTPA < EDTA$ สำหรับธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.14-2.46 0.02-0.56 และ 0.10-1.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนความชื้น พีเอช อินทรีย์วัตถุ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน มีปริมาณอยู่ในช่วง 6.12-35.21 เปอร์เซ็นต์ 4.31-8.63 11.35-40.24 เปอร์เซ็นต์ 5.82-50.32 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สาขา
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิติ 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 

CS26257 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: HEAVY METAL / MACRONUTRIENT / COMPOST / FARM MANURE / ENRICHED SOIL
DAOROONG SUNGTHONG : QUANTITATIVE ANALYSIS OF SOME HEAVY METALS AND MACRONUTRIENTS IN
COMPOSTS, FARM MANURES, AND ENRICHED SOILS. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. THARES SRISATTI, Ph.D.,
THESIS CO-ADVISOR : Mr. PRACHYA DHANYADEE, 138 pp. ISBN 974-634-489-7

The study of heavy metals (Mn, Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Cd, and Hg) in 9 soil conditioners (5 composts, 2 farm manures, and 2 enriched soils), in total form and 4-extracted available form (extracted by H₂O, 1M KNO₃, 0.0005M DTPA, and 0.05M EDTA), together with the analysis of macronutrients (total nitrogen, available phosphorus, and exchangeable potassium), and some properties (moisture, pH, organic matter, and C/N ratio) were conducted. Results showed that total heavy metals of all 8 elements in the municipal solid waste compost were; Mn, Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Cd, and Hg of 543.38, 1081.50, 621.72, 448.87, 61.18, 275.75, 3.56, and 2.18 mg/kg respectively. Only 4 elements of total heavy metals; Mn, Zn, Cu, and Cr, in other soil conditioners were found in ranges of 111.27-639.13, 13.03-381.86, 4.84-72.69, and 21.37-82.26 mg/kg respectively. However, the levels of total heavy metals found in all soil conditioners were under the allowable levels of municipal solid waste compost criteria imposed by the countries in the American continents and the European countries. In case of available heavy metals on 4 extracted methods, the relative efficiency of extraction is generally as follows; H₂O = KNO₃ <<< DTPA < EDTA. For macronutrients; total nitrogen, available phosphorus, and exchangeable potassium in all soil conditioners ranged between 0.14-2.46, 0.02-0.56, and 0.10-1.32 percent respectively. Lastly, moisture content, pH, organic matter, and C/N ratio were in ranges of 6.12-35.21 percent, 4.31-8.63, 11.35-40.24 percent, and 5.82-50.32 respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... สหสาขา..... ลายมือชื่อนิสิต..... ณ.ร.
สาขาวิชา..... วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ธนาพร อธิกุล
ปีการศึกษา..... 2538..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... ณ.ร.

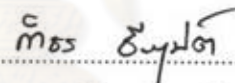
หัวข้อวิทยานิพนธ์	วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดและธาตุอาหารหลัก ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม
โดย	นางสาวดาวรุ่ง สังข์ทอง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รเรศ ศรีสถิตย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	คุณปรัชญา ธัญญาดี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

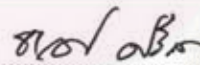


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ นงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



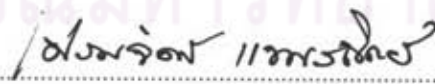
..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัทธ ธีรคุปต์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รเรศ ศรีสถิตย์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ปรัชญา ธัญญาดี)



..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณา ความช่วยเหลือ และสนับสนุนจากหลายๆ ท่าน ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รเรศ ศรีสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาและได้ถามความก้าวหน้าในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา คุณปรัชญา ธัญญาดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อขอเก็บตัวอย่างจากบริษัทต่างๆ เพื่องานวิจัยในครั้งนี้ พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจรายละเอียดต่างๆ ในวิทยานิพนธ์ รวมทั้งรองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กักร ธีร์คุปต์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่ง เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจรายละเอียดต่างๆ ในวิทยานิพนธ์เช่นเดียวกัน

ขอขอบคุณ บริษัทปุ๋ยหมักแผ่นดินทอง บริษัทปุ๋ยหมักเมืองสุพรรณ บริษัทปุ๋ยหมักไบโอเน็ค และคุณสมพล สะอาดวงศ์ เกษตรกรบ้านห้วยหิน ที่เอื้อเฟื้อตัวอย่างในการวิจัย หัวหน้าศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขานินซอน รองหัวหน้าศูนย์ฯ คุณสุภาพร จันรุ่งเรือง และเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดินทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง รวมทั้งสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งคุณธีรพล คังคะเกตุ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และการวิเคราะห์ทางเคมี จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ในการนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณลือชัย คุรุทน้อย อาจารย์โชคชัย ยะชูศรี คุณสมยศ เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์ และพี่ น้องๆ ทุกคนที่มีได้กล่าวนาม ณ ที่นี้ ซึ่งได้มอบกำลังใจและกำลังกาย จนกระทั่งประกอบเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น

ท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และบุคคลในครอบครัว ที่ส่งเสริมการศึกษาของข้าพเจ้าในทุกโอกาส

ศูนย์วิทยุโทรพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
3. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา.....	33
4. ผลการทดลอง.....	37
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	75
6. สรุปผลการทดลองและขอเสนอแนะ.....	94
รายการอ้างอิง.....	97
ภาคผนวก.....	109
ประวัติผู้เขียน.....	138

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำกาฬสำ.....	8
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนจากโรงงานบำบัดน้ำเสียชุมชนห้วยขวาง.....	11
2.3 องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ทำจากเศษพืชชนิดต่างๆ.....	14
2.4 องค์ประกอบทางเคมีบางประการในด้านธาตุอาหารพืชของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน จากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุชและหนองแขม.....	14
2.5 องค์ประกอบทางเคมีบางประการในด้านธาตุอาหารพืชของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ที่ผลิตในประเทศต่างๆ.....	15
2.6 ปริมาณโลหะหนักบางชนิดที่พบได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่ผลิตในประเทศต่างๆ	21
2.7 ปริมาณโลหะหนักบางชนิดที่พบในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนจากสถานกำจัดมูลฝอย อ่อนนุชและหนองแขม.....	22
2.8 ความเข้มข้นของโลหะหนักในเปลือกโลกและในดิน.....	24
2.9 ปริมาณของโลหะหนักบางชนิดในพืช.....	25
2.10 จุลธาตุอาหารในใบแก่ของพืช.....	26
2.11 ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดสูงสุดที่ยอมรับได้ให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน.....	30
2.12 ปริมาณโลหะหนักที่ยอมรับได้ในดินเพื่อการเกษตร.....	31
2.13 ปริมาณโลหะหนักในพืช ณ ระดับปกติและระดับที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช.....	31
3.1 แสดงรายละเอียดของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา.....	33
3.2 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์.....	35
4.1 ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีบางประการในปุ๋ยหมัก-ปุ๋ยคอก และดินผสม.....	38
4.2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม.....	42
4.3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม.....	46
4.4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O ซึ่งพืชสามารถดูดดึงได้ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม.....	50
4.5 ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะที่สกัดได้ด้วย $1M KNO_3$ ซึ่งพืชสามารถดูดดึงได้ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม.....	53
4.6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย $0.005M DTPA$ ซึ่งพืชสามารถดูดดึงได้ ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม.....	56

4.7	ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.05M EDTA ซึ่งพืชสามารถดูดซับได้ ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม.....	60
4.8	ค่าเฉลี่ยของปริมาณมังกานีสทั้งหมดและปริมาณมังกานีสที่พืชสามารถดูดซับได้ (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม) จากวิธีการสกัด 4 วิธี โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด.....	63
4.9	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสังกะสีทั้งหมดและปริมาณสังกะสีที่พืชสามารถดูดซับได้ (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม) จากวิธีการสกัด 4 วิธี โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด.....	65
4.10	ค่าเฉลี่ยของปริมาณทองแดงทั้งหมดและปริมาณทองแดงที่พืชสามารถดูดซับได้ (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม) จากวิธีการสกัด 4 วิธี โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด.....	66
4.11	ค่าเฉลี่ยของปริมาณโครเมียมทั้งหมดและปริมาณโครเมียมที่พืชสามารถดูดซับได้ (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม) จากวิธีการสกัด 4 วิธี โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด.....	68
4.12	ค่าเฉลี่ยของปริมาณนิเกิลทั้งหมดและปริมาณนิเกิลที่พืชสามารถดูดซับได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จากวิธีการสกัด 4 วิธี โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด.....	70
4.13	ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วทั้งหมดและปริมาณตะกั่วที่พืชสามารถดูดซับได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จากวิธีการสกัด 4 วิธี โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด.....	71
4.14	ค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียมทั้งหมดและปริมาณแคดเมียมที่พืชสามารถดูดซับได้ (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม) จากวิธีการสกัด 4 วิธี โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด.....	72
4.15	ค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอททั้งหมดและปริมาณปรอทที่พืชสามารถดูดซับได้ (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม) จากวิธีการสกัด 4 วิธี โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด.....	74
5.1	ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน.....	77
5.2	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้เทียบกับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด.....	83
5.3	ปริมาณความชื้นสูงสุดที่ยอมรับได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนแต่ละเกรด ตามเกณฑ์ ของกลุ่มประชาคมยุโรป.....	89
5.4	ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างเมื่อเทียบกับค่าพีเอช.....	90

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	41
4.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณค่าพีเอชในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	41
4.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	41
4.4 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนในสารปรับปรุง คุณภาพดินแต่ละชนิด.....	41
4.5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	44
4.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	44
4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	44
4.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมังกานีสทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	49
4.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	49
4.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณทองแดงทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	49
4.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโคโรเมียมทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	49
4.12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมังกานีสที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O ในสารปรับปรุง คุณภาพดินแต่ละชนิด.....	52
4.13 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O ในสารปรับปรุง คุณภาพดินแต่ละชนิด.....	52
4.14 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O ในสารปรับปรุง คุณภาพดินแต่ละชนิด.....	52
4.15 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมังกานีสที่สามารถสกัดได้ด้วย $1M KNO_3$ ในสาร ปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	55
4.16 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สามารถสกัดได้ด้วย $1M KNO_3$ ในสาร ปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	55
4.17 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สามารถสกัดได้ด้วย $1M KNO_3$ ในสาร ปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	55
4.18 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมังกานีสที่สามารถสกัดได้ด้วย $0.005M DTPA$ ในสาร ปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	58

4.19 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.005M DTPA ในสาร ปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	58
4.20 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.005M DTPA ในสาร ปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	58
4.21 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมังกานีสที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.05M EDTA ในสาร ปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	62
4.22 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.05M EDTA ในสาร ปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	62
4.23 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.05M EDTA ในสาร ปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด.....	62



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย