การดูดโลหะหนักของทานตะวันที่ปลูกในดินปนเปื้อน แคดเมียม สังกะสี นิกเกิล ทองแดง ตะกั่ว และโครเมียม

UPTAKE OF HEAVY METALS BY SUNFLOWERS GROWN IN CADMIUM, ZINC, NICKEL, COPPER, LEAD, AND CHROMIUM CONTAMINATED SOILS

ดวงกมล คำสอน

DUANGKAMOL KUMSORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2556

KMITL-2013-SC-M-016-027

การดูดโลหะหนักของทานตะวันที่ปลูกในดินปนเปื้อน แคดเมียม สังกะสี นิกเกิล ทองแดง ตะกั่ว และโครเมียม

UPTAKE OF HEAVY METALS BY SUNFLOWERS GROWN IN CADMIUM, ZINC, NICKEL, COPPER, LEAD, AND CHROMIUM CONTAMINATED SOILS

ดวงกมล คำสอน

DUANGKAMOL KUMSORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2556

KMITL-2013-SC-M-016-027

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UPTAKE OF HEAVY METALS BY SUNFLOWERS GROWN IN CADMIUM, ZINC, NICKEL, COPPER, LEAD, AND CHROMIUM CONTAMINATED SOILS

DUANGKAMOL KUMSORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2013

KMITL-2013-SC-M-016-027

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2013

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การดูดโลหะหนักของทานตะวันที่ปลูกในดินปนเปื้อน แคดเมียม สังกะสี นิกเกิล ทองแดง ตะกั่ว และโครเมียม
Uptake of Heavy Metals by Sunflowers Grown in Cadmium, Zinc, Nickel, Copper, Lead, and Chromium Contaminated Soils

นักศึกษา นางสาวดวงกมล คำสอน
รหัสประจำตัว 51068105
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ชมพูนุท ไชยรักษ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สุวรรณี	จรรยาพูน	
ดร.ธิปชัย	วัฒนวิจารณ์	
ดร.เสาวภาค	สุขตระกูลเวศ	
ผศ.ดร.ชมพูนุท	ไชยรักษ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2556 เวลา 09.30 – 12.00 น.
สถานที่สอบ ณ ห้อง 502 ชั้น 5 อาคารจุฬาภรณวลัยลักษณ์ 1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิทยาศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดุษณี รุ่นะบริพัฒน์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วันที่ 28 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Uptake of Heavy Metals by Sunflower Grown in Cadmium, Zinc Nickel, Copper, Lead, and Chromium Contaminated Soils
Student	Ms. Duangkamol Kumsorn
Student ID	51068105
Degree	Master of Science
Program	Environmental Chemistry
Year	2013
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Chompoonut Chaiyaraksa

ABSTRACT

The aim of this research is to study the uptake of heavy metals by sunflowers grown in metal contaminated soils with both low metal concentration (Cd 0.15 mg/kg, Zn 70 mg/kg, Ni 45 mg/kg, Cu 45 mg/kg Pb 55 mg/kg and Cr 80 mg/kg,) and high metal concentration (Cd 0.29 mg/kg, Zn 140 mg/kg, Ni 207 mg/kg, Cu 350 mg/kg, Pb 550 mg/kg and Cr 295 mg/kg) Experimental soils were from Nakornratchasrima province and Ayutthaya province. Three types of sunflower (Pacific, Orison and Akora) were used. The soils were characterized both before and after growing. The heavy metals in root, stem, leaf and seed were determined. From the experiments, the soil from Nakornratchasrima and Ayutthaya were sandy and clay, respectively. NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ and EDTA were added during growing. NH_4NO_3 and $(NH_4)_2SO_4$ gave the higher effect to the metal uptake by plant than EDTA. All salts added gave the effect to the metals accumulation in seed. The amount of heavy metals in seed was high so the consuming of the seed was not recommended. The percentage of plant metal uptake compared to the control was higher when growing the plant in lower contaminated soil. Salts gave higher effect to the increasing of metals accumulation in all parts of plant when growing the plant in clay. The cadmium, zinc, nickel, copper, lead and chromium treatment efficiency by sunflower from soils were about 6-19 %, 5 – 37 %, 4 – 21 %, 3 – 24 %, 1 – 18 % and 3 – 14 % , respectively.

Keywords: heavy metals, phytoextraction, EDTA, ammonium salt, soil contamination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป XII

สัญลักษณ์และคำย่อ XIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 โลหะหนัก 4

2.1.1 นิยามและความหมายของโลหะหนัก 4

2.1.2 แหล่งที่มาของโลหะหนัก 4

2.2 ดิน 6

2.2.1 สมบัติทางกายภาพของดิน 6

2.2.2 สมบัติด้านเคมีของดิน 10

2.2.3 การประเมินความอุดมสมบูรณ์โดยใช้สมบัติทางเคมีของดิน 12

2.2.4 ธาตุอาหารพืช 16

2.2.5 ธาตุพิษในดิน 17

2.2.6 ระดับเกณฑ์พื้นฐานของการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินประเทศไทย 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 การบำบัดโลหะหนักในดิน 19
2.3.1 การใช้พืชบำบัด 19
2.3.2 เอทิลีนไดอามีน เตตราอะซิติก แอซิด 23
2.3.3 แอมโมเนียมซัลเฟต 26
2.3.4 แอมโมเนียมไนเตรท 27
2.4 พืชที่ศึกษากับโลหะหนัก 29
2.5 โลหะหนักที่ศึกษา 32
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 49
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี 49
3.1.1 อุปกรณ์ 49
3.1.2 สารเคมี 50
3.2 แหล่งที่มาของดิน 51
3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน 52
3.4 พืชที่ใช้ในการทดลอง 53
3.5 ขั้นตอนการสังเคราะห์ดินปนเปื้อนโลหะหนัก 53
3.6 การดำเนินการทดลอง 54
3.6.1 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ 54
3.6.2 การเพาะกล้า และ การปลูกพืช 54
3.6.3 วิธีการวิเคราะห์โลหะหนักในพืช 55
3.6.4 วิธีการวิเคราะห์โลหะหนักในดิน 56

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 57
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน 57
4.2 ทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดโลหะหนักออกจากดินโดยใช้ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน และ ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า 60
4.3 ปริมาณโลหะในดินหลังจากปลูกทานตะวัน3 สายพันธุ์ 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 เปอร์เซ็นต์ (%) สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบของโลหะหนักในดิน 80

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 82

5.1 สรุปผลการวิจัย 82

5.2 ข้อเสนอแนะ 83

เอกสารอ้างอิง 85

ภาคผนวก .....

ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์ดิน 91

ภาคผนวก ข ค่ามาตรฐานของดิน 100

ภาคผนวก ค ผลการทดลอง 104

ประวัติผู้เขียน 242

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (CEC) ตามการจำแนกเนื้อดิน....13

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินกับพื้นที่ผิวจำเพาะ....13

2.3 การประเมินค่า CEC ของดิน....14

2.4 การประเมินระดับอินทรีย์วัตถุในดิน (OM วิธี Walkley & Black)....14

2.5 ความเป็นกรด ด่างของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช....15

2.6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II)....15

2.7 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์....16

2.8 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (วิธี Titration)....16

2.9 ระดับเกณฑ์พื้นฐานสำหรับโลหะหนักในดินประเทศไทย....19

2.10 ค่าคงที่ของการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของ EDTA กับไอออนโลหะต่างๆ....25

3.1 วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน....52

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน....57

4.2 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ....63

4.3 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง....64

4.4 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ....67

4.5 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง....68

4.6 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ....70

4.7 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง....71

4.8 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดโลหะหนักของทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปนเปื้อนในความเข้มข้นต่ำ หลังเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด....74

4.9 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดโลหะหนักของทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปนเปื้อนในความเข้มข้นสูง หลังเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด....75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.10 เปอร์เซ็นต์โลหะที่เหลืออยู่ในดิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในการทดลองหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก 77

4.11 เปอร์เซ็นต์โลหะที่เหลืออยู่ในดิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในการทดลองหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน 78

4.12 เปอร์เซ็นต์โลหะที่เหลืออยู่ในดิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในการทดลองหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า 79

4.13 เปอร์เซ็นต์ (%) สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ ของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในความเข้มข้นสูงสำหรับดินนครราชสีมา และสำหรับดินพระนครศรีอยุธยา 81

ข1 ลักษณะและสมบัติของชุดดินชุมพวง 100

ข.2 ลักษณะและสมบัติของชุดดินบางกอก 101

ข.3 มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัย และเกษตรกรรม 102

ข4 ค่ามาตรฐานมลพิษจากการประกอบการนอกเขตประกอบการเหมืองแร่และโลหกรรม 102

ข.5 กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ 2529) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน 103

ค.1 ค่าพีเอชของดินตัวอย่าง 104

ค.2 ปริมาณสารอินทรียของดินตัวอย่าง 104

ค.3 ปริมาณความชื้นของดินตัวอย่าง 104

ค.4 ค่า CEC ของดินตัวอย่าง 104

ค.5 ความเป็นกรดของดินตัวอย่าง 105

ค.6 การกระจายตัวของอนุภาคของดินตัวอย่าง 105

ค.7 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินของดินตัวอย่าง 105

ค.8 ปริมาณฟอสฟอรัสของดินตัวอย่าง 105

ค.9 ปริมาณโพแทสเซียมของดินตัวอย่าง 106

ค.10 โลหะออกไซด์ของดินตัวอย่าง 106

ค.11 ปริมาณทั้งหมดของโลหะหนักแต่ละชนิดของดินนครราชสีมา 107

ค.12 ปริมาณทั้งหมดของโลหะหนักแต่ละชนิดของดินพระนครศรีอยุธยา 107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค. 13 ปริมาณโลหะแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียม ไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต และอีดีทีเอ ทานตะวันสายพันธุ์ แปซิฟิกของดินนครราชสีมา 108

ค. 14 ปริมาณโลหะแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียม ไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต และอีดีทีเอ ทานตะวันสายพันธุ์ โอลิชัน ของดินนครราชสีมา 114

ค. 15 ปริมาณโลหะแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียม ไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต และอีดีทีเอ ทานตะวันสายพันธุ์ อะคลอล่า ของดินนครราชสีมา 120

ค. 16 ปริมาณโลหะแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียม ไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต และอีดีทีเอ ทานตะวันสายพันธุ์ แปซิฟิก ของดินพระนครศรีอยุธยา 126

ค. 17 ปริมาณโลหะแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียม ไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต และอีดีทีเอ ทานตะวันสายพันธุ์ โอลิชัน ของดินพระนครศรีอยุธยา 132

ค. 18 ปริมาณโลหะแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียม ไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต และอีดีทีเอ ทานตะวันสายพันธุ์ อะคลอล่า ของดินพระนครศรีอยุธยา 138

ค. 19 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัด ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกใน ดินนครราชสีมา ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ ที่ปลูกใน ชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ 144

ค. 20 เปอร์เซ็นต์ (%)การบำบัด ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกใน ดินนครราชสีมา ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ ที่ปลูกใน ชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ 153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค. 21 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัด ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกใน ดินนครราชสีมา ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ ที่ปลูกใน ชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ.....161

ค. 22 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัด ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดิน พระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ ที่ปลูกใน ชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ.....168

ค. 23 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัด ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดิน พระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกใน ชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ.....177

ค. 24 เปอร์เซ็นต์ (%)การบำบัด ของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดิน พระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ ที่ปลูกใน ชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียม ซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ.....184

ค. 25 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และการสูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมา ปนเปื้อน โลหะในความเข้มข้นสูง ที่ปลูกในชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียม ไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ.....193

ค. 26 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และการสูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมา ปนเปื้อน โลหะในความเข้มข้นสูง ที่ปลูกในชุดควบคุม ชุดที่เติม แอมโมเนียม ไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ.....199

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค. 27 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และการสูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง ที่ปลูกในชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรทชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ 205

ค. 28 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และการสูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง ที่ปลูกในชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต และชุดที่เติมอีดีทีเอ 211

ค. 29 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และการสูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง ที่ปลูกในชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟตและชุดที่เติมอีดีทีเอ 217

ค. 30 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และการสูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง ที่ปลูกในชุดควบคุม ชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท ชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟตและชุดที่เติมอีดีทีเอ 223

ค. 31 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินนครราชสีมาหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก สายพันธุ์โอลิชัน และสายพันธุ์อะคลอล่า..... 230

ค. 32 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินพระนครศรีอยุธยา หลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก สายพันธุ์โอลิชัน และสายพันธุ์อะคลอล่า 236

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 กลไกการทำงานของ Phytoextraction 22
2.2 โครงสร้างของ EDTA 23
2.3 โครงสร้างของ EDTA (Double Zwitterions) 23
รูปที่ ก. 1 สามเหลี่ยมจำแนกเนื้อสัมผัสดิน 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์และคำย่อ

AAS	เครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
CEC	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก
OM	ปริมาณสารอินทรีย์
DI	น้ำปราศจากไอออน
pH	ระดับความเป็นกรด ด่าง
mg	มิลลิกรัม
Kg	กิโลกรัม
meq	มิลลิสมมูล
ml	มิลลิลิตร
mmol	มิลลิโมล
L	ลิตร
N	นอร์มอล
M	โมลาร์
K	ค่าคงที่ความเสถียร
$(NH_4)_2SO_4$	แอมโมเนียมซัลเฟต
NH_4NO_3	แอมโมเนียมไนเตรต
Na_2 EDTA	โซเดียมอีดีทีเอ
^oC	องศาเซลเซียส
^oF	องศาฟาเรนไฮต์
%	เปอร์เซ็นต์
m^3	ลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ดินเป็นทรัพยากรที่สำคัญ และเป็นสมบัติของประเทศ ดินเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตเป็นแหล่งอาหารของพืช แต่ปัจจุบันดินเริ่มเสื่อมคุณภาพ เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์เกินความสามารถของดิน หรือดินนั้นได้รับการจัดการดินไม่ถูกต้อง หลายประเทศที่มีการพัฒนาอุตสาหกรรมมักจะประสบปัญหาการปนเปื้อนของสารพิษ จำพวกโลหะหนักในดิน มลพิษเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศ เช่น น้ำใต้ดิน สัตว์ พืช รวมถึงมนุษย์ เนื่องจากสารมลพิษเหล่านี้มีความสามารถในการย่อยสลายต่ำ จึงก่อให้เกิดการสะสมและตกค้างในสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนโลหะหนักในดิน เนื่องจากมีกิจกรรมหลายประเภทที่เป็นแหล่งกำเนิด และนำโลหะหนักมาใช้กันมาก เช่น ในด้านอุตสาหกรรม ด้านเกษตรกรรม ส่วนใหญ่โลหะหนักที่ปนเปื้อนในดิน เช่น สารหนู (As), โคบอลต์ (Co), แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr), ทองแดง (Cu), ปรอท (Hg), นิกเกิล (Ni), ตะกั่ว (Pb), และสังกะสี (Zn) โลหะหนักสามารถถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตโดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหารแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม เมื่อมนุษย์ได้รับจะเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อทำให้เกิดอันตรายอาจพิการหรือเสียชีวิตได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาเพื่อหาวิธีที่ถูกต้องในการจัดการโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) การเผาไหม้ (Incineration) การระเหย (Volatilization) การดูดซับโดยใช้ความร้อน (Thermal adsorption) และการใช้วิธีทางชีวภาพ (Biological techniques) (Noyes, 1991) แต่วิธีดังกล่าวค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายที่สูง จึงได้มีการศึกษาการบำบัดโลหะหนักโดยใช้พืชซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การดูดซับและการสะสมของตะกั่วในพืช 26 สายพันธุ์ มีพืชสายพันธุ์ต่างๆ ที่สามารถสะสมสารตะกั่วไว้ได้โดยไม่ได้รับอันตรายและพืชที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการบำบัดโลหะหนัก ได้แก่ พืชจำพวกข้าวโอ๊ต (*Avena sativa*) ข้าวบาเล่ย์ (*Hordeum juncea*) ทานตะวัน (*Helianthus annuus*) หญ้า (*Lolium pernne*) และอื่นๆ (Salt *et al.*, 2007)

ในการศึกษานี้เลือกใช้ทานตะวันในการบำบัดโลหะหนักในดินโดยวิธี Phytoextraction เนื่องจากทานตะวันจัดเป็นพืช Phyperaccumulator ชนิดหนึ่งที่มีมวลชีวภาพสูง มีระบบรากที่ยาว ดังนั้นจึงมีการนำทานตะวันมาใช้ในการดูดซับโลหะหนักออกจากดิน ในการศึกษาการบำบัดโลหะหนักด้วยพืชพบว่า การใช้สารคีเลตติงค์ร่วมด้วยจะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดเพิ่มขึ้น (Blaylock *et al.*, 1997) ซึ่ง EDTA เป็นสารคีเลตติงค์ที่มีประสิทธิภาพมากในการจับตะกั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Chen and Cutright, 2001; Shen *et al.*, 2002) และแอมโมเนียมก็สามารถช่วยในการกำจัดโลหะหนักออกจากดินได้ด้วย (Lasa *et al.*, 2000; Xiong and Lu, 2002; Zaccheo *et al.*, 2006)

งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดโลหะหนักโดยใช้ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า และทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน ในการบำบัดดินปนเปื้อนโลหะหนัก และยังศึกษาผลของ $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3 และ EDTA ที่มีต่อประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะหนัก

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณแคดเมียม สังกะสี นิกเกิล ทองแดง และโครเมียม ที่พืชดูดขึ้นมาสะสมไว้ในส่วนต่างๆของทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในดินที่มีการปนเปื้อน
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของการใช้ $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3 และ EDTA ที่มีต่อการดูดซับโลหะหนักของทานตะวัน 3 สายพันธุ์ในระดับต่างกัน
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ทานตะวันในการดูดซับโลหะหนักออกจากดินปนเปื้อน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาสมบัติและองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของดินนครราชสีมา และดินพระนครศรีอยุธยาโดยวิเคราะห์ถึงการกระจายตัวของอนุภาค ค่าพีเอช (pH) ปริมาณสารอินทรีย์ (OM)) ความเป็นกรดของดิน ความชื้น ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC) ไนโตรเจน (N) โพแทสเซียม (K) ฟอสฟอรัส (P) เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) แมงกานีสออกไซด์ (MnO_2) และความเข้มข้นของโลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว นิกเกิล โครเมียม ทองแดง และสังกะสี)
2. ทำการสังเคราะห์ดินโดยการเตรียมสารละลายโลหะแคดเมียม สังกะสี นิกเกิล ทองแดง ตะกั่ว และโครเมียม ที่มีระดับความเข้มข้นต่างๆ ผสมลงในดิน
3. ทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดโลหะหนักออกจากดิน โดยใช้ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า และทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน ทำการเพาะต้นกล้า 10 วัน นำไปปลูกในระหว่างการปลูกเติมเกลือ $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3 หรือ EDTA ลงในดิน เมื่อครบ 90 วัน ทำการเก็บเกี่ยว นำราก, ลำต้น, ใบ และเมล็ด ของทานตะวันวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว นิกเกิล โครเมียม ทองแดง และสังกะสี) ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS)
4. ทำการวิเคราะห์ดินหลังปลูกทานตะวัน สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่เหลืออยู่ในดิน ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการศึกษาพืชชนิดอื่นในการนำมาใช้บำบัดโลหะหนักออกจากดิน
2. เป็นแนวทางในการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดโลหะหนักชนิดอื่นๆ ออกจากดินปนเปื้อน
3. ช่วยลดมลภาวะที่เกิดจากโลหะหนักแคดเมียม สังกะสี นิกเกิล ทองแดง ตะกั่ว และโครเมียมในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โลหะหนัก

2.1.1 นิยามและความหมายของโลหะหนัก

โลหะหนัก (Heavy metals) หมายถึงธาตุที่ค่าความหนาแน่นมากกว่า 5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีเลขเชิงอะตอม (Atomic number) อยู่ในช่วง 23-92 จัดเป็นธาตุพิษ (Toxic elements) ที่สามารถก่อให้เกิดมลพิษเมื่อปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อมและสะสมในสิ่งมีชีวิตได้ โดยกระบวนการทางชีวภาพ ชนิดของโลหะหนักที่สำคัญได้แก่ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม สังกะสี โครเมียม วาเนเดียม โมลิบดินัม นิกเกิล ทองแดง ดีบุก และโคบอลต์ พบว่าโลหะหนักแต่ละชนิดเป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะหนัก ปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับ อายุ เพศ และความต้านทานของแต่ละบุคคลโดยระดับความเป็นพิษของโลหะหนักเริ่มต้นไม่แสดงอาการแต่ไม่รุนแรงจนถึงขั้นเสียชีวิต (Underwood,1997)

2.1.2 แหล่งที่มาของโลหะหนัก

แหล่งที่มาของโลหะหนักโดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แหล่งดังนี้

1. **แหล่งตามธรรมชาติ**

ในธรรมชาติพบโลหะหนักปะปนอยู่กับหินและแร่ธาตุชนิดต่างๆ พบว่าในหินตะกอนและตะกอนดินเหนียวมีปริมาณปรอทเป็นองค์ประกอบโดยเฉลี่ยในช่วง 40-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมักพบแคดเมียมเกิดปะปนกับแร่สังกะสีซึ่งกระบวนการธรรมชาติ เช่น การผุพังสลายตัวของหินและแร่ การระเบิดของภูเขาไฟ เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการแพร่กระจายของโลหะหนักเข้าสู่สิ่งแวดล้อม Amaral *et al.* ศึกษาผลกระทบจากการระเบิดของภูเขาไฟต่อมนุษย์ที่อาศัยบริเวณหมู่เกาะอะซอเรส มหาสมุทรแอตแลนติก โดยศึกษาปริมาณการสะสมธาตุต่างๆในเส้นผมมนุษย์ พบว่าปริมาณสังกะสี ซีลีเนียม รูบีเดียม ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียมเท่ากับ 242.8, 469.6, 216.3, 16.2, 347.6 และ 96.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจะเห็นว่าปริมาณตะกั่ว และแคดเมียมในเส้นผมของมนุษย์ส่งผลให้เกิดภาวะความเป็นพิษจากโลหะหนักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แหล่งที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

1) อุตสาหกรรม เช่น การทำเหมืองแร่และการถลุงโลหะ โรงงานผลิตแบตเตอรี่ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กระดาษ สีย้อมผ้า และโรงงานผลิตหัวกระสุน เป็นต้น พบว่ามีการปลดปล่อยสารพิษต่างๆรวมทั้งโลหะหนักเข้าสู่สิ่งแวดล้อมในระหว่างกระบวนการผลิต โดยแขวนลอยอยู่ในฝุ่นและเขม่าควันหรือปะปนอยู่ในกากตะกอนและน้ำทิ้ง ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ บรรยากาศ ดิน หรือตัวกลางอื่นๆ เช่น กรณีตัวอย่างหมู่บ้านคลิตี้ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งได้รับผลกระทบจากการปล่อยน้ำทิ้งของเหมืองตะกั่วที่ปนเปื้อนตะกั่วในระดับสูงลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ส่งผลให้ประชาชนบริเวณดังกล่าวเกิดภาวะเป็นพิษจากตะกั่ว (พิชิต, 2545)

2) เกษตรกรรม การเกษตรในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นการเกษตรเชิงเดี่ยวคือปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดเดียวในพื้นที่และเก็บเกี่ยวผลผลิตในคราวเดียวจึงต้องการการดูแลรักษามาก เนื่องจากมีความเสี่ยงต่อความเสียหายด้วยโรคและแมลง รวมถึงโอกาสในการประสบภาวะขาดทุนมากกว่าการปลูกพืชแบบผสมผสาน จึงมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารควบคุมศัตรูพืชในรูปของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช สารฆ่าเชื้อรา และฮอร์โมนต่างๆในการจัดการทางการเกษตรปริมาณมาก พบว่าในปุ๋ยและสารเคมีต่างๆ เหล่านี้บางส่วนมีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบอยู่ เมื่อใช้เป็นระยะเวลานานจะส่งผลให้เกิดการสะสมโลหะหนักในพื้นที่เกษตรกรรมและถูกถ่ายทอดเข้าสู่มนุษย์และสัตว์ทางห่วงโซ่อาหารในที่สุด (สุภมาศ, 2540)

Brigden *et al.*, (2002) พบว่าปุ๋ยทริปเปิลซิมเปิลฟอสเฟตมีการปนเปื้อนแคดเมียมมากกว่าปุ๋ยซิมเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต โดยมีปริมาณแคดเมียมเท่ากับ 7 และ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปุ๋ยยังมีความสำคัญทิศทางเดียวกันกับปริมาณร้อยละของ P_2O_5 ที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ย โดยปุ๋ยทริปเปิลซิมเปิลฟอสเฟตมีปริมาณ P_2O_5 ร้อยละ 46 และปุ๋ยซิมเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟตมีปริมาณ P_2O_5 ร้อยละ 19 เนื่องจากสารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยแตกต่างกัน การผลิตปุ๋ยทริปเปิลซิมเปิลฟอสเฟตใช้กรดฟอสฟอริกจากหินฟอสเฟต แต่ปุ๋ยซิมเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟตใช้กรดกำมะถันเป็นสารตั้งต้น พบว่าโดยธรรมชาติของกระบวนการเกิดหินฟอสเฟตมักพบแคดเมียมเกิดร่วมอยู่ด้วยเสมอ ดังนั้นแคดเมียมจึงเป็นสารปนเปื้อนที่สำคัญในปุ๋ยที่มีฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ จึงพบปริมาณแคดเมียมปนเปื้อนในปุ๋ยทริปเปิลซิมเปิลฟอสเฟตมากกว่าปุ๋ยซิมเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต เนื่องจากมีปริมาณร้อยละของ P_2O_5 ที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยสูงกว่า

3) แหล่งชุมชน ก่อให้เกิดการปนเปื้อนโลหะหนักสู่ดินและแหล่งน้ำ เนื่องจากการทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลต่างๆที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น กระดาษ สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย กาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หม้อแบตเตอรี่รถยนต์ และเศษภาชนะที่เคลือบด้วยโลหะหนัก ลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและการใช้พื้นที่เป็นหลุมกลบขยะ

ยุทธชัย และคณะ (2545) ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในดิน น้ำ และพืชบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย จังหวัดสุพรรณบุรี โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และพืชจำนวน 2 ครั้งในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้งใน 2 บริเวณคือ บริเวณที่มีการฝังกลบขยะมูลฝอย และพื้นที่โดยรอบ พบว่าการปนเปื้อนตะกั่วและแคดเมียมในน้ำชะขยะมีค่าอยู่ระหว่าง 4.01-76.25 ไมโครกรัมต่อลิตร และ 0.44-10.88 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณการปนเปื้อนตะกั่วและแคดเมียมโดยเฉลี่ยในดินรอบบริเวณกลบขยะมูลฝอยเท่ากับ 3.51 และ 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ และในน้ำเท่ากับ 5.13 และ 0.57 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ พบว่าการปนเปื้อนของโลหะหนักบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะจะพบเฉพาะดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรเท่านั้น ในส่วนการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำใต้ดิน พบว่าการปนเปื้อนตะกั่ว และแคดเมียมในน้ำจากบ่อตรวจคุณภาพน้ำมีปริมาณสูงสุดในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 10.01 และ 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ แต่การปนเปื้อนตะกั่วและแคดเมียมในสาหร่าย *Chara vallianl* จากบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูงที่สุดคือเท่ากับ 1.11 และ 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

2.2 ดิน

2.2.1 สมบัติทางกายภาพของดิน

สมบัติทางกายภาพของดิน หมายถึง สมบัติของดินที่สามารถประเมินได้จากลักษณะภายนอก และเป็นคุณสมบัติของอินทรีย์สาร ประกอบด้วยอนุภาคที่ได้จากการผุพังของหินและแร่ อินทรีย์สารเป็นส่วนประกอบ โดยอนุภาคอาจเชื่อมยึดกันเองหรือยึดกับสารอื่น (รัตติกาล, 2551)

คุณสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่

1. เนื้อดิน (Soil texture) หมายถึง องค์ประกอบเชิงกายภาพของดินที่มีสัดส่วนสัมพันธ์ โดยน้ำหนักของกลุ่มของอนุภาคดินต่างๆ แบ่งโดยใช้การกระจายของอนินทรีย์วัตถุ ที่มีขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

1) เนื้อดินละเอียดหรือดินเหนียว ลักษณะเด่นของเนื้อดินชนิดนี้ คือมีกลุ่มของอนุภาคดินเหนียวมากกว่าอนุภาคของดินชนิดอื่น กลุ่มดินที่พบเห็น ได้แก่ ดินร่วนเหนียว ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนซิลท์ ซึ่งดินกลุ่มเนื้อละเอียดนั้น เหมาะที่จะเป็นดินนาสำหรับปลูกข้าว เพราะสภาพเนื้อดินเป็นดินเหนียว ทำให้อุ้มน้ำได้ดีมาก ก่อให้เกิดการขังน้ำได้นานเท่ากับช่วงระยะการเพาะปลูกของข้าวในประเทศไทย จะพบเนื้อดินชนิดนี้ในบริเวณภาคกลาง (เกษมศรี, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เนื้อดินปานกลาง ลักษณะเนื้อดินชนิดนี้เหมาะสำหรับในการปลูกพืชได้ทุกชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วชนิดต่างๆ ไม้ดอกไม้ประดับ ไม้ผล พืชผักต่างๆ เป็นต้น เนื่องจากเนื้อดินในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งกลุ่มเนื้อดินปานกลางนี้ ได้แก่ ดินร่วนปนซิลท์ ดินร่วน และซิลท์ (เกษมศรี, 2536)

3) เนื้อดินหยาบ เป็นเนื้อดินที่มีลักษณะเป็นดินทราย เช่น ดินร่วนปนทราย ดินทรายร่วน และดินทราย พบมากในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบริเวณแถบชายทะเล (เกษมศรี, 2536)

2. เนื้อดินกับพื้นที่ผิวจำเพาะ เนื้อดินบอกถึงปริมาณคอลลอยด์อนินทรีย์อย่างหยาบได้ ทั้งนี้เพราะอนุภาคดินเหนียวมีขนาดเล็กมาก อยู่ในสภาพคอลลอยด์ จึงมีพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักเป็นปริมาณมาก ดินที่มีเนื้อละเอียดขึ้นจะมีพื้นที่ผิวสูงขึ้น การเพิ่มพื้นที่ผิวให้สูงขึ้นในดินเนื้อหยาบก็สามารถทำได้เช่นกัน โดยการเพิ่มคอลลอยด์อินทรีย์ลงไป ซึ่งได้แก่ฮิวมัส การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน เมื่อสลายตัวก็จะได้ฮิวมัสแก่ดินได้

3. เนื้อดินกับความพรุนของดิน (Soil porosity) เนื้อดินยังเกี่ยวกับความพรุนของดิน ดินเนื้อหยาบจะมีช่องขนาดใหญ่อยู่มากแต่จะมีพื้นที่ผิวจำเพาะน้อย เมื่อดินแห้งลงจะอุ้มน้ำได้น้อยทำให้แก๊สถ่ายเทได้ดี ส่วนในดินที่มีปริมาณซิลท์สูงเมื่อฝนตกหรือระหว่างให้น้ำจะสูญเสียโครงสร้างดินได้ง่ายซิลท์จะไหลลงอุดตันช่องทำให้ช่องผิวหน้าดินปิด ดังนั้นแม้การให้น้ำเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ช่องบนผิวหน้าดินปิด ทำให้น้ำและแก๊สไหลถ่ายเทได้น้อยลง กลุ่มอนุภาคดินเหนียวที่มีขนาดเล็กและส่วนใหญ่อยู่ในสภาพคอลลอยด์จึงยากที่จะบ่งบอกขนาดและปริมาณช่องที่มีอยู่ในดินนี้ เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวอาจเกาะยึดกันเองเป็นเม็ดดินเสถียร ซึ่งในสภาพเช่นนี้ดินเหนียวจะมีความพรุนสูงมาก ในทางตรงกันข้ามหากอนุภาคไม่ยึดเกาะกัน อยู่ในสภาพฟุ้งกระจายดินเหนียวลักษณะเช่นนี้จะแน่นทึบมาก น้ำและอากาศไหลถ่ายเทได้ยากมาก โดยทั่วไปแล้ว ช่องขนาดเล็กในดินก็ยังมีความสัมพันธ์กับเนื้อดินโดยที่เนื้อดินละเอียดจะมีช่องขนาดเล็กมากกว่าดินเนื้อหยาบ ซึ่งช่องขนาดเล็กจะสามารถดูดซึมน้ำเอาไว้ได้ ทำให้ดินเนื้อละเอียดมีความสามารถอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มากกว่าดินเนื้อหยาบ

4. เนื้อดินกับการดูดซับ และการดูดซึม การดูดซับ หมายถึง การดูดในระดับโมเลกุล ระหว่างสารชนิดที่ทำหน้าที่เป็นตัวดูด ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า กับสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวถูกดูดซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเป็นอย่างมาก ส่วนการดูดซึมเป็นกระบวนการที่มีสารตั้งต้นสองชนิดขึ้นไปเกี่ยวข้องด้วย เช่นเดียวกับการดูดซับ โดยมีสารชนิดหนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวดูด และสารชนิดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวเป็นตัวถูกดูด ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นแล้วตัวดูดจะดึงดูดตัวถูกดูดให้ฝังอยู่ในภายในโครงร่างของตัวดูด และอาจมีกลไกอื่นๆ นอกเหนือไปจากการดึงดูดในระดับโมเลกุลเกี่ยวข้องด้วย

5. เนื้อดินกับอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter, OM) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีความสัมพันธ์กับเนื้อดินคือ เนื้อดินละเอียดจะมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินเนื้อหยาบ ความสัมพันธ์เช่นนี้อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากดินเนื้อละเอียดอุ้มน้ำและดูดซับไอออนที่เป็นธาตุอาหารพืชได้มาก พืชพรรณที่ขึ้นในดินจึงมีปริมาณมากกว่าที่ขึ้นในดินเนื้อหยาบเมื่อซากพืชเหล่านี้ทับถมในดิน จึงทำให้ดินเนื้อละเอียดมีการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในอัตราที่มากกว่า อีกประการหนึ่งดินเนื้อหยาบมีการระบายอากาศที่ดีกว่าดินเนื้อละเอียด อัตราการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุจึงสูงกว่า ทำให้เหลือปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าดินเนื้อละเอียด

6. ดินกรด คือดินที่มีปริมาณของไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือปริมาณอะลูมินัมไอออน (Al^{3+}) มากกว่าปริมาณของไฮดรอกซิล (OH^-) คือมีค่าพีเอชอยู่ในช่วงต่ำกว่า 5 การเกิดกรดของดินมีการสะสมของอนุมูลซัลเฟต ไฮโดรเจนไอออนในดินบน และจาโรไซท์ซึ่งมีลักษณะสีเหลืองฟางข้าวในดินชั้นล่าง นอกจากนี้ยังมีปริมาณการอิ่มตัวของอะลูมินัมที่สะสมอยู่ในดินสูงด้วย ลักษณะของเนื้อดินจะเป็นดินเหนียวจนถึงเหนียวจัด สีของดินจะมีสีดำหรือสีเทาเข้ม และมีจุดประสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลแดงของธาตุเหล็ก สาเหตุที่ทำให้เกิดดินกรด

1) ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา ซึ่งจะทำให้ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินถูกชะล้างไป ส่วนใหญ่ธาตุอาหารพืชที่ถูกชะล้างได้ง่าย คือ อนุมูลด่างเช่น แคลเซียมและแมงกานีส

2) การสะสมของอินทรีย์สาร โดยเฉพาะการย่อยสลายอินทรีย์สารต่างๆเป็นเวลานานในสภาพน้ำขังเกลือที่ละลายน้ำได้

3) การใส่ผงกำมะถัน (S) ซึ่งกำมะถันที่ใช้ไม่ได้อยู่ในรูปของซัลเฟต (SO_4^{2-}) ดังนั้นกำมะถันก็จะสามารถเปลี่ยนเป็นกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ได้หรืออาจจะถูกชะล้างออกไปก่อนที่พืชจะดูดไปใช้ประโยชน์ได้

4) เกลือที่ละลายน้ำได้ก่อให้เกิดกรดในดิน ส่วนใหญ่ได้จากปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดิน โดยสารประกอบที่เป็นปุ๋ยทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วเกิดกรดที่สามารถแตกตัวให้ H^+ ได้ดังนี้

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียมหรือปุ๋ยยูเรีย จะก่อให้เกิดความเป็นกรดในดินได้ ดังสมการ 2.1-2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(NH_4)_2SO_4 + 2H_2O \longleftrightarrow 2NH_4OH + H_2SO_4 \quad (2.1)$$

$$NH_4OH \longleftrightarrow NH_4^+ + OH^- \quad (2.2)$$

$$H_2SO_4 \longleftrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-} \quad (2.3)$$

ชนิดของดินกรด แบ่งได้ดังนี้คือ

1) ดินกรดจริง คือดินที่มีความเป็นกรดสูง และมีปริมาณอลูมินัมมาก พบจุดสีเหลืองคล้ายๆสีฟางข้าว ในระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร จึงทำให้ดินมีปัญหาในด้านการเกษตรมาก

2) ดินกรดไม่จริง เป็นดินกรดที่มีอายุมาก จนทำให้สภาพความเป็นกรดถูกชะล้างลงไปในดินชั้นล่างพบจุประสีเหลืองในระดับความลึก 1-3 เมตร ดินกรดชนิดนี้ไม่มีกระบวนการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติอีกแล้ว ดังนั้นการปลูกพืชในบริเวณแถบนี้จึงไม่เกิดปัญหาขึ้น

3) ดินกรดแฝง คือดินที่เกิดจากตะกอนน้ำทะเล และน้ำกร่อย คือบริเวณปากแม่น้ำทำให้ขบวนการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นน้อยมาก เนื่องจากบริเวณนี้เป็นที่ราบลุ่มน้ำขังตลอดปี

ผลที่ได้รับจากดินกรด ทำให้เกิดผลทางด้านลบมากกว่าทางบวก สรุปได้ดังนี้คือ

1) ช่วยละลายธาตุอาหารพืชในดินที่ใช้ในปริมาณน้อย เช่น เหล็ก แมงกานีส อะลูมินัม ฯลฯ ออกมาในปริมาณที่มากเกินไป จนอาจเป็นพิษต่อพืชที่ปลูกได้ เนื่องจากพืชต้องการธาตุอาหารเหล่านี้ในปริมาณที่น้อยมาก

2) ช่วยทำให้ปริมาณของธาตุโมลิบดินัม แคลเซียม และแมกนีเซียมลดลง จนทำให้พืชอาจแสดงอาการขาดธาตุอาหารเหล่านี้ได้

3) ช่วยให้เกิดกระบวนการตรึงธาตุอาหารพืชบางชนิด โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสจะถูกตรึงอยู่กับอนุภาคของดินเหนียว ทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

4) ทำให้สถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

5) ทำให้กิจกรรมที่เป็นประโยชน์สำหรับจุลินทรีย์บางชนิดหยุดชงักได้

7. เนื้อดินกับสภาพความชื้นดินและการเคลื่อนย้ายของน้ำ ความสามารถอุ้มน้ำของดินเป็นผลมาจากความแตกต่างของเนื้อดิน ดังนั้นเนื้อดินจึงเป็นปัจจัยควบคุมระดับในการชะละลายของดินและการแทรกซึมลงของน้ำจากดินลงสู่ผิวดิน ซึ่งอัตราการแทรกซึมลงและความสามารถอุ้มน้ำของดินสามารถปรับปรุงได้ด้วยการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและการปรับปรุงโครงสร้างดิน การทำลายอินทรีย์วัตถุในดินและการทำลายโครงสร้างดินจึงเป็นการลดอัตราการแทรกซึมลงและเป็นการลดความจุในการอุ้มน้ำของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. โครงสร้างของดิน คือ การจับตัวของอนุภาคเดี่ยวเป็นเม็ดดินและเม็ดดินจะเชื่อมโยงกันกลายเป็นโครงสร้างของดิน โครงสร้างดินที่มีรูปทรงคล้ายทรงกลมเป็นโครงสร้างดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชมาก เนื่องจากทำให้ดินมีการระบายน้ำ และถ่ายเทอากาศดี มีความร่วนซุย และอุ้มน้ำได้เหมาะสม โครงสร้างของดินไม่เสถียรเปลี่ยนแปลงตามอิทธิพลที่ได้รับจากภายนอก

2.2.2 สมบัติด้านเคมีของดิน

สมบัติทางเคมีของดินมีความสำคัญต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุพืชในดิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและมีความสำคัญกับสมบัติทางกายภาพของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเภทของเนื้อดิน

1. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity, CEC) บอกถึงความสามารถในการดูดซับและแลกเปลี่ยนไอออนบวกหรือแคตไอออนของดินนั้นๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชนิดของอนุภาคดินเหนียว (clay) และปริมาณฮิวมัสหรืออินทรีย์วัตถุในดิน โดยทั่วไปดินมีประจุสุทธิเป็นลบ ทำให้ดินสามารถดูดซับประจุบวกต่างๆ เช่น Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} และ K^{+} ไว้รอบพื้นผิวอนุภาคด้วยจำนวนสมมูลที่เท่ากัน ประจุบวกที่ถูกดูดซับนี้สามารถแลกเปลี่ยนกับประจุอื่นๆ ได้ เรียกว่าการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange) เรียกแคตไอออนที่ดูดซับอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินว่า แคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Cation) และความสามารถของดินในการดูดซับแคตไอออนเรียกว่า ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ค่า CEC ของดินมีความสำคัญต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในพืช โดยดินที่มีค่า CEC สูงหรือมีอนุภาคดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุในปริมาณมากจะสามารถดูดยึดธาตุอาหารของพืชซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกแคตไอออนไว้ที่ผิวของอนุภาคดิน ทำให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชไม่ถูกชะล้างไปจากดินได้ง่าย และพืชสามารถนำแคตไอออนเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะรากพืชดึงดูดแคตไอออนที่เป็นธาตุอาหารไปใช้ได้โดยตรง

ดินที่มีความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) สูง (ยงยุทธ, 2546) มีข้อดีดังนี้

1) ดูดซับธาตุอาหารพวกแคตไอออนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไว้ได้มาก เช่น แอมโมเนียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีส ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

2) ลดการสูญหายของธาตุอาหารเนื่องจากการชะล้าง

3) ดินจะเปลี่ยนแปลงสภาพกรด ด่างช้า เนื่องจากมีความจุบัฟเฟอร์สูง

2. สภาพออกซิเดชั่นรีดักชั่นของดิน ออกซิเดชั่นของดินเป็นผลมาจากการระบายน้ำและอากาศของดินซึ่งสภาพอากาศในดินเป็นตัวกำหนดชนิดจุลินทรีย์ดินที่เป็นตัวการย่อยสลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอินทรีย์และการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนในดิน หากดินมีการระบายอากาศที่ดี การสลายตัวของคาร์บอนอินทรีย์ย่อมจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แต่หากดินขาดออกซิเจน การสลายตัวจะไม่สมบูรณ์ ทำให้ได้กรดอินทรีย์แทน การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนก็เช่นกัน ไนโตรเจนอินทรีย์จะเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียมก่อน หากดินมีการถ่ายเทอากาศดี ก็จะเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) โดยจุลินทรีย์ดินซึ่งก็คือการออกซิไดซ์แอมโมเนียเป็นไนเตรต แต่ถ้าดินขาดออกซิเจน จุลินทรีย์จะใช้ไนเตรตในกระบวนการหายใจได้แก๊สไนโตรเจนอันเป็นกระบวนการรีดิวส์ไนเตรตนั้นเอง

3. ความเป็นกรด-ด่างของดิน (soil pH) การวัดค่าความเป็นกรด ด่าง คล้ายคลึงกับการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ คือการวัดพีเอชของดิน ที่แตกต่างกันเป็นอย่างมากก็คือ ดินนั้นมีความเป็นกรดอยู่ 2 ชนิดคือ กรดจริง และกรดแฝง ดินเป็นสิ่งที่มีประจุ ทั้งบวกและลบ แต่มีค่าประจุลบมากกว่า ความเป็นประจุนี้ นับว่าเป็นประโยชน์อย่างที่สุด เพราะธาตุต่างๆในสารละลายดินรวมทั้งธาตุอาหารพืชในรูปที่พืชดูดกินได้ก็จะต้องอยู่ในรูปประจุเช่นกัน ธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่มีประจุบวก ดังนั้นจึงถูกดินดูดซับเอาไว้ไม่ไหลตามน้ำลงไปจนเลยระดับความลึกของราก ซึ่งทำให้ธาตุอาหารเหล่านี้สูญเสียไปได้ ธาตุอาหารที่พืชดูดซับเอาไว้นี้ ย่อมมีโอกาสให้พืชดึงดูดเอาไปใช้ได้

ไฮโดรเจนไอออนนั้นมีประจุบวก ดังนั้น ส่วนของไฮโดรเจนไอออนที่ถูกดินดูดซับ จึงเรียกว่าสภาพกรดแฝง ซึ่งสมดุลกับส่วนของไฮโดรเจนที่ไม่ถูกดูดซับ ซึ่งเรียกว่าสภาพกรดจริง ส่วนของกรดมีบทบาทต่อความสามารถในการละลายของธาตุและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชนี้ก็คือสภาพกรดจริง ดังนั้นดินเหนียวและดินทรายที่มีค่าพีเอชเท่ากัน (มีค่าสภาพความเป็นกรดจริงเท่ากัน) จะมีความต้องการปูนในการยกระดับพีเอชไม่เท่ากันได้ ทั้งนี้เพราะดินทั้งสองชนิดมีค่าความเป็นกรดแฝงไม่เท่ากัน เนื่องจากดินเหนียวมีค่าประจุลบมากกว่าจึงมีสภาพกรดแฝงมากกว่า ส่วนของไฮโดรเจนที่ถูกดูดซับจะมีปริมาณมากกว่าส่วนที่ไม่ถูกดูดซับมาก และจะปลดปล่อยจากส่วนที่ถูกดูดซับออกมาเป็นบางส่วน ลักษณะคล้ายการแตกตัวของกรดอ่อน

ค่าพีเอชของดินที่วัดได้คือ สภาพกรดจริงซึ่งพีเอชที่วัดได้เกี่ยวพันกับสภาพละลายได้ของธาตุการเจริญเติบโตของพืช และจุลินทรีย์ดินดังต่อไปนี้

1) พีเอชของดินกับสภาพละลายได้ของธาตุ เนื่องจากน้ำในดินเป็นตัวทำละลายธาตุที่เป็นองค์ประกอบของอนุภาคดินและธาตุที่อยู่ในสารที่ใส่ลงไปในดิน ดังนั้นสภาพละลายได้ของธาตุจึงขึ้นอยู่กับพีเอชของดิน จะเห็นว่าธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมจะมีในดินที่เป็นกรดในปริมาณต่ำจนพืชอาจจะขาดได้ ธาตุฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยทั้งในสภาพดินที่เป็นกรดหรือด่าง จุลธาตุทั้งหลายที่ประกอบด้วย เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีในสภาพเป็นกรด ในดินที่มีธาตุเหล่านี้มีมากอยู่แล้ว ก็อาจละลายได้มากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืชได้ สำหรับโมลิบดินัมจะละลายได้ดีเมื่อพีเอชของดินสูงขึ้น (ดินเป็นกรดเล็กน้อย) ธาตุโลหะหนักหลายธาตุ เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง จะละลายได้ดีในสภาพดินเป็นกรดเช่นกัน

2) พีเอชของดินกับการเจริญเติบโตของพืช พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงพีเอชที่แตกต่างกันออกไป แต่โดยทั่วไปพืชส่วนมากเจริญได้ดีในดินที่มีระดับพีเอชประมาณ 6.0-7.0 ดังนั้นการปรับสภาพกรด ด่างของดินให้เหมาะสม จะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี ทำให้การใช้ระบบดิน พืช กำจัดสารมลพิษเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) พีเอชของดินกับกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน แบคทีเรียในดินส่วนใหญ่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินเป็นกลาง กิจกรรมของแบคทีเรียบางอย่าง เช่น กระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) จะเป็นไปโดยช้ามากถ้าดินเป็นกรดจัด ขณะที่กระบวนการแอมโมนิฟิเคชัน (ammonification) ไม่ถูกกระทบเท่าไนตริฟิเคชัน สำหรับการตรึงไนโตรเจนโดยพืชตระกูลถั่วจะเกิดขึ้นได้ดีในระดับดินที่เป็นกลางถึงด่างอย่างอ่อน และแม้แต่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินก็จะตรึงไนโตรเจนได้ต่ำมากในสภาพดินเป็นกรด ในการสลายตัวของซากพืช สัตว์ในดิน ถ้าดินมีสภาพเป็นกลางแบคทีเรียจะเป็นตัวการสำคัญในกระบวนการย่อยสลาย ส่วนเชื้อราจะเจริญได้ดี และเป็นตัวการสำคัญในสภาพดินเป็นกรดจัด

2.2.3 การประเมินความอุดมสมบูรณ์โดยใช้สมบัติทางเคมีของดิน

ในการประเมินความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกพืช มักจะนำความอุดมสมบูรณ์ของดินมาเป็นลักษณะวินิจฉัยร่วมกับลักษณะอย่างอื่นๆ ด้วยเสมอ ในประเทศไทยมีการศึกษาความต้องการแร่ธาตุอาหารสำหรับพืชต่างๆ และสรุปไว้ในลักษณะต่างๆ กัน สมบัติทางเคมีที่ใช้คือ ความจุในการแลกเปลี่ยนอิออน (CEC) ตามการจำแนกเนื้อดิน ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินกับพื้นที่ผิวจำเพาะ การประเมินค่า CEC ของดิน การประเมินระดับอินทรีย์วัตถุในดิน ความเป็นกรด ด่างของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ซึ่งสรุปได้ดังในตารางที่ 2.1 - 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออน (CEC) ตามการจำแนกเนื้อดิน

การจำแนกเนื้อดิน	CEC (มิลลิกรัมสมมูล / ดิน100 กรัม)
Sand	3-5
Loamy sand	5-8
Sandy lome	8-12
Silt	10-15
Loam	13-18
Silt loam	15-20
Sandy clay loam	14-29
Clay loam	16-28
Silty clay loam	18-30
Sandy clay	15-30
Silty clay	22-32
Clay	30-40
Organic soils	55-200

ที่มา : พัชรี, (2553)

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินกับพื้นที่ผิวจำเพาะ

เนื้อดิน	พื้นที่ผิวจำเพาะ (ตารางเมตร/กรัม)
เหนียว	150-250
ร่วนเหนียวปนซิลท์	120-200
ร่วนปนซิลท์	50-150
ร่วน	50-100
ร่วนปนทราย	10-40

ที่มา: ศุภมาศ, (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 การประเมินค่า CEC ของดิน

CEC (มิลลิกรัมสมมูล / ดิน 100 กรัม)	การประเมิน
< 3	ต่ำมาก
3-5	ต่ำ
5-10	ค่อนข้างต่ำ
10-15	ปานกลาง
15-20	ค่อนข้างสูง
20-30	สูง
> 30	สูงมาก

ที่มา : ปิยะ อ้างในพัชรี, (2553)

ตารางที่ 2.4 การประเมินระดับอินทรีย์วัตถุในดิน (OM วิธี Walkley & Black)

OM (%)	การประเมิน
< 0.5	ต่ำมาก
0.5-1.0	ต่ำ
1.0-1.5	ค่อนข้างต่ำ
1.5-2.5	ปานกลาง
2.5-3.5	ค่อนข้างสูง
3.5-4.5	สูง
> 4.5	สูงมาก

ที่มา : ปิยะ อ้างถึงในพัชรี, (2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ความเป็นกรด ด่างของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช

pH ของดิน	ความเป็นกรด – ด่างของดิน	อิทธิพลต่อพืช
< 3.5	กรดรุนแรงมากที่สุด	ช่วง pH <3.5-5.5 ของดินเป็นระดับความเป็นกรดของดินที่มีปัญหาต่อการปลูกพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งความเป็นพิษของธาตุอาหารของพืช และธาตุบางชนิดในดิน เช่น Fe Mn Al ฯลฯ และเกิดการตรึงฟอสฟอรัสในดินในปริมาณมาก
3.5-4.5	กรดรุนแรงมาก	
4.6-5.0	กรดจัดมาก	
5.1-5.5	กรดจัด	
5.6-6.0	กรดปานกลาง	ช่วง pH 5.6-7.3 ของดินเป็นระดับ pH ที่มีปัญหาต่อพืชน้อยที่สุด หรือเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดต่อการเติบโตของพืช
6.1-6.5	กรดเล็กน้อย	
6.6-7.3	เป็นกลาง	
7.4-7.8	เบสเล็กน้อย	ดินที่มีสมบัติเป็นเบสปานกลางถึงด่างจัดมาก (pH 7.9>9.0) พืชที่ปลูกอาจมีปัญหาเกี่ยวกับการขาดธาตุอาหารของพืชหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีส โบรอน ทองแดง สังกะสี
7.9-8.4	เบสปานกลาง	
8.5-9.0	เบสจัด	
> 9.0	เบสจัดมาก	

ที่มา : ปิยะ, (2553)

ตารางที่ 2.6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg / kg)	การประเมิน
< 3	ต่ำมาก
3-6	ต่ำ
6-10	ค่อนข้างต่ำ
10-15	ปานกลาง
15-25	ค่อนข้างสูง
25-45	สูง
> 45	สูงมาก

ที่มา : เอิบ, (2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg / kg)	การประเมิน
< 30	ต่ำมาก
30-60	ต่ำ
60-90	ปานกลาง
90-120	สูง
> 120	สูงมาก

ที่มา : เอิบ, (2534)

ตารางที่ 2.8 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (วิธี Titration)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (เปอร์เซ็นต์)	การประเมิน
< 0.1	ต่ำมาก
0.1-0.3	ต่ำ
0.3-0.6	ปานกลาง
0.6-1.0	สูง
> 1.0	สูงมาก

ที่มา : เอิบ, (2534)

2.2.4 ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชมีความสำคัญและจำเป็นที่พืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโต แบ่งได้ดังนี้

1. ธาตุไนโตรเจน (N) ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดี มีความแข็งแรง โดยเฉพาะทำให้ใบมีขนาดใหญ่และมีสีเขียวเข้ม ในระยะแรกไนโตรเจน จะช่วยส่งเสริมให้พืชตั้งตัวได้เร็วและทำให้พืชมีคุณภาพดี โดยเฉพาะพืชสวนครัว ที่ใช้ใบ ลำต้น และหัว

2. ธาตุฟอสฟอรัส (P) ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากฝอยและรากแขนง ช่วยทำให้พืชแข็งแรง มีความต้านทานต่อโรคและแมลงมากขึ้น ช่วยในการออกดอกและสร้างเมล็ดของพืชและทำให้พืชแก่เร็วขึ้น ช่วยในการสร้างองค์ประกอบต่างๆของเซลล์และถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เป็นแหล่งอาหารที่ใช้ในการงอกของเมล็ดพืช

3. ธาตุโพแทสเซียม (K) เกี่ยวข้องกับการทำงานของกระบวนการทางด้านสรีรวิทยาของพืชจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลภายในพืชที่เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของใบ ราก และการสร้างเนื้อไม้ที่แข็งของลำต้น จำเป็นต่อการสร้างเนื้อของผลไม้และพืชหัวให้มีความสมบูรณ์ ช่วยให้พืชแข็งแรงมีความต้านทานต่อโรคและแมลงมากขึ้น

4. ธาตุแมกนีเซียม (Mg) เป็นตัวช่วยกระตุ้นในกระบวนการเมตาบอลิซึม เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ มีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการหายใจ และกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน มีส่วนช่วยในการสร้างน้ำมันในพืช

5. ธาตุแคลเซียม (Ca) เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างที่ผนังเซลล์ของพืช มีความจำเป็นในการแบ่งเซลล์และขยายตัวของเซลล์พืช ช่วยส่งเสริมให้ระบบรากของพืชดีเกี่ยวข้องกับการงอกและการเจริญเติบโตของละอองเกสรตัวผู้ ช่วยส่งเสริมให้พืชดูดเอาไนโตรเจนขึ้นมาใช้จากดินได้ดีขึ้น

6. ธาตุกำมะถัน (S) เป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งของคลอโรฟิลล์ ช่วยในการแบ่งเซลล์ของพืช ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำมันในพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของระบบราก

7. ธาตุเหล็ก (Fe) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของคลอโรฟิลล์ จำเป็นต่อระบบการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เป็นธาตุที่จำเป็นในการสังเคราะห์โปรตีนที่อยู่ในส่วนของคลอโรพลาสต์เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการหายใจของพืช และช่วยในการดูดธาตุอาหารอื่นๆในพืช

8. ธาตุแมงกานีส (Mn) เป็นองค์ประกอบของคลอโรพลาสต์ มีบทบาทในกระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เกี่ยวข้องกับกระบวนการไนเตรทรีดักชัน ซึ่งมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนของพืช

9. ธาตุสังกะสี (Zn) เป็นตัวกระตุ้นให้เอมไซม์ทำงานได้อย่างเต็มที่ เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์สารที่เกี่ยวข้องขึ้นอยู่กับการขยายตัวของเซลล์พืช มีความจำเป็นสำหรับกระบวนการเมตาบอลิซึมของไนโตรเจนในพืช มีผลต่อกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์และเกี่ยวข้องกับการสร้างแป้งในพืช

2.2.5 ธาตุพิษในดิน

ธาตุพิษ (Toxic elements) โดยทั่วไปหมายถึง ธาตุโลหะหนักหรือธาตุโลหะอื่น ซึ่งเป็นสารมลพิษที่สำคัญในดิน ธาตุพิษเหล่านี้จะเป็นสารมลพิษได้เนื่องจากมีการนำมาใช้ประโยชน์ในรูปสารประกอบและเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ แล้วมีการปนเปื้อนสู่สภาพแวดล้อม (นัทชธีร์ญา, 2545 อ้างถึงในศุภมาศ, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุโลหะที่ปนเปื้อนในดินอาจอยู่ในรูปต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ละลายในสารละลายดิน
2) ถูกดูดซับในตำแหน่งผิวของอนุภาคคอลลอยด์ดิน
3) ตกตะกอนหรือตกตะกอนร่วมกับสารอื่น
4) ถูกตรึงและจับกับสารแขวนลอยอื่นหรือแร่ในดิน
5) เปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์โดยกระบวนการทางชีวภาพ

สามารถแบ่งธาตุออกได้ตามลักษณะสภาวะมลพิษเป็น 2 พวก คือ

1. สารมลพิษที่เป็นปัญหาระยะยาว ได้แก่ สารมลพิษที่คงอยู่ในดินได้นานและพืชที่สามารถทนต่อสารมลพิษได้ในปริมาณที่จำกัด สารมลพิษเหล่านี้ ได้แก่ ทองแดง ตะกั่ว และปรอท แม้ธาตุเหล่านี้จะอยู่ในดินมากแต่พืชก็ไม่สามารถใช้และเก็บสะสมได้มาก ดังนั้นในระยะแรกๆที่ดินได้รับสารมลพิษเหล่านี้อาจมองเห็นปัญหาได้ไม่ชัดเจน เพราะธาตุเหล่านี้แพร่กระจายสู่ห่วงโซ่อาหารได้ในปริมาณที่น้อย

2. สารมลพิษที่เกิดปัญหาในระยะสั้น ได้แก่ สารมลพิษที่ละลายน้ำได้ง่าย พืชสามารถดูดซับได้ทันที และในปริมาณมากจึงเกิดปัญหาต่อสภาวะแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว สารมลพิษเหล่านี้ได้แก่ โบรอน แคดเมียม นิกเกิล และสังกะสีซึ่งการถูกดูดซับของธาตุโลหะหนักในดินเกิดขึ้นโดยการดึงดูดทางไฟฟ้าต่างๆ ตัวอย่างเช่นพันธะไอออน-ไอออน (Ion-ion bonding) การดึงดูดแวนเดอร์วาล (Van der waals attration) พันธะไฮโดรเจน (H-boding) พันธะโคออร์ดิเนต (Coordinate bonding) เช่นการแลกเปลี่ยนลิแกนด์ (Ligand exchange) หรือพันธะทางเคมีอื่นๆ และธาตุแต่ละชนิดอาจถูกดูดซับได้ด้วยกระบวนการที่แตกต่างกัน

2.2.6 ระดับเกณฑ์พื้นฐานของการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินประเทศไทย

โลหะหนักเป็นธาตุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งถ้ามีความเข้มข้นสูงก็อาจจะเป็นพิษต่อมนุษย์ สัตว์ พืช หรือสิ่งมีชีวิตในดิน โลหะหนักพบทั่วไปในดินทุกชนิด แต่ความเข้มข้นต่างกันไปตามวัตถุต้นกำเนิดดิน นอกจากนั้นโลหะหนักในดินอาจได้มาจากวัสดุหรือสารต่างๆที่ใส่ลงไปในดิน เช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก สารกำจัดศัตรูพืช วัสดุปรับปรุงดิน และวัสดุเหลือใช้ที่ใส่เพื่อปรับปรุงดิน รวมทั้งสารที่ปะปนอยู่ในบรรยากาศ

การกำหนดมาตรฐานโลหะหนักในดินเกษตรกรรมของโครงการดินดีชีวีปลอดภัย ได้วิเคราะห์จากค่ามาตรฐานโลหะหนักในดินเกษตรกรรมของประเทศต่าง ๆ ทั้งยุโรป อเมริกา และเอเชีย (ญี่ปุ่น และไต้หวัน) และได้พิจารณาค่าวิเคราะห์โลหะหนักในดินเกษตรกรรมของไทย จำนวน 308 ตัวอย่าง แล้วนำมาประมวลสำหรับใช้ในประเทศไทยซึ่งค่ามาตรฐานนี้นอกจากจะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเกณฑ์ประเมินในโครงการดินดีชีวีปลอดภัยแล้ว ยังจะเป็นประโยชน์เพื่อใช้ปรับปรุงเป็นค่ามาตรฐานโลหะหนักในดินเกษตรกรรมของประเทศต่อไป เกณฑ์ประเมินโลหะหนักในดินเกษตรกรรม มีดังต่อไปนี้

(1) สารหนู (As) มีค่าไม่เกินกว่า 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(2) แคดเมียม (Cd) มีค่าไม่เกินกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(3) ทองแดง (Cu) มีค่าไม่เกินกว่า 45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(4) ตะกั่ว (Pb) มีค่าไม่เกินกว่า 55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(5) สังกะสี (Zn) มีค่าไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ระดับเกณฑ์พื้นฐานของโลหะหนักในดิน แสดงในตารางที่ 2.9 ดินซึ่งมีความเข้มข้นของธาตุต่างๆ สูงกว่าระดับนี้ เป็นดินที่มีแนวโน้มว่าจะมีการปนเปื้อนของโลหะหนักที่อาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ

ตารางที่ 2.9 ระดับเกณฑ์พื้นฐานสำหรับโลหะหนักในดินประเทศไทย

ธาตุ	ระดับเกณฑ์พื้นฐาน (มิลลิกรัม / กิโลกรัม)
สารหนู	30
แคดเมียม	0.15
โคบอลต์	20
โครเมียม	80
ทองแดง	45
ปรอท	0.10
นิกเกิล	45
ตะกั่ว	55
สังกะสี	70

ที่มา: เอกสารวิชาการ ระดับเกณฑ์พื้นฐาน ของการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินประเทศไทย (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548)

2.3 การบำบัดโลหะหนักในดิน

2.3.1 การใช้พืชบำบัด (Phytoremediation)

คำจำกัดความโดยการบำบัดโดยพืช

การบำบัดโดยพืช (Phytoremediation) คือการใช้พืชในการกำจัด ควบคุมหรือกระตุ้นการย่อยสลายของเสีย เช่นโลหะหนัก สารอินทรีย์ ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน สารกัมมันตรังสี ฯลฯ ที่ปนเปื้อนในดิน น้ำ หรือ อากาศ (United States Environmental Protection Agency, 2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของการบำบัดโดยใช้พืช

การบำบัดโดยใช้พืชมีหลายวิธี ซึ่งสามารถแบ่งชนิดตามกลไกของพืชที่ใช้ในการกำจัดสารพิษต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม ได้ดังต่อไปนี้ (United States Environmental Protection Agency, 2000)

1. Phytoextraction หรืออาจเรียกว่า Phytoaccumulation คือการดูดซับสารปนเปื้อนโดยอาศัยรากพืชและมีการส่งผ่านขึ้นภายในลำต้นของพืช หลังจากนั้นสารปนเปื้อนจะถูกนำออกไปโดยการเก็บเกี่ยวพืช ตัวกลางที่สามารถใช้วิธีนี้ในการบำบัดได้คือ ดิน ตะกอน และกากตะกอน สารปนเปื้อนที่สามารถบำบัดได้โดยวิธี Phytoextraction คือโลหะหนัก เช่นแคดเมียม ตะกั่ว ปรอท ฯลฯ นอกจากนี้ยังสามารถบำบัดสารกัมมันตรังสีได้ เช่นสตรอนเชียม-90 (^{90}Sr) ซีเซียม-137 (^{137}Cs) พลูโทเนียม-239 (^{239}Pu) ยูเรเนียม-238 (^{238}U) ตัวอย่างพืชที่มีการนำมาใช้ เช่น *Indian mustard* และทานตะวัน (United States Environmental Protection Agency, 2000)

2. Rizofiltration เป็นการใช้พืชเพื่อบำบัดสารมลพิษ โดยการใช้รากพืชในการดักกรองสารมลพิษ หรือดูดซึมสารมลพิษในน้ำ เช่น น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของสารมลพิษต่ำ ซึ่งวิธีนี้สามารถช่วยในการลดปริมาณกากมลพิษได้มาก ทั้งนี้เนื่องจากเฉพาะส่วนของรากพืชที่สะสมสารมลพิษเท่านั้นที่จำเป็นต้องบำบัดในขั้นตอนต่อไป ส่วนของใบและลำต้นที่ไม่ปนเปื้อน หลังจากการเก็บเกี่ยว ก็จะทิ้งไปหรือนำไปทำประโยชน์อย่างอื่นได้ ขึ้นกับชนิดของพืชที่นำมาใช้ในการบำบัด เช่น พืชบางชนิดมีดอกที่สวยงามจึงสามารถเก็บดอกไปขายในช่วงเวลาระหว่างการบำบัดได้อีกด้วย สารโลหะหนักที่สามารถบำบัดได้โดยวิธีนี้ เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง นิกเกิล สังกะสี โครเมียม สำหรับสารกัมมันตรังสีที่สามารถบำบัดโดยวิธีนี้ เช่น ^{137}Cs และ ^{238}U

3. Phytostabilization เป็นการใช้พืชเพื่อยับยั้งหรือลดการเคลื่อนที่ของสารมลพิษในดิน ตะกอนดิน หรือตม โดยใช้รากพืชเพื่อจำกัดการเคลื่อนที่และการดูดจับของสารมลพิษในดิน ตะกอนดิน หรือตม พืชที่ใช้ควรมีความสามารถในการลดปริมาณการซึมผ่านของน้ำในโครงสร้างของดินเพื่อเป็นการลดปริมาณสารมลพิษปนเปื้อนไปสู่น้ำใต้ดิน ป้องกันการสึกกร่อนของหน้าดิน และการกระจายของสารมลพิษไปยังบริเวณอื่นๆ การบำบัดโดยวิธีนี้สามารถเกิดขึ้นโดยผ่านกระบวนการดูดซับ (Sorption) การตกตะกอน (Precipitation) การเกิดสารเชิงซ้อน (Complexation) การรีดิวซ์เวเลนซีโลหะ (Metal valence reduction) สารโลหะหนักที่สามารถบำบัดได้โดยวิธีนี้ เช่น ตะกั่ว สารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง และสังกะสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Phytodegradation หรือรู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งคือ Phytotransformation คือการทำให้สารปนเปื้อนมีการเปลี่ยนรูปโดยเอมไซม์ที่พืชปล่อยออกมา หรือผ่านทางกระบวนการเมทตาโบริซึม (Metabolism) ของพืชตัวกลางที่สามารถใช้วิธีนี้ในการบำบัดได้ คือ ดินตะกอน กากตะกอน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน สารปนเปื้อนที่สามารถบำบัดได้โดยวิธี Phytodegradation คือสารประกอบอินทรีย์

5. Phytovolatilization เป็นการใช้พืชเพื่อบำบัดสารมลพิษโดยการใช้พืชไปดูดจับสารมลพิษด้วยกลไกที่เกิดขึ้นในต้นพืชเองได้ทำการแปลง (Transformation) ให้อยู่ในรูปที่ระเหยได้และมีความเป็นพิษลดลงจากเดิม หลังจากนั้นสารมลพิษที่อยู่ในรูปที่ระเหยได้ สามารถกำจัดออกโดยผ่านทางใบพืช สารโลหะหนักที่สามารถบำบัดด้วยวิธีนี้ เช่น ปรอท

Phytoextraction เป็นการบำบัดโดยใช้พืชชนิดหนึ่งซึ่ง หมายถึงการใช้พืชดูดซับสารปนเปื้อนดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความสามารถสะสมโลหะหนักได้ไม่เท่ากัน ด้วยเหตุดังกล่าวในการทำ Phytoextraction จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้พืชที่มีความสามารถในการสะสมโลหะได้มากเป็นพิเศษ ซึ่งพืชที่มีความสามารถดังกล่าวเรียกว่า Hyperaccumulator นอกจากนี้พืชที่จะนำมาใช้ในกระบวนการ Phytoextraction ควรจะมีระบบรากที่กว้าง มีมวลชีวภาพที่สูง และมีความทนต่อโลหะหนัก

ข้อดีและข้อเสียในการทำ Phytoextraction

ข้อดีของการทำ Phytoextraction (Glass, 2000)

1. ต้นทุนต่ำเนื่องจากการใช้พืชในการบำบัดจึงไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพง และวิธีการในการบำบัดไม่ยุ่งยากซับซ้อน

2. เป็นวิธีการบำบัดสารพิษในดินได้อย่างถาวร กล่าวคือเป็นการบำบัดที่นำเอาสารปนเปื้อนออกมาจากดินเลย

3. เป็นวิธีการบำบัดสารปนเปื้อนในดินโดยไม่มีการขุดตักดินไป จึงไม่มีการทำลายหน้าดิน

4. เป็นวิธีการบำบัดสารปนเปื้อนในดินที่เป็นที่ยอมรับว่าให้ทัศนียภาพที่สวยงาม เนื่องจากเป็นการบำบัดโดยใช้พืช

ข้อเสียของการทำ Phytoextraction (Glass, 2000)

1. ใช้เวลาในการบำบัดนาน เนื่องจากพืชที่เป็น Phytoaccumulation ส่วนใหญ่มักโตช้า นอกจากนี้ในการใช้พืชบำบัดต้องขึ้นอยู่กับฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การบำบัดสารปนเปื้อนไม่สามารถทำการบำบัดได้ 100% เนื่องจากการบำบัดโดยใช้พืชจะจำกัดเฉพาะในส่วนที่ราก สารปนเปื้อนที่ที่อยู่ลึกลงไปกว่านั้นจึงไม่ได้รับการบำบัด

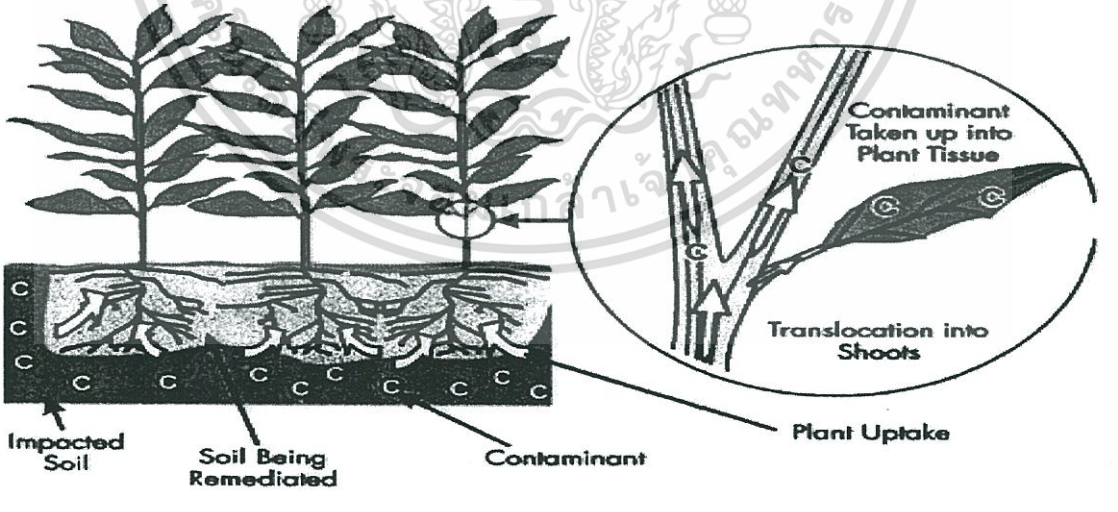
3. ถ้ามีการปนเปื้อนที่ระดับความเข้มข้นสูงมากๆ จนเกินความสามารถในการทนต่อโลหะหนักของพืชได้ การบำบัดโดยใช้พืชจะไม่สามารถทำได้

กลไกการทำงานของ Phytoextraction

กลไกการทำงานของ Phytoextraction ประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ 2 กระบวนการคือ

1. การนำเข้าโลหะหนักโดยรากพืช โดยอาศัยระบบลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ 2 ระบบคือ การลำเลียงผ่านตัวลำเลียงประจุบวก และแพร่ผ่านเข้าทางช่องที่เป็นประจุสองบวก โดยการเคลื่อนที่ผ่านทางเข้าประจุสองบวกนั้นจะอาศัยความเข้มข้นที่แตกต่างกันของสาร ตัวอย่างเช่น Cd^{2+} และ Zn^{2+} ได้มีการศึกษาการนำเข้า Zn^{2+} ในเยื่อหุ้มเซลล์บริเวณรากของข้าวสาลีโดยพบว่า Zn^{2+} จะเคลื่อนที่ผ่านทางช่อง Ca^{2+} (Ca^{2+} channel) และเนื่องจากความคล้ายคลึงกันทางเคมีของ Cd^{2+} และ Zn^{2+} จึงเป็นไปได้ว่า Cd^{2+} จะเคลื่อนที่เข้าสู่รากพืชโดยใช้เส้นทางเดียวกับ Zn^{2+}

2. การเคลื่อนย้ายโลหะหนักจากรากไปสู่ยอดพืช ในตอนนี้โลหะหนักจะถูกขนส่งไปตามท่อลำลียงน้ำ (Xylem) โดยอาศัยกระบวนการคายน้ำ (Transpiration) เป็นแรงดึง (Kochian, 1991) กลไกการทำงานของ Phytoextraction แสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กลการไกทำงานของ Phytoextraction (ที่มา:Brookhaven National Laboratory,2000)

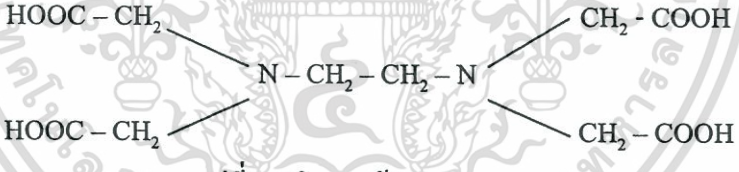
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 เอทิลีนไดอามีน เตตราอะเซติก แอซิด (Ethylenediaminetetraaetic acid (EDTA))

คุณสมบัติ

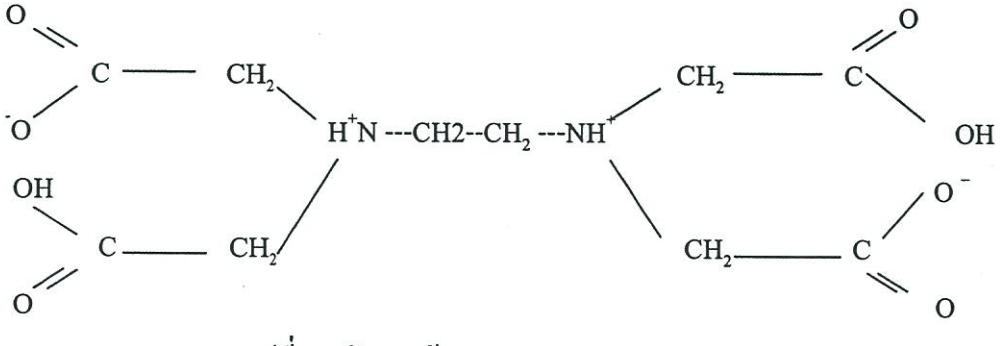
1. โครงสร้างของ EDTA

EDTA คือ ตัวคีเลตติงค์เอเจนท์ และเป็นพอลิเดนเทตลิแกนด์ มี 6 อะตอมที่สามารถจับอะตอมโลหะได้ในลักษณะคล้ายๆกรงเล็บ คำว่า "Chele" ในภาษากรีกแปลว่ากรงเล็บซึ่งทำให้เป็นคีเลตติงค์ลิแกนด์ที่ดี และเป็นสารประเภท Tertiary amine ที่ประกอบด้วยหมู่ Carboxyl สามารถเกิดสารเชิงซ้อนแบบคีเลตที่เถียรกับไอออนของโลหะหลายชนิด สูตรโครงสร้างของอีดีทีเอเขียน แสดงได้ดังรูปที่ 2.2 สารนี้ใช้เป็นลิแกนด์เมื่อจับโลหะไอออนจะได้ไอออนเชิงซ้อนหรือโมเลกุลที่มีความเสถียรสูง คือ สามารถเกิดสารเชิงซ้อนกับโลหะในรูปของคีเลต เพื่อใช้ในการควบคุมการปนเปื้อนโลหะไอออนอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากธาตุทรานซิชันสามารถสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์กับกลุ่มของโมเลกุลหรือไอออนเกิดเป็นไอออนเชิงซ้อนที่สามารถจับกับไอออนเกิดเป็นโมเลกุลเชิงซ้อนเรียกว่าสารประกอบโคออดิเนชั่น ซึ่งโลหะไอออนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนคู่และลิแกนด์ คือตัวคีเลตติงเอเจนท์เป็นอะตอมจ่ายจึงถูกนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมด้านการบำบัดน้ำเสียต่างๆมากมาย



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ EDTA

สารนี้เป็นกรดอ่อนชนิด Tetraprotic acid มีค่า $k_1 = 1.02\times10^{-2}$ $k_2 = 2.14\times10^{-3}$ $k_3 = 6.92\times10^{-7}$ $k_4 = 5.50\times10^{-11}$ ค่าเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า โปรตอนสองตัวแรกจะหลุดได้ง่ายกว่าสองตัวหลังที่เหลือในสารละลายของกรดนี้จะมีโครงสร้างเป็นแบบดับเบิ้ลซวิทเทอะไอออน (Double zwitterions) (ดังรูปที่ 2.3)



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของ EDTA (Double zwitterions)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของ O แต่ละตัวในหมู่ OH และของ N แต่ละตัว ทำให้โมเลกุลของ EDTA เป็น ลิแกนด์เฮกซะเดนเทต (Hexadantate ligand) ซึ่งสามารถรวมกับไอออนของโลหะได้สูตรอย่างย่อของ EDTA คือ H_4Y ต้องอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 130 -145 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหลายชั่วโมง การละลายของสารนี้ต้องเติมเบสลงไปเล็กน้อยจะเกิดการละลายอย่างสมบูรณ์ ส่วนเกลือโซเดียมไดไฮเดรตของ EDTA เป็นที่นิยมมาก ถึงแม้จะมีความชื้นประมาณ 3 % แต่ละลายน้ำได้ และเมื่อเก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดโพลีเอทีลีนจะเสถียรเป็นเวลาหลายเดือน

2. การเกิดสารเชิงซ้อนของ EDTA กับ โลหะ

สมบัติที่ดีของ EDTA คือ เป็นลิแกนด์ที่รวมตัวกับอิออนของโลหะส่วนใหญ่ด้วยอัตราส่วนโดยโมลเท่ากับ 1: 1 ตัวอย่างเช่น ซิลเวอร์ไอออน คอปเปอร์ไอออนและอะลูมิเนียมไอออนเมื่อรวมกับ EDTA จะให้สารเชิงซ้อนดังสมการที่ 2.4–2.6

$$Ag^{+} + Y^{4-} \longleftrightarrow AgY^{(n-4)+} \qquad (2.4)$$

$$Cu^{2+} + Y^{4-} \longleftrightarrow CuY^{2-} \qquad (2.5)$$

$$Al^{3+} + Y^{4} \longleftrightarrow Al\,Y^{-} \qquad (2.6)$$

สารเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นเป็นแบบคีเลตที่เป็นตัวการที่ทำให้สารเหล่านี้เสถียร เป็นผลเนื่องมาจากลักษณะการเกิดพันธะเคมีของลิแกนด์ที่มีทิศทางทำให้ไอออนของโลหะอยู่ตรงกลางและล้อมรอบด้วยลิแกนด์ซึ่งจะทำให้ไอออนของโลหะแยกตัวออกจากโมเลกุลของตัวทำละลายได้

3. ค่าคงที่ของการเกิดสารเชิงซ้อนสำหรับ EDTA

ค่าคงที่ของการเกิดสารเชิงซ้อนสำหรับ EDTA คือ K_{MY} ของไอออนของโลหะต่างๆที่มี EDTA เป็น ลิแกนด์ค่านี้เกี่ยวกับความเข้มข้นของ Y^{4-} ดังสมการที่ 2.7 - 2.8

$$M^{n+} + Y^{4-} \longleftrightarrow MY^{(n-4)+} \qquad (2.7)$$

$$K_{M_Y} = \frac{\left[MY^{(n-4)+}\right]}{\left[Mn^{+}\right]\left[Y^{4-}\right]} \qquad (2.8)$$

4. ผลของ pH ที่มีต่อองค์ประกอบของ EDTA

เนื่องจาก K_{MY} มีความเกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของ Y^{4-} แต่ในสารละลายของ EDTA จะประกอบด้วยไอออนและโมเลกุลนอกเหนือไปจาก Y^{4-}, HY^{3-}, H_2Y^{2-}, H_3Y^{-} และ H_4Y สารเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความเข้มข้นมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับค่าพีเอช จะเห็นว่าที่ pH 3-6 คือที่สารละลายเป็นกรดอ่อนเกือบเป็นกลาง H_2Y^{2-} จะเป็นสารที่มีมากที่สุด แต่ถ้าสารละลายเป็นกลางหรือค่อนข้างเป็นเบสเล็กน้อย คือ pH ระหว่าง 6-10 EDTA ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป HY^{3-} แต่ถ้า pH สูงกว่า 10 EDTA จะอยู่ในรูป Y^{4-} จะเป็นสัดส่วนที่มีมากที่สุด ดังนั้นปฏิกิริยาของการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างไอออนของโลหะไดวาเลนท์กับ EDTA ในสารละลายที่เป็นกรดเล็กน้อยจะเป็นดังสมการที่ 2.9

$$M^{2+} + H_2Y^{2-} \longleftrightarrow MY^{2-} + 2H^{+} \qquad (2.9)$$

ตารางที่ 2.10 ค่าคงที่ของการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของ EDTA กับไอออนของโลหะต่างๆ

แคตไอออน	K_{MY}	Log K_{MY}	แคตไอออน	K_{MY}	Log K_{MY}
Ag^{+}	$2.1*10^{7}$	7.32	Hg^{2+}	$6.3*10^{21}$	21.8
Al^{3+}	$1.3*10^{16}$	16.13	Mg^{2+}	$4.9*10^{8}$	8.69
Ba^{2+}	$5.8*10^{7}$	7.76	Mn^{2+}	$6.2*10^{13}$	13.79
Ca^{2+}	$5.0*10^{10}$	10.70	Ni^{2+}	$4.2*10^{18}$	18.62
Cd^{2+}	$2.9*10^{16}$	16.50	Pb^{2+}	$1.1*10^{18}$	18.04
Co^{2+}	$2.0*10^{16}$	16.31	Sr^{2+}	$4.3*10^{8}$	8.63
Cu^{2+}	$6.3*10^{18}$	18.80	Th^{4+}	$2.9*10^{23}$	23.2
Fe^{2+}	$2.1*10^{14}$	14.33	V^{3+}	$8.0*10^{25}$	25.9
Fe^{3+}	$1.0*10^{25}$	25.10	Zn^{2+}	$3.2*10^{16}$	16.50

5. ความเป็นพิษของ EDTA

- มวลต่อโมล: 292.25
- ชื่ออื่น Ethyleneditrilotetraacetic acid Ethylenediaminetetraacetic acid
- ข้อมูลเกี่ยวกับอันตราย: ระคาย เคืองต่อตาเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำ อาจมีผลเสียระยะยาวต่อสภาวะสภาวะแวดล้อมในน้ำ
- ข้อมูลทางพิษวิทยา พิษเฉียบพลัน LD_{50} (oral, rat) : >2000 mg/kg
- ข้อมูลเพิ่มเติมทางพิษวิทยาเข้าตา: ระคายเคือง กลืนกิน: ไม่มีรายละเอียดของอาการพิษรบกวนสมดุลของอิเลคโตรไลต์ในร่างกาย

ข้อมูลเชิงนิเวศ

- การย่อยสลายทางชีวภาพ: กำจัดได้เล็กน้อย (การลดลงของ DOC < 20%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลกระทบทางชีวภาพ: เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ อาจก่อให้เกิดผลเสียระยะยาวต่อ *ระบบนิเวศทางน้ำ*
- ความเป็นพิษต่อปลา: *L. macrochirus* LC_{50} , 129 mg/96h *S. gairdnerii* LC_{50}: 340 mg /24h *L. idus* LC_{50}: 2,040 mg/l
- ความเข้มข้นที่เป็นพิษสูงสุดที่ยอมรับได้: *Ps.pudita* EC_5: 105 mg/ l
- ความสามารถในการถูกย่อยสลาย: BOD_5 0.01 mg/l ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ, น้ำเสีย หรือดิน

2.3.3 แอมโมเนียมซัลเฟต (Ammonium sulfate)

แอมโมเนียซัลเฟต [$(NH_4)_2SO_4$] การผลิตแอมโมเนียมซัลเฟตเพื่อใช้เป็นปุ๋ยนั้น จะต้องผลิตก๊าซแอมโมเนียเสียก่อนแล้วทำการสังเคราะห์แอมโมเนียมซัลเฟต โดยผ่านก๊าซแอมโมเนียลงในกรดซัลฟิวริคที่ข้น 30-50% ปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังสมการที่ 2.10

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 \qquad (2.10)$$

ปฏิกิริยาการผลิตแอมโมเนียมซัลเฟตที่กล่าวนี้ใช้ในสหรัฐอเมริกาส่วนในยุโรปนั้นเกลือนี้เตรียมได้จากปฏิกิริยาของแอมโมเนียมคาร์บอเนตกับยิปซัม ดังสมการที่ 2.11

$$(NH_4)_2CO_3 + CaSO_4 \longrightarrow CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4 \qquad (2.11)$$

แอมโมเนียมซัลเฟตที่บริสุทธิ์มีไนโตรเจน 21.2% และมีกำมะถัน 27.5% ส่วนที่ใช้เป็นปุ๋ยมีไนโตรเจน 20% และมีกำมะถัน 24% แอมโมเนียมซัลเฟตเป็นผลึกสีขาวละเอียดดูดความชื้นเพียงเล็กน้อย แต่ละลายในน้ำได้ดี

เมื่อใส่แอมโมเนียมซัลเฟตลงในดิน เกลือนี้จะทำปฏิกิริยากับคอลลอยด์ในดินโดยการแทนที่ไอออนบวก (ส่วนใหญ่ได้แก่แคลเซียม) จากอนุภาคคอลลอยด์ ดังสมการที่ 2.12

$$Ca\ (Colloids) + (NH_4)_2SO_4 \longrightarrow NH_4\ (Colloids) + CaSO_4 \qquad (2.12)$$

ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตจะเพิ่มกรดให้แก่ดิน และช่วยเพิ่มความสมดุลของ pH ให้กับดินและสารประกอบซัลเฟตอื่น เช่น อะลูมิเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมซัลเฟตไม่ละลายในแอลกอฮอล์หรือแอมโมเนียเหลว ปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียกับกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ในดิน SO^{2-}_4 จะถูกปล่อยออกมาเกิดเป็นกรดซัลฟูริกและแอมโมเนีย เพื่อให้ไนโตรเจนแก่ดิน ปุ๋ยชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับพืชที่ชอบดินกรดและต้องการธาตุกำมะถันเป็นพิเศษ เช่น แตงโม หัวหอม กระเทียม และผักต่างๆ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเป็นจำนวนมากติดต่อกันในนาดำอาจทำให้เกิดโรค Akiochi ในต้นข้าวที่พบในประเทศญี่ปุ่นโดยเฉพาะในดินนาที่มีการเกิดปฏิกิริยาการรีดิวซ์ซัลเฟตให้เป็นซัลไฟด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทั่วไป

- สูตรโมเลกุล: $(NH_4)_2SO_4$
- มวลต่อโมล: 132.14
- ลักษณะ: เป็นผลึกผงหรือแกรนูลสีขาว ไม่มีกลิ่น
- จุดหลอมเหลว: 280 °C
- การละลาย: 760 g/l
- จุดเดือด: ไม่พบ

การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

- เมื่อเข้าตา ถูกผิวหนัง : ชะล้างออกด้วยน้ำ ถอดเสื้อผ้าที่เปื้อนออกทันที
- เมื่อสูดดม : ให้รับอากาศบริสุทธ์
- เมื่อกลืนกิน : ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำปริมาณมากๆ ปรึกษาแพทย์หากรู้สึกไม่สบาย

2.3.4 แอมโมเนียมไนเตรต (Ammonium nitrate)

แอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3) เกลือนี้เตรียมได้จากปฏิกิริยาการสะเทินกรดไนตริกด้วยแอมโมเนีย ดังสมการที่ 2.13

$$NH_3 + NHO_3 \longrightarrow NH_4NO_3 \qquad (2.13)$$

แอมโมเนียมไนเตรตที่บริสุทธ์มีไนโตรเจน 35% แต่ที่ขายเพื่อใช้เป็นปุ๋ยมีไนโตรเจน 32.5% และ 33.5% ครึ่งหนึ่งของไนโตรเจนในแอมโมเนียมไนเตรตอยู่ในรูปของแอมโมเนียม และครึ่งหนึ่งอยู่ในรูปไนเตรต เนื่องจากเป็นเกลือที่ละลายน้ำได้หมด ฉะนั้นเมื่อนำมาใช้เป็นปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตจึงไม่เหลืออนุมูล อื่นใดตกค้างอยู่ในดิน และเนื่องจากองค์ประกอบและปริมาณการละลายของเกลือนี้ จึงเป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่พืชใช้ได้เร็วที่สุด

แอมโมเนียมไนเตรต มีสมบัติบางอย่างไม่เหมาะสมเพราะเป็นสารประกอบที่ดูดความชื้นจากอากาศได้ง่าย ทำให้มีความยุ่งยากเกี่ยวกับการใช้งานและการเก็บรักษา การทำเกลือนี้ให้เป็นก้อนเล็กๆ ดีกว่าแบบเป็นเกล็ดและเป็นแผ่น เพราะจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับการจับกันเป็นก้อนและการดูดความชื้น

แอมโมเนียมไนเตรตเป็นวัสดุปุ๋ยที่ก่อให้เกิดกรดในดิน นิยมใช้เป็นปุ๋ยเดี่ยวสำหรับใส่ข้างๆ แถวของพืช หรือใส่โดยการหว่าน หรือใช้ผลิตปุ๋ยผสม หรือใช้ในการทำปุ๋ยเหลว เนื่องจากแอมโมเนียมไนเตรตเป็นวัตถุระเบิด ฉะนั้นในการเก็บรักษาควรระมัดระวังเป็นพิเศษ

ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตสามารถใช้ได้ดีกับ หญ้า ถั่วลิสง และพืชอื่นๆหลายชนิด และสามารถใส่ในน้ำชลประทานพร้อมกับการให้น้ำ การใส่ปุ๋ยชนิดนี้ในดินด่างจะเกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย ปุ๋ยชนิดนี้มีผลตกค้างเป็นกรดและมีประสิทธิภาพต่ำกว่าปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจนชนิดอื่นเมื่อใช้ในดินนาน้ำขัง แต่สำหรับประเทศไทยไม่นิยมใช้ปุ๋ยชนิดนี้ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศมีฝนตกชุกทำให้ไนโตรเจนเกิดการสูญเสียในกระบวนการชะล้างได้ง่าย

คุณสมบัติทั่วไป

- ชื่อเคมีทั่วไป: Nitric acid ammonium salt
- ชื่อพ้องอื่นๆ: Ammonium (i) nitrate; Nitric acid; Ammonium salt; Varioform
- สูตรโมเลกุล: $H_4N_2O_3$
- การใช้ประโยชน์: ใช้ทำปุ๋ย
- ลักษณะ: เป็นผลึกสีขาวไม่มีกลิ่น
- มวลต่อโมล: 80.04
- จุดเดือด: 210°C
- จุดหลอมเหลว: 170°C
- ข้อมูลทางกายภาพและเคมีอื่นๆ:ละลายในเอทานอล อะซิโตน เมทานอล แอมโมเนีย, อุณหภูมิสลายตัว: > 170 องศาเซลเซียส

การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

- สัมผัสทางหายใจ: การสูดดมเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อจมูก, เจ็บคอ, ไอ, หายใจถี่ๆ
- สัมผัสทางผิวหนัง : การสัมผัสถูกผิวหนัง จะทำให้เกิดการระคายเคืองเป็นผื่นแดง, ปอด บวม และสารนี้สามารถซึมผ่านผิวหนัง จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- กินหรือกลืนเข้าไป : การกลืนกินเข้าไปจะทำให้คลื่นไส้ อาเจียน กล้ามเนื้อท้องหดเกร็ง ผิวหนังซีดเป็นสีน้ำเงิน อ่อนเพลีย
- สัมผัสถูกตา: การสัมผัสถูกตา จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา ตาแดง เจ็บตา
- การก่อมะเร็ง ความผิดปกติอื่นๆ: สารนี้ทำลายเลือด ระบบประสาทส่วนกลาง ทางเดินอาหาร

ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

- ความคงตัว สารนี่มีความเสถียร
- อันตรายจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์จะไม่เกิดขึ้น
- การกัดกร่อนต่อโลหะจะทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับผงโลหะ เสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้ และระเบิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impacts)

ผลกระทบทางชีวภาพ จะเป็น :พิษต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำเป็นอันตรายต่อแหล่งน้ำดื่ม และอาจมีผลกระทบในการปฏิสนธิ

2.4 พืชที่ศึกษากับโลหะหนัก

ทานตะวัน ชื่อวิทยาศาสตร์: *Helianthus annuus*

ชื่อวงศ์: COMPOSITAE

ชื่อสามัญ: Sunflower

ทานตะวันเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญพืชหนึ่งน้ำมันที่ได้จากการสกัดจากเมล็ดทานตะวันจะมีคุณภาพสูงที่ประกอบด้วยกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว เช่น กรดลิโนเลนิค หรือกรดลิโนเลอิค ที่จะช่วยลดโคเลสเตอร์รอลที่เป็นสาเหตุของโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด นอกจากนี้น้ำมันจากทานตะวันยังประกอบด้วยวิตามิน เอ ดี อี และเค ผลผลิตส่วนใหญ่อยู่ในเขตอบอุ่น เช่น สหภาพโซเวียต อาร์เจนตินา และประเทศในแถบยุโรปตะวันออก สำหรับประเทศไทยได้มีการส่งเสริมให้มีการปลูกทานตะวันเป็นอาชีพเสริมมากขึ้นเพื่อเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอกับอุตสาหกรรมพืชน้ำมันและความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้เพราะทานตะวันเป็นพืชที่มีอายุสั้นระบบรากลึก มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่าพืชอื่นๆแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดลพบุรี เพชรบูรณ์ และสระบุรี ทานตะวันเป็นพืชที่มีการปรับตัวเข้ากับสภาพของเขตร้อนได้ดีพอสมควรไม่ไวต่อแสงสามารถออกดอกให้ผลได้ทุกสภาพช่วงแสงปลูกได้ในบริเวณที่มีการปลูกข้าวโพด ข้าวฟ่าง เมื่อทานตะวันตั้งตัวได้แล้วจะมีความทนทานต่อสภาพแห้งและร้อนได้พอสมควรและจะเริ่มเติบโตทันทีเมื่อมีฝน นอกจากนี้ทานตะวันยังมีความทนทานต่อสภาพอากาศเย็นจัดได้ดีกว่าข้าวโพด ข้าวฟ่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะต้นกล้าทานตะวันขึ้นได้กับดินหลายประเภทแต่จะขึ้นได้ดีในสภาพดินที่มีผิวดินหนาและอุ้มความชื้นไว้ได้ดีสามารถทนต่อสภาพความอุดมสมบูรณ์ต่ำตลอดจนสภาพดินเกลือและเป็นด่างจัดได้พอสมควร ซึ่งดินเหล่านี้จะมีอยู่เป็นจำนวนมากในเขตแห้งแล้งทั่วๆไป

ลักษณะทั่วไป

ต้น เป็นพรรณไม้ล้มลุกที่อายุเพียง 1 ปี ลักษณะของลำต้นเป็นแกนแข็ง ตั้งตรง มีขนขึ้นเป็นกลายแข็ง ลำต้นมีความสูงประมาณ 3-3.5 เมตร

ใบ มีลักษณะเป็นรูปกลมรี โคนใบโค้งเว้าเป็นรูปหัวใจ ส่วนปลายใบแหลม ริมขอบใบหยักย่อยเป็นแบบฟันปลา บริเวณหลังและใต้ท้องใบ มีขนสากขึ้นประปราย ใบมีขนาดยาวประมาณ 4-12 นิ้ว กว้างประมาณ 3.5-10 นิ้ว ก้านใบยาว

ดอก ดอกออกเป็นช่อ หรือเป็นกระจุกขนาดใหญ่จะออกบริเวณยอด หรือรอบๆลำต้น ลักษณะของดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ตรงกลางดอกเป็นเกสรตัวเมีย 1 อัน และเกสรตัวผู้ 5 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลีบดอกวงในมีสีเหลือง ส่วนกลีบดอกวงนอกมีสีเหลืองอ่อน หรือเหลืองทองมีขนาดยาวประมาณ 1-4 นิ้ว ฐานดอกมีสีเขียวเชื่อมติดกัน

ฝักผล/ มีลักษณะเป็นรูปกลมรี มีสีขาว สีเทา หรือสีดำ ขนาดยาวประมาณ 6-17 มิลลิเมตร

การดูแลรักษา :ต้องการแสงแดดจัด ขึ้นได้ดีในดินร่วนปนทราย ระบายน้ำได้ดี ต้องการน้ำปานกลาง

การขยายพันธุ์ : เพาะเมล็ด

การใช้ประโยชน์ : ไม้ประดับ สมุนไพร

เมล็ด ใช้บริโภคโดยตรงเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนแทนเนื้อสัตว์ได้ในเมล็ดมีธาตุเหล็กสูงไม่แพ้ธาตุเหล็กจากไข่แดงและตับสัตว์เมื่อบดทำแป้งจะได้แป้งสีขาว มีไขมันสูงมีโปรตีนมากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณแป้ง

เปลือกของลำต้น มีลักษณะเหมือนเยื่อไม้นำมาทำกระดาษสีขาวได้คุณภาพดี

ราก ใช้ทำแป้งเค้ก สปาเก็ตตี้ ในรากมีวิตามินบี 1 และธาตุอีกหลายชนิด แพทย์แนะนำให้ใช้รากทานตะวันประกอบอาหารสำหรับผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน

น้ำมัน น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดจะให้ปริมาณน้ำมันสูงถึงร้อยละ 35 และได้น้ำมันที่มีคุณภาพสูง ประกอบด้วยกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว เช่น กรดลิโนเลอิค หรือกรดลิโนเลนิค สูงถึงร้อยละ 60-70 ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อร่างกายในการช่วยลดคลอเรสเตอรอลที่เป็นสาเหตุของโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดได้และยังประกอบด้วยไวตามิน เอ ดี อี และเค ซึ่งคุณภาพของไวตามินอีจะสูงกว่าในน้ำมันพืชอื่นๆ เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานจะไม่เกิดกลิ่นหืน ทั้งยังทำให้สีกลิ่น และรสชาติไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากใช้เป็นน้ำมันพืชแล้วยังนิยมใช้ในอุตสาหกรรม ทำ เนยเทียม สี น้ำมันชักเงา สบู่ และน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์

กากที่ได้จากการสกัดน้ำมันออกแล้ว ไปใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ได้ในกากเมล็ดทานตะวันที่กะเทาะเปลือกและบีบน้ำมันออกแล้วจะมีโปรตีนร้อยละ 42 และใช้เป็นแหล่งแคลเซียมสำหรับปศุสัตว์ได้ดีแต่จะมีปริมาณกรดอะมิโนอยู่เล็กน้อย และขาดไลซีนจึงต้องใช้อย่างรอบคอบเมื่อจะเอาไปผสมเป็นอาหารสัตว์ที่มิใช่สัตว์เคี้ยวเอื้อง

ถิ่นกำเนิด : อเมริกาตะวันตก

ส่วนที่ใช้บริโภค : เมล็ด

การปรุงอาหาร : เมล็ดทานตะวันอบแห้ง คุ้กกี้ทานตะวัน ทานตะวันแผ่น

สรรพคุณทางยา

ดอก ใช้เป็นยาแก้หลอดลมอักเสบ แก้วิงเวียนศีรษะ ช่วยขับลม บีบมดลูก ทำให้ตาสดใส และรักษาใบหน้าตึงบวม ฐานรองดอกเป็นยาแก้อาการปวดรอบเดือน ปวดศีรษะ ตาลาย ปวดฟัน ปวดท้อง เนื่องจากโรคกระเพาะอักเสบ และแก้อาการปวดบวมฝี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกนลำต้น เป็นยาแก้โรคนิ่วในไต นิ่วในทางเดินปัสสาวะ ปัสสาวะเป็นโลหิต ปัสสาวะขุ่นขาว ช่วยขับปัสสาวะได้ดี ไอกรน และยังเป็นยาช่วยรักษาบริเวณแผลที่มีโลหิตออก เป็นต้น

ใบ เป็นยาแก้โรคเบาหวาน และโรคหอบหืด

เมล็ด ในเมล็ดมีน้ำมันประมาณ 50% และมี linoleic acid 70% phosphatide, phospholipid, B-sitosterol น้ำมันในเมล็ดสามารถช่วยลดไขมันในเส้นโลหิต เป็นยาแก้หวัด แก้ไอ ขจัดเสมหะ ช่วยขับปัสสาวะ ขับหนองใน แก้ฝีฝักบัว แก้โรคบิด และยังช่วยแก้พิษแมลงสัตว์กัดต่อย เป็นต้น

เปลือกเมล็ด มีน้ำมัน 5.17% ขี้ผึ้ง 2.96% โปรตีน 4% และมี cellulose, pentosan และ lignin ใช้เป็นยารักษาแก้อาการหูอื้อ

ราก เป็นยาแก้ระบาย ขับพยาธิไส้เดือน ขับปัสสาวะ และแก้อาการฟกช้ำ ปวดท้องแน่นหน้าอก เป็นต้น

Brown (1995) รายงานว่า ทานตะวันสามารถลดปริมาณธาตุยูเรเนียม สทรอนเชียม และซีเรเนียมที่ปนเปื้อนในน้ำ ให้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานของหน่วยงานป้องกันสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (US.EPA)

ลักษณะของทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์

ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ลักษณะประจำพันธุ์	
ผลผลิตเฉลี่ย (ก.ก / ไร่)	329
ผลผลิตสูงสุด (ก.ก / ไร่)	447
อายุดอกบาน (วัน)	53
อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	90 – 95
ความสูงต้น (ซม.)	140 – 170
เส้นผ่านศูนย์กลางดอก (ซม.)	18 – 21
ลักษณะสีเมล็ด	เมล็ดสีดำ ลายเทา
เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (%)	40 – 44
การต้านทานโรค	ดีมาก
การปรับตัวในสภาพไร่เกษตร	ดีมาก
ลักษณะเด่น	อายุสั้น เก็บเกี่ยวเร็ว เมล็ดติดเต็มจานดอก เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดสูง

ทานตะวันสายพันธุ์โอลิซัน ลักษณะประจำพันธุ์	
ผลผลิตเฉลี่ย (ก.ก / ไร่)	350
ผลผลิตสูงสุด (ก.ก / ไร่)	500
อายุดอกบาน (วัน)	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	90 – 110
ความสูงต้น (ซม.)	157 – 185
เส้นผ่านศูนย์กลางดอก (ซม.)	15 – 21
ลักษณะสีเมล็ด	เมล็ดยาว สีดำลาย
เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (%)	42 – 44
การต้านทานโรค	ดีมาก
การปรับตัวในสภาพไร่เกษตร	ดีมาก
ลักษณะเด่น	ดอกใหญ่ ทนแล้ง ให้ผลผลิตสูง มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว
ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า ลักษณะประจำพันธุ์	
ผลผลิตเฉลี่ย (ก.ก / ไร่)	350
ผลผลิตสูงสุด (ก.ก / ไร่)	500
อายุดอกบาน (วัน)	63
อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	95 – 110
ความสูงต้น (ซม.)	175 – 190
เส้นผ่านศูนย์กลางดอก (ซม.)	17 – 20
ลักษณะสีเมล็ด	เมล็ดยาว ลาย
เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (%)	40 – 42
การต้านทานโรค	ดีมาก
การปรับตัวในสภาพไร่เกษตร	ปรับตัวได้ดี ในเขตการปลูกทานตะวัน
ลักษณะเด่น	ดอกใหญ่ ให้ผลผลิตสูง เมล็ดติดเต็มจานดอก

2.5 โลหะหนักที่ศึกษา

แคดเมียม

ธรรมชาติของแคดเมียม

แคดเมียมเป็นธาตุโลหะในหมู่ IIB ของตารางธาตุ จัดธาตุที่ไม่เป็นประโยชน์ และมีความเป็นพิษสูงต่อสิ่งมีชีวิต ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในเปลือกโลกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นส่วนประกอบอยู่ในหินอัคนี (Igneous rock) และหินตะกอน (sedimentary rocks) โดยเฉลี่ยไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Alloway, 1990) พบว่าแคดเมียมมีความสัมพันธ์อย่างมากกับสังกะสีในกระบวนการทางเคมี เนื่องจากสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี คล้ายคลึงกันจึงพบแคดเมียมเกิดปะปนอยู่กับสังกะสีเสมอในธรรมชาติ แคดเมียมไอออนจะละลายออกมาระหว่างกระบวนการผุพังสลายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของหินและแร่อยู่ในรูปของ Cd^{+2} เป็นส่วนใหญ่สามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับไอออนต่างๆ ($CdCl^{+}$, $CdOH^{+}$, $CdHCO_3^{+}$, $CdCl_3^{-}$, $CdCl_4^{2-}$, $Cd(OH)_3^{-}$ และ$Cd(OH_4^{2-})$) และออแกนิคคีเลท แคดเมียมเคลื่อนที่ได้ดีในดินที่มีค่าพีเอชระหว่าง 4.5-5.5 แต่เคลื่อนที่ได้น้อยมากในดินที่เป็นด่าง ส่วนที่เป็นกรดนั้นการละลายของแคดเมียมขึ้นอยู่กับออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินัม และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปัจจัยหลักในการควบคุมการละลาย และการแพร่กระจายแคดเมียมในดินคือ ค่าพีเอชและศักย์ออกซิเดชัน (Oxidation potential) ภายใต้สภาพที่เกิดออกซิเดชันรุนแรงมักพบแคดเมียมในรูปแคดเมียมออกไซด์ (CdO) แคดเมียมคาร์บอเนต ($CdCO_3$) และตกตะกอนร่วมกับฟอสเฟต ปริมาณแคดเมียมในดินโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 0.06-1.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยสูงในดินฮิสโตซอล (Histosols) 0.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยต่ำในดินพอดซอลส์ (podzols) 0.037 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าเฉลี่ย 0.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในดินทั่วไป ส่วนดินที่มีการปนเปื้อน พบว่าปริมาณแคดเมียมในดินมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณแร่ดินเหนียวแต่ไม่มีความสัมพันธ์กับหน่วยดิน จากการศึกษาปริมาณแคดเมียมใน light sandy soil, light loamy soil และ heavy loamy soil พบว่าในดิน heavy loamy soil มีปริมาณแคดเมียมสูงสุด คือ 0.51 และ 0.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต่ำสุดใน light sandy soil ปริมาณแคดเมียม 0.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Pendias,2001) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณแคดเมียมในดินจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะกำเนิดดิน สภาวะแวดล้อม พีเอช ปริมาณดินเหนียว และในดินที่เป็นเบสจะดูดซับแคดเมียมในรูปคาร์บอเนตที่ละลายน้ำได้มาก ส่วนดินทรายและดินที่เป็นกรดจะดูดซับแคดเมียมได้น้อยกว่า (Berman, 1980)

แคดเมียมและการใช้ประโยชน์

แคดเมียมถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายทั้งในด้านอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม โดยด้านอุตสาหกรรมนำมาผสมกับโลหะอื่นๆ เป็นโลหะผสม (alloy) เพื่อเพิ่มความเหนียวและทนต่อการสึกกร่อน เช่น ใช้ผสมกับทองแดงและตะกั่วในการผลิตแบบพิมพ์ผสมกับทองแดงในการผลิตเส้นลวด สายโทรเลข และโทรศัพท์ และผสมกับโลหะชนิดอื่นๆในกิจการเพชรพลอย เช่น ผสมกับโลหะชนิดเดียว (ผสมทอง) ผสมกับโลหะสองชนิด (ทองร้อยละ 75 เงินร้อยละ 16.6) ผสมกับโลหะสามชนิด (ทองแดง เงิน และทอง) ใช้ในโรงงานพลาสติก ซึ่งแคดเมียมเป็นตัวช่วยให้โพลีไวนิล (Polyvinyls) อยู่ในสภาพคงตัวใช้ในอุตสาหกรรมสีทาบ้าน สีชุบโลหะเพื่อป้องกันการกัดกร่อน ใช้ในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า โลหะที่ถูกชุบจะนำไปใช้ทำน็อต ตะปู แหนบ เป็นต้น ใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ โดยผสมกับโลหะนิกเกิล เป็นแคดเมียม-นิกเกิล แบตเตอรี่เป็นส่วนประกอบในเครื่องคิดเลข เครื่องโกนหนวด แฟล็ชถ่ายรูป (Lonnerdal and Keen, 1983) ด้านการเกษตร นำมาใช้เป็นองค์ประกอบของสารกำจัดศัตรูพืช สารป้องกัน และควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อรา และเป็นสิ่งปนเปื้อนอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีพบว่าปุ๋ยฟอสเฟตจะมีแคดเมียมเจือปนอยู่มากกว่าปุ๋ยเคมีชนิดอื่น (US.EPA., 1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพร่กระจายของแคดเมียมสู่สิ่งแวดล้อม

ที่มาของปัญหาการปนเปื้อนแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมโดยส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการกระทำของมนุษย์ที่นำแคดเมียมมาใช้ประโยชน์ในรูปสารประกอบต่างๆในปีคริสต์ศักราช 1975 ทั่วโลกมีการใช้แคดเมียมปริมาณ 15,500 ตันและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากการนำกลับมาใช้ใหม่ของแคดเมียมยังมีปริมาณน้อย ประกอบกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่สามารถสังเคราะห์สารประกอบแคดเมียมใหม่ๆออกมาเพื่อการใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย จึงพบการปนเปื้อนแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น และถูกถ่ายทอดเข้าสู่สิ่งมีชีวิตทางห่วงโซ่อาหารต่อไป แคดเมียมในบรรยากาศโดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไอแคดเมียม ซึ่งมาจากการถลุงหรือหลอมโลหะและการเผาไหม้ต่างๆซึ่งไอของแคดเมียมสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลจากแหล่งกำเนิด มนุษย์สามารถรับแคดเมียมได้โดยตรงทางการหายใจ และตกสะสมสู่ดินและแหล่งน้ำโดยเฉพาะแคดเมียมในรูปซัลเฟตและคลอไรด์ซึ่งมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี (สิทธิชัย,2541) จากการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำประปา น้ำบาดาล และน้ำดื่มบรรจุขวดในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล (วิญญู และคณะ, 2545) พบปริมาณการปนเปื้อนเหล็กแคดเมียม ตะกั่ว แคลเซียม และแบเรียมในน้ำบาดาลสูงกว่าในน้ำประปาและน้ำดื่มบรรจุขวด ตามลำดับ พบสังกะสีในน้ำ บาดาลและน้ำประปามีระดับใกล้เคียงกันและมีปริมาณน้อยในน้ำดื่มบรรจุขวด แต่ในน้ำดื่มบรรจุขวดมีปริมาณแมงกานีสสูงกว่าในน้ำบาดาลและประปา อย่างไรก็ตามน้ำดื่มทั้ง 3 ประเภทมีปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีอยู่ในระดับไม่เกินมาตรฐาน แต่สำหรับแบเรียมและแคลเซียมพบว่าน้ำบาดาลบางตัวอย่างมีค่าสูงเกินมาตรฐาน ในขณะที่พบปริมาณการปนเปื้อนโครเมียมในตัวอย่างน้ำบาดาลมีค่าเกินมาตรฐานทุกตัวอย่าง และบางตัวอย่างในน้ำประปาและน้ำดื่มบรรจุขวดมีปริมาณตะกั่วและแคดเมียมเกินมาตรฐานเช่นกัน โดยในน้ำบาดาล น้ำประปาและน้ำดื่มบรรจุขวดพบตะกั่วในช่วง 176-576, 107-206 และ 48-125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบแคดเมียมในช่วง 59-145, 50-85 และ26-48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

แหล่งที่มาของแคดเมียมในดินที่สำคัญ คือ

1) เตาหลอมโลหะและการถลุงแร่ (Mining and smelting) โดยเฉพาะสินแร่ตะกั่วและสังกะสี

2) กากตะกอนน้ำโสโครก (Sewage sludges)

3) การใช้ปุ๋ยฟอสเฟต จากการรายงานของธรรมเรศ และแสวง (2543) ซึ่งศึกษาปริมาณโลหะหนักตกค้างในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยเทศบาล พบค่าเฉลี่ยของตะกั่ว ปรอท และแคดเมียมอยู่ในช่วง 21.04 ± 4.0, 3.6 ± 0.93 และ 0.1 ± 0.05 ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานของประเทศเยอรมันนีที่กำหนดปริมาณตะกั่ว ปรอท และแคดเมียมที่ยอมรับได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ไม่เกิน 150, 3, 2 และ 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ผลตกค้างของโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดในชุดดินโคราชภายหลังจากทำการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยหมักจากมูลฝอยเทศบาลในอัตรา 2, 4 และ 8 ตันต่อไร่เป็นเวลา 1 ปี พบค่าเฉลี่ยของตะกั่ว ปรอท และแคดเมียม ในดินก่อนข้างต่ำคือ 19.00, 0.14-0.23 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ความเป็นพิษของแคดเมียม

แคดเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทาง คือการกินและการหายใจ เมื่อกินอาหารหรือน้ำที่ปนเปื้อนแคดเมียมประมาณร้อยละ10 ของแคดเมียมจะถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร (FAO and WHO, 1972) แต่ในภาวะที่ร่างกายขาดธาตุเหล็ก การดูดซึมแคดเมียมอาจสูงถึงร้อยละ 20 ของจำนวนแคดเมียมที่กินเข้าไป (โยธิน, 2542) ส่วนการเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจมักเกิดจากการหายใจรับไอฝุ่นของแคดเมียม หรือจากการสูบบุหรี่ (Alloway,1990) เกิดการดูดซึมที่ปอดร้อยละ 10 -40 % (Rilly, 1980) เมื่อแคดเมียมถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะถูกลำเลียงต่อไปยังตับ และร้อยละ 80-90 จะรวมตัวกับโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่มีชื่อว่าเมตัลโลธัยโอนิน (Metallothionin) ซึ่งช่วยป้องกันการเกิดพิษจากแคดเมียม (โยธิน, 2542) ตามปกติแคดเมียมที่ถูกดูดซึมเข้าร่างกาย มนุษย์ประมาณร้อยละ 10 จะถูกขับออกจากร่างกายได้ ส่วนที่เหลือจะหมุนเวียนในกระแสเลือด และสะสมในอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ม้าม และไต โดยจะสะสมอยู่ในไตประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในร่างกาย (Nobbs and Pearce,1976) ค่าครึ่งชีวิตของแคดเมียมอยู่ระหว่าง 20 - 10 ปี (Alloway, 1990) ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับแคดเมียมในปริมาณมากๆจึงไม่สามารถขับออกได้ทั้งหมด ส่วนที่เหลือจะสะสมอยู่ในส่วนต่างๆของร่างกายโดยเฉพาะตับและไต พบว่าแคดเมียมทำให้เกิดพิษต่อร่างกายหลายลักษณะ เช่น ควันออกไซด์ของแคดเมียมจะเป็นอันตรายต่อปอดอย่างเฉียบพลันก่อให้เกิดปอดอักเสบ (pneumonitis) และในกรณีที่รุนแรงอาจเกิดน้ำท่วมปอด (pulmonaryedama) ซึ่งเป็นอันตรายต่อปอดแบบเฉียบพลันภายในเวลา 2 - 4 ชั่วโมง และยังทำให้เกิดอาการปอดอักเสบ เจ็บคอ แน่นหน้าอก คลื่นไส้ เวียนศีรษะ ปอดบวมมาก และอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ ค่าความเป็นพิษอย่างเฉียบพลันของแคดเมียมอยู่ในช่วง 350 - 3,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ทำให้เสียชีวิตได้ ในกรณีที่ได้รับแคดเมียมปริมาณน้อยๆติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จะเกิดอาการเป็นพิษแบบเรื้อรังของแคดเมียมส่งผลเสียต่อการสร้างกระดูก โดยแคดเมียมจะเข้าไปสะสมในกระดูกแทนแคลเซียม ลดการสะสมของแคลเซียมที่กระดูกทำให้ประสิทธิภาพในการสร้างและซ่อมแซมกระดูกน้อยลง และเอนไซม์ Lysyl oxidase หมดประสิทธิภาพ จึงไม่มีการสะสม collagen ในกระดูก เป็นผลให้กระดูกผุกร่อน เสียรูป และทำให้เจ็บปวดมากหรือที่เรียกว่าโรคอิไต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิไต (Itai-Itai) และเมื่อร่างกายสะสมแคดเมียมเพิ่มขึ้นจะไปรบกวนเมตาโบลิซึมของเหล็ก สังกะสี ทองแดง และฟอสฟอรัสขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ sulfidryl ทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตสูง และโรคโลหิตจาง (Sitting,1976) ตับและไตทำงานผิดปกติ เนื่องจากการมีแคดเมียมสะสมในเนื้อเยื่อปริมาณมาก ประสิทธิภาพในการกรองโปรตีนและสารพิษต่างๆลดลงเกิดภาวะปัสสาวะมีโปรตีนปนเนื่องจากมีโปรตีนยูเรียในไตสูง (Protein urea) (ศุภมาศ, 2540) นอกจากนี้ยังทำลายเนื้อเยื่อปอด ตับอ่อน ระบบทางเดินอาหารระหว่างส่วนกลาง และเส้นประสาทอีกด้วย

แคดเมียมในพืช

ปริมาณการปนเปื้อนแคดเมียมในพืชจะมีการสะสมสูงในพืชที่บริโภคส่วนใบ และพืชหัวบางชนิด เช่น ผักกาดหอม (0.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด) ใบผักโขม (0.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด) และแครอท (0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด) (ศุภมาศ, 2540) จากการรวบรวมของ Pendias (2001) พบว่าพืชทั่วไปที่ปลูกในดินที่มีการปนเปื้อนแคดเมียม จะมีการสะสมแคดเมียมสูงสุดในราก > ลำต้น และใบ > ผล และเมล็ด ตามลำดับ พบว่าการดูดใช้แคดเมียมของพืชยังขึ้นกับชนิดและสายพันธุ์ของพืชปลูกนั้นๆอีกด้วย สอดคล้องกับรายงานของสุภาพร และเสวียน (2548) ที่ทำการปลูกผักบุ้ง ผักคะน้า ผักกาดหอม ผักกาดเขียวปลี ต้นหอม ผักกาดขาวปลี หอมแดง แตงกวา มะเขือเทศ และข้าวโพดฝักอ่อน ในดินที่มีความเข้มข้นของแคดเมียมแตกต่างกัน พบว่าผักกาดหอมมีการสะสมแคดเมียมมากกว่าพืชอื่น โดยปริมาณแคดเมียมในรากและใบอยู่ในช่วง 80.66 - 5.17 และ7.80-26.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ

สังกะสี

ธรรมชาติของสังกะสี

สังกะสีเป็นธาตุโลหะในหมู่ IIB ของตารางธาตุ มีเลขมวล 65.38 เลขอะตอม 30 ความถ่วงจำเพาะ 7.14 จุดหลอมเหลว 419 องศาเซลเซียส จุดเดือด 906 องศาเซลเซียส มีเลข ออกซิเดชันเพียงค่าเดียวคือ 2+รูปของแข็งมีสีเทาไม่เป็นเงาแต่เมื่อขัดใหม่ๆจะมีสีขาวอมฟ้า แข็งเปราะไม่สามารถดัดให้โค้งงอตามรูปร่างที่ต้องการได้มีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา จึงไม่พบธาตุสังกะสีบริสุทธิ์ในธรรมชาติและมีคุณสมบัติทนต่อการผุกร่อนได้ดี (Pendias, 2001) เปลือกโลกมีสังกะสีเป็นองค์ประกอบโดยเฉลี่ย 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยแหล่งที่มาของสังกะสีในดินโดยส่วนมากมาจากแร่ซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS) สังกะสีส่วนใหญ่กระจายอยู่ในรูปหินอัคนี โดยค่าเฉลี่ยของสังกะสีในหินประเภทกรดประมาณ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในหินประเภทด่าง พบว่าปริมาณสังกะสีเพิ่มขึ้นอย่างมากในตะกอนดินเหนียว และหินเนื้อละเอียดต่างๆ (80-100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)ในขณะที่หินทราย และ ถ่านหิน พบสังกะสีเป็นองค์ประกอบเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(10- 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) นอกจากนี้อาจพบว่าสังกะสีเข้าไปแทนที่ Mg^{+2} ในแร่ดินเหนียว (Alloway, 1990) ระหว่างกระบวนการผุพังสลายตัวของหินและแร่จะปลดปล่อยสังกะสีออกมา ในรูป Zn^{+2} ซึ่งพืชสามารถใช้ประโยชน์ได้และพบมากที่สุดในดิน แต่อาจพบสังกะสีในรูปอื่นๆได้ เช่น $ZnCl^{+}$, $ZnOH^{+}$, $ZnHCO_3^{+}$, ZnO_2^{-} และ ZnO เป็นต้น ในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดการเคลื่อนย้ายของสังกะสีจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยทั่วไปโลหะหนักรูปที่สกัดในดิน ได้แก่ ไอออนของโลหะหนักที่ถูกดูดยึดอยู่กับผิวอนุภาคของแร่ดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุจะละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินเพิ่มขึ้นร้อยละ10 เมื่อพีเอชของดินลดลง 1 หน่วย แต่อิทธิพลดังกล่าวจะลดลงเมื่อโลหะหนักอยู่ในรูปคีเลต ในสภาพพีเอชสูงสังกะสีจะอยู่รวมกับสารอินทรีย์มากขึ้น นอกจากนี้สภาพการละลายได้ของสังกะสียังเป็นปฏิภาคผกผันกับปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส กำมะถัน และแร่ประเภทไฮดรัสออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียมในดิน เนื่องจากสังกะสีจะถูกตรึงโดยสารเหล่านี้และเกิดการตกตะกอนทำให้พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีปริมาณสังกะสีต่ำส่งผลให้พืชแสดงอาการขาดสังกะสีได้ (ศุภมาศ, 2540) ปริมาณสังกะสีโดยเฉลี่ยในดินทั่วโลกประมาณ 64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโดยเฉลี่ยของสังกะสีในดินทรายเท่ากับ 33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้อยกว่าดินร่วนสีจาง ซึ่งมีปริมาณสังกะสีเท่ากับ 52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดินร่วนสีเข้มซึ่งมีปริมาณสังกะสีเท่ากับ 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ และพบว่าปริมาณสังกะสีจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในดินตะกอน และมี ค่าต่ำมากในดินที่เป็นองค์ประกอบของแร่สีจางและดินอินทรีย์ นอกจากนี้ปริมาณสังกะสีในดินบนของแต่ละประเทศยังมีความผันผวนเป็นอย่างมากในดินบนของอเมริกาพบปริมาณสังกะสี 17-125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่นิวซีแลนด์พบเพียง 21 - 34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Pendias, 2001)

สังกะสีและการใช้ประโยชน์

ในทางอุตสาหกรรมโลหะสังกะสีใช้ในการเคลือบเหล็กป้องกันการเกิดสนิม ทำเป็นทองเหลือง (โลหะผสมของสังกะสีกับทองแดง) และแผ่นกะสีใช้มุงหลังคา ใช้สังกะสีในรูปซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ทำสีขาวและสีเทาในอุตสาหกรรมเซรามิก (Berman, 1980) อุตสาหกรรมชุบโลหะ การทำบรอนซ์ ภาชนะโลหะเคลือบ น้ำยารักษาคุณภาพไม้ ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น โลชั่นบำรุงผิว แชมพูสระผมกันรังแค ยารักษาโรคผิวหนัง ยาฆ่าเชื้อโรค ในทางการเกษตรใช้เป็นสารคลุกเมล็ดป้องกันเชื้อรา เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ (ศุภมาศ, 2545)

การแพร่กระจายสังกะสีในธรรมชาติ

สังกะสีในบรรยากาศโดยส่วนใหญ่เกิดจากการทำเหมืองแร่ การถลุงโลหะ และกระบวนผลิตของโรงงานอุตสากรรมต่างๆได้มีการคาดการณ์ว่าในปีคริสต์ศักราช 1975 ปริมาณสังกะสีที่ธรรมชาติจะปล่อยสู่อากาศมีค่าประมาณ 43.7×10^6 กิโลกรัมต่อปี และปริมาณสังกะสีที่มนุษย์ปล่อยสู่บรรยากาศมีค่าประมาณ 315×10^6 กิโลกรัมต่อปี (Nriagu,1980) สังกะสีเป็นธาตุที่ละลายน้ำได้ดี สามารถถูกชะล้างลงสู่ระดับน้ำใต้ดินหรือละลายไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน ส่งผลให้เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จากการสำรวจปริมาณโลหะหนักในน้ำบริเวณปากแม่น้ำ 17 สาย และคลองอีก 2 สายที่ไหลลงอ่าวไทย ระหว่างปี 2527-2529 พบว่าสังกะสีในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลองและแม่น้ำบางปะกงมีแนวโน้มสูงขึ้น และแม่น้ำที่พบการปนเปื้อนของโลหะหนักมากที่สุดคือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำบางปะกงตามลำดับ (นันทนา และคณะ,2530) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล จากการสะสมของโลหะหนักต่าง ๆ ในน้ำ ดิน และสัตว์ทะเล พัชรา (2530) ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสีที่แพร่กระจายอยู่ในน้ำ ตะกอนดิน และสัตว์ทะเล พื้นที่สำรวจจังหวัดระยองและตราด พบว่ายังมีปริมาณโลหะหนักอยู่ในระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐานซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค กระบวนการเผาถ่านหินและเผาไหม้น้ำมันต่างๆรวมถึงกิจกรรมของเตาหลอมโลหะจะปลดปล่อยสังกะสีออกมาในรูปของฝุ่นควันต่างๆ ซึ่งสามารถตกสะสมในดินบนโดยรอบ (Alloway, 1990) และถูกชะลงสู่ดินล่างเมื่อสภาพดินเป็นกรด ในพื้นที่ที่ดินมีการชะละลายสูง พบว่าการให้น้ำชลประทานโดยปกติไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของสังกะสีลงสู่ดินล่าง (ศุภมาศ, 2540)

ประโยชน์และความเป็นพิษของสังกะสี

สังกะสีจัดเป็นธาตุที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตต้องการในปริมาณน้อย มีความสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์ โปรตีนและการแสดงออกของหน่วยพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เป็นส่วนสำคัญในการแบ่งตัวของเซลล์ และซ่อมแซมบาดแผลโดยเฉพาะในเซลล์ผิวหนัง ภาวะขาดสังกะสีก่อให้เกิดความผิดปกติของการเจริญเติบโต ระบบภูมิคุ้มกันการทำงานของอวัยวะสืบพันธุ์ และระบบประสาทที่ควบคุมพฤติกรรมต่างๆ ซึ่งประเทศไทยได้รับการจัดให้มีความเสี่ยงต่อภาวะขาดสังกะสีในระดับปานกลาง และจากการกำหนดปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับสำหรับคนไทย ของกรมอนามัย (2546) พบว่าปริมาณสังกะสีที่ควรได้รับประจำวันสำหรับวัยรุ่นเพศชายและหญิง คือ 9 และ7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนวัยผู้ใหญ่ชายและหญิงคือ 13 และ17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามการได้รับสังกะสีปริมาณที่มากเกินความจำเป็นต่อร่างกายส่งผลให้เกิดภาวะเป็นพิษได้ ซึ่งปริมาณสูงสุดของสังกะสีที่ได้รับในแต่ละวันโดยไม่พบอาการเป็นพิษของสังกะสีสำหรับผู้ใหญ่ชายและหญิงกำหนดไว้ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมอนามัย, 2546) ภาวะเป็นพิษเรื้อรังของสังกะสีเกิดขึ้นจากการได้รับสังกะสีปริมาณน้อยๆทางระบบหายใจส่งผลให้เกิดอาการการคลื่นไส้ ปวดศีรษะอ่อนเพลีย ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและข้อต่อ กรณีได้รับสังกะสีโดยการบริโภคอาหารและดื่มน้ำที่เจือปนสังกะสีเป็นเวลานาน จะเกิดการระคายเคืองที่หลอดลมและกระเพาะอาหารทางเดินอาหารตีบตัน และหากได้รับสังกะสีมากจนเกิดภาวะเป็นพิษจะส่งผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของทองแดงและเหล็กทำให้ร่างกายเกิดอาการขาดธาตุทองแดงและเหล็ก (Underwood,1997) การได้รับสังกะสีในปริมาณที่สูงกว่า 36 กรัมต่อวัน จะส่งผลให้เกิดอาการเป็นพิษเฉียบพลันเนื้อเยื่อหลอดลมและกระเพาะอาหารถูกทำลาย เกิดการอักเสบและปวดอย่างรุนแรง อาเจียน ปากไหม้ มีอาการไอและหอบ ชีพจรเต้นเร็ว ความดันเลือดลด ท้องร่วง ปอดบวมน้ำ ทำลาย เนื้อเยื่อของไตและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตับอ่อน ถ้าเข้าตาจะเกิดการระคายเคือง ตาแดง ปวดตา และทำลายเนื้อเยื่อตา ในที่สุด หากโดนผิวหนังจะทำให้เกิดการระคายเคืองเป็นผื่นแดง (กรมควบคุมมลพิษ, 2536)

สังกะสีในพืช

สังกะสีจัดเป็นจุลธาตุที่จำเป็นต่อพืช ดินโดยส่วนใหญ่มีสังกะสีในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอาการผิดปกติในพืช แต่พืชที่ได้รับสังกะสีมากไปจะแสดงความเป็นพิษอย่างเด่นชัด คือรากหยุดการเจริญเติบโต ใบอ่อนสีเหลืองซีดจากการขาดธาตุเหล็กในสภาวะที่มีสังกะสีมากเกินไป เนื่องจากธาตุทั้งสองมีขนาดไฮเดรตไอออนใกล้เคียงกันจึงเป็นปฏิปักษ์ต่อกัน กล่าวคือถ้าพบ สังกะสีปริมาณมากในดินจะทำให้รากพืชดูดใช้และสะสมเหล็กได้น้อยลง (Pendias, 2001) โดยเฉพาะดินที่ใช้ประโยชน์ในการปลูกธัญพืชเป็นระยะเวลานาน พบว่าดินส่วนใหญ่จะขาดธาตุ สังกะสี พืชทั่วไปจะดูดใช้และสะสมสังกะสีในรูปไดวาเลนซ์ (Zn^{2+}) แต่ในสภาพที่พีเอชสูงนั้นอาจใช้ในรูปโมโนวาเลนซ์แคตไอออนได้ ($ZnOH^{+}$) อัตราการดูดใช้และสะสมสังกะสีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแคลเซียมในดินปลูกหากมีแคลเซียมสูงเกินไปอาจยับยั้งการดูดใช้และสะสมสังกะสีในพืช สังกะสีจากดินเมื่อเคลื่อนที่เข้าสู่รากพืชจะถูกลำเลียงสู่ส่วนเหนือดินทางท่อลำเลียงน้ำได้สองรูป คือ สังกะสีส่วนหนึ่งรวมตัวกับอินทรียสารและเคลื่อนย้ายในรูปคีเลตแต่อีกส่วนหนึ่ง ยังเป็นแคตไอออนตามเดิม ในน้ำท่อลำเลียงอาหารมีความเข้มข้นของสังกะสีค่อนข้างสูงแต่อยู่ในรูปสารเชิงซ้อนที่มีโมเลกุลค่อนข้างต่ำ เอนไซม์หลายชนิดในพืชมีสังกะสีเป็นองค์ประกอบ เช่น แอลกอ-ฮอล ดีไฮโดรจีเนส (alcohol dehydrogenase) เร่งปฏิกิริยารีดักชั่นของแอซีทัลดีไฮด์ไปเป็นเอทานอล ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมของรากพืช ซุปเปอร์ออกไซด์ไดมิวเทส (Superoxide dimutase) คาร์บอนิกแอนไฮเดรต (carbonic anhydase) เร่งปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายได้ในไซโทซอลเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง สังกะสียังมีบทบาทร่วมกับโพแทสเซียมในการควบคุมการปิดเปิดปากใบ เมื่อพืชขาดสังกะสีปากใบจะปิดและยังมีบทบาทในกระบวนการเมแทบอลิซึมของดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ การสังเคราะห์โปรตีน การแบ่งเซลล์และบทบาทในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ (DNA replication) การถอดรหัส (Transcription) ซึ่งสังกะสีก็มีบทบาทในการกระตุ้นการทำงานของ ยีน ในการถอดรหัสนั้นสังกะสีจะช่วยเชื่อมกับยีนโดยจับส่วนที่เหลือ (residues) ของกรดอะมิโนในสายโซโพลิเพ็บไทด์ให้มีโครงสร้างเชิงซ้อนแบบเตตราฮีดรา (ยงยุทธ, 2546) สังกะสีในพืชโดยทั่วไปมีปริมาณ 5-38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสังกะสีในช่วง 20-30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมทำให้พืชที่ไวต่อสังกะสีแสดงอาการเป็นพิษได้ (ศุภมาศ, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกั่ว

ธรรมชาติของตะกั่ว

ตะกั่วเป็นธาตุโลหะในหมู่ IVA ของตารางธาตุ มีเลขอะตอม 207.19 ความถ่วงจำเพาะ 11.35 จุดหลอมเหลว 327.4 องศาเซลเซียส จุดเดือด 1,725 องศาเซลเซียส ตะกั่วในรูปของแข็งมีสีเงินปนเทา สามารถหลอมเหลวหรือทำให้อ่อนและตัดให้เป็นรูปต่างๆละลายได้ในกรดไนตริกเจือจาง ไม่ละลายน้ำแต่ละลายอย่างช้าๆในน้ำที่เป็นกรดอ่อนๆ มีเลขออกซิเดชันได้ หลายค่า คือ +1, +2 และ +4 ในสภาพธรรมชาติมักพบในตะกั่วในรูป +2 เนื่องจากเป็นรูปที่เสถียรที่สุด (Pendias, 2001) ตะกั่วเป็นองค์ประกอบอยู่ในเปลือกโลกประมาณ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในหินอัคนีและหินตะกอนประเภทกรดพบมีปริมาณตะกั่วเป็นองค์ประกอบ 10–40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและ 0.1-10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในหินอัคนีและหินตะกอนประเภทด่าง ในธรรมชาติจะพบตะกั่วอยู่ 2 ชนิดคือ ตะกั่วปฐมภูมิและทุติยภูมิ สินแร่ตะกั่วในธรรมชาติที่สำคัญคือ กาลีนา (galena, PbS) เซรัสไซต์ (cerusite, $PbCO_3$) และแองกลีไซต์ (anglesite, $PbSO_4$) เมื่อสลายตัวจะถูกออกซิไดซ์ให้อยู่ในรูปคาร์บอเนตหรือถูกตรึงโดยแร่ดินเหนียวออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม และอินทรีย์วัตถุ โดยทั่วไปตะกั่วอยู่ในรูป Pb^{+2} มากกว่า Pb^{+4} มีนิสัยคล้ายกลุ่มแอลคาไลนเอิร์ท (alkaline earth) จึงสามารถเข้าแทนที่ K^{+}, Ba^{2+}, Sr^{2+} และ Ca^{2+} ซึ่งถูกดูดซับอยู่ที่ผิวของดินเหนียว (Pendias, 2001) ปริมาณตะกั่วในดินบนตามธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยประมาณ 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินที่จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีการปนเปื้อนพบตะกั่ว 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมขึ้นไป ตะกั่วเป็นธาตุที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่ในดินได้น้อยมากแต่อัตราการเคลื่อนที่และการละลายได้ของตะกั่วจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในสภาพที่เป็นกรดซึ่งสามารถลดการละลายและการเคลื่อนย้ายของตะกั่วในดินได้ด้วยการใส่ปูนเพื่อยกระดับพีเอชของดินให้สูงขึ้น เนื่องจากสภาพที่พีเอชสูงตะกั่วจะตกตะกอนอยู่ในรูปไฮดรอกไซด์คาร์บอเนตฟอสเฟตหรือเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์ (ศุภมาศ, 2540)

ตะกั่วและการใช้ประโยชน์

สารประกอบของตะกั่วมี ประเภท 2 คือสารประกอบอินทรีย์อาจอยู่ในรูปเกลือหรือออกไซด์ของตะกั่ว เช่น ตะกั่วขาว ($2PbCO_3$ และ $Pb(OH)_2$) ตะกั่วแดง (Pb_3O_4 $CaPbO_4$, $PbCrO_4$) ถูกใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก แก้ว และเม็ดสี อุตสาหกรรมสีทาบ้าน สีย้อมผ้า และอุตสาหกรรมเซรามิก พบว่าสารประกอบอินทรียตะกั่วที่นำมาใช้มาก คือ ตะกั่วอัลคิล (alkly lead) ใช้ผสมในน้ำมันรถยนต์โดยเฉพาะในน้ำมันแก๊สโซลีน (Moore *et al.*,1997) ตะกั่วถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เช่น ทำขั้วไฟฟ้าแบตเตอรี่ ลูกปืน ตัวพิมพ์ อุตสาหกรรมแก้วและพลาสติก หลอดโทรทัศน์ ฟิวส์ หมึกพิมพ์ ท่อต่างๆ สารเคมีกำจัด ศัตรูพืช เป็นส่วนผสมในสีทาบ้าน กระจกเงา และอุตสาหกรรมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เป็นต้น (นิธิยา และวิบูลย์, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพร่กระจายตะกั่วในธรรมชาติ

กระบวนการทางธรรมชาติที่ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อม เช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟไหม้ป่า ส่วนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การถลุงแร่ น้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรม และเขม่าควันจากรถยนต์ซึ่งเป็นแหล่งแพร่กระจายของตะกั่วที่สำคัญ โดยการปนเปื้อนของตะกั่วในบรรยากาศ ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากกระบวนการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผสมสารตะกั่ว เพื่อเพิ่มค่าออกเทนแก่เครื่องยนต์และการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำมันหล่อลื่น เขม่าควันจากแหล่งอุตสาหกรรม โดยตะกั่วที่เป็นสารมลพิษจากควันโรงงานส่วนใหญ่อยู่ในรูปแร่ตะกั่ว เช่น PbS, PbO, PbO_4 และ $PbO.PbSO_4$ ขณะที่ตะกั่วในควันจากรถยนต์อยู่ในรูปเกลือเฮไลด์ (halide salt) เช่น $PbBr_2$, PbBrCl, Pb(OH)Br และ $(PbO)_2PbBr_2$ เป็นต้น (ศุภมาศ, 2540) นอกจากนี้ยังพบว่าตะกั่วสามารถปนเปื้อนอยู่ในเขม่าควันจากการเผาขยะของชุมชนอีกด้วย จากการศึกษาของภาวิณี และ Shieh (2540) ถึงพฤติกรรมของแคดเมียมและตะกั่วในเถ้าที่ได้จากเตาเผาขยะชุมชนประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่ามีปริมาณอะลูมิเนียม แคลเซียม เหล็กและซิลิคอนเป็นองค์ประกอบมากกว่าตะกั่วและแคดเมียม พบว่าในเถ้าละเอียด (ขนาดอนุภาค < 0.5 มิลลิเมตร) มีแคลเซียม และแคดเมียมสูง ส่วนในเถ้าหยาบ (ขนาดอนุภาค 0.5-9.5 มิลลิเมตร) มีเหล็ก และซิลิคอนอยู่สูง แต่อะลูมิเนียมและตะกั่วไม่แตกต่างกัน เมื่อทำการปรับพีเอชสารละลายเถ้าให้เป็นกลางโดยการเติมกรด พบว่าที่พีเอช 10-6 แคดเมียมและตะกั่วจะถูกตรึงไว้ในเถ้าแขวนลอย แต่ที่พีเอชสูงกว่า 11 ตะกั่วที่ถูกตรึงจะละลายออกมาอยู่ในสารละลาย การตกสะสมของตะกั่วจากบรรยากาศนับเป็นปัญหาสำคัญที่สามารถก่อให้เกิด การปนเปื้อนตะกั่วในดินเช่นเดียวกับการใช้พื้นที่เพื่อเป็นแหล่งทิ้งขยะส่งผลให้เกิดการแพร่กระจาย ของตะกั่วเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ยุทธชัย และคณะ (2545) รายงานถึงการปนเปื้อนตะกั่วและแคดเมียมในน้ำชะขยะ พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 4.01-76.25 ไมโครกรัมต่อลิตร และ 0.44-10.89 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ ค่าเฉลี่ยในดินเท่ากับ 3.51 และ 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในน้ำรอบบริเวณฝังกลบขยะเท่ากับ 5.13 และ 0.57 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นช่วงฤดูฝน โดยปริมาณตะกั่วและแคดเมียมสูงที่สุดเท่ากับ 10.09 และ 0.51 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ นอกจากนี้ในสารเคมีด้านการเกษตร โดยเฉพาะปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เป็นที่มาหนึ่งที่สำคัญของการปนเปื้อนตะกั่วในดินพื้นที่การเกษตร จากรายงานของ Xie *et al.*, (2005) ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในปุ๋ยฟอสเฟต 3 ชนิด จากประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีน คือหินฟอสเฟต (rock phosphate) ซิงเกิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (Single super phosphate) และแคลเซียมแมกนีเซียมซุปเปอร์ฟอสเฟต (Calcium magnesium phosphate) พบปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว 240, 115 และ320 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า หากมีการใช้ปุ๋ยดังกล่าวเป็นระยะเวลานานผลตกค้างของตะกั่วอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ การปนเปื้อนของตะกั่วในแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญเป็นผลมาจากกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของมนุษย์ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จากการสำรวจความเข้มข้นของตะกั่วในแม่น้ำของประเทศไทยโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2533) ทำการสำรวจคุณภาพแม่น้ำ 35 สาย 214 สถานี (59 จังหวัด) ในระหว่างปี พ .ศ. 2521 - 2531 พบความเข้มข้นของตะกั่วในแม่น้ำมีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำเพื่อการประปาขององค์การอนามัยโลก (0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ร้อยละ 30.6 และความเข้มข้นของตะกั่วสูงสุดที่พบมีค่าเท่ากับ 15.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแม่น้ำปัตตานี ส่วนแม่น้ำที่พบว่ามีความเข้มข้นตะกั่วเกินมาตรฐานบ่อยที่สุดคือ แม่น้ำปากพนังซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของเหมืองแร่ดีบุก และเมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของตะกั่วในแม่น้ำเป็นรายภาค พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในแม่น้ำภาคใต้สูงเกินค่ามาตรฐานมากที่สุดคือร้อยละ 43.5 รองลงมาคือน้ำภาคตะวันออก แม่น้ำภาคกลาง แม่น้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และแม่น้ำภาคเหนือ คิดเป็นร้อยละ 41.1, 30.0, 23.1 และ13.7 ตามลำดับ ศรันย์ และณรงค์ฤทธิ์ (2548) รายงานปริมาณและการแพร่กระจายของตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียมในแหล่งน้ำสำคัญของไทย พบว่ามีค่าสูงสุดบริเวณมาบตาพุด รองลงมาคือบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และบางปะกง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.66, 34.03 และ 29.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่ทองแดงมีปริมาณมากสุดบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา รองลงมา คือ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง และแม่กลอง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.65, 25.37 และ 10.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ พบว่าแคดเมียมมีปริมาณสูงสุดบริเวณมาบตาพุด รองลงมาคือบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง และเจ้าพระยาโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.52, 1.34 และ 1.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ประนอม, 2531)

ความเป็นพิษของตะกั่ว

ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ การบริโภค การหายใจ และซึมเข้าทางผิวหนัง เนื่องจากสารประกอบอินทรีย์ของตะกั่วสามารถที่จะละลายในไขมันได้ จึงสามารถดูดซึมได้ทางผิวหนังเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำคือเลดซัลเฟต ($PbSO_4$) กลไกการออกฤทธิ์ของตะกั่วทำให้ไลโซโซมของเซลล์ต่างๆแตกออกรวมทั้งสารละลายของกรดฟอสเฟตซึ่งเป็นสารประกอบที่จำเป็นต่อการสร้างพลังงานและโปรตีนในร่างกาย และมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในขบวนการสร้างฮีมในร่างกาย โดยตะกั่วจะเข้าไปยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนลีวูลินิก (Aminolevulinic acid; ALA) ทำให้ระดับของเบตาอะมิโนลีวูลินิก ในเลือดและปัสสาวะเพิ่มสูงขึ้น (มาลินี, 2523) กลไกการออกฤทธิ์และความเป็นพิษของตะกั่วเหมือนกับปรอทและแคดเมียม ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่ออวัยวะและระบบของร่างกายได้หลายแห่ง (Manahan, 1992) มีการวิจัยพบว่าหากปริมาณตะกั่วในเลือดของมนุษย์มากกว่า 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจะเกิดอาการเป็นพิษอย่างเฉียบพลัน เช่น ปวดท้องอย่างรุนแรง อุจจาระมีสีดำ จากเลดซัลไฟด์ (PbS) ตื่นเต้นง่าย และอาจเกิดอาการช็อค ทำลายระบบประสาท ความจำเสื่อมและเป็นอันตรายต่อไต (เกษม, 2544) ทำให้เกิดพิษต่อระบบเซลล์และเป็นตัวยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดเลือดแดงและธาตุเหล็ก เมื่อรวมตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับหมู่ซัลไฟด์เป็น -SPb จะทำให้เซลล์สูญเสียหน้าที่ทางชีวเคมี ส่งผลให้ความต้านทานในการติดเชื้อและสร้างแอนติบอดีในร่างกายลดลง พบว่าไอออน (Pb^{+2}) ของตะกั่วปริมาณเล็กน้อยส่งผลรบกวนการทำงานทางชีวเคมีของดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอ จึงถือว่าตะกั่วเป็นสารก่อการกลายพันธุ์และสารก่อมะเร็งชนิดหนึ่ง (ไมตรี, 2531) เมื่อตะกั่วรวมตัวกับเม็ด เลือดแดงเข้าสู่ระบบเลือดจะถูกหมุนเวียนไปสะสมไว้ที่ตับและไตจากนั้นจึงกระจายไปตามกระดูก ฟันและสมอง ในกระดูกตะกั่วไม่แสดงความเป็นพิษทันทีแต่จะอยู่ในสภาวะที่เตรียมก่ออันตราย เมื่อถูกกระตุ้นด้วยอาการเป็นไข้หรือได้รับฮอร์โมน cortisone รวมทั้งอายุมากขึ้นจะส่งผลให้ตะกั่ว แสดงความเป็นพิษอย่างรุนแรง ซึ่ง Duffus (1980) พบว่าตะกั่วมีผลต่อพืชในการยับยั้งการ เปลี่ยนแปลงของพลาสติดรบกวนกระบวนการหายใจที่ไมโตคอนเดรีย ซึ่งมีผลต่อกระบวนการ สังเคราะห์แสง ยับยั้งการเจริญของรากและใบและยืดเวลาการงอกของเมล็ด (ศุภมาศ, 2540)เนื่องจากตะกั่วเข้าไปรบกวนปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงในส่วนกระบวนการการเปลี่ยน คาร์โบไฮเดรตไปเป็นน้ำตาลซึ่งจะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ และกระบวนการเจริญเติบโตของพืช (Pendias, 2001)

ตะกั่วในพืช

ตะกั่วเข้าสู่พืชได้ 2 ทาง คือ ราก และใบโดยจะสะสมอยู่ที่ส่วนของเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ไมโตรคอนเดรีย (mitochondria) และคลอโรพลาส ตะกั่วที่เคลื่อนที่ผ่านทางราก ส่วนใหญ่จะสะสมอยู่ที่รากขนาดเล็ก ระดับปกติของตะกั่วในพืช คือ 0.5–3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมส่วนระดับความเป็นพิษขึ้นกับชนิดของพืชเนื่องจากมีความทนต่อสารตะกั่วได้ไม่เท่ากัน พืชบางชนิดอาจสะสมตะกั่วได้สูงถึง 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง โดยไม่แสดงความเป็นพิษ แต่โดยทั่วไปจะพบตะกั่วปนเปื้อนในพืชเพียง 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ศุภมาศ, 2540) นอกจากนี้ยังพบว่าพืชต่างชนิดกันมีความสามารถในการสะสมตะกั่วแตกต่างกัน โดยพืชที่บริโภคส่วนหัวจะมีการสะสมตะกั่วมากกว่าส่วนลำต้นและใบ และพบการสะสมน้อยที่สุดในส่วนผล สอดคล้องกับรายงานของวรกาย และคณะ (2541) ซึ่งศึกษาการสะสมตะกั่ว และแคดเมียมในพืชที่ปลูกในดินที่ผสมกากตะกอนน้ำเสียในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าการสะสมตะกั่วและแคดเมียมในหัวมันเทศ > ผักบุ้ง > มะเขือเปราะ โดยมันเทศและผักบุ้งมีการสะสมโลหะหนักเกินค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยมีปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในผักบุ้งส่วนเหนือดิน (ลำต้นและใบ) ในช่วง 1.00 - 1.90 และ 1.59 - 1.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ และในส่วนใต้ดินของมันเทศ (รากและหัว) มีปริมาณตะกั่วและแคดเมียม 2.23-5.65 และ0.13-0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ส่วนในผลของมะเขือเปราะพบปริมาณตะกั่วอยู่น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิกเกิล

นิกเกิลเป็นโลหะที่มีความมันวาวสีขาวเงิน มันอยู่กลุ่มเดียวกับเหล็กมีความแข็งแต่ตีเป็นแผ่นได้ ในธรรมชาติจะทำปฏิกิริยาเคมีกับกำมะถันเกิดเป็นแร่มิลเลอร์ไรต์ (millerite) ถ้าทำปฏิกิริยาเคมีกับสารหนู (arsenic) จะเกิดเป็นแร่นิกกอไลต์ (niccolite) แต่ถ้าทำปฏิกิริยาเคมีกับทั้งสารหนูและกำมะถันจะเป็นก้อนนิกเกิลกลานซ์ (nickel glance)

ประโยชน์ของนิกเกิล

1) ทำเกราะ และ burglar-proof vaults

2) เป็นส่วนผสมของโลหะ Alnico เพื่อใช้ในการทำแม่เหล็ก

3) Monel metal ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างทองแดงและนิกเกิล มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนได้ดีเยี่ยม นำไปใช้ในการผลิตใบพัดเรือ, เครื่องครัว และท่อในอุตสาหกรรมเคมี

4) ผลิต shape memory alloys ซึ่งใช้ในการหุ่นยนต์บางชนิด

5) ถ่านชาร์จ เช่น ถ่านนิกเกิลเมตัลไฮดราย (nickel metal hydride) และถ่านแบบนิกเกิลแคดเมียม (nickel cadmium)

6) ทำเหรียญกษาปณ์ โดยในประเทศอเมริกาและแคนาดา ใช้นิกเกิลเป็นส่วนผสมในการผลิตเหรียญ 5 เซ็นต์

7) เคลือบโลหะ (electroplating) เพื่อป้องกันสนิม

ความเป็นพิษของนิกเกิล

นิกเกิลซึ่งอาจคาดว่ามี Activity ต่อร่างกาย แต่กลับปรากฏว่า นิกเกิลไม่มีผลทางสรีระต่อทั้งสัตว์และพืช นิกเกิลและสารประกอบของนิกเกิลทั่วไปเป็นพิษต่อร่างกายในเกณฑ์ต่ำหรือจัดว่าไม่เป็นพิษก็ได้ (เข้าสู่ร่างกายโดยทางอาหาร) อย่างไรก็ตามนิกเกิลในรูปของผงหรือฝุ่นติดไฟง่ายและเป็นพิษระดับการทนได้ของผงนิกเกิลในอากาศ คือ 1 mg/m^3 ของอากาศ

ทองแดง

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากทองแดงมาไม่น้อยกว่า 10,000 ปี พบหลักฐานว่ามนุษย์สามารถหลอมสกัดทองแดงให้บริสุทธิ์ได้เมื่อประมาณ 5000 ปีก่อนคริสตกาล ซึ่งเป็นช่วงก่อนที่มนุษย์จะรู้จักกับทองคำ โดยมนุษย์รู้จักทองคำ เมื่อประมาณ 4000 ปีก่อนคริสตกาลแร่ทองแดงที่พบตามธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด ซึ่งที่มีความสำคัญในการผลิตโลหะทองแดงส่วนมากจะเป็นแร่ประเภทซัลไฟด์ มีสองชนิดคือ แร่ทองแดงคาลโคไซต์ (chalcocite) (Cu_2S) มี Cu ประมาณ 79.8% และแร่ทองแดงคาลโคไพไรต์ (chalcopyrite) (Cu FeS_2) มี Cu ประมาณ 34.5% นอกจากแร่ซัลไฟด์แล้วยังมีแร่ทองแดงออกไซด์ (Cu_2O) แต่ปริมาณที่พบมีน้อย แร่ทองแดงอีกชนิดหนึ่งที่เป็นแร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทองแดงคาร์บอเนต $CuCO_3$ เรียกกันทั่วๆไปว่า Malachite มีสีเขียวสวยงามมาก สำหรับประเทศไทยนั้นแร่ทองแดงพบที่จังหวัดเลย หนองคาย ขอนแก่น นครราชสีมา ตาก อุตรดิตถ์ แพร่ น่าน ลำปาง ลำพูน เพชรบูรณ์ ลพบุรี ฉะเชิงเทรา และกาญจนบุรี แต่ยังไม่มีการผลิต

ประโยชน์ของทองแดง

โลหะทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ 99.95% ขึ้นไป จะมีประสิทธิภาพในการนำไฟฟ้าได้ดีมาก จึงถูกนำมาใช้มากในอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ใช้โลหะทองแดงทำท่อในอุปกรณ์ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ ใช้ทำอุปกรณ์เกี่ยวกับรถยนต์ อาวุธ เหรียญกษาปณ์ และตราต่างๆ ใช้เป็นส่วนประกอบในโลหะหลายชนิด เช่น

1) โลหะผสมระหว่างทองแดงกับนิกเกิล มีความเหนียว ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี โดยเฉพาะในน้ำทะเลจึงใช้ทำท่อในระบบกลั่น อุปกรณ์ภายในเรือ

2) โลหะผสมระหว่างทองแดง นิกเกิล และสังกะสี หรือเรียกว่า เงินนิกเกิลหรือเงินเยอรมัน ใช้ทำเครื่องใช้ต่างๆ เช่น ช้อน ส้อม เครื่องมือแพทย์

3) ทองบรอนซ์ หรือบรอนซ์ หรือทองสัมฤทธิ์ หรือทองสำริด โลหะผสมที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบหลัก ถ้ามีดีบุกผสมอยู่ระหว่างร้อยละ 10-0.8 โดยมวล และมีการเติมฟอสฟอรัสเล็กน้อย เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะมีความแข็งกว่าทองแดงเมื่อเย็นตัวมีความแข็งแรงมีสภาพการนำไฟฟ้าที่ดี และไม่ถูกกัดกร่อน

4) ทองเหลือง โลหะผสมที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบหลัก มีสังกะสีผสมอยู่ร้อยละ 20-45 โดยมวล ทองเหลืองจะมีความแข็ง และความแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อส่วนผสมของสังกะสีเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการตีแผ่ให้เป็นแผ่น ขึ้นรูปง่าย ทองเหลืองจึงถูกนำมาใช้ในการทำท่อ ลิ้นปิด-เปิด และตัวเชื่อม

ทองแดงไม่ทำปฏิกิริยากับกรด แต่ในกรณีกรดไนตริก พบว่า NO_3^- จะเป็นตัวออกซิไดซ์ และไปรีดิวซ์ทองแดงให้เป็น Cu^{2+} ไอออน

ความเป็นพิษทองแดง

ทองแดงในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ Cu^{2+}, Cu^{1+} ทองแดงเป็นพิษอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณทองแดงที่เหมาะสมในดินทั่ว ๆ ไป คือ 3-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในดินที่มีทองแดงมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะเป็นพิษต่อพืชส่วนใหญ่ (Alloway, 1990) ระดับที่พืชต้องการคือ 5-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ระดับความเป็นพิษของทองแดงในใบพืชทั่ว ๆไป มีค่ามากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตาม พืชแต่ละชนิดทนต่อพิษทองแดงได้แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถ้าได้รับน้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถือว่าอยู่ในระดับที่ขาดธาตุอาหาร (ศรีสม, 2544; Davie, 1980) เช่น กรณีที่ร่างกายได้รับทองแดงในปริมาณสูง จะทำให้เกิดเป็นพิษได้ เช่น เกิดอาการอาเจียน เหน็บชา หรือสำลักได้

โครเมียม

โครเมียมเป็นโลหะสีขาวเงินเป็นมันวาวและแข็งแรงมาก ในธรรมชาติไม่พบธาตุโครเมียมในรูปธาตุอิสระแต่จะพบในรูปของแร่ต่างๆที่พบมากคือแร่ไคร์ไลต์ ($FeO.Cr_2O_3$) สารประกอบหรือไอออนต่างๆ ของธาตุโครเมียมมีสี เช่น K_2CrO_4 หรือ CrO_4^{2-} ที่มีสีเหลือง$K_2Cr_2O_7$ หรือ $Cr_2O_7^{-2}$ มีสีส้ม $KCr(SO_4)_2.12H_2O$ มีสีม่วงแดง

ประโยชน์โครเมียม

ใช้เป็นส่วนผสมในเหล็กเหล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ประกอบด้วย Fe73% Cr18% Ni 8% และ C 0.4% ใช้ทำเครื่องมือผ่าตัด ตัวเรือนนาฬิกา ช้อน และภาชนะต่างๆ ใช้เคลือบบนผิวเหล็กเพื่อความสวยงามและป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก ใช้เป็นส่วนประกอบในเหล็กกล้า ที่ใช้ทำตู้นิรภัย เครื่องยนต์ เกราะกันกระสุน ใช้ทำโลหะเจือโคบอลต์ซึ่งใช้ทำกระดูกเทียม Cr_2O_3 เป็นของแข็งสีเขียวแก่ใช้ทำสีเพื่อเขียนลวดลายเครื่องเคลือบดินเผา $Na_2Cr_2O_7$ ใช้อุตสาหกรรมฟอกหนัง สารละลายผสมของ $Na_2Cr_2O_7$ กับกรดซัลฟิริก (H_2SO_4) เข้มข้นใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี

ความเป็นพิษของโครเมียม

โครเมียม (Chromium) และสารประกอบของ Cr มีเลขออกซิเดชั่น +3 ไม่ปรากฏเป็นพิษต่อร่างกาย แต่สารประกอบของโครเมียมที่ Cr มีเลขออกซิเดชั่น +6 ทำให้เกิดอาการคันที่ผิวหนังเป็นพิษต่อร่างกายการหายใจฝุ่นของโครเมต หรือไอของกรดโครมิก เป็นอันตรายต่อระบบหายใจได้ ระดับการคงทนได้ของฝุ่นของโครเมตในอากาศ คือ 1 mg/m^3 ของอากาศ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hutchinson *et al.*, (2000) ศึกษาเปรียบเทียบการดูดดึงแคดเมียมและสังกะสีของ *Thlaspi caerulescens* และ *Bladder campion* ในสารละลาย พบว่า *Thlaspi caerulescens* ดูดดึงแคดเมียมและสังกะสีได้ปริมาณสูง โดยสามารถสะสมแคดเมียมและสังกะสีในลำต้นมีปริมาณความเข้มข้นเท่ากับ 1,270 และ 32,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

Chen, H. and Cutright, T. (2001) ศึกษาผลของ EDTA และ HEDTA ต่อการดูดซับแคดเมียม โครเมียม และนิกเกิล โดยใช้ทานตะวันพบว่าทั้ง EDTA และ HEDTA ช่วยเพิ่มการดูดซับแคดเมียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และนิกเกิลในส่วนเหนือพื้นดินของทานตะวัน สำหรับโครเมียมทั้ง EDTA และ HEDTA ช่วยเพิ่มการดูดซับในส่วนของรากทานตะวัน

Cafer *et al.*, (2004) ศึกษาผลของ EDTA และ Citric acid (CA) ออกจากดินปนเปื้อน Cd, Cr และ Ni โดยใช้พืช *Helianthus annuus* พบว่าในดินที่ปรับสภาพด้วยคีเลตที่เป็น EDTA และ Citric acid (CA) จะช่วยให้พืชมีการสะสมโลหะหนักได้ดีขึ้น โดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารคีเลตที่ใส่ลงไป พบว่าที่ความเข้มข้นของ EDTA 0.1 g/kg ของดินจะให้ผลในการสะสมต่ำกว่า 0.3 g/kg ของดิน แสดงให้เห็นว่าควรจะมีการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของสารคีเลต

Solhi *et al.*, (2005) ศึกษาการสกัดโลหะหนักของทานตะวัน และ Canola พบว่าทานตะวันมีความสามารถในการบำบัดได้สูงถึง 234.6 mg/kg ของ Pb และ 1364.4 mg/kg ของ Zn ตามลำดับ โดยทำการปรับปรุงดินด้วย DTPA 3 mmol/kg แสดงให้เห็นว่าทานตะวัน มีการกำจัด Pb และ Zn จากดินดีที่สุด

Santos และคณะ (2006) ศึกษาผลของสารคีเลตที่มีต่อการบำบัดโดยใช้พืช โดยใช้ *Brachiaria decumbens* ซึ่งสารคีเลตที่ใช้ในการทดลองนี้คือ EDTA และ EDDS ผลการศึกษาพบว่าทั้ง EDTA และEDDS สามารถเพิ่มการสะสมโลหะหนักในส่วนของลำต้น *B. decumbens* ได้โดยที่ EDTA เพิ่มการสะสมของแคดเมียมส่วนลำต้นเป็น 1.77 เท่า ในขณะที่ EDDS เพิ่มการสะสมในส่วนลำต้นเป็น 2.54 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเติม EDTA

Marchiol และคณะ (2007) ศึกษาการนำเอาโลหะออกจากพื้นที่ปนเปื้อนของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ทานตะวันโดยพบว่าในส่วนของรากของทานตะวันจะสะสม ทองแดง > สังกะสี > สารหนู > ตะกั่ว > โคบอลต์ > แคดเมียม สำหรับการสะสมในส่วนเหนือพื้นดินของทานตะวันจะเป็นดังนี้ สังกะสี > ทองแดง > ตะกั่ว > แคดเมียม > สารหนู > โคบอลต์

Zhuang และคณะ (2009) ศึกษาการกำจัดโลหะหนักโดยพืชข้าวฟ่างจากดินที่ปนเปื้อน พบว่าการเจริญเติบโตของพืชชีวมวล เอื้ออำนวยต่อทางการเกษตรถูกพิจารณาว่าเป็นทางเลือกสำหรับ Phytoremediation ของดินปนเปื้อนด้วยโลหะหนักแปลงสาธิต ถูกดำเนินการเพื่อประเมินของการสกัดด้วยพืชของโลหะหนักของข้างฟ่าง 3 สายพันธุ์ เป็นพืชที่ให้ชีวมวลผลผลิตสูง EDTA, NH_4NO_3 และ $(NH_4)_2SO_4$ ถูกทดสอบความสามารถที่จะเพิ่มการกำจัดโลหะหนัก Pb, Cd, Zn และ Cu โดยข้าวฟ่างจากดินที่นเปื้อน พบว่า ข้าวฟ่างประสบความสำเร็จในการกำจัด Pb ทางใบและการกำจัด Cd, Zn และ Cu ในลำต้น ข้าวฟ่าง 3 สายพันธุ์คือ Keller, Rio และ Mray ไม่มีความแตกต่างกันเลยใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสะสมโลหะหนัก การบำบัดด้วย EDTA มีประสิทธิภาพมากกว่า NH_4NO_3 และ $(NH_4)_2SO_4$ ในการกระตุ้นของการสะสม Pb ในข้าวฟ่างจากดินปนเปื้อน การประยุกต์ใช้ NH_4NO_3 และ $(NH_4)_2SO_4$ เป็นการเพิ่มการสะสม Zn และ Cd ในรากของข้าวฟ่าง ผลการศึกษานี้แนะนำการปลูกข้าวฟ่างเอื้ออำนวยด้วยทางการปฏิบัติเกษตร อาจเป็นเทคนิคที่ยั่งยืนเพื่อกำจัดการปนเปื้อนบางส่วนของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดิน

อภิชิต และคณะ (2552) ศึกษาการบำบัดดินปนเปื้อนโลหะหนักจากหลุมฝังกลบขยะโดยใช้พืชโดยศึกษาความสามารถในการสะสมตะกั่ว โครเมียม และสังกะสี ของทานตะวันที่ปลูกในดินที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักจากหลุมฝังกลบขยะชุมชน นอกจากนี้ยังทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของอีดีทีเอ และไดโตซาน ต่อการสะสมโลหะหนักในทานตะวันในการศึกษานี้ได้ทำการทดลองโดยการปลูกพืชในชุดกระถางทดลองด้วยดินจากหลุมฝังกลบขยะชุมชน ของเทศบาลนครขอนแก่น หลังจากปลูกพืชได้สองสัปดาห์จึงเติมอีดีทีเอ และไดโตซานสัดส่วนที่แตกต่างกัน หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่าง ณ เวลา 8 สัปดาห์หลังจากปลูกพืชเพื่อวิเคราะห์โลหะหนักในดอก ใบ ต้น และรากของทานตะวัน ผลการศึกษาพบว่าดินจากหลุมฝังกลบขยะมีการปนเปื้อนตะกั่ว โครเมียม และสังกะสีเท่ากับ 209, 228 และ 936 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเก็บเกี่ยวพืชมาวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในพืช พบว่าทานตะวันมีการดูดซับสังกะสีได้สูงสุด รองลงมาคือ ตะกั่ว และโครเมียมตามลำดับ สำหรับการสะสมโลหะหนักในส่วนต่างๆของพืช การสะสมของโลหะหนักทั้งสามชนิดมีแนวโน้มคล้ายคลึงกัน คือมีการสะสมโลหะหนักสูงที่สุดในราก รองลงมาคือใบลำต้น และดอกตามลำดับ เมื่อทดลองเติมสารคีเลทติงเอเจนท์ที่มีคุณสมบัติจับโลหะหนัก พบว่าอีดีทีเอมีผลต่อการดูดซับโลหะหนักของทานตะวัน เนื่องจากอีดีทีเอสามารถละลายโลหะหนักบางชนิดที่จับตัวกันในรูปแบบที่เชิงซ้อน ทำให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดซับได้ แต่ไดโตซานซึ่งเป็นสารที่จับตัวได้ดีกับโลหะหนักไม่มีผลต่อการสะสมตะกั่ว โครเมียม และสังกะสี ในทานตะวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์

1. ไฮโดรมิเตอร์ มาตรฐาน ASTM No.1.152H อ่านสเกลในหน่วยกรัมต่อลิตร
2. พีเอชมิเตอร์ ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น 250, ประเทศอังกฤษ
3. เครื่องอะตอมมิคแอปซอฟชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่นAA-200
4. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด ยี่ห้อ Precisa รุ่น 205 A
5. เครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซ็นต์ ยี่ห้อ Bruker Axs รุ่น SRS 3400
6. เดซิเคเตอร์ (Desiccator)
7. ตะแกรงร่อนขนาด 10 เมช (2 มิลลิเมตร)
8. เครื่องเขย่าแนวตั้ง (Orbital Shake)
9. เครื่องปั่นเหวี่ยงพร้อมหลอด ยี่ห้อ Sanyo รุ่น CENTAUR2
10. ปั๊มยี่ห้อ Watson-Marlon Bredel รุ่น101 U/R
11. เครื่องกรองระบบสุญญากาศ ยี่ห้อ Buchi B-169 Vaccum-system
12. เครื่องยูวี-วิซิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Genesys 10S
13. ตู้อบเครื่องแก้ว
14. แท่นให้ความร้อน
15. บริภัณฑ์เครื่องแก้ว
16. เทอร์โมมิเตอร์
17. นาฬิกาจับเวลา
18. ช้อนตักสาร
19. เครื่องกวนแม่เหล็ก
20. หลอดหยด
21. กระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร
22. ขวดพลาสติกใส่สารตัวอย่าง ขนาด 60 และ100 มิลลิลิตร
23. อุปกรณ์ทดลองที่ทำจากพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต (Sodium hexametaphosphate) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
2. สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4,7 (บริษัท Carlo Erbo Reagent, USA)
3. โพแทสเซียมไดโครเมท ($K_2Cr_2O_7$) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, UAS)
4. ซัลฟิวริก (H_2SO_4) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, UAS)
5. ซิลเวอร์ไนเตรท ($AgNO_3$) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
6. เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต [$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$] A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
7. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
8. สารละลายกรดแอซิติกเข้มข้น 95% (CH_3COOH) (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
9. เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$) (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
10. แบเรียมไดฟีนิลเอมีนซัลโฟเนต 0.16% (Barium Diphenylamine Sufonate)
11. ออร์ฟีแนนโทลีน (O-phenantholine) (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
12. แอมโมเนียมออกซาเลต ($(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$) A.R.Grade (บริษัท Breaker,USA)
13. แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) A.R.Grade (บริษัท Fisher Chemical,USA)
14. สารละลายเอธิทแอลกอฮอล์เข้มข้น 95% (CH_3CH_2OH) (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
15. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) A.R.Grade (บริษัท Cralo Erba Reagent)
16. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) A.R.Grade (บริษัท Labscan)
17. โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (KHP) (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
18. ฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์ (phenolphthalein indicator) (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
19. โบรโมซอลกรีน (Bromocresol Green) A.R.Grade (บริษัท Acros Organics)
20. เมธิลเรด (Methyl Red) A.R.Grade (บริษัท Fluka Chemika)
21. โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
22. แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
23. แอมโมเนียมโมลิบเดต($(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$)A.R.Grade(บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
24. แอนติโมนีโพแทสเซียมตาร์เตรท ($KSbO.C_4H_4O_6$) A.R. Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
25. กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
26. แอมโมเนียมเมตาวานาเดต (NH_4VO_3) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
27. โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. แอมโมเนียมฟลูออไรด์ (NH_4F) A.R.Grade (บริษัท Fisher Chemical,USA)
29. โซเดียมอีดีทีเอ (Na_2EDTA) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
30. ไนตริก (HNO_3) 70% w/w A.R.Grade (บริษัท Ajax Chemical, Australia)
31. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 30% w/w Commercial Grade (บริษัท Merck, USA)
32. ไฮโดรคลอริก (HCl) 37% w/w Commercial Grade (บริษัท Fisher Chemical, USA)
33. อะซิติก (CH_3COOH) 100% w/w A.R.Grade (บริษัท BDH Laboratory, England)
34. ไฮโดรไซลามีนไฮโดรคลอไรด์ ($NH_2OH.HCl$) 99% w/w Commercial Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
35. แอมโมเนียมอะซิเตท (NH_4OAc) 98% w/w A.R.Grade (บริษัท J.T.Baker, USA)
36. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
37. เปอร์คลอริก ($HClO_4$)70% w/w A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
38. บอริค (H_3BO_3) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent, USA)
39. แอมโมเนียมไนเตท (NH_4NO_3) A.R.Grade (บริษัท Fisher Chemical,USA)
40. แคดเมียมอะซิเตท [$Cd(CH_3COO)_2.H_2O$] A.R.Grade (บรัษัท Fisher Chemical,USA)
41. ซิงค์อะซิเตท [$Zn(CH_3COO)_2.H_2O$] A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
42. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
43. นิกเกิลซัลเฟต ($NiSO_4.6H_2O$) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
44. เลดคลอไรด์ ($PbCl_2$) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
45. โพแทสเซียมไดโครเมท ($K_2Cr_2O_7$) A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
46. แอมโมเนียมซัลเฟต $(NH_4)_2SO_4$ A.R.Grade (บริษัท Carlo Erba Reagent,USA)
47. สารละลายมาตรฐานโลหะหนัก 6 ตัว คือแคดเมียม ตะกั่ว นิกเกิล โครเมียม ทองแดง และสังกะสี
48. ดินตัวอย่าง 2 แห่ง (จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา)
49. ทานตะวัน (สายพันธุ์ลูกผสมแปซิฟิก77, สายพันธุ์โอลิชัน และสายพันธุ์อะคลอล่า)

3.2 แหล่งที่มาของดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เนื่องจากถือว่าเป็นดินในระดับผิวดิน จาก 2 จังหวัด ดังนี้

1. ตำบลภูหลวง อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา
2. ตำบลนครหลวง อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากดินทั้ง 2 ชนิดนี้มีลักษณะทางด้านกายภาพที่ต่างกันอย่างชัดเจน จึงนำมาทดลองเพื่อให้เห็นว่าลักษณะของดินที่ต่างกันจะมีผลต่อการดูดโลหะหนักของทานตะวันต่างกันมากน้อยอย่างไร ทำการจัดเก็บดินในกระสอบ แล้วขนส่งกลับห้องปฏิบัติการทันที

3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

นำตัวอย่างดินที่แห้งแล้วมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 10 เมช แล้วนำไปเก็บไว้ในภาชนะพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของดิน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์	วิธี/เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์
ค่าพีเอช	เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)
ความชื้น	วิธีกราวิเมตริก
ปริมาณอะลูมิเนียมออกไซด์	เครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซ็นต์
ปริมาณเหล็กออกไซด์	เครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซ็นต์
ปริมาณแมงกานีสออกไซด์	เครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซ็นต์
ปริมาณไนโตรเจน	วิธีไทเทรต
ปริมาณโพแทสเซียม	แอมโมเนียมอะซิเตท เป็นตัวสกัด
ปริมาณฟอสฟอรัส	เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ปริมาณสารอินทรีย์ (OM)	วิธีออกซิเดชันแบบเปียก
ความเป็นกรดของดิน	วิธีอิ่มตัวด้วยแบเรียมคลอไรด์
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC)	วิธีทำให้อิ่มตัวด้วยแอมโมเนียม
การกระจายตัวของอนุภาค (ปริมาณทราย ซิลท์ และเคลย์)	เครื่องมือไฮโดรมิเตอร์
ความเข้มข้นของโลหะหนัก	เครื่องอะตอมมิคแอบซอฟชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

หมายเหตุ: ดูวิธีการทดลองในภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 พืชที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองกับต้นทานตะวัน 3 สายพันธุ์ ได้แก่

1. ทานตะวันสายพันธุ์ลูกผสมแปซิฟิก 77
2. ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน
3. ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า

เนื่องจากต้นทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์ มีลักษณะที่เด่น คือ ปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม ดอกใหญ่ ให้ผลผลิตสูง มีอายุการเก็บเกี่ยว 90 วัน และมีเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันสูง

3.5 ขั้นตอนการสังเคราะห์ดินปนเปื้อนโลหะหนัก

3.5.1 เก็บตัวอย่างดินจากนครราชสีมา และดินจากพระนครศรีอยุธยา ที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร

3.5.2 นำดินมาแยกเศษไม้ เศษขยะ และวัตถุที่ไม่ต้องการออกให้เหลือเฉพาะดิน แล้วทำการสับดิน พรวนดินให้มีขนาดเหมาะสม คลุกเคล้าให้เข้ากันทั้งหมด แล้วนำมาผึ่งแดดให้แห้งเป็นเวลา 7 วัน

3.5.3 นำดินจากข้อ 3.5.2 มาจำนวน 150 กิโลกรัม จากนั้นนำดินมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนในปริมาณที่เท่าๆกัน โดย

<u>ส่วนที่ 1</u> ทำการเติมสารละลายโลหะหนักให้ได้ความเข้มข้น ดังนี้ แคดเมียม 0.15 มก./กก., ตะกั่ว 55 มก./กก., นิกเกิล 45 มก./กก., โครเมียม 80 มก./กก., สังกะสี 70 มก./กก. และทองแดง 45 มก./กก. ตามลำดับ ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยไม้พายกวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

<u>ส่วนที่ 2</u> ทำการเติมสารละลายโลหะหนักให้ได้ความเข้มข้น ดังนี้ แคดเมียม 0.29 มก./กก., ตะกั่ว 550 มก./กก., นิกเกิล 207 มก./กก., โครเมียม 295 มก./กก., สังกะสี 140 มก./กก. และทองแดง 350 มก./กก. ตามลำดับ ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

ซึ่งความเข้มข้นของโลหะเหล่านี้ เป็นความเข้มข้นที่พบในสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และ สหกรณ์, 2548)

นำดินทั้ง 2 ส่วนมาบ่มเก็บไว้ในกะละมังเป็นเวลา 15 วัน เมื่อครบ 15 วัน ไปใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การดำเนินการทดลอง

3.6.1 การเตรียมเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพืชที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือเมล็ดทานตะวันสายพันธุ์ลูกผสมแปซิฟิก77 เมล็ดทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน และเมล็ดทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า ในการคัดเลือกเมล็ดที่นำมาใช้ในการทดลองทำได้โดยเลือกเมล็ดที่มีขนาดเท่าๆ กัน ไม่มีรอยแตกหรือแหว่ง จากนั้นนำเมล็ดมาลอยน้ำและเลือกเฉพาะเมล็ดที่จมน้ำมาใช้ทำการทดลอง

3.6.2 การเพาะกล้า และ การปลูกพืช

1) ทำการเพาะกล้าโดยนำเมล็ดทานตะวัน 3 สายพันธุ์ มาเพาะในกะบะเพาะ ใช้ดินการเกษตรเป็นวัสดุเพาะ โดยโรยเมล็ดทานตะวันลงในกระบะเพาะเป็นแถวห่างกันประมาณ 1 นิ้วกลบดินเบาๆ รดน้ำพอชุ่มวันละ 2 ครั้ง จนมีอายุครบ 10 วัน เลือกต้นที่มีขนาดใกล้เคียงกันทั้งความสูง จำนวนใบ และความแข็งแรง ไปใช้ในการทดลองต่อไป

2) นำดินทั้ง 2 ส่วนจากข้อ 3.5.3 มาแบ่งใส่ลงในกระถางพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 ซ.ม บรรจุดินลงในกระถางๆละ 1 กิโลกรัม จำนวน 72 กระถาง (กระถางมีความลึกประมาณ 14 – 15 ซม.) โดยในการปลูกทานตะวันสามารถแบ่งการทดลองออกได้เป็น 2 ชุดการทดลอง ดังนี้

- ดินส่วนที่ 1 (A) คือ ดินปนเปื้อนโลหะหนักในความเข้มข้นต่ำ นำทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ได้ทำการเพาะกล้าไว้มาปลูกในกระถางที่เตรียมดินไว้แล้วจำนวนกระถางละ 1 ต้น นำกระถางที่ปลูกทานตะวัน ไปตั้งทิ้งไว้ในบริเวณที่ได้รับแสงแดดเท่ากัน รดด้วยน้ำประปาวันละ 2 ครั้ง พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 เดือนละครั้ง 0.16 g/kg หลังปลูกได้ 60 วัน เติม $(NH_4)_2SO_4$ 1.3200 g/kg ลงไปใน 18 กระถาง และหลังจากปลูกได้ 60 วัน เติม NH_4NO_3 0.8000 g/kg ลงไปใน 18 กระถาง และหลังจากปลูกได้ 83 วัน เติม EDTA 2.2334 g/kg ลงไปใน 18 กระถาง (Zhuang, 2009) สำหรับอีก 18 กระถางที่เหลือไม่ต้องเติมเกลือลงไปใช้เป็นตัวควบคุม เมื่อทานตะวันมีอายุครบ 90 วัน (ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ทานตะวันโตพอที่จะเก็บเกี่ยว) ทำการเก็บเกี่ยวล้างด้วยน้ำประปาตามด้วยน้ำกลั่น นำทานตะวันอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วชั่งน้ำหนักแห้งของต้นทานตะวัน โดยแบ่งตัวอย่างทานตะวันออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ และ เมล็ด แล้วบดเป็นผงละเอียดสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก (แคดเมียม สังกะสี นิกเกิล ทองแดง ตะกั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ โครเมียม) ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟซันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS) และศึกษาผลของ $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3 และ EDTA ที่มีต่อประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะหนัก

- สำหรับดินส่วนที่ 2 (B) คือ ดินปนเปื้อนโลหะหนักในความเข้มข้นสูง ทำการทดลองเช่นเดียวกับดินส่วนที่ 1 ทุกประการ

3) ทำการวิเคราะห์ดินหลังปลูกทานตะวัน โดยนำดินไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแห้งของดินแล้วบดดินให้ละเอียดสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่เหลืออยู่ในดิน ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟซันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS)

3.6.3 วิธีการวิเคราะห์โลหะหนักในพืช (แคดเมียม, สังกะสี, นิกเกิล, ทองแดง, ตะกั่ว, โครเมียม) (ราก, ลำต้น, ใบ, และเมล็ด) (Mustafa, 2003)

1. ชั่งตัวอย่างพืช (ราก ลำต้น ใบ และ เมล็ด) ที่อบและบดละเอียดแล้ว 1 กรัม (ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส) ใส่ลงในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 150 มิลลิลิตร
2. เติมกรดไนตริกเข้มข้นจำนวน 3 มิลลิลิตร และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น จำนวน 1 มิลลิลิตร
3. นำขึ้นตั้งบนเตาให้ความร้อน ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควัน ปิดขวดแก้วรูปชมพู่ด้วยกระจกนาฬิกาย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 85 องศาเซลเซียส
4. ใช้เวลาย่อยประมาณ 3 ชั่วโมง ย่อยจนกระทั่งตัวอย่างเป็นสารละลายใส ยก flask ลงจากเตา ปิดเตา แล้วตั้งทิ้งให้เย็น
5. นำสารละลายที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ 2,000 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร นำสารละลายที่ได้มาปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเก็บใส่ในขวดพลาสติกปิดฝา
6. วิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชันสเปกโทรโฟโตรมิเตอร์ (AAS)
7. แบลงค์ทำเช่นเดียวกันแต่ไม่มีตัวอย่างพืช
8. ทำซ้ำ ข้อ 1- 7 อีก 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6..4 วิธีการวิเคราะห์โลหะหนักในดิน (แคดเมียม, สังกะสี, นิกเกิล, ทองแดง, ตะกั่ว, โครเมียม) (Mustafa, 2003)

1. ชั่งตัวอย่างดิน (หลังการทดลอง) ที่อบและบดละเอียดแล้ว 0.5 กรัม (ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส) ใส่ลงในบิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจำนวน 6 มิลลิลิตร และกรดไนตริกเข้มข้น จำนวน 2 มิลลิลิตร และเติมเปอร์คลอริก จำนวน 3 มิลลิลิตร
3. นำขึ้นตั้งบนเตาให้ความร้อน ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควัน ปิดบิกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกาย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส
4. ใช้เวลาย่อยประมาณ 6 ชั่วโมง ย่อยจนกระทั่งตัวอย่างเป็นสารละลายใส และมีตะกอนขาวขุ่นของ Silica อยู่ ยกบีกเกอร์ ลงจากเตา ปิดเตา แล้วตั้งทิ้งให้เย็น
5. นำสารละลายที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ 2,000 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร นำสารละลายที่ได้มาปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเก็บใส่ในขวดพลาสติกปิดฝา
6. วิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชันสเปกโทรโฟรโตมิเตอร์ (AAS)
7. แบลงค์ทำเช่นเดียวกันแต่ไม่มีตัวอย่างดิน
8. ทำซ้ำข้อ 1-7 อีก 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

4.1.1 จากการวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินทั้ง 2 แหล่ง ได้แก่ ดินจากจังหวัดนครราชสีมา ดินจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.1 (ภาคผนวก ค. 1 – ค. 12)

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

คุณสมบัติของดิน		ตัวอย่างดิน	
		ดินนครราชสีมา	ดินพระนครศรีอยุธยา
พีเอช (pH)		5.38 ± 0.07	5.57 ± 0.01
ความเป็นกรด (meq/10g)		0.031 ± 0.002	0.042 ± 0.002
ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออน (CEC) (meq/100g)		4.84 ± 0.13	21.25 ± 0.06
% ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน (OM)		0.52 ± 0.01	0.98 ± 0.02
% ความชื้น		0.11 ± 0.09	0.15 ± 0.03
การกระจายตัว	% ทราย	58.00	17.50
	% ซิลท์	24.00	40.00
	% เคลย์	18.00	42.50
ลักษณะเนื้อดิน		ดินร่วนปนทราย Sandy loam	ดินเหนียว Clay
% อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3)		3.68 ± 0.14	21.17 ± 0.76
% แมงกานีสออกไซด์ (MnO_2)		0.24 ± 0.02	1.01 ± 0.03
% เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)		2.78 ± 0.04	8.00 ± 0.01
% ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน		0.30 ± 0.01	0.70 ± 0.01
ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (mg/kg)		4.20 ± 0.02	5.48 ± 0.03
ปริมาณโพแทสเซียมในดิน(mg/kg)		40.78 ± 0.01	111 ± 1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1(ต่อ)

คุณสมบัติของดิน	ตัวอย่างดิน	
	ดินนครราชสีมา	ดินพระนครศรีอยุธยา
แคดเมียม (mg/kg)	0.008 ± 0.002	0.005 ± 0.003
สังกะสี (mg/kg)	0.048 ± 0.003	0.078 ± 0.021
นิกเกิล (mg/kg)	0.036 ± 0.003	0.045 ± 0.006
ทองแดง (mg/kg)	0.008 ± 0.001	0.017 ± 0.001
ตะกั่ว (mg/kg)	0.004 ± 0.001	nd
โครเมียม (mg/kg)	nd	nd

ดินจังหวัดนครราชสีมา

ดินที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้มีอัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของ Sand : Silt : Clay เป็น 58.0 : 24.0 : 18.0 (ตารางที่ 4.1) เมื่อนำมาเทียบกับสามเหลี่ยมประเภทของเนื้อดิน พบว่าเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) ซึ่งจัดเป็นดินประเภทเนื้อหยาบ และจากการศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการของดินตัวอย่าง พบว่า ดินที่ใช้ในการศึกษามีค่าพีเอชเท่ากับ 5.38 ซึ่งจัดเป็นกรดจัด มีปัญหาต่อการปลูกพืช พีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช คือประมาณ 6.0-7.0 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน (OM) มีค่าเท่ากับ 0.52 % อยู่ในระดับที่ต่ำ ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) อยู่ในระดับต่ำ มีค่าเท่ากับ 4.84 meq/100g และยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ของ Al_2O_3 มีค่าเท่ากับ 3.68 % ซึ่งส่งผลให้ค่าในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าไม่มาก ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินมีระดับความชื้นเท่ากับ 0.11 % ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้น้อยซึ่งทำให้พืชที่ปลูกในดินนี้มีการขาดน้ำ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.30 % ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ ไนโตรเจนเป็นธาตุที่ช่วยให้พืชสร้างโปรตีนได้อย่างเพียงพอ พืชทุกชนิดต้องการโปรตีนเพราะโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโพรโทพลาซึม (protoplasm) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา,2548) ในขณะที่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้พบว่ามีค่าต่ำเท่ากับ 4.20 และ 40.78 mg/kg ตามลำดับ จากข้อมูลทั้งหมดเมื่อนำมาเทียบกับข้อมูลดินชุมพวงของกรมพัฒนาที่ดิน (ภาคผนวก ข. 1) พบว่ามีความสอดคล้องกัน จากการศึกษาปริมาณโลหะหนักแคดเมียมในดินทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.008 mg/kg ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่ต่ำ โดยปริมาณแคดเมียมในดินต้องไม่เกิน 37 mg/kg สอดคล้องกับข้อมูลมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม (ภาคผนวก ข. 3) ปริมาณสังกะสีในดินมีค่าเท่ากับ 0.048 mg/kg มีปริมาณที่ต่ำโดยพบว่าสังกะสีในดินต้องไม่เกิน 914.3 mg/kg (ภาคผนวก ข. 4) ปริมาณนิกเกิลในดินมีค่าเท่ากับ 0.036 mg/kg มีค่าต่ำมาก โดยทั่วไปแล้วดินจะมีนิกเกิลต้องไม่เกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1,600 mg/kg ปริมาณทองแดงมีค่าเท่ากับ 0.008 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำ ปริมาณทองแดงที่เหมาะสมในดินทั่วๆไปต้องไม่เกิน 250 mg/kg ถ้าเกินจะเป็นพิษต่อพืชส่วนใหญ่ (Alloway, 1990) ปริมาณตะกั่วในดินมีค่าเท่ากับ 0.004 mg/kg โดยทั่วไปปริมาณตะกั่วในดินมีค่าไม่เกิน 400 mg/kg ถ้าเกินถือได้ว่าเกิดสภาพมลพิษขึ้นในดิน จากการวิเคราะห์ผลปริมาณของโครเมียมพบว่าไม่มีการสะสมของโครเมียมในชุดดินนี้ ซึ่งผลการวิเคราะห์สมบัติของดินดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม (ภาคผนวก ข. 3)

ดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ลักษณะของเนื้อดินเป็นดินเหนียว (Clay) (ตารางที่ 4.1) สีเทาเข้มหรือสีน้ำตาลปนเทา เปอร์เซ็นต์เคลย์สูงถึง 42.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณการดูดซับสารอินทรีย์ในดินได้ต่ำ และพบว่าดินยังคงมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ดินมีเนื้อละเอียด ซึ่งลักษณะของเนื้อดินและปริมาณสารอินทรีย์จะเป็นตัวกำหนดค่า CEC ในดิน เนื่องจากดินเหนียวมีอนุภาคที่ขนาดเล็กมากและมีรูปร่างแบน ทำให้โอกาสที่อะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบอยู่รอบนอกมีโอกาสหลุดออกไปได้มากขึ้น และเมื่อองค์ประกอบใดเกิดมีการหลุดออกของอะตอมก็จะมีประจุเกิดขึ้นทันที่ ดินมีปริมาณความชื้น 0.15 % โดยน้ำหนัก มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5.57 จัดว่าเป็นกรดปานกลาง (ปิยะ, 2553) จัดเป็นช่วงที่ธาตุอาหารต่างๆจะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดี และมีเปอร์เซ็นต์ของ Al_2O_3 เท่ากับ 21.17 % ส่งผลให้ค่าการแลกเปลี่ยนประจุมีค่ามาก คือมีค่าเท่ากับ 21.25 meq/100g นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้พบว่ามีค่าสูงถึง 111 mg/kg ปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่าเท่ากับ 5.48 mg/kg ซึ่งพบว่าฟอสฟอรัสในดินมีปริมาณที่ต่ำ ทำให้พืชไม่สามารถใช้แร่ที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติได้อย่างเต็มที่ และมีค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในดินเท่ากับ 0.70 % เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลดินบางกอกของกรมพัฒนาที่ดินพบว่าสอดคล้องกัน (ภาคผนวก ข. 2) และจากการศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินพบว่าปริมาณแคดเมียม สังกะสี นิกเกิล และทองแดง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.005, 0.078, 0.045 และ 0.017 mg/kg ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม (ภาคผนวก ข. 3 – ข. 4) สำหรับปริมาณตะกั่ว และโครเมียมพบว่าไม่มีการปนเปื้อนในชุดดินนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดโลหะหนักออกจากดินโดยใช้ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน และทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า

หลังจากทำการปลูกทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์ลงในดินได้ 60 วันจะทำการเติม $(NH_4)_2SO_4$ 1.3200 g/kg ลงไปใน 18 กระถาง เติม NH_4NO_3 0.8000 g/kg ลงไปใน 18 กระถาง และเติม EDTA 2.2334 g/kg ลงไปใน 18 กระถาง สำหรับอีก 18 กระถางที่เหลือไม่ต้องเติมเกลือลงไปใช้เป็นตัวควบคุม รวมทั้งหมด 72 กระถาง เมื่อครบ 90 วันทำการเก็บเกี่ยว นำเมล็ด,ราก,ลำต้น และใบ ไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก (แคดเมียม สังกะสี นิกเกิล ทองแดง ตะกั่ว และโครเมียม) ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS) เพื่อศึกษาผลของ NH_4NC_3, $(NH_4)_2$ SO_4, EDTA และไม่เติมเกลือ (ชุดควบคุม) ที่มีต่อประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะหนัก ในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นระดับต่ำ และดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง ดินนครราชสีมา และ ดินพระนครศรีอยุธยา (ภาคผนวก ค. 13 – ค. 15 และ ภาคผนวก ค.16 – ค. 18)

ปริมาณโลหะหนักในทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก

จากการทดลองปลูกทานตะวันลงในดินจังหวัดนครราชสีมาที่ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ เมื่อพิจารณาผลของเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุม (ตารางที่ 4.2) (ภาคผนวก ค.13 และค.16) จะพบว่า สำหรับแคดเมียม (Cd) และสังกะสี (Zn) เมื่อเติม $(NH_4)_2$ SO_4 ลงไปในดินระหว่างการปลูกพืชจะส่งผลต่อการดูดโลหะของพืชมากที่สุด ส่วนโลหะชนิดอื่นๆการเติม $(NH_4)_2SO_4$ จะมีผลใกล้เคียงกับ NH_4NO_3 ซึ่งส่งอิทธิพลมากกว่า EDTA เมื่อเติม NH_4NO_3 และ $(NH_4)_2SO_4$ ลงในดิน เกลือจะทำปฏิกิริยากับคอลลอยด์ในดินโดยจะแทนที่ไอออนบวก จากอนุภาคคอลลอยด์ เป็น Metal (colloids) และ Metal จะกลายอยู่ในรูป Metal NO_3 หรือ Metal SO_4 ทำให้ละลายน้ำได้ พืชสามารถดูดขึ้นไปใช้ได้ง่ายขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี, 2548) ส่วน EDTA สามารถจับยึดโลหะหนักไว้ในรูปของสารละลายเชิงซ้อน ที่ละลายน้ำได้ดี ทำให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดได้ (Liphadzi *et al*,. 2006)

เมื่อเติมเกลือทุกชนิดลงในดินจะส่งผลให้แคดเมียม (Cd) ไปสะสมในเมล็ดมากขึ้นกว่ากรณีที่ไม่เติมเกลือใดๆถึง 85% และมากที่สุดเมื่อเทียบกับการสะสมในราก ลำต้นและใบ ในขณะที่เกลือส่งผลต่อการสะสมทองแดง (Cu) ในรากมากที่สุด (74% มากกว่าชุดควบคุม) เกลือส่งผลมากต่อการสะสมสังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) และตะกั่ว (Pb) ในรากและเมล็ดทั้งสองส่วน ในรากมีปริมาณการสะสมสังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) และตะกั่ว (Pb) เป็น 87%, 158% และ 59% มากกว่าชุดควบคุมตามลำดับ ในเมล็ดมีปริมาณการสะสมสังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) และตะกั่ว (Pb) เป็น 57%, 77% และ 75% มากกว่าชุดควบคุมตามลำดับ สำหรับโครเมียม (Cr) นั้น ทุกส่วนของพืชได้รับอิทธิพลจากเกลือใกล้เคียงกัน โดยมีค่าสูงกว่าชุดควบคุม 27-56% ในงานวิจัยของ Zhuang และคณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2009) ระบุไว้ว่าการประยุกต์ใช้ NH_4NO_3 และ $(NH_4)_2 SO_4$ ทำให้มีการเพิ่มการสะสมโลหะหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งสังกะสี (Zn) ในรากของข้าวฟ่าง

จะเห็นว่าเมื่อเติมเกลือลงไปในดินระหว่างการปลูกจะทำให้พืชสามารถกำจัดโลหะในดินได้ดีขึ้น แต่ข้อพึงระวังคือโลหะจะเข้าไปสะสมในพืชมากขึ้น ในงานวิจัยนี้เห็นชัดว่าเมล็ดทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกจะมีการสะสมโลหะทุกชนิด และที่เด่นชัดคือเมื่อเติมเกลือแล้วจะมีการสะสมของแคดเมียม (Cd) สังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) และตะกั่ว (Pb) มากขึ้นจึงไม่แนะนำให้นำเมล็ดไปบริโภค สามารถปลูกเพื่อความสวยงามเป็นไม้ดอกไม้ประดับได้ แคดเมียม (Cd) เป็นสารก่อมะเร็ง มีพิษต่อตับ ไต กระดูก และระบบเลือด นิกเกิล (Ni) เมื่อกินเข้าไปในปริมาณมากจะเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง มีรายงานว่ามีการทำลายท่อไตส่วนต้น พิษเรื้อรังของตะกั่ว (Pb) คือตะกั่วจะไปแทนที่แคลเซียมทำให้มีผลต่อกระดูก นอกจากนี้ยังพบอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องผูก ทรงตัวไม่อยู่ กล้ามเนื้ออ่อนแรง และเป็นอัมพาตได้ ส่วนการสะสมโลหะในส่วนอื่นของพืชแม้นเราจะไม่ได้นำไปบริโภค แต่การนำซากไปทำลายต้องระมัดระวังมิให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ควรมีการเผาทำลายอย่างถูกวิธี

เมื่อเปลี่ยนมาปลูกทานตะวันลงในดินชนิดเดิมแต่ให้ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงขึ้น จะเห็นว่าผลการทดลองมีแนวโน้มคล้ายเดิมคือพืชดูดโลหะได้ดีขึ้นเมื่อเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด เกลือ $(NH_4)_2 SO_4$ และ NH_4NO_3 ยังส่งอิทธิพลเหนือ EDTA เช่นเดิม (ตารางที่ 4.3) (ภาคผนวก ค.13 และค. 16) เมื่อเติม $(NH_4)_2 SO_4$ ลงไปในดินระหว่างการปลูกพืชจะส่งผลต่อการดูดแคดเมียม (Cd) และสังกะสี (Zn) ของพืชมากที่สุดเช่นเดิม แต่สิ่งที่ต่างไปคือค่าเปอร์เซ็นต์ในทุกส่วนของพืชจะใกล้กันมากขึ้น นั่นแสดงว่าถ้าดินปนเปื้อนมาก เกลือจะไปส่งอิทธิพลที่เท่ากันในการดูดโลหะไปยังส่วนต่างๆของพืช ไม่ว่าจะเป็นราก ลำต้น ใบ หรือเมล็ด และยังพบอีกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุมมีค่าลดลงกว่าตอนที่ปลูกพืชในดินที่ปนเปื้อนต่ำ จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าการสะสมทองแดง (Cu) ในรากลดลงเหลือ 45% มากกว่าชุดควบคุม ในรากมีปริมาณการสะสม สังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) และตะกั่ว (Pb) เหลือ 25%, 35% และ18% มากกว่าชุดควบคุมตามลำดับ ในเมล็ดมีปริมาณการสะสม สังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) และตะกั่ว (Pb) 17%, 20% และ54% มากกว่าชุดควบคุมตามลำดับ หมายความว่าการที่เราเติมเกลือลงไปในดินที่ปนเปื้อนมาก เกลือจะส่งอิทธิพลน้อยลงกว่าการที่เราเติมเกลือลงไปในดินที่ปนเปื้อนน้อย อาจเป็นเพราะการที่ดินปนเปื้อนมาก พืชดูดโลหะได้ดีอยู่แล้วแม้นไม่ต้องเติมเกลือช่วย แต่ทั้งนี้อย่างที่กล่าวแล้วข้างต้นว่าเกลือก็ยังมีส่วนช่วยให้พืชดูดโลหะได้ดีขึ้นอยู่

เมื่อลองเปรียบเทียบกันระหว่างการนำทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกไปปลูกในดินร่วนปนทรายอย่างดินของจังหวัดนครราชสีมากับดินเหนียวอย่างดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ปนเปื้อนโลหะไม่มาก (ตารางที่ 4.2) (ภาคผนวก ค.13 และค.16) จะเห็นว่าผลของ $(NH_4)_2SO_4$ ที่เคยมีอย่างเด่นชัดต่อแคดเมียม (Cd) และสังกะสี (Zn) กลับไม่เด่นมากนัก แต่กลับไปส่งผลต่อทองแดง (Cu)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่า เกลือ $(NH_4)_2SO_4$ และ NH_4NO_3 ยังส่งอิทธิพลเหนือ EDTA เช่นเดิม เมื่อเติมเกลือทุกชนิดลงในดินจะส่งผลให้แคดเมียม (Cd) ไปสะสมในเมล็ดมากขึ้นกว่ากรณีที่ไม่เติมเกลือใดๆเช่นเดิม แต่ค่าลดลงเหลือ 75% เกลือยังคงส่งผลมากต่อการสะสมตะกั่ว (Pb)ในรากและเมล็ดทั้งสองส่วน แต่ค่ากลับมากขึ้นเป็น 117% และ 234% ในรากและเมล็ดตามลำดับ อิทธิพลของเกลือมีผลเด่นชัดต่อการสะสมสังกะสี (Zn) และนิกเกิล (Ni) ในรากเช่นเดิม ค่าสังกะสี (Zn) และนิกเกิล (Ni) ในรากเพิ่มเป็น 87% และ 308% มากกว่าชุดควบคุม

จะเห็นว่าเมื่อปลูกพืชนี้ในดินเหนียวอย่างดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ปนเปื้อนโลหะไม่มาก ค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุมจะมีแนวโน้มสูงกว่าเมื่อปลูกพืชนี้ในดินร่วนปนทราย อาจอธิบายได้ว่าในดินเหนียวมีบริเวณที่โลหะดูดยึดได้มาก จึงดูดโลหะได้แน่น การที่พืชจะดูดโลหะไปจากดินจะทำได้ยาก พืชที่ปลูกในชุดควบคุมจึงมีปริมาณโลหะสะสมอยู่น้อย แต่เมื่อเติมเกลือลงไป โลหะจะถูกปลดปล่อยออกจากดินง่ายขึ้นมาก ค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุมจึงสูง แต่สำหรับดินร่วนปนทรายจะมีบริเวณที่โลหะดูดยึดได้น้อยกว่า พืชจึงดึงโลหะในดินได้ดีอยู่แล้วแม้ไม่เติมเกลือช่วย พอเติมเกลือลงไป ค่าโลหะในส่วนต่างๆของพืชจึงเพิ่มจากเดิมที่ไม่เติมเกลือไม่มาก เมื่อคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุมจึงมีค่าต่ำกว่า

เมื่อเปลี่ยนมาปลูกทานตะวันลงในดินเหนียวเช่นเดิมแต่ให้ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงขึ้น จะเห็นว่าผลการทดลองมีแนวโน้มคล้ายเดิมคือพืชดูดโลหะได้ดีขึ้นเมื่อเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด เกลือ $(NH_4)_2SO_4$ และ NH_4NO_3 ยังส่งอิทธิพลเหนือ EDTA เช่นเดิม (ตารางที่ 4.3) (ภาคผนวก ค.13 และค.16) ผลการทดลองจะคล้ายกับตอนที่ปลูกพืชลงในดินร่วนปนทรายที่ปนเปื้อนโลหะมากคือค่าเปอร์เซ็นต์ในทุกส่วนของพืชจะใกล้กันมากขึ้น นั่นแสดงว่าถ้าดินปนเปื้อนมาก เกลือจะไปส่งอิทธิพลที่เท่ากันในการดูดโลหะไปยังส่วนต่างๆของพืช ไม่ว่าจะเป็นราก ลำต้น ใบ หรือเมล็ด และยังพบอีกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุมมีค่าลดลงกว่าตอนที่ปลูกพืชในดินที่ปนเปื้อนต่ำ ยังคงอธิบายได้เช่นเดิมว่าการที่เราเติมเกลือลงไปในดินที่ปนเปื้อนมาก เกลือจะส่งอิทธิพลน้อยลงกว่าเดิม อาจเป็นเพราะพืชดูดโลหะได้ดีอยู่แล้วแม้นไม่ต้องเติมเกลือช่วย แต่ทั้งนี้อย่างที่กล่าวแล้วข้างต้นว่าเกลือก็ยังมีส่วนช่วยให้พืชดูดโลหะได้ดีขึ้นอยู่ ในการทดลองนี้จะเห็นว่าเกลือส่งผลที่เด่นชัดที่สุดต่อเปอร์เซ็นต์ (%) ที่เมล็ดดูดตะกั่วไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งมีค่า 96%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ

พารามิเตอร์		เปอร์เซ็นต์ที่พืชดูดโลหะไปในส่วนต่างๆของพืช เมื่อเทียบกับชุดควบคุม					
		ชุดการทดลองของดินนครราชสีมา			ชุดการทดลองของดินพระนครศรีอยุธยา		
		NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA
Cd	ราก	10.20 ± 0.00	16.33 ± 0.00	4.08 ± 0.00	29.23 ± 0.00	33.85 ± 0.00	10.77 ± 0.00
	ลำต้น	0.00 ± 0.00	13.51 ± 0.00	5.41 ± 0.00	46.74 ± 4.61	36.96 ± 0.00	17.39 ± 0.00
	ใบ	17.86 ± 0.00	28.57 ± 0.00	7.14 ± 0.00	32.21 ± 0.00	57.89 ± 0.00	26.32 ± 0.00
	เมล็ด	84.62 ± 0.00	61.54 ± 0.00	38.46 ± 0.00	50.00 ± 0.00	75.00 ± 0.00	12.50 ± 0.00
Zn	ราก	66.38 ± 15.12	86.55 ±16.87	79.81 ± 32.02	115.59 ± 18.54	87.15 ± 25.37	93.08 ± 15.69
	ลำต้น	56.79 ± 8.47	36.52 ± 7.63	50.43 ± 18.93	37.63 ± 5.69	89.74 ± 11.59	25.76 ± 21.77
	ใบ	22.15 ± 1.24	25.79 ± 0.70	1.81 ± 0.78	28.93 ± 5.95	38.07 ± 2.11	11.48 ± 9.52
	เมล็ด	26.50 ± 2.76	56.44 ± 11.47	27.03 ± 19.37	15.92 ± 3.84	5.02 ± 2.51	10.84 ± 8.45
Ni	ราก	157.59 ± 40.28	124.49 ± 42.60	87.00 ± 4.53	308.44 ± 41.10	278.62 ± 48.32	159.13 ± 53.30
	ลำต้น	37.11 ± 15.18	40.06 ± 13.40	35.57 ± 14.07	49.10 ± 12.97	72.04 ± 13.04	45.07 ± 13.72
	ใบ	25.30 ± 10.40	21.55 ± 17.58	17.95 ± 0.91	57.03 ± 22.90	33.48 ± 15.84	19.52 ± 0.51
	เมล็ด	76.84 ± 22.08	55.37 ± 8.28	44.22 ± 50.60	16.59 ± 5.24	47.32 ± 15.38	22.91 ± 15.35
Cu	ราก	68.48 ± 23.00	73.83 ± 27.45	36.54 ± 56.54	40.91 ± 23.34	109.36 ± 25.37	39.47 ± 21.93
	ลำต้น	25.27 ± 10.57	34.85 ± 10.39	11.78 ± 5.55	50.36 ± 8.99	77.54 ± 16.05	54.55 ± 14.45
	ใบ	21.15 ± 6.95	26.30 ± 5.90	36.67 ± 1.69	94.40 ± 1.41	86.16 ± 11.40	27.86 ± 9.71
	เมล็ด	43.95 ± 25.26	23.78 ± 16.47	39.63 ± 6.08	40.71 ± 8.40	118.42 ± 14.86	36.05 ± 21.29
Pb	ราก	51.87 ± 22.71	58.85 ± 22.57	50.23 ± 20.57	117.28 ± 19.58	67.39 ± 16.57	32.44 ± 13.81
	ลำต้น	93.93 ± 40.23	47.50 ± 38.39	23.73 ± 17.16	65.01 ± 21.86	3.46 ± 1.56	21.11 ± 19.67
	ใบ	27.20 ± 0.04	39.86 ± 9.87	14.09 ± 9.98	41.20 ± 5.44	28.35 ± 5.70	19.11 ± 7.36
	เมล็ด	74.57 ± 17.88	55.03 ± 3.25	65.95 ± 30.07	141.62 ± 65.15	233.80 ± 66.13	141.20 ± 64.82
Cr	ราก	28.58 ± 7.66	10.85 ± 6.51	20.66 ± 11.98	13.66 ± 8.45	15.55 ± 5.35	10.21 ± 8.29
	ลำต้น	28.52 ± 13.32	34.98 ± 12.31	28.05 ± 6.96	60.65 ± 21.63	46.80 ± 23.13	40.62 ± 23.08
	ใบ	26.33 ± 13.73	56.32 ± 5.36	20.24 ± 7.83	81.07 ± 25.11	32.76 ± 27.75	40.87 ± 1.39
	เมล็ด	59.57 ± 20.20	15.48 ± 8.24	7.24 ± 0.04	32.77 ± 22.83	68.14 ± 6.06	15.95 ± 0.69

หมายเหตุ : วิธีการคำนวณ 4.2 – 4.7 ใช้สูตร % ที่รากดูดโลหะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม = (ผลต่างของโลหะในราก พืชที่ปลูกในดินชุดที่เติมเกลือ กับ ดินชุดควบคุม) x 100 / ปริมาณโลหะที่พบในรากพืชที่ปลูกในดินชุดควบคุม

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง

พารามิเตอร์		เปอร์เซ็นต์ที่พืชดูดโลหะไปในส่วนต่างๆของพืช เมื่อเทียบกับชุดควบคุม					
		ชุดการทดลองของดินนครราชสีมา			ชุดการทดลองของดินพระนครศรีอยุธยา		
		NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA
Cd	ราก	14.08 ± 0.00	45.07 ± 0.00	9.86 ± 0.00	12.90 ± 0.00	19.35 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	ลำต้น	13.79 ± 0.00	18.97 ± 0.00	3.45 ± 0.00	26.76 ± 0.00	39.44 ± 0.00	9.86 ± 0.00
	ใบ	17.39 ± 0.00	23.91 ± 0.00	10.87 ± 0.00	22.95 ± 0.00	37.70 ± 0.00	13.11 ± 0.00
	เมล็ด	31.25 ± 0.00	40.63 ± 0.00	12.50 ± 0.00	17.39 ± 0.00	30.43 ± 6.52	4.35 ± 0.00
Zn	ราก	22.63 ± 1.26	25.40 ± 4.80	14.77 ± 4.53	38.73 ± 7.89	18.73 ± 6.61	16.23 ± 6.43
	ลำต้น	23.50 ± 3.86	37.41 ± 3.50	48.27 ± 8.87	52.94 ± 13.11	60.32 ± 5.66	9.89 ± 4.65
	ใบ	23.14 ± 3.92	33.50 ± 2.76	8.87 ± 7.96	51.56 ± 3.67	55.14 ± 1.23	24.47 ± 1.35
	เมล็ด	16.07 ± 7.08	17.09 ± 0.47	18.50 ± 9.82	3.72 ± 1.59	5.02 ± 2.51	10.84 ± 8.45
Ni	ราก	31.02 ± 5.21	34.83 ± 14.14	30.74 ± 4.53	24.87 ± 15.23	10.27 ± 7.28	16.23 ± 6.43
	ลำต้น	13.12 ± 0.00	13.80 ± 5.67	35.57 ± 14.07	49.10 ± 12.97	72.04 ± 13.04	9.89 ± 4.65
	ใบ	20.89 ± 4.12	31.01 ± 0.94	17.95 ± 0.91	20.80 ± 0.09	13.03 ± 4.00	8.03 ± 4.22
	เมล็ด	15.94 ± 5.45	20.05 ± 4.92	13.82 ± 13.17	16.95 ± 5.24	12.07 ± 6.55	8.68 ± 4.15
Cu	ราก	50.65 ± 9.76	45.52 ± 1.00	57.98 ± 0.60	23.80 ± 3.52	11.06 ± 6.30	16.83 ±3.64
	ลำต้น	25.38 ± 14.90	12.65 ± 2.23	23.73 ± 17.16	18.07 ± 1.21	9.91 ± 4.89	7.05 ± 3.69
	ใบ	9.96 ± 4.73	10.59 ± 4.49	101.25 ± 15.14	8.29 ± 3.58	14.04 ± 8.14	10.88 ± 2.20
	เมล็ด	27.88 ± 8.32	15.49 ± 8.24	19.43 ± 17.93	14.23 ± 2.88	12.99 ± 5.36	7.38 ± 4.80
Pb	ราก	18.65 ± 10.61	16.84 ± 12.78	8.41 ± 0.30	27.32 ± 6.46	33.83 ± 6.73	22.09 ± 6.71
	ลำต้น	44.33 ± 16.58	64.40 ± 18.47	38.72 ± 20.44	17.49 ± 1.74	3.46 ± 1.56	11.87 ± 0.37
	ใบ	20.99 ± 0.57	13.26 ± 4.48	5.78 ± 4.15	24.03 ± 4.18	12.96 ± 3.70	9.72 ± 2.87
	เมล็ด	53.87 ± 23.75	42.17 ± 21.74	15.87 ± 24.15	95.66 ± 36.29	76.43 ± 22.70	74.44 ± 47.33
Cr	ราก	15.46 ± 8.67	14.70 ± 4.61	10.36 ± 7.98	28.00 ± 5.99	18.97 ± 4.24	20.39 ± 7.60
	ลำต้น	20.88 ± 9.13	22.48 ± 3.96	10.75 ± 6.48	24.76 ± 6.38	13.27 ± 4.75	10.35 ± 4.47
	ใบ	21.51 ± 7.02	35.96 ± 9.89	20.24 ± 7.83	29.40 ± 8.66	16.06 ± 0.09	10.88 ± 2.20
	เมล็ด	21.25 ± 6.33	16.37 ± 0.19	7.24 ± 0.04	50.40 ± 0.000	65.15 ± 7.45	74.94 ± 47.33

ปริมาณโลหะในทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน

จากการทดลองปลูกทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันลงในดินจังหวัดนครราชสีมาที่ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ เมื่อพิจารณาผลของเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุม (ตารางที่ 4.4) (ภาคผนวก ค.14 และค.17) จะพบว่า สำหรับโลหะทุกชนิด การเติม $(NH_4)_2SO_4$ จะมีผลใกล้เคียงกับ NH_4NO_3 ซึ่งส่งอิทธิพลมากกว่า EDTA เมื่อเติมเกลือทุกชนิดลงในดินจะส่งผลให้แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) ไปสะสมในเมล็ดมากขึ้นกว่ากรณีที่ไม่เติมเกลือใดๆถึง 100-113% และมากที่สุดเมื่อเทียบกับการสะสมในราก ลำต้นและใบ ในขณะที่เกลือส่งผลต่อการสะสมสังกะสี (Zn) และนิกเกิล (Ni) ในรากมากที่สุด (52-55% มากกว่าชุดควบคุม) เกลือส่งผลมากต่อการสะสมทองแดง (Cu)ในรากและเมล็ดทั้งสองส่วน โดยในรากมีค่า 61% และในเมล็ดมีค่า 82% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกแล้วจะมีผลที่คล้ายกันมาก จะต่างกันตรงโครเมียม (Cr) ที่เกลือไม่ได้ส่งผลกับทุกส่วนเท่าๆกันอีกต่อไป แต่จะส่งผลกับในส่วนของลำต้นและใบมากกว่า โดยมีค่าสูงกว่าชุดควบคุม 66%

เมื่อเปลี่ยนมาปลูกทานตะวันลงในดินชนิดเดิมคือดินจังหวัดนครราชสีมาแต่ให้ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงขึ้น จะเห็นว่าผลการทดลองมีแนวโน้มคล้ายเดิมคือพืชดูดโลหะได้ดีขึ้นเมื่อเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด เกลือ $(NH_4)_2$ SO_4 และ NH_4NO_3 ยังส่งอิทธิพลเหนือ EDTA เช่นเดิม (ตารางที่ 4.5) (ภาคผนวก ค.14 และค.17) เมื่อเติมเกลือลงไปในดินจะส่งผลต่อการสะสมในส่วนต่างๆของพืชคล้ายกับตอนที่ปลูกในดินที่มีความเข้มข้นของโลหะต่ำเกือบทั้งหมด แต่ว่าเปอร์เซ็นต์จะต่ำลง คือ เกลือส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของ แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) และตะกั่ว (Pb) ในเมล็ด 33%, 45% และ 53% มากกว่าชุดควบคุมตามลำดับ และส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของ สังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) และทองแดง (Cu) ในราก 30-44% มากกว่าชุดควบคุม สาเหตุของการที่ค่าต่ำลงนี้ได้เคยกล่าวไว้แล้วในครั้งที่ทดลองกับสายพันธุ์แปซิฟิก ซึ่งผลการทดลองกับทั้ง 2 สายพันธุ์ให้ผลที่สอดคล้องกัน

เมื่อลองเปรียบเทียบกันระหว่างการนำทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันไปปลูกในดินร่วนปนทรายอย่างดินของจังหวัดนครราชสีมากับดินเหนียวอย่างดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ปนเปื้อนโลหะความเข้มข้นต่ำ (ตารางที่ 4.4) (ภาคผนวก ค.14 และค.17) จะเห็นว่าเกลือ $(NH_4)_2$ SO_4 และ NH_4NO_3 ส่งอิทธิพลเหนือ EDTA เช่นเดียวกัน เมื่อเติมเกลือทุกชนิดลงในดินจะส่งผลให้แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) ไปสะสมในเมล็ดมากขึ้นกว่ากรณีที่ไม่เติมเกลือใดๆ เกลือส่งผลต่อการสะสมสังกะสี (Zn) ในรากมากที่สุด ผลดังกล่าวจะเหมือนกันเมื่อปลูกในดินที่ต่างกัน ส่วนโลหะชนิดอื่นนั้น ผลจะต่างกันในดิน 2 ชนิด ซึ่งในดินเหนียวนี้เกลือจะส่งผลต่อการสะสมของทองแดง (Cu) ในลำต้นและใบแทน และส่งผลต่อการสะสมของโครเมียม (Cr) ในเมล็ดมากขึ้น

เมื่อปลูกพืชนี้ในดินเหนียวอย่างดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ปนเปื้อนโลหะทั้งในความเข้มข้นสูงและต่ำ ค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุมจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีแนวโน้มสูงกว่าเมื่อปลูกพืชนี้ในดินร่วนปนทรายเหมือนกัน และผลนี้ก็สอดคล้องกับผลของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก สำหรับเหตุผลได้เคยอธิบายไว้แล้วในการวิจารณ์ผลของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน ที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ

พารามิเตอร์		เปอร์เซ็นต์ที่พืชดูดโลหะไปในส่วนต่างๆของพืช เมื่อเทียบกับชุดควบคุม					
		ชุดการทดลองของดินนครราชสีมา			ชุดการทดลองของดินพระนครศรีอยุธยา		
		NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA
Cd	ราก	15.91 ± 0.00	15.91 ± 0.00	9.09 ± 0.00	19.18 ± 0.00	33.56 ± 2.91	2.74 ± 0.00
	ลำต้น	18.18 ± 0.00	36.36 ± 0.00	18.18 ± 0.00	15.38 ±0.00	21.15 ± 0.00	3.85 ± 0.00
	ใบ	35.00 ± 0.00	50.00 ± 0.00	20.00 ± 0.00	22.73 ± 0.00	29.55 ± 0.00	9.09 ± 0.00
	เมล็ด	100.00 ± 0.00	33.33 ± 0.00	33.33 ± 0.00	34.48 ± 0.00	24.14 ± 0.00	13.79 ± 0.00
Zn	ราก	46.37 ± 2.93	38.46 ± 13.93	52.70 ± 14.24	273.78 ± 147.78	220.12 ± 156.06	275.41 ± 29.58
	ลำต้น	17.23 ± 8.94	13.58 ± 7.38	14.40 ± 6.58	104.66 ± 20.84	139.58 ± 21.75	25.83 ± 12.49
	ใบ	33.61 ± 3.34	7.73 ± 0.73	12.26 ± 6.93	16.46 ± 10.68	35.89 ± 8.01	1.89 ± 0.88
	เมล็ด	10.91 ± 0.42	28.39 ± 16.20	14.05 ± 0.50	132.73 ± 10.72	141.14 ± 19.65	35.04 ± 5.97
Ni	ราก	25.74 ± 29.56	55.03 ± 22.38	44.15 ± 23.19	189.35 ± 1.59	220.12 ± 156.06	104.57 ± 14.72
	ลำต้น	2.36 ± 0.63	25.17 ± 12.73	21.11 ± 15.67	160.80 ± 22.85	139.05 ± 44.27	67.23 ± 22.33
	ใบ	43.34 ± 17.41	25.85 ± 8.72	23.79 ± 12.83	188.27 ± 43.73	69.52 ± 32.75	76.63 ± 27.47
	เมล็ด	30.95 ± 16.82	38.21 ± 32.26	51.00 ± 1.30	233.65 ± 118.47	222.66 ± 100.14	129.29 ± 0.56
Cu	ราก	48.74 ± 22.28	61.18 ± 3.76	46.08 ± 20.89	17.25 ± 3.39	29.74 ± 19.68	56.11 ± 33.96
	ลำต้น	43.73 ± 6.87	46.08 ± 10.37	29.08 ± 11.59	73.58 ± 17.72	38.51 ± 6.01	40.27 ± 19.53
	ใบ	5.91 ± 3.63	18.32 ± 11.00	12.57 ± 2.61	72.44 ± 9.67	65.28 ± 19.96	53.94 ± 30.80
	เมล็ด	81.61 ±20.45	61.38 ±7.14	77.98 ± 31.12	50.06 ± 32.46	77.18 ± 26.01	154.67 ± 35.08
Pb	ราก	39.58 ± 1.11	41.96 ± 8.34	31.77 ± 22.73	352.10 ± 20.23	95.45 ± 17.50	73.61 ± 42.75
	ลำต้น	72.16 ± 6.26	2.81 ± 1.05	41.65 ± 8.13	9.51 ± 4.41	8.50 ± 0.00	322.20 ± 0.00
	ใบ	19.61 ±10.35	17.12 ± 6.09	22.18 ± 4.59	47.76 ± 0.53	57.3 ± 5.27	48.84 ± 5.48
	เมล็ด	113.19 ± 23.15	70.01 ± 14.09	22.62 ± 5.33	57.85 ± 27.18	100.48 ± 21.87	137.79 ± 37.10
Cr	ราก	1.66 ± 0.38	6.68 ± 4.51	18.66 ± 0.91	22.64 ± 5.92	38.51 ± 7.65	27.62 ± 17.34
	ลำต้น	37.38 ± 3.87	66.20 ± 7.14	40.66 ± 5.15	61.61 ± 27.45	39.41 ± 8.25	28.82 ± 5.98
	ใบ	51.17 ± 0.39	64.77 ± 16.45	39.53 ± 15.23	17.28 ± 6.08	53.07 ± 14.48	1.87 ± 0.44
	เมล็ด	24.15 ± 10.57	12.24 ± 4.29	33.49 ± 2.24	73.30 ± 33.23	68.60 ± 28.10	192.29 ± 67± 46

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน ที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง

พารามิเตอร์		เปอร์เซ็นต์ที่พืชดูดโลหะไปในส่วนต่างๆของพืช เมื่อเทียบกับชุดควบคุม					
		ชุดการทดลองของดินนครราชสีมา			ชุดการทดลองของดินพระนครศรีอยุธยา		
		NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA
Cd	ราก	5.41 ± 0.00	5.41 ± 0.00	1.35 ±0.00	5.15 ± 0.00	1.05 ± 0.00	2.06 ± 0.00
	ลำต้น	15.38 ± 0.00	15.38 ± 0.00	15.38 ± 0.00	13.51 ± 0.00	13.51 ± 0.00	5.41 ± 0.00
	ใบ	21.15 ± 0.00	21.15 ± 0.00	15.38 ± 2.88	14.71 ± 0.00	23.53 ± 0.00	5.88± 0.00
	เมล็ด	25.00 ± 0.00	33.33 ± 0.00	9.62 ±0.00	14.00 ±0.00	14.00 ±0.00	8.00 ± 0.00
Zn	ราก	38.46 ± 13.93	31.56 ± 0.10	22.75 ± 5.76	273.78 ±147.48	17.05 ± 0.74	8.85 ± 2.
	ลำต้น	13.58 ± 7.38	23.94 ± 0.00	4.04 ± 1.34	104.66 ±20.84	22.51 ± 8.02	21.34 ± 11.20
	ใบ	7.73 ± 0.73	12.62 ± 4.18	23.54 ±15.14	16.46 ±10.68	46.83 ± 4.62	13.02 ± 3.47
	เมล็ด	28.39 ± 16.20	12.26 ± 11.34	16.61 ± 7.44	91.01 ± 10.72	12.97 ± 2.59	3.41 ± 1.29
Ni	ราก	24.10 ±2.38	24.10 ± 2.38	44.02 ±11.56	10.66 ± 5.66	21.11 ± 4.84	21.12 ± 10.02
	ลำต้น	10.02 ± 5.85	10.02 ± 5.85	5.62 ± 4.72	9.01 ± 4.88	23.64 ± 5.93	17.89 ± 10.40
	ใบ	40.24 ± 7.55	40.24 ± 5.34	30.19 ±20.60	20.29 ± 3.58	21.33 ± 5.88	15.19 ± 2.58
	เมล็ด	27.72 ±5.01	27.72 ± 7.09	14.66 ± 2.22	13.90 ±5.24	15.13±4.12	16.62 ± 2.93
Cu	ราก	300.00 ± 2.62	30.00 ± 2.62	25.27 ±15.74	31.29 ± 4.10	29.35 ± 17.14	14.33 ± 4.14
	ลำต้น	6.20 ± 0.23	6.20 ± 0.32	12.23 ±4.51	21.24 ± 0.00	21.57 ± 1.40	1.69 ± 0.77
	ใบ	15.60 ± 3.34	15.60 ± 3.34	7.21 ± 5.59	23.54 ± 2.93	16.19 ± 2.33	16.46 ± 7.59
	เมล็ด	14.07 ± 2.58	14.07± 2.58	3.33 ± 0.64	34.65 ± 0.00	36.52 ± 10.42	21.90 ± 4.99
Pb	ราก	22.20 ± 1.03	22.20 ± 1.03	14.23 ± 11.91	69.69 ± 20.23	43.14 ±8.24	27.91 ± 7.67
	ลำต้น	0.95 ± 0.00	0.95 ± 0.00	23.16 ±5.17	9.51 ± 4.41	28.74 ± 14.11	5.60 ± 0.54
	ใบ	23.68 ±5.54	19.60 ±8.34	13.02 ± 3.57	25.72 ± 0.45	21.83 ± 5.80	15.90 ± 2.10
	เมล็ด	41.88 ± 21.54	52.58 ± 17.62	29.74 ±10.05	35.15 ± 18.92	47.04 ± 28.14	34.52 ± 13.23
Cr	ราก	16.02 ± 2.96	11.84 ± 3.27	8.66 ± 1.79	10.36 ±7.98	76.32 ±30.01	24.07 ± 17.34
	ลำต้น	24.78 ± 7.25	32.11 ± 1.12	26.50 ±4.86	4.27±0.02	83.36 ±1.16	5.98 ± 0.32
	ใบ	3.36 ± 0.36	0.51 ± 4.33	8.98 ± 3.29	5.62 ± 2.51	375.78 ±2.99	28.29 ± 1.44
	เมล็ด	45.11 ± 8.73	20.13 ± 0.65	24.69 ± 7.58	7.24 ± 0.05	39.96 ±17.13	115.72 ± 28.86

ปริมาณโลหะหนักในทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า

จากการทดลองปลูกทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าลงในดินจังหวัดนครราชสีมาที่ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำและสูง เมื่อพิจารณาผลของเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุม (ตารางที่ 4.6-4.7) (ภาคผนวก ค.15 และค.18) จะพบว่ามีผลที่เหมือนกันเกือบทั้งหมดคือ เมื่อเติมเกลือทุกชนิดลงในดินจะส่งผลต่อการสะสมแคดเมียม (Cd) และทองแดง (Cu) ในเมล็ดมากที่สุด สำหรับโลหะชนิดอื่นยกเว้นตะกั่ว (Pb) เกลือจะไปมีผลต่อการเพิ่มโลหะในรากมากที่สุด ส่วนตะกั่วนั้นจะไปมีผลตรงลำต้น และผลก็ยังคงเป็นเช่นเดียวกับอีก 2 สายพันธุ์ที่เมื่อปลูกพืชนี้ในดินที่ปนเปื้อนมากกว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุมจะต่ำลง เปอร์เซ็นต์ของแคดเมียม (Cd) และทองแดง (Cu) ในเมล็ดต่ำลงจาก 133 เป็น 33 และ 77 เป็น 13ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ของสังกะสี (Zn) นิกเกิล (Ni) และทองแดง (Cu)ในราก ต่ำลงจาก 80 เป็น 22, 73 เป็น 32 และ43 เป็น 24 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการนำทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าไปปลูกในดินร่วนปนทรายอย่างดินของจังหวัดนครราชสีมากับดินเหนียวอย่างดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ปนเปื้อนโลหะทั้งความเข้มข้นต่ำและสูง จะให้ผลสอดคล้องกับทานตะวันอีก 2 สายพันธุ์คือเมื่อปลูกในดินเหนียว ผลของเกลือที่มีต่อการดูดโลหะไปในส่วนต่างๆของพืชจะมากกว่าเมื่อปลูกในดินร่วนปนทราย ซึ่งได้อธิบายเหตุผลไว้ในเบื้องต้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า ที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ

พารามิเตอร์		เปอร์เซ็นต์ที่พืชดูดโลหะไปในส่วนต่างๆของพืช เมื่อเทียบกับชุดควบคุม					
		ชุดการทดลองของดินนครราชสีมา			ชุดการทดลองของดินพระนครศรีอยุธยา		
		NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	EDTA
Cd	ราก	40.63 ± 0.00	31.25 ± 0.00	12.50 ± 4.69	8.43 ± 0.00	8.43 ± 0.00	1.20 ± 0.00
	ลำต้น	14.29 ± 0.00	20.00 ± 0.00	11.43 ± 4.29	8.20 ± 0.00	13.11 ± 0.00	3.28 ± 0.00
	ใบ	30.43 ± 0.00	39.13 ± 0.00	17.39 ± 6.52	6.36 ± 3.86	14.55 ± 5.22	3.64 ± 0.00
	เมล็ด	133.33 ± 0.00	83.33 ± 23.57	33.33 ± 0.00	74.00 ± 8.49	38.00 ±8.49	32.00 ± 16.97
Zn	ราก	62.74 ± 26.00	80.21 ± 14.70	12.67 ± 4.47	51.63 ± 4.88	47.66 ± 20.05	15.08 ± 0.00
	ลำต้น	27.03 ± 0.55	36.70 ± 2.04	29.24 ± 9.79	52.18 ± 24.09	64.59 ± 12.77	9.30 ± 0.00
	ใบ	11.92 ± 0.37	14.43 ± 3.71	9.15 ± 1.33	24.02 ± 8.64	22.14 ± 6.94	6.18 ± 4.43
	เมล็ด	19.79 ±5.02	21.28 ± 11.31	8.63 ± 0.93	34.64 ± 7.26	26.55 ± 17.11	63.48 ± 7.15
Ni	ราก	30.93 ± 23.76	72.77 ± 25.00	14.74 ± 3.39	48.39 ± 30.27	113.12 ± 30.24	55.86 ± 27.24
	ลำต้น	27.10 ± 0.69	44.19 ± 1.17	17.69 ± 2.87	26.59 ± 22.32	44.81 ± 17.12	29.27 ± 17.86
	ใบ	38.45 ± 23.11	32.72 ± 10.24	12.11 ± 1.04	72.23 ± 16.62	98.58 ± 34.93	34.92 ± 25.13
	เมล็ด	32.99 ± 7.70	48.68 ± 14.53	11.66 ± 3.47	48.91 ± 21.84	49.07 ± 41.39	38.42 ± 27.75
Cu	ราก	42.29 ± 28.88	42.84 ± 1.13	28.47 ± 0.36	66.61 ± 29.50	73.98 ± 61.94	66.95 ± 22.67
	ลำต้น	19.50 ± 6.54	26.37 ± 17.64	14.45 ± 6.11	52.96 ± 11.73	91.41 ± 37.59	19.19 ± 0.00
	ใบ	14.47 ± 0.50	15.46 ± 3.14	11.57 ± 3.54	50.32 ± 7.61	75.64 ± 31.37	35.38 ± 6.72
	เมล็ด	19.94 ± 1.82	76.88 ± 57.99	18.73 ± 6.74	48.54 ± 1.16	58.07 ± 29.08	42.02 ± 22.55
Pb	ราก	25.29 ± 14.86	21.58 ± 13.86	6.57 ± 1.78	22.40 ± 2.45	35.40 ± 5.23	6.57 ± 0.00
	ลำต้น	48.05 ± 21.28	66.08 ± 8.82	39.94 ± 13.42	55.00 ± 4.81	82.16 ± 55.16	39.94 ± 13.42
	ใบ	20.91 ± 1.38	26.98 ± 5.05	17.82 ± 3.65	35.83 ± 4.51	27.75 ± 8.47	18.53 ± 4.44
	เมล็ด	26.09 ± 3.63	56.97 ± 11.10	23.32 ± 10.85	36.96 ± 23.53	39.52 ± 7.56	23.32 ± 10.85
Cr	ราก	33.80 ± 3.06	12.65 ± 1.88	29.44 ± 5.44	45.54 ± 18.31	8.50 ± 4.99	2.09 ± 0.00
	ลำต้น	119.06 ± 25.92	14.57 ± 2.17	4.12 ± 1.91	43.96 ± 7.07	82.95 ± 31.27	76.82 ± 25.26
	ใบ	57.28 ± 37.97	30.72 ± 7.32	12.47 ± 0.52	34.48 ± 4.90	46.61 ± 4.17	36.07 ± 1.67
	เมล็ด	37.81 ± 18.61	39.48 ± 13.03	35.10 ± 21.42	42.04 ± 12.87	69.46 ± 5.29	47.89 ± 3.90

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดไปส่วนต่างๆ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ของต้นทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า ที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง

พารามิเตอร์		เปอร์เซ็นต์ที่พืชดูดโลหะไปในส่วนต่างๆของพืช เมื่อเทียบกับชุดควบคุม					
		ชุดการทดลองของดินนครราชสีมา			ชุดการทดลองของดินพระนครศรีอยุธยา		
		เติมเกลือ NH_4NO_3	เติมเกลือ $(NH_4)_2SO_4$	เติมเกลือ EDTA	เติมเกลือ NH_4NO_3	เติมเกลือ $(NH_4)_2SO_4$	เติมเกลือ EDTA
Cd	ราก	12.50 ± 0.00	26.56 ± 0.00	7.81 ± 0.00	8.67 ± 2.16	7.14 ± 0.00	1.02 ± 0.00
	ลำต้น	13.79 ± 0.00	17.24 ± 0.00	3.45 ± 0.00	12.99 ± 0.00	16.88 ± 0.00	5.19 ± 0.00
	ใบ	15.79 ± 0.00	10.53 ± 0.00	5.26 ± 0.00	22.54 ± 4.05	25.35 ± 2.44	19.86 ± 1.39
	เมล็ด	34.48 ± 0.00	44.83 ± 0.00	24.14 ± 0.00	9.82 ± 3.79	4.46 ± 2.56	12.50 ± 0.00
Zn	ราก	11.73 ± 3.96	21.79 ± 2.53	11.82 ± 1.47	12.69 ± 3.03	24.77 ± 3.61	7.33 ± 0.00
	ลำต้น	14.80 ± 2.94	17.15 ± 10.09	11.06 ± 1.18	3.14 ± 2.14	14.99 ± 3.57	13.00 ± 0.14
	ใบ	9.32 ± 1.42	11.52 ± 2.24	5.95 ± 1.82	7.15 ± 4.99	30.99 ± 8.65	6.30 ± 0.21
	เมล็ด	7.90 ± 2.33	12.73 ± 2.18	8.33 ± 2.53	25.83 ± 3.56	23.68 ± 6.64	15.70 ± 4.79
Ni	ราก	25.61 ± 11.81	31.68 ± 1.69	11.41 ± 6.81	14.69 ± 4.98	6.13 ± 2.73	6.77 ± 0.00
	ลำต้น	11.41 ± 0.70	18.46 ± 0.35	1.64 ± 0.75	13.38 ± 1.43	4.18 ± 3.98	2.75 ± 0.00
	ใบ	10.74 ± 1.49	11.16 ± 1.00	11.57 ± 2.96	10.92 ± 0.92	8.18 ± 5.05	15.39 ± 5.01
	เมล็ด	12.64 ± 0.23	31.01 ± 0.65	12.55 ± 1.35	23.64 ± 7.86	16.42 ± 7.54	19.08 ± 1.50
Cu	ราก	22.08 ± 1.61	24.08 ± 1.81	8.49 ± 6.98	57.62 ± 6.24	35.95 ± 11.29	51.97 ± 0.00
	ลำต้น	5.69 ± 0.65	10.58 ± 2.26	6.38 ± 4.88	15.00 ± 1.82	33.07 ± 5.15	4.79 ± 0.00
	ใบ	10.74 ± 1.22	14.70 ± 6.52	3.60 ± 6.46	7.23 ± 1.94	16.52 ± 7.16	4.14 ± 1.20
	เมล็ด	12.64 ± 0.19	11.85 ± 0.17	13.95 ± 1.26	16.32 ± 4.61	26.47 ± 7.89	9.16 ± 3.68
Pb	ราก	1.56 ± 0.16	14.82 ± 1.94	13.38 ± 6.43	39.10 ± 9.58	39.10 ± 9.58	2.92 ± 0.00
	ลำต้น	97.76 ± 41.59	78.85 ± 38.58	55.25 ± 2.07	19.26 ± 12.30	8.60 ± 1.46	11.45 ± 9.04
	ใบ	16.10 ± 4.29	14.96 ± 8.94	6.64 ± 1.80	26.03 ± 6.67	26.03 ± 6.67	16.28 ± 9.02
	เมล็ด	24.12 ± 10.41	30.29 ± 12.21	23.25 ± 13.81	40.40 ± 26.53	69.37 ± 44.95	30.99 ± 16.55
Cr	ราก	23.10 ± 1.96	25.07 ± 8.07	16.32 ± 12.79	38.44 ± 3.07	35.95 ± 11.29	13.46 ± 0.00
	ลำต้น	4.10 ± 3.64	14.69 ± 2.55	1.12 ± 0.12	33.89 ± 12.09	33.89 ± 25.12	34.96 ± 20.30
	ใบ	7.97 ± 0.10	12.03 ± 9.31	4.36 ± 0.56	25.54 ± 22.56	35.85 ± 19.47	32.01 ± 0.58

จากข้อมูลในตารางที่ 4.8 และ 4.9 จะเห็นว่าประสิทธิภาพที่บำบัดได้โดยเฉลี่ยของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาสามารถดูดแคดเมียม (Cd) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.40 – 12.37 %, สังกะสี (Zn) อยู่ในช่วงระหว่าง 11.17 – 36.75 %, นิกเกิล (Ni) อยู่ในช่วง 4.38 – 21.56 %, ทองแดง (Cu) ระหว่างช่วง 2.43 – 21.33 % ตะกั่ว (Pb) ระหว่าง 0.92 – 9.95 % และโครเมียม (Cr) เฉลี่ยระหว่าง 2.19 – 12.93 % ทางด้านดินพระนครศรีอยุธยาที่ปลูกทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกมีปริมาณโลหะความเข้มข้นเฉลี่ยที่บำบัดได้ของแคดเมียม (Cd) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.63 – 16.08 %, สังกะสี เฉลี่ยระหว่าง 12.52 – 23.08 %, นิกเกิล (Ni) ระหว่างช่วง 7.69 – 16.60 %, ทองแดง (Cu) ระหว่างช่วง 5.84 – 20.97 %,ตะกั่ว (Pb) ระหว่าง 2.05 – 16.83 % และโครเมียม (Cr) เฉลี่ยระหว่าง 4.72 – 6.88 % และยังพบว่าประสิทธิภาพของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินนครราชสีมาโดยเฉลี่ยที่บำบัดได้สามารถดูดแคดเมียม (Cd) อยู่ระหว่างช่วง 6.45 – 10.57 %, สังกะสี (Zn) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 16.29 – 27.97 %, นิกเกิล (Ni) ระหว่างช่วง 6.02 – 18.55 %, ทองแดง (Cu) ระหว่างช่วง 2.86 – 17.75 % ตะกั่ว (Pb) ระหว่าง 0.88 – 12.43 % และโครเมียม (Cr) เฉลี่ยระหว่าง 3.06 – 14.15 % ด้านดินพระนครศรีอยุธยาที่ปลูกทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่บำบัดได้มีค่าเฉลี่ยของแคดเมียม (Cd) ระหว่าง 9.43 – 18.65 %, สังกะสี (Zn) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 10.05 – 23.89 %, นิกเกิล (Ni) มีค่าระหว่างช่วง 4.79 – 14.11 % , ทองแดง (Cu) เฉลี่ยระหว่างช่วง 6.38 – 16.21 %, ตะกั่ว (Pb) ระหว่าง 2.45 – 15.33 % และโครเมียม (Cr) เฉลี่ยระหว่าง 4.12 – 8.47 % จะเห็นว่าประสิทธิภาพของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาสามารถดูดโลหะโดยเฉลี่ย คือ แคดเมียม (Cd) โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.19 – 9.17 %, สังกะสี (Zn) อยู่ระหว่างช่วง 18.62 – 24.91 %, นิกเกิล (Ni) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 7.56 – 17.53%, ทองแดง (Cu) ช่วงระหว่าง 3.32 – 24.71 % ตะกั่ว (Pb) ระหว่าง 1.34 – 13.21 % และโครเมียม (Cr) เฉลี่ยระหว่าง 3.63 – 14.20 % ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาประสิทธิภาพที่บำบัดได้ แคดเมียม (Cd) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 9.72 – 16.63 %, สังกะสี (Zn) ระหว่าง 12.51 – 27.45 %, นิกเกิลอยู่ในช่วงระหว่าง 9.81 – 18.38 %, ทองแดง (Cu) ช่วงระหว่าง 5.78 – 18.28 %, ตะกั่ว (Pb) ระหว่าง 2.58 – 18.25 % และโครเมียม (Cr) เฉลี่ยระหว่าง 3.89 – 8.91 % ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดที่พบในทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์ ที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ และที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง ของดินนครราชสีมา และ ดินพระนครศรีอยุธยา อยู่ในปริมาณไม่แตกต่างกันเมื่อเติม NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ และ EDTA ลงไปในระหว่างการปลูก พบว่า NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของการสะสมตัวของโลหะในพืชมากที่สุด รองลงมาคือ EDTA เมื่อพิจารณาเฉพาะส่วนในเมล็ด จะพบว่าเกลือทั้ง 3 ชนิด ส่งผลให้เพิ่มการสะสมตัวของสังกะสี ทองแดง และตะกั่วในเมล็ดเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโลหะหนักในเมล็ดทานตะวัน กับค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนของโลหะหนักในอาหาร พบว่าปริมาณโลหะ ในเมล็ด เกินค่ามาตรฐานไม่ควรนำไปบริโภค (Zn : 100 mg/kg, Cu : 20 mg/kg และ Pb : 1 mg/kg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกการเคลื่อนที่ของโลหะหนักในต้นไม้เกิดได้ ได้แก่

1.เนื่องจากโลหะหนักไปเกาะกับสารคีเลตในเซลล์ของต้นไม้และส่งผ่านไปยังส่วนบนของต้นไม้

2.เนื่องจากการคายน้ำของพืชทำให้โลหะหนักเคลื่อนตัวไปพร้อมกับน้ำเมื่อโลหะหนักเคลื่อนที่ไปจะเกิดการสะสมอยู่ในส่วนต่างๆของพืชโดยการตกผลึกในเซลล์พืช โดย NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ และ EDTA จะเป็นสารก่อคีเลตทำให้โลหะหนักเคลื่อนตัวได้ดีขึ้นในต้นพืช และส่งผลให้สะสมในลำต้นและใบมากขึ้น (Liphadzi*et al*,.2006)

เมื่อเติม NH_4NO_3และ$(NH_4)_2SO_4$ ลงในดิน เกลือจะทำปฏิกิริยากับคอลลอยด์ในดินโดยจะแทนที่ไอออนบวก จากอนุภาคคอลลอยด์ เป็น Metal (colloids) และ Metal จะกลายอยู่ในรูป $MetalNO_3$ หรือ $MetalSO_4$ ทำให้ละลายน้ำได้ พืชสามารถดูดขึ้นไปใช้ได้ง่ายขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี,2548)ส่วน EDTA สามารถจับยึดโลหะหนักไว้ในรูปของสารละลายเชิงซ้อน ทำให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดซับได้ เมื่อพิจารณาการดูดซับโลหะหนักของทานตะวันที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ และของทานตะวันที่ปลูกในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง จะเห็นว่ามีการสะสมโลหะสังกะสี (Zn)สูงสุด เนื่องจากสังกะสีเป็นธาตุอาหารของพืช ซึ่งสังกะสีมีบทบาทในการสร้างคลอโรฟิลล์ ยังมีส่วนช่วยในการขยายพันธุ์ และมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับ Growth hormone(คณาจารย์ภาควิชาปฐพี,2548)ส่วนทองแดง (Cu) สร้างคลอโรฟิลล์ ช่วยในขบวนการหายใจของพืช และทำให้พืชใช้เหล็กได้มากขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี,2548)และนิกเกิล (Ni) สำคัญต่อเอนไซม์ Urease ที่จะช่วยปลดปล่อยไนโตรเจนให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ได้นิกเกิลยังจำเป็นต่อกระบวนการดูดซับธาตุเหล็ก กระบวนการงอกของเมล็ดพืชพืชจะใช้นิกเกิลที่สะสมในเมล็ดจนระดับลดลงเรื่อยๆกระทั่งโตเต็มที่เมื่อถึงระดับนั้นพืชอาจไม่ให้ผลผลิตเลยหากว่าปริมาณนิกเกิลมีไม่เพียงพอต่อความต้องการทางด้านแคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) และ ตะกั่ว (Pb) เป็นธาตุโลหะที่มีความเป็นพิษต่อพืชและพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดโลหะหนักของทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปนเปื้อนในความเข้มข้นต่ำ หลังเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด

ชุดการทดลอง		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก						ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน						ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า					
		Cd (%)	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)	Pb (%0	Cr (%)	Cd (%)	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)	Pb (%0	Cr (%)	Cd (%)	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)	Pb (%)	Cr (%)
ดินนครราชสีมา	ชุดควบคุม	6.403	11.172	6.941	15.315	6.950	9.124	6.458	20.493	12.711	16.654	10.315	8.405	6.190	23.969	16.323	23.891	10.691	10.510
	NH_4NO_3	8.803	22.400	14.052	18.843	9.258	12.933	9.127	27.517	18.556	17.409	12.443	14.157	8.859	18.620	15.556	22.193	13.219	13.916
	$(NH_4)_2SO_4$	7.396	14.144	11.317	21.333	9.398	11.741	10.297	27.976	17.502	17.754	12.351	13.863	8.162	18.744	17.536	24.717	11.526	14.206
	EDTA	8.311	14.439	12.202	2.434	0.920	2.199	9.173	20.380	14.953	2.863	0.881	3.061	6.972	24.915	14.190	3.327	1.343	3.632
ดินพระนครศรีอยุธยา	ชุดควบคุม	9.618	12.525	9.396	12.243	10.137	3.726	12.468	10.058	4.798	9.395	10.941	5.166	13.945	12.512	12.179	11.839	13.725	4.894
	NH_4NO_3	16.087	19.243	15.924	16.158	16.832	6.882	14.008	14.779	11.317	13.349	15.332	7.059	16.637	16.886	11.689	11.275	18.251	7.733
	$(NH_4)_2SO_4$	12.955	20.002	16.608	20.977	13.385	5.200	18.650	23.897	12.248	16.214	15.068	8.471	14.958	17.764	18.384	17.927	17.088	8.911
	EDTA	13.083	15.164	15.494	15.891	13.018	5.271	16.037	13.248	8.648	12.072	12.427	6.738	13.576	19.173	9.818	18.284	15.890	8.731

ลิขสิทธิ์โดยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดโลหะหนักของทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ปนเปื้อนในความเข้มข้นสูง หลังเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด

ชุดการทดลอง		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก						ทานตะวันสายพันธุ์โอลิซัน						ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า					
		Cd (%)	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)	Pb (%0	Cr (%)	Cd (%)	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)	Pb (%0	Cr (%)	Cd (%)	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)	Pb (%)	Cr (%)
ดินนครราชสีมา	ชุดควบคุม	5.053	18.169	6.821	3.924	1.549	5.299	7.168	16.794	6.026	4.323	2.174	4.399	6.743	20.629	7.745	5.397	2.245	5.869
	NH_4NO_3	6.847	20.492	6.851	3.641	1.977	5.123	7.842	16.219	7.650	4.903	1.764	5.511	9.179	20.293	8.052	6.531	2.587	9.686
	$(NH_4)_2SO_4$	12.371	36.757	21.563	4.428	2.029	5.691	10.577	20.573	8.774	5.498	2.036	8.599	7.916	21.398	8.841	5.984	1.945	5.245
	EDTA	8.280	15.100	4.386	2.700	1.896	5.007	8.849	15.713	6.716	4.722	2.011	6.597	7.239	22.841	7.568	5.234	2.333	7.117
ดินพระนครศรีอยุธยา	ชุดควบคุม	6.635	14.058	7.696	5.844	2.053	4.497	9.434	21.401	10.424	6.225	3.226	4.122	9.721	23.965	11.063	6.964	2.992	3.899
	NH_4NO_3	9.763	20.157	7.751	6.889	2.658	4.716	10.360	22.859	13.222	8.713	3.126	5.198	13.092	25.409	14.979	9.273	2.258	5.582
	$(NH_4)_2SO_4$	11.459	22.084	10.226	5.903	2.537	4.685	14.232	23.317	14.119	9.246	2.455	5.583	11.317	27.452	12.243	7.289	4.035	6.731
	EDTA	9.604	16.396	8.776	6.434	2.268	4.518	11.825	18.057	8.976	6.385	2.680	4.527	10.441	24.132	11.437	5.781	2.824	4.249

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โดยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

4.3 ปริมาณโลหะในดินหลังจากปลูกทานตะวัน 3 สายพันธุ์

นำดินจากจังหวัดนครราชสีมา และดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มาปลูกทานตะวัน 3 สายพันธุ์ คือ ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก (ตารางที่ 4.10) ทานตะวันสายพันธุ์โอลิซัน (ตารางที่ 4.11) และทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า (ตารางที่ 4.12) หลังจากปลูกครบ 90 วัน ทำการเก็บเกี่ยวทานตะวัน และนำดินมาวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่หลงเหลืออยู่ในดิน โดยใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอฟชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AAS) (ภาคผนวก ค. 31 และ ภาคผนวก ค. 32)

จากการทดลอง พบว่าปริมาณของ Cd, Zn, Ni, Cu, Pb และ Cr ที่ปลูกในชุดควบคุม (ไม่เติมเกลือ) เหลืออยู่ในดินมากที่สุด สำหรับชุดการทดลองที่มีการเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด โลหะหนักในดินมีการหลงเหลือน้อยมาก อาจเนื่องมาจากเกลือที่ใส่ลงไปทำให้โลหะอยู่ในรูปละลายน้ำดี ทำให้พืชสามารถดูดขึ้นไปใช้ได้ง่าย หรืออาจสูญหายไปกับน้ำที่ทำการรดน้ำพืชในแต่ละวันก็เป็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์โลหะหนักที่เหลืออยู่ในดิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในการทดลองหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก

ดินปนเปื้อนในระดับต่างๆ	พารามิเตอร์	เปอร์เซ็นต์โลหะหนักที่เหลืออยู่ในดิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม					
		ชุดการทดลองของดินนครราชสีมา			ชุดการทดลองของดินพระนครศรีอยุธยา		
		เติมเกลือ NH_4NO_3	เติมเกลือ $(NH_4)_2SO_4$	เติมเกลือ EDTA	เติมเกลือ NH_4NO_3	เติมเกลือ $(NH_4)_2SO_4$	เติมเกลือ EDTA
ดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ	Total Cd	37.50 ± 18.75	75.00 ± 0.00	37.50 ± 0.00	70.10 ± 8.76	74.50 ± 13.50	87.80 ± 1.93
	Total Zn	62.51 ± 5.52	68.98 ± 9.45	67.70 ± 7.28	61.52 ± 6.62	76.62 ± 8.36	78.09 ± 19.16
	Total Ni	40.64 ± 1.81	84.21 ± 1.37	68.04 ± 19.73	40.38 ± 8.63	38.70 ± 7.70	29.93 ± 7.47
	Total Cu	42.89 ± 0.46	78.72 ± 1.10	79.42 ± 5.86	62.40 ± 3.58	67.45 ± 16.91	78.56 ± 13.67
	Total Pb	76.65 ± 13.44	55.21 ± 0.78	66.24 ± 2.07	50.79 ± 17.99	60.43 ± 15.41	62.46 ± 24.07
	Total Cr	86.33 ± 9.93	122.44 ± 33.95	54.67 ± 3.46	87.21 ± 22.80	61.09 ± 15.95	51.57 ± 4.60
ดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง	Total Cd	78.33 ± 7.07	65.00 ± 0.00	67.10 ± 10.99	76.82 ± 6.44	73.27 ± 5.10	78.09 ± 4.32
	Total Zn	66.13 ± 4.04	80.79 ± 6.94	72.93 ± 0.01	66.35 ± 15.04	71.64 ± 13.04	61.81 ± 12.24
	Total Ni	59.35 ± 1.60	62.58 ± 8.47	56.77 ± 3.66	71.12 ± 22.44	64.55 ± 19.31	57.50 ± 3.30
	Total Cu	72.99 ± 3.76	83.09 ± 2.54	48.62 ± 3.18	74.38 ± 19.10	45.55 ± 13.53	53.56 ± 12.44
	Total Pb	69.96 ± 6.36	67.45 ± 1.28	75.85 ± 0.49	66.81 ± 9.01	47.61 ± 16.27	43.01 ± 13.00
	Total Cr	53.86 ± 7.60	50.68 ± 14.14	53.87 ± 4.16	73.01 ± 16.27	68.56 ± 10.09	64.63 ± 6.50

หมายเหตุ : สูตรในการคำนวณคือ $\frac{\text{ปริมาณที่เหลือในดินที่เติมเกลือ} \times 100}{\text{ปริมาณโลหะที่เหลือในดินชุดควบคุม}}$

ตารางที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์โลหะหนักที่เหลืออยู่ในดิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในการทดลองหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน

ดินปนเปื้อนในระดับต่างๆ	พารามิเตอร์	เปอร์เซ็นต์โลหะหนักที่เหลืออยู่ในดิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม					
		ชุดการทดลองของดินนครราชสีมา			ชุดการทดลองของดินพระนครศรีอยุธยา		
		เติมเกลือ NH_4NO_3	เติมเกลือ $(NH_4)_2SO_4$	เติมเกลือ EDTA	เติมเกลือ NH_4NO_3	เติมเกลือ $(NH_4)_2SO_4$	เติมเกลือ EDTA
ดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ	Total Cd	57.50 ± 10.61	77.83 ± 15.78	68.67 ± 17.58	55.82 ± 10.42	60.00 ± 3.93	77.42 ± 10.60
	Total Zn	85.19 ± 29.85	64.69 ± 10.35	61.15 ± 8.36	68.90 ± 32.73	79.20 ± 14.46	88.72 ± 3.57
	Total Ni	67.32 ±9.45	69.54 ± 2.99	65.78 ± 4.95	53.68 ± 15.28	73.35 ± 14.52	73.66 ± 18.43
	Total Cu	59.19 ± 25.63	80.72 ± 12.92	78.13 ± 6.64	66.76 ± 9.32	52.63 ± 7.41	73.67 ± 31.12
	Total Pb	86.79 ± 8.29	61.77 ± 21.33	60.30 ± 12.97	62.57 ± 3.21	56.59 ± 19.65	51 08 ± 20.22
	Total Cr	71.31 ± 23.48	67.60 ± 30.71	63.64 ± 15.80	85.56 ± 53.20	83.34 ± 36.21	81.88 ± 17.08
ดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง	Total Cd	84.21 ± 17.28	77.08 ± 8.82	85.73 ± 16.57	71.07 ± 17.81	71.65 ± 17.54	76.14 ± 21.20
	Total Zn	72.88 ± 1.71	83.34 ± 7.81	61.27 ± 4.38	65.01 ± 12.39	77.26 ± 10.82	59.49 ± 13.70
	Total Ni	59.26 ± 6.08	65.39 ± 9.33	65.31 ± 4.49	91.58 ± 15.77	91.04 ± 4.44	72.55 ± 7.79
	Total Cu	69.98 ± 13.76	60.68 ± 18.06	47.41 ± 3.82	63.76 ± 7.48	71.01 ± 27.95	72.25 ± 34.30
	Total Pb	62.55 ± 13.25	60.86 ± 15.60	35.92 ± 17.31	68.11 ± 11.35	65.86 ± 9.83	70.46 ± 4.73
	Total Cr	52.56 ± 26.93	52.31 ± 18.29	59.70 ± 10.68	84.39 ±18.46	65.73 ± 22.40	70.13 ± 13.89

หมายเหตุ : สูตรในการคำนวณคือ $\frac{\text{ปริมาณที่เหลือในดินที่เติมเกลือ} \times 100}{\text{ปริมาณโลหะที่เหลือในดินชุดควบคุม}}$

ตารางที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์โลหะหนักที่เหลืออยู่ในดิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในการทดลองหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า

ดินปนเปื้อนในระดับต่างๆ	พารามิเตอร์	เปอร์เซ็นต์โลหะหนักที่เหลืออยู่ในดิน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม					
		ชุดการทดลองของดินนครราชสีมา			ชุดการทดลองของดินพระนครศรีอยุธยา		
		เติมเกลือ NH_4NO_3	เติมเกลือ $(NH_4)_2SO_4$	เติมเกลือ EDTA	เติมเกลือ NH_4NO_3	เติมเกลือ $(NH_4)_2SO_4$	เติมเกลือ EDTA
ดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ	Total Cd	45.03 ± 7.68	48.74 ± 5.26	53.17 ± 9.07	87.03 ± 7.57	72.59 ± 27.28	58.47 ± 20.73
	Total Zn	53.95 ± 5.41	56.05 ± 11.50	64.23 ± 5.86	89.41 ± 3.05	80.41 ± 12.37	82.55 ± 37.47
	Total Ni	46.44 ± 11.67	39.20 ± 14.42	30.64 ± 1.90	73.45 ± 23.73	60.84 ± 6.40	85.17 ± 29.73
	Total Cu	61.46 ± 18.29	49.79 ± 8.61	71.24 ± 21.82	65.78 ± 20.11	44.00 ± 17.27	54.75 ± 19.39
	Total Pb	76.16 ± 20.46	62.84 ± 9.02	70.59 ± 18.84	81.61 ± 28.55	59.90 ± 23.60	63.44 ± 14.09
	Total Cr	71.27 ± 32.76	78.10 ± 30.02	76.76 ± 17.28	83.82 ± 19.18	46.94 ± 20.02	55.19 ± 13.56
ดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง	Total Cd	68.72 ± 7.00	69.13 ± 10.48	79.98 ± 15.84	52.17 ± 13.95	54.54 ± 8.15	53.29 ± 8.56
	Total Zn	64.03 ± 11.76	71.83 ± 18.78	55.71 ± 25.28	50.94 ± 6.01	76.65 ± 9.48	51.82 ± 13.46
	Total Ni	39.64 ± 4.81	34.05 ± 13.35	40.75 ± 4.28	67.50 ± 11.55	59.99 ± 23.83	70.65 ± 27.72
	Total Cu	37.20 ± 6.88	29.25 ± 8.57	34.12 ± 5.54	80.10 ± 19.14	62.51 ± 18.60	64.82 ± 10.99
	Total Pb	73.59 ± 6.04	55.49 ± 24.71	59.49 ± 6.84	61.92 ± 5.82	45.99 ± 12.92	61.16 ± 10.60
	Total Cr	67.90 ± 11.18	61.01 ± 12.12	45.13 ± 2.80	51.85 ± 6.14	39.26 ± 3.70	49.47 ± 5.70

หมายเหตุ : สูตรในการคำนวณคือ $\frac{\text{ปริมาณที่เหลือในดินที่เติมเกลือ} \times 100}{\text{ปริมาณโลหะที่เหลือในดินชุดควบคุม}}$

4.4 เปอร์เซ็นต์ (%) สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ ของโลหะหนักในดิน

จากการศึกษาปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในระบบ ทั้งก่อนและหลังปลูกพานตะวัน ทั้งในดิน, ราก, ลำต้น, ใบ และเมล็ด เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ (%) สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบของโลหะหนักในดิน หรือ เพื่อประเมินการเคลื่อนย้ายของโลหะหนักทั้ง 6 ชนิดออกจากดินนครราชสีมาที่ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง และดินพระนครศรีอยุธยา ที่ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง พบว่า ในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ (%) เกินจากระบบของโลหะหนักมากกว่าชุดการทดลองที่เติมเกลือ NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ และ EDTA (ตารางที่ 4.13) อาจเนื่องมาชุดควบคุมไม่มีการเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด ทำให้โลหะหนักที่เหลืออยู่ในดินไม่อยู่ในรูปของสารละลายที่พืชสามารถดูดขึ้นไปใช้ประโยชน์ได้ จึงมีการสะสมตัวของโลหะหนักมากที่สุด หรือมีการสะสมโลหะหนักในพืชน้อยกว่าชุดที่เติมเกลือทั้ง 3 ชนิด ส่วนดินที่เติมเกลือทั้ง 3 ชนิด จากการทดลองพบว่ามีการสะสมตัวของโลหะที่เหลืออยู่ในดินน้อย เพราะเกลือทั้ง 3 ชนิดที่เติมลงไประหว่างการปลูกทำให้โลหะอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชสามารถดูดขึ้นไปใช้ได้ง่ายหรืออาจจะละลายไปกับน้ำที่รดน้ำต้นไม้ ซึ่งทำให้มีเปอร์เซ็นต์ (%) สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ ของโลหะหนักจากดินมากกว่าชุดควบคุม แต่ในขณะที่ปริมาณโดยรวมของโลหะหนักในดินหลังปลูกใน ราก ลำต้น ใบ และ เมล็ดมากกว่าปริมาณในดินตั้งต้น อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาที่ทำการปลูกพืชเป็นช่วงที่ฝนตกหนัก โลหะหนักอาจปนเปื้อนในอากาศ และ ตกลงมากับฝน หรือ มาจากปุ๋ยเคมีที่เติมลงไประหว่างการปลูกก็เป็นไปได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์ (%) สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ ของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในความเข้มข้นสูงสำหรับดินนครราชสีมา และสำหรับดินพระนครศรีอยุธยา หลังเติมเกลือทั้ง 3 ชนิด คือ เกลือ NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$, EDTA และชุดควบคุม (ไม่เติมเกลือ)

ชุดการทดลอง		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก						ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน						ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า					
		Cd (%)	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)	Pb (%0	Cr (%)	Cd (%)	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)	Pb (%0	Cr (%)	Cd (%)	Zn (%)	Ni (%)	Cu (%)	Pb (%0	Cr (%)
ดินนครราชสีมา	ชุดควบคุม	-103352.027	-286.415	-186.741	-29.375	41.126	-76.469	-98180.702	-297.511	-68.940	4.971	22.596	-13.100	-110134.284	-289.914	-163.510	-89.873	27.476	-46.332
	NH_4NO_3	-93122.788	-160.988	-72.131	4.971	57.992	-11.184	-82663.539	-198.719	-86.716	21.154	51.182	37.360	-75653.393	-156.745	-374.445	24.850	45.691	-5.064
	$(NH_4)_2SO_4$	-74617.053	-220.521	-107.924	-9.552	59.183	6.287	-75654.645	-243.621	-107.953	-5.250	52.176	34.542	-76112.095	-186.660	4.073	-236.375	59.055	9.060
	EDTA	-77032.022	-156.814	-68.940	4.971	60.976	-6.912	-115538.099	-153.237	-105.653	39.659	70.965	28.510	-88065.986	-128.579	-498.390	31.823	55.861	7.188
ดินพระนครศรีอยุธยา	ชุดควบคุม	-148.497	-97032.682	-214.657	-78.444	-34.984	2.845	-138182.250	-369.163	-172.678	0.470	-34.117	-82.518	-141285.921	-358.060	-172.678	-14.193	-38.253	-150.011
	NH_4NO_3	-97032.682	-214.657	-78.444	-34.984	2.845	-82.863	-98182.139	-213.954	-153.399	31.792	7.729	-55.752	-71922.987	-140.480	-26.927	-4.683	13.991	-37.232
	$(NH_4)_2SO_4$	-92550.982	-240.036	-65.154	24.532	30.124	-71.961	-98990.549	-269.246	-152.863	24.497	11.345	-18.769	-75194.984	-251.047	-11.727	26.635	33.753	-6.426
	EDTA	-98642.059	-190.729	-46.796	36.896	-62.212	-138182.250	-105195.238	-184.414	-99.234	26.206	-0.971	-29.634	-73355.757	-142.894	-28.603	-51.476	14.449	-29.854

หมายเหตุ : ติดลบ หมายถึง เกินจากระบบ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

ดินที่ใช้ในการวิจัย 2 ชนิดนี้มีองค์ประกอบที่แตกต่างกันดังนี้

ดินจังหวัดนครราชสีมา ลักษณะเนื้อดินเป็นดินทราย มีเปอร์เซ็นต์ของซิลท์ และความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ จึงมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นและสารอินทรีย์ต่ำ เป็นเหตุให้มีค่า CEC ที่ต่ำ และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทำให้มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชต่ำ ยังพบว่ามีปริมาณโลหะสังกะสีและนิกเกิลที่สะสมในดินมากที่สุด

ดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว ทำให้มีสารอินทรีย์ต่ำและมีเปอร์เซ็นต์ซิลท์ที่สูงกว่าดินนครราชสีมา เป็นเหตุให้มีค่า CEC สูงตามไปด้วย พบว่ามีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ ซึ่งจะเห็นว่ามีปริมาณโลหะสังกะสี และนิกเกิลที่สะสมในดินมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 ศึกษาปริมาณโลหะหนักในทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน และทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำ และสูง ของดินจังหวัดนครราชสีมา และดินจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยเติม NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ และ EDTA ลงไปในระหว่างการปลูก พบว่า NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของการสะสมตัวของโลหะในพืชมากที่สุด รองลงมาคือ EDTA เมื่อพิจารณาเฉพาะส่วนในเมล็ดจะพบว่าเกลือทั้ง 3 ชนิด ส่งผลให้เพิ่มการสะสมตัวของแคดเมียม สังกะสี ตะกั่ว และทองแดง เพิ่มขึ้นในเมล็ด จะเห็นว่า ปริมาณโลหะหนักที่พบในเมล็ดที่ปลูกในดินปนเปื้อนจะมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนของโลหะหนักในอาหาร ซึ่งไม่ควรนำไปบริโภค

5.1.3 การปลูกพืชในดินปนเปื้อนโลหะความเข้มข้นสูง มีค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุมต่ำกว่าค่าที่ได้จากการทำการปลูกพืชในดินปนเปื้อนโลหะความเข้มข้นต่ำ การปลูกพืชในดินเหนียว จะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ที่พืชดูดโลหะไปจากดินในชุดที่เติมเกลือเทียบกับชุดควบคุมมีแนวโน้มสูงกว่าเมื่อปลูกพืชเดียวกันในดินร่วนปนทราย

5.1.4 การศึกษาปริมาณโลหะหนักทั้งหมดใน ทั้งก่อนและหลังปลูกทานตะวัน โดยใช้เปอร์เซ็นต์ (%) สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ ของโลหะหนักโดยพิจารณาข้อมูลของดินนครราชสีมา และดินพระนครศรีอยุธยาที่ปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง พบว่าในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ (%) เกินจากระบบของโลหะหนักมากกว่าชุดการการทดลองที่เติมเกลือ NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ และ EDTA

5.1.5 ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดโลหะหนักของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน และทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าในดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำและดินปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูง ของดินนครราชสีมา และดินพระนครศรีอยุธยา พบว่าแคดเมียมถูกบำบัดได้ในช่วงระหว่าง 6- 19 % สังกะสี มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 4 – 37 % นิกเกิล มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4 – 22 % ทองแดง มีค่าระหว่าง 3 – 25 % ตะกั่ว อยู่ในช่วงระหว่าง 1 – 18 % และโครเมียม เฉลี่ยระหว่าง 3 – 14 % ซึ่งประสิทธิภาพในการบำบัดโลหะหนักออกจากดินไม่สูงมากนัก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการทดลองครั้งนี้ใช้ทานตะวัน 3 สายพันธุ์ คือ ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน และทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า ซึ่งพบว่าทานตะวันทั้ง 3 สายพันธุ์มีการสะสมโลหะหนักในส่วนเหนือพื้นดินมากกว่าส่วนราก ถ้ามีการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phytoextraction ครั้งต่อไปอาจมีการเลือกใช้พืชชีวมวลชนิดอื่น ซึ่งอาจจะมีการสะสมโลหะหนักในพืชได้ดีกว่า

5.2.2 ศึกษาความเข้มข้นของเกลือ ซึ่งน่าจะให้ผลการดูดโลหะของพืชดีขึ้น หรืออาจจะมีการทดลองกับตัวคีเลตชนิดอื่นๆ

5.2.3 ศึกษาช่วงเวลาการเติมสารคีเลตที่เหมาสมที่พืชแต่ละชนิดดูดแร่ธาตุไปใช้ประโยชน์มากที่สุด

5.2.4 ควรวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละช่วงเวลาการเจริญเติบโต

5.2.5 ควรควบคุมมิให้น้ำชะสูญหายไปจากระบบ โดยการนำถาดรองกระถาง รองน้ำชะไว้ และวิเคราะห์ปริมาณโลหะในน้ำชะดังกล่าวด้วย

5.2.6 ควรศึกษาปริมาณโลหะในปุ๋ยที่เติมลงไปในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2536. **รายงานปัญหามลพิษจากอุตสาหกรรมถ่านไฟฉายหรือทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. แบตเตอรี่แห้งและผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้ว.** กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. เอกสารวิชาการ **ระดับเกณฑ์พื้นฐาน ของการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินประเทศไทย.** กรุงเทพฯ.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2546. **ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546.** โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ, กรุงเทพฯ.

กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ **ปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม 2** คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 2535 **คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินของกลุ่มเคมีดิน 2.** กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

เกษม จันทร์แก้ว. 2544. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เกษมศรี ซับซ้อน. 2536, **ปฐพีวิทยา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตร บางพูน กองวิทยาลัยเกษตรกรรม กรมอาชีวศึกษา กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพี, 2548. **ปฐพีเบื้องต้น** พิมพ์ครั้งที่ 5คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ธรรมเรศ เชื้อสาวถี และ แสวง รวยสูงเนิน. 2543. **รายงานการศึกษาปริมาณการตกค้างของตะกั่ว ปรอท และแคดเมียมในชุดดินโคราชภายหลังการสลายตัวของอินทรียวัตถุที่ได้จากมูลฝอยเทศบาล.** ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และ วิบูลย์ รัตนาปนนท์. 2543. **สารพิษในอาหาร.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นัทชธีร์ญา ศรีวิริยานุภาพ. 2545. **การล้างดินและกากตะกอนที่ปนเปื้อนแคดเมียมโดยใช้สารละลายผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์กับโซเดียมอีดีทีเอ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมีประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นันทนา สันตติวุฒิ, นพรัตน์ สุรพฤกษ์ และ มัทนา อึ้งสุประเสริฐ. 2530. **ปริมาณโลหะหนักในน้ำบริเวณปากแม่น้ำรอบอ่าวไทย.** กรมอนามัยและสิ่งแวดล้อม 3 (10): 41-58.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประนอม ภูวนัตตรัย. 2531. **ความเข้มข้นของตะกั่วในแม่น้ำประเทศไทย.** กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. สารปรับปรุงดิน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.หน้า 25-30.

พิชิต พงษ์สกุล. 2545. **ผลการดำเนินงานชุดโครงการวิจัยสารปนเปื้อนในดิน น้ำ พืช**, น. 127-133. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2545. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

พัชรา เพ็ชร์พิรุณ. 2530. **ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในห่วงโซ่อาหารของหมึกและปลากินเนื้อที่พบบริเวณชายฝั่งทะเล จ. ระยอง จันทบุรี และตราด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พัชรี ธีรจินดาขจร. 2553. **การแปรผลค่าวิเคราะห์ดินเพื่อประเมินกับความอุดมสมบูรณ์.** ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.หน้า 9, 51-60.

ภาวิณี ชัยประสิทธิ์ และ C.S. Shieh. มปป. **ผลของ Alkalinity และ Buffer Capacityต่อพฤติกรรมของแคดเมียมและตะกั่วจากเถ้าของเตาเผาขยะชุมชน.** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 สาขาประมง วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม คหกรรมศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2540

มาลินี ลิ้มโภคา. 2523. **พิษวิทยาและการวินิจฉัยโรคทางสัตวแพทย์.** โรงพิมพ์จรัลสนิทวงศ์. กรุงเทพฯ

ไมตรี สุทธจิตต์. 2531. **สารพิษรอบตัวเรา.** โรงพิมพ์ดาว คอมพิวกราฟิค, เชียงใหม่.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. **ธาตุอาหารพืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, บัณฑิต อนุรักษ์ และ ศุภาพิชญ์ ตั้งกองทรัพย์. 2545. **การปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในดิน น้ำ และพืช จากบริเวณ ฝังกลบขยะมูลฝอย อ.เมือง จ.สุพรรณบุรีโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์,** น. 514-521. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 41 (สาขาพืชศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โยธิน เบญจรัง. 2542. **แคดเมียม** น. 21-27. *อ้างใน* วิลาวัณย์ จึงประเสริฐ และสุรจิต สุนทรธรรม. อาชีวเวชศาสตร์ฉบับพิษวิทยา. บริษัทไซเบอร์เพลส จำกัด, กรุงเทพฯ.

รัตติกาล ว่องวิกย์การ. 2551. **คุณภาพของผักกาดหัวที่ปลูกในดินเหนียว ดินร่วน และดินทรายที่ได้รับการปรับสภาพต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ.8-11.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรกาย อุส่าห์, สามัคคี บุณยะวัฒน์, วิชา นิยม และ วีรศักดิ์ อุดมโชค. 2541. **ปริมาณโลหะหนักในพืชที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างดินและกากตะกอนน้ำเสียในท้องที่จังหวัดเพชรบุรี,** น.451-455. *ใน* รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิญญ จิตสัมพันธเวช, เสถียร เสริมสิทธิสิน และอนุสรณ์ จารุพงศ์พัฒนะ. 2545. **การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก 9 ชนิดในน้ำดื่มโดยใช้เทคนิคอินดัคทีฟลีคัพเพิลพลาสมาสเปกโทรเมตรี** , น.492-495. *ใน* การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. กรมสิ่งแวดล้อม,กรุงเทพ ฯ.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. **การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2540. **ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศรัณย์ เพ็ชร์พิรุณ และ ณรงค์ฤทธิ์ เลิศเกษตรวิทยา. 2548. **การสะสมของทองแดง แคดเมียมและตะกั่วในดินตะกอน บริเวณอ่าวไทยตอนบน,** น.18-26. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์ และ เสวียน เปรมประสิทธิ์. 2548. **การสะสมตะกั่วและแคดเมียมในพืชผักที่ปลูกในดินที่ได้รับการผสมสารตะกั่วและแคดเมียม.** วารสารเกษตรนเรศวร 8 (1):น. 61-75.

สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์. 2541. **พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม.** โครงการสหวิทยาการบันฑิตศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กองอนามัยคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2533. รายงาน **โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายหลัก.**

อภิชิต วิจักขณ์รัตนะ, เนตรนภิส ตันเต็มทรัพย์, วันเพ็ญ วิโรจนกูฏ และมงคล ตั๊ะอุ่น 2552. **การบำบัดดินปนเปื้อนโลหะหนักจากหลุมฝังกลบขยะโดยใช้ทานตะวัน** วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 36 ฉบับที่ 4 (293-301) ตุลาคม-ธันวาคม 2552

เอิบ เขียวรื่นรมณ์ 2534. **ดินของประเทศไทย ลักษณะการแจกแจง และการใช้** ภาควิชาปฐพี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

Alloway, B.J. 1990. **Heavy metals in soils.** Queen Mary and Westfield College , University of London.

Amaral, F.S., Arruda, M. Cabral S. and Rodrigues. A. S. 2008**. Essential and non-essential trace metals in scalp hair of men chronically exposed to volcanogenic metals in the Azores,** Portugal. Environ. Res. 13: 113-115.

Berman, E. 1980. **Toxic metals and their analysis.** Cnmbridge University Press, London. 115p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Blaylock *et al.*, 1997. **Enhanced accumulation of Pb in Indian mustard by soil-applied chelation agents.** Environmental Science and technology, 31(3): 860-865

Brigden, K., String R. and Santillo. D. 2002. **Heavy metal and radionuclide contamination of fertilizer products and phosphogypsum waste produced by the Lebanese** Chemical Company, Lebanon, 2002. Greenpeace Res. Lab. Tech. 13: 1-14.

Brookhaven National Laboratory. 2000. Phytoextraction [Online].Availabla from:**http://www.bnl.gov/erd/Peconic/Factsheet/Phytoextract.pdf**

Brown, K. S. 1995. **The emerging field of phytoremediation takes root.** p. 579. *In* American Institute of Biological Science. Bioscience., Washington, D.C.

Turgut, C., Pepe, M.K., Cutright,TJ. 2004. **The effect EDTA and citric acid on phytoremediation of Cd, Cr, and Ni from soil using *Helianthus annuus*.** Environmental Pollution 131 :147-154.

Davies, B.E. 1980. **Applied soil trace elements**. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Risbance, Toronto.

Duffus, H.J. 1980. **Environmental Toxicology** (Resource and Environmental Science Series). Edward Arnold Ltd., London.

FAO and WHO. 1972. **Evaluation of certain food additive and contaminants Mercury, Lead and Cadmium. Sixteenth Report of Joint FAO/WHO.** Expert Committee On Food Additive, New York.

Glass, D.J. 2000. Economic potential of phytoremediation. In I. Raskin, and B.D. Ensley (eds.), **Phytoremediation of toxic metals: Using plants to clean up the environment**, pp.15-29. USA : John Wiley & Sons, Inc.

Chen, H., Cutright, T. 2001; **EDTA and HEDTA effects on Cd, Cr, and Ni uptake by Helianthus annuus.** Chemosphere,45 (1):21-28

Hutchinson, J. J., Young, S.D. McGrath, S.P. West, H.M. Black C.R. and Baker, A.J. 2000. **Determining uptake of "non-labile" soil cadmium by *Thlapi caerulescens* using isotopic dilution techniques.** J. New Physiologist 146 : 453-460.

Kochian, L.V., 1991. **Mechanisms of micronutrient uptake and translocation in plant.** In I.Rask, and B.D. Ensley (eds.), Phytoremediation of Toxic Metals Using Plants to Clean Up the Environment. pp. 53-70. USA: John Wiley&Sons.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lasa *et al.*, 2000; **Effects of low and high levels of magnesium on the response of sunflower plants grown with ammonium and nitrate.** Plant and Soil, 225(1-2): 167-174.

Liphadzi M.S. and Kirkham M.B. 2006. **Chelate-Assisted Heavy metal removal by Sunflower to Improve Soil with Sludge.** Journal of Crop Improvement, 16(1-2), 153-172.

Lonnerdal, B. and Keen. C.L. 1983. **Trace element absorption in infants potential and limitation**,pp.759-776 In T.W.Clakson, G.F. Norberg and P.R.Sager (eds). Reproductive and Development Toxicity of Metals. Prenum Prenum Press, New York.

Manahan, E. S. 1992. **Toxicological Chemistry.** 2nd ed. Lewis Publ., Inc., Michigan. Moore, M.R., B.C.

Marchiol, L.,Fellet, G., Perosa, D., Zerbi, G. 2007. **Removal of trace metal by Sorghum bicolor and Helianthus annuus in a site polluted by industrial water**: A field experience. Plant Physiology and Biochemistry. 45: 379-387.

Moore, M.R., Cambel, B.C.and Goldberg. A. 1997. **Lead**, pp. 62-64, In J. Leniham and W.W. Fletsher (eds). The Chemical Environment. Blackie, London

Mustafa, T. 2003. **Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry** Environmental Sciences 74: 289-297.

Nobbs, C.L. and Pearce, D.W. 1976. **The economics of stock pollutants. The example of cadmium.** Interm. J. Environmental Stud. 8: 245-255.

Noyes, 1991. **Handbook of pollution control process** , Noyes publications park ridges New Jersey, U.S.A

Nriagu, J.O. 1980. **Zinc in the Atmosphere,** pp. 113-159. *In* J.O. Nriagu (ed.). Zinc in the Environment Part I : Ecological Cycling. John Wiley & Sons, New York.

Pendias, A.K. 2001. **Trace Elements in Soil and Plants.** 3nd. Boca Raton, London.

Rilly, C. 1980. **Metal Contamination of Food.** Applied Science Publishers Ltd., London. Sitting,

Salt *et al.*, 2007. **Phytoremediation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology,** 49: 643-668.

Santos, FS., Hernandez-Allica, J., Becerril, J.M, Amaral-Sobrinho, N., Mazur, N., and Garbisu, C. 2006. **Chelate-induced phytoextraction of metal polluted soil with Brachiaria decumbents.** Chemosphere. 65: 43-50.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shen, Z.G, Li X.D, Wang, C., Chen, H.M, Chua, H. 2002. **Lead phytoextraction from contaminated soil with high-biomass plant species .**Journal of Environmental Quality, 31(6): 1893-1900.

Sitting, M. 1976. **Toxic metals.** Pollution Control and Worker Protection Park Ridge.

Solhi, M.A., Hajabbasi,H., Shareatmadari., 2005. **Heavy metals extraction potential of sunflower (*Helianthus annuus*) and canola (*Bressica napus*) caspian** Journal of Environmental Sciences 3 (1): 35-42.

Underwood, E.J. 1997. **Trace Elements in human and animal nutrition.Academic** press, London.

U.S. Environmental Protection Agency. 1978. **Cadmium additions to agricultural lands via commercial phosphate fertilizer.** EPA Report – SW. 718(42): 33-37

United Environmental Protection Agency. 2000. Introduction to phytoremediation [Online]. Available from: **http://clu-in.org/download/remed/introphyto.pdf**

Xie, Z., Wang, B., Sun, Y. and Li. J. 2005. **Field demonstration of reduction of lead availability in soil and cabbage (*Brassica Chinensis* L.) contaminated by mining tailings using phosphorus fertilizers.** J. Zhejiang Univ Sci, 7(1): 43-50.

Xiong Zhi – ting , Lu Ping 2002; **Joint enhancement of lead accumulation in Brassica plant by EDTA and ammounium sulfate in sand culture.** Journal of Environmental Sciences, 14(2): 216-220.

Zaccheo *et al.*, 2006., **Ammonium nutrition as a strategy for cadmium mobilization in the rhizosphere of sunflower.** Plant and soil, 283(1-2): 43-56.

Zhuang, P. Shu, W., Li Z. Liao B. Li J, Shao, J. 2009. **Removal of metals by sorghum plant from contaminated land.** Journal of Environmental Sciences, 21: 1432-1437.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์ดิน

ก. 1 การวัดค่าพีเอช (กองวิเคราะห์ดิน, 2535)

1. ชั่งดินแห้ง 5 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นลงไป 5 มิลลิลิตร พร้อมบันทึกหมายเลขตัวอย่างดิน
2. กวนให้เข้ากันอย่างน้อย 5 วินาที และตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
3. ขณะที่ตั้งสารละลายทิ้งไว้ ให้ทำการปรับเทียบเครื่องวัดพีเอชกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 4 และ 7 (ปฏิบัติตามคู่มือการใช้เครื่องวัดพีเอช)
4. จุ่มอิเลคโทรดลงในบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายดินที่ครบตามเวลากวนโดยใช้การหมุนอิเลคโทรดเบาๆ อ่านค่าพีเอช

ก. 2 การหาความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (กองวิเคราะห์ดิน, 2535)

1. ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมอะซิเตท 1 N ลงไป 20มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน
2. เขย่าสารละลายดิน 30 นาที โดยใช้เครื่องเขย่าๆ จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง นาน 20 นาที แยกเอาส่วนใสทิ้ง
3. ล้างดินออกด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท 1 N ครั้งละ 30 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงแยกส่วนใสออกจนไม่มีแคลเซียมเหลืออยู่ (ทดสอบดูโดยนำส่วนใสที่ได้จากการล้างแต่ละครั้งประมาณ 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองหยดแอมโมเนียมคลอไรด์ 1 N แอมโมเนียมออก-ซาเลท 10 % และแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 % อย่างละ 2–3 หยด นำไปต้มให้เดือด ถ้าเกิดตะกอนหรือสารละลายขุ่น แสดงว่ามีแคลเซียมตกค้างอยู่)
4. ล้างตัวอย่างดินต่อด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 1 N 4 ครั้ง และล้างด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 0.25 N อีก 1 ครั้งจากนั้นล้างด้วยไอโซโพรพิวแอลกอฮอล์ 7 ครั้ง ๆ ละ 30 มิลลิลิตร โดยนำไปปั่นเหวี่ยงนานประมาณ 3–5 นาทีเพื่อแยกส่วนใสออก จนไม่มีคลอ-ไรด์เหลืออยู่ (ทดสอบโดยใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรท 0.1 N 2–3 หยด ถ้ามีตะกอนขาวของ AgCl แสดงว่ามีคลอไรด์เหลืออยู่)
5. นำสารละลายจากข้างต้นทิ้งไปนำตัวอย่างดินที่ได้มาล้างต่อด้วยโซเดียมคลอไรด์ 10 % เพื่อไล่แอมโมเนียมในดิน โดยล้างครั้งละ 30 มิลลิลิตร ซ้ำ 3 ครั้ง นำไปปั่นเหวี่ยง เก็บส่วนใสไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำส่วนใสที่ได้จากสารละลายดินมาใส่ในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรรวมจนมีปริมาณ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
7. นำสารละลายดินที่ได้ไปกลั่นเพื่อไล่แอมโมเนียออกมาโดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 % ลงไป 25 มิลลิลิตร ใสใน Kjeldahl flask ที่ปลายคอนเดนเซอร์ (Condenser) จุ่มอยู่ในสารละลายกรดบอริกซึ่งใส่อินดิเคเตอร์ผสมไว้ 2-3 หยด กลั่นจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียว
8. นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นไปไทเทรตด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน 0.1 N จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง
9. กลั่นแบลงค์และไทเทรตเช่นเดียวกับตัวอย่างดิน

วิธีคำนวณ

$CEC = [(A - B) N \times 100] / X$ มิลลิกรัมสมมูลต่อดิน

A = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริคมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่างดิน (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริคมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตกับแบลงค์

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริคมาตรฐาน (นอร์มอล)

X = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่างดิน

ก. 3 การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียสารโดยวิธี Walkley and Black (กองวิเคราะห์ดิน, 2535)

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำยาโพแทสเซียมไดโครเมท 1 N ลงไป 10 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปต
3. เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้นลงไป 15 มิลลิลิตร เขย่าขวดแก้วเบา ๆ เป็นเวลา 1-2 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ดินและน้ำยาทำปฏิกิริยากันเป็นเวลา 30 นาที
4. เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 50 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น
5. ไทเทรตสารละลายที่ได้ด้วยน้ำยาเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 N เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมทที่เหลือจากปฏิกิริยาจนกระทั่งสีของสารละลายดินเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ
6. จดปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมทและเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้
7. ทำแบลงค์เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ดิน
8. คำนวณหาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณ

% Organic carbon = [(B-T)N/B] × [100/77] × 0.003 × [100/X] × 10

N = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไดโครเมท

B = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับแบลงค์

T = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับตัวอย่างดิน

X = น้ำหนักดิน

% Organic matter = % Organic carbon × 1.724

หรือ % Organic matter = [(B-T)N/B] × [100/77] × [100/58] × 0.003 × [100/X] × 10

ก. 4 การหาค่าความชื้น

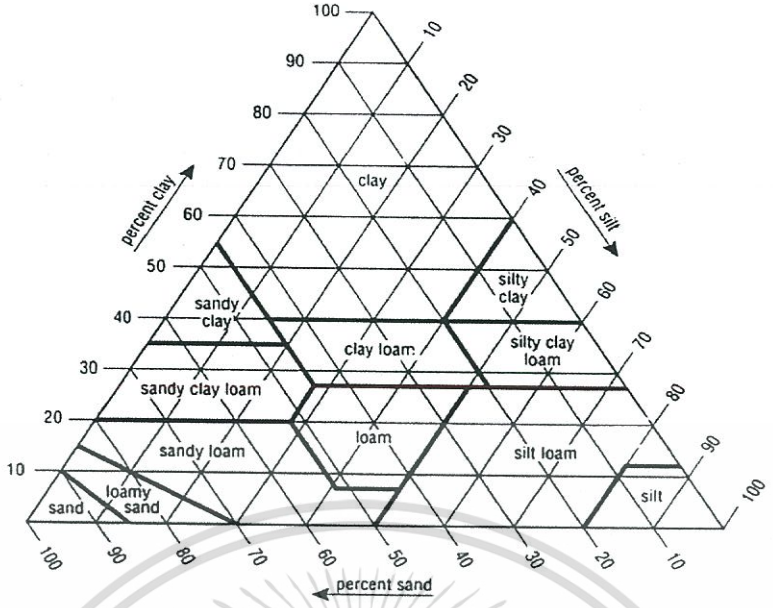
1. ชั่งกระจกนาฬิกาที่สะอาด
2. นำตัวอย่างดินมาชั่ง 10 กรัม ลงบนกระจกนาฬิกา จดบันทึกน้ำหนักเปียก
3. นำไปเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 – 110 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์
4. นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง
5. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น
   % ความชื้น = [(น้ำหนักเปียก – น้ำหนักแห้) × 100] / น้ำหนักเปียก
6. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย

ก. 5 การหาเปอร์เซ็นต์ทราย ซิลท์ เคลย์

การปรับเทียบไฮโดรมิเตอร์

1. เทสารละลายคัลกอน จำนวน 100 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีด 1.0 L ผสมให้ทั่วด้วยแท่งแก้วคนแบบ Plunger ตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิคงที่ (อยู่ในช่วง 20 – 25°C)
2. ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงในสารละลายอย่างระมัดระวัง อ่านค่าจากสเกลที่รอยเว้าบนของของเหลวที่ล้อมรอบไฮโดรมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก. 1 สามเหลี่ยมจำแนกเนื้อสัมผัสดิน

การอ่านค่าจากสารแขวนลอย

1. ชั่งดินที่ผึ่งแห้งและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 10 เมช แล้ว 40 กรัม (ถ้าเป็นดินทรายร่วนหรือดินทรายใช้ 100 กรัม) ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมสารละลายคัลกอน 100 มิลลิลิตร และน้ำประมาณ 300 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน
2. ชั่งดินตัวอย่างเดิมอีก 10 กรัม เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นและน้ำหนักแห้งแล้วนำไปอบที่ 105 °C 1 คืน ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์และชั่งน้ำหนัก
3. นำสารแขวนลอยดินจากข้อ 1 มากวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กประมาณ 5 นาที แล้วเทลงกระบอกตวงขนาด 1 L
4. ปรับปริมาตรสารในข้อ 3 ด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีด 1 L ทิ้งไว้จนอุณหภูมิคงที่
5. จุ่มแท่งแก้วคนแบบ Plunger แบบขึ้น-ลง เบา ๆ เพื่อให้เกิดการผสมกันอย่างทั่วทั้งกระบอกตวง (ให้หมุนขึ้นลงแบบเกลียวสว่าน 2-3 รอบ) บันทึกเวลาเมื่อคนเสร็จ (เติม 1 หยดของเอมิลแอลกอฮอล์ ถ้าที่ผิวของสารแขวนลอยเป็นฟอง)
6. ค่อยๆหย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงอย่างระมัดระวังในสารแขวนลอยและอ่านสเกลเหมือนหัวข้อการปรับเทียบไฮโดรมิเตอร์ เมื่อเวลาผ่านไป 40 วินาที หลังจากการกวนผสม หลังจากการกวนผสม ค่าที่อ่านได้ควรหักลบจากค่าที่อ่านได้จากการปรับเทียบไฮโดรมิเตอร์
7. ค่อย ๆ ดึงไฮโดรมิเตอร์ขึ้นอย่างระมัดระวังเมื่ออ่านเสร็จ ล้างและเช็ดให้แห้ง
8. เมื่อครบ 2 ชั่วโมง ให้อ่านค่าไฮโดรมิเตอร์อีกครั้งโดยทำเหมือนข้อ 6 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรระวัง

การหาขนาดของอนุภาคด้วยวิธีไฮโดรมิเตอร์นี้ไม่เหมาะสมในกรณีที่ดินตัวอย่างมีหินปูนมากหรือเป็นดอนเด็ม หรือมีอินทรีย์คาร์บอนมากกว่า 2 %

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ Sand} = [\ (W - R)40S \times 100\ ] / W$$

$$\% \text{ Clay} = [\ (R2hr) \times 100\ ] / W$$

$$\% \text{ Silt} = 100 - (\%\text{Sand} + \%\text{Clay})$$

ก. 6 การวิเคราะห์ความเป็นกรดของดิน

1. ชั่งดิน 5-10 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่
2. เติมน้ำยา (สารละลาย $BaCl_2$ 0.5 N และ ไทรเอทานอลามีน) ลงไป 50 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 1 คืนกรองโดยใช้กรวยแบบลดความดันและล้างดินด้วยแบเรียมคลอไรด์ไทรเอทานอลามีน 2-3ครั้ง จนสารละลายที่ได้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร (ลงในขวดวัดปริมาตรและใช้น้ำยา (สารละลาย $BaCl_2$ 0.5 N และ ไทรเอทานอลามีน) ปรับปริมาตร
3. เทสารละลายที่กรองได้ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร ล้างขวดด้วยน้ำกลั่นและเทลงผสมเติมอินดิเคเตอร์ 4-5 หยด จะได้สารละลายสีเขียว
4. ทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดไฮโดรคลอริคก่อน (ให้ได้ความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ถ้าไม่ใกล้เคียงกับ 0.2 N ต้องเตรียมใหม่
5. นำไปไทเทรตกับ HCl 0.2 N จนถึงจุดยุติเป็นสีชมพูม่วง
6. ทำแบลงค์ เช่นเดียวกับตัวอย่างดิน และไทเทรตเช่นกัน

วิธีคำนวณ

ความเป็นกรดของดิน = $[(B - S) \times N \times 100] / [X\ (100 - \%\text{ความชื้น})]$ meq/g drysoil

เมื่อ N = ความเข้มข้นของ HCl (N)

B = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ในการไทเทรตกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

S = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่างดิน (มิลลิลิตร)

X = น้ำหนักของดิน (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. 7 การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) (พัชรี, 2552)

การย่อยสลายตัวอย่างดิน มีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งตัวอย่างดินซึ่งผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.2-0.5 มม. จำนวน 1.0-2.0 กรัม ใส่ใน Kjeldahl flask การเทตัวอย่างดินลงใน flask ระวังอย่าให้ดินหกหรือติดอยู่ที่ก้านหลอดของ Kjeldahl flask
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยาประมาณ 1 กรัม เติมกรดกำมะถันเข้มข้นจำนวน 5-10 มล. ขณะเติมกรดควรให้หยดรอบ ๆ คอของ Kjeldahl flask ลงให้หมด
3. เขย่าของผสมใน Kjeldahl flask เบา ๆ แล้วนำไปวางบน digest ในระยะแรกใช้ไฟอ่อน ๆ แล้วเพิ่มไฟให้แรงขึ้น และขณะ digest ควรหมุน Kjeldahl flask ไปรอบ ๆ เป็นครั้งคราว เพื่อช่วยในการคลุกเคล้าของผสม
4. Digest จนสีของเหลวใน Kjeldahl flask เริ่มใส เดี่ยวต่อไปอีกประมาณ 20-30 นาที จึงยกออกมาจากเตา digest แล้วปล่อยไว้ให้เย็น
5. รินน้ำกลั่นประมาณ 10 มล. ลงไปรอบ ๆ ก้านหลอดของ Kjeldahl flask เขย่าของผสมให้เข้ากัน ปล่อยไว้จนเย็นอีกครั้งหนึ่ง แล้วเทใส่ volumetric flask ขนาด 100 มล. เขย่าของเหลวให้เข้ากัน ปล่อยทิ้งไว้จนดินตกตะกอน เพื่อนำของเหลวใสข้างบนไปกลั่น
6. เตรียม Blank ตามวิธีการข้อ 2 ถึงข้อ 5 โดยไม่มีตัวอย่างดิน

การกลั่น

1. เปิดเครื่องกลั่นและล้างเครื่องกลั่น 1 ครั้ง ด้วยการกลั่นน้ำกลั่น
2. รินน้ำยา boric acid indicator ประมาณ 5 มล. ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 50 มล. นำไปวางที่ใต้ก้าน condencer ของเครื่องกลั่น และให้ปลายก้าน condencer อยู่เหนือน้ำยา boric acid indicator เล็กน้อย หรือให้แตะที่ผิวของน้ำยา boric acid indicator
3. ดูดสารละลาย Blank จำนวน 10 มล. ใส่ใน distillation flask
4. เติมสารละลาย NaOH 40% จำนวน 10 มล. ลงใน distillation flask ล้างตามด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย เพื่อขจัดด่างและสารละลายตัวอย่างที่ตกค้างอยู่
5. เริ่มกลั่นและจับ NH_4^+ ในน้ำยา boric acid indicator ซึ่งจะเปลี่ยนสีจาก สีม่วงแดงเป็นสีเขียวได้ประมาณ 35 มล.
6. ใช้น้ำกลั่นล้างทำความสะอาด distillation flask ก่อนที่จะดำเนินการกลั่นตัวอย่างต่อไป
7. ดำเนินการกลั่นสารละลายตัวอย่างดิน โดยใช้ขั้นตอนเหมือนกับการกลั่น Blank ตั้งแต่วิธีการกลั่นข้อ 2 ถึงข้อ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไทเทรต

นำสารละลายใน Erlenmeyer flask ของแต่ละตัวอย่างที่กลั่นได้ไปไทเทรตด้วย standard H_2SO_4 0.02 N จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง (สีของน้ำยา boric acid indicator ก่อนการกลั่นตัวอย่าง) จนบันทึกปริมาตร standard H_2SO_4 ที่ใช้เพื่อคำนวณหาปริมาณ N ซึ่งคิดคำนวณได้จากสูตรนี้

$$\%\ T\text{-}N = \frac{(A\text{-}B)\times C\times 14\times 100(ml)\times 100}{1000\times aliquot\ (ml)\times sample\ wt.(g)}$$

$$= \frac{(A\text{-}B)\times C\times 140}{aliquot(ml)\ \times sample\ (g)}$$

A = มิลลิลิตรของ standard H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของ standard H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง Blank

C = ความเข้มข้นของ standard H_2SO_4

14 = น้ำหนักสมมูล (equivalent weight) ของไนโตรเจน

Aliquot คือ สารละลายภายหลัง digestion แล้ว ปริมาณดูดมา เพื่อนำไปเข้าเครื่องกลั่น

ก. 8 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Phosphorus) (พัชรี, 2552)

วิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดิน (ที่ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม.) 5 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.
2. เติมน้ำยาสกัด Bray II 50 มล. ใส่ตัวอย่างดิน
3. ปิดด้วยจุกยาง เขย่าด้วยมือ 60 วินาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง No. 5 เก็บสารละลายตัวอย่างไว้ในขวดพลาสติก
4. เติมสารละลายตัวอย่าง 5 มล.ใส่ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 25 มล.
5. เติม 2 % H_3BO_3 5 มล.
6. เติม Murphy's reagent 2 มล.
7. เติม 2.5 % Ascorbic acid solution 1 มล.
8. ปรับปริมาตรเป็น 25 มล. ด้วยน้ำกลั่น
9. ปิดจุก เขย่าให้สารละลายเข้ากัน จะได้สารละลายสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.1 ถ้าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างดินเกิดสีของ working standard ให้ทำใหม่โดยลดปริมาตรสารละลายตัวอย่าง

9.2 ถ้าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างดินเจือจางมากให้เพิ่มปริมาตรสารละลายตัวอย่าง

10. ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที จึงนำไปอ่านค่าด้วยเครื่อง Spectrophometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 820 nm

11. เตรียม working standard 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm P โดย ปิเปต std. 5 ppm P 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ใส่ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 25 มล. แล้วดำเนินการเหมือนตัวอย่างทุกประการ (อ่านค่าของ working standard ก่อนตัวอย่าง)

วิธีคำนวณ

$$\text{Extr. P (ppm)} = \frac{\text{ppm from curve} \times \text{Final volume (ml)} \times \text{Extractant (ml)}}{\text{aliquot(ml)} \times \text{wt.of soil (g)}}$$

ก. 9 การวิเคราะห์หา Exchangeable K (พัชรี, 2552)

วิธีทำการวิเคราะห์

1. ชั่งดิน (ที่ผึ่งแห้งในที่ร่ม และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม.) 5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพูขนาด 250 มล.
2. ปิเปตน้ำยาสกัด 1 N NH_4Oac pH 7 ปริมาตร 50 มล. ใส่ตัวอย่างดิน ปิดจุกยางเขย่าด้วยเครื่อง 30 นาที แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง No.5 เก็บสารละลายไว้ในขวดพลาสติก
3. นำสารละลายที่กรองได้ไปตรวจวัดความเข้มข้นของ K โดยเปรียบเทียบกับ working standard ด้วย Atomic absorption spectrophotometer ที่ wavelength 768 nm
4. ทำ standard curve โดยเตรียมจาก Standard K solution 1000 ppm

คำนวณ

$$\text{Exchang K (ppm)} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้ (ppm)} \times \text{ปริมาตรของน้ำยาสกัด} \times \text{dilution factor}}{\text{น้ำหนักดิน}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในพืช

1. การเตรียมตัวอย่างพืช

เทคนิคในการเลือกเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างพืชที่นำมาวิเคราะห์ต้องเป็นตัวแทนของพืชที่ปลูกอย่างแท้จริง ส่วนของพืช เช่น ต้น ใบ และราก รวมทั้งอายุของพืชและระยะการเจริญเติบโตจะต้องถูกบันทึกอย่างละเอียดขณะเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารพืชจะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุและส่วนต่าง ๆ ของพืช อนึ่งส่วนใดของพืชจะเหมาะสมที่สุดเพื่อใช้วิเคราะห์ธาตุอาหารนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ยกตัวอย่างเช่น ถั่วต่าง ๆ ใช้ใบอ่อนที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ข้าวโพดใช้ใบตรงข้ามและใต้ฝัก เป็นต้น ส่วนระยะการเจริญเติบโตนั้นพวกถั่วจะสุ่มเก็บตัวอย่างใบเมื่อพืชอยู่ในระยะออกดอก ข้าวโพดเก็บเมื่อออกไหม ข้าวเก็บก่อนระยะออกรวง ใบยอด 4 ใบ และสำหรับปาล์มน้ำมัน เมื่อต้นมีอายุ 2-3 ปี เก็บใบที่ 5 หลังจาก 5 ปี ขึ้นไปเลือกใบที่ 9

ในขณะเก็บตัวอย่างพืชให้ระวังการปนเปื้อน ได้แก่ ดิน ฝุ่น สารเคมีที่พ่นเพื่อป้องกันกำจัดโรค แมลง และวัชพืช วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่าง เช่น ถุงกระดาษ ถุงผ้า กรรไกร แผ่นป้าย ฯลฯ ถ้าหากตัวอย่างพืชปนเปื้อน จะต้องมีการล้างทำความสะอาดด้วยการจุ่มในสารละลายกรดเจือจาง มักจะใช้ 0.1 N HCl และล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 2 ครั้ง ผึ่งให้แห้งในที่ร่มก่อนจะนำเข้าตู้อบ การล้างตัวอย่างพืชอาจจะทำให้ธาตุอาหารบางชนิดที่ละลายน้ำได้ง่ายถูกชะล้างออกไป เช่น ทองแดง ดังนั้นถ้าหากตัวอย่างไม่มีสารปนเปื้อนมากนัก จะไม่แนะนำให้ล้าง เพียงแต่ใช้ผ้าที่สะอาดชุบน้ำเช็ดก็พอ

การอบแห้ง

ตัวอย่างพืชที่จะอบที่อุณหภูมิประมาณ 65-75 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้งสนิทอุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส อาจจะทำให้องค์ประกอบบางอย่างในพืช เช่น โปรตีนสลายตัวดังนั้นจะทำให้ค่าที่วิเคราะห์ผิดพลาด ในบางครั้งถาดโลหะอาจจะใช้เป็นภาชะใส่ตัวอย่างพืชเพื่ออบแห้งได้เช่นกันแต่กินเนื้อที่ในเตาอบมาก อนึ่งถ้าจะต้องวิเคราะห์เหล็ก และสังกะสี ตัวอย่างพืชจะอบแห้งในถาดโลหะไม่ได้เด็ดขาด ในการอบแห้งตัวอย่างพืชมักใช้เวลาอบที่ 24 ชั่วโมง หรืออาจนานถึง 48 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอย่าง โดยทั่วไปตัวอย่างจะต้องอบกระทั่งได้น้ำหนักแห้งคงที่ เมื่อนำออกจากเตาทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (30 นาที) แล้วต้องรีบชั่งน้ำหนักโดยเร็วมิฉะนั้นพืชที่แห้งจะดูดความชื้นจากอากาศเข้าไปอีกทำให้น้ำหนักแห้งที่บันทึกมากกว่าที่เป็นจริง การชั่งน้ำหนักถ้าหากตัวอย่างน้อยควรนำออกจากถุงมาชั่งโดยตรง แต่ถ้าหากตัวอย่างมีขนาดใหญ่ให้ชั่งพร้อมถุงและหักน้ำหนักถุงออกภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ค่ามาตรฐานของดิน

ข. 1 ลักษณะและสมบัติของชุดดินชุมพวง (Chum Phuang Series : Cpg)

กลุ่มชุดดินที่ 40

การจำแนกดิน Coarse – loamy, Siliceous, isohyperthermic Typic Kandiustults

การกำเนิด เกิดจากตะกอนของหินตะกอนเนื้อหยาบชะมาทับถมบนพื้นผิวของการเกลี่ยผิวแผ่นดิน

สภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-12 %

การระบายน้ำ ค่อนข้างมาก

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ปานกลาง

การซึมผ่านได้ของน้ำ เร็ว

พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ป่าเต็งรัง ปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง ปอ ฝ้าย และไม้ผลบางชนิด เช่น มะม่วง

การแพร่กระจาย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การจัดเรียงชั้น A-(E)-Bt

ลักษณะและคุณสมบัติดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วน สีน้ำตาลปนแดง ดินล่างตอนลนเป็นดินร่วนปนทรายหรือเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายในดินล่างตอนล่าง สีแดงหรือสีแดงเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 5.5-7.0) ในดินบนและเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0) ในดินล่าง

ความลึก (ซม.)	อินทรียวัตถุ	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน	ความอิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
0 - 25	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
25 - 50	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
50 - 100	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ

ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน ชุดดินยโสธร

ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ค่อนข้างเป็นทราย อาจขาดน้ำในช่วงของฤดูการเพาะปลูกทำให้เกิดการชะงักของการเจริญเติบโตของพืช

ข้อแนะนำในการใช้ประโยชน์ ควรมีการจัดการดินที่ดีและปรับปรุงดิน โดยใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมัก ใส่เพื่อเพิ่มแร่ธาตุต่างๆ ที่พืชต้องการให้แก่ดิน ทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น จัดหาแหล่งน้ำในพื้นที่ให้พอเพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 2 ลักษณะและสมบัติของชุดดินบางกอก (Bangkok Series : BK)

กลุ่มชุดดินที่ 3

การจำแนกดิน Very – fine, Smectitic, nonacid, isohyperthermic Vertic Endoaqucpts

การกำเนิด ตะกอนน้ำทะเลผสมกับตะกอนลำน้ำ ซึ่งพัฒนาในสภาพน้ำกร่อย

สภาพพื้นที่ ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 %

การระบายน้ำ เลว

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า

พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำนา

การแพร่กระจาย พบมากบริเวณภาคกลางตอนใต้ และพบบ้างในภาคใต้

การจัดเรียงชั้น Ap – Bssg – Bg – BCg - Cg

ลักษณะและคุณสมบัติดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินเหนียว สีดำ มักพบจุประสีน้ำตาล ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.0-6.5) ดินบนตอนล่างเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีเทาเข้มหรือเทาปนน้ำตาล ปฏิกิริยาดินเป็นกลาง (pH 7.0) ดินล่างตอนล่างในระดับความลึก 1 – 1.5 เมตร จะพบดินเลนสีน้ำเงินที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ มีเปลือกหอยปะปนตลอดจะพบรอยไถลในดินล่าง ปฏิกิริยาดินเป็นด่างเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0)

ความลึก (ซม.)	อินทรียวัตถุ	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน	ความอิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
0 - 25	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
25 - 50	ต่ำ	สูง	สูง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
50 - 100	ต่ำ	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง

ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน ชุดดินสมุทรปราการ และชุดดินบางเลน

ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ มีน้ำท่วมขังในฤดูฝน ลึก 20 – 30 ซม. นาน 3 – 4 เดือน

ข้อแนะนำในการใช้ประโยชน์ ทำนา ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติ ทางกายภาพของดินให้ดีขึ้นทั้งยังเพิ่มแร่ธาตุอาหารในดินให้แก่พืชอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 3 มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม

โลหะหนัก	ค่ามาตรฐาน (mg/kg)
แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and Compounds)	ต้องไม่เกิน 37 mg/kg
โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium)	ต้องไม่เกิน 300 mg/kg
ตะกั่ว (Lead)	ต้องไม่เกิน 400 mg/kg
ปรอทและสารประกอบ (Mercury and Compounds)	ต้องไม่เกิน 23 mg/kg
นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, Soluble Salts)	ต้องไม่เกิน 1,600 mg/kg

หมายเหตุ * เป็นค่ามาตรฐานที่อ้างอิงจากค่ามาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมเดิมที่ใช้อยู่ปัจจุบันของประเทศไทย

ข. 4 ค่ามาตรฐานมลพิษจากการประกอบการนอกเขตประกอบการเหมืองแร่และโลหกรรม

ปริมาณโลหะหนัก	ค่ามาตรฐานจากการประกอบการนอกเขตประกอบการเหมืองแร่และโลหกรรม		
	แคดเมียม	สังกะสี	ตะกั่ว
ในแหล่งน้ำผิวดิน (มิลลิกรัม / ลิตร) *	ไม่เกิน 0.05	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 0.05
ในน้ำใต้ดิน (มิลลิกรัม / ลิตร)*	ไม่เกิน 0.03	ไม่เกิน 5.00	ไม่เกิน 0.01
ในดินและในตะกอนดิน (มิลลิกรัม / กิโลกรัม)	ไม่เกิน 37*	ไม่เกิน 914.3**	ไม่เกิน 200**
ในฝุ่นที่ปนอยู่ในอากาศ (ไมโครกรัม / ลูกบาศก์เมตร)	ไม่เกิน 0.002***	ฟูมสังกะสีออกไซด์ ไม่เกิน 5,000*	ไม่เกิน 1.5* (เฉลี่ย 1 เดือน)

หมายเหตุ * เป็นค่ามาตรฐานที่อ้างอิงจากค่ามาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมเดิมที่ใช้อยู่ปัจจุบันของประเทศไทย

** เป็นค่ามาตรฐานที่ปรับปรุงจากมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมของต่างประเทศ

*** เป็นค่ามาตรฐานที่ได้จากการคำนวณค่าความเสี่ยงจากการเป็นมะเร็งจากฝุ่นแคดเมียมที่จะมีผลกระทบต่อ คุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 5 กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนในอาหาร

ชนิดโลหะหนัก	ปริมาณที่สามารถปนเปื้อนในอาหารได้ (mg/kg)
ดีบุก	250 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
สังกะสี	100 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
ทองแดง	20 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
ตะกั่ว	1 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
สารหนู	2 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
ปรอท	0.5 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการทดลอง

ตารางที่ ค. 1 ค่าพีเอชของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ค่าพีเอชของดินตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	5.32	5.36	5.45	5.38	0.07
ดินพระนครศรีอยุธยา	5.56	5.58	5.56	5.57	0.01

ตารางที่ ค. 2 ปริมาณสารอินทรีย์ของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	เปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	0.52	0.53	0.52	0.52	0.01
ดินพระนครศรีอยุธยา	0.96	0.98	1.00	0.98	0.02

ตารางที่ ค. 3 ปริมาณความชื้นของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	เปอร์เซ็นต์ความชื้น			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	0.03	0.21	0.10	0.11	0.09
ดินพระนครศรีอยุธยา	0.18	0.12	0.15	0.15	0.03

ตารางที่ ค. 4 ค่า CEC ของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	CEC (meq/100g)			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	4.95	4.70	4.88	4.84	0.13
ดินพระนครศรีอยุธยา	21.29	21.29	21.18	21.25	0.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 5 ความเป็นกรดของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ความเป็นกรดของดิน(meq/100g)			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	0.033	0.029	0.033	0.031	0.002
ดินพระนครศรีอยุธยา	0.040	0.044	0.040	0.042	0.002

ตารางที่ ค. 6 การกระจายตัวของอนุภาคของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	%Sand	%Silt	%Clay	ลักษณะเนื้อดิน
ดินนครราชสีมา	58.0	24.0	18.0	Sandy loam
ดินพระนครศรีอยุธยา	17.5	40.0	42.5	Clay

ตารางที่ ค. 7 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (mg/kg)			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	0.29	0.31	0.31	0.30	0.01
ดินพระนครศรีอยุธยา	0.70	0.71	0.70	0.70	0.01

ตารางที่ ค. 8 ปริมาณฟอสฟอรัสของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (mg/kg)			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	4.18	4.22	4.20	4.20	0.02
ดินพระนครศรีอยุธยา	5.49	5.50	5.45	5.48	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 9 ปริมาณโพแทสเซียมของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (mg/kg)			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	40.77	40.78	40.78	40.78	0.01
ดินพระนครศรีอยุธยา	110	111	112	111	1.00

ตารางที่ ค. 10 โลหะออกไซด์ของดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	% Al_2O_3			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	3.75	3.52	3.77	3.68	0.14
ดินพระนครศรีอยุธยา	22.00	20.50	21.00	21.17	0.76

ตัวอย่างดิน	% MnO_2			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	0.24	0.22	0.27	0.24	0.02
ดินพระนครศรีอยุธยา	1.02	1.04	0.98	1.01	0.03

ตัวอย่างดิน	% Fe_2O_3			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
ดินนครราชสีมา	2.78	2.82	2.74	2.78	0.04
ดินพระนครศรีอยุธยา	8.00	8.01	8.00	8.00	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 11 ปริมาณทั้งหมดของโลหะหนักแต่ละชนิดของดินนครราชสีมา

ชนิดของโลหะหนัก	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
แคดเมียม	0.008	0.010	0.007	0.008	0.002
สังกะสี	0.050	0.044	0.049	0.048	0.003
นิกเกิล	0.035	0.039	0.033	0.036	0.003
ทองแดง	0.008	0.009	0.007	0.008	0.001
ตะกั่ว	0.003	0.005	0.005	0.004	0.001
โครเมียม	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ ค. 12 ปริมาณทั้งหมดของโลหะหนักแต่ละชนิดของดินพระนครศรีอยุธยา

ชนิดของโลหะหนัก	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)			ค่าเฉลี่ย	S.D
	1	2	3		
แคดเมียม	0.006	0.007	0.002	0.005	0.003
สังกะสี	0.102	0.064	0.068	0.078	0.021
นิกเกิล	0.038	0.048	0.049	0.045	0.006
ทองแดง	0.016	0.018	0.017	0.017	0.001
ตะกั่ว	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
โครเมียม	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 13 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1.70	1.60	1.60	1.63	0.05	1.20	1.30	1.20	1.20	0.00	1.00	0.90	0.90	0.93	0.05	0.40	0.40	0.50	0.43	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1.80	1.90	1.80	1.83	0.05	1.40	1.20	1.20	1.20	0.00	1.10	1.10	1.00	1.07	0.05	0.70	0.80	0.80	0.77	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	10.20	16.33	10.20	10.20	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	17.86	17.86	7.14	17.86	0.00	61.54	84.62	84.62	84.62	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.40	2.40	2.30	2.37	0.05	2.00	1.90	1.90	1.93	0.05	1.50	1.50	1.60	1.53	0.05	1.00	1.10	1.10	1.07	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2.80	2.70	2.70	2.73	0.05	2.20	2.00	2.20	2.13	0.09	1.80	1.80	2.00	1.87	0.09	1.30	1.40	1.40	1.37	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	18.31	14.08	14.08	14.08	0.00	13.79	3.45	13.79	13.79	0.00	17.39	17.39	30.43	17.39	0.00	21.88	31.25	31.25	31.25	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	244.70	458.90	355.00	406.95	51.95	907.70	810.00	710.80	760.40	49.60	1310.40	1206.90	1165.80	1227.70	60.84	1200.70	1001.60	1114.60	1105.63	81.53
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	516.00	720.60	633.60	677.10	43.50	1289.00	1197.90	1089.90	1192.27	81.38	1510.40	1413.30	1488.80	1470.83	41.63	1377.10	1420.20	1211.00	1336.10	90.19
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	26.80	77.07	55.69	66.38	15.12	69.52	57.54	43.33	56.79	8.47	23.03	15.12	21.27	22.15	1.24	24.55	28.45	9.53	26.50	2.76
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1761.20	1600.20	1678.20	1639.20	39.00	1914.10	1822.50	1730.10	1822.23	75.12	2102.70	1908.30	2013.90	2008.30	79.46	1973.90	2084.10	2186.20	2081.40	86.69
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2039.40	1981.00	1792.00	2010.20	41.30	2300.10	2200.70	2400.90	2300.57	81.73	2528.80	2309.00	2417.40	2418.40	89.74	2520.10	2311.70	2122.80	2318.20	162.26
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	24.41	20.85	9.32	22.63	1.26	26.22	20.77	31.76	23.50	3.86	25.92	14.97	20.37	23.14	3.92	21.08	11.06	1.99	16.07	7.08
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	202.00	121.00	311.00	161.50	40.50	630.40	529.10	422.00	475.55	53.55	789.00	998.00	508.80	765.27	128.07	324.70	281.10	365.50	323.77	34.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	462.00	370.00	283.80	326.90	43.10	703.10	601.00	502.00	652.05	51.05	1015.10	902.60	804.40	853.50	105.43	623.10	522.00	484.07	543.06	58.68
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	186.07	129.10	75.73	157.59	40.28	47.85	26.38	5.56	37.11	15.18	32.65	17.95	5.11	25.30	10.40	92.45	61.23	49.51	76.84	22.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	907.00	801.50	701.00	751.25	50.25	1137.90	1029.00	1146.30	1104.40	53.43	1036.90	1144.50	1236.60	1139.33	81.61	1112.10	1023.00	923.10	1019.40	77.20
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	800.00	956.60	1012.00	878.30	78.30	1289.00	1339.20	1119.60	1249.27	93.95	1344.10	1252.00	1410.50	1335.53	64.99	1221.10	1142.60	1050.40	1138.03	69.76
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	34.71	6.49	27.33	31.02	5.21	13.12	13.12	13.12	13.12	0.00	17.97	9.89	23.80	20.89	4.12	19.79	12.09	3.04	15.94	5.45

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 13 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	308.80	209.00	107.20	258.90	49.90	972.30	855.90	731.20	793.55	62.35	1161.50	1075.50	0.00	1118.50	43.00	377.30	295.10	183.10	336.20	41.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	478.30	394.10	277.00	436.20	42.10	1053.40	934.80	855.10	947.77	50.18	1300.10	1410.00	1211.00	1307.03	81.39	362.10	544.00	423.90	483.95	60.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	84.74	52.22	6.99	68.48	23.00	32.75	17.80	7.76	25.27	10.57	16.24	26.06	8.27	21.15	6.95	7.70	61.81	26.09	43.95	25.26
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	844.00	732.00	649.40	690.70	41.30	1111.70	1072.50	1083.60	1089.27	16.50	1602.30	1513.00	1420.50	1511.93	74.22	811.80	710.00	620.10	713.97	78.31
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1088.20	992.90	879.20	936.05	56.85	1480.50	1251.00	1110.00	1180.50	70.50	1713.10	1612.00	1478.80	1601.30	95.95	955.00	871.00	763.70	863.23	78.29
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	57.55	43.75	27.29	50.65	9.76	35.92	14.85	1.90	25.38	14.90	13.31	6.62	-2.19	9.96	4.73	33.76	21.99	6.97	27.88	8.32
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	411.00	310.70	210.50	310.73	81.85	122.00	221.00	210.10	184.37	44.32	899.40	799.30	683.70	794.13	88.13	74.40	61.20	73.20	69.60	5.96
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	422.00	330.60	521.80	424.80	78.08	305.10	200.90	410.00	305.33	104.55	1010.30	1009.90	910.00	976.73	47.19	211.20	112.70	130.30	151.40	42.89
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	35.81	6.39	67.93	51.87	22.71	65.49	8.97	122.38	93.93	40.23	27.22	27.17	14.59	27.20	0.04	203.45	61.93	87.21	74.57	17.88
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	754.40	710.50	0.00	732.45	21.95	429.10	318.10	0.00	373.60	55.50	1739.10	1542.90	1712.80	1664.93	86.96	320.00	430.60	221.10	323.90	85.57
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	814.10	711.80	924.00	816.63	86.65	677.30	583.00	495.40	539.20	43.80	2007.70	1842.00	2021.20	1956.97	81.48	552.80	444.00	339.20	445.33	87.21
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	11.15	2.82	26.15	18.65	10.61	81.29	56.05	32.60	44.33	16.58	20.59	10.64	21.40	20.99	0.57	70.67	37.08	4.72	53.87	23.75
ไครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1045.80	1109.90	1200.30	1118.67	63.38	916.00	1115.50	1019.00	1016.83	81.46	695.00	982.00	892.40	937.20	44.80	310.00	227.90	518.90	352.27	122.50
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1377.80	1295.20	1499.00	1390.67	83.70	1211.00	1022.10	1402.60	1116.55	94.45	1275.00	1093.00	889.00	1184.00	91.00	413.00	512.20	612.00	562.10	70.57
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	23.16	15.78	34.00	28.58	7.66	19.10	0.52	37.94	28.52	13.32	36.04	16.62	-5.14	26.33	13.73	17.24	45.40	73.73	59.57	20.03
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม	1622.00	1811.80	1711.20	1715.00	77.53	1691.00	1584.90	1486.00	1587.30	83.71	1356.30	1551.00	1152.30	1453.65	97.35	1122.00	1217.80	1019.00	1119.60	81.18
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2085.30	1875.00	1685.20	1780.10	94.90	1816.30	2021.20	1617.20	1716.75	99.55	1694.10	1598.00	1471.18	1587.76	91.29	1207.70	1307.40	1407.70	1307.60	81.65
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	21.59	9.33	-1.74	15.46	8.67	14.43	27.34	1.88	20.88	9.13	16.54	9.93	26.47	21.51	7.02	7.87	16.77	25.73	21.25	6.33

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 13 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1.70	1.60	1.60	1.63	0.05	1.20	1.30	1.20	1.23	0.05	1.00	0.90	0.90	0.93	0.05	0.40	0.40	0.50	0.43	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1.90	1.90	1.90	1.90	0.00	1.50	1.40	1.40	1.43	0.05	1.10	1.20	1.20	1.17	0.05	0.70	0.70	0.80	0.73	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	16.33	16.33	16.33	16.33	0.00	21.62	13.51	13.51	13.51	0.00	17.86	28.57	28.57	28.57	0.00	61.54	61.54	84.62	61.54	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.40	2.40	2.30	2.37	0.05	2.00	1.90	1.90	1.93	0.05	1.50	1.50	1.60	1.53	0.05	1.00	1.10	1.10	1.07	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	2.90	2.90	2.80	2.87	0.05	2.30	2.30	2.20	2.27	0.05	2.00	1.90	1.90	1.93	0.05	1.50	1.60	1.50	1.53	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	22.54	22.54	18.31	45.07	0.00	18.97	18.97	13.79	18.97	0.00	30.43	23.91	23.91	23.91	0.00	40.63	50.00	40.63	40.63	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	244.70	458.90	355.00	406.95	51.95	907.70	810.00	710.80	760.40	49.60	1310.40	1206.90	1165.80	1227.70	60.84	1200.70	1001.60	1114.60	1105.63	81.53
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	807.70	900.00	710.60	806.10	77.33	901.30	1309.00	1104.00	1002.65	101.35	1550.40	1643.30	1318.80	1596.85	46.45	1639.90	1819.30	1429.70	1729.60	89.70
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	98.48	121.16	74.62	86.55	16.87	18.53	41.91	31.12	36.52	7.63	26.28	25.29	6.91	25.79	0.70	48.32	64.55	29.31	56.44	11.47
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1761.20	1600.20	1678.20	1639.20	39.00	1914.10	1822.50	1730.10	1822.23	75.12	2102.70	1908.30	2013.90	2008.30	79.46	1973.90	2084.10	2186.20	2081.40	86.69
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	2111.20	2000.00	1888.40	1999.87	90.96	2458.80	2329.20	2548.90	2445.63	90.17	2720.30	2641.90	2528.80	2630.33	78.61	2444.00	2388.30	2430.20	2420.83	23.68
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	28.79	22.01	15.20	25.40	4.80	34.93	27.82	39.88	37.41	3.50	35.45	31.55	25.92	33.50	2.76	17.42	14.74	16.76	17.09	0.47
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	202.00	121.00	311.00	161.50	40.50	630.40	529.10	422.00	475.55	53.55	789.00	998.00	508.80	893.50	104.50	324.70	281.10	365.50	323.77	34.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	411.20	313.90	220.00	315.03	78.06	711.10	621.00	514.00	615.37	80.56	1197.10	975.00	797.20	886.10	88.90	503.10	615.00	402.10	506.73	86.95
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	154.61	94.37	36.22	124.49	42.60	49.53	30.59	8.09	40.06	13.40	33.98	9.12	-12.08	21.55	17.58	92.45	61.23	49.51	55.37	8.28
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	907.00	801.50	701.00	751.25	50.25	1137.90	1029.00	1146.30	1104.40	53.43	1036.90	1144.50	1236.60	1139.33	81.61	1112.10	1023.00	923.10	1019.40	77.20
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1088.00	937.80	866.30	964.03	92.39	1301.10	1212.60	1000.40	1256.85	44.25	1485.00	1198.30	1500.20	1492.60	7.60	1188.30	1259.30	993.50	1223.80	35.50
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	44.83	24.83	15.31	34.83	14.14	17.81	9.80	-9.42	13.80	5.67	30.34	5.18	31.67	31.01	0.94	16.57	23.53	-2.54	20.05	4.92

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีคำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 13 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	308.80	209.00	107.20	258.90	49.90	972.30	855.90	731.20	793.55	62.35	1161.50	1075.50	999.90	1118.50	43.00	377.30	295.10	183.10	336.20	41.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	500.30	399.80	288.00	396.03	86.71	1128.40	1011.80	922.10	1020.77	84.46	1459.30	1366.00	1266.20	1363.83	78.85	455.30	651.80	377.00	416.15	39.15
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	93.24	54.42	11.24	73.83	27.45	42.20	27.50	16.20	34.85	10.39	30.47	22.13	12.21	26.30	5.90	35.43	93.87	12.14	23.78	16.47
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	0.00	732.00	649.40	690.70	41.30	1111.70	1072.50	1083.60	1089.27	16.50	1602.30	1513.00	1420.50	1511.93	74.22	811.80	710.00	620.10	713.97	78.31
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1000.20	955.10	1010.00	988.43	23.91	1353.00	1244.20	1209.90	1269.03	61.00	1720.00	1624.00	1511.80	1618.60	85.08	979.20	866.10	782.90	876.07	80.45
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	44.81	38.28	46.23	45.52	1.00	24.21	14.22	11.07	12.65	2.23	13.76	7.41	-0.01	10.59	4.49	37.15	21.31	9.65	15.48	8.24
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	411.00	310.70	210.50	310.73	81.85	122.00	221.00	210.10	184.37	44.32	899.40	799.30	683.70	794.13	88.13	74.40	61.20	73.20	69.60	5.96
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	543.20	444.00	351.00	446.07	78.48	322.00	221.90	121.80	271.95	50.05	1166.10	1055.30	999.50	1073.63	69.24	109.50	106.30	100.00	105.27	3.95
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	74.81	42.89	12.96	58.85	22.57	74.65	-33.94	20.36	47.50	38.39	46.84	32.89	25.86	39.86	9.87	57.33	52.73	43.68	55.03	3.25
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	754.40	710.50	533.80	732.45	21.95	429.10	318.10	201.10	373.60	55.50	1739.10	1542.90	1712.80	1664.93	86.96	320.00	430.60	221.10	323.90	85.57
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	922.00	789.60	722.50	756.05	33.55	766.30	663.00	565.40	664.90	82.03	1938.50	1833.00	1744.50	1838.67	79.30	310.20	410.70	510.30	410.40	81.69
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	25.88	7.80	-1.36	16.84	12.78	105.11	77.46	51.34	64.40	18.47	16.43	10.09	4.78	13.26	4.48	-4.23	26.80	57.55	42.17	21.74
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1045.80	1109.90	1200.30	1118.67	63.38	916.00	1115.50	1019.00	1016.83	81.46	695.00	982.00	892.40	937.20	44.80	110.00	227.90	518.90	483.40	83.37
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1291.50	1188.50	1899.00	1240.00	51.50	1461.00	955.00	1284.00	1372.50	88.50	1500.60	1145.00	1429.50	1465.05	35.55	507.70	409.00	609.80	508.83	81.98
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	15.45	6.24	69.76	10.85	6.51	43.68	-6.08	26.27	34.98	12.31	60.12	22.17	52.53	56.32	5.36	5.03	-15.39	26.15	15.48	8.24
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1622.00	1811.80	1711.20	1715.00	77.53	1691.00	1584.90	1486.00	1587.30	83.71	1356.30	1551.00	1152.30	1453.65	97.35	1122.00	1217.80	1019.00	1119.60	81.18
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1911.10	2023.00	1812.90	1915.67	85.83	1899.70	1988.50	1242.00	1944.10	44.40	1064.10	2078.00	1874.70	1976.35	101.65	1300.70	1302.40	1305.70	1302.93	2.08
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	11.43	17.96	5.71	14.70	4.61	19.68	25.28	-21.75	22.48	3.96	-26.80	42.95	28.97	35.96	9.89	16.18	16.33	16.62	16.37	0.19

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 13 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายอีดีทีเอ ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1.70	1.60	1.60	1.63	0.05	1.20	1.30	1.20	1.23	0.05	1.00	0.90	0.90	0.93	0.05	0.40	0.40	0.50	0.43	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1.70	1.70	1.70	1.70	0.00	1.30	1.30	1.20	1.27	0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.60	0.60	0.70	0.63	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	4.08	4.08	4.08	4.08	0.00	5.41	5.41	-2.70	5.41	0.00	7.14	7.14	7.14	7.14	0.00	38.46	38.46	61.54	38.46	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.40	2.40	2.30	2.37	0.05	2.00	1.90	1.90	1.93	0.05	1.50	1.50	1.60	1.53	0.05	1.00	1.10	1.10	1.07	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	2.50	2.60	2.60	2.57	0.05	2.10	2.00	2.00	2.03	0.05	1.70	1.70	1.80	1.73	0.05	1.20	1.20	1.30	1.23	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	5.63	9.86	9.86	9.86	0.00	8.62	3.45	3.45	3.45	0.00	10.87	10.87	17.39	10.87	0.00	12.50	12.50	21.88	12.50	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	244.70	458.90	355.00	406.95	51.95	907.70	810.00	710.80	760.40	49.60	1310.40	1206.90	1165.80	1186.35	29.06	1200.70	1001.60	1114.60	1105.63	81.53
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	639.60	823.90	133.00	731.75	92.15	1042.10	833.00	1245.70	1143.90	101.80	1500.90	1201.30	1214.40	1305.53	138.25	1555.90	1253.00	952.20	1404.45	151.45
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	57.17	102.46	-67.32	79.81	32.02	37.05	9.55	63.82	50.43	18.93	26.51	1.26	2.36	1.81	0.78	40.72	13.33	-13.88	27.03	19.37
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1761.20	1600.20	1678.20	1639.20	39.00	1914.10	1822.50	1730.10	1822.23	75.12	2102.70	1908.30	2013.90	2008.30	79.46	1973.90	2084.10	2186.20	2081.40	86.69
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1933.70	1828.80	1731.00	1831.17	82.77	2587.50	1822.50	2816.20	2701.85	114.35	2299.50	1908.30	2073.30	2093.70	125.12	1973.90	2611.00	2322.00	2466.50	144.50
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	17.97	11.57	5.60	14.77	4.53	42.00	0.01	54.55	48.27	8.87	14.50	-4.98	3.24	8.87	7.96	-5.16	25.44	11.56	18.50	9.82
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	202.00	121.00	311.00	161.50	4.53	630.40	529.10	422.00	475.55	53.55	789.00	998.00	508.80	893.50	104.50	324.70	281.10	365.50	323.77	34.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	358.00	246.00	162.60	302.00	56.00	495.30	692.00	597.40	594.90	80.32	1062.00	1045.70	866.60	1053.85	8.15	351.10	132.00	582.80	355.30	132.58
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	121.67	52.32	0.68	87.00	4.53	4.15	45.52	25.62	35.57	14.07	18.86	17.03	-3.01	17.95	0.91	8.44	-59.23	80.01	44.22	50.60
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	907.00	801.50	701.00	854.25	52.75	1137.90	1029.00	1146.30	1104.40	53.43	1036.90	1144.50	1236.60	1139.33	81.61	1112.10	1023.00	923.10	1019.40	77.20
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1141.10	1092.60	690.60	1116.85	4.53	1569.90	1155.50	1230.20	1318.53	180.34	1194.20	1564.00	1088.30	1282.17	249.75	1255.20	1065.30	876.00	1160.25	94.95
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	33.58	27.90	-19.16	30.74	4.53	42.15	4.63	11.39	48.27	8.87	4.82	37.27	-4.48	21.04	16.23	23.13	4.50	-14.07	13.82	13.17

หมายเหตุ : ค่าที่ติดลบคำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 13 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายอีดีทีเอ ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	308.80	209.00	107.20	158.10	71.98	972.30	855.90	731.20	793.55	62.35	1161.50	1075.50	999.90	1118.50	43.00	377.30	295.10	183.10	336.20	41.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	457.00	141.00	250.00	282.67	160.51	463.20	855.90	918.20	690.70	227.50	1515.30	1542.00	700.00	1528.65	13.35	483.90	150.00	455.00	362.97	63.15
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	189.06	-10.82	58.13	123.59	92.58	-41.63	7.86	15.71	11.78	5.55	35.48	37.86	-37.42	36.67	1.19	43.93	-55.38	35.34	39.63	6.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	844.00	732.00	649.40	690.70	41.30	1111.70	1072.50	1083.60	1089.27	16.50	1602.30	649.00	842.00	745.50	136.47	811.80	710.00	620.10	665.05	63.57
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1088.20	1094.10	649.40	1091.15	2.95	1479.90	1215.50	1083.60	1347.70	132.20	1084.70	1580.10	1420.50	2694.17	252.87	656.30	710.00	878.60	748.30	94.71
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	57.55	58.40	-5.98	57.98	0.60	35.86	11.59	-0.52	23.73	17.16	45.50	111.95	90.54	101.25	15.14	-1.32	6.76	32.11	19.43	17.93
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	411.00	310.70	210.50	310.73	81.85	122.00	221.00	210.10	184.37	44.32	899.40	799.30	683.70	794.13	88.13	74.40	61.20	73.20	69.60	5.96
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	512.00	421.60	311.80	415.13	81.86	265.10	255.90	160.00	227.00	47.52	962.10	850.00	764.50	858.87	80.91	200.20	100.70	130.30	143.73	41.72
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	64.77	35.68	0.34	50.23	20.57	43.79	38.80	-13.22	23.73	17.16	21.15	7.03	-3.73	14.09	7.06	187.64	44.68	87.21	65.95	30.07
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	354.40	710.50	533.80	444.10	126.85	429.10	318.10	201.10	373.60	55.50	1739.10	1542.90	1712.80	1664.93	37.60	320.00	430.60	221.10	270.55	89.63
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	788.00	666.70	577.40	677.37	86.31	578.80	486.70	377.40	480.97	82.32	1810.00	1800.00	1712.20	1774.07	43.94	320.00	430.60	221.10	323.90	85.57
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	77.44	50.12	30.02	52.53	19.43	54.93	30.27	1.02	42.60	17.43	8.71	8.11	2.84	8.41	0.30	18.28	59.16	-18.28	38.72	20.44
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1045.80	1109.90	1200.30	1118.67	63.38	916.00	1115.50	1019.00	1016.83	81.46	695.00	982.00	892.40	937.20	63.36	510.00	227.90	118.90	314.45	195.55
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1444.50	1255.00	1043.20	1149.10	105.90	1352.10	1252.00	844.20	1302.05	50.05	1301.70	969.50	516.50	1135.60	166.10	401.10	301.00	405.20	369.10	48.18
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	29.13	12.19	-6.75	20.66	11.98	32.97	23.13	-16.98	28.05	6.96	38.89	3.45	-44.89	21.17	17.72	27.56	-4.28	28.86	28.21	16.25
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1622.00	1811.80	1711.20	1715.00	77.53	1691.00	1584.90	1486.00	1535.45	49.45	1356.30	1551.00	1152.30	1353.20	116.89	1122.00	1217.80	1019.00	1119.60	81.18
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1582.10	1796.00	1989.50	1689.05	106.95	1402.00	1601.10	1800.00	1601.03	162.48	1521.20	1733.00	1433.50	1562.57	125.72	1200.00	1200.90	1201.00	1200.63	0.45
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	-7.75	4.72	16.01	10.36	7.98	-8.69	4.28	17.23	10.75	6.48	12.42	28.07	5.93	20.24	7.83	7.18	7.26	7.27	7.24	0.04

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 14 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1.40	1.50	1.50	1.47	0.05	1.10	1.20	1.00	1.10	0.08	0.70	0.70	0.60	0.67	0.05	0.20	0.40	0.30	0.30	0.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1.70	1.60	1.70	1.67	0.05	1.30	1.50	1.30	1.37	0.09	1.00	0.90	0.90	0.93	0.05	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	15.91	9.09	15.91	15.91	0.00	18.18	36.36	18.18	18.18	0.00	50.00	35.00	35.00	35.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.50	2.50	2.40	2.47	0.05	1.80	1.70	1.70	1.73	0.05	1.70	1.80	1.70	1.73	0.05	1.20	1.20	1.20	1.20	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2.60	2.60	2.90	2.70	0.14	2.00	2.00	2.20	2.07	0.09	2.10	2.10	2.00	2.07	0.05	1.50	1.50	1.40	1.47	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	5.41	5.41	17.57	5.41	0.00	15.38	15.38	26.92	15.38	0.00	21.15	21.15	15.38	21.15	0.00	25.00	25.00	16.67	25.00	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	782.60	700.00	0.00	741.00	41.00	1102.20	1020.00	912.70	1011.63	77.59	1629.00	1520.00	1439.90	1529.63	77.50	1439.20	0.00	1620.00	1529.60	90.40
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1038.50	0.00	1100.00	1069.25	30.75	1249.90	1020.40	1122.00	1130.77	93.90	2079.90	1903.30	2007.60	1996.93	72.49	1692.00	1629.50	1701.10	1674.20	31.83
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	40.15	48.45	44.30	46.37	2.93	23.55	0.87	10.91	17.23	8.94	35.97	24.43	31.25	33.61	3.34	10.62	6.53	11.21	10.91	0.42
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1674.90	1429.00	1399.90	1501.27	151.07	2050.00	2039.00	1930.00	2006.33	66.34	2111.10	2221.30	2718.40	2350.27	323.54	2039.90	2340.00	2449.00	2276.30	211.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1861.90	1859.90	1729.90	1817.23	75.64	2533.30	2486.60	2210.10	2410.00	174.69	2530.00	2349.00	3049.90	2642.97	363.85	2880.00	2397.00	2496.10	2591.03	255.11
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	31.63	31.49	22.30	31.56	0.10	26.27	23.94	23.94	23.94	0.00	16.79	8.44	40.79	12.62	4.18	20.28	0.10	4.24	12.26	11.34
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	310.40	269.30	293.23	17.45	777.70	0.00	666.00	721.85	55.85	0.00	677.40	767.60	722.50	45.10	519.90	0.00	489.90	504.90	15.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	307.40	211.10	430.00	316.17	89.58	730.10	720.00	699.50	716.53	12.73	674.40	1129.90	952.00	1040.95	88.95	721.20	549.00	601.10	623.77	72.10
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	4.83	-28.01	46.64	25.74	29.56	1.14	-0.26	-3.10	-0.29	0.99	56.39	31.76	-6.66	43.34	17.41	42.84	8.73	19.05	30.95	16.82
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1199.90	848.60	961.10	904.85	179.39	1263.00	1124.10	1200.00	1231.50	69.55	1667.70	1239.90	1187.00	1213.45	37.41	966.60	984.00	1105.50	1018.70	75.67
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1105.50	1110.00	1153.30	1122.93	26.39	1365.00	1255.10	1266.00	1295.37	60.55	1766.60	1296.00	1637.00	1701.80	91.64	1352.10	1250.00	1021.80	1207.97	169.11
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	22.17	22.67	27.46	24.10	2.38	10.84	1.92	2.80	2.36	0.63	45.58	6.80	34.90	40.24	7.55	32.73	22.71	0.30	27.72	5.01

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 14 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	409.60	202.10	302.20	304.63	103.77	755.00	1006.70	600.00	787.23	109.60	1154.30	1055.50	1197.70	1135.83	72.88	463.40	200.00	305.60	323.00	132.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	501.10	300.00	405.10	402.07	100.58	1058.70	855.50	940.90	951.70	102.03	1068.80	1540.90	1361.10	1323.60	238.27	633.30	451.00	539.90	541.40	91.16
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	64.49	-1.52	32.98	48.74	22.28	26.27	38.88	48.59	43.73	6.87	8.48	-5.09	3.35	5.91	3.63	96.07	39.63	67.15	81.61	20.45
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	909.90	700.00	834.10	814.67	106.29	1346.60	1297.00	1099.40	1321.80	130.78	1574.00	1377.20	1499.60	1483.60	99.37	977.40	897.00	1100.00	937.20	102.23
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1044.00	941.20	1074.20	1019.80	69.72	1353.00	1406.70	1400.70	1386.80	29.42	1381.10	1680.00	1750.00	1603.70	195.93	1041.00	1066.20	1100.00	1069.07	29.60
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	28.15	15.53	31.86	30.00	2.62	2.36	6.42	5.97	6.20	0.23	-6.91	13.24	17.96	15.60	3.34	11.08	13.76	17.37	14.07	2.58
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	450.00	446.50	400.00	432.17	22.79	233.20	244.50	166.00	214.57	34.65	903.40	912.60	1003.30	939.77	45.08	99.90	101.10	98.80	99.35	0.55
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	606.60	599.80	543.90	583.43	28.09	359.90	378.90	100.00	369.40	9.50	974.00	1055.30	1192.90	1074.07	90.35	188.80	234.80	100.00	144.40	44.40
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	40.36	38.79	25.85	39.58	1.11	67.73	76.59	-53.39	72.16	6.26	3.64	12.29	26.94	19.61	10.35	90.04	0.65	136.34	113.19	23.15
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	785.60	654.30	856.80	765.57	102.73	551.20	437.40	196.80	494.30	80.47	1784.00	1755.00	1699.70	1746.23	42.83	555.40	355.90	497.00	526.20	29.20
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	805.10	941.10	930.00	892.07	75.52	683.10	499.00	600.00	594.03	92.19	2231.20	1940.00	2094.40	2088.53	145.69	500.00	633.20	859.90	664.37	181.96
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	5.16	22.93	21.48	22.20	1.03	38.20	0.95	0.95	0.95	0.00	27.77	11.10	19.94	23.86	5.54	-4.98	20.33	63.42	41.88	21.54
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1399.00	1291.10	1082.00	1345.05	53.95	833.30	952.30	1364.90	892.80	59.50	899.70	700.00	1389.50	799.85	99.85	411.10	209.00	416.40	413.75	2.65
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1269.90	1363.80	1371.00	1334.90	46.06	1444.40	839.60	1395.50	1419.95	24.45	1206.00	900.80	1212.20	1209.10	3.10	557.40	384.60	469.90	427.25	42.65
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	-5.59	1.39	1.93	1.66	0.38	61.78	-5.96	56.31	37.38	3.87	50.78	12.62	51.55	51.17	0.39	34.72	-7.05	13.57	24.15	10.57
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1878.00	2078.90	2126.00	2027.63	131.71	1506.80	1301.20	1106.60	1404.00	102.80	1195.00	1699.90	1601.10	1650.50	69.86	1169.90	1077.40	953.00	1123.65	108.84
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2778.00	2278.90	2426.00	2352.45	104.02	1650.00	1853.70	1412.20	1638.63	220.97	1700.00	1711.80	1881.10	1764.30	101.32	953.00	1728.60	1532.40	1404.67	403.27
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	12.39	19.65	16.02	16.02	2.96	17.52	32.03	0.58	24.78	7.25	3.00	3.71	13.97	3.36	0.36	-15.19	53.84	36.38	45.11	8.73

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 14 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์ไฮลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1.40	1.50	1.50	1.47	0.05	1.10	1.20	1.00	1.10	0.08	0.70	0.70	0.60	0.67	0.05	0.20	0.40	0.30	0.30	0.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1.70	1.80	1.70	1.73	0.05	1.50	1.40	1.50	1.47	0.05	1.10	1.00	1.00	1.03	0.05	0.60	0.40	0.40	0.47	0.09
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	15.91	22.73	15.91	15.91	0.00	36.36	27.27	36.36	36.36	0.00	65.00	50.00	50.00	50.00	0.00	100.00	33.33	33.33	33.33	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.50	2.30	2.40	2.47	0.05	1.80	1.70	1.70	1.73	0.05	1.70	1.80	1.70	1.73	0.05	1.20	1.20	1.20	1.20	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	2.80	3.00	2.80	2.87	0.09	2.00	2.20	2.20	2.13	0.09	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	1.60	1.70	1.60	1.63	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	5.41	5.41	17.57	5.41	0.00	15.38	15.38	26.92	15.38	0.00	21.15	21.15	15.38	21.15	0.00	25.00	25.00	16.67	25.00	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	782.00	700.00	599.10	741.00	57.98	1102.20	1020.00	912.70	1061.10	58.12	1629.00	1520.00	1439.90	1529.63	94.92	1439.20	1033.10	1620.00	1529.60	127.84
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1099.00	953.00	800.00	950.67	149.51	1260.60	1149.90	1050.00	1153.50	105.35	1849.90	1655.80	1640.10	1715.27	116.86	2139.00	1594.00	1788.60	1963.80	247.77
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	48.31	28.61	7.96	38.46	13.93	18.80	8.37	-1.05	13.58	7.38	20.94	8.25	7.22	7.73	0.73	39.84	4.21	16.93	28.39	16.20
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1674.90	1429.00	1399.90	1414.45	20.58	2050.00	2039.00	1930.00	1990.00	84.85	2111.10	2221.30	2718.40	2166.20	77.92	2039.90	2340.00	2449.00	2394.50	77.07
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1940.20	1720.90	2039.10	1900.07	162.85	2440.00	2187.00	2551.10	2392.70	186.60	2900.00	2641.10	3044.40	2861.83	204.34	2449.90	2730.60	2829.00	2669.83	196.72
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	31.63	31.49	22.30	31.56	0.10	22.61	9.90	9.90	9.90	0.00	16.79	8.44	40.79	12.62	5.91	20.28	0.10	4.24	10.19	8.76
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	310.40	269.30	293.23	21.37	777.70	541.20	666.00	603.60	88.25	1038.90	677.40	767.60	722.50	63.78	519.90	211.00	489.90	504.90	21.21
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	577.70	306.60	311.10	308.85	3.18	809.90	701.20	612.20	707.77	99.01	1039.00	949.90	779.50	922.80	131.86	513.80	938.60	641.10	577.45	90.01
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	39.21	70.85	4.35	55.03	22.38	34.18	16.17	1.42	25.17	12.73	43.81	31.47	7.89	25.85	8.72	1.76	85.90	26.98	38.21	35.26
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1199.90	848.60	961.10	904.85	79.55	1263.00	1124.10	1200.00	1195.70	69.55	1667.70	1239.90	1187.00	1213.45	37.41	966.60	984.00	1105.50	1018.70	75.67
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1360.00	1571.00	861.00	1264.00	364.61	1355.00	1344.00	1173.00	1290.67	102.05	1701.20	1210.00	1630.00	1513.73	265.44	1266.00	1129.50	1100.00	1165.17	88.56
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	22.17	22.67	27.46	24.10	2.38	14.16	-3.40	5.88	10.02	5.85	45.58	6.80	34.90	40.24	5.34	32.73	22.71	0.30	27.72	7.09

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 14 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	409.60	202.10	302.20	304.63	103.77	755.00	1006.70	600.00	677.50	109.60	1154.30	1055.50	1197.70	1176.00	30.69	463.40	200.00	305.60	384.50	111.58
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	482.90	400.00	499.10	460.67	53.16	940.00	1039.40	722.20	989.70	70.29	1483.00	1300.00	1203.30	1328.77	142.05	601.10	310.00	639.90	517.00	180.31
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	58.52	31.31	63.84	61.18	3.76	38.75	53.42	6.60	46.08	10.37	26.11	10.54	2.32	18.32	11.00	56.33	-19.38	66.42	61.38	7.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	909.90	700.00	834.10	814.67	106.29	1346.60	1297.00	1099.40	1321.80	35.07	1574.00	1377.20	1499.60	1483.60	99.37	977.40	897.00	1100.00	937.20	56.85
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1090.00	1050.00	900.30	1013.43	100.00	1511.10	1438.80	1325.00	1424.97	93.82	1822.00	1538.90	1799.30	1720.07	157.30	1201.10	1005.80	1008.80	1071.90	111.90
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	28.15	15.53	31.86	30.00	2.62	2.36	6.42	5.97	6.20	0.32	-6.91	13.24	17.96	15.60	3.34	11.08	13.76	17.37	14.07	2.58
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	450.00	446.50	400.00	432.17	27.91	33.20	244.50	166.00	147.90	106.81	903.40	912.60	1003.30	939.77	55.21	99.90	101.10	98.80	99.93	1.15
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	639.00	588.00	279.20	502.07	194.69	222.20	219.00	300.00	247.07	45.87	932.90	1141.10	1060.20	1044.73	104.96	159.00	78.80	250.00	162.60	85.66
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	47.86	36.06	-35.40	41.96	8.34	3.56	2.07	39.82	2.81	1.05	-0.73	21.42	12.82	17.12	6.09	60.04	79.97	151.64	70.01	14.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	785.60	654.30	856.80	765.57	102.73	551.20	437.40	196.80	494.30	80.47	1784.00	1755.00	1699.70	1746.23	42.83	555.40	355.90	497.00	469.43	102.57
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	820.80	1039.20	708.80	856.27	168.03	438.80	749.20	698.10	628.70	166.43	2103.30	2012.90	1714.00	1943.40	203.74	650.00	782.50	591.10	674.53	98.03
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	5.16	22.93	21.48	22.20	1.03	38.20	0.95	0.95	0.95	0.00	27.77	11.10	19.94	19.60	8.34	38.46	66.69	25.92	52.58	17.62
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1399.00	1291.10	1082.00	1345.05	76.30	833.30	952.30	1364.90	892.80	84.15	899.70	700.00	1389.50	799.85	141.21	411.10	209.00	416.40	413.75	3.75
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1392.00	1477.70	1221.10	1363.60	130.64	1057.10	1528.90	1438.80	1341.60	250.47	1411.00	1224.90	990.20	1208.70	210.87	450.00	673.00	478.80	533.93	121.29
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	3.49	9.86	-9.22	6.68	4.51	18.40	71.25	61.16	66.20	7.14	76.41	53.14	23.80	64.77	16.45	8.76	62.66	15.72	12.24	4.92
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1878.00	2078.90	2126.00	2102.45	33.30	1506.80	1301.20	1106.60	1203.90	137.60	1195.00	1699.90	1601.10	1650.50	69.86	1169.90	1077.40	953.00	1123.65	65.41
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	2400.00	2183.30	2302.80	2295.37	84.50	1570.30	1581.00	1600.00	1590.50	13.44	1621.20	1529.00	1696.60	1612.80	83.94	1344.70	1355.00	1393.00	1349.85	7.28
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	14.15	3.85	9.53	11.84	3.27	30.43	31.32	32.90	32.11	1.12	-1.78	-7.36	2.79	0.51	4.33	19.67	20.59	23.97	20.13	0.65

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 14 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายอีดีทีเอ ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1.40	1.50	1.50	1.47	0.05	1.10	1.20	1.00	1.10	0.08	0.70	0.70	0.60	0.67	0.05	0.20	0.40	0.30	0.30	0.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1.60	1.60	1.60	1.60	0.00	1.30	1.30	1.20	1.27	0.05	0.80	0.90	0.80	0.83	0.05	0.50	0.40	0.40	0.43	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	9.09	9.09	9.09	9.09	0.00	18.18	18.18	9.09	18.18	0.00	20.00	35.00	20.00	20.00	0.00	66.67	33.33	33.33	33.33	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.50	2.50	2.40	2.47	0.05	1.80	1.70	1.70	1.73	0.05	1.70	1.80	1.70	1.73	0.05	1.20	1.20	1.20	1.20	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	2.50	2.50	2.60	2.53	0.00	1.90	2.00	2.00	1.97	0.05	1.90	1.90	1.90	1.90	0.00	1.30	1.30	1.30	1.30	0.00
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	1.35	1.35	5.41	1.35	0.00	9.62	15.38	15.38	15.38	0.00	9.62	15.38	15.38	15.38	2.88	9.62	9.62	9.62	9.62	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	482.00	500.00	199.10	491.00	12.73	1102.20	1020.00	912.70	1011.63	95.03	1629.00	1520.00	1439.90	1529.63	94.92	1439.20	1033.10	1620.00	1529.60	127.84
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	799.20	700.30	598.80	699.43	100.20	1204.40	1000.00	1110.20	1104.87	102.30	1642.20	1531.10	1792.20	1655.17	131.03	1749.90	1304.40	1739.00	1744.45	7.71
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	62.77	42.63	21.96	52.70	14.24	19.05	-1.15	9.74	14.40	6.58	7.36	0.10	17.17	12.26	6.93	14.40	-14.72	13.69	14.05	0.50
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1674.90	1429.00	1399.90	1414.45	20.58	2050.00	2039.00	1930.00	2006.33	66.34	2111.10	2221.30	2718.40	2166.20	323.54	2039.90	2340.00	2449.00	2189.95	212.20
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1839.00	1729.90	1639.90	1736.27	99.70	2050.00	2100.20	2112.00	2087.40	32.92	2430.10	2922.00	2300.20	2550.77	16.06	2239.30	2438.40	2668.80	2553.60	162.92
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	30.02	22.30	15.94	22.75	5.76	2.18	4.68	5.27	4.04	1.34	12.18	34.89	6.19	23.54	15.14	2.25	11.35	21.87	16.61	7.44
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	310.40	269.30	305.20	7.35	777.70	541.20	666.00	603.60	88.25	1038.90	677.40	767.60	722.50	63.78	519.90	211.00	489.90	406.93	170.34
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	490.00	302.20	389.90	394.03	93.97	581.10	664.10	797.90	681.03	109.39	828.80	959.90	723.20	837.30	118.58	610.70	618.20	501.10	576.67	65.55
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	60.55	-0.98	27.75	44.15	23.19	-3.73	10.02	32.19	21.11	15.67	14.71	32.86	0.10	23.79	12.83	50.07	51.92	23.14	51.00	1.30
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1199.90	848.60	961.10	904.85	79.55	1263.00	1124.10	1200.00	1195.70	69.55	1667.70	1239.90	1187.00	1213.45	18.70	966.60	984.00	1105.50	975.30	75.67
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1377.10	1081.20	1229.15	1155.18	104.62	1348.80	1269.00	1170.90	9.47	89.11	1756.50	1403.00	1169.90	1443.13	295.35	1100.00	1112.70	1142.20	1118.30	21.65
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	52.19	19.49	35.84	44.02	11.56	12.80	6.13	-2.07	5.62	4.72	44.75	15.62	-3.59	30.19	20.60	12.79	14.09	17.11	14.66	2.22

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 14 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายอีดีทีเอ ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	409.60	202.10	302.20	304.63	103.77	755.00	1006.70	600.00	677.50	109.60	1154.30	1055.50	1197.70	1135.83	72.88	463.40	200.00	305.60	252.80	74.67
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	490.00	400.00	306.60	398.87	91.71	930.00	729.00	819.00	826.00	100.68	1177.90	1299.60	1257.70	1245.07	61.83	539.00	420.90	389.90	449.93	78.68
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	60.85	31.31	0.65	46.08	20.89	37.27	7.60	20.89	29.08	11.59	3.70	14.42	10.73	12.57	2.61	113.21	66.50	54.23	77.98	31.12
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	909.90	700.00	834.10	814.67	106.29	1346.60	1297.00	1099.40	1247.67	130.78	1574.00	1377.20	1499.60	1483.60	99.37	977.40	897.00	1100.00	991.47	102.23
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	920.00	929.80	1111.20	987.00	107.67	1440.00	1360.50	1284.00	1361.50	78.00	1331.40	1661.60	1778.80	15.95	232.00	1029.00	1020.00	963.60	1004.20	35.45
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	12.93	14.13	36.40	25.27	15.74	15.42	9.04	2.91	12.23	4.51	-10.26	12.00	19.90	7.21	5.59	3.79	2.88	-2.81	3.33	0.64
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	450.00	446.50	400.00	432.17	27.91	33.20	244.50	166.00	147.90	106.81	903.40	912.60	1003.30	908.00	6.51	99.90	101.10	98.80	99.93	1.15
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	638.90	500.00	422.80	520.57	109.51	218.00	387.70	201.00	268.90	103.23	1079.90	1138.80	769.70	996.13	198.30	111.20	120.10	119.90	117.07	5.08
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	47.84	15.70	-2.17	31.77	22.73	47.40	162.14	35.90	41.65	8.13	18.93	25.42	-15.23	22.18	4.59	16.54	25.87	25.66	22.69	5.33
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	785.60	654.30	856.80	765.57	102.73	551.20	437.40	196.80	395.13	180.94	1784.00	1755.00	1699.70	1746.23	42.83	555.40	355.90	497.00	469.43	102.57
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	939.00	810.00	771.00	840.00	87.93	501.10	322.80	472.20	432.03	95.70	1929.50	2017.70	1499.20	1815.47	277.42	642.40	323.00	575.70	513.70	168.48
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	22.65	5.80	0.71	14.23	11.91	26.82	-18.31	19.50	23.16	5.17	10.49	15.55	-14.15	13.02	3.57	36.85	-31.19	22.64	29.74	10.05
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1399.00	1291.10	1082.00	1257.37	161.17	833.30	952.30	1364.90	892.80	84.15	899.70	700.00	1389.50	799.85	141.21	411.10	209.00	416.40	310.05	142.91
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1258.80	1483.90	1500.00	1414.23	134.85	1209.90	1255.85	1301.80	1255.85	45.95	817.90	1202.20	1029.90	1016.67	192.49	418.80	376.80	409.00	401.53	21.97
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	0.11	18.02	19.30	18.66	0.91	35.52	40.66	45.81	40.66	5.15	2.26	50.30	28.76	39.53	15.23	35.07	21.53	31.91	33.49	2.24
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1878.00	2078.90	2126.00	2027.63	131.71	1506.80	1301.20	1106.60	1304.87	200.13	1195.00	1699.90	1601.10	1650.50	69.86	1169.90	1077.40	953.00	1066.77	108.84
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	2037.70	2228.90	2177.70	2148.10	98.98	1605.90	1204.40	1695.50	1501.93	261.54	1829.20	1837.00	1760.30	1808.83	42.21	1273.00	1085.50	1387.30	1248.60	152.37
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	0.50	9.93	7.40	8.66	1.79	23.07	-7.70	29.94	26.50	4.86	10.83	11.30	6.65	8.98	3.29	19.33	1.76	30.05	24.69	7.58

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 15 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																				
				ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด			
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	0.00	1.60	1.60	1.07	0.75	1.30	1.00	1.20	1.17	0.12	0.80	0.70	0.80	0.77	0.05	0.30	0.20	0.40	0.30	0.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1.40	1.50	1.50	1.47	0.05	1.50	1.40	1.50	1.47	0.05	1.00	0.90	1.00	0.97	0.05	0.70	0.60	0.70	0.67	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	31.25	40.63	40.63	40.63	0.00	28.57	20.00	28.57	14.29	0.00	30.43	17.39	30.43	30.43	0.00	133.33	100.00	133.33	133.33	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.00	2.20	2.20	2.13	0.09	1.90	1.90	2.00	1.93	0.05	1.90	1.90	1.90	1.90	0.00	1.00	0.90	1.00	0.97	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2.40	2.50	2.40	2.43	0.05	2.20	2.20	2.30	2.23	0.05	2.10	2.20	2.20	2.17	0.05	1.20	1.30	1.30	1.27	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	12.50	17.19	12.50	12.50	0.00	13.79	13.79	18.97	13.79	0.00	10.53	15.79	15.79	15.79	0.00	24.14	34.48	34.48	34.48	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	567.10	671.20	599.00	612.43	53.33	966.00	912.00	1029.90	969.30	59.02	1600.30	1752.30	1799.20	1717.27	103.98	1041.30	1274.00	1211.10	1175.47	120.37
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1052.20	884.10	1109.30	1015.20	117.07	1241.20	1299.80	1248.70	1263.23	31.89	1621.00	1917.50	1926.50	1821.67	173.84	1366.40	1449.90	1685.50	1500.60	165.48
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	71.81	44.36	81.13	62.74	26.00	28.05	34.10	28.82	27.03	0.55	-5.61	11.66	12.18	11.92	0.37	16.24	23.35	43.39	19.79	5.02
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1784.50	1677.60	1641.20	1701.10	74.48	2309.90	2602.20	2310.00	2407.37	168.73	2766.00	2711.20	2741.20	2739.47	27.44	2551.80	2399.00	2443.00	2464.60	78.66
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1940.00	1822.80	1938.90	1900.57	67.35	2699.90	2603.80	2507.60	2603.77	96.15	3022.20	2967.10	2717.70	2902.33	162.25	2991.00	2700.00	2618.80	2769.93	195.71
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	14.04	7.15	13.98	11.73	3.96	16.88	12.72	8.56	14.80	2.94	10.32	8.31	-0.79	9.32	1.42	21.36	9.55	6.26	7.90	2.33
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	290.60	261.10	373.30	308.33	58.16	500.00	592.20	539.90	544.03	46.24	694.10	630.00	621.10	648.40	39.83	500.00	512.10	594.40	535.50	51.37
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	455.50	351.90	266.90	358.10	94.45	688.80	694.10	721.80	701.57	17.72	836.80	787.90	1068.40	897.70	149.84	631.20	683.00	741.30	685.17	55.08
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	47.73	14.13	-13.44	30.93	23.76	26.61	27.58	32.68	27.10	0.69	29.06	21.51	64.77	38.45	23.11	17.87	27.54	38.43	32.99	7.70
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1241.90	1194.70	1022.20	1152.93	115.65	1349.00	1361.90	1400.00	1370.30	26.52	1605.50	1239.70	1720.00	1662.75	80.96	1055.50	1029.90	1020.90	1035.43	17.95
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1544.40	1351.90	1133.10	1343.13	205.79	1521.20	1597.50	1507.70	1542.13	48.42	1700.00	1511.10	1939.90	1717.00	214.90	1300.00	1561.30	1177.70	1346.33	195.95
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	33.95	17.26	-1.72	25.61	11.81	11.01	16.58	10.03	11.41	0.70	12.46	10.02	9.75	10.74	1.49	12.45	12.89	12.57	12.64	0.23

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 15 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	400.00	427.70	485.10	437.60	43.41	953.00	944.80	841.30	913.03	62.26	1253.10	1241.10	1294.40	1262.87	27.96	288.80	294.70	361.00	314.83	40.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	533.30	712.00	287.00	622.65	126.36	1133.30	1048.80	906.10	1029.40	114.84	1503.30	1441.10	1450.00	1464.80	33.64	438.80	655.50	430.70	508.33	127.51
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	21.87	62.71	-34.41	42.29	28.88	24.12	14.87	-0.76	19.50	6.54	19.04	14.11	14.82	14.47	0.50	39.38	108.21	36.80	19.94	1.82
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	915.20	938.80	941.80	931.93	11.90	1439.00	1471.10	1461.90	1457.33	13.50	1600.00	1700.20	1620.00	1640.07	43.30	1351.00	1322.20	1360.00	1344.40	16.12
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1156.70	1119.90	1136.60	1137.73	15.04	1528.80	1539.90	1551.90	1540.20	9.43	1844.40	1804.40	1800.00	1816.27	19.97	1511.80	1517.70	1513.40	1514.30	2.49
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	24.12	20.17	21.96	22.08	1.61	4.90	5.67	6.49	5.69	0.65	12.46	10.02	9.75	10.74	1.22	12.45	12.89	12.57	12.64	0.19
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	539.00	533.30	571.10	547.80	16.64	194.70	185.60	96.10	158.80	44.49	1053.30	1041.90	988.80	1028.00	28.11	155.50	133.30	120.00	136.27	14.64
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	743.90	628.80	588.80	653.83	65.75	211.20	259.00	398.70	289.63	79.55	1253.00	1233.00	1144.80	1210.27	47.01	205.50	313.00	198.50	239.00	52.40
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	35.80	14.79	7.48	25.29	14.86	33.00	63.10	151.07	48.05	21.28	21.89	19.94	11.36	20.91	1.38	50.81	129.70	45.67	26.09	3.63
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	863.30	900.00	927.70	897.00	32.30	351.20	274.40	388.80	338.13	58.31	1549.00	1653.30	1730.00	1644.10	90.85	264.00	473.30	390.40	375.90	105.40
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	910.00	912.00	942.20	921.40	18.04	644.10	820.00	542.00	668.70	140.62	1973.00	1833.30	1920.20	1908.83	70.54	541.10	651.80	720.00	637.63	73.72
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	1.45	1.67	5.04	1.56	0.16	90.49	142.51	60.29	97.76	41.59	20.00	11.51	16.79	16.10	4.29	43.95	73.40	58.67	24.12	10.41
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1085.70	1453.30	940.00	1159.67	264.52	284.40	495.50	360.00	379.97	106.96	852.20	630.00	941.10	807.77	160.24	644.90	555.60	435.90	545.47	104.87
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1377.70	1368.00	1319.90	1355.20	30.95	902.02	762.72	565.23	663.98	139.65	1561.20	1300.30	949.90	1270.47	306.74	600.00	703.10	504.40	602.50	99.37
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	36.02	35.06	30.32	33.80	3.06	137.39	100.73	48.76	119.06	25.92	93.27	60.97	17.60	57.28	37.97	37.65	61.30	58.67	37.81	18.61
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2373.30	1990.00	1884.00	1937.00	74.95	1300.00	1710.00	1831.20	1613.73	278.38	1600.00	1644.40	1620.00	1621.47	22.24	1254.40	1264.10	1233.10	1250.53	15.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2412.10	2341.20	2400.00	2384.43	37.93	1741.30	1888.80	1797.70	1809.27	74.43	1677.40	1749.50	1751.90	1726.27	42.34	1410.00	1444.10	1452.00	1435.37	22.32
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	24.53	20.87	23.90	23.10	1.96	-1.65	6.68	1.53	4.10	3.64	3.45	7.90	8.04	7.97	0.10	12.75	15.48	16.11	15.79	0.45

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 15 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	0.00	1.60	1.60	1.07	0.75	1.30	1.00	1.20	1.17	0.12	0.80	0.70	0.80	0.77	0.05	0.30	0.20	0.40	0.30	0.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1.40	1.30	1.40	1.37	0.05	1.50	1.40	1.40	1.43	0.05	1.60	1.60	0.00	1.07	0.75	0.80	0.60	0.50	0.63	0.12
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	31.25	21.88	31.25	31.25	0.00	28.57	20.00	20.00	20.00	0.00	108.70	108.70	-100.00	39.13	0.00	166.67	100.00	66.67	83.33	23.57
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.00	2.20	2.20	2.13	0.09	1.90	1.90	2.00	1.93	0.05	1.90	1.90	1.90	1.90	0.00	1.00	0.90	1.00	0.97	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2.50	2.70	2.70	2.63	0.09	2.30	2.30	2.20	2.27	0.05	2.10	2.20	2.10	2.13	0.05	1.30	1.40	1.40	1.37	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	17.19	26.56	26.56	26.56	0.00	18.97	18.97	13.79	17.24	0.00	10.53	15.79	10.53	10.53	0.00	34.48	44.83	44.83	44.83	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	567.10	671.20	599.00	612.43	53.33	966.00	912.00	1029.90	969.30	59.02	1600.30	1752.30	1799.20	1717.27	103.98	1041.30	1274.00	1211.10	1175.47	120.37
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1167.30	900.00	1040.00	1103.65	90.01	1200.00	1339.00	1311.10	1283.37	73.53	1740.00	2010.00	1920.00	1890.00	137.48	1463.90	1651.90	1161.10	1425.63	247.63
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	90.60	46.95	69.81	80.21	14.70	23.80	38.14	35.26	36.70	2.04	1.32	17.05	11.81	14.43	3.71	24.54	40.53	-1.22	21.28	11.31
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1784.50	1677.60	1641.20	1701.10	74.48	2309.90	2602.20	2310.00	2309.95	0.07	2766.00	2711.20	2741.20	2739.47	27.44	2551.80	2399.00	2443.00	2464.60	78.66
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2041.00	2053.30	2121.00	2071.77	43.08	2541.20	2393.50	2870.90	2601.87	104.44	3055.50	3142.30	2967.00	3054.93	87.65	2722.20	2784.00	2829.00	2778.40	53.62
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	19.98	20.70	24.68	21.79	2.53	10.01	3.62	24.28	17.15	10.09	11.54	14.70	8.31	11.52	2.24	10.45	12.96	14.79	12.73	2.18
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	290.60	261.10	373.30	308.33	58.16	500.00	592.20	539.90	544.03	46.24	694.10	630.00	621.10	648.40	39.83	500.00	512.10	594.40	535.50	51.37
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	354.70	478.20	587.20	473.37	116.33	809.00	800.00	744.40	784.47	34.99	907.50	719.80	813.60	813.63	93.85	741.20	540.00	851.20	796.20	77.78
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	15.04	55.09	90.44	72.77	25.00	48.70	47.05	36.83	44.19	1.17	39.96	11.01	25.48	32.72	10.24	38.41	0.84	58.95	48.68	14.53
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1241.90	1194.70	1022.20	1152.93	115.65	1349.00	1361.90	1400.00	1370.30	26.52	1605.50	1239.70	1720.00	1662.75	80.96	1055.50	1029.90	1020.90	1035.43	17.95
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1504.40	1219.90	1532.00	1518.20	19.52	1621.10	1619.90	1628.80	1623.27	4.83	1836.60	1529.50	1860.00	1848.30	16.55	1330.00	1339.50	1400.00	1356.50	37.97
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	30.48	5.81	32.88	31.68	1.69	18.30	18.21	18.86	18.46	0.35	10.46	-8.01	11.86	11.16	1.00	28.45	29.37	35.21	31.01	0.65

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 15 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า :																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	400.00	427.70	485.10	437.60	43.41	953.00	944.80	841.30	913.03	62.26	1253.10	1241.10	1294.40	1262.87	27.96	288.80	294.70	361.00	314.83	40.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	641.10	634.10	600.00	625.07	21.99	1039.90	841.00	1267.70	1153.80	161.08	1542.20	1430.00	1341.80	1438.00	100.44	531.20	789.40	350.00	556.87	220.82
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	46.50	44.90	37.11	42.84	1.13	13.90	-7.89	38.84	26.37	17.64	22.12	13.23	17.68	15.46	3.14	68.72	150.74	11.17	76.88	57.99
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	915.20	938.80	941.80	931.93	11.90	1439.00	1471.10	1461.90	1457.33	13.50	1600.00	1700.20	1620.00	1640.07	43.30	1351.00	1322.20	1360.00	1344.40	16.12
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1153.30	1174.60	1141.20	1156.37	13.81	1688.80	1642.30	1503.30	1611.47	78.81	1956.70	1800.00	1805.50	1854.07	72.61	1542.20	1539.00	1430.00	1503.73	52.15
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	23.75	26.04	22.46	24.08	1.81	15.88	12.69	3.15	10.58	2.26	19.31	9.75	10.09	14.70	6.52	14.71	14.47	6.37	11.85	0.17
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	539.00	533.30	571.10	547.80	20.38	194.70	185.60	96.10	158.80	54.49	1053.30	1041.90	988.80	1028.00	8.06	155.50	133.30	120.00	136.27	17.93
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	500.00	612.30	719.70	610.67	109.86	256.60	251.30	283.30	263.73	17.15	1433.30	1359.90	1123.00	1305.40	162.17	200.00	211.70	230.00	213.90	15.12
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	-8.73	11.77	31.38	21.58	13.86	61.59	58.25	78.40	66.08	8.82	39.43	32.29	9.24	26.98	5.05	46.77	55.36	68.79	56.97	11.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	863.30	900.00	927.70	897.00	32.30	351.20	274.40	388.80	338.13	58.31	1549.00	1653.30	1730.00	1644.10	90.85	264.00	473.30	390.40	375.90	105.40
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1010.00	1037.70	1042.20	1029.97	17.44	454.40	638.90	721.00	679.95	58.05	1855.50	2063.30	1751.20	1890.00	158.88	696.60	457.30	522.20	558.70	123.76
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	12.60	15.69	16.19	14.82	1.94	34.38	88.95	113.23	78.85	38.58	12.86	25.50	6.51	14.96	8.94	85.32	21.65	38.92	30.29	12.21
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1085.70	1453.30	940.00	1159.67	259.93	984.40	1195.50	1060.00	1079.97	106.96	1252.20	1030.00	941.10	1074.43	157.12	644.90	555.60	435.90	545.47	104.87
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1290.90	1484.60	1321.80	1365.77	104.07	1213.30	1260.00	1238.80	1237.37	23.38	1460.10	1040.10	1348.80	1283.00	217.59	811.10	610.00	442.10	621.07	142.20
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	11.32	28.02	13.98	12.65	1.88	12.35	16.67	14.71	14.57	2.17	35.89	-3.20	25.54	30.72	7.32	48.70	11.83	30.26	39.48	13.03
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2373.30	1990.00	1884.00	1937.00	74.95	1300.00	1710.00	1831.20	1613.73	278.38	1600.00	1644.40	1620.00	1621.47	22.24	1254.40	1264.10	1233.10	1250.53	15.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2533.30	2095.70	2312.10	2313.70	218.80	1880.00	2213.30	1821.70	1971.67	211.28	1709.90	1530.00	1923.30	1721.07	196.89	1477.70	1679.40	1290.60	1482.57	194.45
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	30.78	8.19	19.36	25.07	8.07	16.50	37.15	12.89	14.69	2.55	5.45	-5.64	18.61	12.03	9.31	18.17	34.29	3.20	18.55	11.41

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 15 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายโซเดียมอีดีทีเอ ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	0.00	1.60	1.60	1.07	0.75	1.30	1.00	1.20	1.17	0.12	0.80	0.70	0.80	0.77	0.05	0.30	0.20	0.40	0.30	0.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1.20	1.10	1.20	1.17	0.05	1.30	1.30	1.40	1.33	0.05	1.00	0.90	0.90	0.93	0.05	0.40	0.40	0.50	0.43	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	12.50	3.12	12.50	12.50	4.69	11.43	11.43	20.00	11.43	4.29	30.43	17.39	17.39	17.39	6.52	33.33	33.33	66.67	33.33	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.00	2.20	2.20	2.13	0.09	1.90	1.90	2.00	1.93	0.05	1.90	1.90	1.90	1.90	0.00	1.00	0.90	1.00	0.97	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2.20	2.30	2.30	2.27	0.05	2.00	2.10	2.00	2.03	0.05	2.00	2.10	2.00	2.03	0.05	1.30	1.20	1.20	1.23	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	3.13	7.81	7.81	7.81	0.00	3.45	8.62	3.45	3.45	0.00	5.26	10.53	5.26	5.26	0.00	34.48	24.14	24.14	24.14	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	567.10	671.20	599.00	612.43	43.55	966.00	912.00	1029.90	969.30	48.19	1600.30	1752.30	1799.20	1717.27	84.90	1041.30	1274.00	1211.10	1175.47	98.28
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	700.00	742.20	680.00	707.40	25.93	1066.60	1275.50	1230.00	1190.70	89.70	1890.50	1858.30	1724.90	1824.57	71.69	1277.70	1263.10	1289.90	1276.90	10.96
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	14.30	21.19	11.03	12.67	4.47	10.04	31.59	26.90	29.24	9.79	10.09	8.21	0.44	9.15	1.33	8.70	7.46	9.74	8.63	0.93
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1784.50	1677.60	1641.20	1701.10	74.48	2309.90	2602.20	2310.00	2309.95	0.07	2766.00	2711.20	2741.20	2739.47	27.44	2551.80	2399.00	2443.00	2464.60	78.66
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1899.90	1904.40	1852.20	1885.50	28.93	2563.20	2533.30	2600.00	2565.50	33.41	3002.00	2901.30	2903.40	2935.57	46.98	2650.00	2620.00	2740.00	2670.00	62.45
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	11.69	11.95	8.88	11.82	1.47	10.96	9.67	12.56	11.06	1.18	9.58	5.91	5.98	5.95	1.82	7.52	6.31	11.17	8.33	2.53
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	290.60	261.10	373.30	275.85	50.19	500.00	592.20	539.90	544.03	37.75	694.10	630.00	621.10	648.40	32.52	500.00	512.10	594.40	535.50	41.94
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	321.90	300.00	311.10	311.00	8.94	636.50	644.10	609.70	630.10	14.75	722.20	790.00	731.70	747.97	29.97	584.80	734.00	611.10	643.30	65.03
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	16.69	8.75	12.78	14.74	3.39	17.00	18.39	12.07	17.69	2.87	11.38	21.84	12.85	12.11	1.04	9.21	37.07	14.12	11.66	3.47
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1241.90	1194.70	1022.20	1152.93	115.65	1349.00	1361.90	1400.00	1370.30	26.52	1605.50	1239.70	1720.00	1662.75	80.96	1055.50	1029.90	1020.90	1035.43	17.95
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1100.00	1229.00	1340.00	1223.00	120.11	1385.50	1488.80	1400.00	1424.77	55.93	1820.30	1639.50	1890.00	1783.27	129.29	1152.20	1163.80	1180.00	1165.33	13.96
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	-4.59	6.60	16.23	11.41	6.81	1.11	8.65	2.17	1.64	0.75	9.48	-1.40	13.67	11.57	2.96	11.28	12.40	13.96	12.55	1.35

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 15 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายโซเดียมอีดีทีเอ ดินนครราชสีมา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	400.00	427.70	485.10	437.60	35.44	953.00	944.80	841.30	913.03	50.83	1253.10	1241.10	1294.40	1262.87	22.83	288.80	294.70	361.00	314.83	32.73
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	541.20	563.30	561.10	555.20	9.94	867.30	1005.50	1084.40	985.73	89.73	1333.30	1380.00	1438.00	1383.77	42.83	388.80	341.90	358.80	363.17	19.39
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	23.67	28.72	28.22	28.47	0.36	-5.01	10.13	18.77	14.45	6.11	5.58	9.28	13.87	11.57	3.54	23.49	8.60	13.97	18.73	6.74
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	915.20	938.80	941.80	931.93	14.57	1439.00	1471.10	1461.90	1457.33	16.53	1600.00	1700.20	1620.00	1640.07	53.03	1351.00	1322.20	1360.00	1344.40	19.75
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1000.00	1139.90	1022.10	1054.00	75.21	1400.00	1600.60	1500.00	1500.20	100.30	1511.10	1839.00	1755.50	1701.87	170.40	1431.20	1544.00	1520.00	1498.40	59.42
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	7.30	22.32	9.68	8.49	6.98	-3.93	9.83	2.93	6.38	4.88	-7.86	12.13	7.04	9.58	3.60	6.46	14.85	13.06	13.95	1.26
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	539.00	533.30	571.10	547.80	16.64	194.70	185.60	96.10	158.80	44.49	1053.30	1041.90	988.80	1028.00	28.11	155.50	133.30	120.00	136.27	14.64
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	477.70	671.10	683.20	610.67	94.15	263.90	181.20	273.30	239.47	41.38	1233.30	1255.00	1167.30	1218.53	37.29	119.00	219.90	259.70	199.53	59.22
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	7.83	5.31	11.69	6.57	1.78	83.56	30.45	49.43	39.94	13.42	19.97	22.08	13.55	17.82	3.65	30.99	1.86	15.64	23.32	10.85
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	863.30	900.00	927.70	897.00	26.38	351.20	274.40	388.80	338.13	47.61	1549.00	1653.30	1730.00	1644.10	74.18	264.00	473.30	390.40	375.90	86.06
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1031.10	1130.10	1003.00	1054.73	54.51	551.90	520.00	529.90	533.93	13.33	1769.00	1700.00	1737.70	1735.57	28.21	341.20	500.00	426.60	422.60	64.89
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	14.95	25.99	11.82	13.38	6.43	63.22	53.79	56.71	55.25	2.07	7.60	3.40	5.69	6.64	1.80	-9.23	33.01	13.49	23.25	13.81
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1085.70	1453.30	940.00	1159.67	264.52	984.40	1195.50	1060.00	1079.97	106.96	1252.20	1030.00	941.10	1096.65	131.31	430.00	442.20	400.00	424.07	21.72
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1350.00	1272.10	1141.10	1254.40	105.57	1188.80	1139.00	1109.90	1145.90	39.90	900.00	1237.50	1229.40	1122.30	192.56	644.90	555.60	435.90	545.47	21.72
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	33.29	25.60	12.66	29.44	5.44	10.08	5.47	2.77	4.12	1.91	-17.93	12.84	12.11	12.47	0.52	61.23	38.90	8.97	35.10	21.42
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2373.30	1990.00	1884.00	2082.43	257.41	1300.00	1710.00	1831.20	1613.73	278.38	1600.00	1644.40	1620.00	1621.47	22.24	1254.40	1264.10	1233.10	1250.53	15.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2434.50	1889.90	2409.90	2244.77	307.57	1788.90	1741.90	1770.00	1766.93	23.65	1694.50	1700.00	1682.20	1692.23	9.11	1378.00	1481.20	1251.10	1370.10	115.25
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	15.73	-9.25	16.91	16.32	12.79	1.03	1.20	-0.03	1.12	0.12	4.50	4.84	3.75	4.36	0.56	10.19	18.45	0.05	9.25	7.53

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 16 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปรพิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.20	2.30	2.00	2.17	0.12	1.60	1.50	1.50	1.53	0.05	1.30	1.30	1.20	1.27	0.05	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2.80	2.70	2.80	2.77	0.05	2.20	2.00	2.30	2.17	0.12	1.70	1.80	1.70	1.73	0.05	1.20	1.10	1.20	1.17	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	29.23	24.62	29.23	29.23	0.00	43.48	30.43	50.00	46.74	4.61	34.21	42.11	34.21	34.21	0.00	50.00	37.50	50.00	50.00	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	3.00	3.30	3.00	3.10	0.14	2.50	2.30	2.30	2.37	0.09	2.20	2.10	1.80	2.03	0.17	1.60	1.50	1.50	1.53	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	3.40	3.50	3.50	3.47	0.05	2.80	3.00	3.00	2.93	0.09	2.50	2.60	2.50	2.53	0.05	1.80	1.90	1.80	1.83	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	9.68	12.90	12.90	12.90	0.00	18.31	26.76	26.76	26.76	0.00	22.95	27.87	22.95	22.95	0.00	17.39	23.91	17.39	17.39	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	336.50	737.00	536.00	436.25	99.75	642.00	743.00	843.00	742.67	82.06	1076.00	1369.00	1245.00	1307.00	62.00	872.80	1070.00	1273.20	1171.60	101.60
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	672.40	997.70	883.30	940.50	57.20	992.20	1263.00	1052.00	1157.50	105.50	1229.10	1630.10	1740.10	1685.10	55.00	1326.30	1477.70	1390.00	1398.00	62.07
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	54.13	128.70	102.48	115.59	18.54	33.60	70.06	41.65	37.63	5.69	-5.96	24.72	33.14	28.93	5.95	13.20	26.13	18.64	15.92	3.84
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1218.30	938.40	1063.10	1140.70	77.60	1488.50	1367.70	1512.90	1456.37	63.48	2009.90	2004.20	2307.70	2007.05	2.85	2413.30	2761.20	2675.50	2718.35	42.85
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1518.90	1457.20	1646.20	1540.77	78.69	2092.30	2362.40	1754.90	2227.35	135.05	3190.00	2850.00	3085.80	3137.90	52.10	2621.40	2776.30	2862.60	2753.43	99.79
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	33.16	27.75	44.31	38.73	7.89	43.67	62.21	20.50	52.94	13.11	58.94	42.00	53.75	51.56	3.67	-3.57	2.13	5.31	3.72	1.59
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	162.80	228.80	43.00	144.87	76.91	389.50	592.00	472.30	484.60	83.13	661.00	895.70	673.80	667.40	114.27	399.40	551.00	415.00	455.13	68.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	420.10	633.80	549.60	534.50	87.89	767.00	569.90	678.10	671.67	80.59	1156.10	726.30	940.00	833.15	106.85	513.30	602.70	411.20	509.07	78.24
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	189.99	337.51	279.38	308.44	41.10	58.27	17.60	39.93	49.10	12.97	73.22	8.83	40.85	57.03	22.90	12.78	32.42	-9.65	22.60	9.82
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1090.00	1250.20	781.00	1170.10	80.10	1048.20	1394.20	1294.30	1344.25	49.95	1867.20	1784.60	1583.80	1825.90	41.30	1318.30	1441.60	1210.90	1323.60	94.26
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1587.20	1335.10	1178.30	1256.70	78.40	1799.00	1297.10	1388.30	1494.80	218.30	2206.90	1910.70	2204.50	2205.70	1.20	1499.00	1699.50	1597.00	1598.50	81.86
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	35.65	14.10	0.70	24.87	15.23	33.83	-3.51	3.28	49.10	12.97	20.87	4.64	20.73	20.80	0.09	13.25	28.40	20.66	16.95	5.24

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 16 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	109.70	311.00	222.90	266.95	44.05	385.10	590.40	477.40	484.30	83.96	588.00	794.20	656.00	679.40	85.79	271.40	421.00	310.00	334.13	63.41
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	547.60	332.10	420.20	433.30	88.46	1084.60	759.00	697.40	728.20	30.80	1027.40	1314.00	1327.50	1320.75	6.75	450.30	618.60	490.00	519.63	71.83
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	105.13	24.41	57.41	40.91	23.34	123.95	56.72	44.00	50.36	8.99	51.22	93.41	95.39	94.40	1.41	34.77	85.14	46.65	40.71	8.40
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1499.80	1183.90	1090.00	1136.95	46.95	1710.50	1529.00	1630.00	1623.17	74.25	2074.00	2459.30	2173.90	2123.95	49.95	1402.20	1501.70	1307.50	1403.80	79.29
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1533.60	1379.20	1435.80	1449.53	63.78	1888.70	1855.20	1944.20	1896.03	36.70	2324.00	2153.00	2276.00	2251.00	72.01	1632.20	1771.70	1575.00	1659.63	82.61
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	34.89	21.31	26.29	23.80	3.52	16.36	14.30	19.78	18.07	1.21	9.42	1.37	7.16	8.29	3.58	16.27	26.21	12.20	14.23	2.88
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	401.10	395.20	402.00	399.43	3.02	368.40	155.00	246.90	307.65	60.75	984.70	1199.30	1064.90	1082.97	88.54	107.60	109.00	107.40	108.00	0.71
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	923.20	711.40	812.60	815.73	86.50	344.90	460.10	555.20	453.40	85.99	1398.30	1570.80	1487.50	1485.53	70.44	118.40	211.20	310.70	260.95	49.75
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	131.13	78.10	103.44	117.28	19.58	12.11	49.55	80.46	65.01	21.86	29.12	45.05	37.35	41.20	5.44	9.63	95.56	187.69	141.62	65.15
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	983.90	1077.20	1139.50	1066.87	63.94	584.60	777.30	681.00	680.97	78.67	1793.70	1649.30	1748.20	1730.40	60.28	200.10	414.20	321.00	311.77	87.65
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1309.80	1238.00	1407.20	1318.33	69.34	791.70	988.00	808.50	862.73	88.84	2095.10	2197.30	1899.60	2064.00	123.51	311.30	690.00	530.00	610.00	80.00
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	22.77	16.04	31.90	27.34	6.46	16.26	45.09	18.73	17.49	1.74	21.08	26.98	9.78	24.03	4.18	-0.15	121.32	70.00	95.66	36.29
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	544.80	687.20	796.30	741.75	54.55	452.30	258.70	254.90	321.97	92.17	395.00	183.30	297.00	291.77	86.51	297.10	94.90	198.50	247.80	49.30
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	798.80	887.40	1001.10	843.10	44.30	376.00	566.50	468.00	470.17	77.79	377.00	476.50	580.10	477.87	82.92	369.00	203.00	289.00	287.00	67.78
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	7.69	19.64	34.96	13.66	8.45	16.78	75.95	45.36	60.65	21.63	29.21	63.32	98.82	81.07	25.11	48.91	-18.08	16.63	32.77	22.83
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1548.20	1622.00	1759.20	1643.13	87.43	1382.00	1279.20	1493.00	1384.73	87.30	1012.00	1149.30	939.20	1033.50	87.11	237.20	148.20	394.20	315.70	78.50
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1914.10	2172.70	2033.60	2103.15	69.55	1665.10	1572.80	1790.10	1676.00	89.05	1189.20	1398.80	1276.00	1288.00	85.99	230.10	349.60	474.80	412.20	62.60
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	16.49	32.23	23.76	28.00	5.99	20.25	13.58	29.27	24.76	6.38	15.07	35.35	23.46	29.40	8.66	10.74	50.40	50.40	50.40	0.00

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 16 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.20	2.30	2.00	2.17	0.12	1.60	1.50	1.50	1.53	0.05	1.30	1.30	1.20	1.27	0.05	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	2.90	2.90	2.80	2.87	0.05	2.10	2.20	2.10	2.13	0.05	1.80	2.00	2.00	1.93	0.09	1.50	1.40	1.40	1.43	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	33.85	33.85	29.23	33.85	0.00	36.96	43.48	36.96	36.96	0.00	42.11	57.89	57.89	57.89	0.00	87.50	75.00	75.00	75.00	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	3.00	3.30	3.00	3.10	0.14	2.50	2.30	2.30	2.37	0.09	2.20	2.10	1.80	2.03	0.17	1.60	1.50	1.50	1.53	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	3.60	3.70	3.70	3.67	0.05	3.30	3.20	3.30	3.27	0.05	2.80	2.80	3.00	2.87	0.09	2.00	2.20	2.00	2.07	0.09
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	16.13	19.35	19.35	19.35	0.00	39.44	35.21	39.44	39.44	0.00	37.70	37.70	47.54	37.70	0.00	30.43	43.48	30.43	30 43	6.52
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	336.50	737.00	536.00	436.25	99.75	642.00	743.00	843.00	742.67	82.06	1076.00	1369.00	1245.00	1307.00	62.00	872.80	1070.00	1273.20	636.60	325.16
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	894.70	643.90	738.20	691.05	47.15	1219.70	1470.00	1348.30	1409.15	60.85	1973.20	1785.10	1824.10	1860.80	81.06	1628.60	1610.00	1522.00	1586.87	46.49
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	105.09	47.60	69.21	87.15	25.37	64.23	97.94	81.55	89.74	11.59	50.97	36.58	39.56	38.07	2.11	39.01	37.42	29.91	35.44	3.97
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1218.30	938.40	1063.10	1140.70	77.60	1488.50	1367.70	1512.90	1456.37	63.48	2009.90	2004.20	2307.70	2007.05	2.85	2413.30	2761.20	2675.50	2718.35	42.85
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1301.10	1205.60	1407.70	1304.80	82.55	2436.70	2333.00	2234.70	2334.80	82.48	3131.30	3096.30	2992.60	3073.40	58.89	2719.00	2903.00	2806.60	2809.53	75.15
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	14.06	5.69	23.41	18.73	6.61	67.31	60.19	53.44	60.32	5.66	56.02	54.27	49.10	55.14	1.23	0.02	6.79	3.25	5.02	2.51
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	162.80	228.80	43.00	144.87	76.91	389.50	592.00	472.30	484.60	83.13	661.00	895.70	673.80	667.40	6.40	399.40	551.00	415.00	455.13	68.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	499.00	384.50	598.00	493.83	87.24	677.00	789.00	878.40	781.47	82.39	816.10	965.60	755.00	845.57	88.47	518.80	720.00	621.00	619.93	82.14
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	244.45	165.42	312.79	278.62	48.32	39.70	62.81	81.26	72.04	13.04	22.28	44.68	13.13	33.48	15.84	13.99	58.20	36.44	47.32	15.38
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1090.00	1250.20	781.00	1170.10	80.10	1348.20	1094.20	1094.30	1094.25	0.05	1867.20	1784.60	1583.80	1825.90	41.30	1318.30	1441.60	1210.90	1323.60	94.26
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1230.00	1350.50	1110.00	1230.17	98.18	1255.00	1341.70	1431.20	1342.63	71.94	2115.50	2012.20	1910.00	2012.57	83.90	1544.60	1333.70	1422.00	1433.43	86.48
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	5.12	15.42	-5.14	10.27	7.28	14.69	22.61	30.79	72.04	13.04	15.86	10.20	4.61	13.03	4.00	16.70	0.76	7.43	12.07	6.55

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 16 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	0.00	311.00	222.90	266.95	44.05	385.10	590.40	477.40	484.30	83.96	588.00	794.20	656.00	679.40	85.79	271.40	421.00	310.00	334.13	63.41
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	606.78	511.00	411.20	558.89	47.89	1005.10	804.90	914.80	908.27	81.86	1412.80	1210.00	1319.50	1314.10	82.88	764.90	590.00	694.70	683.20	71.86
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	127.30	91.42	54.04	109.36	25.37	107.54	66.20	88.89	77.54	16.05	107.95	78.10	94.22	86.16	11.40	128.92	76.58	107.91	118.42	14.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1499.80	1183.90	1090.00	1136.95	46.95	1710.50	1529.00	1630.00	1623.17	74.25	2074.00	2459.30	2173.90	2123.95	49.95	1402.20	1501.70	1307.50	1403.80	79.29
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1432.10	1212.00	1313.30	1319.13	89.95	1728.00	1631.20	1840.20	1733.13	85.40	2100.00	2544.50	2300.00	2422.25	122.25	1348.20	1639.40	1533.00	1586.20	53.20
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	25.96	6.60	15.51	11.06	6.30	6.46	0.49	13.37	9.91	4.89	-1.13	19.80	8.29	14.04	8.14	-3.96	16.78	9.20	12.99	5.36
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	401.10	395.20	402.00	399.43	3.02	368.40	155.00	246.90	307.65	60.75	984.70	1199.30	1064.90	1082.97	88.54	107.60	109.00	107.40	108.00	0.71
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	510.00	715.40	621.80	615.73	83.96	502.00	482.70	300.10	428.27	90.97	1346.30	1433.60	1270.10	1350.00	66.80	310.00	411.00	212.00	311.50	57.88
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	27.68	79.10	55.67	67.39	16.57	63.17	56.90	-2.45	3.46	1.56	24.32	32.38	17.28	28.35	5.70	187.04	280.56	96.30	233.80	66.13
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	983.90	1077.20	1139.50	1066.87	63.94	584.60	777.30	681.00	680.97	78.67	1793.70	1649.30	1748.20	1730.40	60.28	200.10	414.20	321.00	311.77	87.65
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1377.00	1278.00	1478.50	1377.83	81.86	712.00	697.00	889.60	766.20	87.47	1909.40	1810.10	2000.00	1906.50	77.55	444.60	600.10	500.00	514.90	64.35
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	29.07	19.79	38.58	33.83	6.73	4.56	2.35	30.64	3.46	1.56	10.34	4.61	15.58	12.96	3.70	42.61	92.48	60.38	76.43	22.70
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	544.80	687.20	796.30	676.10	126.12	452.30	258.70	254.90	321.97	112.89	395.00	183.30	297.00	291.77	105.95	297.10	194.90	198.50	230.17	57.99
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	798.80	887.40	1001.10	895.77	101.41	376.00	566.50	468.00	470.17	95.27	377.00	476.50	580.10	477.87	101.56	369.00	403.00	389.00	387.00	17.09
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	7.99	-4.28	23.11	15.55	5.35	63.15	95.73	30.45	46.80	23.13	52.38	13.14	-11.98	32.76	27.75	60.32	75.09	69.01	68.14	6.06
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1548.20	1622.00	1759.20	1643.13	87.43	1382.00	1279.20	1493.00	1384.73	87.30	1012.00	1149.30	939.20	1033.50	87.11	237.20	148.20	394.20	315.70	78.50
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1805.00	1905.60	2004.20	1904.93	81.32	1615.10	1522.00	1422.10	1519.73	78.81	1200.10	1198.80	1010.00	1136.30	89.31	548.20	501.00	496.00	522.10	26.10
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	9.85	15.97	21.97	18.97	4.24	16.64	9.91	2.70	13.27	4.75	16.12	15.99	-2.27	16.06	0.09	73.65	58.69	57.11	63.15	7.45

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 16 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายโซเดียมอีดีทีเอ ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.20	2.30	2.00	2.17	0.12	1.60	1.50	1.50	1.53	0.05	1.30	1.30	1.20	1.27	0.05	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	2.50	2.40	2.40	2.43	0.05	2.00	1.80	1.80	1.87	0.09	1.50	1.60	1.60	1.57	0.05	1.00	0.90	0.90	0.93	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	15.38	10.77	10.77	10.77	0.00	30.43	17.39	17.39	17.39	0.00	18.42	26.32	26.32	26.32	0.00	25.00	12.50	12.50	12.50	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	3.00	3.30	3.00	3.10	0.14	2.50	2.30	2.30	2.37	0.09	2.20	2.10	1.80	2.03	0.17	1.60	1.50	1.50	1.53	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	3.10	3.10	3.20	3.13	0.05	2.50	2.60	2.60	2.57	0.05	2.20	2.30	2.30	2.27	0.05	1.50	1.60	1.60	1.57	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	0.00	0.00	3.23	0.00	0.00	5.63	9.86	9.86	9.86	0.00	8.20	13.11	13.11	13.11	0.00	-2.17	4.35	4.35	4.35	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	336.50	737.00	536.00	436.25	99.75	642.00	743.00	843.00	742.67	82.06	1076.00	1369.00	1245.00	1307.00	62.00	872.80	1070.00	1273.20	1171.60	101.60
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	890.70	793.90	638.20	842.30	48.40	819.70	670.00	1048.30	744.85	74.85	1276.00	1369.00	1545.00	1322.50	46.50	1368.60	1163.30	1228.60	1253.50	85.64
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	104.17	81.98	46.29	93.08	15.69	10.37	-9.78	41.15	25.76	21.77	-2.37	4.74	18.21	11.48	9.52	16.81	-0.71	4.87	10.84	8.45
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1218.30	938.40	1063.10	1140.70	77.60	1488.50	1367.70	1512.90	1456.37	63.48	2009.90	2004.20	2307.70	2007.05	2.85	2413.30	2061.20	2075.50	2068.35	7.15
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1274.00	1195.60	1377.70	1282.43	74.58	1566.10	1477.00	1634.70	1559.27	64.56	2517.40	2479.00	2688.40	2561.60	91.02	2330.00	2217.90	2488.50	2345.47	111.01
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	11.69	4.81	20.78	16.23	6.43	7.53	1.42	12.25	9.89	4.65	25.43	23.51	33.95	24.47	1.35	12.65	7.23	20.31	16.84	8.45
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	162.80	228.80	43.00	144.87	76.91	389.50	592.00	472.30	484.60	83.13	661.00	895.70	673.80	667.40	6.40	399.40	551.00	415.00	455.13	68.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	230.30	320.80	430.00	327.03	81.65	656.00	750.00	554.60	653.53	79.79	800.10	795.30	690.00	761.80	50.81	510.00	608.80	407.50	559.40	49.40
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	58.97	121.45	196.82	159.13	53.30	35.37	54.77	-14.44	45.07	13.72	19.88	19.16	3.39	19.52	0.51	12.06	33.76	-10.47	22.91	15.35
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1090.00	1250.20	781.00	1170.10	80.10	1048.20	1394.20	1294.30	1344.25	49.95	1867.20	1784.60	1583.80	1825.90	41.30	1318.30	1441.60	1210.90	1323.60	94.26
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1323.20	1219.90	1307.40	1283.50	45.43	1387.70	1277.00	1495.00	1386.57	89.00	2026.90	1918.00	1820.00	1921.63	84.51	1477.30	1399.60	1285.00	1387.30	78.99
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	13.08	4.26	11.73	16.23	6.43	3.23	-5.00	11.21	9.89	4.65	11.01	5.04	-0.32	8.03	4.22	11.61	5.74	-2.92	8.68	4.15

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 16 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายโซเดียมอีดีทีเอ ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	109.70	311.00	222.90	266.95	44.05	385.10	590.40	477.40	484.30	83.96	588.00	794.20	656.00	679.40	85.79	271.40	421.00	310.00	334.13	63.41
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	406.60	269.50	309.00	328.37	57.62	798.00	699.00	567.00	748.50	49.50	1024.80	915.30	822.00	920.70	82.88	504.90	404.30	304.70	454.60	50.30
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	52.31	0.96	26.63	39.47	21.93	64.77	44.33	17.08	54.55	14.45	50.84	34.72	20.99	27.86	9.71	51.11	21.00	-8.81	36.05	21.29
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1499.80	1183.90	1090.00	1136.95	46.95	1710.50	1529.00	1630.00	1623.17	74.25	2074.00	2459.30	2173.90	2123.95	49.95	1402.20	1501.70	1307.50	1403.80	177.54
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1357.60	1299.00	1183.40	1280.00	72.37	1780.00	1695.30	1590.20	1688.50	77.63	2388.20	2210.00	2322.00	2306.73	73.55	1555.00	1459.80	1366.90	1460.57	76.79
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	19.41	14.25	4.09	16.83	3.64	9.66	4.44	-2.03	7.05	3.69	12.44	4.05	9.32	10.88	2.20	10.77	3.99	-2.63	7.38	4.80
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	401.10	395.20	402.00	399.43	3.02	368.40	155.00	246.90	307.65	60.75	984.70	1199.30	1064.90	1082.97	88.54	107.60	109.00	107.40	108.00	0.71
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	490.00	568.00	683.00	580.33	79.27	415.40	239.70	329.80	328.30	71.74	1346.30	1233.60	1170.10	1250.00	72.86	310.00	211.00	112.00	211.00	80.83
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	22.67	42.20	70.99	32.44	13.81	35.02	-22.09	7.20	21.11	19.67	24.32	13.91	8.05	19.11	7.36	187.04	95.37	3.70	141.20	64.82
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	983.90	1077.20	1139.50	1066.87	63.94	584.60	777.30	681.00	680.97	78.67	1793.70	1649.30	1748.20	1730.40	60.28	200.10	414.20	321.00	311.77	87.65
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1251.90	1353.20	1128.20	1244.43	92.01	763.60	575.00	760.00	699.53	88.07	1933.70	1863.50	1741.00	1846.07	79.63	648.20	439.50	257.10	348.30	91.20
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	17.34	26.84	5.75	22.09	6.71	12.13	-15.56	11.61	11.87	0.37	11.75	7.69	0.61	9.72	2.87	107.91	40.97	-17.53	74.44	47.33
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	544.80	687.20	796.30	741.75	54.55	452.30	258.70	254.90	321.97	92.17	395.00	183.30	297.00	240.15	56.85	297.10	194.90	198.50	230.17	47.35
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	861.00	774.00	683.20	772.73	72.59	505.30	400.20	301.20	402.23	83.34	374.60	280.10	276.80	310.50	45.35	320.16	324.57	328.00	324.24	3.21
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	4.35	-7.89	16.08	10.21	8.29	56.94	24.30	-6.45	40.62	23.08	55.99	16.64	15.26	15.95	0.69	39.10	41.02	42.51	40.87	1.39
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1548.20	1622.00	1759.20	1643.13	107.08	1382.00	1279.20	1493.00	1384.73	106.93	1012.00	1149.30	939.20	1080.65	97.09	237.20	148.20	394.20	259.87	124.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1645.00	2066.50	1889.90	1867.13	211.67	1571.80	1484.20	1392.80	1482.93	89.51	1176.10	1062.10	1159.20	1132.47	61.52	408.20	501.00	306.00	405.07	97.54
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	0.11	25.77	15.02	20.39	7.60	13.51	7.18	0.58	10.35	4.47	8.83	-1.72	7.27	10.88	2.20	57.08	92.79	17.75	74.94	47.33

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 17 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.50	2.40	2.40	2.43	0.05	1.80	1.60	1.80	1.73	0.09	1.50	1.40	1.50	1.47	0.05	1.00	0.90	1.00	0.97	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	3.00	2.90	2.90	2.93	0.05	2.00	1.90	2.00	1.97	0.05	1.80	1.70	1.80	1.77	0.05	1.30	1.30	1.20	1.27	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	23.29	19.18	19.18	19.18	0.00	15.38	9.62	15.38	15.38	0.00	22.73	15.91	22.73	22.73	0.00	34.48	34.48	24.14	34.48	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	3.30	3.20	3.20	3.23	0.05	2.40	2.50	2.50	2.47	0.05	2.20	2.30	2.30	2.27	0.05	1.70	1.60	1.70	1.67	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	3.30	3.40	3.40	3.37	0.05	2.80	2.80	2.90	2.83	0.05	2.60	2.60	2.50	2.57	0.05	1.80	1.90	1.90	1.87	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	2.06	5.15	5.15	5.15	0.00	13.51	13.51	17.57	13.51	0.00	14.71	14.71	10.29	14.71	0.00	8.00	14.00	14.00	14.00	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	244.70	522.00	233.90	239.30	7.64	671.90	810.00	577.00	624.45	67.10	1349.20	1444.00	945.20	1396.60	67.03	833.20	1222.00	619.00	726.10	151.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	354.50	644.90	1144.00	499.70	205.34	1370.00	1186.00	680.50	1278.00	130.11	1521.10	1732.00	1022.30	1626.55	149.13	1331.90	1442.00	955.10	1386.95	77.85
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	48.14	169.49	378.06	273.78	147.48	119.39	89.93	8.98	104.66	20.84	8.91	24.02	-26.80	16.46	10.68	83.43	98.60	31.54	132.73	10.72
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	244.70	522.00	233.90	239.30	7.64	671.90	810.00	577.00	624.45	67.10	1349.20	1444.00	945.20	1396.60	67.03	833.20	1222.00	619.00	726.10	151.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	354.50	644.90	1144.00	499.70	205.34	1370.00	1186.00	680.50	1278.00	130.11	1521.10	1732.00	1022.30	1626.55	149.13	1331.90	1442.00	955.10	1386.95	77.85
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	48.14	169.49	378.06	273.78	147.48	119.39	89.93	8.98	104.66	20.84	8.91	24.02	-26.80	16.46	10.68	83.43	98.60	31.54	91.01	10.72
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	212.00	322.00	131.10	221.70	95.82	300.00	306.60	585.60	303.30	4.67	333.00	819.00	319.90	326.45	9.26	418.30	122.20	132.00	127.10	6.93
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	639.00	644.00	400.00	561.00	139.45	840.00	742.00	345.50	791.00	69.30	840.10	640.00	1042.00	740.05	141.49	591.20	382.00	299.00	424.07	150.57
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	188.23	190.48	80.42	189.35	1.59	176.95	144.64	13.91	160.80	22.85	157.34	96.05	219.19	188.27	43.73	365.15	200.55	135.25	233.65	118.47
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1312.80	1229.20	1141.20	1227.73	70.06	1532.10	1430.00	1332.90	1431.67	81.33	2098.80	2000.10	1901.80	2000.23	80.42	1641.30	1542.20	1442.00	1541.83	81.36
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1407.70	1309.40	1206.50	1307.87	82.15	1610.00	1511.20	1412.00	1511.07	80.83	2456.70	2355.50	2256.00	2356.07	81.94	1813.30	1699.00	1622.00	1711.43	78.59
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	14.66	6.65	-1.73	10.66	5.66	12.46	5.56	-1.37	9.01	4.88	22.82	17.76	12.79	20.29	3.58	17.61	10.19	5.20	13.90	5.24

ตารางที่ ค. 17 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	183.00	392.00	500.10	287.50	147.79	244.50	636.60	540.20	392.35	209.09	631.20	756.70	486.40	693.95	88.74	531.00	327.00	215.10	271.05	79.13
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	640.20	344.00	330.20	337.10	9.76	730.20	1333.00	631.90	681.05	69.51	1149.20	1244.10	730.10	1196.65	67.10	469.30	755.00	344.20	406.75	88.46
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	122.68	19.65	14.85	17.25	3.39	86.11	239.75	61.06	73.58	17.72	65.60	79.28	5.21	72.44	9.67	73.14	178.55	26.99	50.06	32.64
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1449.20	1233.90	928.40	1341.55	152.24	2133.00	2039.20	1948.10	2040.10	92.45	2831.10	2640.10	2533.00	2586.55	75.73	1930.10	1630.20	1622.00	1626.10	5.80
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1722.40	1800.20	1439.20	1761.30	55.01	2630.10	2455.30	2491.40	2473.35	25.53	3142.00	3249.10	2659.90	3195.55	75.73	2149.10	2230.10	1944.70	2189.60	57.28
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	28.39	34.19	7.28	31.29	4.10	21.24	21.24	21.24	21.24	0.00	21.47	25.62	2.84	23.54	2.93	34.65	34.65	34.65	34.65	0.00
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	738.10	439.10	359.20	399.15	56.50	449.10	491.00	224.40	470.05	29.63	1439.40	1155.00	1052.50	1103.75	72.48	429.40	244.00	219.10	231.55	17.61
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	734.40	620.20	900.10	677.30	80.75	500.10	529.40	366.20	514.75	20.72	1801.20	1626.80	1635.00	1630.90	5.80	500.10	410.00	321.00	455.05	63.71
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	83.99	55.38	125.50	352.10	20.23	6.39	12.63	-22.09	9.51	4.41	63.19	47.39	48.13	47.76	0.53	115.98	77.07	38.63	57.85	27.18
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1349.20	1320.00	1141.00	1270.07	112.72	910.00	810.30	702.00	860.15	104.03	2315.90	2249.20	2200.70	2255.27	57.84	521.00	499.10	381.50	467.20	75.02
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1228.50	1652.00	1844.00	1748.00	135.76	520.20	939.10	815.60	758.30	215.25	2604.00	2542.30	2439.00	2528.43	83.37	700.00	611.00	520.00	610.33	90.00
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	83.99	55.38	125.50	69.69	20.23	6.39	12.63	-22.09	9.51	4.41	38.85	25.41	26.04	25.72	0.45	48.53	21.77	-4.66	35.15	18.92
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	920.40	704.00	731.00	717.50	19.09	429.00	459.30	399.40	429.23	29.95	317.30	200.30	425.00	314.20	112.38	200.30	194.70	230.00	208.33	18.97
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1140.10	910.00	849.90	879.95	42.50	610.40	499.10	777.00	693.70	139.86	355.00	382.00	469.10	402.03	59.63	410.00	312.10	220.20	314.10	94.92
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	58.90	26.83	18.45	22.64	5.92	42.21	16.28	81.02	61.61	27.45	12.99	21.58	49.30	17.28	6.08	96.80	49.81	5.70	73.30	33.23
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1622.00	1811.80	1711.20	1715.00	94.96	1691.00	1584.90	1486.00	1535.45	102.52	1356.30	1551.00	1152.30	1353.20	199.37	1122.00	1217.80	1019.00	1119.60	99.42
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1582.10	1796.00	1989.50	1789.20	203.79	1402.00	1601.10	1800.00	1601.03	199.00	1521.20	1733.00	1033.50	1429.23	358.70	1200.00	1200.90	1201.00	1200.63	0.55
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	-7.75	4.72	16.01	10.36	7.98	-8.69	4.28	17.23	4.27	0.02	12.42	28.07	-23.63	5.62	2.51	7.18	7.26	7.27	7.24	0.05

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 17 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.50	2.40	2.40	2.43	0.05	1.80	1.60	1.80	1.73	0.09	1.50	1.40	1.50	1.47	0.05	1.00	0.90	1.00	0.97	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	3.30	3.00	3.20	3.17	0.12	2.10	2.30	2.10	2.17	0.09	1.90	1.80	1.90	1.87	0.05	1.30	1.20	1.20	1.23	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	35.62	23.29	31.51	33.56	2.91	21.15	32.69	21.15	21.15	0.00	29.55	22.73	29.55	29.55	0.00	34.48	24.14	24.14	24.14	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	3.30	3.20	3.20	3.23	0.05	2.40	2.50	2.50	2.47	0.05	2.20	2.30	2.30	2.27	0.05	1.70	1.60	1.70	1.67	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	3.70	3.60	3.70	3.67	0.05	2.80	3.00	2.80	2.87	0.09	2.90	2.80	2.80	2.83	0.05	2.10	1.90	1.90	1.97	0.09
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	4.21	1.05	1.05	1.05	0.00	13.51	21.62	13.51	13.51	0.00	27.94	23.53	23.53	23.53	0.00	26.00	14.00	14.00	14.00	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	244.70	522.00	233.90	239.30	7.64	671.90	810.00	577.00	624.45	67.10	1349.20	1444.00	945.20	1396.60	67.03	833.20	1222.00	619.00	726.10	151.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	883.00	649.10	1488.10	766.05	165.39	1592.10	1400.00	920.10	1496.05	135.84	1629.10	1977.00	1818.80	1897.90	111.86	1212.00	1650.00	1851.80	1750.90	142.69
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	268.99	171.25	521.86	220.12	156.06	154.96	124.20	47.35	139.58	21.75	16.65	41.56	30.23	35.89	8.01	66.92	127.24	155.03	141.14	19.65
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1577.60	1788.00	1396.70	1487.15	127.92	1908.70	2010.00	2011.20	2010.60	0.85	3061.00	3662.20	3254.00	3157.50	136.47	3263.10	3061.00	2670.00	3162.05	142.91
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1748.50	1619.90	1733.00	1700.47	70.20	2349.10	2577.10	2055.00	2463.10	161.22	4739.20	4533.00	4266.80	4636.10	145.81	2830.10	3630.00	3514.40	3572.20	81.74
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	17.57	8.93	16.53	17.05	0.74	16.84	28.18	2.21	22.51	8.02	50.09	43.56	38.30	46.83	4.62	-10.50	14.80	11.14	12.97	2.59
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	212.00	322.00	131.10	221.70	95.82	300.00	306.60	585.60	303.30	4.67	333.00	819.00	319.90	326.45	9.26	418.30	122.20	132.00	127.10	6.93
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	533.00	529.00	431.00	497.67	57.77	630.10	820.00	510.40	570.25	84.64	1250.00	629.00	477.80	553.40	106.91	500.10	833.00	320.10	410.10	127.28
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	140.41	138.61	94.41	220.12	156.06	107.75	170.36	68.28	139.05	44.27	282.91	92.68	46.36	69.52	32.75	293.47	555.39	151.85	222.66	100.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1312.80	1229.20	1141.20	1227.73	85.81	1532.10	1430.00	1332.90	1431.67	99.61	2098.80	2000.10	1901.80	2000.23	98.50	1641.30	1542.20	1442.00	1541.83	99.65
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1529.00	1141.30	1444.90	1486.95	59.47	1830.10	1444.80	1710.00	1770.05	84.92	2343.70	2044.00	2510.00	2299.23	236.16	1820.00	1730.10	1688.20	1746.10	67.34
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	24.54	-7.04	17.69	21.11	4.84	27.83	0.92	19.44	23.64	5.93	17.17	2.19	25.49	21.33	5.88	18.04	12.21	9.49	15.13	4.12

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 17 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	183.00	392.00	500.10	287.50	147.79	244.50	636.60	540.20	588.40	68.17	631.20	756.70	486.40	693.95	88.74	531.00	327.00	215.10	271.05	79.13
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	723.00	333.00	413.00	373.00	56.57	840.00	790.00	760.10	796.70	40.37	1049.00	1244.90	858.10	1146.95	138.52	844.00	430.40	530.10	480.25	70.50
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	151.48	15.83	43.65	29.74	19.68	42.76	34.26	29.18	38.51	6.01	51.16	79.39	23.65	65.28	19.96	211.38	58.79	95.57	77.18	26.01
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1449.20	1233.90	928.40	1203.83	261.70	2133.00	2039.20	1948.10	2040.10	92.45	2831.10	2640.10	2533.00	2668.07	151.00	1930.10	1630.20	1622.00	1626.10	5.80
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1639.10	1322.50	1710.00	1557.20	206.32	2500.20	2459.90	2371.00	2443.70	66.11	3055.90	3144.00	2710.40	2970.10	229.18	2840.25	1599.64	1534.71	2219.94	877.24
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	36.16	9.86	42.05	29.35	17.14	22.55	20.58	16.22	21.57	1.40	14.54	17.84	1.59	16.19	2.33	74.67	-1.63	-5.62	36.52	10.42
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	738.10	439.10	359.20	399.15	56.50	449.10	491.00	224.40	470.05	29.63	1439.40	1155.00	1052.50	1103.75	72.48	429.40	244.00	219.10	231.55	17.61
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	829.90	731.10	540.00	780.50	69.86	540.10	330.00	510.00	525.05	21.28	1699.80	1429.60	1782.00	1740.90	58.12	500.00	428.40	283.00	464.20	50.63
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	107.92	83.16	35.29	95.54	17.50	8.50	-29.79	8.50	8.50	0.00	54.00	29.52	61.45	57.73	5.27	115.94	85.01	22.22	100.48	21.87
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1349.20	1320.00	1141.00	1270.07	112.72	910.00	810.30	702.00	807.43	104.03	2315.90	2249.20	2200.70	2255.27	57.84	521.00	499.10	381.50	467.20	75.02
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1892.00	1744.00	1252.00	1818.00	104.65	1120.00	841.10	958.90	900.00	83.30	2840.10	2655.00	2410.00	2747.55	130.89	779.90	414.40	594.00	504.20	127.00
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	48.97	37.32	-1.42	43.14	8.24	38.71	4.17	18.76	28.74	14.11	25.93	17.72	6.86	21.83	5.80	66.93	-11.30	27.14	47.04	28.14
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	920.40	704.00	731.00	785.13	117.92	429.00	459.30	399.40	429.23	29.95	317.30	200.30	425.00	258.80	82.73	200.30	194.70	230.00	215.15	21.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1130.10	1044.90	929.40	1034.80	100.73	712.30	622.30	572.20	635.60	70.99	602.00	359.90	203.30	480.95	171.19	405.50	407.80	320.00	362.75	60.46
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	43.94	33.09	18.37	38.51	7.67	65.95	44.98	33.31	39.14	8.25	91.60	14.54	-35.30	53.07	14.48	88.47	89.54	48.73	68.60	28.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1130.10	1044.90	929.40	987.15	81.67	712.30	622.30	572.20	635.60	70.99	602.00	359.90	203.30	281.60	110.73	405.50	407.80	220.00	406.65	1.63
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม $(NH_4)_2SO_4$ (mg/kg)	1531.00	1029.40	1950.00	1280.20	354.68	1340.20	1011.60	1160.20	1170.67	164.55	1449.20	1292.40	1277.80	1285.10	10.32	618.40	314.90	519.90	569.15	69.65
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	55.09	4.28	97.54	76.32	30.01	59.16	82.54	84.18	83.36	1.16	414.63	358.95	353.76	375.78	2.99	52.07	-22.56	27.85	39.96	17.13

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 17 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายโซเดียมอีดีทีเอ ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.50	2.40	2.40	2.43	0.05	1.80	1.60	1.80	1.73	0.09	1.50	1.40	1.50	1.47	0.05	1.00	0.90	1.00	0.97	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	2.50	2.50	2.50	2.50	0.00	1.90	1.80	1.80	1.83	0.05	1.50	1.60	1.60	1.57	0.05	1.00	1.10	1.10	1.07	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	2.74	2.74	2.74	2.74	0.00	9.62	3.85	3.85	3.85	0.00	2.27	9.09	9.09	9.09	0.00	3.45	13.79	13.79	13.79	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	3.30	3.20	3.20	3.23	0.05	2.40	2.50	2.50	2.47	0.05	2.20	2.30	2.30	2.27	0.05	1.70	1.60	1.70	1.67	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	3.30	3.30	3.40	3.33	0.05	2.70	2.60	2.60	2.63	0.05	2.40	2.40	2.50	2.43	0.05	1.80	1.80	1.90	1.83	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	2.06	2.06	5.15	2.06	0.00	9.46	5.41	5.41	5.41	0.00	5.88	5.88	10.29	5.88	0.00	8.00	8.00	14.00	8.00	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	244.70	522.00	233.90	239.30	7.64	671.90	810.00	577.00	624.45	67.10	1349.20	1444.00	945.20	1396.60	67.03	833.20	1222.00	619.00	726.10	151.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	977.30	840.50	877.30	898.37	70.79	638.50	544.00	933.00	785.75	202.89	1452.00	1366.10	1181.00	1409.05	60.74	1312.90	1011.20	949.90	1131.40	256.68
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	308.40	251.23	266.61	275.41	29.58	2.25	-12.88	49.41	25.83	12.49	3.97	-2.18	-15.44	1.89	0.88	80.82	39.26	30.82	35.04	5.97
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1577.60	1788.00	1396.70	1682.80	148.78	1908.70	2010.00	2011.20	1976.63	58.84	3061.00	3662.20	3254.00	3325.73	306.95	3263.10	3061.00	2670.00	3162.05	142.91
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1802.20	1741.70	1861.10	1801.67	59.70	2241.90	2555.00	1842.20	2398.45	221.40	3140.60	3677.10	3840.20	3552.63	366.03	3174.00	3366.00	2730.50	3270.00	135.76
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	7.10	3.50	10.60	8.85	2.47	13.42	29.26	-6.80	21.34	11.20	-5.57	10.57	15.47	13.02	3.47	0.38	6.45	-13.65	3.41	1.29
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	212.00	322.00	131.10	221.70	95.82	300.00	306.60	585.60	303.30	4.67	333.00	819.00	319.90	326.45	9.26	418.30	122.20	132.00	127.10	6.93
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	384.30	476.60	241.90	367.60	118.24	766.00	459.30	555.10	507.20	67.74	513.20	944.00	640.00	576.60	89.66	613.30	371.00	372.00	371.50	0.71
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	114.98	9.11	94.16	104.57	14.72	152.56	51.43	83.02	67.23	22.33	57.21	189.17	96.05	76.63	27.47	382.53	191.90	192.68	192.29	0.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1312.80	1229.20	1141.20	1227.73	85.81	1532.10	1430.00	1332.90	1481.05	72.20	2098.80	2000.10	1901.80	2000.23	98.50	1641.30	1542.20	1442.00	1541.83	99.65
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1574.00	1400.00	1230.70	1401.57	171.66	1855.00	1637.10	1534.30	1585.70	72.69	2340.70	2054.20	2267.60	2220.83	148.87	1923.10	1830.00	1766.10	1839.73	78.95
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	28.20	14.03	0.24	21.12	10.02	25.25	10.54	3.60	17.89	10.40	17.02	2.70	13.37	15.19	2.58	24.73	18.69	14.55	16.62	2.93

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 17 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายโซเดียมอีดีทีเอ ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์ไฮลิชัน																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	183.00	392.00	150.10	166.55	23.26	244.50	636.60	540.20	588.40	68.17	631.20	756.70	486.40	693.95	88.74	531.00	327.00	215.10	192.29	0.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	300.00	220.00	418.80	260.00	56.57	637.70	744.10	906.60	690.90	75.24	1150.00	847.70	600.60	724.15	174.73	442.00	537.40	244.90	489.70	67.46
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	80.13	32.09	151.46	56.11	33.96	54.08	26.46	-100.00	40.27	19.53	65.72	22.16	-13.45	43.94	30.80	129.86	179.47	27.36	154.67	35.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1449.20	1233.90	928.40	1341.55	152.24	2133.00	2039.20	1948.10	1993.65	64.42	2831.10	2640.10	2533.00	2586.55	75.73	1930.10	1630.20	1622.00	1727.43	2.93
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1494.50	955.10	1573.00	1533.75	55.51	2368.60	2065.60	1960.00	2012.80	74.67	3151.10	2873.30	2670.60	3012.20	196.43	2166.70	2044.80	1819.90	2105.75	86.20
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	11.40	-28.81	17.25	14.33	4.14	-1.69	3.61	-1.69	1.69	0.77	21.83	11.09	3.25	16.46	7.59	25.43	18.37	5.35	21.90	4.99
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	738.10	439.10	359.20	399.15	56.50	449.10	491.00	224.40	470.05	29.63	1439.40	1155.00	1052.50	1103.75	72.48	429.40	244.00	219.10	192.29	67.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	889.90	600.00	589.00	692.97	170.64	570.00	489.00	322.20	460.40	126.35	1685.60	1600.00	1444.70	1642.80	60.53	507.70	406.80	332.30	415.60	88.03
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	122.95	50.32	47.56	73.61	42.75	322.20	322.20	322.20	322.20	0.00	52.72	44.96	30.89	48.84	5.48	164.03	111.56	72.81	137.79	37.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1349.20	1320.00	1141.00	1270.07	112.72	910.00	810.30	702.00	807.43	104.03	2315.90	2249.20	2200.70	2255.27	57.84	521.00	499.10	381.50	467.20	75.02
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1555.60	1693.40	1209.90	1486.30	249.09	1048.80	850.00	856.20	918.33	113.03	2666.60	2575.00	2599.90	2613.83	47.36	672.20	584.80	399.00	552.00	139.52
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	22.48	33.33	-4.74	27.91	7.67	29.89	5.27	6.04	5.66	0.54	18.24	14.18	15.28	15.90	2.10	43.88	25.17	-14.60	34.52	13.23
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	920.40	704.00	731.00	785.13	117.92	429.00	459.30	399.40	429.23	29.95	317.30	200.30	425.00	371.15	76.16	200.30	194.70	230.00	208.33	18.97
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	850.00	1153.90	641.10	745.55	147.71	688.00	534.80	571.10	597.97	80.06	400.00	356.20	289.30	348.50	55.75	467.20	366.00	255.20	362.80	106.04
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	8.26	46.97	-18.35	27.62	17.34	60.29	24.59	33.05	28.82	5.98	7.77	-4.03	-22.05	1.87	0.44	124.26	75.68	22.50	192.29	67.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1531.00	1029.40	1930.00	1280.20	17.34	1340.20	1011.60	1160.20	1085.90	105.08	1449.20	1292.40	1277.80	1285.10	10.32	618.40	314.90	319.90	192.29	67.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม EDTA (mg/kg)	1255.50	1921.10	1848.80	1675.13	365.21	1153.30	1600.90	1148.40	1374.65	319.97	1555.50	1741.90	940.20	1648.70	0.44	408.20	362.90	473.30	414.80	55.50
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	-1.93	50.06	44.41	24.07	17.34	6.21	47.43	5.76	5.98	0.32	21.04	35.55	-26.84	28.29	1.44	112.28	88.73	146.14	115.72	28.86

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 18 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.70	2.80	2.80	2.77	0.05	2.00	2.10	2.00	2.03	0.05	1.80	1.80	1.90	1.83	0.05	0.80	0.90	0.80	0.83	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	3.00	3.30	3.00	3.10	0.14	2.20	2.30	2.20	2.23	0.05	2.00	2.20	1.90	2.03	0.12	1.40	1.20	1.50	1.37	0.12
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	8.43	19.28	8.43	8.43	0.00	8.20	13.11	8.20	8.20	0.00	9.09	20.00	3.64	6.36	3.86	68.00	44.00	80.00	74.00	8.49
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	3.30	3.20	3.30	3.27	0.05	2.50	2.60	2.60	2.57	0.05	2.40	2.40	2.30	2.37	0.05	1.80	1.80	2.00	1.87	0.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	3.50	3.60	3.30	3.47	0.12	3.00	2.90	2.90	2.93	0.05	2.80	2.80	3.00	2.87	0.09	2.20	2.00	2.10	2.10	0.08
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	7.14	10.20	1.02	8.67	2.16	16.88	12.99	12.99	12.99	0.00	18.31	18.31	26.76	22.54	4.05	17.86	7.14	12.50	9.82	3.79
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	583.30	420.90	691.90	637.60	76.79	949.00	609.90	730.00	762.97	171.94	1538.80	1219.90	1437.00	1398.57	162.89	1322.00	1010.00	840.10	1081.05	199.92
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	944.80	1030.10	988.80	987.90	42.66	1031.10	1291.00	910.00	1077.37	194.67	1347.70	1649.00	1819.90	1583.80	195.51	1292.20	1511.00	1400.00	1401.07	109.40
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	48.18	61.56	55.08	51.63	4.88	35.14	69.21	19.27	52.18	24.09	-3.64	17.91	30.13	24.02	8.64	19.53	39.77	29.50	34.64	7.26
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2069.00	2129.90	2012.80	2070.57	58.57	2639.90	2700.00	2688.90	2676.27	31.98	2539.90	3211.00	3420.00	3315.50	147.79	2620.90	2710.00	2800.90	2710.60	90.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2377.70	2289.00	2448.90	2371.87	80.11	2800.90	3000.00	2719.90	2840.27	144.14	3686.60	3800.90	3418.80	3635.43	196.12	3349.00	3522.00	3361.00	3410.67	96.60
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	14.83	10.55	18.27	12.69	3.03	4.66	12.10	1.63	3.14	2.14	11.19	14.64	3.12	7.15	4.99	23.55	29.93	23.99	25.83	3.56
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	441.40	210.00	306.60	319.33	116.22	546.50	366.00	438.00	450.17	90.86	541.10	690.00	387.00	464.05	129.31	500.00	409.90	305.00	404.97	97.59
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	542.20	405.50	661.20	536.30	127.95	966.90	640.90	498.80	803.90	230.52	1022.00	853.80	744.70	799.25	77.15	700.60	680.00	505.50	628.70	107.19
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	69.79	26.98	107.06	48.39	30.27	114.79	42.37	10.80	26.59	22.32	120.23	83.99	60.48	72.23	16.62	73.00	67.92	24.83	48.91	21.84
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1534.10	1507.70	1600.00	1547.27	47.54	1767.70	1721.10	1851.10	1779.97	65.86	2463.00	2574.40	2305.50	2447.63	135.11	1679.40	1563.00	1609.90	1617.43	58.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1829.00	1621.70	1720.00	1723.57	103.70	1828.80	2036.10	2000.20	1955.03	110.79	2819.00	2730.90	2699.00	2749.63	62.15	1730.90	1901.10	2080.00	1904.00	174.57
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	18.21	4.81	11.16	14.69	4.98	2.74	14.39	12.37	13.38	1.43	15.17	11.57	10.27	10.92	0.92	7.52	18.09	29.20	23.61	7.86

หมายเหตุ : ค่าที่ติดลบคำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 18 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรท ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	500.90	348.80	200.10	274.45	105.15	744.00	400.20	592.00	496.10	135.62	592.90	733.90	600.00	642.27	79.44	430.30	229.90	340.00	333.40	100.36
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	629.00	400.00	418.80	409.40	13.29	717.70	1030.00	800.00	758.85	58.19	1255.50	1000.00	930.90	1062.13	170.99	500.20	829.10	509.90	613.07	187.15
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	129.19	45.75	87.47	66.61	29.50	44.67	107.62	61.26	52.96	11.73	95.48	55.70	44.94	50.32	7.61	47.12	49.97	48.54	48.54	1.16
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1064.90	910.00	1027.70	987.45	109.53	2232.20	2027.10	2001.10	2086.80	126.59	2469.70	2531.80	2465.00	2488.83	37.28	1755.10	1824.00	1769.90	1783.00	36.27
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1288.60	1600.00	1512.90	1467.17	131.18	2342.00	2200.00	2290.30	2277.43	71.87	2727.80	2674.40	2610.00	2670.73	58.99	2139.90	1981.80	2100.40	2074.03	82.28
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	30.50	62.03	53.21	57.62	6.24	16.28	9.23	13.71	15.00	1.82	9.60	7.46	4.87	7.23	1.94	20.02	11.15	17.80	16.32	4.61
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	451.20	497.30	504.40	484.30	23.58	304.20	298.80	362.90	321.97	29.03	1039.50	1259.00	1063.00	1120.50	98.40	406.60	341.10	305.80	351.17	41.76
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	658.50	601.20	584.40	614.70	31.72	510.00	488.10	463.70	487.27	18.91	1461.10	1584.90	1520.00	1522.00	50.56	582.00	490.00	379.90	483.97	82.62
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	35.97	24.14	20.67	22.40	2.45	58.40	51.60	44.02	55.00	4.81	30.40	41.45	35.65	35.83	4.51	65.73	39.53	8.18	36.96	23.53
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1197.50	1062.90	1192.10	1150.83	76.20	1148.80	928.80	1126.90	1137.85	15.49	2100.80	1946.60	1634.00	1867.40	194.64	406.10	610.40	492.40	502.97	102.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1367.00	1678.80	1149.50	1258.25	228.25	1060.00	1456.00	939.00	1258.00	280.01	2041.80	2265.50	2441.60	2249.63	200.37	648.80	858.70	611.00	706.17	133.44
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	18.78	45.88	32.33	39.10	9.58	6.84	27.96	10.56	19.26	12.30	9.34	21.32	30.75	26.03	6.67	28.99	70.73	21.48	40.40	26.53
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	984.40	1092.10	618.80	801.60	208.27	329.00	321.70	273.90	308.20	29.93	404.40	400.00	351.90	385.43	29.12	304.10	274.90	278.80	285.93	15.85
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1341.10	1096.00	992.20	1143.10	179.16	428.30	459.10	583.20	490.20	82.00	537.70	500.00	517.30	518.33	18.87	451.20	407.70	361.10	406.67	45.06
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	67.30	36.73	23.78	45.54	18.31	38.97	48.96	89.23	43.96	7.07	39.51	29.72	34.21	34.48	4.90	57.80	42.59	26.29	42.04	12.87
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1657.50	1842.90	1372.10	1514.80	201.22	1048.80	941.50	1123.70	1086.25	52.96	1111.00	1047.00	1334.40	1164.13	150.89	506.10	745.10	694.00	648.40	125.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2064.20	1574.30	2130.00	1819.25	346.41	1361.50	1547.20	1009.90	1306.20	272.89	1741.80	1221.30	1421.20	1461.43	262.57	1006.10	945.10	694.00	881.73	165.42
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	36.27	3.93	40.61	38.44	3.07	25.34	42.43	-7.03	33.89	12.09	49.62	-4.91	22.08	25.54	22.56	55.17	45.76	-7.03	31.10	20.97

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 18 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.70	2.80	2.80	2.77	0.05	2.00	2.10	2.00	2.03	0.05	1.80	1.80	1.90	1.83	0.05	0.80	0.90	0.80	0.83	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2.90	3.00	3.00	2.97	0.05	2.30	2.30	2.30	2.30	0.00	2.20	2.20	2.00	2.13	0.09	1.00	1.20	1.10	1.10	0.08
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	4.82	8.43	8.43	8.43	0.00	13.11	13.11	13.11	13.11	0.00	20.00	20.00	9.09	14.55	5.22	20.00	44.00	32.00	38.00	8.49
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	3.30	3.20	3.30	3.27	0.05	2.50	2.60	2.60	2.57	0.05	2.40	2.40	2.30	2.37	0.05	1.80	1.80	2.00	1.87	0.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	3.40	3.50	3.50	3.47	0.05	3.00	3.00	2.90	2.97	0.05	3.00	2.90	3.00	2.97	0.05	2.00	2.00	1.90	1 97	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	4.08	7.14	7.14	7.14	0.00	16.88	16.88	12.99	16.88	0.00	26.76	22.54	26.76	25.35	2.44	7.14	7.14	1.79	4.46	2.56
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	583.30	420.90	691.90	565.37	136.39	949.00	609.90	730.00	669.95	84.92	1538.80	1219.90	1437.00	1398.57	162.89	1322.00	1010.00	840.10	1081.05	199.92
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	973.20	853.30	696.40	840.97	138.81	1163.20	1042.20	700.00	1102.70	85.56	1863.30	2009.70	1771.20	1881.40	120.28	1594.40	1351.70	1141.80	1362.63	226.50
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	72.14	50.93	23.18	47.66	20.05	73.62	55.56	4.49	64.59	12.77	25.23	35.07	19.04	22.14	6.94	47.49	25.04	5.62	26.55	17.11
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2069.00	2129.90	2012.80	2070.57	58.57	2639.90	2700.00	2688.90	2676.27	31.98	2539.90	3211.00	3420.00	3056.97	459.82	2620.90	2710.00	2800.90	2710.60	90.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2674.50	2584.40	2491.20	2583.37	91.65	3145.10	3010.00	2905.30	3020.13	120.22	4207.70	3705.20	4100.00	4004.30	264.57	3542.10	3183.90	3331.80	3352.60	180.00
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	29.17	24.82	20.31	24.77	3.61	17.52	12.47	8.56	14.99	3.57	37.64	21.21	34.12	30.99	8.65	30.68	17.46	22.92	23.68	6.64
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	441.40	210.00	306.60	319.33	116.22	546.50	366.00	438.00	450.17	90.86	541.10	690.00	387.00	464.05	129.31	500.00	409.90	305.00	404.97	97.59
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	798.80	679.00	562.30	680.03	118.25	751.20	563.30	641.20	651.90	94.41	1023.10	1200.00	819.90	921.50	162.09	742.30	417.40	651.40	603.70	167.62
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	150.15	112.63	76.09	113.12	30.24	66.87	25.13	42.44	44.81	17.12	120.47	158.59	76.68	98.58	34.93	83.30	3.07	60.85	49.07	41.39
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1534.10	1507.70	1600.00	1547.27	47.54	1767.70	1721.10	1851.10	1779.97	65.86	2463.00	2574.40	2305.50	2447.63	135.11	1679.40	1563.00	1609.90	1617.43	58.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1642.10	1684.40	1600.00	1642.17	42.20	1904.40	1804.20	1706.30	1804.97	99.05	2625.50	2781.10	2537.10	2647.90	123.53	2028.90	1935.50	1737.00	1900.47	149.07
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	6.13	8.86	3.41	6.13	2.73	6.99	1.36	4.14	4.18	3.98	7.27	13.62	3.66	8.18	5.05	25.44	19.66	7.39	16.42	7.54

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 18 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	500.90	348.80	200.10	274.45	105.15	744.00	400.20	592.00	496.10	135.62	592.90	733.90	600.00	642.27	79.44	430.30	229.90	340.00	333.40	100.36
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	350.00	670.50	412.00	477.50	169.99	919.20	980.00	630.90	949.60	186.50	1230.00	1026.10	1429.00	1228.37	201.45	618.80	425.60	536.60	527.00	96.96
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	27.53	144.31	50.12	73.98	61.94	85.29	97.54	27.17	91.41	37.59	91.51	59.76	122.49	75.64	31.37	85.60	27.65	60.95	58.07	29.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1064.90	910.00	1027.70	1000.87	80.86	2232.20	2027.10	2001.10	2086.80	126.59	2469.70	2531.80	2465.00	2467.35	3.32	1755.10	1824.00	1769.90	1783.00	36.27
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1444.40	1232.10	1405.50	1360.67	113.03	2738.10	2622.20	2531.00	2630.43	103.80	2749.90	2518.90	2999.90	2756.23	240.56	2245.90	2118.90	2399.90	2254.90	140.72
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	44.31	23.10	40.43	35.95	11.29	35.95	30.19	25.66	33.07	5.15	11.45	2.09	21.58	16.52	7.16	25.96	18.84	34.60	26.47	7.89
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	451.20	497.30	504.40	484.30	28.88	304.20	298.80	362.90	321.97	35.55	1039.50	1259.00	1063.00	1120.50	120.52	406.60	341.10	305.80	351.17	51.15
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	682.60	681.10	628.90	664.20	30.58	471.10	791.00	497.40	586.50	177.59	1479.90	1382.90	1290.00	1384.27	94.96	520.00	510.30	459.90	496.73	32.27
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	40.95	40.64	29.86	35.40	5.23	46.32	145.68	54.49	82.16	55.16	32.07	23.42	15.13	27.75	8.47	48.08	45.32	30.96	39.52	7.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1197.50	1062.90	1192.10	1150.83	76.20	1148.80	928.80	1126.90	1068.17	121.19	2100.80	1946.60	1634.00	1893.80	237.84	406.10	610.40	492.40	449.25	61.02
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1274.60	1289.00	1251.10	1271.57	19.13	1173.90	1163.00	1143.20	1160.03	15.56	2288.60	2351.00	2340.00	2326.53	33.31	1028.80	1141.90	639.20	936.63	263.72
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	18.78	45.88	32.33	39.10	9.58	9.90	8.88	7.02	8.60	1.46	9.34	21.32	30.75	26.03	6.67	108.94	131.90	29.81	69.37	44.95
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	984.40	1092.10	618.80	898.43	248.08	329.00	321.70	273.90	308.20	29.93	404.40	400.00	351.90	385.43	29.12	304.10	274.90	278.80	285.93	15.85
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1063.00	1129.90	1189.90	1127.60	63.48	610.00	517.70	417.30	515.00	96.38	528.90	518.90	500.00	515.93	14.68	481.00	471.50	501.10	484.53	15.11
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	2.38	8.83	14.61	8.50	4.99	97.92	67.98	35.40	82.95	31.27	50.30	47.46	42.09	46.61	4.17	68.22	64.90	75.25	69.46	5.29
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1657.50	1842.90	1372.10	1624.17	237.16	1048.80	941.50	1123.70	1038.00	91.58	1111.00	1047.00	1334.40	1164.13	150.89	506.10	745.10	694.00	648.40	125.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1901.10	1804.80	1910.00	1871.97	58.34	1436.70	1428.40	1472.90	1446.00	23.66	1584.20	1488.90	1392.00	1488.37	96.10	700.00	907.70	1003.80	870.50	155.28
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	36.27	3.93	40.61	35.95	11.29	25.34	42.43	-7.03	33.89	25.12	49.62	4.91	22.08	35.85	19.47	55.17	45.76	7.03	31.10	20.97

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 18 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายโซเดียมอีดีทีเอ ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2.70	2.80	2.80	2.77	0.05	2.00	2.10	2.00	2.03	0.05	1.80	1.80	1.90	1.83	0.05	0.80	0.90	0.80	0.83	0.05
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2.80	2.80	2.80	2.80	0.00	2.10	2.10	2.10	2.10	0.00	1.90	1.90	1.80	1.87	0.05	1.20	1.00	0.90	1.03	0.12
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	1.20	1.20	1.20	1.20	0.00	3.28	3.28	3.28	3.28	0.00	3.64	3.64	-1.82	3.64	0.00	44.00	20.00	8.00	32.00	16.97
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	3.30	3.20	3.30	3.27	0.05	2.50	2.60	2.60	2.57	0.05	2.40	2.40	2.30	2.37	0.05	1.80	1.80	2.00	1.87	0.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	3.50	3.30	3.30	3.37	0.09	2.70	2.70	2.70	2.70	0.00	2.80	2.83	2.88	2.84	0.03	2.10	2.10	2.00	2.07	0.05
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	7.14	1.02	1.02	1.02	0.00	5.19	5.19	5.19	5.19	0.00	18.31	19.58	21.69	19.86	1.39	12.50	12.50	7.14	12.50	0.00
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	583.30	420.90	691.90	565.37	136.39	949.00	949.00	730.00	949.00	0.00	1538.80	1219.90	1437.00	1398.57	162.89	1322.00	1010.00	840.10	1166.00	220.62
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	627.90	882.90	441.10	650.63	0.00	1037.30	1037.30	892.20	1037.30	0.00	1528.80	1348.10	1441.20	1439.37	90.36	1328.80	1418.00	892.00	1373.40	63.07
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	11.06	56.16	-21.98	15.08	0.00	9.30	9.30	-5.99	9.30	0.00	9.31	-3.61	3.05	6.18	4.43	58.17	68.79	6.18	63.48	7.51
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	2069.00	2129.90	2012.80	2070.57	58.57	2639.90	2639.90	2688.90	2656.23	28.29	2539.90	3211.00	3420.00	3056.97	459.82	2620.90	2710.00	2800.90	2710.60	90.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	2424.90	2230.90	2011.10	2222.30	207.03	3022.00	3022.00	3028.40	3024.13	3.70	3529.10	2940.00	3519.40	3524.25	6.86	3228.00	2792.00	3044.40	3021.47	218.90
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	17.11	7.74	-2.87	7.33	0.00	12.92	12.92	13.16	13.00	0.14	6.44	-11.33	6.15	6.30	0.21	19.09	3.00	12.31	15.70	4.79
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	441.40	210.00	306.60	319.33	116.22	546.50	546.50	438.00	510.33	62.64	541.10	690.00	387.00	615.55	105.29	500.00	409.90	305.00	404.97	97.59
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	391.00	572.00	449.00	470.67	92.42	642.00	642.00	521.90	601.97	69.34	533.30	721.10	939.90	731.43	203.50	361.20	640.00	481.10	494.10	139.85
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	22.44	79.12	40.61	59.86	27.24	42.61	42.61	15.93	29.27	18.86	-13.36	17.15	52.69	34.92	25.13	-10.81	58.04	18.80	38.42	27.75
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1534.10	1507.70	1600.00	1547.27	47.54	1767.70	1767.70	1851.10	1795.50	48.15	2463.00	2574.40	2305.50	2447.63	135.11	1679.40	1563.00	1609.90	1617.43	58.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1648.00	1688.20	1620.00	1652.07	34.28	1829.00	1829.00	1793.00	1817.00	20.78	2737.70	2911.10	2140.20	2824.40	122.61	1900.00	1948.20	1930.00	1926.07	24.34
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	6.51	9.11	4.70	6.77	0.00	2.75	2.75	0.73	2.75	0.00	11.85	18.94	-12.56	15.39	5.01	17.47	20.45	19.32	19.08	1.50

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 18 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ถูกสกัดโดยสารละลายโซเดียมอีดีทีเอ ดินพระนครศรีอยุธยา

โลหะ		ทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า																			
		ราก					ลำต้น					ใบ					เมล็ด				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	500.90	348.80	200.10	274.45	105.15	744.00	744.00	592.00	693.33	87.76	592.90	733.90	600.00	642.27	79.44	430.30	229.90	340.00	333.40	100.36
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	320.20	502.20	414.20	412.20	91.02	591.30	591.30	660.80	614.47	40.13	839.00	900.00	687.10	808.70	109.64	526.60	318.90	420.40	421.97	103.86
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	16.67	82.98	50.92	66.95	22.67	19.19	19.19	33.20	19.19	0.00	30.63	40.13	6.98	35.38	6.72	57.95	-4.35	26.09	42.02	22.52
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1064.90	910.00	1027.70	1046.30	80.86	2232.20	2232.20	2001.10	2232.20	0.00	2469.70	2531.80	2465.00	2488.83	37.28	1755.10	1824.00	1769.90	1783.00	36.27
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1590.10	1002.10	1008.80	1200.33	4.74	2339.10	2339.10	2059.10	2245.77	161.66	2301.70	2609.90	2810.00	2573.87	256.06	2163.00	1900.00	1992.70	2018.57	133.39
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	51.97	51.97	51.97	51.97	0.00	4.79	4.79	-7.75	4.79	0.00	4.86	12.90	3.42	4.14	1.02	21.31	6.56	11.76	9.16	3.68
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	451.20	497.30	504.40	484.30	28.88	304.20	298.80	362.90	321.97	35.55	1039.50	1259.00	1063.00	1120.50	120.52	406.60	341.10	305.80	351.17	24.96
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	522.20	510.00	540.90	524.37	15.56	591.00	420.00	481.10	497.37	86.65	1449.00	910.00	1339.90	1232.97	284.97	460.00	357.70	406.10	407.93	51.17
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	7.83	5.31	11.69	6.57	0.00	83.56	30.45	49.43	39.94	13.42	19.97	22.08	13.55	18.53	4.44	30.99	1.86	15.64	23.32	10.85
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1197.50	1062.90	1192.10	1150.83	76.20	1148.80	928.80	1126.90	1068.17	121.19	2100.80	1946.60	1634.00	1893.80	237.84	406.10	610.40	492.40	502.97	61.02
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1239.00	1129.90	1092.20	1153.70	76.24	1049.00	1122.20	1258.80	1143.33	106.48	2081.20	2322.90	1929.90	2111.33	198.23	600.00	520.00	717.70	612.57	83.23
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	7.66	-1.82	-5.09	2.92	0.00	-1.79	5.06	17.85	11.45	9.04	9.90	22.66	1.91	16.28	9.02	19.29	3.39	42.69	30.99	16.55
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	984.40	1092.10	618.80	898.43	248.08	329.00	321.70	273.90	308.20	29.93	404.40	400.00	351.90	385.43	29.12	304.10	274.90	278.80	285.93	17.89
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1028.80	1091.00	1030.00	1049.93	35.57	600.00	320.00	489.90	469.97	141.06	529.00	519.90	601.10	550.00	44.49	429.90	410.00	428.70	422.87	0.85
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	-0.91	5.08	-0.79	2.09	0.00	94.68	3.83	58.96	76.82	25.26	37.25	34.89	55.95	36.07	1.67	50.35	43.39	49.93	47.89	0.30
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	1657.50	1842.90	1372.10	1624.17	237.16	1048.80	941.50	1123.70	1038.00	91.58	1111.00	1047.00	1334.40	1164.13	150.89	506.10	745.10	694.00	648.40	132.87
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม NH_4NO_3 (mg/kg)	1757.20	1928.40	1493.80	1842.80	0.00	1549.90	1251.90	1171.00	1324.27	199.55	1420.00	1428.80	1300.00	1382.93	71.96	719.90	602.70	928.80	750.47	147.71
	% ที่พืชดูด เทียบกับชุดควบคุม	8.19	18.73	-8.03	13.46	0.00	49.32	20.61	12.81	34.96	20.30	31.60	32.42	20.48	32.01	0.58	11.03	-7.05	43.24	27.14	21.11

หมายเหตุ : ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 19 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	300.00	1.700	1.186	0.002	1.200	2.970	0.004	1.000	3.320	0.003	0.400	3.516	0.001	0.010	6.871
	300.00	1.600	1.043	0.002	1.300	2.149	0.003	0.900	4.010	0.004	0.400	2.121	0.001	0.009	5.947
	200.00	1.600	1.045	0.002	1.200	2.044	0.002	0.900	3.671	0.003	0.500	4.318	0.002	0.010	6.391
ค่าเฉลี่ย	266.67	1.633	1.091	0.002	1.233	2.388	0.003	0.933	3.667	0.003	0.433	3.318	0.001	0.010	6.403

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	265.90	0.000	1.479	0.000	0.000	3.674	0.000	1310.400	2.662	3.488	1200.700	2.056	2.469	5.957	8.511
	218.00	458.900	1.217	0.558	810.000	2.056	1.666	1206.900	3.467	4.185	1001.600	2.318	2.322	8.731	12.472
	229.80	355.000	1.094	0.388	710.800	3.967	2.820	1165.800	2.044	2.383	1114.600	2.855	3.183	8.774	12.534
ค่าเฉลี่ย	237.90	406.950	1.263	0.473	760.400	3.232	1.495	1227.700	2.724	3.352	1105.633	2.410	2.658	7.821	11.172

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	288.80	202.000	1.885	0.381	0.000	3.121	0.000	789.000	2.643	2.085	324.700	3.055	0.992	3.458	7.684
	300.00	121.000	1.006	0.122	529.100	2.560	1.354	998.000	1.489	1.486	281.100	2.001	0.563	3.525	7.832
	276.50	0.000	1.329	0.000	422.000	3.006	1.268	0.000	2.022	0.000	365.500	3.062	1.119	2.387	5.305
ค่าเฉลี่ย	288.43	161.500	1.406	0.167	475.550	2.895	0.874	893.500	2.051	1.190	323.767	2.706	0.891	3.123	6.941

ตารางที่ ค. 19 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	300.00	1.700	1.186	0.002	1.200	2.970	0.004	1.000	3.320	0.003	0.400	3.516	0.001	0.010	6.871
	300.00	1.600	1.043	0.002	1.300	2.149	0.003	0.900	4.010	0.004	0.400	2.121	0.001	0.009	5.947
	200.00	1.600	1.045	0.002	1.200	2.044	0.002	0.900	3.671	0.003	0.500	4.318	0.002	0.010	6.391
ค่าเฉลี่ย	266.67	1.633	1.091	0.002	1.233	2.388	0.003	0.933	3.667	0.003	0.433	3.318	0.001	0.010	6.403

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	265.90	0.000	1.479	0.000	0.000	3.674	0.000	1310.400	2.662	3.488	1200.700	2.056	2.469	5.957	8.511
	218.00	458.900	1.217	0.558	810.000	2.056	1.666	1206.900	3.467	4.185	1001.600	2.318	2.322	8.731	12.472
	229.80	355.000	1.094	0.388	710.800	3.967	2.820	1165.800	2.044	2.383	1114.600	2.855	3.183	8.774	12.534
ค่าเฉลี่ย	237.90	406.950	1.263	0.473	760.400	3.232	1.495	1227.700	2.724	3.352	1105.633	2.410	2.658	7.821	11.172

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	288.80	202.000	1.885	0.381	0.000	3.121	0.000	789.000	2.643	2.085	324.700	3.055	0.992	3.458	7.684
	300.00	121.000	1.006	0.122	529.100	2.560	1.354	998.000	1.489	1.486	281.100	2.001	0.563	3.525	7.832
	276.50	0.000	1.329	0.000	422.000	3.006	1.268	0.000	2.022	0.000	365.500	3.062	1.119	2.387	5.305
ค่าเฉลี่ย	288.43	161.500	1.406	0.167	475.550	2.895	0.874	893.500	2.051	1.190	323.767	2.706	0.891	3.123	6.941

ตารางที่ ค. 19 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	271.00	308.800	1.285	0.397	972.300	3.785	3.680	1161.500	2.771	3.219	377.300	2.001	0.755	8.050	17.889
	263.80	209.000	1.461	0.305	855.900	4.882	4.179	1075.500	4.111	4.421	295.100	1.428	0.421	9.326	20.724
	234.00	0.000	1.012	0.000	731.200	4.513	3.300	0.000	2.834	0.000	0.000	1.220	0.000	3.300	7.333
ค่าเฉลี่ย	256.27	104.500	1.252	0.234	853.133	4.393	3.719	537.750	3.239	2.546	147.550	1.550	0.392	6.892	15.315

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	207.00	411.000	1.638	0.673	122.000	2.663	0.325	899.400	3.756	3.378	74.400	2.778	0.207	4.583	8.333
	213.90	310.700	1.004	0.312	221.000	3.873	0.856	799.300	2.885	2.306	61.200	3.322	0.203	3.677	6.685
	204.30	210.500	1.219	0.256	21.100	3.212	0.068	683.700	4.002	2.736	73.200	2.005	0.147	3.207	5.831
ค่าเฉลี่ย	208.40	310.733	1.287	0.414	121.367	3.249	0.416	794.133	3.548	2.807	69.600	2.702	0.186	3.822	6.950

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	200.00	1045.800	1.674	1.751	916.000	3.001	2.749	0.000	3.007	0.000	510.000	3.511	1.791	6.290	7.863
	202.20	1109.900	1.223	1.358	1115.500	2.646	2.952	982.000	2.667	2.619	0.000	2.775	0.000	6.928	8.660
	201.10	1200.300	1.106	1.327	1019.000	2.006	2.044	892.400	3.832	3.419	518.900	3.639	1.888	8.678	10.848
ค่าเฉลี่ย	201.10	1118.667	1.334	1.478	1016.833	2.551	2.581	937.200	3.169	2.013	514.450	3.308	1.226	7.299	9.124

ตารางที่ ค. 19 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	200.00	1.800	1.492	0.003	1.400	3.773	0.005	1.100	4.829	0.005	0.700	3.382	0.002	0.016	10.432
	100.00	1.900	1.283	0.002	1.200	2.006	0.002	1.100	3.490	0.004	0.800	3.662	0.003	0.012	7.742
	100.00	1.800	1.053	0.002	1.200	3.620	0.004	1.000	4.511	0.005	0.800	2.000	0.002	0.012	8.234
ค่าเฉลี่ย	150.00	1.833	1.276	0.002	1.267	3.133	0.004	1.067	4.277	0.005	0.767	3.015	0.002	0.013	8.803

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	177.20	516.000	1.378	0.711	1289.000	4.267	5.501	1510.400	4.002	6.045	1377.100	2.758	3.799	16.055	22.936
	139.43	0.000	1.002	0.000	1197.900	3.776	4.523	1413.300	3.519	4.973	1420.200	3.635	5.162	14.659	20.941
	158.00	633.600	1.954	1.238	1089.900	4.195	4.572	1488.800	4.618	6.876	1211.000	3.007	3.641	16.327	23.324
ค่าเฉลี่ย	158.21	574.800	1.445	0.650	1192.267	4.079	4.865	1470.833	4.046	5.965	1336.100	3.133	4.201	15.680	22.400

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	112.20	0.000	1.537	0.000	0.000	4.890	0.000	0.000	5.943	0.000	623.100	2.933	2.450	2.450	5.445
	122.60	370.000	1.005	0.372	601.000	5.371	3.228	902.600	4.119	3.718	522.000	4.067	2.123	9.441	20.980
	116.90	283.800	1.035	0.294	502.000	4.001	2.008	804.400	4.006	3.223	484.070	3.210	1.554	7.079	15.731
ค่าเฉลี่ย	117.23	326.900	1.192	0.222	551.500	4.754	1.746	853.500	4.690	2.314	543.057	3.737	2.042	6.323	14.052

ตารางที่ ค. 19 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	109.60	478.300	1.754	0.839	0.000	4.831	0.000	1300.100	3.870	5.032	0.000	3.569	0.000	5.870	13.045
	108.90	394.100	1.556	0.613	934.800	5.004	4.678	1410.000	2.600	3.667	544.000	4.003	2.177	11.135	24.744
	111.20	0.000	1.001	0.000	855.100	3.120	2.668	1211.000	3.990	4.832	423.900	2.200	0.933	8.432	18.738
ค่าเฉลี่ย	109.90	436.200	1.437	0.484	894.950	4.318	2.448	1307.033	3.487	4.510	483.950	3.257	1.037	8.479	18.843

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	141.60	422.000	1.147	0.484	0.000	3.865	0.000	1010.300	3.760	3.798	211.200	2.760	0.583	4.865	8.845
	145.60	330.600	1.230	0.407	200.900	4.932	0.991	1009.900	3.110	3.141	112.700	3.966	0.447	4.985	9.064
	192.00	521.800	1.485	0.775	110.000	2.847	0.313	910.000	4.723	4.298	13.300	2.904	0.039	5.425	9.863
ค่าเฉลี่ย	159.73	424.800	1.287	0.555	155.450	3.881	0.435	976.733	3.864	3.746	112.400	3.210	0.356	5.092	9.258

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	182.00	1377.800	1.534	2.114	1211.000	4.856	5.881	1275.000	3.643	4.645	413.000	2.780	1.148	13.787	17.234
	150.80	1295.200	1.481	1.918	1022.100	5.000	5.111	1093.000	4.101	4.482	512.200	3.005	1.539	13.050	16.312
	188.00	1499.000	1.491	2.234	0.000	3.522	0.000	0.000	3.127	0.000	612.000	3.218	1.969	4.203	5.254
ค่าเฉลี่ย	173.60	1390.667	1.502	2.089	1116.550	4.459	3.664	1184.000	3.624	3.042	512.400	3.001	1.552	10.347	12.933

ตารางที่ ค. 19 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	200.00	1.900	1.006	0.002	1.500	2.642	0.004	1.100	3.271	0.004	0.700	2.008	0.001	0.011	7.251
	100.00	1.900	1.102	0.002	1.400	2.012	0.003	1.200	2.519	0.003	0.700	3.012	0.002	0.010	6.695
	200.00	1.900	1.562	0.003	1.400	3.000	0.004	1.200	2.931	0.004	0.800	2.100	0.002	0.012	8.243
ค่าเฉลี่ย	166.67	1.900	1.223	0.002	1.433	2.551	0.004	1.167	2.907	0.003	0.733	2.373	0.002	0.011	7.396

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	180.00	807.700	1.589	1.283	901.300	3.067	2.764	1550.400	2.013	3.121	1639.900	3.671	6.020	13.189	18.842
	251.00	900.000	1.360	1.224	0.000	2.671	0.000	1643.300	4.281	7.035	1819.300	2.001	3.641	11.900	17.000
	148.00	710.600	2.017	1.434	1104.000	2.880	3.180	0.000	3.001	0.000	0.000	3.211	0.000	4.613	6.590
ค่าเฉลี่ย	193.00	806.100	1.655	1.314	1002.650	2.873	1.981	1596.850	3.098	3.385	1729.600	2.961	3.220	9.901	14.144

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	239.00	411.200	1.489	0.612	711.100	4.001	2.845	0.000	3.668	0.000	503.100	3.022	1.520	4.978	11.062
	246.90	313.900	1.055	0.331	621.000	3.288	2.042	975.000	2.190	2.135	615.000	2.000	1.230	5.739	12.752
	242.80	220.000	1.300	0.286	514.000	2.048	1.053	797.200	3.083	2.457	402.100	1.906	0.766	4.562	10.138
ค่าเฉลี่ย	242.90	315.033	1.281	0.410	615.367	3.112	1.980	886.100	2.980	1.531	506.733	2.309	1.172	5.093	11.317

ตารางที่ ค. 19 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	205.000	500.300	1.019	0.510	1128.400	3.770	4.254	1459.300	3.974	5.799	455.300	2.856	1.300	11.864	26.363
	200.200	399.800	1.120	0.448	1011.800	2.846	2.880	1366.000	3.023	4.129	0.000	3.710	0.000	7.457	16.571
	200.000	288.000	1.527	0.440	922.100	3.002	2.768	1266.200	4.000	5.065	377.000	3.202	1.207	9.480	21.066
ค่าเฉลี่ย	201.733	396.033	1.222	0.466	1020.767	3.206	3.301	1363.833	3.666	4.998	416.150	3.256	0.836	9.600	21.333

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	116.200	543.200	1.400	0.760	322.000	2.890	0.931	1166.100	3.907	4.556	109.500	2.671	0.292	6.540	11.891
	166.300	444.000	1.642	0.729	221.900	3.000	0.666	1055.300	4.022	4.245	106.300	2.906	0.309	5.948	10.815
	113.900	351.000	1.803	0.633	0.000	3.029	0.000	999.500	2.080	2.079	100.000	3.067	0.307	3.019	5.488
ค่าเฉลี่ย	132.133	446.067	1.615	0.707	271.950	2.973	0.532	1073.633	3.337	3.627	105.267	2.881	0.303	5.169	9.398

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	152.20	1291.500	1.770	2.286	1461.000	3.561	5.203	1500.600	4.100	6.152	507.700	3.071	1.559	15.200	19.000
	183.00	1188.500	1.404	1.669	0.000	4.000	0.000	0.000	3.603	0.000	409.000	2.568	1.050	2.720	3.399
	282.80	0.000	1.890	0.000	1284.000	3.289	4.223	1429.500	3.038	4.342	609.800	2.777	1.693	10.258	12.823
ค่าเฉลี่ย	206.00	1240.000	1.688	1.318	1372.500	3.617	3.142	1465.050	3.580	3.498	508.833	2.806	1.434	9.393	11.741

ตารางที่ ค. 19เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	100.000	1.700	1.670	0.003	1.300	3.674	0.005	1.000	4.021	0.004	0.600	3.000	0.002	0.013	8.958
	100.000	1.700	1.200	0.002	1.300	4.068	0.005	1.000	3.128	0.003	0.600	2.799	0.002	0.012	8.090
	100.000	1.700	1.067	0.002	1.200	3.510	0.004	1.000	2.777	0.003	0.700	4.322	0.003	0.012	7.885
ค่าเฉลี่ย	100.000	1.700	1.312	0.002	1.267	3.751	0.005	1.000	3.309	0.003	0.633	3.374	0.002	0.012	8.311

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	173.300	639.600	1.562	0.999	1042.100	4.008	4.176	0.000	3.867	0.000	1555.900	3.867	6.016	11.192	15.988
	271.100	823.900	1.200	0.989	0.000	3.511	0.000	1201.300	4.210	5.057	1253.000	2.791	3.496	9.543	13.632
	148.800	0.000	1.320	0.000	1245.700	3.890	4.846	1214.400	3.905	4.743	0.000	4.000	0.000	9.588	13.698
ค่าเฉลี่ย	197.733	731.750	1.361	0.663	1143.900	3.803	3.007	1207.850	3.994	3.267	1404.450	3.552	3.171	10.108	14.439

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	236.500	358.000	1.645	0.589	495.300	3.007	1.489	662.000	4.872	3.225	351.100	2.790	0.979	6.283	13.962
	269.200	246.000	1.089	0.268	692.000	4.222	2.921	0.000	3.500	0.000	0.000	4.003	0.000	3.189	7.087
	156.000	0.000	1.239	0.000	597.400	4.120	2.461	866.600	3.220	2.790	582.800	3.000	1.748	7.000	15.556
ค่าเฉลี่ย	220.567	302.000	1.324	0.286	594.900	3.783	2.291	764.300	3.864	2.005	466.950	3.264	0.909	5.491	12.202

ตารางที่ ค. 19 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	220.000	0.000	1.541	0.000	463.200	4.561	2.113	1515.300	4.874	7.386	483.900	3.700	1.790	11.289	3.225
	190.600	141.000	1.056	0.149	0.000	3.700	0.000	1542.000	5.444	8.395	0.000	3.128	0.000	8.544	2.441
	200.000	250.000	1.291	0.323	918.200	3.895	3.576	0.000	3.984	0.000	455.000	4.006	1.823	5.722	1.635
ค่าเฉลี่ย	203.533	195.500	1.296	0.157	690.700	4.052	1.896	1528.650	4.767	5.260	469.450	3.612	1.204	8.518	2.434

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	141.100	512.000	1.075	0.551	265.100	4.322	1.146	962.100	4.700	4.522	200.200	5.007	1.002	7.220	1.313
	183.200	421.600	1.500	0.632	155.900	2.674	0.417	850.000	3.130	2.660	100.700	4.219	0.425	4.134	0.752
	135.000	311.800	1.871	0.583	60.000	4.900	0.294	764.500	3.852	2.945	0.300	4.614	0.001	3.824	0.695
ค่าเฉลี่ย	153.100	415.133	1.482	0.589	160.333	3.965	0.619	858.867	3.894	3.376	100.400	4.613	0.476	5.059	0.920

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	107.800	0.000	1.541	0.000	1352.100	2.896	3.915	0.000	3.130	0.000	201.100	4.990	1.004	4.919	1.667
	104.300	1255.000	1.067	1.339	1252.000	3.078	3.853	969.500	4.129	4.003	301.000	3.778	1.137	10.332	3.502
	117.700	1043.200	1.200	1.252	0.000	4.218	0.000	516.500	2.956	1.527	405.200	3.542	1.435	4.214	1.428
ค่าเฉลี่ย	109.933	1149.100	1.269	0.863	1302.050	3.397	2.589	743.000	3.405	1.843	302.433	4.103	1.192	6.488	2.199

ตารางที่ ค. 20 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	200.00	1.400	1.683	0.002	1.100	4.379	0.005	0.700	4.007	0.003	0.200	3.008	0.001	0.011	7.053
	200.00	1.500	1.261	0.002	1.200	3.672	0.004	0.700	2.756	0.002	0.400	2.133	0.001	0.009	6.054
	200.00	1.500	1.367	0.002	1.000	4.221	0.004	0.600	4.219	0.003	0.300	1.991	0.001	0.009	6.267
ค่าเฉลี่ย	200.00	1.467	1.437	0.002	1.100	4.091	0.004	0.667	3.661	0.002	0.300	2.377	0.001	0.010	6.458

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	288.00	782.000	1.100	0.861	1102.200	5.078	5.597	1629.000	4.000	6.516	1439.200	3.412	4.911	17.884	25.549
	360.00	700.000	1.645	1.152	1020.000	3.856	3.933	1520.000	3.742	5.688	0.000	2.906	0.000	10.773	15.389
	358.00	0.000	1.503	0.000	912.700	5.844	5.334	1439.900	2.899	4.174	1620.000	3.007	4.871	14.379	20.542
ค่าเฉลี่ย	335.33	741.000	1.416	0.671	1011.633	4.926	4.955	1529.633	3.547	5.459	1529.600	3.108	3.261	14.345	20.493

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	393.90	300.000	1.100	0.330	777.700	4.889	3.802	0.000	2.553	0.000	519.900	4.561	2.371	6.504	14.452
	293.30	310.400	1.769	0.549	0.000	4.127	0.000	677.400	3.008	2.037	0.000	3.100	0.000	2.587	5.748
	299.00	269.300	1.555	0.419	666.000	3.667	2.442	767.600	3.673	2.819	489.900	4.876	2.389	8.069	17.932
ค่าเฉลี่ย	328.73	293.233	1.475	0.433	721.850	4.228	2.081	722.500	3.078	1.619	504.900	4.179	1.587	5.720	12.711

ตารางที่ ค. 20 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	274.50	409.600	1.675	0.686	755.000	3.645	2.752	1154.300	4.879	5.632	0.000	3.890	0.000	9.070	20.155
	208.10	202.100	1.780	0.360	0.000	4.532	0.000	1055.500	3.557	3.754	200.000	2.531	0.506	4.620	10.267
	200.00	302.200	1.290	0.390	600.000	2.886	1.731	1197.700	4.635	5.551	305.600	3.667	1.121	8.793	19.539
ค่าเฉลี่ย	227.53	304.633	1.581	0.478	677.500	3.687	1.494	1135.833	4.357	4.979	252.800	3.363	0.542	7.494	16.654

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	112.20	450.000	1.028	0.463	33.200	4.770	0.158	903.400	4.189	3.784	99.900	3.190	0.319	4.724	8.589
	301.00	446.500	1.842	0.822	244.500	5.002	1.223	912.600	5.189	4.736	0.000	4.100	0.000	6.781	12.329
	200.00	400.000	1.274	0.509	166.000	2.678	0.445	1003.300	4.289	4.303	98.800	2.614	0.258	5.516	10.028
ค่าเฉลี่ย	204.40	432.167	1.381	0.598	147.900	4.150	0.609	939.767	4.556	4.274	99.350	3.302	0.192	5.673	10.315

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	239.20	1399.000	1.389	1.943	833.300	3.718	3.098	899.700	4.910	4.418	411.100	3.180	1.307	10.767	13.459
	300.00	1291.100	1.835	2.369	952.300	4.014	3.823	700.000	2.694	1.886	0.000	2.671	0.000	8.078	10.097
	228.60	0.000	1.440	0.000	0.000	3.772	0.000	0.000	4.180	0.000	416.400	3.189	1.328	1.328	1.660
ค่าเฉลี่ย	255.93	1345.050	1.555	1.438	892.800	3.835	2.307	799.850	3.928	2.101	413.750	3.014	0.878	6.724	8.405

ตารางที่ ค. 20 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	130.00	1.700	1.390	0.002	1.300	2.194	0.003	1.000	5.238	0.005	0.600	3.002	0.002	0.012	8.169
	100.00	1.600	1.739	0.003	1.500	5.382	0.008	0.900	3.713	0.003	0.600	4.282	0.003	0.017	11.177
	169.00	1.700	1.501	0.003	1.300	3.180	0.004	0.900	3.103	0.003	0.600	4.291	0.003	0.012	8.036
ค่าเฉลี่ย	133.00	1.667	1.543	0.003	1.367	3.585	0.005	0.933	4.018	0.004	0.600	3.858	0.002	0.014	9.127

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	200.00	1038.500	1.302	1.352	1249.900	3.189	3.986	2079.900	4.189	8.713	1692.000	4.300	7.275	21.326	30.466
	222.10	0.000	1.729	0.000	1020.400	4.189	4.274	1903.300	2.199	4.185	1629.500	2.845	4.636	13.096	18.708
	336.30	1100.000	1.200	1.320	1122.000	3.719	4.173	2007.600	5.290	10.620	1701.100	4.262	7.250	23.363	33.376
ค่าเฉลี่ย	252.80	1069.250	1.410	0.891	1130.767	3.699	4.144	1996.933	3.893	7.839	1674.200	3.802	6.387	19.262	27.517

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	230.80	307.400	1.526	0.469	730.100	4.190	3.059	674.400	3.864	2.606	721.200	3.289	2.372	8.506	18.903
	186.60	211.100	1.400	0.296	720.000	3.771	2.715	0.000	4.269	0.000	549.000	2.901	1.592	4.603	10.229
	246.50	430.000	1.562	0.672	699.500	4.281	2.995	952.000	5.713	5.439	601.100	4.718	2.836	11.941	26.536
ค่าเฉลี่ย	221.30	316.167	1.496	0.479	716.533	4.081	2.923	813.200	4.615	2.682	623.767	3.636	2.267	8.350	18.556

ตารางที่ ค. 20 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	100.00	501.100	1.830	0.917	0.000	3.904	0.000	0.000	3.901	0.000	0.000	3.829	0.000	0.917	2.038
	202.00	300.000	1.390	0.417	855.500	4.825	4.128	1540.900	4.290	6.611	451.000	2.679	1.208	12.364	27.475
	102.00	405.100	1.463	0.593	940.900	2.100	1.976	1361.100	4.031	5.487	539.900	4.013	2.166	10.222	22.715
ค่าเฉลี่ย	134.67	402.067	1.561	0.642	898.200	3.610	2.035	1451.000	4.074	4.032	495.450	3.507	1.125	7.834	17.409

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	174.50	606.600	1.694	1.028	359.900	3.829	1.378	974.000	4.001	3.897	188.800	2.890	0.546	6.849	12.452
	162.10	599.800	1.220	0.732	378.900	5.011	1.899	1055.300	3.813	4.024	0.000	4.090	0.000	6.654	12.098
	195.60	543.900	1.438	0.782	0.000	4.282	0.000	1192.900	5.011	5.978	100.000	2.678	0.268	7.028	12.778
ค่าเฉลี่ย	177.40	583.433	1.451	0.847	369.400	4.374	1.092	1074.067	4.275	4.633	144.400	3.220	0.271	6.843	12.443

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	239.20	1269.900	1.423	1.807	1444.400	4.762	6.878	1206.000	5.312	6.406	0.000	4.731	0.000	15.092	18.865
	188.80	1363.800	1.190	1.623	0.000	3.550	0.000	0.000	3.621	0.000	384.600	3.890	1.496	3.119	3.899
	119.50	1371.000	1.350	1.851	1395.500	4.713	6.576	1212.200	4.842	5.870	469.900	3.127	1.470	15.766	19.708
ค่าเฉลี่ย	182.50	1334.900	1.321	1.760	1419.950	4.342	4.485	1209.100	4.592	4.092	427.250	3.916	0.989	11.326	14.157

ตารางที่ ค. 20 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	167.000	1.700	1.390	0.002	1.500	4.201	0.006	1.100	5.303	0.006	0.600	3.502	0.002	0.017	11.066
	120.000	1.800	1.120	0.002	1.400	5.299	0.007	1.000	4.204	0.004	0.400	4.703	0.002	0.016	10.347
	180.000	1.700	1.490	0.003	1.500	3.590	0.005	1.000	4.793	0.005	0.400	3.760	0.002	0.014	9.477
ค่าเฉลี่ย	155.667	1.733	1.333	0.002	1.467	4.363	0.006	1.033	4.767	0.005	0.467	3.988	0.002	0.015	10.297

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	250.000	0.000	1.300	0.000	1260.600	5.472	6.898	1849.900	5.200	9.619	0.000	3.590	0.000	16.518	23.597
	180.800	953.000	1.290	1.230	1149.900	4.209	4.840	1655.800	6.194	10.256	1594.000	2.493	3.974	20.300	29.000
	220.000	800.000	1.493	1.194	1050.000	4.780	5.019	1640.100	3.802	6.236	1788.600	5.302	9.483	21.933	31.333
ค่าเฉลี่ย	216.933	876.500	1.361	0.808	1153.500	4.820	5.586	1715.267	5.065	8.704	1691.300	3.795	4.486	19.584	27.976

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	217.300	0.000	1.562	0.000	809.900	5.329	4.316	0.000	3.780	0.000	513.800	4.210	2.163	6.479	14.398
	233.300	306.600	1.732	0.531	701.200	4.200	2.945	949.900	4.694	4.459	0.000	3.763	0.000	7.935	17.634
	235.200	211.100	1.290	0.272	612.200	2.891	1.770	779.500	5.905	4.603	641.100	4.008	2.569	9.214	20.475
ค่าเฉลี่ย	228.600	258.850	1.528	0.268	707.767	4.140	3.010	864.700	4.793	3.021	577.450	3.994	1.577	7.876	17.502

ตารางที่ ค. 20 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	204.200	482.900	1.563	0.755	940.000	4.230	3.976	0.000	4.875	0.000	601.100	3.564	2.143	6.874	15.275
	196.800	400.000	1.120	0.448	1039.400	4.761	4.948	1300.000	2.800	3.640	0.000	2.555	0.000	9.036	20.081
	150.000	499.100	1.010	0.504	0.000	2.439	0.000	1203.300	4.286	5.157	639.900	3.745	2.396	8.057	17.905
ค่าเฉลี่ย	183.667	460.667	1.231	0.569	989.700	3.810	2.975	1251.650	3.987	2.932	620.500	3.288	1.513	7.989	17.754

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	101.100	639.000	1.437	0.918	222.200	5.879	1.306	932.900	4.656	4.343	159.000	3.752	0.597	7.164	13.025
	101.100	588.000	1.122	0.660	219.000	5.342	1.170	1141.100	4.903	5.595	78.800	3.860	0.304	7.729	14.053
	176.600	0.000	1.673	0.000	300.000	2.890	0.867	1060.200	3.650	3.870	250.000	3.000	0.750	5.487	9.976
ค่าเฉลี่ย	126.267	613.500	1.411	0.526	247.067	4.704	1.114	1044.733	4.403	4.603	162.600	3.538	0.550	6.793	12.351

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	137.300	1392.000	1.640	2.283	0.000	5.322	0.000	1411.000	4.865	6.865	450.000	3.760	1.692	10.839	13.549
	263.100	1477.700	1.253	1.852	1528.900	3.660	5.596	1224.900	6.322	7.743	0.000	5.321	0.000	15.191	18.989
	118.600	0.000	1.300	0.000	1438.800	4.218	6.068	0.000	5.775	0.000	278.800	4.200	1.171	7.239	9.049
ค่าเฉลี่ย	173.000	1434.850	1.398	1.378	1483.850	4.400	3.888	1317.950	5.654	4.869	364.400	4.427	0.954	11.090	13.863

ตารางที่ ค. 20 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	110.000	1.600	1.066	0.002	1.300	4.632	0.006	0.800	4.641	0.004	0.500	3.750	0.002	0.013	8.877
	125.000	1.600	1.439	0.002	1.300	3.786	0.005	0.900	5.744	0.005	0.400	4.390	0.002	0.014	9.433
	177.000	1.600	1.217	0.002	1.200	5.420	0.007	0.800	4.600	0.004	0.400	4.213	0.002	0.014	9.211
ค่าเฉลี่ย	137.333	1.600	1.241	0.002	1.267	4.613	0.006	0.833	4.995	0.004	0.433	4.118	0.002	0.014	9.173

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	221.000	799.200	1.390	1.111	1204.400	4.876	5.873	1642.200	4.600	7.554	1549.900	3.130	4.851	19.388	27.698
	221.500	700.300	1.201	0.841	1000.000	2.895	2.895	0.000	3.593	0.000	0.000	4.011	0.000	3.736	5.337
	172.700	598.800	1.590	0.952	1110.200	3.904	4.334	1792.200	4.619	8.278	1739.000	3.513	6.108	19.673	28.105
ค่าเฉลี่ย	205.067	699.433	1.394	0.968	1104.867	3.892	4.367	1717.200	4.271	5.277	1644.450	3.551	3.653	14.266	20.380

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	228.100	0.000	1.176	0.000	581.100	3.672	2.134	828.800	4.652	3.856	610.700	3.512	2.145	8.135	18.077
	197.700	202.200	1.297	0.262	664.100	4.006	2.660	959.900	3.067	2.944	418.200	2.895	1.211	7.078	15.728
	222.88	189.900	1.400	0.266	0.000	2.784	0.000	723.200	3.912	2.829	501.100	3.751	1.880	4.975	11.055
ค่าเฉลี่ย	216.227	196.050	1.291	0.176	622.600	3.487	1.598	837.300	3.877	3.210	510.000	3.386	1.745	6.729	14.953

ตารางที่ ค. 20 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	172.000	490.000	1.330	0.652	930.000	3.769	3.505	1177.900	3.654	4.304	539.000	2.907	1.567	10.028	2.865
	166.400	400.000	1.110	0.444	729.000	4.291	3.128	1299.600	4.128	5.364	420.900	4.232	1.781	10.717	3.062
	194.900	306.600	1.270	0.389	819.000	3.212	2.631	1257.700	4.321	5.435	389.900	2.204	0.859	9.314	2.661
ค่าเฉลี่ย	177.767	398.867	1.237	0.495	826.000	3.757	3.088	1245.067	4.034	5.034	449.933	3.114	1.402	10.020	2.863

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	104.500	0.000	1.278	0.000	118.000	3.778	0.446	1079.900	3.200	3.456	111.200	2.423	0.269	4.171	0.758
	142.000	500.000	1.195	0.598	7.700	3.129	0.024	1138.800	3.645	4.151	120.100	3.187	0.383	5.155	0.937
	196.000	422.800	1.492	0.631	201.000	4.067	0.817	769.700	4.286	3.299	119.900	3.890	0.466	5.213	0.948
ค่าเฉลี่ย	147.500	461.400	1.322	0.409	108.900	3.658	0.429	996.133	3.710	3.635	117.067	3.167	0.373	4.847	0.881

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	119.700	0.000	1.763	0.000	1209.900	3.786	4.580	0.000	3.653	0.000	318.800	3.600	1.148	5.728	1.942
	169.000	1483.900	1.232	1.828	0.000	4.130	0.000	1202.200	4.890	5.879	276.800	4.286	1.186	8.893	3.015
	199.900	1500.000	1.207	1.810	1301.800	4.641	6.042	1029.900	3.501	3.606	209.000	4.842	1.012	12.469	4.227
ค่าเฉลี่ย	162.867	1491.950	1.401	1.213	1255.850	4.185	3.541	1116.050	4.015	3.162	268.200	4.243	1.115	9.030	3.061

ตารางที่ ค. 21 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	240.00	0.000	1.210	0.000	1.300	2.564	0.003	0.800	4.190	0.003	0.300	3.562	0.001	0.008	5.169
	300.00	1.600	1.207	0.002	1.000	3.751	0.004	0.700	3.290	0.002	0.200	4.894	0.001	0.009	5.976
	295.00	1.600	1.439	0.002	1.200	3.420	0.004	0.800	4.152	0.003	0.400	3.519	0.001	0.011	7.424
ค่าเฉลี่ย	278.33	1.067	1.286	0.001	1.167	3.245	0.004	0.767	3.877	0.003	0.300	3.992	0.001	0.009	6.190

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	401.10	567.100	1.563	0.886	966.000	3.671	3.546	1600.300	4.671	7.475	1041.300	3.652	3.803	15.711	22.444
	327.10	671.200	1.084	0.728	912.000	5.240	4.779	1752.300	5.893	10.327	1274.000	4.894	6.235	22.069	31.527
	330.00	599.000	1.286	0.770	1029.900	2.751	2.833	1799.200	3.022	5.437	1211.100	2.904	3.517	12.556	17.938
ค่าเฉลี่ย	352.73	612.433	1.311	0.795	969.300	3.887	3.719	1717.267	4.529	7.746	1175.467	3.817	4.518	16.779	23.969

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	367.70	290.600	1.399	0.407	500.000	3.781	1.891	694.100	3.955	2.745	500.000	2.451	1.226	6.268	13.929
	380.00	261.100	1.428	0.373	592.200	4.907	2.906	630.000	4.590	2.892	512.100	4.289	2.197	8.367	18.593
	341.20	373.300	1.184	0.442	539.900	4.441	2.398	621.100	4.290	2.665	594.400	3.190	1.896	7.401	16.446
ค่าเฉลี่ย	362.97	308.333	1.337	0.407	544.033	4.376	2.398	648.400	4.278	2.767	535.500	3.310	1.773	7.345	16.323

ตารางที่ ค. 21 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	190.00	539.000	1.442	0.777	194.700	5.129	0.999	1053.300	3.670	3.866	155.500	3.672	0.571	6.213	11.296
	210.00	533.300	1.309	0.698	185.600	2.420	0.449	1041.900	5.126	5.340	133.300	2.904	0.387	6.875	12.500
	230.00	571.100	1.190	0.680	96.100	4.288	0.412	988.800	3.288	3.251	120.000	1.741	0.209	4.552	8.276
ค่าเฉลี่ย	210.00	547.800	1.314	0.718	158.800	3.946	0.620	1028.000	4.028	4.152	136.267	2.773	0.389	5.880	10.691

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	210.00	1085.700	1.423	1.545	984.400	3.513	3.458	1252.200	2.562	3.208	644.900	1.799	1.160	9.371	11.714
	190.00	0.000	1.186	0.000	1195.500	3.894	4.655	1030.000	4.284	4.413	555.600	2.673	1.485	10.553	13.191
	300.00	940.000	1.165	1.095	1060.000	2.720	2.883	0.000	2.667	0.000	435.900	3.031	1.321	5.299	6.624
ค่าเฉลี่ย	233.33	1012.850	1.258	0.880	1079.967	3.376	3.665	1141.100	3.171	2.540	545.467	2.501	1.322	8.408	10.510

ตารางที่ ค. 21 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	130.00	1.400	1.375	0.002	1.500	3.785	0.006	1.000	3.550	0.004	0.700	1.790	0.001	0.012	8.271
	144.00	1.500	1.056	0.002	1.400	3.511	0.005	0.900	4.003	0.004	0.600	3.512	0.002	0.012	8.139
	102.00	1.500	1.933	0.003	1.500	3.782	0.006	1.000	4.109	0.004	0.700	3.673	0.003	0.015	10.168
ค่าเฉลี่ย	125.33	1.467	1.454	0.002	1.467	3.693	0.005	0.967	3.887	0.004	0.667	2.992	0.002	0.013	8.859

ตารางที่ ค. 21 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	171.90	1052.200	1.554	1.635	1241.200	4.094	5.082	0.000	3.661	0.000	1366.400	2.623	3.584	10.301	14.716
	210.00	0.000	1.297	0.000	1299.800	3.518	4.573	1917.500	3.400	6.520	1449.900	2.462	3.570	14.663	20.947
	189.00	1109.300	1.120	1.242	1248.700	3.700	4.620	1926.500	4.295	8.275	0.000	2.106	0.000	14.137	20.196
ค่าเฉลี่ย	190.30	1080.750	1.324	0.959	1263.233	3.771	4.759	1922.000	3.785	4.931	1408.150	2.397	2.385	13.034	18.620

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	187.70	455.500	1.479	0.674	688.800	4.433	3.053	836.800	3.880	3.247	631.200	2.196	1.386	8.360	18.578
	120.00	351.900	1.531	0.539	694.100	2.709	1.881	787.900	4.067	3.204	683.000	2.611	1.784	7.407	16.461
	198.00	266.900	1.730	0.462	721.800	3.590	2.591	0.000	3.185	0.000	741.300	2.942	2.181	5.234	11.631
ค่าเฉลี่ย	168.57	358.100	1.580	0.558	701.567	3.577	2.508	812.350	3.711	2.151	685.167	2.583	1.783	7.000	15.356

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	202.20	533.300	1.644	0.877	1133.300	2.179	2.469	1503.300	4.222	6.347	438.800	2.756	1.209	10.902	24.227
	152.80	712.000	1.333	0.949	1048.800	3.520	3.692	1441.100	3.633	5.236	0.000	3.062	0.000	9.877	21.948
	110.00	0.000	1.561	0.000	906.100	3.731	3.381	1450.000	3.291	4.771	430.700	2.390	1.029	9.181	20.403
ค่าเฉลี่ย	155.00	622.650	1.513	0.609	1029.400	3.143	3.181	1464.800	3.715	5.451	434.750	2.736	0.746	9.987	22.193

ตารางที่ ค. 21 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	206.60	743.900	1.491	1.109	211.200	4.893	1.033	1253.000	3.779	4.735	205.500	2.451	0.504	7.381	13.420
	151.20	628.800	1.784	1.121	259.000	3.512	0.910	1233.000	3.286	4.051	313.000	3.501	1.096	7.178	13.051
	122.00	588.800	1.944	1.145	398.700	3.330	1.328	1144.800	3.902	4.467	98.500	3.184	0.314	7.253	13.187
ค่าเฉลี่ย	159.93	653.833	1.739	1.125	289.633	3.912	1.090	1210.267	3.656	4.418	205.667	3.045	0.638	7.271	13.219

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	149.00	1377.700	1.442	1.986	1290.800	4.219	5.446	1561.200	4.752	7.419	600.000	3.870	2.322	17.173	21.466
	249.90	1368.000	1.562	2.137	1459.900	3.400	4.964	1300.300	3.189	4.147	703.100	2.553	1.795	13.042	16.303
	100.00	1319.900	1.390	1.835	0.000	4.219	0.000	0.000	3.042	0.000	504.400	2.672	1.348	3.183	3.979
ค่าเฉลี่ย	166.30	1355.200	1.465	1.986	1375.350	3.946	3.470	1430.750	3.661	3.855	602.500	3.032	1.822	11.133	13.916

ตารางที่ ค. 21 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	120.000	1.400	1.290	0.002	1.500	2.904	0.004	1.600	3.719	0.006	0.800	3.121	0.002	0.015	9.740
	149.000	1.300	1.380	0.002	1.400	3.600	0.005	1.600	2.600	0.004	0.600	2.491	0.001	0.012	8.326
	138.000	1.400	1.190	0.002	1.400	4.378	0.006	0.000	3.120	0.000	0.500	3.674	0.002	0.010	6.422
ค่าเฉลี่ย	135.667	1.367	1.287	0.002	1.433	3.627	0.005	1.067	3.146	0.003	0.633	3.095	0.002	0.012	8.162

ตารางที่ ค. 21 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	237.000	1167.300	1.024	1.195	1200.000	3.101	3.721	0.000	3.635	0.000	1463.900	3.202	4.687	9.603	13.719
	156.000	0.000	1.190	0.000	1339.000	3.420	4.580	2010.000	3.107	6.246	0.000	2.104	0.000	10.825	15.465
	200.000	1040.000	1.281	1.333	1311.100	4.100	5.376	1920.000	4.771	9.160	1161.100	2.640	3.066	18.934	27.049
ค่าเฉลี่ย	197.667	1103.650	1.165	0.843	1283.367	3.541	4.559	1965.000	3.838	5.135	1312.500	2.649	2.584	13.121	18.744

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	126.000	354.700	1.055	0.374	809.000	4.199	3.397	907.500	4.163	3.778	741.200	2.775	2.057	9.606	21.347
	100.000	478.200	1.271	0.608	800.000	3.163	2.530	719.800	4.340	3.124	0.000	3.246	0.000	6.262	13.916
	200.800	587.200	1.252	0.735	744.400	3.201	2.383	813.600	2.510	2.042	851.200	3.108	2.646	7.806	17.346
ค่าเฉลี่ย	142.267	473.367	1.193	0.572	784.467	3.521	2.770	813.633	3.671	2.981	796.200	3.043	1.568	7.891	17.536

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	100.600	641.100	1.390	0.891	1039.900	4.130	4.295	1542.200	4.287	6.611	531.200	2.703	1.436	13.233	29.406
	136.100	634.100	1.400	0.888	0.000	4.630	0.000	1430.000	4.311	6.165	0.000	2.183	0.000	7.052	15.672
	140.000	600.000	1.210	0.726	1267.700	5.027	6.373	1341.800	3.700	4.965	350.000	2.910	1.019	13.083	29.073
ค่าเฉลี่ย	125.567	625.067	1.334	0.835	1153.800	4.596	3.556	1438.000	4.099	5.913	440.600	2.599	0.818	11.123	24.717

ตารางที่ ค. 21 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	153.800	500.000	1.300	0.650	256.600	3.104	0.796	1433.300	3.710	5.318	200.000	2.610	0.522	7.286	13.247
	122.200	612.300	1.251	0.766	251.300	3.401	0.855	1359.900	4.623	6.287	211.700	3.661	0.775	8.683	15.787
	119.900	719.700	1.430	1.029	283.300	4.270	1.210	0.000	3.610	0.000	230.000	3.519	0.809	3.048	5.542
ค่าเฉลี่ย	131.967	610.667	1.327	0.815	263.733	3.592	0.954	1396.600	3.981	3.868	213.900	3.263	0.702	6.339	11.526

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	112.500	1290.900	1.402	1.810	1213.300	4.612	5.596	1460.100	4.137	6.041	811.100	4.210	3.415	16.861	21.076
	181.600	1484.600	1.214	1.802	1260.000	3.200	4.032	0.000	4.100	0.000	610.000	2.401	1.465	7.299	9.123
	252.600	1321.800	1.200	1.586	1238.800	3.174	3.932	1348.800	3.274	4.416	0.000	3.422	0.000	9.934	12.418
ค่าเฉลี่ย	182.233	1365.767	1.272	1.733	1237.367	3.662	4.520	1404.450	3.837	3.486	710.550	3.344	1.626	11.365	14.206

ตารางที่ ค. 21 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	155.000	1.200	1.127	0.001	1.300	3.612	0.005	1.000	4.137	0.004	0.400	2.400	0.001	0.011	7.430
	169.000	1.100	1.055	0.001	1.300	3.188	0.004	0.900	3.210	0.003	0.400	2.163	0.001	0.009	6.040
	120.000	1.200	1.486	0.002	1.400	3.710	0.005	0.900	3.147	0.003	0.500	2 719	0.001	0.011	7.446
ค่าเฉลี่ย	148.000	1.167	1.223	0.001	1.333	3.504	0.005	0.933	3.498	0.003	0.433	2.427	0.001	0.010	6.972

ตารางที่ ค. 21 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	202.700	700.000	1.488	1.042	1066.600	4.173	4.451	1890.500	3.656	6.911	1277.700	2.100	2.683	15.087	21.553
	238.000	742.200	1.263	0.937	1275.500	4.301	5.486	1658.300	4.221	7.000	1263.100	3.401	4.296	17.719	25.313
	239.000	680.000	1.073	0.730	1230.000	4.252	5.230	1724.900	4.715	8.133	1289.900	4.204	5.423	19.516	27.879
ค่าเฉลี่ย	226.567	707.400	1.275	0.903	1190.700	4.242	5.055	1757.900	4.197	7.348	1276.900	3.235	4.134	17.441	24.915

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	118.600	321.900	1.300	0.418	636.500	2.337	1.487	722.200	3.516	2.539	584.800	2.661	1.556	6.001	13.336
	105.000	300.000	1.126	0.338	644.100	3.163	2.037	790.000	3.199	2.527	734.000	3.027	2.222	7.124	15.832
	110.000	311.100	1.721	0.536	609.700	2.017	1.230	731.700	4.001	2.928	611.100	2.190	1.338	6.031	13.403
ค่าเฉลี่ย	111.200	311.000	1.383	0.431	630.100	2.506	1.585	747.967	3.572	2.665	643.300	2.626	1.705	6.386	14.190

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	235.500	541.200	1.327	0.718	867.300	4.589	3.980	1333.300	4.650	6.200	388.800	4.621	1.797	12.694	3.627
	341.300	563.300	1.207	0.680	1005.500	3.067	3.084	1380.000	3.176	4.383	341.900	3.190	1.091	9.237	2.639
	162.200	561.100	1.421	0.797	1084.400	4.275	4.636	1438.000	4.075	5.860	358.800	4.770	1.711	13.005	3.716
ค่าเฉลี่ย	246.333	555.200	1.318	0.732	985.733	3.977	3.900	1383.767	3.967	5.481	363.167	4.194	1.533	11.646	3.327

ตารางที่ ค. 21 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	175.000	477.700	1.552	0.741	263.900	3.550	0.937	1233.300	5.210	6.425	119.000	4.664	0.555	8.659	1.574
	166.000	671.100	1.620	1.087	181.200	4.276	0.775	1255.000	3.405	4.273	219.900	2.291	0.504	6.639	1.207
	102.900	683.200	1.325	0.905	73.300	3.897	0.286	1167.300	4.290	5.007	259.700	2.554	0.663	6.861	1.247
ค่าเฉลี่ย	147.967	610.667	1.499	0.911	172.800	3.908	0.666	1218.533	4.302	5.235	199.533	3.170	0.574	7.386	1.343

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	175.500	1350.000	1.776	2.397	1188.800	2.674	3.179	0.000	3.541	0.000	644.900	4.210	2.715	8.291	2.810
	221.100	1272.100	1.381	1.757	1139.000	3.222	3.669	1237.500	3.177	3.932	555.600	3.204	1.780	11.139	3.776
	140.700	1141.100	1.501	1.712	1109.900	4.050	4.495	1229.400	4.000	4.918	435.900	3.642	1.587	12.712	4.309
ค่าเฉลี่ย	179.100	1254.400	1.552	1.955	1145.900	3.315	3.781	1233.450	3.573	2.950	545.467	3.685	2.028	10.714	3.632

ตารางที่ ค. 22 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	300.00	2.200	1.210	0.003	1.600	3.634	0.006	1.300	3.530	0.005	0.800	2.906	0.002	0.015	10.260
	300.00	2.300	1.193	0.003	1.500	2.945	0.004	1.300	4.100	0.005	0.800	3.000	0.002	0.015	9.928
	400.00	2.000	1.211	0.002	1.500	2.553	0.004	1.200	3.853	0.005	0.800	2.653	0.002	0.013	8.665
ค่าเฉลี่ย	333.33	2.167	1.205	0.003	1.533	3.044	0.005	1.267	3.828	0.005	0.800	2.853	0.002	0.014	9.618

ตารางที่ ค. 22 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	341.200	336.500	1.800	0.606	642.000	3.804	2.442	0.000	2.801	0.000	0.000	2.275	0.000	3.048	4.354
	306.600	0.000	1.542	0.000	743.000	2.677	1.989	1369.000	4.642	6.355	1070.000	3.561	3.810	12.154	17.363
	441.800	536.000	1.318	0.706	843.000	4.058	3.421	1245.000	3.362	4.186	1273.200	2.189	2.787	11.100	15.857
ค่าเฉลี่ย	363.200	436.250	1.553	0.437	742.667	3.513	2.618	1307.000	3.602	3.514	1171.600	2.675	2.199	8.768	12.525

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	566.600	162.800	1.739	0.283	389.500	3.530	1.375	661.000	2.740	1.811	399.400	2.444	0.976	4.445	9.879
	438.700	228.800	1.574	0.360	592.000	2.700	1.598	0.000	2.322	0.000	551.000	2.673	1.473	3.432	7.626
	474.000	43.000	1.600	0.069	472.300	3.382	1.597	673.800	2.691	1.813	415.000	3.200	1.328	4.807	10.683
ค่าเฉลี่ย	493.100	144.867	1.638	0.237	484.600	3.204	1.524	667.400	2.584	1.208	455.133	2.773	1.259	4.228	9.396

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	351.800	0.000	1.591	0.000	385.100	3.965	1.527	588.000	2.904	1.708	271.400	2.255	0.612	3.847	8.548
	277.700	311.000	1.760	0.547	590.400	5.033	2.972	794.200	4.371	3.472	421.000	1.641	0.691	7.682	17.070
	194.500	222.900	1.311	0.292	477.400	4.608	2.200	656.000	3.142	2.061	310.000	1.440	0.446	5.000	11.110
ค่าเฉลี่ย	274.667	266.950	1.554	0.280	484.300	4.536	2.233	679.400	3.473	2.414	334.133	1.779	0.583	5.509	12.243

ตารางที่ ค. 22 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	466.600	401.100	1.700	0.682	368.400	2.732	1.007	984.700	3.906	3.846	107.600	2.810	0.302	5.836	10.612
	318.000	395.200	1.265	0.500	0.000	3.675	0.000	1199.300	3.185	3.820	109.000	2.621	0.286	4.606	8.374
	306.900	402.000	1.428	0.574	246.900	3.530	0.872	1064.900	4.300	4.579	107.400	2.413	0.259	6.284	11.425
ค่าเฉลี่ย	363.833	399.433	1.464	0.585	307.650	3.312	0.626	1082.967	3.797	4.082	108.000	2.615	0.282	5.575	10.137

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	380.000	0.000	1.856	0.000	452.300	3.142	1.421	395.000	3.270	1.292	297.100	2.744	0.815	3.528	4.410
	400.000	687.200	1.409	0.968	258.700	2.906	0.752	183.300	2.905	0.533	0.000	2.000	0.000	2.252	2.816
	443.100	796.300	1.217	0.969	254.900	2.225	0.567	297.000	4.012	1.192	198.500	2.184	0.434	3.162	3.952
ค่าเฉลี่ย	407.700	741.750	1.494	0.646	321.967	2.758	0.913	291.767	3.396	1.005	247.800	2.309	0.416	2.981	3.726

ตารางที่ ค. 22 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	200.000	2.800	1.500	0.004	2.200	3.907	0.009	1.700	5.164	0.009	1.200	3.510	0.004	0.026	17.190
	249.000	2.700	1.461	0.004	2.000	3.472	0.007	1.800	3.777	0.007	1.100	3.903	0.004	0.022	14.655
	252.000	2.800	1.254	0.004	2.300	4.100	0.009	1.700	4.624	0.008	1.200	3.185	0.004	0.025	16.416
ค่าเฉลี่ย	233.667	2.767	1.405	0.004	2.167	3.826	0.008	1.733	4.522	0.008	1.167	3.533	0.004	0.024	16.087

ตารางที่ ค. 22 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	196.700	0.000	1.583	0.000	0.000	4.330	0.000	0.000	3.538	0.000	1326.300	2.844	3.772	3.772	5.389
	243.300	997.700	1.210	1.207	1263.000	3.586	4.528	1630.100	3.800	6.195	1477.700	3.712	5.485	17.416	24.880
	230.300	883.300	1.802	1.592	1052.000	4.382	4.610	1740.100	5.002	8.704	1390.000	3.106	4.317	19.223	27.461
ค่าเฉลี่ย	223.433	940.500	1.532	0.933	1157.500	4.099	3.046	1685.100	4.113	4.966	1398.000	3.221	4.525	13.470	19.243

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	153.100	420.100	1.591	0.668	767.000	4.218	3.235	0.000	5.367	0.000	513.300	2.391	1.227	5.130	11.400
	237.000	633.800	1.300	0.824	569.900	5.715	3.257	726.300	4.302	3.124	0.000	3.227	0.000	7.205	16.011
	207.300	549.600	1.156	0.636	678.100	4.320	2.929	940.000	4.401	4.137	411.200	3.551	1.460	9.162	20.361
ค่าเฉลี่ย	199.133	534.500	1.349	0.709	671.667	4.751	3.140	833.150	4.690	2.420	462.250	3.056	0.896	7.166	15.924

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	169.000	547.600	1.746	0.956	0.000	4.371	0.000	0.000	3.904	0.000	450.300	3.721	1.676	2.632	5.848
	182.200	332.100	1.660	0.551	759.000	5.442	4.130	1314.000	3.019	3.966	618.600	3.290	2.035	10.683	23.740
	163.000	420.200	1.312	0.551	697.400	3.362	2.345	1327.500	3.206	4.255	490.000	2.749	1.347	8.498	18.886
ค่าเฉลี่ย	171.400	433.300	1.573	0.686	728.200	4.392	2.158	1320.750	3.376	2.741	519.633	3.253	1.686	7.271	16.158

ตารางที่ ค. 22 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	252.800	923.200	1.200	1.108	344.900	3.329	1.148	1398.300	3.621	5.064	0.000	2.844	0.000	7.320	13.308
	179.400	711.400	1.451	1.032	460.100	4.746	2.183	1570.800	3.530	5.545	211.200	2.318	0.490	9.250	16.819
	122.200	812.600	1.603	1.303	555.200	3.175	1.762	1487.500	4.844	7.205	310.700	3.000	0.932	11.203	20.368
ค่าเฉลี่ย	184.800	815.733	1.418	1.148	453.400	3.750	1.698	1485.533	3.998	5.938	260.950	2.721	0.474	9.257	16.832

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	251.200	798.800	1.673	1.337	376.000	3.451	1.298	377.000	3.522	1.328	369.000	2.690	0.993	4.955	6.193
	429.500	887.400	1.626	1.443	566.500	4.291	2.431	476.500	4.267	2.033	203.000	3.134	0.636	6.543	8.179
	386.000	0.000	1.517	0.000	468.000	3.984	1.865	580.100	3.656	2.121	289.000	3.573	1.033	5.018	6.273
ค่าเฉลี่ย	355.567	843.100	1.605	0.927	470.167	3.909	1.864	477.867	3.815	1.827	287.000	3.132	0.887	5.505	6.882

ตารางที่ ค. 22 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	256.00	2.900	1.562	0.005	2.100	2.771	0.006	1.800	3.311	0.006	1.500	2.145	0.003	0.020	13.017
	200.00	2.900	1.153	0.003	2.200	2.200	0.005	2.000	2.744	0.005	1.400	3.122	0.004	0.018	12.029
	289.00	2.800	1.608	0.005	2.100	3.371	0.007	2.000	3.006	0.006	1.400	2.240	0.003	0.021	13.820
ค่าเฉลี่ย	248.33	2.867	1.441	0.004	2.133	2.781	0.006	1.933	3.020	0.006	1.433	2.502	0.004	0.019	12.955

ตารางที่ ค. 22 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	310.00	0.000	1.633	0.000	0.000	3.144	0.000	1973.200	2.133	4.209	1428.600	3.742	5.346	9.555	13.650
	249.50	643.900	1.400	0.901	1470.000	2.777	4.082	1785.100	4.372	7.804	1610.000	2.153	3.467	16.255	23.221
	275.30	738.200	2.153	1.589	1348.300	2.913	3.927	1824.100	3.100	5.655	1522.000	3.300	5.023	16.194	23.134
ค่าเฉลี่ย	278.27	691.050	1.729	0.830	1409.150	2.945	2.670	1860.800	3.202	5.889	1520.200	3.065	4.612	14.001	20.002

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	231.21	499.000	1.566	0.782	677.000	4.443	3.008	816.100	3.856	3.147	518.800	3.265	1.694	8.630	19.178
	185.44	384.500	1.329	0.511	789.000	3.324	2.623	965.600	2.376	2.294	720.000	2.165	1.559	6.987	15.526
	190.84	598.000	1.413	0.845	878.400	2.252	1.978	755.000	3.155	2.382	621.000	2.574	1.598	6.804	15.119
ค่าเฉลี่ย	202.50	493.833	1.436	0.712	781.467	3.340	2.536	845.567	3.129	2.608	619.933	2.668	1.617	7.473	16.608

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	138.90	606.780	1.461	0.887	1005.100	2.722	2.735	1412.800	3.419	4.830	764.900	2.733	2.090	10.542	23.428
	231.80	511.000	1.378	0.704	804.900	3.216	2.589	1210.000	4.164	5.039	590.000	2.316	1.366	9.698	21.550
	185.10	0.000	1.943	0.000	914.800	3.242	2.966	1319.500	2.162	2.853	694.700	3.254	2.260	8.079	17.952
ค่าเฉลี่ย	185.27	558.890	1.594	0.530	908.267	3.060	2.763	1314.100	3.248	4.240	683.200	2.768	1.906	9.440	20.977

ตารางที่ ค. 22 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	231.80	510.000	1.486	0.758	0.000	3.476	0.000	1346.300	3.673	4.945	310.000	3.165	0.981	6.684	12.153
	269.00	715.400	1.650	1.180	282.700	4.100	1.159	1433.600	3.896	5.585	411.000	2.420	0.999	8.923	16.223
	158.80	621.800	1.613	1.003	300.100	3.265	0.980	1270.100	3.540	4.496	0.000	2.610	0.000	6.479	11.780
ค่าเฉลี่ย	219.87	615.733	1.583	0.981	291.400	3.614	0.713	1350.000	3.703	5.009	360.500	2.735	0.660	7.362	13.385

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	321.00	801.000	1.540	1.233	525.300	3.646	1.915	0.000	3.222	0.000	0.000	1.430	0.000	3.148	3.935
	194.40	710.000	1.330	0.944	630.200	4.127	2.601	330.100	3.550	1.172	229.500	1.719	0.395	5.112	6.390
	231.80	913.200	1.785	1.630	420.000	3.136	1.317	256.800	4.174	1.072	130.000	1.539	0.200	4.219	5.274
ค่าเฉลี่ย	249.07	808.067	1.552	1.269	525.167	3.636	1.944	293.450	3.649	0.748	179.750	1.563	0.198	4.160	5.200

ตารางที่ ค. 22 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	288.00	2.500	1.755	0.004	2.000	3.745	0.007	1.500	3.763	0.006	1.000	3.224	0.003	0.021	13.832
	290.00	2.400	1.432	0.003	1.800	3.216	0.006	1.600	3.563	0.006	0.900	2.855	0.003	0.017	11.664
	300.00	2.400	1.217	0.003	1.800	3.481	0.006	1.600	4.563	0.007	0.900	4.601	0.004	0.021	13.752
ค่าเฉลี่ย	292.67	2.433	1.468	0.004	1.867	3.481	0.007	1.567	3.963	0.006	0.933	3.560	0.003	0.020	13.083

ตารางที่ ค. 22 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	361.20	890.700	1.487	1.324	819.700	4.105	3.365	1276.000	3.874	4.944	1368.600	3.732	5.108	14.741	21.058
	263.00	793.900	1.553	1.233	670.000	3.428	2.297	1369.000	4.641	6.354	1163.300	2.906	3.380	13.263	18.947
	226.70	0.000	1.672	0.000	0.000	3.906	0.000	0.000	3.640	0.000	1228.600	3.126	3.841	3.841	5.487
ค่าเฉลี่ย	283.63	842.300	1.571	0.852	744.850	3.813	1.887	1322.500	4.052	3.766	1253.500	3.255	4.110	10.615	15.164

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	174.00	230.300	1.672	0.385	656.000	3.154	2.069	800.100	4.632	3.706	510.000	2.619	1.336	7.496	16.657
	105.50	320.800	1.134	0.364	750.000	4.388	3.291	795.300	3.719	2.958	608.800	3.614	2.200	8.813	19.584
	163.30	430.000	1.300	0.559	554.600	3.551	1.970	690.000	3.013	2.079	0.000	3.553	0.000	4.608	10.240
ค่าเฉลี่ย	147.60	327.033	1.369	0.436	653.533	3.698	2.443	761.800	3.788	2.914	559.400	3.262	1.179	6.972	15.494

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	243.30	406.600	1.629	0.662	798.000	4.100	3.272	1024.800	4.503	4.614	504.900	3.622	1.829	10.377	23.061
	173.00	269.500	1.217	0.328	699.000	3.518	2.459	915.300	4.197	3.841	404.300	3.419	1.382	8.010	17.801
	231.00	309.000	1.371	0.424	0.000	3.926	0.000	822.000	3.214	2.642	0.000	3.199	0.000	3.066	6.813
ค่าเฉลี่ย	215.77	328.367	1.406	0.471	748.500	3.848	1.910	920.700	3.971	3.699	454.600	3.413	1.070	7.151	15.891

ตารางที่ ค. 22 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	251.90	490.000	1.216	0.596	415.400	4.218	1.752	1346.300	4.013	5.403	310.000	3.674	1.139	8.889	16.163
	299.90	568.000	1.419	0.806	239.700	2.315	0.555	1233.600	3.352	4.135	211.000	4.000	0.844	6.339	11.526
	130.00	683.000	1.771	1.210	329.800	3.520	1.161	1170.100	3.016	3.529	112.000	3.126	0.350	6.250	11.364
ค่าเฉลี่ย	227.27	580.333	1.469	0.870	328.300	3.351	1.156	1250.000	3.460	4.355	211.000	3.600	0.778	7.160	13.018

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	198.80	861.000	1.423	1.225	505.300	2.517	1.272	374.600	3.426	1.283	320.160	3.775	1.209	4.989	6.237
	231.90	774.000	1.200	0.929	400.200	3.266	1.307	280.100	3.418	0.957	224.570	3.217	0.722	3.916	4.895
	200.00	683.200	1.417	0.968	301.200	4.528	1.364	276.800	3.400	0.941	128.000	3.690	0.472	3.745	4.681
ค่าเฉลี่ย	210.23	772.733	1.347	1.041	402.233	3.437	1.314	310.500	3.415	1.061	224.243	#REF!	0.801	4.217	5.271

ตารางที่ ค. 23 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	300.000	2.500	1.650	0.004	1.800	4.401	0.008	1.500	4.127	0.006	1.000	3.126	0.003	0.021	14.242
	400.000	2.400	1.352	0.003	1.600	3.732	0.006	1.400	2.853	0.004	0.900	2.251	0.002	0.015	10.157
	400.000	2.400	1.420	0.003	1.800	4.300	0.008	1.500	4.342	0.007	1.000	1.845	0.002	0.020	13.004
ค่าเฉลี่ย	1100.000	2.433	1.474	0.004	1.733	4.144	0.007	1.467	3.774	0.006	0.967	2.408	0.002	0.019	12.468

ตารางที่ ค. 23 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	310.000	244.700	1.154	0.282	671.900	5.134	3.450	1349.200	4.126	5.566	833.200	2.521	2.100	11.399	16.284
	258.800	0.000	1.724	0.000	0.000	3.988	0.000	1444.000	3.790	5.473	0.000	3.201	0.000	5.473	7.819
	200.000	233.900	1.522	0.356	577.000	4.425	2.553	0.000	3.067	0.000	619.000	2.168	1.342	4.251	6.073
ค่าเฉลี่ย	256.267	239.300	1.466	0.213	624.450	4.516	2.001	1396.600	3.661	3.680	726.100	2.630	1.147	7.041	10.058

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	348.000	212.000	1.126	0.239	300.000	4.933	1.480	333.000	2.745	0.914	0.000	3.630	0.000	2.633	5.851
	327.400	322.000	1.784	0.575	306.600	4.308	1.321	0.000	3.251	0.000	122.200	3.124	0.382	2.277	5.060
	377.700	0.000	1.623	0.000	0.000	3.679	0.000	319.900	3.700	1.184	132.000	2.904	0.383	1.567	3.482
ค่าเฉลี่ย	351.033	267.000	1.511	0.271	303.300	4.307	0.934	326.450	3.232	0.699	127.100	3.219	0.255	2.159	4.798

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	261.500	183.000	1.755	0.321	0.000	3.711	0.000	631.200	3.674	2.319	0.000	2.784	0.000	2.641	5.868
	385.100	392.000	1.800	0.706	636.600	4.639	2.953	756.700	3.613	2.734	327.000	3.552	1.162	7.554	16.786
	287.200	50.100	1.434	0.072	540.200	2.964	1.601	0.000	3.769	0.000	215.100	3.795	0.816	2.489	5.532
ค่าเฉลี่ย	311.267	208.367	1.663	0.366	588.400	3.771	1.518	693.950	3.685	1.684	271.050	3.377	0.659	4.228	9.395

ตารางที่ ค. 23 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	418.800	0.000	1.120	0.000	449.100	4.856	2.181	0.000	4.244	0.000	0.000	3.254	0.000	2.181	3.965
	269.000	439.100	1.934	0.849	491.000	5.164	2.535	1155.000	5.344	6.172	244.000	3.439	0.839	10.396	18.902
	400.000	359.200	1.341	0.482	0.000	2.779	0.000	1052.500	4.301	4.527	219.100	2.129	0.466	5.475	9.954
ค่าเฉลี่ย	362.600	399.150	1.465	0.444	470.050	4.266	1.572	1103.750	4.630	3.566	231.550	2.941	0.435	6.017	10.941

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	350.000	0.000	1.427	0.000	429.000	3.219	1.381	317.300	4.328	1.373	200.300	3 224	0.646	3.400	4.250
	226.600	704.000	1.912	1.346	459.300	4.217	1.937	0.000	2.733	0.000	194.700	2.783	0.542	3.825	4.781
	100.000	731.000	1.521	1.112	399.400	3.855	1.540	425.000	4.200	1.785	230.000	3.200	0.736	5.173	6.466
ค่าเฉลี่ย	225.533	717.500	1.620	0.819	429.233	3.764	1.619	371.150	3.754	1.053	208.333	3.069	0.641	4.133	5.166

ตารางที่ ค. 23 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	169.000	3.000	1.453	0.004	2.000	2.231	0.004	1.800	4.232	0.008	1.300	3.144	0.004	0.021	13.684
	245.000	2.900	1.810	0.005	1.900	3.760	0.007	1.700	3.333	0.006	1.300	3.674	0.005	0.023	15.223
	200.000	2.900	1.633	0.005	2.000	2.412	0.005	1.800	3.553	0.006	1.200	3.100	0.004	0.020	13.116
ค่าเฉลี่ย	204.667	2.933	1.632	0.005	1.967	2.801	0.005	1.767	3.706	0.007	1.267	3.306	0.004	0.021	14.008

ตารางที่ ค. 23 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	266.400	354.500	1.400	0.496	1370.000	3.220	4.411	1521.100	3.673	5.587	1331.900	4.212	5.610	16.105	23.007
	163.000	644.900	1.896	1.222	1186.000	4.320	5.124	1732.000	2.542	4.403	1442.000	2.900	4.182	14.930	21.329
	100.300	0.000	1.256	0.000	0.000	3.907	0.000	0.000	5.308	0.000	0.000	4.424	0.000	0.000	0.000
ค่าเฉลี่ย	176.567	499.700	1.517	0.573	1278.000	3.816	3.178	1626.550	3.841	3.330	1386.950	3.845	3.264	10.345	14.779

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	126.600	639.000	1.672	1.069	840.000	4.327	3.634	840.100	3.128	2.628	0.000	2.327	0.000	7.330	16.290
	216.000	644.000	1.534	0.988	742.000	3.803	2.822	640.000	3.672	2.350	382.000	3.007	1.149	7.309	16.241
	222.700	0.000	1.622	0.000	0.000	4.300	0.000	0.000	4.613	0.000	299.000	2.136	0.639	0.639	1.419
ค่าเฉลี่ย	188.433	641.500	1.609	0.685	791.000	4.143	2.152	740.050	3.804	1.659	340.500	2.490	0.596	5.093	11.317

ตารางที่ ค. 23 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	205.500	0.000	1.570	0.000	730.200	3.912	2.857	1149.200	3.562	4.094	469.300	3.210	1.506	8.457	18.793
	180.000	344.000	1.981	0.681	0.000	4.672	0.000	1244.100	4.452	5.539	0.000	2.389	0.000	6.220	13.822
	237.900	230.200	1.733	0.399	631.900	2.391	1.511	0.000	4.553	0.000	344.200	4.167	1.434	3.344	7.431
ค่าเฉลี่ย	207.800	287.100	1.761	0.360	681.050	3.658	1.456	1196.650	4.189	3.211	406.750	3.256	0.980	6.007	13.349

ตารางที่ ค. 23 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	238.000	734.400	1.796	1.319	500.100	3.423	1.712	0.000	4.156	0.000	500.100	2.549	1.275	4.305	7.827
	277.800	0.000	1.356	0.000	529.400	5.723	3.030	1626.800	3.903	6.350	410.000	4.123	1.690	11.070	20.127
	214.800	900.100	1.521	1.369	0.000	4.545	0.000	1635.000	5.232	8.554	0.000	2.700	0.000	9.923	18.041
ค่าเฉลี่ย	243.533	817.250	1.558	0.896	514.750	4.563	1.580	1630.900	4.430	4.968	455.050	3.124	0.988	8.432	15.332

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	329.000	0.000	1.562	0.000	610.400	4.831	2.949	355.000	4.672	1.659	410.000	3.659	1.500	6.108	7.635
	102.200	910.000	1.327	1.207	0.000	3.620	0.000	382.000	3.733	1.426	312.100	3.906	1.219	3.852	4.815
	147.700	849.900	1.484	1.261	777.000	4.826	3.750	469.100	4.200	1.970	0.000	3.455	0.000	6.981	8.726
ค่าเฉลี่ย	192.967	879.950	1.458	0.823	693.700	4.426	2.233	402.033	4.202	1.685	361.050	3.673	0.906	5.647	7.059

ตารางที่ ค. 23 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	236.00	3.300	1.453	0.005	2.100	4.322	0.009	1.900	5.322	0.010	1.300	3.543	0.005	0.029	19.059
	208.00	3.000	1.202	0.004	2.300	5.300	0.012	1.800	4.255	0.008	1.200	4.773	0.006	0.029	19.456
	216.00	3.200	1.517	0.005	2.100	3.597	0.008	1.900	4.845	0.009	1.200	3.781	0.005	0.026	17.435
ค่าเฉลี่ย	220.00	3.167	1.391	0.004	2.167	4.406	0.010	1.867	4.808	0.009	1.233	4.032	0.005	0.028	18.650

ตารางที่ ค. 23 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	244.10	883.000	1.347	1.189	1592.100	5.496	8.751	0.000	5.241	0.000	0.000	3.621	0.000	9.940	14.200
	172.20	649.100	1.157	0.751	1400.000	4.309	6.032	1977.000	6.204	12.266	1650.000	2.522	4.161	23.210	33.158
	192.60	0.000	1.510	0.000	0.000	4.797	0.000	1818.800	3.827	6.961	1851.800	5.440	10.074	17.034	24.335
ค่าเฉลี่ย	202.97	766.050	1.338	0.647	1496.050	4.868	4.928	1897.900	5.091	6.409	1750.900	3.861	4.745	16.728	23.897

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	261.00	533.000	1.585	0.845	630.100	5.360	3.377	0.000	3.834	0.000	500.100	4.308	2.154	6.377	14.170
	314.40	529.000	1.800	0.952	0.000	4.267	0.000	629.000	4.725	2.972	0.000	3.890	0.000	3.924	8.720
	242.00	431.000	1.318	0.568	510.400	2.955	1.508	477.800	5.911	2.824	320.100	4.164	1.333	6.234	13.854
ค่าเฉลี่ย	272.47	497.667	1.568	0.788	570.250	4.194	1.629	553.400	4.823	1.932	410.100	4.121	1.162	5.512	12.248

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	155.50	0.000	1.590	0.000	840.000	4.327	3.634	1049.000	4.966	5.210	0.000	3.578	0.000	8.844	19.654
	146.10	333.000	1.236	0.412	790.000	4.790	3.784	1244.900	2.654	3.304	430.400	2.633	1.133	8.633	19.184
	189.90	413.000	1.212	0.500	760.100	2.500	1.900	0.000	4.552	0.000	530.100	3.794	2.011	4.412	9.805
ค่าเฉลี่ย	163.83	373.000	1.346	0.304	796.700	3.872	3.106	1146.950	4.057	2.838	480.250	3.335	1.048	7.296	16.214

ตารางที่ ค. 23 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	128.90	829.900	1.464	1.215	540.100	5.897	3.185	1699.800	4.675	7.946	500.000	3.855	1.927	14.273	25.951
	216.70	731.100	1.181	0.863	0.000	5.373	0.000	0.000	4.560	0.000	428.400	3.874	1.660	2.523	4.587
	270.00	0.000	1.648	0.000	510.000	2.977	1.518	1782.000	3.674	6.548	0.000	3.100	0.000	8.066	14.666
ค่าเฉลี่ย	205.20	780.500	1.431	0.693	525.050	4.749	1.568	1740.900	4.303	4.831	464.200	3.610	1.196	8.288	15.068

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	272.90	1130.100	1.676	1.893	712.300	5.340	3.804	0.000	4.897	0.000	405.500	3.866	1.568	7.265	9.081
	181.00	1044.900	1.341	1.401	622.300	3.685	2.293	359.900	6.372	2.293	407.800	5.400	2.202	8.190	10.237
	110.00	929.400	1.360	1.264	572.200	4.255	2.435	203.300	5.788	1.177	0.000	4.238	0.000	4.876	6.094
ค่าเฉลี่ย	187.97	1034.800	1.459	1.520	635.600	4.427	2.844	281.600	5.686	1.157	406.650	4.501	1.257	6.777	8.471

ตารางที่ ค. 23 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	244.00	2.500	1.217	0.003	1.900	4.673	0.009	1.500	4.656	0.007	1.000	3.764	0.004	0.023	15.113
	286.00	2.500	1.474	0.004	1.800	3.780	0.007	1.600	5.755	0.009	1.100	4.409	0.005	0.025	16.365
	321.66	2.500	1.252	0.003	1.800	5.421	0.010	1.600	4.629	0.007	1.100	4.232	0.005	0.025	16.633
ค่าเฉลี่ย	283.89	2.500	1.314	0.003	1.833	4.625	0.008	1.567	5.013	0.008	1.067	4.135	0.004	0.024	16.037

ตารางที่ ค. 23 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	220.00	977.300	1.390	1.358	638.500	4.889	3.121	1452.000	4.642	6.741	0.000	3.344	0.000	11.221	16.029
	237.60	840.500	1.254	1.054	544.000	2.890	1.572	1366.100	3.671	5.015	1011.200	4.112	4.158	11.799	16.856
	224.50	877.300	1.611	1.413	0.000	3.955	0.000	0.000	4.633	0.000	949.900	3.567	3.388	4.801	6.859
ค่าเฉลี่ย	227.37	898.367	1.418	1.275	591.250	3.911	1.565	1409.050	4.316	3.919	980.550	3.674	2.515	9.274	13.248

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	328.00	384.300	1.181	0.454	0.000	3.687	0.000	513.200	4.673	2.398	0.000	3.543	0.000	2.852	6.338
	247.70	0.000	1.308	0.000	459.300	4.143	1.903	0.000	3.155	0.000	371.000	2.890	1.072	2.975	6.611
	200.00	241.900	1.420	0.343	555.100	2.880	1.599	640.000	3.908	2.501	372.000	3.774	1.404	5.847	12.993
ค่าเฉลี่ย	258.57	313.100	1.303	0.266	507.200	3.570	1.167	576.600	3.912	1.633	371.500	3.402	0.825	3.891	8.648

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	256.00	300.000	1.346	0.404	637.700	3.785	2.414	0.000	3.662	0.000	442.000	2.361	1.044	3.861	8.580
	310.00	220.000	1.180	0.260	744.100	4.340	3.229	847.700	4.130	3.501	537.400	4.240	2.279	9.269	20.597
	121.90	418.800	1.305	0.546	0.000	3.279	0.000	600.600	4.364	2.621	0.000	2.258	0.000	3.168	7.039
ค่าเฉลี่ย	229.30	312.933	1.277	0.403	690.900	3.801	1.881	724.150	4.052	2.041	489.700	2.953	1.107	5.432	12.072

ตารางที่ ค. 23 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์โอลิซันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	210.00	0.000	1.287	0.000	570.000	3.780	2.155	1685.600	3.246	5.471	507.700	2.450	1.244	8.869	16.126
	242.90	600.000	1.200	0.720	489.000	3.221	1.575	1600.000	3.672	5.875	406.800	3.218	1.309	9.480	17.236
	102.70	589.000	1.409	0.830	0.000	4.100	0.000	0.000	4.293	0.000	332.300	3.993	1.327	2.156	3.921
ค่าเฉลี่ย	185.20	594.500	1.299	0.517	529.500	3.700	1.243	1642.800	3.737	3.782	415.600	3.220	1.293	6.835	12.427

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	143.00	850.000	1.773	1.507	688.000	3.791	2.608	400.000	3.666	1.467	467.200	3.644	1.702	7.284	9.105
	219.00	0.000	1.250	0.000	534.800	4.152	2.221	356.200	4.511	1.607	366.000	4.293	1.571	5.399	6.748
	192.00	641.100	1.273	0.816	571.100	4.680	2.673	0.000	3.520	0.000	0.000	4.867	0.000	3.489	4.361
ค่าเฉลี่ย	184.67	745.550	1.432	0.774	597.967	4.208	2.500	378.100	3.899	1.024	416.600	4.268	1.091	5.391	6.738

ตารางที่ ค. 24 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	300.000	2.700	1.340	0.004	2.000	2.580	0.005	1.800	4.231	0.008	0.800	3.580	0.003	0.019	12.839
	268.000	2.800	1.222	0.003	2.100	3.772	0.008	1.800	3.338	0.006	0.900	4.874	0.004	0.022	14.492
	388.000	2.800	1.475	0.004	2.000	3.420	0.007	1.900	4.178	0.008	0.800	3.563	0.003	0.022	14.505
ค่าเฉลี่ย	318.667	2.767	1.346	0.004	2.033	3.257	0.007	1.833	3.916	0.007	0.833	4.006	0.003	0.021	13.945

ตารางที่ ค. 24 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	301.800	583.300	1.570	0.916	0.000	3.685	0.000	1538.800	4.687	7.212	0.000	3.670	0.000	8.128	11.611
	143.900	420.900	1.128	0.475	609.900	5.240	3.196	0.000	5.892	0.000	1010.000	4.894	4.943	8.613	12.305
	200.000	0.000	1.291	0.000	730.000	2.758	2.013	1437.000	3.532	5.075	840.100	2.911	2.446	9.534	13.621
ค่าเฉลี่ย	215.233	502.100	1.329	0.463	669.950	3.895	1.736	1487.900	4.704	4.096	925.050	3.825	2.463	8.758	12.512

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	200.000	441.400	1.452	0.641	546.500	3.794	2.073	541.100	3.961	2.143	500.000	2.463	1.232	6.089	13.531
	258.900	210.000	1.430	0.300	366.000	4.922	1.802	690.000	4.627	3.193	409.900	4.290	1.758	7.053	15.673
	326.700	306.600	1.196	0.367	438.000	4.463	1.955	0.000	4.301	0.000	305.000	3.207	0.978	3.299	7.332
ค่าเฉลี่ย	261.867	319.333	1.359	0.436	450.167	4.393	1.943	615.550	4.296	1.779	404.967	3.320	1.323	5.480	12.179

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	342.800	0.000	1.464	0.000	0.000	4.615	0.000	592.900	3.754	2.226	430.300	2.676	1.151	3.377	7.504
	521.900	348.800	1.532	0.534	400.200	5.244	2.099	733.900	4.185	3.071	229.900	3.191	0.734	6.438	14.307
	406.600	200.100	1.289	0.258	592.000	3.205	1.897	600.000	4.244	2.546	340.000	4.311	1.466	6.167	13.705
ค่าเฉลี่ย	423.767	274.450	1.429	0.264	496.100	4.355	1.332	642.267	4.061	2.614	333.400	3.392	1.117	5.327	11.839

ตารางที่ ค. 24 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	384.400	451.200	1.467	0.662	304.200	5.139	1.563	1039.500	3.672	3.817	406.600	3.688	1.500	7.542	13.713
	295.100	497.300	1.356	0.674	298.800	2.476	0.740	1259.000	5.153	6.488	341.100	2.932	1.000	8.902	16.185
	268.900	504.400	1.207	0.609	362.900	4.291	1.557	1063.000	3.290	3.498	305.800	1.765	0.540	6.203	11.279
ค่าเฉลี่ย	316.133	484.300	1.343	0.648	321.967	3.968	1.287	1120.500	4.039	4.601	351.167	2.795	1.013	7.549	13.725

ตารางที่ ค. 24 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	252.000	3.000	1.389	0.004	2.200	3.790	0.008	2.000	3.577	0.007	1.400	1.801	0.003	0.022	14.786
	300.000	3.300	1.113	0.004	2.300	3.533	0.008	2.200	4.129	0.009	1.200	3.537	0.004	0.025	16.749
	280.000	3.000	1.956	0.006	2.200	3.789	0.008	1.900	4.122	0.008	1.500	3.683	0.006	0.028	18.374
ค่าเฉลี่ย	277.333	3.100	1.486	0.005	2.233	3.704	0.008	2.033	3.942	0.008	1.367	3.007	0.004	0.025	16.637

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	188.300	944.800	1.567	1.481	1031.100	4.128	4.256	0.000	3.686	0.000	1292.200	2.656	3.431	9.168	13.098
	189.000	1030.100	1.391	1.433	0.000	3.532	0.000	1649.000	3.431	5.658	1511.000	2.475	3.739	10.830	15.471
	200.000	988.800	1.164	1.151	910.000	3.763	3.425	1819.900	4.344	7.906	1400.000	2.129	2.980	15.462	22.088
ค่าเฉลี่ย	192.433	987.900	1.374	1.355	970.550	3.808	2.560	1734.450	3.820	4.521	1401.067	2.420	3.384	11.820	16.886

ตารางที่ ค. 24 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	136.000	542.200	1.490	0.808	0.000	4.457	0.000	0.000	3.901	0.000	700.600	2.226	1.560	2.368	5.261
	259.000	405.500	1.544	0.626	640.900	2.730	1.750	853.800	4.175	3.565	680.000	2.645	1.799	7.739	17.198
	182.000	0.000	1.780	0.000	498.800	3.578	1.785	744.700	3.196	2.380	505.500	2.985	1.509	5.674	12.609
ค่าเฉลี่ย	192.333	473.850	1.605	0.478	569.850	3.588	1.178	799.250	3.757	1.982	628.700	2.619	1.622	5.260	11.689

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	259.000	0.000	1.667	0.000	717.700	2.189	1.571	0.000	4.257	0.000	500.200	2.763	1.382	2.953	6.563
	372.100	400.000	1.408	0.563	0.000	3.532	0.000	1000.000	3.679	3.679	0.000	3.129	0.000	4.242	9.427
	205.100	418.800	1.610	0.674	800.000	3.764	3.011	930.900	3.320	3.091	509.900	2.450	1.249	8.025	17.834
ค่าเฉลี่ย	278.733	409.400	1.562	0.413	758.850	3.162	1.527	965.450	3.752	2.256	505.050	2.781	0.877	5.074	11.275

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	212.000	658.500	1.523	1.003	510.000	4.885	2.491	1461.100	3.789	5.536	582.000	2.476	1.441	10.471	19.038
	200.000	601.200	1.790	1.076	488.100	3.577	1.746	1584.900	3.290	5.215	490.000	3.531	1.730	9.767	17.759
	362.000	584.400	1.955	1.143	463.700	3.333	1.546	1520.000	3.922	5.961	379.900	3.231	1.227	9.876	17.957
ค่าเฉลี่ย	258.000	614.700	1.756	1.074	487.267	3.931	1.927	1522.000	3.667	5.571	483.967	3.079	1.466	10.038	18.251

ตารางที่ ค. 24 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมไนเตรต

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	487.300	0.000	1.487	0.000	428.300	4.251	1.821	537.700	4.766	2.563	451.200	3.900	1.760	6.143	7.679
	308.800	1096.000	1.581	1.732	459.100	3.487	1.601	500.000	3.232	1.616	407.700	2.563	1.045	5.994	7.492
	381.200	992.200	1.399	1.388	583.200	4.228	2.466	517.300	3.106	1.607	361.100	2.666	0.963	6.423	8.029
ค่าเฉลี่ย	392.433	1044.100	1.489	1.040	490.200	3.989	1.962	518.333	3.701	1.929	406.667	3.043	1.256	6.187	7.733

ตารางที่ ค. 24 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	330.000	2.900	1.322	0.004	2.300	2.965	0.007	2.200	3.737	0.008	1.000	3.144	0.003	0.022	14.678
	198.000	3.000	1.390	0.004	2.300	3.690	0.008	2.200	2.678	0.006	1.200	2.457	0.003	0.021	14.333
	166.000	3.000	1.135	0.003	2.300	4.379	0.010	2.000	3.133	0.006	1.100	3.688	0.004	0.024	15.865
ค่าเฉลี่ย	231.333	2.967	1.282	0.004	2.300	3.678	0.008	2.133	3.183	0.007	1.100	3.096	0.003	0.022	14.958

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	167.000	973.200	1.144	1.114	1163.200	3.188	3.708	1863.300	3.700	6.894	0.000	3.254	0.000	11.716	16.736
	150.000	853.300	1.328	1.133	1042.200	3.499	3.647	2009.700	3.152	6.335	1351.700	2.139	2.891	14.006	20.008
	202.200	0.000	1.304	0.000	0.000	4.254	0.000	1771.200	4.809	8.518	1141.800	2.685	3.066	11.584	16.548
ค่าเฉลี่ย	173.067	913.250	1.259	0.749	1102.700	3.647	2.451	1881.400	3.887	7.249	1246.750	2.693	1.986	12.435	17.764

ตารางที่ ค. 24 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	177.450	798.800	1.126	0.899	751.200	4.234	3.181	1023.100	4.237	4.334	742.300	2.890	2.145	10.560	23.466
	156.100	679.000	1.329	0.902	563.300	3.190	1.797	1200.000	4.388	5.265	417.400	3.266	1.363	9.327	20.727
	144.400	562.300	1.290	0.726	641.200	3.268	2.096	0.000	2.590	0.000	651.400	3.239	2.110	4.931	10.958
ค่าเฉลี่ย	159.317	680.033	1.248	0.842	651.900	3.564	2.358	1111.550	3.738	3.200	603.700	3.132	1.873	8.273	18.384

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	204.70	350.000	1.945	0.681	919.200	4.190	3.851	1230.000	4.312	5.303	618.800	2.720	1.683	11.518	25.596
	105.90	0.000	1.469	0.000	980.000	4.678	4.584	0.000	4.349	0.000	425.600	2.267	0.965	5.549	12.331
	248.80	412.000	1.250	0.515	0.000	5.143	0.000	1429.000	3.756	5.367	536.600	2.333	1.252	7.134	15.854
ค่าเฉลี่ย	186.47	381.000	1.555	0.399	949.600	4.670	2.812	1329.500	4.139	3.557	527.000	2.440	1.300	8.067	17.927

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	110.00	682.600	1.344	0.917	471.100	3.144	1.481	1479.900	3.859	5.711	520.000	2.687	1.397	9.506	17.285
	258.10	681.100	1.278	0.870	0.000	3.463	0.000	1382.900	4.673	6.463	510.300	3.689	1.882	9.216	16.755
	200.00	628.900	1.489	0.937	497.400	4.288	2.133	1290.000	3.690	4.760	459.900	3.573	1.643	9.473	17.224
ค่าเฉลี่ย	189.37	664.200	1.370	0.908	484.250	3.632	1.205	1384.267	4.074	5.645	496.733	3.316	1.641	9.398	17.088

ตารางที่ ค. 24 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	300.60	1063.000	1.464	1.556	610.000	4.674	2.851	528.900	4.232	2.238	481.000	4.277	2.057	8.703	10.879
	241.70	1129.900	1.268	1.432	517.700	3.282	1.699	518.900	4.155	2.156	471.500	2.509	1.183	6.471	8.088
	117.00	1189.900	1.249	1.486	417.300	3.190	1.331	500.000	3.296	1.648	501.100	3.489	1.748	6.213	7.767
ค่าเฉลี่ย	219.77	1127.600	1.327	1.492	515.000	3.716	1.961	515.933	3.894	2.014	484.533	3.425	1.663	7.129	8.911

ตารางที่ ง. 24 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.15 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	180.00	2.700	1.143	0.003	2.100	3.755	0.008	1.900	4.267	0.008	1.200	2.464	0.003	0.022	14.692
	122.00	2.800	1.219	0.003	2.100	3.231	0.007	1.900	3.241	0.006	1.000	2.238	0.002	0.019	12.396
	254.00	2.700	1.552	0.004	2.100	3.890	0.008	1.800	3.150	0.006	0.900	2.700	0.002	0.020	13.640
ค่าเฉลี่ย	185.33	2.733	1.305	0.004	2.100	3.625	0.008	1.867	3.553	0.007	1.033	2.467	0.003	0.020	13.576

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 70 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	172.00	627.900	1.538	0.966	1037.300	4.232	4.390	1528.800	3.674	5.617	1328.800	2.165	2.877	13.849	19.785
	261.00	0.000	1.281	0.000	1037.300	4.544	4.714	1348.100	4.240	5.716	1418.000	3.430	4.864	15.294	21.848
	100.00	441.100	1.100	0.485	892.200	4.270	3.810	1441.200	4.735	6.825	0.000	4.274	0.000	11.120	15.885
ค่าเฉลี่ย	177.67	534.500	1.306	0.484	988.933	4.349	4.305	1439.367	4.217	6.053	1373.400	3.290	2.580	13.421	19.173

ตารางที่ ง. 24 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	291.00	391.000	1.313	0.513	642.000	2.456	1.576	533.300	3.690	1.968	361.200	2.690	0.972	5.029	11.176
	240.00	572.000	1.242	0.710	642.000	3.289	2.112	721.100	3.347	2.413	0.000	3.146	0.000	5.235	11.634
	138.10	449.000	1.756	0.788	521.900	2.130	1.112	0.000	4.422	0.000	481.100	2.266	1.090	2.990	6.644
ค่าเฉลี่ย	223.03	470.667	1.437	0.671	601.967	2.625	1.600	627.200	3.819	1.460	421.150	2.700	0.687	4.418	9.818

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	294.10	320.200	1.461	0.468	591.300	4.600	2.720	839.000	4.743	3.979	526.600	4.677	2.463	9.630	21.400
	138.80	502.200	1.224	0.615	591.300	3.237	1.914	900.000	3.322	2.990	318.900	3.244	1.035	6.553	14.563
	263.10	414.200	1.479	0.613	660.800	4.289	2.834	687.100	4.430	3.044	420.400	4.780	2.010	8.500	18.890
ค่าเฉลี่ย	232.00	412.200	1.388	0.565	614.467	4.042	2.489	808.700	4.165	3.338	421.967	4.234	1.836	8.228	18.284

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 55 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	183.10	522.200	1.580	0.825	591.000	3.674	2.172	1449.000	5.548	8.039	460.000	4.701	2.162	13.198	23.996
	251.20	510.000	1.684	0.859	420.000	4.328	1.818	0.000	3.662	0.000	357.700	2.321	0.830	3.507	6.376
	167.40	540.900	1.532	0.829	481.100	3.900	1.876	1339.900	4.306	5.769	406.100	2.560	1.040	9.514	17.297
ค่าเฉลี่ย	200.57	524.367	1.599	0.838	497.367	3.967	1.955	1394.450	4.505	4.603	407.933	3.194	1.344	8.739	15.890

ตารางที่ ง. 24 เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นต่ำที่ปลูกในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 80 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %
	185.30	1028.800	1.800	1.852	600.000	2.734	1.640	529.000	3.588	1.898	429.900	4.267	1.834	7.224	9.031
	300.00	1091.000	1.452	1.584	320.000	3.355	1.074	519.900	3.231	1.680	410.000	3.258	1.336	5.674	7.092
	289.90	1030.000	1.577	1.624	489.900	4.200	2.058	601.100	4.645	2.792	428.700	3.690	1.582	8.056	10.070
ค่าเฉลี่ย	258.40	1049.933	1.610	1.687	469.967	3.430	1.591	550.000	3.821	2.123	422.867	3.738	1.584	6.985	8.731

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	300.00	2.400	1.290	0.003	2.000	1.459	2.400	1.500	3.541	0.005	1.000	2.452	0.002	3.547	1222.982	-299.721	-103352.021
	300.00	2.400	1.645	0.004	1.900	1.775	0.003	1.500	2.870	0.004	1.100	2.006	0.002	0.014	4.770	-299.720	-103351.883
	300.00	2.300	1.231	0.003	1.900	2.191	0.004	1.600	3.996	0.006	1.100	1.899	0.002	0.015	5.337	-299.721	-103352.177
ค่าเฉลี่ย	300.00	2.350	1.438	0.003	1.900	1.983	0.004	1.550	3.433	0.005	1.100	1.952	0.002	1.192	5.053	-299.721	-103352.027

หมายเหตุ: ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	624.40	0.000	1.750	0.000	1914.100	3.769	7.214	2102.700	5.322	11.190	1973.900	2.776	5.480	23.884	17.060	-501.070	-357.907
	423.30	1600.200	1.884	3.015	1822.500	4.662	8.497	1908.300	4.008	7.649	2084.100	3.413	7.113	26.274	18.767	-301.077	-215.055
	523.00	1678.200	2.074	3.480	1730.100	4.831	8.358	2013.900	3.851	7.755	2186.200	3.000	6.559	26.152	18.680	-400.794	-286.281
ค่าเฉลี่ย	523.57	1639.200	1.903	2.165	1822.233	4.421	8.023	2008.300	4.394	8.865	2081.400	3.063	6.384	25.437	18.169	-400.980	-286.415

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	571.10	0.000	1.549	0.000	1137.900	4.223	4.805	1036.900	4.875	5.055	1112.100	3.758	4.180	14.040	6.783	-373.335	-180.355
	584.80	801.500	1.906	1.528	1029.000	2.753	2.833	1144.500	5.332	6.103	1023.000	4.000	4.092	14.556	7.032	-389.523	-188.175
	594.00	701.000	2.067	1.449	1146.300	3.453	3.958	1236.600	4.093	5.062	923.100	3.566	3.292	13.761	6.648	-396.803	-191.692
ค่าเฉลี่ย	583.30	751.250	1.841	0.992	1104.400	3.476	3.865	1139.333	4.767	5.406	1019.400	3.775	3.855	14.119	6.821	-386.553	-186.741

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	421.50	0.000	2.561	0.000	1111.700	4.321	4.804	1602.300	4.752	7.614	811.800	3.668	2.978	15.395	4.399	-82.092	-23.455
	416.60	732.000	1.907	1.396	1072.500	3.902	4.185	1513.000	4.199	6.353	710.000	5.309	3.769	15.703	4.487	-78.118	-22.320
	490.30	649.400	2.077	1.349	1083.600	2.006	2.173	1420.500	2.760	3.920	620.100	4.291	2.661	10.103	2.887	-148.230	-42.351
ค่าเฉลี่ย	442.80	690.700	2.182	0.915	1089.267	3.410	3.721	1511.933	3.904	5.962	713.967	4.423	3.136	13.734	3.924	-102.813	-29.375

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	300.00	754.400	1.743	1.315	429.100	3.889	1.669	1739.100	4.100	7.130	320.000	4.280	1.370	11.483	2.088	240.186	43.670
	330.00	710.500	1.230	0.874	318.100	4.017	1.278	1542.900	3.129	4.827	430.600	2.472	1.064	8.043	1.462	213.235	38.770
	318.80	0.000	1.201	0.000	0.000	2.812	0.000	1712.800	3.006	5.148	221.100	4.005	0.885	6.033	1.097	225.167	40.939
ค่าเฉลี่ย	316.27	732.450	1.391	0.730	373.600	3.573	0.982	1664.933	3.411	5.702	323.900	3.586	1.107	8.520	1.549	226.196	41.126

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	460.00	1622.000	1.347	2.185	1691.000	3.534	5.976	1356.300	4.342	5.889	1122.000	3.533	3.964	18.014	6.106	-177.038	-60.013
	519.00	1811.800	1.539	2.788	1584.900	2.664	4.222	1551.000	3.771	5.849	1217.800	2.759	3.360	16.219	5.498	-235.997	-79.999
	552.00	1711.200	1.775	3.037	1486.000	4.000	5.944	0.000	4.863	0.000	1019.000	3.613	3.682	12.662	4.292	-263.718	-89.396
ค่าเฉลี่ย	510.33	1715.000	1.553	2.670	1587.300	3.399	5.381	1453.650	4.325	3.913	1119.600	3.302	3.669	15.632	5.299	-225.584	-76.469

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	341.00	2.800	1.564	0.004	2.200	3.672	0.008	1.800	2.789	0.005	1.300	2.906	0.004	0.021	7.329	-340.723	-117490.751
	220.00	2.700	1.200	0.003	2.000	4.399	0.009	1.800	3.623	0.007	1.400	2.754	0.004	0.022	7.729	-219.724	-75766.764
	250.00	2.700	1.382	0.004	2.200	2.019	0.004	2.000	2.000	0.004	1.400	2.665	0.004	0.016	5.484	-249.721	-86110.849
ค่าเฉลี่ย	235.00	2.700	1.291	0.003	2.100	3.209	0.007	1.900	2.812	0.005	1.400	2.709	0.004	0.020	6.847	-270.056	-93122.788

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	321.80	2039.400	1.780	3.631	2300.100	4.390	10.098	2528.800	4.390	11.102	2520.100	3.513	8.852	33.682	24.059	-205.384	-146.703
	358.30	1981.000	1.532	3.035	2200.700	5.000	11.004	2309.000	2.488	5.745	2311.700	4.200	9.710	29.493	21.067	-236.790	-169.136
	358.60	0.000	2.033	0.000	2400.900	3.130	7.514	2417.400	3.007	7.268	2122.800	3.819	8.108	22.890	16.350	-233.976	-167.126
ค่าเฉลี่ย	346.23	2010.200	1.782	2.222	2300.567	4.173	9.538	2418.400	3.295	8.038	2318.200	3.844	8.890	28.688	20.492	-225.383	-160.988

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	339.00	800.000	1.873	1.498	1289.000	3.512	4.527	1344.100	3.512	4.720	1221.100	3.674	4.486	15.232	7.359	-142.705	-68.940
	356.70	956.600	1.309	1.252	1039.200	4.440	4.614	1252.000	4.002	5.011	1142.600	4.002	4.573	15.450	7.464	-160.536	-77.554
	342.80	0.000	1.553	0.000	1119.600	2.651	2.968	1410.500	3.711	5.234	1050.400	3.484	3.660	11.862	5.730	-144.694	-69.900
ค่าเฉลี่ย	346.17	878.300	1.578	0.917	1149.267	3.534	4.036	1335.533	3.742	4.988	1138.033	3.720	4.240	14.181	6.851	-149.312	-72.131

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	341.90	0.000	1.056	0.000	0.000	4.290	0.000	1713.100	3.779	6.474	955.000	3.001	2.866	9.340	2.669	-1.240	-0.354
	310.00	992.900	1.287	1.278	1251 000	5.110	6.393	1612.000	4.513	7.274	871.000	2.480	2.160	17.106	4.887	29.287	8.368
	317.70	879.200	1.791	1.574	1110.000	3.275	3.635	1478.800	2.611	3.862	763.700	3.552	2.713	11.784	3.367	24.152	6.900
ค่าเฉลี่ย	323.20	936.050	1.378	0.951	1180.500	4.225	3.343	1601.300	3.634	5.870	863.233	3.011	2.580	12.743	3.641	17.400	4.971

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	240.00	814.100	1.390	1.132	0.000	4.021	0.000	2007.700	3.556	7.140	552.800	3.010	1.664	9.935	1.806	300.065	54.557
	200.00	711.800	1.773	1.262	583.000	3.299	1.923	1842.000	4.290	7.902	444.000	2.482	1.102	12.190	2.216	339.734	61.770
	223.80	924.000	2.005	1.853	495.400	2.745	1.360	2021.200	3.000	6.064	339.200	3.582	1.215	10.491	1.908	317.069	57.649
ค่าเฉลี่ย	221.27	816.633	1.723	1.416	539.200	3.355	1.094	1956.967	3.615	7.035	445.333	3.025	1.327	10.872	1.977	318.956	57.992

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	302.40	0.000	1.539	0.000	1816.300	2.784	5.057	1694.100	3.541	5.999	1207.700	3.067	3.704	14.759	5.003	-17.102	-5.797
	247.50	1875.000	1.732	3.248	0.000	4.002	0.000	1598.000	4.002	6.395	1307.400	2.690	3.516	13.159	4.461	34.341	11.641
	399.00	1685.200	1.300	2.191	1617.200	3.218	5.204	1471.180	3.120	4.590	1407.700	3.863	5.438	17.423	5.906	-116.219	-39.396
ค่าเฉลี่ย	316.30	1780.100	1.524	1.813	1716.750	3.335	3.420	1587.760	3.554	5.661	1307.600	3.206	4.219	15.114	5.123	-32.994	-11.184

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	250.00	2.900	1.006	0.003	2.300	2.642	0.006	2.000	3.271	0.007	1.500	2.008	0.003	0.019	12.364	-249.722	-86111.196
	200.00	2.900	1.102	0.003	2.300	2.012	0.005	1.900	2.519	0.005	1.600	3.012	0.005	0.017	11.620	-199.723	-68869.932
	200.00	2.800	1.562	0.004	2.200	3.000	0.007	1.900	2.931	0.006	1.500	2.100	0.003	0.020	13.128	-199.723	-68870.032
ค่าเฉลี่ย	216.67	2.867	1.223	0.003	2.267	2.551	0.006	1.933	2.907	0.006	1.533	2.373	0.004	0.019	12.371	-216.389	-74617.053

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	382.20	2111.200	1.589	3.355	2548.000	3.067	7.815	2720.300	2.013	5.476	2444.000	3.671	8.972	25.618	36.597	-267.818	-191.299
	451.80	2000.000	1.360	2.720	2329.000	2.671	6.221	2641.900	4.281	11.310	2388.300	2.001	4.779	25.030	35.758	-336.830	-240.593
	435.00	1888.000	2.017	3.809	2548.000	2.880	7.339	2528.800	3.001	7.589	2430.200	3.211	7.803	26.540	37.915	-321.540	-229.672
ค่าเฉลี่ย	423.00	1999.733	1.655	3.295	2475.000	2.873	7.125	2630.333	3.098	8.125	2420.833	2.961	7.185	25.730	36.757	-308.730	-220.521

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 45 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	400.00	1088.000	1.489	1.620	1301.100	4.001	5.206	1485.000	3.668	5.447	1188.300	3.022	3.591	15.864	35.253	-208.864	-100.900
	330.10	937.800	1.055	0.990	1212.600	3.288	3.987	0.000	2.190	0.000	1259.300	2.000	2.519	7.496	16.657	-130.596	-63.090
	532.00	866.300	1.300	1.126	0.000	2.048	0.000	1500.200	3.083	4.624	0.000	1.906	0.000	5.751	12.779	-330.751	-159.783
ค่าเฉลี่ย	420.70	964.033	1.281	1.245	1256.850	3.112	3.064	1492.600	2.980	3.357	1223.800	2.309	2.037	9.703	21.563	-223.403	-107.924

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	361.400	1000.200	1.633	1.634	1353.000	2.066	2.796	1720.000	4.511	7.759	979.200	4.128	4.042	16.230	4.637	-27.630	-7.894
	380.900	955.100	1.078	1.029	1244.200	4.100	5.101	1624.000	3.739	6.072	866.100	4.300	3.724	15.927	4.551	-46.827	-13.379
	361.500	1010.000	1.231	1.243	1209.900	2.600	3.145	1511.800	4.190	6.334	782.900	4.621	3.618	14.340	4.097	-25.840	-7.383
ค่าเฉลี่ย	367.933	988.433	1.314	1.302	1269.033	2.922	3.681	1618.600	4.147	6.722	876.067	4.350	3.795	15.499	4.428	-33.433	-9.552

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	210.900	0.000	1.567	0.000	766.300	3.667	2.810	1938.500	3.652	7.079	310.200	3.000	0.931	10.820	1.967	328.280	59.687
	211.100	789.600	1.329	1.049	663.000	4.290	2.844	1833.000	4.550	8.340	410.700	2.500	1.027	13.260	2.411	325.640	59.207
	218.000	722.500	1.099	0.794	565.400	3.413	1.930	1744.500	2.890	5.042	510.300	3.189	1.627	9.393	1.708	322.607	58.656
ค่าเฉลี่ย	213.333	756.050	1.332	0.614	664.900	3.790	2.528	1838.667	3.697	6.821	410.400	2.896	1.195	11.158	2.029	325.509	59.183

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	220.000	1911.100	1.734	3.314	1899.700	3.674	6.979	0.000	4.000	0.000	1300.700	3.512	4.568	14.861	5.038	60.139	20.386
	216.000	2023.000	1.200	2.428	1988.500	4.000	7.954	2078.000	3.201	6.651	1302.400	2.779	3.620	20.653	7.001	58.347	19.779
	343.000	1812.900	1.390	2.520	0.000	3.209	0.000	1874.700	3.790	7.106	1305.700	4.000	5.223	14.848	5.033	-62.848	-21.305
ค่าเฉลี่ย	259.667	1915.667	1.441	2.754	1944.100	3.628	4.978	1976.350	3.664	4.586	1302.933	3.430	4.470	16.787	5.691	18.546	6.287

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	189.000	2.500	1.097	0.003	2.100	4.810	0.010	1.700	4.719	0.008	1.200	4.719	0.006	0.027	9.148	-188.726	-65078.079
	220.000	2.600	1.620	0.004	2.000	3.778	0.008	1.700	5.389	0.009	1.200	2.888	0.003	0.024	8.412	-219.727	-75767.875
	262.000	2.600	1.890	0.005	2.000	2.895	0.006	1.800	2.895	0.005	1.300	4.000	0.005	0.021	7.281	-261.725	-90250.112
ค่าเฉลี่ย	223.667	2.567	1.536	0.004	2.033	3.828	0.008	1.733	4.334	0.007	1.233	3.869	0.005	0.024	8.280	-223.393	-77032.022

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	251.500	1933.700	1.309	2.531	2587.500	4.556	11.787	2299.500	3.753	8.630	0.000	3.875	0.000	22.949	16.392	-134.449	-96.035
	381.800	1828.800	1.770	3.237	0.000	3.902	0.000	0.000	4.008	0.000	2611.000	3.190	8.330	11.567	8.262	-253.367	-180.976
	381.900	1731.000	1.633	2.826	2816.200	4.829	13.600	2073.300	3.778	7.833	2322.000	2.000	4.644	28.903	20.645	-270.803	-193.431
ค่าเฉลี่ย	338.400	1831.167	1.571	2.865	2701.850	4.429	8.462	2186.400	3.846	5.488	2466.500	3.022	4.325	21.140	15.100	-219.540	-156.814

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	330.800	0.000	1.222	0.000	1569.900	4.023	6.316	1194.200	3.289	3.928	1255.200	2.590	3.251	13.495	6.519	71269.051	-68.940
	310.000	792.600	1.873	1.485	1155.500	3.500	4.044	0.000	4.007	0.000	1065.300	3.440	3.665	9.194	4.441	66073.055	-68.940
	352.700	690.600	1.400	0.967	0.000	2.490	0.000	1088.300	3.290	3.581	0.000	4.290	0.000	4.547	2.197	73950.223	-68.940
ค่าเฉลี่ย	331.167	741.600	1.498	0.817	1362.700	3.338	3.453	1141.250	3.529	2.503	1160.250	3.440	2.305	9.079	4.386	70430.776	-68.940

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	228.800	1088.200	1.489	1.620	1479.900	3.666	5.426	1084.700	4.290	4.653	656.300	3.510	2.304	14.003	4.001	112.623	32.178
	200.700	1094.100	1.389	1.520	1215.500	4.029	4.897	1580.100	3.290	5.199	0.000	2.609	0.000	11.616	3.319	142.581	40.738
	216.400	0.000	1.200	0.000	0.000	4.003	0.000	0.000	3.010	0.000	578.600	4.722	2.732	2.732	0.781	130.868	37.391
ค่าเฉลี่ย	215.300	1091.150	1.359	1.047	1347.700	3.899	3.441	1332.400	3.530	3.284	617.450	3.614	1.679	9.450	2.700	17.400	4.971

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	238.800	788.000	1.034	0.815	578.800	4.389	2.540	1810.000	3.491	6.319	320.000	3.889	1.244	10.918	1.985	302.822	55.059
	139.000	666.700	1.300	0.867	486.700	3.590	1.747	1600.000	3.200	5.120	430.600	4.011	1.727	9.461	1.720	403.286	73.325
	241.000	577.400	1.490	0.860	377.400	5.000	1.887	1712.200	4.168	7.136	221.100	4.590	1.015	10.898	1.982	299.989	54.543
ค่าเฉลี่ย	206.267	677.367	1.275	0.847	480.967	4.326	2.058	1707.400	3.620	6.192	323.900	4.163	1.329	10.426	1.896	335.366	60.976

ตารางที่ ค. 25 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดที่เติมอีดีทีเอ

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	260.000	1582.100	1.490	2.358	0.000	4.290	0.000	1521.200	4.599	6.996	1200.000	3.678	4.414	13.767	4.667	21.233	7.197
	364.400	1796.000	1.005	1.804	1601.100	3.007	4.815	1733.000	3.500	6.066	1200.900	4.850	5.824	18.509	6.274	-83.094	-28.168
	290.000	0.000	1.390	0.000	1800.000	4.290	7.722	0.000	4.710	0.000	1201.000	3.589	4.310	12.032	4.079	0.690	0.234
ค่าเฉลี่ย	304.800	1689.050	1.295	1.387	1700.550	3.863	4.179	1627.100	4.270	4.354	1200.633	4.039	4.849	14.770	5.007	-20.391	-6.912

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	300.00	2.500	1.402	0.004	1.800	4.290	0.008	1.700	4.127	0.007	1.200	4.290	0.005	0.023	8.066	-299.726	-103353.679
	300.00	2.500	1.200	0.003	1.700	3.181	0.005	1.800	3.002	0.005	1.200	5.011	0.006	0.020	6.836	-299.724	-103353.247
	255.00	2.400	1.103	0.003	1.700	4.189	0.007	1.700	2.967	0.005	1.200	3.611	0.004	0.019	6.602	-254.722	-87835.181
ค่าเฉลี่ย	277.50	2.450	1.151	0.003	1.700	3.685	0.006	1.750	2.985	0.005	1.200	4.311	0.005	0.021	7.168	-284.724	-98180.702

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	520.80	0.000	1.451	0.000	2050.000	5.521	11.319	2111.100	4.812	10.159	0.000	2.896	0.000	21.478	15.342	-390.959	-279.257
	584.80	1429.000	1.786	2.551	2039.000	3.779	7.706	2221.300	2.856	6.344	2340.000	4.912	11.494	28.096	20.068	-465.190	-332.278
	522.50	1399.900	1.400	1.960	1930.000	5.215	10.065	0.000	5.100	0.000	2449.000	3.649	8.937	20.961	14.972	-393.397	-280.998
ค่าเฉลี่ย	542.70	1414.450	1.546	1.504	2006.333	4.839	9.697	2166.200	4.256	5.501	2394.500	3.819	6.810	23.512	16.794	-416.515	-297.511

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	580.60	0.000	1.231	0.000	1263.000	3.673	4.639	0.000	4.863	0.000	966.600	3.649	3.527	8.166	3.945	121874.587	-68.940
	660.00	848.600	1.800	1.527	1124.100	4.890	5.497	1239.900	5.129	6.359	984.000	2.758	2.714	16.098	7.777	139952.246	-68.940
	630.00	961.100	1.237	1.189	1200.000	2.770	3.324	1187.000	3.770	4.475	1105.500	3.774	4.172	13.160	6.358	133134.215	-68.940
ค่าเฉลี่ย	623.53	904.850	1.423	0.905	1195.700	3.778	4.487	1213.450	4.587	3.611	1018.700	3.394	3.471	12.475	6.026	131653.683	-68.940

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดควบคุม

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	526.50	909.900	1.453	1.322	1346.600	3.674	4.948	1574.000	5.785	9.105	977.400	3.650	3.568	18.942	5.412	-190.494	-54.427
	450.00	700.000	1.671	1.170	1297.000	5.321	6.901	1377.200	4.890	6.735	0.000	4.129	0.000	14.806	4.230	-107.904	-30.830
	255.30	834.100	1.200	1.001	0.000	3.604	0.000	1499.600	2.891	4.335	1100.000	5.734	6.308	11.643	3.327	83.057	23.731
ค่าเฉลี่ย	410.60	814.667	1.441	1.164	1321.800	4.200	3.950	1483.600	4.522	6.725	1038.700	4.504	3.292	15.130	4.323	17.400	4.971

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	501.80	785.600	1.785	1.403	551.200	4.767	2.627	1784.000	4.766	8.503	555.400	3.891	2.161	14.693	2.672	33.507	6.092
	399.50	654.300	1.210	0.792	437.400	4.530	1.981	1755.000	3.909	6.860	0.000	4.000	0.000	9.633	1.751	140.867	25.612
	340.00	856.800	1.367	1.171	0.000	5.499	0.000	1699.700	5.067	8.612	497.000	3.540	1.759	11.542	2.099	198.458	36.083
ค่าเฉลี่ย	413.77	765.567	1.454	1.122	494.300	4.932	1.536	1746.233	4.580	7.991	526.200	3.810	1.307	11.956	2.174	124.277	22.596

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	200.50	0.000	1.432	0.000	1506.800	3.790	5.711	0.000	4.673	0.000	1169.900	3.412	3.992	9.703	3.289	84.797	28.745
	356.00	2078.900	1.780	3.700	1301.200	4.386	5.706	1699.900	3.600	6.120	1077.400	2.673	2.880	18.407	6.240	-79.407	-26.918
	405.50	2126.000	1.542	3.279	0.000	5.612	0.000	1601.100	4.712	7.545	0.000	5.056	0.000	10.824	3.669	-121.324	-41.127
ค่าเฉลี่ย	320.67	2102.450	1.585	2.326	1404.000	4.596	3.806	1650.500	4.329	4.555	1123.650	3.714	2.291	12.978	4.399	-38.645	-13.100

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	255.00	2.600	1.390	0.004	2.000	4.785	0.010	2.100	3.881	0.008	1.500	3.540	0.005	0.027	9.188	-254.727	-87836.922
	185.00	2.600	1.209	0.003	2.000	3.522	0.007	2.100	2.401	0.005	1.500	2.430	0.004	0.019	6.508	-184.722	-63697.182
	280.00	2.900	1.533	0.004	2.200	4.011	0.009	2.000	3.101	0.006	1.400	2.312	0.003	0.023	7.830	-279.724	-96456.511
ค่าเฉลี่ย	232.50	2.750	1.371	0.004	2.100	3.767	0.008	2.050	2.751	0.006	1.450	2.371	0.003	0.023	7.842	-239.724	-82663.539

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์ไอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	384.80	1861.900	1.300	2.421	2533.300	4.421	11.200	2530.000	4.320	10.930	0.000	4.320	0.000	24.551	17.536	-269.351	-192.393
	401.70	1859.900	1.275	2.370	2486.600	3.200	7.957	2349.000	3.673	8.628	2397.000	5.175	12.405	31.361	22.401	-293.061	-209.329
	400.00	1729.900	1.653	2.860	0.000	5.390	0.000	0.000	4.741	0.000	2496.100	3.745	9.348	12.207	8.720	-272.207	-194.434
ค่าเฉลี่ย	395.50	1817.233	1.409	2.550	2509.950	4.337	6.386	2439.500	4.245	6.519	2446.550	4.413	7.251	22.706	16.219	-278.206	-198.719

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	320.700	1105.500	1.690	1.868	1365.000	2.890	3.945	1766.600	4.770	8.427	1352.100	4.671	6.316	20.555	9.930	-134.255	-64.858
	391.300	1110.000	1.742	1.934	1155.100	5.362	6.194	0.000	5.386	0.000	1250.000	2.890	3.613	11.740	5.671	-196.040	-94.705
	400.000	1153.300	1.300	1.500	1266.000	4.668	5.910	1637.000	4.764	7.799	0.000	4.770	0.000	15.208	7.347	-208.208	-100.584
ค่าเฉลี่ย	370.667	1122.933	1.577	1.767	1262.033	4.307	5.350	1701.800	4.973	5.408	1301.050	4.110	3.309	15.835	7.650	-179.501	-86.716

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	277.00	1044.000	1.673	1.747	1353.000	3.675	4.972	0.000	4.897	0.000	1041.000	3.777	3.932	10.650	3.043	30.850	8.814
	236.70	941.200	1.075	1.011	1406.700	5.907	8.309	1680.000	5.870	9.862	1066.200	4.214	4.493	23.674	6.764	126.326	36.093
	348.30	1074.200	1.239	1.331	1400.700	4.456	6.242	1750.000	3.611	6.320	1100.000	2.967	3.264	17.156	4.902	64.944	18.555
ค่าเฉลี่ย	287.33	1019.800	1.329	1.363	1386.800	4.679	6.507	1715.000	4.793	5.394	1069.067	3.653	3.896	17.160	4.903	74.040	21.154

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	308.50	805.100	1.046	0.842	683.100	2.675	1.828	0.000	3.678	0.000	500.000	3.100	1.550	4.219	0.767	237.281	43.142
	200.00	941.100	1.128	1.061	0.000	5.741	0.000	1940.000	4.128	8.008	633.200	3.542	2.243	11.312	2.057	338.688	61.580
	267.90	930.000	1.786	1.661	600.000	3.755	2.253	2094.400	4.612	9.659	0.000	2.756	0.000	13.573	2.468	268.527	48.823
ค่าเฉลี่ย	258.80	892.067	1.320	1.188	641.550	4.057	1.360	2017.200	4.139	5.889	566.600	3.133	1.264	9.701	1.764	281.499	51.182

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	267.70	0.000	1.510	0.000	1650.000	4.317	7.123	1400.000	4.127	5.777	0.000	3.756	0.000	12.900	4.373	14.400	4.881
	109.90	2278.900	1.066	2.430	1853.700	5.774	10.703	1311.800	3.786	4.966	1728.600	5.322	9.199	27.299	9.254	157.801	53.492
	128.00	2426.000	1.329	3.223	0.000	3.341	0.000	0.000	5.674	0.000	1532.400	3.489	5.346	8.570	2.905	158.430	53.705
ค่าเฉลี่ย	168.53	2352.450	1.302	1.884	1751.850	4.477	5.942	1355.900	4.529	3.581	1630.500	4.189	4.848	16.256	5.511	110.211	37.360

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	211.000	2.800	1.350	0.004	2.000	4.321	0.009	2.000	5.786	0.012	1.600	4.900	0.008	0.032	10.977	-210.733	-72666.618
	248.000	3.000	1.300	0.004	2.200	2.780	0.006	2.000	3.670	0.007	1.700	3.500	0.006	0.023	8.037	-247.727	-85423.169
	200.000	2.800	1.006	0.003	2.200	5.387	0.012	2.000	6.210	0.012	1.600	6.120	0.010	0.037	12.716	-199.735	-68874.147
ค่าเฉลี่ย	219.667	2.867	1.219	0.003	2.133	4.163	0.009	2.000	5.222	0.010	1.633	4.840	0.008	0.031	10.577	-219.398	-75654.645

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	456.100	1940.200	1.673	3.247	2440.000	5.333	13.013	2900.000	5.880	17.052	0.000	3.750	0.000	33.311	23.794	-349.411	-249.579
	489.200	0.000	1.207	0.000	0.000	2.790	0.000	0.000	4.329	0.000	2730.600	2.540	6.935	6.935	4.954	-356.135	-254.382
	411.500	2039.100	1.310	2.671	2551.100	4.856	12.387	3044.400	4.954	15.081	2829.000	5.663	16.021	46.161	32.972	-317.661	-226.900
ค่าเฉลี่ย	452.267	1989.650	1.397	1.973	2495.550	4.326	8.467	2972.200	5.054	10.711	2779.800	3.984	7.652	28.802	20.573	-341.069	-243.621

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	479.200	1360.000	1.600	2.176	1355.000	6.423	8.703	1701.200	4.770	8.115	1266.000	4.870	6.165	25.159	12.154	-297.359	-143.652
	368.700	1571.000	1.177	1.848	1344.000	3.700	4.973	0.000	4.890	0.000	1129.500	3.650	4.122	10.943	5.287	-172.643	-83.403
	389.000	0.000	1.320	0.000	1173.000	4.651	5.456	1630.000	6.210	10.122	1100.000	2.553	2.809	18.387	8.883	-200.387	-96.805
ค่าเฉลี่ย	412.300	1465.500	1.366	1.341	1290.667	4.925	6.377	1665.600	5.290	6.079	1165.167	3.691	4.365	18.163	8.774	-223.463	-107.953

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	233.100	1090.000	1.400	1.526	1511.100	4.897	7.399	1822.000	5.785	10.539	1201.100	3.870	4.648	24.113	6.889	92.787	26.511
	484.300	1050.000	1.543	1.620	1438.800	5.000	7.194	0.000	5.732	0.000	1005.800	4.218	4.242	13.056	3.730	-147.356	-42.102
	330.000	900.300	1.390	1.251	1325.000	5.329	7.061	1799.300	4.210	7.575	1008.800	4.632	4.673	20.560	5.874	-0.560	-0.160
ค่าเฉลี่ย	349.133	1013.433	1.444	1.466	1424.967	5.075	7.218	1810.650	5.242	6.038	1071.900	4.240	4.521	19.243	5.498	-18.376	-5.250

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	300.000	820.800	1.650	1.354	0.000	5.300	0.000	2103.300	4.120	8.666	650.000	3.430	2.230	12.249	2.227	237.751	43.227
	277.000	0.000	1.470	0.000	749.200	4.130	3.094	2012.900	3.675	7.398	782.500	4.649	3.638	14.130	2.569	258.870	47.067
	178.500	708.800	1.371	0.972	698.100	5.740	4.007	0.000	6.784	0.000	591.100	3.784	2.237	7.216	1.312	364.284	66.233
ค่าเฉลี่ย	251.833	764.800	1.497	0.775	723.650	5.057	2.367	2058.100	4.860	5.355	674.533	3.955	2.701	11.198	2.036	286.968	52.176

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	100.000	2400.000	1.567	3.760	1570.300	3.875	6.084	1621.200	4.674	7.578	1344.700	5.007	6.732	24.154	8.188	170.846	57.914
	201.000	2183.300	1.381	3.014	1581.000	5.210	8.237	1529.000	5.800	8.868	1355.000	3.129	4.239	24.359	8.257	69.641	23.607
	202.200	2302.800	1.690	3.892	1600.000	4.099	6.559	1696.600	6.185	10.493	1393.000	4.770	6.644	27.588	9.352	65.212	22.106
ค่าเฉลี่ย	167.733	2295.367	1.546	3.555	1583.767	4.395	6.960	1615.600	5.553	8.980	1364.233	4.302	5.872	25.367	8.599	101.900	34.542

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	288.000	2.500	1.439	0.004	1.900	3.760	0.007	1.900	4.782	0.009	1.300	4.240	0.006	0.025	8.738	-287.728	-99216.619
	360.000	2.500	1.673	0.004	2.000	4.287	0.009	1.900	4.811	0.009	1.300	3.120	0.004	0.026	8.950	-359.727	-124043.924
	358.000	2.600	1.391	0.004	2.000	4.902	0.010	1.900	3.524	0.007	1.300	4.290	0.006	0.026	8.859	-357.726	-123353.754
ค่าเฉลี่ย	335.333	2.533	1.501	0.004	1.967	4.317	0.009	1.900	4.372	0.008	1.300	3.883	0.005	0.026	8.849	-335.060	-115538.099

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์ไฮบริดที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	355.600	1839.000	1.457	2.679	2050.000	3.790	7.769	2430.100	3.650	8.870	2239.300	2.460	5.508	24.826	17.733	-240.426	-171.733
	333.900	1729.900	1.631	2.822	2100.200	4.232	8.888	0.000	3.297	0.000	2438.400	3.753	9.151	20.861	14.901	-214.761	-153.401
	308.100	1639.900	1.320	2.165	2112.000	4.220	8.912	2300.200	4.013	9.230	0.000	4.012	0.000	20.307	14.505	-183.407	-134.577
ค่าเฉลี่ย	332.533	1736.267	1.469	2.555	2087.400	4.081	8.523	2365.150	3.653	6.033	2338.850	3.408	4.887	21.998	15.713	-214.531	-153.237

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	444.10	1377.100	1.540	2.121	1348.800	4.801	6.475	0.000	4.673	0.000	1100.000	3.563	3.920	12.515	6.046	-249.615	-120.587
	391.30	1081.200	1.217	1.315	1269.000	5.220	6.624	1403.000	3.906	5.480	1112.700	2.906	3.234	16.653	8.045	-200.953	-97.079
	400.00	0.000	1.831	0.000	1170.900	3.620	4.239	1169.900	4.071	4.763	1142.200	3.098	3.538	12.540	6.058	-205.540	-99.295
ค่าเฉลี่ย	411.80	1229.150	1.529	1.145	1262.900	4.547	5.779	1286.450	4.217	3.414	1118.300	3.189	3.564	13.903	6.716	-218.703	-105.653

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	177.000	920.000	1.452	1.336	1440.000	4.742	6.829	0.000	4.786	0.000	1029.000	3.189	3.282	11.447	3.270	161.553	46.158
	207.000	929.800	1.673	1.556	1360.500	4.907	6.675	1661.600	5.901	9.805	1020.000	4.219	4.303	22.340	6.383	120.660	34.474
	200.000	0.000	1.894	0.000	1284.000	5.784	7.427	1778.800	3.041	5.410	963.600	3.067	2.956	15.792	4.512	134.208	38.345
ค่าเฉลี่ย	194.667	924.900	1.673	0.964	1361.500	5.144	6.977	1720.200	4.576	5.072	1004.200	3.492	3.514	16.526	4.722	138.807	39.659

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	231.300	0.000	1.432	0.000	501.100	5.784	2.899	1929.500	5.782	11.157	642.400	3.854	2.476	16.531	3.006	302.169	54.940
	104.700	810.000	1.789	1.449	0.000	4.907	0.000	2017.700	4.220	8.514	0.000	4.098	0.000	9.964	1.812	435.336	79.152
	109.900	771.000	1.610	1.241	472.200	5.056	2.388	0.000	5.903	0.000	575.700	5.313	3.059	6.687	1.216	433.413	78.802
ค่าเฉลี่ย	148.633	790.500	1.610	0.897	486.650	5.249	1.762	1973.600	5.302	6.557	609.050	4.422	1.845	11.061	2.011	390.306	70.965

ตารางที่ ค. 26 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์ไฮอลิซันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	180.900	2037.700	1.500	3.057	1605.900	4.908	7.882	1529.200	4.890	7.478	1273.000	3.864	4.919	23.336	7.911	90.764	30.767
	163.700	2228.900	1.397	3.113	0.000	5.240	0.000	1537.000	5.253	8.074	0.000	4.007	0.000	11.187	3.792	120.113	40.716
	229.700	2177.700	1.733	3.774	1695.500	3.651	6.190	1560.300	5.742	8.960	1387.300	3.560	4.939	23.862	8.089	41.438	14.047
ค่าเฉลี่ย	191.433	2148.100	1.543	3.315	1650.700	4.600	4.691	1542.167	5.295	8.171	1330.150	3.810	3.286	19.462	6.597	84.105	28.510

ตารางที่ ค. 27 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	341.00	2.000	1.302	0.003	1.900	3.745	0.007	1.900	3.895	0.007	1.000	3.511	0.004	0.021	7.114	-340.724	-117490.867
	320.00	2.200	1.251	0.003	1.900	2.894	0.005	1.900	3.512	0.007	0.900	3.220	0.003	0.018	6.145	-319.722	-110249.077
	298.00	2.200	1.393	0.003	2.000	3.892	0.008	1.900	2.906	0.006	1.000	3.844	0.004	0.020	6.970	-297.722	-102662.907
ค่าเฉลี่ย	309.00	2.200	1.322	0.003	1.950	3.393	0.007	1.900	3.209	0.006	0.950	3.532	0.003	0.020	6.743	-319.389	-110134.284

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	637.90	1784.500	1.784	3.183	2309.900	4.551	10.513	2766.000	4.009	11.089	2551.800	4.210	10.743	35.528	25.377	-533.428	-381.020
	412.00	1677.600	1.539	2.581	0.000	4.620	0.000	2711.200	4.274	11.588	2399.000	3.290	7.894	22.063	15.759	-294.063	-210.045
	501.10	1641.200	1.410	2.314	2310.000	3.196	7.383	2741.200	4.291	11.763	2443.000	3.107	7.590	29.050	20.750	-390.150	-278.678
ค่าเฉลี่ย	517.00	1701.100	1.577	2.693	2309.950	4.123	5.965	2739.467	4.191	11.480	2464.600	3.536	8.742	28.880	20.629	-405.880	-289.914

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	517.30	1241.900	1.890	2.348	1349.000	3.900	5.261	1605.500	3.773	6.058	1055.500	4.672	4.931	18.598	8.985	-328.898	-158.888
	451.00	1194.700	1.712	2.046	1361.900	4.519	6.154	0.000	3.961	0.000	1029.900	3.503	3.608	11.807	5.704	-255.807	-123.578
	620.00	1022.200	1.402	1.433	1400.000	4.391	6.147	1720.000	4.056	6.977	1020.900	3.069	3.133	17.690	8.546	-430.690	-208.063
ค่าเฉลี่ย	529.43	1152.933	1.668	1.942	1370.300	4.270	5.854	1662.750	3.930	4.345	1035.433	3.748	3.891	16.032	7.745	-338.465	-163.510

ตารางที่ ค. 27 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงที่ปลูกในชุดควบคุม

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	726.60	915.200	1.784	1.633	1439.000	3.783	5.444	1600.000	4.790	7.665	1351.000	3.888	5.253	19.994	5.713	-396.594	-113.313
	683.00	938.800	1.390	1.305	1471.100	3.553	5.227	1700.200	4.513	7.672	1322.200	3.271	4.325	18.529	5.294	-351.529	-100.437
	527.40	941.800	1.579	1.487	1461.900	4.044	5.912	1620.000	3.008	4.872	1360.000	4.320	5.875	18.147	5.185	-195.547	-55.871
ค่าเฉลี่ย	645.67	931.933	1.584	1.475	1457.333	3.793	5.528	1640.067	4.104	6.736	1344.400	3.826	5.151	18.890	5.397	-314.557	-89.873

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	296.60	863.300	1.643	1.418	351.200	4.896	1.719	1549.000	4.220	6.537	264.000	4.515	1.192	10.866	1.976	242.534	44.097
	399.00	900.000	1.776	1.598	274.400	5.130	1.408	1653.300	4.756	7.863	473.300	4.672	2.211	13.080	2.378	137.920	25.076
	464.00	927.700	1.893	1.757	388.800	5.403	2.101	1730.000	4.211	7.285	390.400	5.003	1.953	13.095	2.381	72.905	13.255
ค่าเฉลี่ย	386.53	897.000	1.771	1.591	338.133	5.143	1.742	1644.100	4.396	7.228	375.900	4.730	1.786	12.347	2.245	151.120	27.476

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	371.10	0.000	1.745	0.000	0.000	5.879	0.000	1600.000	4.218	6.748	1254.400	4.067	5.101	11.850	4.017	-87.950	-29.814
	520.30	1990.000	1.634	3.252	1710.000	4.397	7.518	1644.400	3.527	5.800	1264.100	3.191	4.033	20.603	6.984	-245.903	-83.357
	351.70	1884.000	1.301	2.451	1831.200	4.091	7.491	1620.000	3.289	5.328	1233.100	3.421	4.219	19.488	6.606	-76.188	-25.826
ค่าเฉลี่ย	414.37	1937.000	1.560	1.901	1770.600	4.789	5.003	1621.467	3.678	5.959	1250.533	3.560	4.451	17.314	5.869	-136.680	-46.332

ตารางที่ ค. 27 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์ไฮบริดที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	244.00	2.400	1.569	0.004	2.200	4.895	0.011	2.100	5.008	0.011	1.200	4.552	0.005	0.031	10.522	-243.730	-84044.739
	215.00	2.500	1.459	0.004	2.200	3.290	0.007	2.200	4.130	0.009	1.300	3.263	0.004	0.024	8.349	-214.727	-74043.784
	200.00	2.400	1.751	0.004	2.300	3.190	0.007	2.200	4.288	0.009	1.300	3.201	0.004	0.025	8.667	-199.728	-68871.654
ค่าเฉลี่ย	207.50	2.450	1.605	0.004	2.250	3.240	0.007	2.200	4.209	0.009	1.300	3.232	0.004	0.027	9.179	-219.395	-75653.393

ตารางที่ ค. 27 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	401.10	1940.000	1.296	2.513	2699.900	4.219	11.391	3022.200	4.552	13.757	0.000	4.310	0.000	27.661	19.758	-288.761	-206.258
	292.00	1822.800	1.667	3.039	2603.800	3.895	10.143	2967.100	4.732	14.040	2700.000	3.219	8.692	35.913	25.652	-187.913	-134.224
	300.00	1938.900	1.733	3.360	2507.600	3.733	9.361	0.000	3.613	0.000	2618.800	3.412	8.935	21.656	15.469	-181.656	-129.754
ค่าเฉลี่ย	331.03	1900.567	1.565	2.971	2603.767	3.949	10.298	2994.650	4.299	9.266	2659.400	3.647	5.875	28.410	20.293	-219.443	-156.745

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	219.00	1544.400	1.562	2.413	1521.200	4.552	6.925	1700.000	5.289	8.992	1300.000	4.130	5.369	23.698	11.448	-1361.098	-657.535
	181.10	1351.900	1.390	1.880	1597.500	4.129	6.595	1511.100	4.177	6.312	0.000	4.413	0.000	14.788	7.144	-1159.688	-560.236
	229.50	0.000	1.451	0.000	1507.700	4.691	7.072	0.000	4.780	0.000	1177.700	3.775	4.446	11.518	5.564	195.482	94.436
ค่าเฉลี่ย	209.87	1448.150	1.468	1.431	1542.133	4.457	6.864	1605.550	4.749	5.101	1238.850	4.106	3.272	16.668	8.052	-775.101	-374.445

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	251.70	1156.700	1.775	2.053	1528.800	5.662	8.657	1844.400	4.291	7.913	1511.800	3.906	5.905	24.528	7.008	73.772	21.078
	277.70	1119.900	1.409	1.578	1539.900	4.049	6.235	1804.400	3.521	6.353	1517.700	4.551	6.907	21.073	6.021	51.227	14.636
	191.10	1136.600	1.892	2.151	1551.900	4.720	7.325	1800.000	3.420	6.156	1513.400	4.850	7.340	22.972	6.563	135.928	38.837
ค่าเฉลี่ย	240.17	1137.733	1.692	1.927	1540.200	4.810	7.405	1816.267	3.744	6.808	1514.300	4.436	6.718	22.858	6.531	86.976	24.850

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	207.70	910.000	1.644	1.496	644.100	5.744	3.700	1973.000	4.289	8.461	0.000	4.896	0.000	13.657	2.483	328.643	59.753
	384.70	912.000	1.895	1.728	0.000	5.431	0.000	1833.300	3.190	5.849	651.800	4.130	2.692	10.269	1.867	155.031	28.188
	261.00	942.200	1.508	1.421	542.000	5.219	2.828	1920.200	5.733	11.008	720.000	4.870	3.507	18.764	3.412	270.236	49.134
ค่าเฉลี่ย	284.47	921.400	1.682	1.548	593.050	5.465	2.176	1908.833	4.404	8.440	685.900	4.632	2.066	14.230	2.587	251.303	45.691

ตารางที่ ค. 27 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	282.80	2412.100	4.220	10.179	1741.300	4.890	8.516	1677.400	4.608	7.729	1410.000	2.907	4.098	30.522	10.346	-18.322	-6.211
	217.30	2341.200	3.753	8.787	0.000	3.551	0.000	1749.500	3.220	5.633	1444.100	5.318	7.679	22.099	7.491	55.601	18.848
	344.00	2400.000	4.622	11.092	1597.700	4.905	7.837	1751.900	4.533	7.941	1452.000	4.289	6.228	33.099	11.220	-82.099	-27.830
ค่าเฉลี่ย	281.37	2384.433	4.198	10.019	1669.500	4.449	5.451	1726.267	4.120	7.101	1435.367	4.171	6.002	28.573	9.686	-14.940	-5.064

ตารางที่ ค. 27 เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	220.000	2.500	1.430	0.004	2.300	4.214	0.010	2.100	4.109	0.009	1.300	3.210	0.004	0.026	8.990	-219.726	-75767.716
	188.000	2.700	1.252	0.003	2.300	3.173	0.007	2.200	3.278	0.007	1.400	3.006	0.004	0.022	7.620	-187.725	-64732.690
	255.000	2.700	1.056	0.003	2.200	3.021	0.007	2.100	3.061	0.006	1.400	3.408	0.005	0.021	7.137	-254.724	-87835.880
ค่าเฉลี่ย	221.000	2.633	1.246	0.003	2.267	3.470	0.008	2.133	3.482	0.007	1.367	3.208	0.004	0.023	7.916	-220.725	-76112.095

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	300.000	2041.000	1.426	2.911	2541.200	4.867	12.369	3055.500	3.621	11.065	2722.200	4.210	11.460	37.805	27.003	-197.805	-141.289
	481.900	2053.300	1.111	2.281	2393.500	4.306	10.305	3142.300	3.055	9.600	2784.000	2.291	6.377	28.563	20.402	-370.463	-264.617
	332.200	2121.000	1.260	2.673	0.000	5.008	0.000	2967.000	4.064	12.057	2829.000	3.101	8.772	23.502	16.787	-215.702	-154.073
ค่าเฉลี่ย	371.367	2071.767	1.266	2.621	2467.350	4.727	7.558	3054.933	3.580	10.907	2778.400	3.200	8.870	29.957	21.398	-261.323	-186.660

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	101.800	1504.400	1.400	2.106	1621.100	4.211	6.827	1836.600	4.666	8.570	1330.000	3.127	4.158	21.661	10.464	83.539	40.357
	200.000	0.000	1.251	0.000	1619.900	3.067	4.969	0.000	3.174	0.000	1339.500	4.074	5.458	10.426	5.037	-3.426	-1.655
	239.000	1532.000	1.633	2.502	1628.800	3.906	6.363	1860.000	4.290	7.980	1400.000	4.267	5.973	22.818	11.023	-54.818	-26.482
ค่าเฉลี่ย	180.267	1518.200	1.428	1.536	1623.267	3.728	6.053	1848.300	4.044	5.517	1356.500	3.823	5.196	18.302	8.841	8.432	4.073

ตารางที่ ค. 27 เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมเ.อมโมเนียมซัลเฟต

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	142.200	1153.300	1.788	2.063	1688.800	4.888	8.255	1956.700	3.337	6.529	1542.200	4.009	6.182	23.029	6.580	-826.329	-236.094
	174.400	1174.600	1.491	1.751	1642.300	3.267	5.366	1800.000	4.218	7.592	1539.000	3.012	4.636	19.344	5.527	-843.944	-241.127
	250.000	1141.200	1.568	1.789	1503.300	4.276	6.428	1805.500	4.672	8.436	1430.000	2.662	3.807	20.460	5.846	-811.660	-231.903
ค่าเฉลี่ย	188.867	1156.367	1.616	1.867	1611.467	4.144	6.683	1854.067	4.076	7.519	1503.733	3.228	4.875	20.944	5.984	-827.311	-236.375

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	310.000	1010.000	1.433	1.447	0.000	5.381	0.000	1855.500	4.181	7.758	0.000	4.190	0.000	9.205	1.674	230.795	41.963
	119.000	1037.700	1.674	1.737	638.900	4.275	2.731	0.000	4.662	0.000	457.300	3.461	1.583	6.051	1.100	424.949	77.263
	214.500	1042.200	1.946	2.028	721.000	5.101	3.678	1751.200	5.301	9.283	522.200	3.552	1.855	16.844	3.063	318.655	57.937
ค่าเฉลี่ย	214.500	1029.967	1.684	1.737	679.950	4.919	2.136	1803.350	4.715	5.680	489.750	3.734	1.146	10.700	1.945	324.800	59.055

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	300.000	2533.300	1.550	3.927	1720.000	4.603	7.918	1709.900	4.146	7.089	1477.700	4.100	6.059	24.992	8.472	-29.992	-10.167
	200.000	0.000	1.721	0.000	0.000	5.200	0.000	1530.000	4.253	6.508	0.000	4.621	0.000	6.508	2.206	88.492	29.997
	258.400	2312.100	1.405	3.248	1821.700	3.201	5.832	0.000	5.001	0.000	1290.600	4.522	5.836	14.916	5.056	21.684	7.351
ค่าเฉลี่ย	252.800	2422.700	1.559	2.392	1770.850	4.335	4.583	1619.950	4.467	4.532	1384.150	4.414	3.965	15.472	5.245	26.728	9.060

ตารางที่ ค. 27 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	200.000	2.200	1.662	0.004	2.000	2.899	0.006	2.000	3.600	0.007	1.300	3.609	0.005	0.021	7.361	-199.726	-68870.879
	268.000	2.300	1.421	0.003	2.100	3.328	0.007	2.100	3.126	0.007	1.200	3.218	0.004	0.021	7.131	-267.724	-92318.515
	299.000	2.300	1.952	0.004	2.000	3.058	0.006	2.000	3.000	0.006	1.200	3.622	0.004	0.021	7.225	-298.725	-103008.564
ค่าเฉลี่ย	255.667	2.267	1.678	0.004	2.033	3.095	0.006	2.033	3.242	0.007	1.233	3.483	0.004	0.021	7.239	-255.391	-88065.986

ตารางที่ ค. 27 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	202.200	1899.900	1.901	3.611	2563.200	4.601	11.794	3002.000	2.895	8.691	2650.000	4.278	11.336	35.431	25.308	-97.631	-69.737
	441.900	1904.400	1.760	3.353	2533.300	3.275	8.296	2901.300	5.219	15.141	2620.000	2.406	6.302	33.093	23.638	-334.993	-239.280
	220.000	1852.200	1.603	2.970	2600.000	4.785	12.442	0.000	4.799	0.000	2740.000	4.378	11.997	27.408	19.577	-107.408	-76.720
ค่าเฉลี่ย	288.033	1885.500	1.755	3.311	2565.500	4.220	10.844	2951.650	4.304	7.944	2670.000	3.687	9.878	31.977	22.841	-180.011	-128.579

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	205.500	1100.000	1.622	1.784	1385.500	4.666	6.464	0.000	3.691	0.000	1152.200	3.600	4.148	12.396	5.988	-905.396	-437.389
	241.700	1229.000	1.855	2.280	1488.800	5.067	7.544	1639.500	2.290	3.755	1163.800	2.870	3.341	16.920	8.174	-1038.920	-501.894
	200.000	1340.000	1.530	2.050	1400.000	4.100	5.740	1490.000	4.218	6.284	1180.000	3.059	3.609	17.684	8.543	-1150.684	-555.886
ค่าเฉลี่ย	215.733	1223.000	1.669	2.038	1424.767	4.611	6.583	1564.750	3.400	3.346	1165.333	3.176	3.699	15.667	7.568	-1031.667	-498.390

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	179.000	1000.000	1.642	1.642	1400.000	4.201	5.882	0.000	3.271	0.000	1431.200	4.200	6.011	13.535	3.867	157.465	44.990
	240.000	1139.900	1.855	2.115	1600.600	3.588	5.743	1839.000	4.320	7.944	1544.000	3.590	5.543	21.346	6.099	88.654	25.330
	241.900	1022.100	1.408	1.439	1500.000	3.209	4.814	1755.500	4.195	7.364	1520.000	4.248	6.457	20.074	5.735	88.026	25.150
ค่าเฉลี่ย	220.300	1054.000	1.635	1.732	1500.200	3.666	5.479	1797.250	3.929	5.103	1498.400	4.013	6.004	18.318	5.234	111.382	31.823

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	203.700	931.100	1.480	1.378	451.900	5.280	2.386	1769.000	4.610	8.155	341.200	4.550	1.553	13.472	2.449	332.828	60.514
	229.500	830.100	1.663	1.380	420.000	4.490	1.886	1700.000	5.299	9.008	500.000	3.199	1.600	13.874	2.522	306.626	55.750
	256.600	1003.000	1.803	1.809	429.900	5.001	2.150	1737.700	3.193	5.548	426.600	3.843	1.639	11.147	2.027	282.253	51.319
ค่าเฉลี่ย	229.933	921.400	1.649	1.523	433.933	4.924	2.141	1735.567	4.367	7.571	422.600	3.864	1.597	12.831	2.333	307.236	55.861

ตารางที่ ค. 27 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ และ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่าที่ปลูกในดินนครราชสีมาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	384.400	2434.500	1.550	3.773	1788.900	4.280	7.656	1694.500	4.665	7.905	1378.000	3.774	5.201	24.535	8.317	-113.935	-38.622
	195.200	0.000	1.428	0.000	1741.900	3.422	5.960	1700.000	3.320	5.643	1481.200	3.518	5.211	16.814	5.700	82.986	28.131
	178.800	2409.900	1.391	3.351	1770.000	3.610	6.390	1682.200	4.056	6.823	1251.100	4.056	5.074	21.638	7.335	94.562	32.055
ค่าเฉลี่ย	252.800	2422.200	1.456	2.375	1766.933	3.771	6.669	1692.233	4.014	6.790	1370.100	3.783	5.162	20.996	7.117	21.204	7.188

ตารางที่ ค. 28 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	400.000	3.000	1.300	0.004	2.500	1.672	0.004	2.200	3.217	0.007	1.600	2.745	0.004	0.020	6.741	-399.725	-137836.334
	400.000	3.300	1.742	0.006	2.300	1.905	0.004	2.100	3.197	0.007	1.500	2.230	0.003	0.020	6.961	-399.726	-137836.485
	300.000	3.000	1.508	0.005	2.300	2.420	0.006	1.800	2.673	0.005	1.500	2.056	0.003	0.018	6.202	-299.722	-103352.558
ค่าเฉลี่ย	350.000	3.100	1.517	0.005	2.367	2.162	0.005	2.033	2.935	0.006	1.533	2.143	0.003	0.019	6.635	-366.391	-126341.792

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	719.000	1218.300	1.895	2.308	1488.500	3.905	5.813	2009.900	4.130	8.300	0.000	2.863	0.000	16.421	11.729	-595.421	-425.301
	512.900	0.000	1.732	0.000	1367.700	3.561	4.871	2004.200	4.286	8.591	2761.200	3.614	9.980	23.441	16.744	-396.341	-283.101
	632.200	1063.100	2.415	2.567	1512.900	5.100	7.716	0.000	4.173	0.000	2675.500	3.327	8.900	19.183	13.702	-511.383	-365.274
ค่าเฉลี่ย	621.367	1140.700	2.014	1.625	1456.367	4.189	6.133	2007.050	4.196	5.630	2718.350	3.268	6.293	19.682	14.058	-501.048	-357.892

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	540.000	1090.000	1.634	1.781	0.000	4.437	0.000	1867.200	5.073	9.472	1318.300	3.853	5.079	16.332	7.890	-349.332	-168.760
	518.800	1250.200	1.329	1.661	1394.200	3.283	4.577	1784.600	5.447	9.721	1441.600	4.328	6.239	22.198	10.724	-333.998	-161.352
	431.700	0.000	1.743	0.000	1294.300	3.673	4.754	0.000	4.200	0.000	1210.900	3.722	4.507	9.261	4.474	-233.961	-113.025
ค่าเฉลี่ย	496.833	1170.100	1.569	1.148	1344.250	3.798	3.110	1825.900	4.907	6.398	1323.600	3.967	5.275	15.931	7.696	-305.764	-147.712

ตารางที่ ค. 28 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดควบคุม

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	663.900	0.000	2.773	0.000	1710.500	4.535	7.757	2074.000	4.852	10.063	1402.200	3.775	5.293	23.113	6.604	-317.513	-90.718
	644.400	1183.900	2.001	2.369	1529.000	4.399	6.726	0.000	4.364	0.000	1501.700	5.845	8.778	17.873	5.106	-167.873	-47.964
	500.000	1090.000	2.163	2.358	1630.000	3.533	5.759	2173.900	2.901	6.306	1307.500	4.553	5.953	20.375	5.822	-273.142	-78.041
ค่าเฉลี่ย	602.767	1136.950	2.313	1.576	1623.167	4.156	6.747	2123.950	4.039	5.456	1403.800	4.724	6.674	20.454	5.844	-252.843	-72.241

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนบ่ลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	762.900	983.900	1.800	1.771	584.600	3.900	2.280	1793.700	3.705	6.645	200.100	4.508	0.902	11.598	2.109	-224.498	-40.818
	841.000	1077.200	1.462	1.575	777.300	4.327	3.363	1649.300	3.553	5.861	414.200	2.893	1.198	11.997	2.181	-302.997	-55.090
	729.900	1139.500	1.423	1.621	681.000	3.000	2.043	1748.200	3.129	5.470	321.000	3.563	1.144	10.278	1.869	-190.178	-34.578
ค่าเฉลี่ย	777.933	1066.867	1.562	1.656	680.967	3.742	2.562	1730.400	3.462	5.992	311.767	3.655	1.081	11.291	2.053	-239.224	-43.495

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	627.000	1548.200	1.662	2.573	1382.000	3.633	5.021	1012.000	4.433	4.486	237.200	3.753	0.890	12.970	4.397	-344.970	-116.939
	826.900	1622.000	1.745	2.831	1279.200	2.800	3.582	1149.300	3.956	4.547	0.000	3.067	0.000	10.959	3.715	-542.859	-184.020
	705.500	1759.200	1.833	3.225	1493.000	4.263	6.365	939.200	5.110	4.799	394.200	3.744	1.476	15.865	5.378	-426.365	-144.530
ค่าเฉลี่ย	719.800	1643.133	1.747	2.876	1384.733	3.565	4.989	1033.500	4.500	4.611	315.700	3.521	0.789	13.265	4.497	-438.065	-148.497

ตารางที่ ค. 28 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	255.000	3.400	1.760	0.006	2.800	3.701	0.010	2.500	2.863	0.007	1.800	3.001	0.005	0.029	9.967	-254.729	-87837.429
	290.000	3.500	1.429	0.005	3.000	4.421	0.013	2.600	3.674	0.010	1.900	2.842	0.005	0.033	11.455	-289.730	-99906.881
	300.000	3.500	1.430	0.005	3.000	2.328	0.007	2.500	2.335	0.006	1.800	2.771	0.005	0.023	7.867	-299.726	-103353.735
ค่าเฉลี่ย	295.000	3.467	1.540	0.005	2.933	3.483	0.010	2.533	2.958	0.008	1.833	2.871	0.005	0.028	9.763	-281.395	-97032.682

ตารางที่ ค. 28 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	352.500	1518.900	1.800	2.734	2092.300	4.400	9.206	3190.000	4.507	14.378	2621.400	3.642	9.547	35.866	25.618	-248.366	-177.404
	520.000	1457.200	1.631	2.377	2362.400	4.913	11.606	0.000	2.530	0.000	2576.300	4.510	11.619	25.601	18.287	-405.661	-289.715
	364.400	1646.200	2.229	3.669	0.000	3.642	0.000	3085.800	3.327	10.265	2562.600	3.613	9.257	23.191	16.565	-247.591	-176.851
ค่าเฉลี่ย	412.300	1540.767	1.887	2.927	2227.350	4.318	6.937	3137.900	3.455	8.214	2586.767	3.922	10.141	28.219	20.157	-300.519	-214.657

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	241.000	0.000	1.890	0.000	0.000	3.642	0.000	2206.900	3.661	8.080	1499.000	3.744	5.613	13.692	6.615	-47.692	-23.040
	464.000	1335.100	1.412	1.885	1297.100	4.107	5.328	0.000	4.253	0.000	1699.500	4.101	6.969	14.181	6.851	-271.181	-131.006
	355.000	1178.300	1.620	1.909	1388.300	2.807	3.896	2204.500	4.000	8.818	1597.000	3.531	5.639	20.262	9.788	-168.262	-81.286
ค่าเฉลี่ย	353.333	1256.700	1.641	1.265	1342.700	3.519	3.075	2205.700	3.971	5.633	1598.500	3.792	6.073	16.045	7.751	-162.379	-78.444

โลหะทองแดงในดิน ก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	421.800	1533.600	1.110	1.702	1888.700	4.364	8.243	2324.000	3.806	8.844	1632.200	3.154	5.148	23.938	6.839	-95.738	-27.354
	348.800	1379.200	1.352	1.864	1855.200	4.641	8.610	2153.000	4.774	10.279	1771.700	2.633	4.665	25.418	7.262	-24.218	-6.919
	574.400	1435.800	1.900	2.728	1944.200	4.190	8.147	2276.000	2.832	6.446	1575.000	3.590	5.655	22.976	6.564	-247.376	-70.679
ค่าเฉลี่ย	448.333	1449.533	1.454	2.098	1896.033	4.399	8.333	2251.000	3.804	8.523	1659.633	3.126	5.156	24.110	6.889	-122.444	-34.984

โลหะตะกั่วในดิน ก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	559.000	1309.800	1.462	1.915	791.700	4.157	3.291	2095.100	3.600	7.543	0.000	3.200	0.000	12.750	2.318	-21.750	-3.954
	438.800	1238.000	1.832	2.268	988.000	3.623	3.579	2197.300	4.522	9.935	690.000	2.622	1.809	17.592	3.199	93.608	17.020
	561.400	1407.200	2.100	2.956	808.500	2.922	2.363	1899.600	3.244	6.162	530.000	3.831	2.030	13.511	2.457	-24.911	-4.529
ค่าเฉลี่ย	519.733	1318.333	1.798	2.380	862.733	3.567	3.078	2064.000	3.789	7.880	610.000	3.218	1.280	14.618	2.658	15.649	2.845

ตารางที่ ค. 28 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	631.900	0.000	1.633	0.000	1665.100	3.105	5.169	1189.200	3.600	4.281	0.000	3.164	0.000	9.450	3.204	-346.350	-117.407
	400.000	2172.700	1.720	3.736	1572.800	4.150	6.527	1398.800	4.153	5.810	349.600	2.952	1.032	17.105	5.798	-122.105	-41.392
	544.700	2033.600	1.416	2.880	1790.100	3.412	6.108	1276.000	3.364	4.293	474.800	4.000	1.899	15.179	5.146	-264.879	-89.790
ค่าเฉลี่ย	525.533	2103.150	1.590	2.205	1676.000	3.555	5.935	1288.000	3.706	4.795	412.200	3.372	0.977	13.912	4.716	-244.445	-82.863

ตารางที่ ค. 28 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	261.00	3.600	1.100	0.004	3.300	3.297	0.011	2.800	3.127	0.009	2.000	2.713	0.005	0.029	10.007	-260.728	-89906.256
	255.00	3.700	1.264	0.005	3.200	3.317	0.011	2.800	3.310	0.009	2.200	3.356	0.007	0.032	11.014	-254.731	-87838.389
	290.00	3.700	1.520	0.006	3.300	4.442	0.015	3.000	3.816	0.011	2.000	3.501	0.007	0.039	13.356	-289.734	-99908.301
ค่าเฉลี่ย	268.67	3.667	1.295	0.005	3.267	3.685	0.012	2.867	3.418	0.010	2.067	3.190	0.007	0.033	11.459	-268.398	-92550.982

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	352.10	1301.100	1.733	2.255	2436.700	4.417	10.762	3131.300	4.422	13.847	2719.000	3.482	9.468	36.332	25.952	-248.432	-177.452
	500.00	1205.600	1.622	1.955	2333.000	3.742	8.731	3096.300	3.527	10.921	2903.000	3.113	9.037	30.644	21.888	-390.644	-279.031
	483.30	1407.700	1.256	1.767	2234.700	3.530	7.887	2992.600	3.319	9.932	2806.600	2.205	6.189	25.776	18.411	-369.076	-263.626
ค่าเฉลี่ย	445.13	1304.800	1.537	1.993	2334.800	3.896	9.127	3073.400	3.756	11.567	2809.533	2.934	8.232	30.917	22.084	-336.051	-240.036

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	399.90	1230.000	1.154	1.419	1255.000	3.770	4.731	2115.500	4.673	9.886	1544.600	2.741	4.234	20.270	9.792	-213.170	-102.981
	348.20	1350.500	1.510	2.039	1341.700	4.422	5.932	2012.200	5.133	10.328	1333.700	4.264	5.687	23.987	11.588	-165.187	-79.800
	214.00	1110.000	1.673	1.857	1431.200	4.232	6.056	1910.000	3.216	6.142	1422.000	3.652	5.193	19.249	9.299	-26.249	-12.680
ค่าเฉลี่ย	320.70	1230.167	1.446	1.772	1342.633	4.141	5.573	2012.567	4.340	8.785	1433.433	3.553	5.038	21.169	10.226	-134.869	-65.154

ตารางที่ ค. 28 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	239.90	1432.100	1.743	2.497	1728.000	2.155	3.724	0.000	4.532	0.000	1348.200	4.219	5.688	11.909	3.402	98.191	28.055
	216.00	1212.000	1.214	1.471	1631.200	4.251	6.934	2544.500	4.067	10.349	1639.400	4.220	6.918	25.673	7.335	108.327	30.951
	274.53	1313.300	1.413	1.856	1840.200	2.600	4.785	2300.000	4.630	10.649	1533.000	4.641	7.114	24.404	6.973	51.066	14.590
ค่าเฉลี่ย	243.48	1319.133	1.457	1.941	1733.133	3.002	5.148	2422.250	4.410	6.999	1506.867	4.360	6.573	20.662	5.903	85.861	24.532

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	338.00	1377.000	1.572	2.165	712.000	3.652	2.600	1909.400	3.855	7.361	444.600	3.217	1.430	13.557	2.465	198.443	36.081
	510.00	1278.000	1.433	1.832	697.000	4.321	3.012	1810.100	4.800	8.688	600.100	2.744	1.647	15.179	2.760	24.821	4.513
	263.10	1478.500	1.164	1.722	889.600	3.500	3.114	2000.000	3.322	6.643	500.000	3.278	1.639	13.118	2.385	273.782	49.779
ค่าเฉลี่ย	370.37	1377.833	1.390	1.906	766.200	3.824	2.909	1906.500	3.992	7.564	514.900	3.080	1.572	13.951	2.537	165.682	30.124

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	542.00	1805.000	1.688	3.048	1615.100	3.800	6.137	1200.100	4.201	5.041	248.200	3.700	0.918	15.145	5.134	-262.145	-88.863
	528.40	1905.600	1.423	2.712	1522.000	4.217	6.418	1198.800	3.354	4.021	0.000	2.439	0.000	13.151	4.458	-246.551	-83.577
	410.00	2004.200	1.422	2.850	1422.100	3.534	5.026	1010.000	4.066	4.107	296.000	3.987	1.180	13.163	4.462	-128.163	-43.445
ค่าเฉลี่ย	493.47	1904.933	1.511	2.870	1519.733	3.850	5.860	1136.300	3.874	4.390	272.100	3.375	0.699	13.819	4.685	-212.286	-71.961

ตารางที่ ค. 28 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	290.00	3.100	1.286	0.004	2.500	4.532	0.011	2.200	4.127	0.009	1.500	4.216	0.006	0.031	10.592	-289.729	-99906.685
	300.00	3.100	1.523	0.005	2.600	3.641	0.009	2.300	5.673	0.013	1.600	2.330	0.004	0.031	10.677	-299.731	-103355.689
	269.00	3.200	1.543	0.005	2.600	2.633	0.007	2.300	2.210	0.005	1.600	3.130	0.005	0.022	7.543	-268.725	-92663.803
ค่าเฉลี่ย	286.33	3.133	1.451	0.005	2.567	3.602	0.009	2.267	4.003	0.009	1.567	3.225	0.005	0.028	9.604	-286.062	-98642.059

ตารางที่ ค. 28 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	328.90	1274.000	1.420	1.809	1566.100	4.323	6.770	2517.400	3.287	8.276	2330.000	3.390	7.899	24.754	17.681	-213.654	-152.610
	352.50	1195.600	1.611	1.926	1477.000	4.104	6.061	2479.000	4.216	10.450	2217.900	3.519	7.804	26.242	18.744	-238.742	-170.530
	470.80	1377.700	1.720	2.370	1634.700	4.201	6.867	2688.400	3.210	8.630	0.000	2.134	0.000	17.866	12.762	-348.666	-249.047
ค่าเฉลี่ย	384.07	1282.433	1.584	2.035	1559.267	4.209	6.566	2561.600	3.571	9.119	2273.950	3.014	5.234	22.954	16.396	-267.021	-190.729

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	300.20	1123.200	1.367	1.536	1387.700	4.145	5.751	2026.900	3.365	6.821	1477.300	2.644	3.906	18.014	8.702	-111.214	-53.727
	289.00	1219.900	1.695	2.067	1277.000	3.634	4.641	1918.000	4.217	8.087	1399.600	3.632	5.083	19.879	9.603	-101.879	-49.217
	267.90	1007.400	1.744	1.757	1195.000	2.521	3.013	1820.000	3.433	6.248	1285.000	4.350	5.590	16.608	8.023	-77.508	-37.443
ค่าเฉลี่ย	285.70	1116.833	1.602	1.787	1286.567	3.433	4.468	1921.633	3.672	7.052	1387.300	3.542	4.860	18.167	8.776	-96.867	-46.796

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	336.60	1357.600	1.522	2.067	1780.000	3.685	6.558	2388.200	4.318	10.312	1555.000	3.622	5.632	24.569	7.020	-11.169	-3.191
	390.00	1299.000	1.429	1.856	1695.300	4.232	7.174	2210.000	3.312	7.320	1459.800	2.623	3.829	20.180	5.766	-60.180	-17.194
	241.90	1183.400	1.311	1.551	1590.200	4.166	6.625	2322.000	3.421	7.944	1366.900	4.890	6.684	22.804	6.516	85.296	24.370
ค่าเฉลี่ย	322.83	1280.000	1.421	1.825	1688.500	4.028	6.786	2306.733	3.684	8.525	1460.567	3.712	5.382	22.518	6.434	4.649	1.328

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	417.70	1251.900	1.126	1.410	763.600	4.422	3.377	1933.700	3.553	6.870	0.000	3.891	0.000	11.657	2.120	120.643	21.935
	364.10	1353.200	1.353	1.831	575.000	3.683	2.118	1863.500	3.267	6.089	439.500	4.217	1.853	11.891	2.162	174.009	31.638
	222.00	1128.200	1.538	1.735	760.000	4.751	3.611	1741.000	4.211	7.331	257.100	4.633	1.191	13.868	2.521	314.132	57.115
ค่าเฉลี่ย	334.60	1244.433	1.339	1.659	699.533	4.285	3.035	1846.067	3.677	6.763	348.300	4.247	1.015	12.472	2.268	202.928	36.896

ตารางที่ ค. 28 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิกที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	432.80	0.000	1.548	0.000	1571.800	4.320	6.790	1176.100	4.642	5.459	408.200	3.756	1.533	13.783	4.672	-151.583	-51.384
	518.80	2066.500	1.100	2.273	1484.200	3.156	4.684	1062.100	3.524	3.743	301.000	4.863	1.464	12.164	4.123	-235.964	-79.988
	444.00	1889.900	1.427	2.697	1392.800	4.309	6.002	959.200	4.785	4.590	206.000	3.612	0.744	14.033	4.757	-163.033	-55.265
ค่าเฉลี่ย	465.20	1978.200	1.358	1.657	1482.933	3.928	5.825	1065.800	4.317	4.597	305.067	4.077	1.247	13.327	4.518	-183.527	-62.212

ตารางที่ ค. 29 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	432.000	3.300	1.519	0.005	2.400	3.288	0.008	2.200	4.200	0.009	1.700	3.613	0.006	0.028	9.754	-431.730	-148872.550
	381.000	3.200	1.361	0.004	2.500	3.218	0.008	2.300	3.267	0.008	1.600	3.640	0.006	0.026	8.875	-380.728	-131285.412
	390.000	3.200	1.202	0.004	2.500	4.227	0.011	2.300	3.100	0.007	1.700	3.830	0.007	0.028	9.674	-389.727	-134388.789
ค่าเฉลี่ย	401.000	3.233	1.361	0.004	2.467	3.577	0.009	2.267	3.522	0.007	1.667	3.695	0.006	0.027	9.434	-400.729	-138182.250

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	571.600	1577.600	1.563	2.466	1908.700	5.388	10.284	3061.000	4.701	14.389	3263.100	2.967	9.682	36.821	26.301	-468.421	-334.587
	680.200	0.000	1.644	0.000	2010.000	3.439	6.912	0.000	2.859	0.000	3061.000	4.563	13.967	20.879	14.914	-561.079	-400.771
	628.800	1396.700	1.533	2.141	2011.200	5.781	11.626	3254.000	5.660	18.417	0.000	3.771	0.000	32.184	22.988	-520.984	-372.131
ค่าเฉลี่ย	626.867	1487.150	1.580	1.536	1976.633	4.869	9.607	3157.500	4.407	10.935	3162.050	3.767	7.883	29.961	21.401	-516.828	-369.163

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	499.600	1312.800	1.329	1.745	1532.100	3.745	5.738	2098.800	4.321	9.069	1641.300	3.856	6.329	22.881	11.054	-315.481	-152.406
	500.200	1229.200	1.907	2.344	1430.000	4.907	7.017	2000.100	5.857	11.714	1542.200	2.655	4.095	25.169	12.159	-318.369	-153.802
	628.800	1141.200	1.321	1.508	1332.900	2.855	3.806	1901.800	3.097	5.889	1442.000	3.800	5.480	16.682	8.059	-438.482	-211.827
ค่าเฉลี่ย	542.867	1227.733	1.519	1.865	1431.667	3.836	5.520	2000.233	4.425	8.891	1541.833	3.437	5.301	21.577	10.424	-357.444	-172.678

ตารางที่ ค. 29(ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์ไฮลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองในชุดควบคุม

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	321.800	1449.200	1.301	1.885	2133.000	3.563	7.601	0.000	5.645	0.000	0.000	3.457	0.000	9.486	2.710	18.714	5.347
	219.900	1233.900	1.734	2.140	2039.200	5.522	11.260	2640.100	4.390	11.590	1630.200	4.350	7.091	32.081	9.166	98.019	28.005
	438.000	0.000	1.322	0.000	1948.100	3.755	7.315	2533.000	3.167	8.022	1622.000	5.216	8.460	23.797	6.799	-111.797	-31.942
ค่าเฉลี่ย	326.567	1341.550	1.452	1.342	2040.100	4.280	8.725	2586.550	4.401	6.537	1626.100	4.341	5.184	21.788	6.225	1.645	0.470

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	612.800	1349.200	1.652	2.229	910.000	3.855	3.508	2315.900	4.538	10.509	521.000	3.690	1.922	18.169	3.303	-80.969	-14.722
	821.100	1320.000	1.359	1.794	810.300	4.563	3.698	2249.200	3.855	8.671	499.100	4.125	2.059	16.221	2.949	-287.321	-52.240
	725.800	1141.000	1.412	1.611	702.000	5.508	3.866	2200.700	5.440	11.971	381.500	3.659	1.396	18.845	3.426	-194.645	-35.390
ค่าเฉลี่ย	719.900	1270.067	1.474	1.878	807.433	4.642	3.691	2255.267	4.611	10.384	467.200	3.825	1.792	17.745	3.226	-187.645	-34.117

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	400.000	1531.000	1.549	2.371	0.000	3.660	0.000	1449.200	4.544	6.586	0.000	3.522	0.000	8.957	3.036	-113.957	-38.629
	648.800	0.000	1.975	0.000	1011.600	4.452	4.503	1292.400	3.713	4.799	314.900	2.701	0.850	10.152	3.441	-363.952	-123.374
	530.000	1950.000	1.640	3.198	1160.200	5.783	6.710	1277.800	4.509	5.762	319.900	5.326	1.704	17.374	5.889	-252.374	-85.550
ค่าเฉลี่ย	526.267	1740.500	1.721	1.856	1085.900	4.632	3.738	1339.800	4.255	5.715	317.400	3.850	0.851	12.161	4.122	-243.428	-82.518

ตารางที่ ค. 29 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์ไฮลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	231.000	3.300	1.422	0.005	2.800	4.876	0.014	2.600	3.650	0.009	1.800	3.451	0.006	0.034	11.740	-230.730	-79562.205
	366.000	3.400	1.300	0.004	2.800	3.220	0.009	2.600	2.533	0.007	1.900	2.540	0.005	0.025	8.568	-365.726	-126112.356
	258.000	3.400	1.643	0.006	2.900	4.431	0.013	2.500	3.280	0.008	1.900	2.423	0.005	0.031	10.771	-257.728	-88871.858
ค่าเฉลี่ย	285.000	3.367	1.455	0.005	2.833	3.825	0.011	2.567	2.906	0.007	1.867	2.481	0.005	0.030	10.360	-284.728	-98182.139

ตารางที่ ค. 29 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	438.400	1822.700	1.436	2.616	0.000	4.549	0.000	4321.400	4.452	19.240	0.000	4.477	0.000	21.856	15.612	-320.256	-228.754
	465.000	0.000	1.321	0.000	2734.400	3.329	9.103	4123.000	3.721	15.342	3250.000	5.299	17.222	41.666	29.762	-366.666	-261.904
	319.200	1600.000	1.700	2.720	2977.200	5.400	16.077	0.000	4.859	0.000	3541.000	3.866	13.690	32.486	23.205	-211.686	-151.205
ค่าเฉลี่ย	407.533	1711.350	1.486	1.779	2855.800	4.426	8.393	4222.200	4.344	11.527	3395.500	4.547	10.304	32.003	22.859	-299.536	-213.954

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	561.500	1407.700	1.763	2.482	1610.000	2.873	4.626	2456.700	4.645	11.411	1813.300	4.759	8.629	27.149	13.116	-381.649	-184.372
	400.000	1309.400	1.800	2.357	1511.200	5.456	8.244	2355.500	5.422	12.770	1699.000	2.564	4.355	27.727	13.395	-220.727	-106.631
	530.000	1206.500	1.423	1.717	1412.000	4.743	6.697	2256.000	4.891	11.033	1622.000	4.801	7.786	27.234	13.156	-350.234	-169.195
ค่าเฉลี่ย	497.167	1307.867	1.662	2.185	1511.067	4.357	6.523	2356.067	4.986	11.738	1711.433	4.041	6.924	27.370	13.222	-317.537	-153.399

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	232.100	1722.400	1.690	2.910	2630.100	3.789	9.967	3142.000	4.678	14.697	2149.100	3.563	7.658	35.231	10.066	82.669	23.620
	183.300	1800.200	1.122	2.020	2455.300	5.328	13.081	3249.100	5.900	19.170	2230.100	4.788	10.678	44.949	12.843	121.751	34.786
	209.300	0.000	1.347	0.000	2491.400	4.539	11.308	0.000	3.752	0.000	0.000	2.217	0.000	11.308	3.231	129.392	36.969
ค่าเฉลี่ย	208.233	1761.300	1.386	1.643	2525.600	4.552	11.452	3195.550	4.777	11.289	2189.600	3.523	6.112	30.496	8.713	111.271	31.792

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	566.100	0.000	1.127	0.000	0.000	2.548	0.000	2604.000	3.784	9.855	700.000	3.255	2.278	12.133	2.206	-28.233	-5.133
	403.800	1652.000	1.218	2.013	939.100	5.885	5.527	2542.300	4.231	10.757	611.000	3.578	2.186	20.482	3.724	125.718	22.858
	501.000	1844.000	1.891	3.486	815.600	3.128	2.551	2439.000	4.710	11.487	520.000	2.766	1.438	18.963	3.448	30.037	5.461
ค่าเฉลี่ย	490.300	1748.000	1.412	1.833	877.350	3.854	2.692	2528.433	4.242	10.700	610.333	3.200	1.968	17.193	3.126	42.507	7.729

ตารางที่ ค. 29 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	548.000	1700.300	1.524	2.591	0.000	4.344	0.000	0.000	4.200	0.000	619.900	3.790	2.349	4.940	1.675	-257.940	-87.437
	355.500	1894.000	1.153	2.185	1644.000	5.800	9.534	1633.900	3.790	6.192	811.200	5.422	4.398	22.309	7.563	-82.809	-28.071
	428.900	1929.400	1.398	2.698	1610.000	3.387	5.454	1840.400	5.760	10.601	0.000	3.544	0.000	18.752	6.357	-152.652	-51.747
ค่าเฉลี่ย	444.133	1841.233	1.359	2.491	1627.000	4.510	4.996	1737.150	4.583	5.598	715.550	4.252	2.249	15.334	5.198	-164.467	-55.752

ตารางที่ ค. 29 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงที่ปลูกในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	239.00	3.700	1.376	0.005	2.800	4.356	0.012	2.900	5.790	0.017	2.100	4.321	0.009	0.043	14.880	-238.741	-82324.467
	368.00	3.600	1.345	0.005	3.000	2.880	0.009	2.800	3.664	0.010	1.900	3.775	0.007	0.031	10.660	-367.732	-126804.232
	255.00	3.700	1.210	0.004	2.800	5.430	0.015	2.800	6.232	0.017	1.900	6.644	0.013	0.050	17.157	-254.745	-87842.949
ค่าเฉลี่ย	287.33	3.667	1.310	0.005	2.867	4.222	0.012	2.833	5.229	0.015	1.967	4.913	0.010	0.041	14.232	-287.073	-98990.549

ตารางที่ ค. 29 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	437.50	1748.500	1.681	2.939	2349.100	5.452	12.808	0.000	5.890	0.000	0.000	3.764	0.000	15.747	11.248	-313.247	-223.748
	562.50	1619.900	1.233	1.997	2577.100	2.863	7.378	4533.000	4.342	19.683	3630.000	2.540	9.220	38.279	27.342	-460.779	-329.128
	452.90	1733.000	1.320	2.288	0.000	4.877	0.000	4366.800	4.966	21.686	3514.400	5.672	19.934	43.907	31.362	-356.807	-254.862
ค่าเฉลี่ย	484.30	1700.467	1.411	2.408	2463.100	4.398	6.729	4449.900	5.066	13.790	3572.200	3.992	9.718	32.644	23.317	-376.944	-269.246

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	467.70	1529.000	1.633	2.496	1830.100	6.446	11.796	2343.700	4.821	11.299	1820.000	4.880	8.882	34.473	16.654	-295.173	-142.596
	500.00	1141.300	1.237	1.411	1444.800	3.712	5.363	2044.000	4.894	10.003	1730.100	3.676	6.359	23.136	11.177	-316.136	-152.723
	514.90	1444.900	1.398	2.020	1710.000	4.675	7.994	2510.000	6.244	15.673	1688.200	2.594	4.379	30.067	14.525	-337.967	-163.269
ค่าเฉลี่ย	494.20	1371.733	1.422	1.976	1661.633	4.944	8.385	2299.233	5.320	12.325	1746.100	3.717	6.540	29.225	14.119	-316.425	-152.863

ตารางที่ ค. 29 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	127.400	1639.100	1.432	2.348	2500.200	4.563	11.408	3055.900	5.842	17.853	2177.400	3.871	8.429	40.038	11.440	182.562	52.160
	296.100	0.000	1.562	0.000	2459.900	5.744	14.130	3144.000	5.755	18.094	2042.000	4.230	8.638	40.861	11.675	13.039	3.725
	272.200	1710.000	1.391	2.379	2371.000	5.822	13.804	0.000	4.263	0.000	0.000	4.662	0.000	16.183	4.624	61.617	17.605
ค่าเฉลี่ย	231.900	1674.550	1.462	1.575	2443.700	5.376	13.114	3099.950	5.287	11.982	2109.700	4.254	5.689	32.361	9.246	85.739	24.497

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	555.500	1892.000	1.674	3.167	0.000	5.313	0.000	2840.100	4.126	11.718	0.000	3.458	0.000	14.885	2.706	-20.385	-3.706
	426.900	1744.000	1.523	2.656	841.100	4.133	3.476	2655.000	3.690	9.797	414.400	4.663	1.932	17.861	3.248	105.239	19.134
	439.900	0.000	1.400	0.000	958.900	5.753	5.516	0.000	6.836	0.000	594.000	3.792	2.252	7.769	1.413	102.331	18.606
ค่าเฉลี่ย	474.100	1818.000	1.532	1.941	900.000	5.066	2.998	2747.550	4.884	7.172	504.200	3.971	1.395	13.505	2.455	62.395	11.345

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	426.200	0.000	1.575	0.000	1447.000	3.894	5.635	1612.200	4.689	7.559	600.000	5.133	3.080	16.274	5.517	-147.474	-49.991
	349.000	1834.700	1.399	2.566	0.000	5.230	0.000	1523.000	5.829	8.878	0.000	3.223	0.000	11.444	3.879	-65.444	-22.184
	226.500	1944.900	1.702	3.309	1409.000	4.277	6.027	1434.200	6.274	8.999	701.600	4.784	3.357	21.691	7.353	46.809	15.867
ค่าเฉลี่ย	333.900	1889.800	1.559	1.959	1428.000	4.467	3.887	1523.133	5.597	8.479	650.800	4.380	2.145	16.470	5.583	-55.370	-18.769

ตารางที่ ค. 29 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	211.00	3.300	1.440	0.005	2.700	3.835	0.010	2.400	4.796	0.012	1.800	4.254	0.008	0.034	11.818	-210.734	-72666.868
	376.00	3.300	1.683	0.006	2.600	4.290	0.011	2.400	4.830	0.012	1.800	3.140	0.006	0.034	11.708	-375.733	-129563.034
	329.00	3.400	1.406	0.005	2.600	4.921	0.013	2.500	3.555	0.009	1.900	4.310	0.008	0.035	11.948	-328.732	-113355.812
ค่าเฉลี่ย	305.33	3.333	1.510	0.005	2.633	4.349	0.011	2.433	4.394	0.011	1.833	3.901	0.007	0.034	11.825	-305.066	-105195.238

ตารางที่ ค. 29 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	471.90	1602.200	1.476	2.365	2241.900	3.844	8.618	0.000	3.755	0.000	3174.000	2.473	7.850	18.833	13.452	-350.733	-250.524
	328.80	1541.700	1.667	2.570	2555.000	4.268	10.904	3677.100	3.340	12.282	3366.000	3.790	12.758	38.513	27.510	-227.313	-162.367
	318.00	1661.100	1.377	2.288	0.000	4.230	0.000	3840.200	4.220	16.205	0.000	4.100	0.000	18.493	13.209	-196.493	-140.352
ค่าเฉลี่ย	372.90	1601.667	1.507	2.408	2398.450	4.114	6.507	3758.650	3.772	9.496	3270.000	3.455	6.869	25.280	18.057	-258.180	-184.414

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	432.70	1574.000	1.575	2.478	0.000	4.912	0.000	2340.700	4.689	10.974	1923.100	3.577	6.880	20.332	9.822	-246.032	-118.856
	348.80	1400.000	1.245	1.743	1637.100	5.267	8.622	0.000	3.930	0.000	1830.000	2.304	4.217	14.582	7.044	-156.382	-75.547
	400.00	0.000	1.890	0.000	1534.300	3.693	5.667	2267.600	4.174	9.465	1766.100	3.226	5.697	20.829	10.063	-213.829	-103.299
ค่าเฉลี่ย	393.83	1487.000	1.570	1.407	1585.700	4.624	4.763	2304.150	4.264	6.813	1839.733	3.036	5.598	18.581	8.976	-205.415	-99.234

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	126.00	1494.500	1.519	2.270	0.000	4.766	0.000	0.000	4.790	0.000	2166.700	3.200	6.933	9.204	2.630	214.796	61.370
	231.90	0.000	1.689	0.000	2065.600	4.504	9.304	2873.300	5.926	17.028	2044.800	4.277	8.746	35.077	10.022	83.023	23.721
	349.90	1573.000	1.944	3.058	1960.000	5.798	11.363	2670.600	3.123	8.339	0.000	3.107	0.000	22.761	6.503	-22.661	-6.475
ค่าเฉลี่ย	235.93	1533.750	1.717	1.776	2012.800	5.023	6.889	2771.950	4.613	8.456	2105.750	3.528	5.226	22.347	6.385	91.719	26.206

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	510.00	1555.600	1.457	2.266	0.000	5.791	0.000	2666.600	5.784	15.423	672.200	3.866	2.599	20.287	3.689	19.713	3.584
	639.90	1693.400	1.790	3.031	850.000	4.930	4.191	2575.000	4.240	10.918	584.800	4.100	2.398	20.538	3.734	-110.438	-20.080
	471.90	0.000	1.641	0.000	656.200	5.185	3.402	0.000	5.914	0.000	0.000	5.338	0.000	3.402	0.619	74.698	13.581
ค่าเฉลี่ย	540.60	1624.500	1.629	1.766	753.100	5.302	2.531	2620.800	5.312	8.780	628.500	4.435	1.665	14.742	2.680	-5.342	-0.971

ตารางที่ ค. 29 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะโครเมียมในดิน ก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	300.00	0.000	1.533	0.000	0.000	4.954	0.000	1555.500	4.809	7.480	408.200	3.880	1.584	9.064	3.073	-14.064	-4.768
	445.60	1921.100	1.400	2.690	1600.900	5.252	8.408	1741.900	5.273	9.186	362.900	4.214	1.529	21.813	7.394	-172.413	-58.445
	361.60	1848.800	1.753	3.241	1148.400	3.659	4.202	0.000	5.796	0.000	473.300	3.677	1.740	9.184	3.113	-75.784	-25.689
ค่าเฉลี่ย	369.07	1884.950	1.562	1.977	1374.650	4.622	4.203	1648.700	5.293	5.555	414.800	3.924	1.618	13.353	4.527	-87.420	-29.634

ตารางที่ ค. 30 เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดควบคุม

โลหะแคดเมียมในดิน ก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	460.000	3.300	1.312	0.004	2.500	3.759	0.009	2.400	3.898	0.009	1.800	3.522	0.006	0.029	10.146	-459.730	-158527.595
	322.000	3.200	1.275	0.004	2.600	2.899	0.008	2.400	3.521	0.008	1.800	3.234	0.006	0.026	8.927	-321.728	-110940.810
	448.000	3.300	1.420	0.005	2.600	3.896	0.010	2.300	2.919	0.007	2.000	3.869	0.008	0.029	10.091	-447.729	-154389.357
ค่าเฉลี่ย	410.000	3.267	1.347	0.004	2.567	3.397	0.009	2.367	3.220	0.008	1.867	3.551	0.007	0.028	9.721	-409.729	-141285.921

โลหะสังกะสีในดิน ก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	522.200	2069.000	1.792	3.708	2639.900	4.564	12.050	0.000	4.120	0.000	2620.900	4.242	11.118	26.876	19.197	-409.076	-292.197
	610.000	2129.900	1.572	3.349	2700.000	4.630	12.501	3211.000	4.284	13.757	2710.000	3.311	8.971	38.578	27.556	-508.578	-363.270
	691.000	2012.800	1.486	2.990	2688.900	3.213	8.639	3420.000	4.318	14.767	2800.900	3.142	8.801	35.197	25.141	-586.197	-418.712
ค่าเฉลี่ย	607.733	2070.567	1.617	3.349	2676.267	4.136	11.063	3315.500	4.241	9.508	2710.600	3.565	9.630	33.550	23.965	-501.284	-358.060

โลหะนิกเกิลในดิน ก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดิน หลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	499.600	1312.800	1.329	1.745	1532.100	3.745	5.738	2098.800	4.321	9.069	1641.300	3.856	6.329	22.881	11.054	-315.481	-152.406
	500.200	1229.200	1.907	2.344	1430.000	4.907	7.017	2000.100	5.857	11.714	1542.200	2.655	4.095	25.169	12.159	-318.369	-153.802
	628.800	1141.200	1.321	1.508	1332.900	2.855	3.806	1901.800	3.097	5.889	1442.000	3.800	5.480	16.682	8.059	-438.482	-211.827
ค่าเฉลี่ย	542.867	1227.733	1.519	1.865	1431.667	3.836	5.520	2000.233	4.425	8.891	1541.833	3.437	5.301	21.577	10.424	-357.444	-172.678

ตารางที่ ค. 30 , เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดควบคุม

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	394.100	1064.900	1.752	1.866	0.000	3.793	0.000	2469.700	4.786	11.819	1755.100	3.893	6.833	20.518	5.862	-64.618	-18.462
	431.800	910.000	1.391	1.266	2027.100	3.562	7.221	2531.800	4.613	11.678	1824.000	3.294	6.009	26.174	7.478	-107.974	-30.850
	300.000	1027.700	1.589	1.633	2001.100	4.351	8.707	2465.000	3.404	8.390	1769.900	4.351	7.701	26.431	7.552	23.569	6.734
ค่าเฉลี่ย	375.300	1000.867	1.577	1.588	2014.100	3.902	5.309	2488.833	4.267	10.629	1783.000	3.846	6.848	24.374	6.964	-49.674	-14.193

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	787.400	1197.500	1.658	1.985	1148.800	4.886	5.613	2100.800	4.245	8.917	406.100	4.612	1.873	18.389	3.343	-255.789	-46.507
	800.000	1062.900	1.783	1.895	928.800	5.632	5.231	1946.600	4.762	9.270	610.400	4.756	2.903	19.299	3.509	-269.299	-48.963
	644.400	1192.100	1.897	2.261	1126.900	5.980	6.739	0.000	4.274	0.000	492.400	5.439	2.678	11.678	2.123	-106.078	-19.287
ค่าเฉลี่ย	743.933	1150.833	1.779	2.047	1068.167	5.499	5.861	2023.700	4.427	6.062	502.967	4.936	2.485	16.455	2.992	-210.389	-38.253

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	863.100	1657.500	1.854	3.073	1048.800	5.890	6.177	1111.000	4.236	4.706	0.000	4.120	0.000	13.956	4.731	-554.144	-187.845
	677.700	1842.900	1.663	3.065	941.500	4.543	4.278	1047.000	3.547	3.714	745.100	3.264	2.432	13.488	4.572	-369.212	-125.157
	706.300	0.000	1.321	0.000	1123.700	4.136	4.648	0.000	3.290	0.000	694.000	3.477	2.413	7.061	2.394	-404.239	-137.030
ค่าเฉลี่ย	749.033	1750.200	1.613	2.046	1038.000	4.857	5.034	1079.000	3.691	2.806	719.550	3.620	1.615	11.502	3.899	-442.531	-150.011

ตารางที่ ค. 30 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	266.520	3.500	1.673	0.006	3.000	4.744	0.014	2.800	5.128	0.014	2.200	4.564	0.010	0.044	15.340	-266.260	-91813.881
	205.000	3.600	1.472	0.005	2.900	3.400	0.010	2.800	4.328	0.012	2.000	3.281	0.007	0.034	11.669	-204.734	-70597.924
	155.000	3.300	1.789	0.006	2.900	3.387	0.010	3.000	4.331	0.013	2.100	3.263	0.007	0.036	12.266	-154.736	-53357.156
ค่าเฉลี่ย	208.840	3.467	1.631	0.006	2.933	3.394	0.010	2.867	4.330	0.013	2.100	3.272	0.007	0.038	13.092	-208.577	-71922.987

ตารางที่ ค. 30 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	262.000	2377.700	1.276	3.033	2800.900	4.348	12.177	3686.600	4.600	16.958	3349.000	4.439	14.865	47.034	33.596	-169.034	-120.738
	310.000	2289.000	1.680	3.846	0.000	3.894	0.000	3800.900	4.735	17.996	3522.000	3.246	11.432	33.274	23.767	-203.274	-145.196
	331.300	2448.900	1.753	4.293	2719.900	3.881	10.556	0.000	3.645	0.000	3361.000	3.439	11.558	26.408	18.863	-217.708	-155.506
ค่าเฉลี่ย	301.100	2371.867	1.570	3.724	2760.400	4.041	7.578	3743.750	4.327	11.651	3410.667	3.708	12.619	35.572	25.409	-196.672	-140.480

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	200.000	1829.000	1.643	3.005	1828.800	4.673	8.547	2819.000	5.645	15.913	0.000	4.234	0.000	27.464	13.268	-20.464	-9.886
	276.200	1621.700	1.533	2.486	2036.100	4.532	9.228	2730.900	4.298	11.737	1901.100	4.480	8.516	31.967	15.443	-101.167	-48.873
	219.000	1720.000	1.679	2.888	2000.200	4.710	9.421	2699.000	4.882	13.178	2080.000	3.894	8.100	33.585	16.225	-45.585	-22.022
ค่าเฉลี่ย	231.733	1723.567	1.618	2.793	1955.033	4.638	9.065	2749.633	4.942	13.609	1990.550	4.203	5.539	31.006	14.979	-55.739	-26.927

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	352.100	0.000	1.864	0.000	2342.000	5.744	13.453	2727.800	4.328	11.805	2139.900	3.919	8.386	33.644	9.613	-35.744	-10.213
	383.100	1600.000	1.522	2.435	2200.000	4.279	9.414	2674.400	3.540	9.467	1981.800	4.565	9.047	30.363	8.675	-63.463	-18.132
	266.600	1512.900	1.967	2.976	2290.300	4.842	11.090	2610.000	3.467	9.050	2100.400	4.877	10.244	33.360	9.531	50.040	14.297
ค่าเฉลี่ย	333.933	1556.450	1.784	1.804	2277.433	4.955	11.319	2670.733	3.778	10.107	2074.033	4.454	9.225	32.456	9.273	-16.389	-4.683

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	452.800	1367.000	1.652	2.259	1060.000	5.753	6.098	2041.800	4.313	8.805	648.800	4.906	3.183	20.345	3.699	76.855	13.974
	507.300	0.000	1.807	0.000	0.000	5.442	0.000	2265.500	3.201	7.251	0.000	4.322	0.000	7.251	1.318	35.449	6.445
	421.800	1149.500	1.562	1.796	939.000	5.265	4.944	0.000	5.752	0.000	611.000	4.769	2.914	9.653	1.755	118.547	21.554
ค่าเฉลี่ย	460.633	1258.250	1.674	1.351	999.500	5.487	3.681	2153.650	4.422	5.352	629.900	4.665	2.032	12.416	2.258	76.950	13.991

ตารางที่ ค. 30 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมไนเตรท

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	341.300	2064.200	4.267	8.809	1361.500	4.900	6.672	0.000	4.643	0.000	1006.100	2.975	2.993	18.474	6.262	-64.774	-21.957
	390.600	0.000	3.778	0.000	1547.200	3.574	5.530	1221.300	3.251	3.970	945.100	5.344	5.051	14.551	4.933	-110.151	-37.339
	433.200	2130.000	4.645	9.894	0.000	4.906	0.000	1421.200	4.562	6.484	0.000	4.290	0.000	16.377	5.552	-154.377	-52.399
ค่าเฉลี่ย	388.367	2097.100	4.230	6.234	1454.350	4.460	4.067	1321.250	4.152	3.485	975.600	4.203	2.681	16.468	5.582	-109.834	-37.232

ตารางที่ ค. 30 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	256.00	3.400	1.490	0.005	3.000	4.344	0.013	3.000	4.447	0.013	2.000	3.333	0.007	0.038	13.139	-255.735	-88184.507
	199.00	3.500	1.344	0.005	3.000	3.261	0.010	2.900	3.312	0.010	2.000	3.173	0.006	0.030	10.496	-198.731	-68527.812
	200.00	3.500	1.217	0.004	2.900	3.200	0.009	3.000	3.250	0.010	1.900	3.489	0.007	0.030	10.316	-199.731	-68872.634
ค่าเฉลี่ย	218.33	3.467	1.350	0.005	2.967	3.602	0.011	2.967	3.670	0.011	1.967	3.332	0.007	0.033	11.317	-218.065	-75194.984

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	500.00	2674.500	1.465	3.917	3145.100	4.901	15.413	4207.700	3.680	15.484	3542.100	4.346	15.392	50.206	35.862	-410.206	-293.004
	468.10	2584.400	1.231	3.181	3010.000	4.574	13.767	0.000	3.127	0.000	0.000	2.300	0.000	16.949	12.106	-345.049	-246.463
	391.00	2491.200	1.345	3.350	2905.300	5.308	15.422	4100.000	4.327	17.742	3331.800	3.490	11.627	48.141	34.387	-299.141	-213.672
ค่าเฉลี่ย	453.03	2583.367	1.347	3.483	3020.133	4.928	14.868	4153.850	3.711	11.076	3436.950	3.378	9.006	38.432	27.452	-351.465	-251.047

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	128.80	1642.100	1.433	2.353	1904.400	4.256	8.106	2625.500	4.875	12.798	2028.900	3.509	7.119	30.376	14.674	47.824	23.104
	200.00	1684.400	1.291	2.174	1804.200	3.126	5.639	0.000	3.442	0.000	1935.500	4.327	8.374	16.187	7.820	-9.187	-4.438
	289.00	1600.000	1.677	2.683	1706.300	4.056	6.921	2537.100	4.586	11.636	1737.000	4.734	8.223	29.463	14.234	-111.463	-53.847
ค่าเฉลี่ย	205.93	1642.167	1.467	2.403	1804.967	3.813	6.889	2581.300	4.301	8.145	1900.467	4.190	7.905	25.342	12.243	-24.275	-11.727

ตารางที่ ค. 30 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	221.60	1444.400	1.854	2.678	2738.100	4.966	13.598	2749.900	3.540	9.735	2245.900	4.127	9.268	35.279	10.080	93.121	26.606
	172.20	1232.100	1.510	1.860	2622.200	3.280	8.601	2518.900	4.274	10.767	2118.900	3.222	6.826	28.055	8.016	149.745	42.784
	300.00	1405.500	1.596	2.243	2531.000	4.329	10.957	0.000	4.832	0.000	0.000	2.700	0.000	13.200	3.771	36.800	10.514
ค่าเฉลี่ย	231.27	1360.667	1.654	2.261	2630.433	4.192	11.052	2634.400	4.215	6.834	2182.400	3.349	5.365	25.511	7.289	93.222	26.635

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	231.20	1274.600	1.453	1.852	1173.900	5.566	6.534	2288.600	4.268	9.768	1028.800	4.232	4.354	22.507	4.092	296.293	53.871
	395.30	1289.000	1.791	2.308	1163.000	4.312	5.015	2351.000	4.733	11.128	1141.900	3.788	4.326	22.777	4.141	131.923	23.986
	400.00	1251.100	1.974	2.470	1143.200	5.328	6.091	2340.000	5.439	12.727	0.000	3.640	0.000	21.288	3.871	128.712	23.402
ค่าเฉลี่ย	342.17	1271.567	1.739	2.210	1160.033	5.069	5.880	2326.533	4.813	11.208	1085.350	3.887	2.893	22.191	4.035	185.642	33.753

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	300.00	1901.100	1.659	3.154	1436.700	4.742	6.813	1584.200	4.450	7.050	0.000	4.538	0.000	17.017	5.768	-22.017	-7.463
	263.90	1804.800	1.900	3.429	1428.400	5.551	7.929	1488.900	4.327	6.442	907.700	4.722	4.286	22.086	7.487	9.014	3.055
	318.40	1910.000	1.784	3.408	1472.900	3.429	5.050	1392.000	5.318	7.402	1003.800	4.590	4.608	20.468	6.938	-43.868	-14.871
ค่าเฉลี่ย	294.10	1871.967	1.781	3.330	1446.000	4.574	6.597	1488.367	4.698	6.965	955.750	4.617	2.965	19.857	6.731	-18.957	-6.426

ตารางที่ ค. 30 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะแคดเมียมในดินก่อนปลูก 0.29 mg /kg	โลหะแคดเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก-(หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือเกินจากระบบ (%)
	250.00	3.500	1.712	0.006	2.700	2.955	0.008	2.600	3.653	0.009	2.100	3.620	0.008	0.031	10.715	-249.733	-86114.860
	184.00	3.300	1.509	0.005	2.700	3.364	0.009	2.500	3.130	0.008	2.100	3.276	0.007	0.029	9.920	-183.730	-63355.063
	205.00	3.300	1.940	0.006	2.700	3.218	0.009	2.500	3.438	0.009	2.000	3.656	0.007	0.031	10.688	-204.732	-70597.347
ค่าเฉลี่ย	213.00	3.367	1.720	0.006	2.700	3.179	0.009	2.533	3.407	0.009	2.067	3.517	0.007	0.030	10.441	-212.732	-73355.757

ตารางที่ ค. 30 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะสังกะสีในดินก่อนปลูก 140 mg /kg	โลหะสังกะสีในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	388.80	2424.900	1.922	4.661	3022.000	4.620	13.962	3529.100	2.913	10.279	3228.000	4.282	13.821	42.722	30.516	-291.522	-208.230
	230.00	2230.900	1.780	3.971	3022.000	3.291	9.946	0.000	5.246	0.000	0.000	2.455	0.000	13.917	9.941	-103.917	-74.226
	300.00	0.000	1.636	0.000	3028.400	4.790	14.506	3519.400	4.762	16.758	3044.400	4.419	13.453	44.717	31.941	-204.717	-146.226
ค่าเฉลี่ย	306.27	2327.900	1.779	2.877	3024.133	4.234	12.805	3524.250	4.307	9.012	3136.200	3.718	9.091	33.785	24.132	-200.052	-142.894

โลหะนิกเกิลในดินก่อนปลูก 207 mg /kg	โลหะนิกเกิลในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	328.00	1648.000	1.723	2.839	1829.000	4.744	8.677	2737.700	3.744	10.251	1900.000	3.642	6.919	28.687	13.858	-149.687	-72.312
	259.70	1688.200	1.900	3.208	1829.000	5.317	9.725	2911.100	2.300	6.696	1948.200	2.868	5.587	25.216	12.182	-77.916	-37.641
	139.90	1620.000	1.569	2.541	1793.000	4.191	7.514	0.000	4.282	0.000	1930.000	3.660	7.064	17.119	8.270	49.981	24.145
ค่าเฉลี่ย	242.53	1652.067	1.731	2.863	1817.000	4.751	8.639	2824.400	3.442	5.649	1926.067	3.390	6.524	23.674	11.437	-59.207	-28.603

โลหะทองแดงในดินก่อนปลูก 350 mg /kg	โลหะทองแดงในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ก่อนปลูก- (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	747.70	0.000	1.678	0.000	2339.100	4.255	9.954	0.000	3.303	0.000	0.000	4.240	0.000	9.954	2.844	-407.654	-116.473
	582.10	1002.100	1.910	1.914	2339.100	3.632	8.496	2609.900	4.401	11.487	1900.000	3.582	6.806	28.702	8.201	-260.802	-74.515
	200.00	1008.800	1.453	1.466	0.000	3.267	0.000	2810.000	4.290	12.056	1992.700	4.278	8.524	22.046	6.299	127.954	36.558
ค่าเฉลี่ย	509.93	1005.450	1.680	1.127	2339.100	3.718	6.150	2709.950	3.998	7.848	1946.350	4.033	5.110	20.234	5.781	-180.167	-51.476

โลหะตะกั่วในดินก่อนปลูก 550 mg /kg	โลหะตะกั่วในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	541.00	1239.000	1.538	1.905	1049.000	5.347	5.609	2081.200	4.644	9.666	600.000	4.572	2.743	19.923	3.622	-10.923	-1.986
	438.00	1129.900	1.573	1.777	1122.200	4.500	5.050	0.000	5.377	0.000	520.000	3.252	1.691	8.518	1.549	103.482	18.815
	386.00	1092.200	1.903	2.079	1258.800	5.225	6.577	1929.900	3.471	6.699	717.700	3.904	2.802	18.157	3.301	145.843	26.517
ค่าเฉลี่ย	455.00	1153.700	1.671	1.920	1143.333	5.024	5.745	2005.550	4.497	5.455	612.567	3.909	2.412	15.533	2.824	79.467	14.449

ตารางที่ ค. 30 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ การบำบัด และสูญหายจากระบบหรือเกินจากระบบ ของทานตะวันสายพันธุ์โอลิชันที่ปลูกในดินพระนครศรีอยุธยาปนเปื้อนโลหะในความเข้มข้นสูงในชุดการทดลองที่เติมอีดีทีเอ

โลหะโครเมียมในดินก่อนปลูก 295 mg /kg	โลหะโครเมียมในดินหลังปลูก (mg /kg)	ราก (mg /kg)	น.น ราก g / pot	ราก mg / pot	ลำต้น (mg /kg)	น.น ลำต้น g / pot	ลำต้น mg / pot	ใบ (mg /kg)	น.น ใบ g / pot	ใบ mg / pot	เมล็ด (mg /kg)	น.น เมล็ด g / pot	เมล็ด mg / pot	รวม ร+ล+บ+ม	ย้ายสู่พืช %	ดินก่อนปลูก - (หลังปลูก+ร+ล+บ+ม)	สูญหายจากระบบ หรือ เกินจากระบบ (%)
	390.00	1757.200	1.650	2.899	0.000	4.362	0.000	1420.000	4.705	6.681	719.900	3.844	2.768	12.347	4.186	-107.347	-36.389
	321.60	1928.400	1.520	2.931	1251.900	3.599	4.506	1428.800	3.621	5.174	602.700	3.723	2.244	14.854	5.035	-41.454	-14.052
	400.00	0.000	1.512	0.000	1171.000	3.823	4.477	1300.000	4.559	5.927	0.000	4.429	0.000	10.404	3.527	-115.404	-39.120
ค่าเฉลี่ย	370.53	1842.800	1.561	1.943	1211.450	3.928	2.994	1382.933	4.295	5.927	661.300	3.999	1.670	12.535	4.249	-88.069	-29.854

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ ค. 31 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินนครราชสีมาหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก

โลหะ		ดินนครราชสีมา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	300.00	200.00	266.67	47.14	300.00	300.00	200.00	266.67	47.14	300.00	300.00	200.00	266.67	47.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	200.00	100.00	100.00	133.33	47.14	200.00	100.00	200.00	166.67	47.14	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	75.00	37.50	37.50	37.50	18.75	75.00	37.50	75.00	75.00	0.00	37.50	37.50	37.50	37.50	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	300.00	300.00	300.00	0.00	300.00	400.00	300.00	333.33	47.14	300.00	400.00	300.00	333.33	47.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	341.00	220.00	250.00	270.33	63.01	250.00	200.00	200.00	216.67	23.57	189.00	220.00	262.00	223.67	29.91
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	113.67	73.33	83.33	78.33	7.07	75.00	60.00	60.00	60.00	0.00	56.70	66.00	78.60	67.10	10.99
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	265.90	218.00	229.80	237.90	20.38	265.90	218.00	229.80	237.90	20.38	265.90	218.00	229.80	237.90	20.38
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	177.20	139.43	158.00	158.21	15.42	180.00	251.70	148.20	193.30	43.29	173.30	271.10	148.80	197.73	52.83
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	74.49	58.61	66.41	62.51	5.52	75.66	105.80	62.30	68.98	9.45	72.85	113.96	62.55	67.70	7.28
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	624.40	423.30	523.00	523.57	82.10	624.40	423.30	523.00	523.57	82.10	624.40	423.30	523.00	523.57	82.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	321.80	358.30	358.60	346.23	17.28	382.20	451.80	435.00	423.00	29.65	251.50	381.80	381.90	338.40	61.45
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	61.46	68.43	68.49	66.13	4.04	73.00	86.29	83.08	80.79	6.94	48.04	72.92	72.94	72.93	0.01
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	288.80	300.00	276.50	288.43	9.60	288.80	300.00	276.50	288.43	9.60	288.80	300.00	276.50	288.43	9.60
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	112.20	122.60	116.90	117.23	4.25	239.00	246.90	242.80	242.90	3.23	236.50	269.20	156.00	220.57	47.57
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	38.90	42.51	40.53	40.64	1.81	82.86	85.60	84.18	84.21	1.37	81.99	93.33	54.09	68.04	19.73
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	571.10	584.80	594.00	583.30	9.41	571.10	584.80	594.00	583.30	9.41	571.10	584.80	594.00	583.30	9.41
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	339.00	356.70	342.80	346.17	7.61	400.00	330.10	532.00	420.70	83.71	330.80	310.00	352.70	331.17	17.43
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	58.12	61.15	58.77	59.35	1.60	68.58	56.59	91.21	62.58	8.47	56.71	53.15	60.47	56.77	3.66

หมายเหตุ: ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 31 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินนครราชสีมาที่ปลูกโดยทานตะวันสายพันธุ์โอลิซัน

โลหะ		ดินนครราชสีมา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	271.00	263.80	234.00	256.27	16.02	271.00	263.80	234.00	256.27	16.02	271.00	263.80	234.00	256.27	16.02
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	109.60	108.90	111.20	109.90	0.96	205.00	200.20	200.00	201.73	2.31	220.00	190.60	200.00	203.53	12.26
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	42.77	42.49	43.39	42.89	0.46	79.99	78.12	78.04	78.72	1.10	85.85	74.38	78.04	79.42	5.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	421.50	416.60	490.30	442.80	33.65	421.50	416.60	490.30	442.80	33.65	421.50	416.60	490.30	442.80	33.65
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	341.90	310.00	317.70	323.20	13.59	361.40	380.90	361.50	367.93	9.17	228.80	200.70	216.40	215.30	11.50
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	77.21	70.01	71.75	72.99	3.76	81.62	86.02	81.64	83.09	2.54	51.67	45.33	48.87	48.62	3.18
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	207.00	213.90	204.30	208.40	4.04	207.00	213.90	204.30	208.40	4.04	207.00	213.90	204.30	208.40	4.04
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	141.60	145.60	192.00	159.73	22.87	116.20	166.30	113.90	132.13	24.18	141.10	183.20	135.00	153.10	21.43
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	67.95	69.87	92.13	76.65	13.44	55.76	79.80	54.65	55.21	0.78	67.71	87.91	64.78	66.24	2.07
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	330.00	318.80	316.27	12.38	300.00	330.00	318.80	316.27	12.38	300.00	330.00	318.80	316.27	12.38
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	240.00	200.00	223.80	221.27	16.43	210.90	211.10	218.00	213.33	3.30	238.80	139.00	241.00	206.27	47.57
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	75.89	63.24	70.76	69.96	6.36	66.68	66.75	68.93	67.45	1.28	75.51	43.95	76.20	75.85	0.49
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	200.00	202.20	201.10	201.10	0.90	200.00	202.20	201.10	201.10	0.90	200.00	202.20	201.10	201.10	0.90
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	182.00	150.80	188.00	173.60	16.31	152.20	183.00	282.80	167.60	15.40	107.80	104.30	117.70	109.93	5.67
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	90.50	74.99	93.49	86.33	9.93	75.68	91.00	140.63	102.44	33.95	53.61	51.86	58.53	54.67	3.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	460.00	519.60	552.00	510.53	38.10	460.00	519.60	552.00	510.53	38.10	460.00	519.60	552.00	510.53	38.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	302.40	247.50	399.00	316.30	62.63	220.00	216.00	343.00	281.50	61.50	260.00	364.40	290.00	275.00	15.00
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	59.23	48.48	78.15	53.86	7.60	43.09	42.31	67.18	50.86	14.14	50.93	71.38	56.80	53.87	4.16

ตารางที่ ค. 31 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินนครราชสีมาที่ปลูกโดยทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน

โลหะ		ดินนครราชสีมา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	200.00	200.00	200.00	200.00	0.00	200.00	200.00	200.00	200.00	0.00	200.00	200.00	200.00	200.00	0.00
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	130.00	100.00	169.00	133.00	28.25	167.00	120.00	180.00	155.67	25.77	110.00	125.00	177.00	137.33	28.71
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	65.00	50.00	84.50	57.50	10.61	83.50	60.00	90.00	77.83	15.78	55.00	62.50	88.50	68.67	17.58
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	300.00	255.00	285.00	21.21	300.00	300.00	255.00	285.00	21.21	300.00	300.00	255.00	285.00	21.21
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	255.00	185.00	280.00	240.00	40.21	211.00	248.00	200.00	219.67	20.53	239.00	200.00	294.00	244.33	38.56
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	89.47	64.91	98.25	84.21	17.28	74.04	87.02	70.18	77.08	8.82	83.86	70.18	103.16	85.73	16.57
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	288.00	360.00	358.00	335.33	33.48	288.00	360.00	358.00	335.33	33.48	288.00	360.00	358.00	335.33	33.48
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	200.00	222.10	336.30	252.80	59.73	250.00	180.80	220.00	216.93	28.33	221.00	221.50	172.70	205.07	22.89
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	59.64	77.93	118.00	85.19	29.85	74.55	53.92	65.61	64.69	10.35	65.90	66.05	51.50	61.15	8.36
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	520.80	584.80	522.50	542.70	29.78	520.80	584.80	522.50	542.70	29.78	520.80	584.80	522.50	542.70	29.78
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	384.80	401.70	400.00	395.50	7.60	456.10	489.20	411.50	452.27	31.84	355.60	333.90	308.10	332.53	19.42
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	70.90	74.02	73.71	72.88	1.71	84.04	90.14	75.82	83.34	7.18	65.52	61.53	56.77	61.27	4.38
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	393.90	293.30	299.00	328.73	46.14	393.90	293.30	299.00	328.73	46.14	393.90	293.30	299.00	328.73	46.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	230.80	186.60	246.50	221.30	25.36	217.30	233.30	235.20	228.60	8.03	228.10	197.70	222.88	216.23	13.27
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	70.21	56.76	74.98	67.32	9.45	66.10	70.97	71.55	69.54	2.99	69.39	60.14	67.80	65.78	4.94
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	580.60	660.00	651.00	630.53	35.50	580.60	660.00	651.00	630.53	35.50	580.60	660.00	651.00	630.53	35.50
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	329.70	391.30	400.00	373.67	31.29	479.20	368.70	389.00	412.30	48.03	444.10	391.30	400.00	411.80	23.11
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	52.29	62.06	63.44	59.26	6.08	76.00	58.47	61.69	65.39	9.33	70.43	62.06	63.44	65.31	4.49

หมายเหตุ: ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 31 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินนครราชสีมาที่ปลูกโดยทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน

โลหะ		ดินนครราชสีมา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	274.50	208.10	200.00	227.53	33.37	274.50	208.10	200.00	227.53	33.37	274.50	208.10	200.00	227.53	33.37
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	100.00	202.00	102.00	134.67	47.62	204.20	196.80	150.00	183.67	24.00	172.00	166.40	194.90	177.77	12.33
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	43.95	88.78	44.83	59.19	25.63	89.75	86.49	65.92	80.72	12.92	75.59	73.13	85.66	78.13	6.64
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	526.50	450.00	255.30	410.60	114.17	526.50	450.00	255.30	410.60	114.17	526.50	450.00	255.30	410.60	114.17
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	277.00	236.70	348.30	287.33	46.14	233.10	184.30	330.00	249.13	60.55	177.00	207.00	200.00	194.67	12.81
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	67.46	57.65	84.83	69.98	13.76	56.77	44.89	80.37	60.68	18.06	43.11	50.41	48.71	47.41	3.82
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	112.20	301.00	200.00	204.40	77.14	112.20	301.00	200.00	204.40	77.14	112.20	301.00	200.00	204.40	77.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	174.50	162.10	195.60	177.40	13.83	101.10	101.10	176.60	126.27	35.59	104.50	142.00	196.00	147.50	37.56
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	85.37	79.31	95.69	86.79	8.29	49.46	49.46	86.40	61.77	21.33	51.13	69.47	95.89	60.30	12.97
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	501.80	399.50	340.00	413.77	66.82	501.80	399.50	340.00	413.77	66.82	501.80	399.50	340.00	413.77	66.82
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	308.50	200.00	267.90	258.80	44.76	300.00	277.00	178.50	251.83	52.70	231.30	104.70	109.90	148.63	58.49
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	74.56	48.34	64.75	62.55	13.25	72.50	66.95	43.14	60.86	15.60	55.90	25.30	26.56	35.92	17.31
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	239.20	300.00	228.60	255.93	31.46	239.20	300.00	228.60	255.93	31.46	239.20	300.00	228.60	255.93	31.46
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	239.20	188.80	119.50	182.50	49.07	137.30	263.10	118.60	173.00	64.17	119.70	169.00	199.90	162.87	33.03
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	93.46	73.77	46.69	71.31	23.48	53.65	102.80	46.34	67.60	30.71	46.77	66.03	78.11	63.64	15.80
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	200.50	356.00	405.50	320.67	87.34	200.50	356.00	405.50	320.67	87.34	200.50	356.00	405.50	320.67	87.34
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	267.70	109.90	128.00	168.53	70.51	100.00	201.00	202.20	167.73	47.90	180.90	163 70	229.70	191.43	27.95
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	83.48	34.27	39.92	52.56	26.93	31.19	62.68	63.06	52.31	18.29	56.41	51.05	71.63	59.70	10.68

หมายเหตุ: ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 31 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินนครราชสีมาที่ปลูกโดยทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า

โลหะ		ดินนครราชสีมา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	240.00	300.00	295.00	278.33	27.18	240.00	300.00	295.00	278.33	27.18	240.00	300.00	295.00	278.33	27.18
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	130.00	144.00	102.00	125.33	17.46	120.00	149.00	138.00	135.67	11.95	155.00	169.00	120.00	148.00	20.61
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	46.71	51.74	36.65	45.03	7.68	43.11	53.53	49.58	48.74	5.26	55.69	60.72	43.11	53.17	9.07
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	341.00	320.00	298.00	319.67	17.56	341.00	320.00	298.00	319.67	17.56	341.00	320.00	298.00	319.67	17.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	244.00	215.00	200.00	219.67	18.26	220.00	188.00	255.00	221.00	27.36	200.00	268.00	299.00	255.67	41.35
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	76.33	67.26	62.57	68.72	7.00	68.82	58.81	79.77	69.13	10.48	62.57	83.84	93.53	79.98	15.84
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	401.10	327.10	330.00	352.73	34.22	401.10	327.10	330.00	352.73	34.22	401.10	327.10	330.00	352.73	34.22
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	171.90	210.00	189.00	190.30	15.58	237.00	156.00	200.10	197.70	33.11	202.70	238.00	239.00	226.57	16.88
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	48.73	59.54	53.58	53.95	5.41	67.19	44.23	56.73	56.05	11.50	57.47	67.47	67.76	64.23	5.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	637.90	412.00	501.10	517.00	92.91	637.90	412.00	501.10	517.00	92.91	637.90	412.00	501.10	517.00	92.91
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	401.10	292.00	300.00	331.03	49.65	300.00	481.90	332.20	371.37	79.26	202.20	441.90	220.00	288.03	109.04
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	77.58	56.48	58.03	64.03	11.76	58.03	93.21	64.26	71.83	18.78	39.11	85.47	42.55	55.71	25.83
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	367.70	380.00	341.20	362.97	16.19	367.70	380.00	341.20	362.97	16.19	367.70	380.00	341.20	362.97	16.19
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	187.70	120.00	198.00	168.57	34.60	126.00	100.00	200.80	142.27	42.73	118.60	105.00	110.00	111.20	5.62
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	51.71	33.06	54.55	46.44	11.67	34.71	27.55	55.32	39.20	14.42	32.68	28.93	30.31	30.64	1.90
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	517.30	451.00	620.00	529.43	69.53	517.30	451.00	620.00	529.43	69.53	517.30	451.00	620.00	529.43	69.53
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	219.00	181.10	229.50	209.87	20.79	101.80	200.00	239.00	180.27	57.72	205.50	241.70	200.00	215.73	18.50
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	41.36	34.21	43.35	39.64	4.81	19.23	37.78	45.14	34.05	13.35	38.82	45.65	37.78	40.75	4.28

ตารางที่ ค. 31 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินนครราชสีมาที่ปลูกโดยทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า

โลหะ		ดินนครราชสีมา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	283.10	153.50	320.00	252.20	71.40	283.10	153.50	320.00	252.20	71.40	283.10	153.50	320.00	252.20	71.40
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	202.20	152.80	110.00	155.00	37.67	100.60	136.10	140.00	125.57	17.73	135.50	241.30	162.20	179.67	44.92
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	80.17	60.59	43.62	61.46	18.29	39.89	53.97	55.51	49.79	8.61	53.73	95.68	64.31	71.24	21.82
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	726.60	683.00	527.40	645.67	85.50	726.60	683.00	527.40	645.67	85.50	726.60	683.00	527.40	645.67	85.50
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	251.70	277.70	191.10	240.17	36.28	142.20	174.40	250.00	188.87	45.18	179.00	240.00	241.90	220.30	29.21
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	38.98	43.01	29.60	37.20	6.88	22.02	27.01	38.72	29.25	8.57	27.72	37.17	37.47	34.12	5.54
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	190.00	210.00	230.00	210.00	16.33	190.00	210.00	230.00	210.00	16.33	190.00	210.00	230.00	210.00	16.33
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	206.60	151.20	122.00	159.93	35.09	153.80	122.20	119.90	131.97	15.47	175.80	166.00	102.90	148.23	32.30
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	98.38	72.00	58.10	76.16	20.46	73.24	58.19	57.10	62.84	9.02	83.71	79.05	49.00	70.59	18.84
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	296.60	399.00	464.00	386.53	68.91	296.60	399.00	464.00	386.53	68.91	296.60	399.00	464.00	386.53	68.91
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	307.70	284.70	261.00	284.47	19.07	310.00	119.00	214.50	214.50	77.98	203.70	229.50	256.60	229.93	21.60
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	79.61	73.65	67.52	73.59	6.04	80.20	30.79	55.49	55.49	24.71	52.70	59.37	66.38	59.49	6.84
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	310.00	190.00	200.00	233.33	54.37	310.00	190.00	200.00	233.33	54.37	310.00	190.00	200.00	233.33	54.37
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	149.00	249.90	100.00	166.30	62.41	112.50	181.60	252.60	182.23	57.20	175.50	221.10	140.70	179.10	32.92
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	63.86	107.10	42.86	71.27	32.76	48.21	77.83	108.26	78.10	30.02	75.21	94.76	60.30	76.76	17.28
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	371.10	520.30	351.70	414.37	75.32	371.10	520.30	351.70	414.37	75.32	371.10	520.30	351.70	414.37	75.32
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	282.80	217.30	344.00	281.37	51.73	300.00	200.00	258.40	252.80	41.02	284.40	195.20	178.80	219.47	46.40
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	68.25	52.44	83.02	60.35	11.18	72.40	48.27	62.36	61.01	12.12	68.63	47.11	43.15	45.13	2.80

หมายเหตุ: ค่าที่ติดสีดำไม่นำมาคิด

ตารางที่ ค. 32 ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินพระนครศรีอยุธยาหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก

โลหะ		ดินอยุธยา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	300.00	400.00	333.33	47.14	300.00	300.00	400.00	333.33	47.14	300.00	300.00	400.00	333.33	47.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	200.00	249.00	252.00	233.67	23.84	256.00	200.00	289.00	248.33	36.74	288.00	290.00	300.00	292.67	5.25
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	60.00	74.70	75.60	70.10	8.76	76.80	60.00	86.70	74.50	13.50	86.40	87.00	90.00	87.80	1.93
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	400.00	400.00	300.00	366.67	47.14	400.00	400.00	300.00	366.67	47.14	400.00	400.00	300.00	366.67	47.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	255.00	290.00	300.00	281.67	19.29	261.00	255.00	290.00	268.67	15.28	290.00	300.00	269.00	286.33	12.92
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	69.55	79.09	81.82	76.82	6.44	71.18	69.55	79.09	73.27	5.10	79.09	81.82	73.36	78.09	4.32
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	341.20	306.60	441.80	363.20	57.35	341.20	306.60	441.80	363.20	57.35	341.20	306.60	441.80	363.20	57.35
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	196.70	243.30	230.30	223.43	19.63	310.00	249.50	275.30	278.27	24.79	361.20	263.00	226.70	283.63	56.81
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	54.16	66.99	63.41	61.52	6.62	85.35	68.69	75.80	76.62	8.36	99.45	72.41	62.42	78.09	19.16
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	719.00	512.90	632.20	621.37	84.49	719.00	512.90	632.20	621.37	84.49	719.00	512.90	632.20	621.37	84.49
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	352.50	520.00	364.40	412.30	76.31	352.10	500.00	483.30	445.13	66.14	328.90	352.50	470.80	384.07	62.08
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	56.73	83.69	58.64	66.35	15.04	56.67	80.47	77.78	71.64	13.04	52.93	56.73	75.77	61.81	12.24
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	566.60	438.70	474.00	493.10	53.93	566.60	438.70	474.00	493.10	53.93	566.60	438.70	474.00	493.10	53.93
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	153.10	237.00	207.30	199.13	34.74	155.86	231.21	185.44	190.84	31.00	174.00	105.50	163.30	147.60	30.09
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	31.05	48.06	42.04	40.38	8.63	31.61	46.89	37.61	38.70	7.70	35.29	21.40	33.12	29.93	7.47
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	540.00	518.80	431.70	496.83	46.86	540.00	518.80	431.70	496.83	46.86	540.00	518.80	431.70	496.83	46.86
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	241.00	464.00	355.00	353.33	91.05	399.90	348.20	214.00	320.70	78.34	300.20	289.00	267.90	285.70	13.39
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	48.51	93.39	71.45	71.12	22.44	80.49	70.08	43.07	64.55	19.31	60.42	58.17	53.92	57.50	3.30

ตารางที่ ค. 32 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินพระนครศรีอยุธยาหลังปลูกทานตะวันสายพันธุ์แปซิฟิก

โลหะ		ดินอยุธยา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	351.80	277.70	194.50	274.67	64.25	351.80	277.70	194.50	274.67	64.25	351.80	277.70	194.50	274.67	64.25
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	169.00	182.20	163.00	171.40	8.02	138.90	231.80	185.10	185.27	37.93	243.30	173.00	231.00	215.77	30.65
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	61.53	66.33	59.34	62.40	3.58	50.57	84.39	67.39	67.45	16.91	88.58	62.99	84.10	78.56	13.67
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	663.90	644.40	500.00	602.77	73.10	663.90	644.40	500.00	602.77	73.10	663.90	644.40	500.00	602.77	73.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	421.80	348.80	574.40	448.33	93.99	367.70	239.90	216.00	274.53	66.60	336.60	390.00	241.90	322.83	61.24
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	69.98	57.87	95.29	74.38	19.10	61.00	39.80	35.83	45.55	13.53	55.84	64.70	40.13	53.56	12.44
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	466.60	318.00	306.90	363.83	72.81	466.60	318.00	306.90	363.83	72.81	466.60	318.00	306.90	363.83	72.81
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	252.80	179.40	122.20	184.80	53.45	231.80	269.00	158.80	219.87	45.77	251.90	299.90	130.00	227.27	71.52
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	69.48	49.31	33.59	50.79	17.99	63.71	73.93	43.65	60.43	15.41	69.23	82.43	35.73	62.46	24.07
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	762.90	841.00	729.90	777.93	46.59	762.90	841.00	729.90	777.93	46.59	762.90	841.00	729.90	777.93	46.59
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	559.00	438.80	561.40	519.73	57.24	338.00	510.00	263.10	370.37	103.36	417.70	364.10	222.00	334.60	82.57
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	71.86	56.41	72.17	66.81	9.01	43.45	65.56	33.82	47.61	16.27	53.69	46.80	28.54	43.01	13.00
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	380.00	400.00	443.10	407.70	26.33	380.00	400.00	443.10	407.70	26.33	380.00	400.00	443.10	407.70	26.33
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	251.20	429.50	386.00	355.57	75.91	321.00	194.40	231.80	249.07	53.11	198.80	231.90	200.00	210.23	15.33
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	61.61	105.35	94.68	87.21	22.80	78.73	47.68	56.86	61.09	15.95	48.76	56.88	49.06	51.57	4.60
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	627.00	826.90	705.50	719.80	82.23	627.00	826.90	705.50	719.80	82.23	627.00	826.90	705.50	719.80	82.23
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	631.90	400.00	544.70	525.53	95.64	542.00	528.40	410.00	493.47	59.28	432.80	518.80	444.00	465.20	38.18
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	87.79	55.57	75.67	73.01	16.27	75.30	73.41	56.96	68.56	10.09	60.13	72.08	61.68	64.63	6.50

ตารางที่ ค. 32 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินพระนครศรีอยุธยาที่ปลูกโดยทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน

โลหะ		ดินอยุธยา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	400.00	400.00	366.67	47.14	300.00	400.00	400.00	366.67	47.14	300.00	400.00	400.00	366.67	47.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	169.00	245.00	200.00	204.67	31.20	236.00	208.00	216.00	220.00	11.78	244.00	286.00	321.66	283.89	31.74
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	46.09	66.82	54.55	55.82	10.42	64.36	56.73	58.91	60.00	3.93	66.55	78.00	87.73	77.42	10.60
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	432.00	381.00	390.00	401.00	22.23	432.00	381.00	390.00	401.00	22.23	432.00	381.00	390.00	401.00	22.23
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	231.00	366.00	258.00	285.00	58.33	239.00	368.00	255.00	287.33	57.41	211.00	376.00	329.00	305.33	69.41
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	57.61	91.27	64.34	71.07	17.81	59.60	91.77	63.59	71.65	17.54	52.62	93.77	82.04	76.14	21.20
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	310.00	258.80	200.00	256.27	44.94	310.00	258.80	200.00	256.27	44.94	310.00	258.80	200.00	256.27	44.94
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	266.40	163.00	100.30	176.57	68.49	244.10	172.20	192.60	202.97	30.25	220.00	237.60	224.50	227.37	7.47
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	103.95	63.61	39.14	68.90	32.73	95.25	67.20	75.16	79.20	14.46	85.85	92.72	87.60	88.72	3.57
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	571.60	680.20	628.80	626.87	44.36	571.60	680.20	628.80	626.87	44.36	571.60	680.20	628.80	626.87	44.36
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	438.40	465.00	319.20	407.53	63.40	437.50	562.50	452.90	484.30	55.65	471.90	328.80	318.00	372.90	70.14
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	69.94	74.18	50.92	65.01	12.39	69.79	89.73	72.25	77.26	10.87	75.28	52.45	50.73	59.49	13.70
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	348.00	327.40	377.70	351.03	20.65	348.00	327.40	377.70	351.03	20.65	348.00	327.40	377.70	351.03	20.65
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	126.60	216.00	222.70	188.43	43.81	216.00	314.40	242.00	257.47	41.63	328.00	247.70	200.00	258.57	52.82
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	36.06	61.53	63.44	53.68	15.28	61.53	89.56	68.94	73.35	14.53	93.44	70.56	56.97	73.66	18.43
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	499.60	500.20	628.80	542.87	60.76	499.60	500.20	628.80	542.87	60.76	499.60	500.20	628.80	542.87	60.76
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	561.50	400.00	530.00	497.17	69.90	467.70	500.00	514.90	494.20	19.70	432.70	348.80	400.00	393.83	34.53
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	103.43	73.68	97.63	91.58	15.77	86.15	92.10	94.85	91.04	4.44	79.71	64.25	73.68	72.55	7.79

ตารางที่ ค. 32 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินพระนครศรีอยุธยาที่ปลูกโดยทานตะวันสายพันธุ์โอลิชัน

โลหะ		ดินอยุธยา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	261.50	385.10	287.20	311.27	53.25	261.50	385.10	287.20	311.27	53.25	261.50	385.10	287.20	311.27	53.25
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	205.50	180.00	237.90	207.80	23.69	155.50	146.10	189.90	163.83	18.83	256.00	310.00	121.90	229.30	79.08
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	66.02	57.83	76.43	66.76	9.32	49.96	46.94	61.01	52.63	7.41	82.24	99.59	39.16	73.67	31.12
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	321.80	219.90	438.00	326.57	89.10	321.80	219.90	438.00	326.57	89.10	321.80	219.90	438.00	326.57	89.10
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	232.10	183.30	209.30	208.23	19.94	127.40	296.10	272.20	231.90	74.53	126.00	231.90	349.90	235.93	91.45
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	71.07	56.13	64.09	63.76	7.48	39.01	90.67	83.35	71.01	27.95	38.58	71.01	107.15	72.25	34.30
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	418.80	269.00	400.00	362.60	66.63	418.80	269.00	400.00	362.60	66.63	418.80	269.00	400.00	362.60	66.63
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	238.00	227.80	214.80	226.87	9.49	128.90	216.70	270.00	205.20	58.17	210.00	242.90	102.70	185.20	59.86
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	65.64	62.82	59.24	62.57	3.21	35.55	59.76	74.46	56.59	19.65	57.92	66.99	28.32	51.08	20.22
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	612.80	821.10	725.80	719.90	85.14	612.80	821.10	725.80	719.90	85.14	612.80	821.10	725.80	719.90	85.14
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	566.10	403.80	501.00	490.30	66.69	555.50	426.90	439.90	474.10	57.80	510.00	539.90	471.90	507.27	27.83
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	78.64	56.09	69.59	68.11	11.35	77.16	59.30	61.11	65.86	9.83	70.84	75.00	65.55	70.46	4.73
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	350.00	226.60	100.00	225.53	102.06	350.00	226.60	100.00	225.53	102.06	350.00	226.60	100.00	225.53	102.06
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	329.00	102.20	147.70	192.97	97.97	272.90	181.00	110.00	187.97	66.69	143.00	219.00	192.00	184.67	31.46
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	145.88	45.31	65.49	85.56	53.20	121.00	80.25	48.77	83.34	36.21	63.41	97.10	85.13	81.88	17.08
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	400.00	648.80	530.00	526.27	101.61	400.00	648.80	530.00	526.27	101.61	400.00	648.80	530.00	526.27	101.61
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	548.00	355.50	428.90	444.13	79.32	462.20	349.00	226.50	345.90	96.25	300.00	445.60	361.60	369.07	59.67
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	104.13	67.55	81.50	84.39	18.46	87.83	66.32	43.04	65.73	22.40	57.01	84.67	68.71	70.13	13.89

ตารางที่ ค. 32 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินพระนครศรีอยุธยาที่ปลูกโดยทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า

โลหะ		ดินอยุธยา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
แคดเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	300.00	268.00	388.00	318.67	50.74	300.00	268.00	388.00	318.67	50.74	300.00	268.00	388.00	318.67	50.74
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	252.00	300.00	280.00	277.33	19.69	330.00	198.00	166.00	231.33	70.98	183.00	122.00	254.00	186.33	53.94
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	79.08	94.14	87.87	87.03	7.57	103.56	62.13	52.09	72.59	27.28	57.43	38.28	79.71	58.47	20.73
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	461.00	322.00	418.00	400.33	58.11	461.00	322.00	418.00	400.33	58.11	461.00	322.00	418.00	400.33	58.11
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	266.52	205.00	155.00	208.84	45.61	256.00	199.00	200.00	218.33	26.64	251.00	184.00	205.00	213.33	27.98
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	66.57	51.21	38.72	52.17	13.95	63.95	49.71	49.96	54.54	8.15	62.70	45.96	51.21	53.29	8.56
สังกะสี	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	301.80	143.90	200.00	215.23	65.36	301.80	143.90	200.00	215.23	65.36	301.80	143.90	200.00	215.23	65.36
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	188.30	189.00	200.00	192.43	5.36	167.00	150.00	202.20	173.07	21.74	172.00	261.00	100.00	177.67	65.85
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	87.49	87.81	92.92	89.41	3.05	77.59	69.69	93.94	80.41	12.37	79.91	121.26	46.46	82.55	37.47
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	522.20	610.00	641.00	591.07	50.31	522.20	610.00	641.00	591.07	50.31	522.20	610.00	641.00	591.07	50.31
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	262.00	310.00	331.30	301.10	28.98	500.00	468.10	391.00	453.03	45.76	388.80	230.00	300.00	306.27	64.98
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	44.33	52.45	56.05	50.94	6.01	84.59	79.20	66.15	76.65	9.48	65.78	38.91	50.76	51.82	13.46
นิกเกิล	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	200.00	258.90	326.70	261.87	51.77	200.00	258.90	326.70	261.87	51.77	200.00	258.90	326.70	261.87	51.77
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	136.00	259.00	182.00	192.33	50.74	177.45	156.10	144.40	159.32	13.68	291.00	240.00	138.10	223.03	63.56
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	51.93	98.91	69.50	73.45	23.73	67.76	59.61	55.14	60.84	6.40	111.13	91.65	52.74	85.17	29.73
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	328.80	301.10	400.00	343.30	41.66	328.80	301.10	400.00	343.30	41.66	328.80	301.10	400.00	343.30	41.66
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	200.00	276.20	219.00	231.73	32.39	128.80	200.00	289.00	205.93	65.54	328.00	259.70	139.90	242.53	77.74
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	58.26	80.45	63.79	67.50	11.55	37.52	58.26	84.18	59.99	23.38	95.54	75.65	40.75	70.65	27.74

ตารางที่ ค. 32 (ต่อ) ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินพระนครศรีอยุธยาที่ปลูกโดยทานตะวันสายพันธุ์อะคลอล่า

โลหะ		ดินอยุธยา ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)														
		สารละลายแอมโมเนียมไนเตรท					สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต					สารละลายโซเดียมอีดีทีเอ				
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
ทองแดง	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	342.80	521.90	406.60	423.77	74.12	342.80	521.90	406.60	423.77	74.12	342.80	521.90	406.60	423.77	74.12
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	259.00	372.10	205.10	278.73	69.59	204.70	105.90	248.80	186.47	59.75	294.10	138.80	263.10	232.00	67.11
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	61.12	87.81	48.40	65.78	20.11	48.30	24.99	58.71	44.00	17.27	69.40	32.75	62.09	54.75	19.39
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	394.10	431.80	300.00	375.30	55.42	394.10	431.80	300.00	375.30	55.42	394.10	431.80	300.00	375.30	55.42
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	252.10	383.10	266.60	300.60	58.64	221.60	172.20	310.00	234.60	57.00	247.70	282.10	200.00	243.27	33.66
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	67.17	102.08	71.04	80.10	19.14	59.05	45.88	82.60	62.51	18.60	66.00	75.17	53.29	64.82	10.99
ตะกั่ว	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	384.40	295.10	268.90	316.13	49.44	384.40	295.10	268.90	316.13	49.44	384.40	295.10	268.90	316.13	49.44
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	212.00	200.00	362.00	258.00	73.70	110.00	258.10	200.00	189.37	60.93	183.10	251.20	167.40	200.57	36.37
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	67.06	63.26	114.51	81.61	28.55	34.80	81.64	63.26	59.90	23.60	57.92	79.46	52.95	63.44	14.09
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	787.40	800.00	644.40	743.93	70.57	787.40	800.00	644.40	743.93	70.57	787.40	800.00	644.40	743.93	70.57
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	452.80	507.30	421.80	460.63	35.34	231.20	395.30	400.00	342.17	78.49	541.00	438.00	386.00	455.00	64.41
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	60.87	68.19	56.70	61.92	5.82	31.08	53.14	53.77	45.99	12.92	72.72	58.88	51.89	61.16	10.60
โครเมียม	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	573.00	431.20	400.40	468.20	75.16	573.00	431.20	400.40	468.20	75.16	573.00	431.20	400.40	468.20	75.16
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	487.30	308.80	381.20	392.43	73.30	300.60	241.70	117.00	219.77	76.54	185.30	300.00	289.90	258.40	51.85
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	104.08	65.95	81.42	83.82	19.18	64.20	51.62	24.99	46.94	20.02	39.58	64.08	61.92	55.19	13.56
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดควบคุม (mg/kg)	863.10	677.70	706.30	749.03	81.50	863.10	677.70	706.30	749.03	81.50	863.10	677.70	706.30	749.03	81.50
	ความเข้มข้นของโลหะ ในชุดเติม เกลือ (mg/kg)	341.30	390.60	433.20	388.37	37.55	300.00	263.90	318.40	294.10	22.64	390.00	321.60	400.00	370.53	34.84
	% ที่เหลืออยู่ในดิน เทียบกับชุดควบคุม	45.57	52.15	57.83	51.85	6.14	40.05	35.23	42.51	39.26	3.70	52.07	42.94	53.40	49.47	5.70

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวดวงกมล คำสอน
วัน เดือน ปีเกิด	19 พฤศจิกายน พ.ศ.2523
ที่อยู่	111 ม. 5 ต. นาดูน อ. นาดูน จ. มหาสารคาม 44180
ประวัติการศึกษา	2546 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้