

**COMPARISION OF HEAVY METALS REMOVAL
FROM COMTAMINATED SOIL BY SIAM WEED (*Chromolaena odorata*)
AND VETIVER GRASS (*Vetiveria zizanioides*)**

Miss Wilaiwan Chaengcharoen

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2007
Copyright of Chulalongkorn University**

เปรียบเทียบการกำจัดโลหะหนักจากดินที่ปนเปื้อนโดยใช้สาบเสือและหญ้าแฝก

นางสาววิไลวรรณ แฉ่งเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

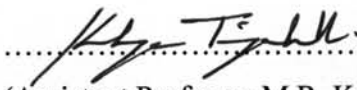
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

501549


Thesis Title	COMPARISON OF HEAVY METALS REMOVAL FROM CONTAMINATED SOIL BY SIAM WEED (<i>Chromolaena odorata</i>) AND VETIVER GRASS (<i>Vetiveria zizanioides</i>)
By	Miss Wilaiwan Chaengcharoen
Field of study	Environmental Management
Thesis Advisor	Pantawat Sampanpanish, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Chantra Tongcumpou, Ph.D.

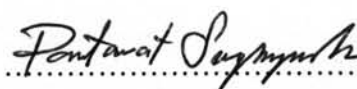
Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

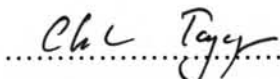
Vice President

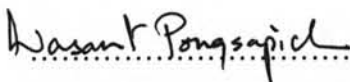

..... Acting Dean of the Graduate School
(Assistant Professor M.R. Kalaya Tingsabadh, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE


..... Chairperson
(Assistant Professor Chakkaphan Sutthirat, Ph.D.)


..... Thesis Principal Advisor
(Pantawat Sampanpanish, Ph.D.)


..... Thesis Co-advisor
(Chantra Tongcumpou, Ph.D.)


..... External Member
(Associate Professor Wasant Pongsapich, Ph.D.)

วิไลวรรณ แฉ่งเจริญ : เปรียบเทียบการกำจัดโลหะหนักจากดินที่ปนเปื้อนโดยใช้สาบเสือและ
หญ้าแฝก. (COMPARISON OF HEAVY METALS REMOVAL FROM
CONTAMINATED SOIL BY SIAM WEED (*Chromolaena odorata*) AND VETIVER
GRASS (*Vetiveria zizanioides*) อ. ที่ปรึกษา : ดร. พันธุ์ศ สัมพันธ์พานิช, อ. ที่ปรึกษาร่วม :
ดร. จันทรา ทองคำเกา, 118 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสามารถของการกำจัดโลหะหนักโดยใช้สาบเสือ และหญ้าแฝก
ที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อน และดินสังเคราะห์ โดยทำการทดลองในกระถางทดลอง ซึ่งดินที่ใช้ใน
การศึกษาได้มาจากอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก สำหรับดินสังเคราะห์ได้มีการใส่สารประกอบ
 $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Pb(NO_3)_2$ และ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อ
กิโลกรัมดินของแต่ละโลหะหนัก โดยนำสารละลายของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดมาผสมรวมกัน และ
ทำการใส่ลงในดินที่ไม่ปนเปื้อน ผลการศึกษาพบว่า สาบเสือและหญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้
ตลอดระยะเวลาของการทดลอง หากแต่พืชมีการแสดงอาการที่ผิดปกติ เช่น ใบขาวซีด ใบหงิก และ
ใบไหม้ ทั้งในดินที่ปนเปื้อน และดินสังเคราะห์ สำหรับปริมาณการสะสมโลหะหนักในส่วนต่างๆ
ของพืชที่ระยะเวลาของการเก็บตัวอย่าง 30, 60, 90, และ 120 วัน พบว่า พืชทั้งสองชนิดมีการสะสม
โลหะหนักไว้ในส่วนรากมากกว่าลำต้น และใบ โดยดินที่ปนเปื้อน พบว่า รากของสาบเสือมีการสะสม
แคดเมียม สังกะสี ตะกั่ว และทองแดงสูงสุด มีค่าเท่ากับ 50.22, 123.45, 29.07 และ 31.89 มิลลิกรัม
ต่อกิโลกรัม โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนหญ้าแฝก พบว่า มีการสะสมแคดเมียม สังกะสี ตะกั่ว
และทองแดงในส่วนราก มีค่าเท่ากับ 11.24, 163.18, 40.63 และ 15.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดย
น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สำหรับดินสังเคราะห์ พบว่า ทั้งสาบเสือ และหญ้าแฝกมีการสะสมโลหะหนัก
ในส่วนรากมากกว่าลำต้น และใบ เมื่อเปรียบเทียบการสะสมแคดเมียมในสาบเสือ และหญ้าแฝกที่ปลูก
ในดินที่ปนเปื้อนตลอดระยะเวลาของการเก็บตัวอย่าง พบว่า สาบเสือมีประสิทธิภาพในการกำจัด
แคดเมียมได้ดีกว่าหญ้าแฝกโดยเฉพาะในส่วนเหนือดิน และระยะเวลาที่เหมาะสมในการกำจัด
แคดเมียม คือ 120 วัน

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิสิต.....วิไลวรรณ แฉ่งเจริญ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4989463620 : MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

KEY WORDS : SIAM WEED/ VETIVER GRASS / PHYTOREMEDIATION / HEAVY METALS

WILAIWAN CHAENGCHAROEN: COMPARISON OF HEAVY METALS
REMOVAL FROM CONTAMINATED SOIL BY SIAM WEED

(*Chromolaena odorata*) AND VETIVER GRASS (*Vetiveria zizanioides*).

THESIS ADVISOR: PANTAWAT SAMPANPANISH, Ph.D.,

THESIS COADVISOR: CHANTRA TONGCUMPOU, Ph.D., 118 pp.

The ability on heavy metals removal by *C. odorata* and *V. zizanioides* grown on contaminated soil and synthetic contaminated soil in experimental pots was investigated. Both contaminated and uncontaminated soils for preparing the synthetic contaminated soil in this study were obtained from Mae Sot district, Tak province. For the contaminated synthetic soil was prepared by adding solution of cadmium nitrate, zinc sulfate, lead nitrate, and copper sulfate to uncontaminated soil to make up the concentration of each metals: Cd, Zn, Pb, and Cu to be 100 mg/kg soil above their initial concentrations. In both plants grown on the on-site contaminated soil and on the synthetic soil, although some abnormal symptoms such as chlorosis, scorching in leaves and necrosis appeared, the plants still grew well. Each part of the plant was examined for heavy metal uptake according to time of planting, 30, 60, 90 and 120 days. Root uptake was greater than that of stem and leaves in all samples. For the on-site contaminated soil, the highest concentrations found in the root part for Cd, Zn, Pb and Cu of *C. odorata* were 50.22, 123.45, 29.07 and 31.89 mg/kg on a dry weight basis, respectively and of *V. zizanioides* were 11.24, 163.18, 40.63 and 15.62 mg/kg on a dry weight basis, respectively. For the synthetic contaminated soil were also found higher concentration in root part than the other two parts for all metals both in *C. odorata* and in *V. zizanioides*. This is due to metals existed in synthetic soil was readily in available form. To compare accumulation of Cd in mass in for both plants grown in contaminated soil by the time of harvesting, the results showed that, *C. odorata* performed better than *V. zizanioides*, especially for the aboveground parts and the suitable time for harvesting that yielded the highest uptake of Cd was at 120 days.

Field of study..Environmental Management..

Academic year....2007.....

Student's signature..Wilaiwan Chaengcharoen

Principal Advisor's signature..Pantawat S.

Co-advisor's signature...Ch. T.....

ACKNOWLEDGEMENTS

I want to express my profound gratitude to the following people who contributed to the completion of my thesis:

First of all, I would like to express my deepest and sincerest gratitude to my advisor, Dr. Pantawat Sampanpanish for his kindness in giving me the opportunity to carry out my thesis, for his supervision and his valuable suggestions. He gave me useful knowledge and promoted systematic thinking about environmental applications and management. His continuous encouragement and support has always been an inspiration and a source of energy for me. He has not only guided in technical matters but also taught important points to successfully complete my work. I wish to express my sincere appreciation to my co-advisor, Dr. Chantra Tongcumpou, for her valuable advice in this research.

I also extend my warm and sincere thanks to the thesis committee chairperson, Assistant Professor Dr. Chakkaphan Sutthirat, and the thesis committee external member, Associate Professor Dr. Wasant Pongsapich for their detailed review, encouragement, helpful suggestions, and constructive criticism. Furthermore, I wish to express my thanks to the National Center of Excellence for Environmental and Hazardous Waste Management (NCE-EHWM) for providing me a full scholarship, research funding and supporting facilities to complete this work. I would also like to thank Graduate School, Chulalongkorn University for financial support in my research.

I am likewise thankful to the laboratory supervisors, for their kindness and help in using the equipment. I also would like to thank the officers and all of my friends at International Postgraduate Programs in Environmental Management (Hazardous Waste Management) for their help and warmth toward me throughout. Finally, I would like to take this opportunity to express my deepest appreciation and sincerest gratitude to my dear parents and my relatives for their love, understanding, consolation, and encouragement for my success in this study.

CONTENTS

	page
Abstract (in Thai).....	iv
Abstract (in English).....	v
Acknowledgements.....	vi
Contents.....	vii
List of Tables.....	xi
List of Figures.....	xii
List of Abbreviation.....	xiv

CHAPTER

I	INTRODUCTION.....	1
	1.1 Introduction.....	1
	1.2 Objectives.....	3
	1.3 Hypothesis.....	3
	1.4 Scope of the study.....	3
II	THEORETICAL BACKGROUND AND LITERATURE	
	REVIEWS.....	5
	2.1 Heavy metals.....	5
	2.1.1 Cadmium (Cd).....	5
	2.1.2 Zinc (Zn).....	7
	2.1.3 Lead (Pb).....	8
	2.1.4 Copper (Cu).....	10
	2.2 Phytoavailability.....	12
	2.2.1 Factor affecting mobility and bioavailability.....	14
	2.2.2 Interactions between metals and other elements.....	16
	2.3 Heavy metal toxicity in plant.....	18

CHAPTER	page
2.4 Phytoremediation.....	20
2.4.1 Types of phytoremediation.....	20
2.4.2 The process of metal accumulation in plant.....	23
2.5 Advantages and Disadvantages of Phytoremediation.....	27
2.5.1 Advantages.....	27
2.5.2 Disadvantages.....	27
2.6 Type of plants.....	27
2.6.1 Siam weed (<i>Chromolaena odorata</i>).....	28
2.6.2 Vetiver grass (<i>Vetiveria zizanioides</i>).....	29
2.7 Literature reviews.....	32
III METHODODOLOGY.....	37
3.1 Apparatus, Instruments and Chemicals.....	37
3.1.1 Apparatus.....	37
3.1.2 Instruments.....	38
3.1.3 Chemicals.....	38
3.2 Soil preparation.....	39
3.3 Experimental design and procedure.....	39
3.4 Samples collection.....	41
3.4.1 Soil samples.....	41
3.4.2 Plant samples.....	42
3.5 Samples analysis.....	42
3.5.1 Soil samples.....	42
3.5.2 Plant samples.....	42
3.6 Data and statistic analysis.....	43

CHAPTER	page
IV	RESULTS AND DISCUSSION..... 44
	4.1 Heavy metals removal from contaminated soil by using <i>C. odorata</i> and <i>V. zizanioides</i> 44
	4.1.1 Concentration of total heavy metals in contaminated soil..... 44
	4.1.2 Phytoavailability of heavy metals in contaminated soil..... 45
	4.1.3 Phytotoxicity of heavy metals in contaminated soil.... 47
	4.1.4 Heavy metals concentration in <i>C. odorata</i> and <i>V. zizanioides</i> in contaminated soil..... 49
	4.2 Heavy metals removal from synthetic soil by using <i>C. odorata</i> and <i>V. zizanioides</i> 55
	4.2.1 Concentration of total heavy metals in synthetic soil..... 55
	4.2.2 Phytoavailability of heavy metal in synthetic soil..... 56
	4.2.3 Phytotoxicity of heavy metals in synthetic soil..... 57
	4.2.4 Heavy metals concentration in <i>C. odorata</i> and <i>V. zizanioides</i> in synthetic soil..... 59
	4.3 The application of <i>C. odorata</i> and <i>V. zizanioides</i> for the heavy metals removal..... 65
V	CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS..... 67
	5.1 Conclusions..... 67
	5.2 Recommendations..... 68
	REFERENCES..... 69

	page
APPENDICES	77
APPENDIX A	78
APPENDIX B	79
APPENDIX C	82
APPENDIX D	95
APPENDIX E	113
 BIOGRAPHY	 118

LIST OF TABLES

Table		page
2.1	Expected dominant oxidation states and chemical species of trace elements in aqueous solution.....	15
2.2	General effects of trace element toxicity on common cultivars.....	19
3.1	Instruments used in this research.....	38
3.2	Chemicals used in this research.....	38
3.3	Basic physical and chemical of soils properties used in the experiment.....	40
4.1	Height and Relative growth rate (RGR) of <i>C. odorata</i> in contaminated soil.....	48
4.2	Height and Relative growth rate (RGR) of <i>V. zizanioides</i> in contaminated soil.....	49
4.3	Cd accumulations in aboveground and root of <i>C. odorata</i> grown in contaminated soil.....	54
4.4	Cd accumulations in aboveground and root of <i>V. zizanioides</i> grown in contaminated soil.....	54
4.5	Height and Relative growth rate (RGR) of <i>C. odorata</i> in synthetic soil.....	58
4.6	Height and Relative growth rate (RGR) of <i>V. zizanioides</i> in synthetic soil.....	59
4.7	Cd accumulations in aboveground and root of <i>C. odorata</i> grown in synthetic soil.....	64
4.8	Cd accumulations in aboveground and root of <i>V. zizanioides</i> grown in synthetic soil.....	64

LIST OF FIGURES

Figure		page
1.1	The chart of overall experiment design.....	4
2.1	Relative uptake and bioaccumulation potential among plant species.....	13
2.2	Trace element uptakes by plants as a function of their concentrations in nutrient solution.....	14
2.3	Modeled adsorptions of certain trace elements onto hydrrousferric oxide.....	15
2.4	Interactions of trace elements within plant organisms and adjacent to plant root.....	17
2.5	Phytoremediation technology.....	21
2.6	Pathway of metal and nutrient uptake in plants.....	25
2.7	Characterstics of <i>C. odorata</i> (Siam weed).....	29
2.8	Characterstics of <i>V. zizanioides</i> (Vetiver grass).....	30
3.1	Illustrates the diagram of pot experiment design as well as how to sampling both soil and plants.....	41
3.2	Schematic diagram of experimental metric.....	43
4.1	Available Cd, Zn, Pb and Cu in contaminated soil planted with <i>C. odorata</i>	46
4.2	Available Cd, Zn, Pb and Cu in contaminated soil planted with <i>V. zizanioides</i>	47
4.3	Heavy metals concentration in various part of <i>C. odorata</i> in contaminated soil.....	51
4.4	Heavy metals concentration in various part of <i>V.zizanioides</i> in contaminated soil.....	51
4.5	Heavy metals concentration in <i>C. odorata</i> in contaminated soil.....	52
4.6	Heavy metals accumulation in <i>V.zizanioides</i> in contaminated soil.....	53

Figure		page
4.7	Comparison of Cd accumulated in aboveground part of <i>C. odorata</i> and <i>V. zizanioides</i> grown in contaminated soil.....	55
4.8	Available Cd, Zn, Pb and Cu in synthetic soil planted with <i>C. odorata</i>	57
4.9	Available Cd, Zn, Pb and Cu in synthetic soil planted with <i>V.zizanioides</i>	57
4.10	Heavy metals concentration in various part of <i>C. odorata</i> in synthetic soil.....	61
4.11	Heavy metals concentration in various part of <i>V.zizanioides</i> in synthetic soil.....	61
4.12	Heavy metals concentration in <i>C. odorata</i> in synthetic soil.....	62
4.13	Heavy metals concentration in <i>V. zizanioides</i> in synthetic soil.....	62
4.14	Comparison of Cd accumulated in aboveground part of <i>C. odorata</i> and <i>V. zizanioides</i> grown in synthetic soil.....	65

LIST OF ABBREVIATIONS

ANOVA	Analysis of Variance
Cd	Cadmium
CEC	Cation Exchange Capacity
cm	Centimeter
<i>C. odorata</i>	<i>Chromolaena odorata</i>
Cu	Copper
°C	Degree Celsius
DI	Deionized water
DTPA	Diethylene Triaminepentaacetic Acid
DW	Dry weight
EDTA	Ethylene Diaminetetraacetic Acid
FAAS	Flame Atomic Absorption Spectrometer
GF/C	Glass Micro Filters
g cm ⁻³	Gram per cubic centimeter
g/L	Gram per liter
hrs	Hours
IWMI	International Water Management Institute
mg/g	Milligram per gram
mg/kg	Milligram per kilogram
mg/L	Milligram per liter
mL/min	Milliliter per minute
m	Meter
mm	Millimeter
mV	Milli volt
NPK	Nitrogen Phosphorus Potassium
OM	Organic matter
ORP	Oxidation Reduction Potential
Pb	Lead
ppm	Part per million
RGR	Relative Growth Rate

SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
µg/pot	Microgram per pot
USEPA	United States Environmental Protection Agency
<i>V. nemoralis</i>	<i>Vetiveria nemoralis</i>
<i>V. zizanioides</i>	<i>Vetiveria zizanioides</i>
Zn	Zinc
%	Percentage