การกำจัดโลหะหนักจากน้ำท่าโดยหญ้าหมัก: ผลของความชื้นและพีเอชในกระบวนการหมัก

นางสาว ดาริน เรืองโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6743-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMOVAL OF HEAVY METALS FROM RUNOFF USING GRASS CLIPPINGS COMPOST: EFFECT OF MOISTURE CONTENT AND PH IN COMPOSTING PROCESS

Miss Darin Ruangrote

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Management (Inter-Department)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2004

ISBN 974-17-6743-9

Thesis Title	Removal of Heavy Metals from Runoff Using Grass Clippings Compost: Effect of Moisture Content and pH in Composting Process
By	Miss Darin Ruangrote
Field of Studay	Environmental Management
Thesis Advisor	Assistant Professor Eakalak Khan, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.

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

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

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

..... Thesis Advisor
(Assistant Professor Eakalak Khan, Ph.D.)

..... Thesis Co-advisor
(Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.)

..... Member
(Khemarath Osathapan, Ph.D.)

..... Member
(Pichaya Ratchadawong, Ph.D.)

ดาริน เรืองโรจน์: การกำจัดโลหะหนักจากน้ำท่าโดยหญ้าหมัก: ผลของความชื้นและพีเอชในกระบวนการหมัก. (REMOVAL OF HEAVY METALS FROM RUNOFF USING GRASS CLIPPINGS COMPOST: EFFECT OF MOISTURE CONTENT AND PH IN COMPOSTING PROCESS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. เอกลักษณ์ คาน, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.สุธา ขาวเธียร จำนวนหน้า 120 หน้า. ISBN 974-17-6743-9.

โลหะหนักเป็นมลพิษที่สำคัญอย่างหนึ่งในน้ำท่า การกำจัดโลหะหนักที่ละลายในน้ำส่วนใหญ่แล้วเป็นวิธีการทางกายภาพและทางเคมี ตัวกรองวัสดุหมักเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ใช้ในการกำจัดโลหะหนักในน้ำท่า เนื่องจากกระบวนการหมักเป็นกระบวนการทางชีวภาพ ดังนั้นคุณภาพของวัสดุหมักที่ได้จึงขึ้นกับปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของความชื้นและค่าความเป็นกรดด่างเบื้องต้นในกระบวนการหมักที่จะมีต่อคุณลักษณะตลอดจนความสามารถในการดูดซับโลหะหนักของวัสดุหมัก โดยนำหญ้านวลน้อย (*Zoysia matrella Merrill*) ไปหมักที่ภาวะต่างๆกัน 25 ภาวะ: 5 ค่าความชื้น (ความชื้นร้อยละ 30, 40, 50, 60 และ 70) และ 5 ค่าความเป็นกรดด่างเบื้องต้นในกระบวนการหมัก (5, 6, 7, 8 และ 9) เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการหมักในวันที่ 63 หญ้าที่หมักที่ความชื้นร้อยละ 30 และ ค่าความเป็นกรดด่างเบื้องต้น 7 มีปริมาตรลดลงมากที่สุด นอกจากนี้หญ้าที่หมักที่ความชื้นร้อยละ 30 ยังมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงกว่าหญ้าที่หมักที่ความชื้นอื่นๆ ใน ผลจากการทดสอบไอโซเทอร์มแสดงให้เห็นว่าค่าความแข็งแรงของพันธะระหว่างโลหะหนักที่ใช้ในการวิจัยกับหญ้าหมัก เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ แคดเมียม, สังกะสี, ต ะกั่ว และทองแดง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักของหญ้าหมักที่ภาวะต่างๆใช้ค่าสัมประสิทธิ์ฟรุนดลิช และค่าเปอร์เซ็นต์การกำจัด ทั้งสองค่ามีแนวโน้มแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามหญ้าหมักสามารถกำจัดทองแดงได้ดีที่สุด ตามด้วยสังกะสี, แคดเมียม และตะกั่ว ตามลำดับ หญ้าที่หมักที่ค่าความเป็นกรดด่างเบื้องต้น 9 ตลอดจนที่ค่าความชื้นร้อยละ 30 มีค่าการกำจัดโลหะหนักทั้งสี่ที่ใช้ในการศึกษาสูงกว่าหญ้าที่หมักที่ภาวะอื่น นอกจากนี้การทดลองโดยใช้หญ้าที่ยังไม่ผ่านการหมักยังแสดงค่าการกำจัดโลหะหนักทั้งสี่ต่ำกว่า หญ้าหมักอย่างเห็นได้ชัด

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....ดาริน.....เรืองโรจน์.....

ปีการศึกษา2547 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4589426020 ; MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: COMPOST/ HEAVY METALS/ RUNOFF/ MOISTURE CONTENT/ PH/ ADSORPTION

DARIN RUANGROTE: REMOVAL OF HEAVY METALS FROM RUNOFF USING GRASS CLIPPINGS COMPOST: EFFECT OF MOISTURE CONTENT AND PH IN COMPOSTING PROCESS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. EAKALAK KHAN, Ph.D.
THESIS CO-ADVISOR: ASST. PROF. SUTHA KHAODHIAR, Ph.D. p.120 ISBN 974-17-6743-9.

Heavy metals are significant contaminants in stormwater runoff. Dissolved heavy metals can be removed from the stormwater runoff primarily by physical and chemical processes. A compost stormwater filter is one of the devices used to remove heavy metals from runoff. Since composting is a biological process, the quality of the final product is controlled by factors, which affect microbial activities. Moisture content and initial pH were selected and studied for their effects on the characteristics and adsorption performance of the compost. Manila grass (Zoysia matrella Merrill) was composted at 25 different conditions: 5 moisture contents (30, 40, 50, 60 and 70% MC) and 5 initial pH values (5, 6, 7, 8 and 9). After 63 days of composting, the grass composted at 30% MC and initial pH 7 had the maximum volume reduction percentage. The 30% MC compost provided high cation exchange capacity. The results of the adsorption isotherm tests showed that the interaction strength of metals to the grass clippings was in the following order: Cd > Zn > Pb > Cu. The Freundlich coefficients and removal percentages were used to compare removal efficiencies of the compost. The Freundlich coefficients trends were distinct from the removal efficiency trends. However, the compost could remove Cu > Zn > Cd > Pb. The grass composted at the initial pH 9 and 30% MC had high removal for all metals. The noncomposted grass had much lower removal performances compared to the composted grass.

Field of study Environmental Management
Academic year 2004

Student's signature Darin Ruangrote
Advisor's signature .....
Co-advisor's signature .....

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my deep gratitude to my thesis advisor and co-advisor, Prof. Eakalak Khan and Prof. Sutha Khaodhiar, who always provide me valuable guidance, suggestions, and encouragement. I thank the committee members, Prof. Manaskorn Rachakornkij, Prof. Khemarath Osathapan, and Prof. Pichaya Ratchadawong, for many useful and important advices.

I am also indebted to the staff of the National Research Center-Environmental and Hazardous Waste Management (NRC-EHWM) Laboratory, Miss Ramnaree Netvichien and Miss Chantana Intim, for their kind assistances in providing research instrument supports and knowledge throughout this work. Appreciation is conveyed to the staffs of the soccer field of Chulalongkorn University for their kind help in providing grass clippings.

I acknowledge the financial support from the Asian Development Bank through NRC-EHWM. My gratefulness is also extended to all the NRC-EHWM students and staffs for their friendship and encouragement, especially, Trakarn Prapaspongsa, Paritta Rotwiroon, Kullapa Sorat, Pongsabutt Auychaiwat and Tanapon Phenrat.

Finally, I would like to say thank you from my whole heart to the members of my family for their unconditional love, absolute understanding, moral and financial supports, and patience throughout my entire study.

CONTENTS

Page

ABSTRACT (IN THAI) iv
ABSTRACT (IN ENGLISH) v
ACKNOWLEDGMENTS.....vi
CONTENTS vii
LIST OF FIGURES x
LIST OF TABLES xii
NOMENCLATURE xiii

CHAPTER I INTRODUCTION
1.1 Background and Motivation.....1
1.2 Objective 2

CHAPTER II LITERATURE REVIEW
2.1 Heavy metals in stormwater runoff 4
2.2 Theory of Heavy Metal Sorption.....6
2.3 Previous Studies and Applications on Heavy Metal Sorption 7
2.4 Composting 8
2.4.1 Definition 8
2.4.2 Important parameters in aerobic composting.....9
2.4.2.1 Particle size.....9
2.4.2.2 Carbon-to-nitrogen (C/N) ratio.....9
2.4.2.3 Moisture content.....9
2.4.2.4 Temperature.....9
2.4.2.5 Air requirements.....10
2.4.2.6 pH.....10
2.4.3 Composting time.....10
2.4.4 Effects of composting parameters to compost properties.....12
2.4.5 Composter.....14

Page

2.5 Cation exchange capacity (CEC).....14

CHAPTER III MATERIAL AND METHODS

3.1 Runoff Sample.....15

3.2 Composted Material 15

3.3 Experimental Procedures.....16

3.3.1 Composting Process.....16

3.3.2 The Adsorption Isotherm Test.....18

3.3.2.1 Equilibrium Time Determination.....18

3.3.2.2 Adsorptive Capacity Determination.....19

3.4 Analyses.....19

CHAPTER IV RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Compost characteristics 21

4.1.1 Volume Reduction 22

4.1.2 Cation Exchange Capacity 24

4.2 The Adsorption Isotherm Test 25

4.2.1 Equilibrium Time Determination.....25

4.2.2 Adsorptive Capacity Determination.....26

4.2.2.1 Cadmium Adsorptive.....29

4.2.2.2 Copper Adsorptive Capacity.....34

4.2.2.3 Lead Adsorptive Capacity.....39

4.2.2.4 Zinc Adsorptive Capacity.....44

CHAPTER V CONCLUSIONS AND RECCOMENDATIONS

FOR FUTURE STUDIES 49

REFERENCES 52

Page

APPENDICES.....59
Appendix A.....60
The volume reduction percentages of all composts (25types)
The cation exchange capacity (CEC) of all composts (25types)
The cation exchange capacity (CEC) of all composts (25types)
Appendix B.....64
The Cd Freundlich isotherm curves of the different condition composts
Appendix C.....78
The Cu Freundlich isotherm curves of the different condition composts
Appendix D.....92
The Pb Freundlich isotherm curves of the different condition composts
Appendix E.....106
The Zn Freundlich isotherm curves of the different condition composts
BIOGRAPHY.....120

LIST OF FIGURES

Figure		Page
2.1	A two-can bioreactor developed by the Cornell Waste Management Institute	14
3.1	Manila grass	15
3.2	Characteristic of manila grass leaves	16
3.3	Bin composter diagram	17
3.4	Bin composter	17
3.5	The bottom of bin composter	18
4.1	Mushroom in one of the composters	21
4.2	Grass compost after 63 days	22
4.3	Volume reduction percentages of grass clippings after composting at different pHs and MCs	23
4.4	Cation exchange capacities of grass clippings after composting at different pHs and MCs	24
4.5	Freundlich coefficients (K_f) of cadmium of grass clippings after composting at different pHs and MCs	29
4.6	Cadmium removal percentage of grass clippings after composting at different pHs and MCs	30
4.7	Cadmium adsorptive capacities (q) of grass clippings after composting at different pHs and MCs	32
4.8	Freundlich coefficients (K_f) of copper of grass clippings after composting at different pHs and MCs	34
4.9	Copper removal percentage of grass clippings after composting at different pHs and MCs	35
4.10	Copper adsorptive capacities (q) of grass clippings after composting at different pHs and MCs	37
4.11	Freundlich coefficients (K_f) of lead of grass clippings after composting at different pHs and MCs	39

Figure Page

4.12 Lead removal percentage of grass clippings after composting at different pHs and MCs..... 40
4.13 Lead adsorptive capacities (q) of grass clippings after composting at different pHs and MCs..... 42
4.14 Freundlich coefficients (K_f) of zinc of grass clippings after composting at different pHs and MCs..... 44
4.15 Zinc removal percentage of grass clippings after composting at different pHs and MCs..... 45
4.16 Zinc adsorptive capacities (q) of grass clippings after composting at different pHs and MCs..... 47

LIST OF TABLES

Table		Page
2.1	Heavy metals concentration in stormwater runoff	5
2.2	Optimum design considerations for aerobic composting process	11
4.1	The equilibrium time of all composts (25 types).....	25
4.2	The correlation coefficient (r^2) from the Freundlich model.....	27
4.3	n values from the Freundlich model.....	28
4.4	The cadmium removal percentages from minimum and maximum concentration used in isotherm test of all composts (25types).....	31
4.5	The cadmium adsorptive capacity (q) from minimum and maximum concentration used in isotherm test of all composts (25types).....	33
4.6	The copper removal percentages from minimum and maximum concentration used in isotherm test of all composts (25types).....	36
4.7	The copper adsorptive capacity (q) from minimum and maximum concentration used in isotherm test of all composts (25types).....	38
4.8	The lead removal percentages from minimum and maximum concentration used in isotherm test of all composts (25types).....	41
4.9	The lead adsorptive capacity (q) from minimum and maximum concentration used in isotherm test of all composts (25types).....	43
4.10	The zinc removal percentages from minimum and maximum concentration used in isotherm test of all composts (25types).....	46
4.11	The zinc adsorptive capacity (q) from minimum and maximum concentration used in isotherm test of all composts (25types).....	48

NOMENCLATURES

CEC	=	cation exchange capacity
COD	=	chemical oxygen demand
CSF	=	compost stormwater filter
DI	=	de-ionized
MC	=	moisture content
TSS	=	total suspended solid
VOC	=	volatile organic compound