ผลกระทบของนิกเกิลและสังกะสีต่อการย่อยสลายของขยะในหลุมฝังกลบ

นางสาว ปทุมมาส ชิวหา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4450-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPACT OF NICKEL AND ZINC ON DEGRADATION OF ORGANIC WASTE

Miss Patummart Chewha

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 2003
ISBN 974-17 -4450 -1
Copyright of Chulalongkorn University

I21620796 - 7 ก.ค. 2549

Thesis Title	Impact of Nickel and Zinc on Degradation of Organic Waste
By	Patummart Chewha
Field of Study	Environmental Management
Thesis Advisor	Dr. Pichaya Rachadawong

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

..... Dean of the Graduate School

(Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Assistant Professor Sutha Khaodhair, Ph.D.)

..... Thesis Advisor

(Pichaya Rachadawong, Ph.D.)

..... Member

(Assistant Professor Suraphong Wattanachira, D.Eng.)

..... Member

(Khemarath Osathaphan, Ph.D.)

ปทุมมาส ชิวหา : ผลกระทบของนิกเกิลและสังกะสีต่อการย่อยสลายของขยะในหลุมฝังกลบ (IMPACT OF NICKEL AND ZINC ON DEGRADATION OF ORGANIC WASTE) อ. ที่ปรึกษา: ดร. พิชญ รัชฎาวงศ์, 131 หน้า. ISBN 974-17-4450-1.

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลกระทบของนิกเกิลและสังกะสีต่อการย่อยสลายของขยะในหลุมฝังกลบ ในการศึกษานี้ได้มีการจัดสร้างถังหมักขยะในสภาพไร้อากาศในระดับห้องปฏิบัติการ แบบระบบหมักที่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะ จำนวน 2 ชุด ซึ่งจำลองสถาวะการณ์เช่นเดียวกับสภาพของหลุมฝังกลบจริง การทดลองเป็นการหมักไร้อากาศแบบ Batch Process ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง 195 วัน โดยควบคุมองค์ประกอบตั้งต้นของทั้งสองระบบให้เหมือนกัน ได้แก่ ปริมาณและองค์ประกอบของขยะและเชื้อที่ใช้เริ่มต้นระบบ ขยะวัตถุดิบที่ใช้เป็นขยะสดประเภทผักและผลไม้ หลังจากเกิดสภาวะของการสร้างกรด (Acidognic Formation) และสภาวะการผลิตก๊าซมีเทน (Methane Formation) ในถังหมักขยะถังที่ 1 และ 2 ตามลำดับ จะมีการใส่นิกเกิลและสังกะสีในถังหมักขยะโดยใช้ปริมาณของโลหะหนักที่ยอมรับตามเกณฑ์มาตรฐานของกฎหมายของประเทศตุรกี นอกจากนี้ได้มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะโดยแบ่งอัตราหมุนเวียนน้ำชะขยะออกเป็น 5 ช่วง ตามอัตราการหมุนเวียนน้ำชะขยะกลับ แตกต่างกันที่ 0%,5% ,7%,15% และ 25% ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า นิกเกิลและสังกะสีที่ใส่ในถังหมักขยะในช่วงของการสร้างกรด จะมีผลต่อการย่อยสลายของขยะในหลุมฝังกลบโดยใช้การวิเคราะห์ของน้ำชะขยะทั้ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณซีโอดี ค่าโออาร์พี รวมถึงปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนเป็นตัวบ่งชี้ นอกจากนี้ยังพบว่าเวลาที่โลหะหนักปรากฏในรูปสารละลายในถังที่ใส่นิกเกิลและสังกะสีในช่วงของการสร้างกรด มีความยาวนานมากกว่า ในถังหมักขยะที่ใส่โลหะหนักในสภาวะการผลิตก๊าซมีเทน เวลาเฉลี่ยที่โละหนักปรากฏในสารละลายในน้ำชะขยะของถังที่ใส่นิกเกิลและสังกะสีในช่วงของการสร้างกรด มีค่า 179 และ 140 ชั่วโมง ตามลำดับ และในถังหมักขยะที่มีการใส่โลหะหนักในสภาวะการผลิตก๊าซมีเทน มีค่าของ เวลาที่โลหะหนักปรากฏในสารละลายสำหรับนิกเกิลและสังกะสีคือ 71 และ 57 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าการใส่ขยะที่ปนเปื้อนโลหะหนักในช่วงของการสร้างกรด โลหะหนักจะสามารถละลายได้ดีและอยู่ได้นานในน้ำชะขยะและก่อให้เกิดความเป็นพิษได้มากกว่าการใส่ขยะที่ปนเปื้อนโลหะหนักในช่วงของการผลิตก๊าซมีเทน

สาขาวิชา....การจัดการสิ่งแวดล้อม..... ลายมือชื่อนิสิต.....ปทุมมาส ชิวหา.....

ปีการศึกษา.....2546..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4589438620: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: NICKEL/ZINC/DEGRADATION/STABILIZATION/LANDFILL
PATUMMART CHEWHA: IMPACT OF NICKEL AND ZINC ON DEGRADATION OF ORGANIC WASTE. THESIS ADVISOR: PICHAYA RACHADAWONG, Ph.D., 131 pp. ISBN 974-17-4450 -1.

The purpose of this research was to determine the impact of nickel and zinc on degradation of organic waste. This was accomplished by operating two laboratory-scale simulated landfill reactors with leachate recycle through both the acidogenic formation and methane fermentation phases of landfill stabilization.

The batch anaerobic digesters were operated for 195 days. Initial conditions, such as quantities and compositions of organic waste as well as of anaerobic seeded, were kept the same for both reactors. Input organic waste consisted of vegetable and fruit wastes. After the onset of the acidogenic and methanogenic conditions in each reactor, nickel and zinc were added according to the amounts suggested for co-disposal under the directives of the Turkish Hazardous Waste Control Regulations. The leachate recirculation ratio of this experiment studied was divided into five stages (0%, 5%, 7%, 15%, and 25% of total moisture in system). The results of the experiments indicated that impact of nickel and zinc was seen on landfill stabilization process as indicated by leachate and gas production parameters, especially ORP, COD, methane percentage, and methane gas production. Moreover, the retention times of soluble nickel and zinc added during acidogenic phase and methanogenic phase were 179, 140 hours, and 71 and 57 hours, respectively.

Heavy metal retention times and heavy metal effluent concentrations were compared. Nickel and zinc could stay in liquid phase for longer time and thus, remained toxic to microbial communities in the reactor that heavy metals were added during acidogenic phase. However, concentrations tended to decrease as a result of precipitation in either sulfide or carbonate form for both reactors.

Field of study Environmental Management Student's signature Patummart C
Academic year 2003 Advisor's signature

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my sincerely thank to Dr. Pichaya Rachadawong, my advisor, for his valuable suggestions, assistance, guidance and strong encouragement throughout this research. I would like to take this opportunity to thank Assistant Professor Dr. Sutha Khaodhiar, Chairman of the committee, Assistant Professor Dr. Suraphong Wattanachira, and Dr.Khemarath Osathaphan, member of thesis committee for valuable suggestions.

I also extend my sincere appreciation to the staffs and officers from National Research Center-Environmental and Hazardous Waste Management, Chulalongkorn University, for their companionship and their helps.

Special thanks are also made to all of student and staff of Environmental Research Institute of Chulalongkorn University, National Research Center-Environmental and Hazardous Waste Management, Mr. Krispol Jaijurak, Mr. Vorapot Kanokkantapong for their valuable suggestions and their assistance.

Most of all, gratitude thanks to my parents, my sister, my nephew for their love and inspiration throughout my thesis.

CONTENTS

Page

ABSTRACT (IN THAI)..... iv
ABSTRACT (IN ENGLISH)..... v
ACKNOWLEDGEMENT..... vi
CONTENTS..... vii
LIST OF TABLES..... xi
LIST OF FIGURES..... xii
LIST OF ABBREVIATIONS..... xiii

CHAPTER 1 INTRODUCTION
1.1 General..... 1
1.2 Objectives of the study..... 2
1.3 Scopes of the study..... 3

CHAPTER 2 LITERATURE REVIEWS
2.1 Backgrounds..... 4
2.2 Principals of Decomposition in Landfill..... 7
2.2.1 The Landfill as a biochemical reactor..... 9
2.3 Phase of Landfill Stabilization..... 12
2.4 Factors Affecting Landfill Stabilization..... 16
2.5 Indicator Parameters Descriptive of Landfill Stabilization..... 19
2.6 Leachate Generation..... 20
2.7 Characteristics of Leachate..... 21
2.7.1 Young Leachate..... 23
2.7.2 Old Leachate..... 24
2.8 Heavy Metals..... 25
2.8.1 Nickel Chemistry..... 26
2.8.2 Zinc Chemistry..... 26

CONTENTS (cont.)

Page

2.9 Heavy metals Removal..... 27

2.9.1 Nickel Removal..... 29

2.9.2 Zinc Removal..... 29

2.10 Related Study..... 30

CHAPTER 3 METHODOLOGY

3.1 Material and methods..... 35

3.1.1 Configuration of the simulated landfill reactors..... 35

3.1.2 Characteristics of waste matrix..... 38

3.1.3 Sludge Seeding..... 38

3.1.4 Leachate recirculation shift phase condition..... 40

3.1.5 Selected Heavy metals..... 41

3.1.6 Simulated landfill reactors operation..... 41

3.1.6.1 Moisture Applications and management..... 41

3.1.6.2 Operation..... 42

3.1.7 Sampling and Analytical Protocols..... 44

3.1.7.1 Gas Analysis..... 44

3.1.7.2 Leachate Analysis..... 44

3.1.7.3 Heavy Metals Analysis..... 45

3.1.8 The Simulated Landfill Reactors Disassembly..... 46

CHAPTER 4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Reactor Experiment..... 47

4.1.1 Solid Waste Composition..... 47

4.1.2 Temperature..... 48

CONTENTS (cont.)

Page

CHAPTER 4 RESULTS AND DISCUSSION

4.2 Leachate Analysis..... 48
4.2.1 pH..... 48
4.2.2 Chemical Oxygen Demand (COD)..... 51
4.2.3 Oxidation –Reduction Potential..... 52
4.2.4 Nutrient..... 54
4.2.4.1 Orthophosphate..... 54
4.2.4.2 Ammonia Nitrogen..... 55
4.2.5 Sulfides and Sulfates..... 56
4.2.6 Alkalinity..... 59
4.3 Gas Analysis..... 60
4.3.1 Gas Production..... 60
4.3.2 Methane Production..... 64
4.4 Leachate Recirculation..... 66
4.5 Heavy Metals Analysis..... 68

CHAPTER 5 CONCLUSION AND RECOMMENDATION

5.1 Conclusion..... 72
5.2 Recommendation..... 73

REFERENCES..... 75

APPENDICES
APPENDIX A Temperature during experiment..... 80
APPENDIX B Leachate analysis data from the simulated landfill reactors..... 83
APPENDIX C Gas analysis data from the simulated landfill reactors..... 92

CONTENTS (cont.)

	Page
APPENDIX D Digestion Procedure for Metal in Leachate by Ethos Sel Installation.....	100
APPENDIX E Volume of moisture in the simulated landfill reactors.....	103
APPENDIX F Nickel and Zinc concentrations in Acidogenic Phase and Methanogenic Phase.....	122
APPENDIX G Computation of water and heavy metal loading into reactors.....	128
BIOGRAPHY.....	131

LIST OF TABLES

Pages

2.1	Waste generation in Thailand in 2002.....	5
2.2	Waste composition in Thailand.....	6
2.3	Landfill leachate concentration ranges as a function of degree of landfill stabilization.....	22
2.4	Typical chemical concentrations in young landfill leachate.....	24
2.5	Typical chemical concentrations in older leachate	24
2.6	Nitrogen constituent concentrations for various sources.....	25
3.1	Solid waste composition.....	38
3.2	Analysis of the digested sludge added to all three simulated landfill reactors during seeding.....	39
3.3	Analysis of the digested sludge added to all three simulated landfill reactors during operation.....	39
3.4	Leachate recirculation phase shift condition for three simulated landfill reactors.....	40
3.5	Masses of the nickel and zinc loadings into the reactor.....	41
3.6	Methods and frequency of simulated landfill leachate parameters analysis.....	46
4.1	Initial leachate characteristics of three simulated landfill reactors	47

LIST OF FIGURES

Pages

2.1	Byproducts of solid waste decomposition.....	9
2.2	Five phases of landfill Stabilization.....	15
2.3	Solubilities of metal sulfides as a function of pH.....	28
3.1	Design and Operational features of the reactor with leachate recycle.....	37
4.1	Temperature of the simulated landfill reactors.....	48
4.2	pH of the simulated landfill reactors.....	50
4.3	Chemical Oxygen Demand of Leachate from simulated landfill reactors...	52
4.4	Oxidation-Reduction Potential of Leachate from simulated landfill reactors.....	53
4.5	Orthophosphate concentration of Leachate from simulated landfill reactors	55
4.6	NH_3-N concentration of Leachate from simulated landfill reactors.....	56
4.7	Sulfides concentration of Leachate from simulated landfill reactors.....	57
4.8	Sulfates concentration of Leachate from simulated landfill reactors.....	58
4.9	Alkalinity of Leachate from simulated landfill reactors.....	60
4.10	Daily gas Production.....	61
4.11	Cumulative Gas Production of simulated landfill reactors.....	63
4.12	Cumulative Methane Production of simulated landfill reactors.....	64
4.13	Methane Percentage of simulated landfill reactors.....	65
4.14	Leachate Recirculation Application on Day 152 to Day 195.....	66
4.15	Nickel and zinc concentration during Acidogenic Phase.....	68
4.16	Nickel and zinc concentration during Methanogenic Phase.....	69

LIST OF ABBREVIATIONS

MSW	=	Municipal Solid Waste
TDS	=	Total Dissolved Solid
RNA	=	Ribonucleic Acid
COD	=	Chemical Oxygen Demand
P	=	Phosphorous
N	=	Nitrogen
VOA	=	Volatile Organic Acids
ORP	=	Oxidation Reduction Protential
NH_3-N	=	Ammonia Nitrogen
Org-N	=	Organic Nitrogen
VOCs	=	Volatile Organic Compounds
BOD	=	Biological Oxygen Demand
PCD	=	Pollution Control Department
BMA	=	Bangkok Metropolitan