แนวทางในการหมุนเวียนน้ำชะขยะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายขยะอินทรีย์

นายกฤชพล ใจจงรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4407-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LEACHATE RECIRCULATION SHCEME FOR ENHANCING DEGRADATION OF ORGANIC WASTE

Mr. Krispol Jaijongrak

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 974-17-4407-2

Copyright of Chulalongkorn University

I21622012 10 ม.ค. 2549

Thesis Title	Leachate Recirculation Scheme for Enhancing Biodegradation of Organic Waste
By	Mr. Krispol Jaijongrak
Field of Study	Environmental Management
Thesis Advisor	Pichaya Rachdawong, 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

(Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.)

..... Thesis Advisor

(Pichaya Rachdawong, Ph.D.)

..... Member

(Khemarath Osathaphan, Ph.D.)

..... Member

(Assistant Professor Suraphong Wattanachira, D.Eng.)

กฤชพล ใจจงรักษ์ : แนวทางในการหมุนเวียนน้ำชะขยะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ (LEACHATE RECIRCULATION SCHEME FOR ENHANCING DEGRADATION OF ORGANIC WASTE). อ. ที่ปรึกษา : ดร. พิชญ รัชฎาวงศ์. 85 หน้า ISBN 974-17-4407-2.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา แนวทางในการหมุนเวียนน้ำชะจากขยะอินทรีย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายของระบบ มีการสร้างระบบถังย่อยสลายขยะจำลองขึ้นมาจำนวนสามระบบ โดยมีแนวทางในการหมุนเวียนน้ำชะขยะที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละระบบ โดยแบ่งออกเป็น 1. การหมุนเวียนโดยมีการกำหนดปริมาณของน้ำชะขยะที่แน่นอน 2. การหมุนเวียนโดยปรับไปตามปริมาณของก๊าซมีเทนและมวลของซีโอดี และ 3. การหมุนเวียนแบบน้ำชะขยะผ่านระบบเพียงครั้งเดียว

จากการทดลองพบว่าการย่อยสลายขยะโดยมีการหมุนเวียนน้ำชะขยะนั้นให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าระบบที่ไม่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะ โดยสามารถดูได้จาก ปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพ ปริมาณการผลิตก๊าซมีเทน และค่าตัวแปรของน้ำชะขยะต่างๆ เช่น ORP, pH, และ COD.

ในการเปรียบเทียบผลระหว่างระบบที่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะด้วยกันนั้น ปรากฏว่าระบบที่มีการหมุนเวียนโดยการกำหนดค่า มวลของ ซีโอดี และ ปริมาณการผลิตก๊าซมีเทน นั้นมี เปอร์เซ็นต์ของก๊าซมีเทนที่ต่ำกว่าในช่วงของการหมุนเวียนช่วงสุดท้าย อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์ที่ต่ำของระบบนี้ไม่ได้บ่งถึงการรบกวนการผลิตก๊าซมีเทน โดยดูได้จากปริมาณและอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสะสม ของระบบนี้ ซึ่งมีค่าสูงสุด เมื่อเทียบกับ อีกสองระบบที่เหลือ

จากผลของการผลิตก๊าซมีเทนที่สูงสุด ระบบการหมุนเวียนน้ำชะขยะ ที่ยึดหลักของ ปริมาณมวลซีโอดี และ ปริมาณการผลิตก๊าซมีเทน เป็นระบบที่แนะนำที่ควรนำไปทดสอบ ในหลุมฝังกลบขนาดเล็กและหลุมฝังกลบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจาก ระบบหมุนเวียนน้ำชะขยะ ที่ยึดหลักการนี้ มีความจำเป็นต้องหาค่า ปริมาณการผลิตก๊าซ เปอร์เซ็นต์ของก๊าซมีเทน และ ซีโอดี อย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้ ระบบนี้ ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้ กับหลุมฝังกลบขนาดใหญ่

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา 2546 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4589402020: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
KEY WORD: LEACHATE RECIRCULATION/ LANDFILL STABILIZATION/ ORGANIC WASTE STABILIZATION

KRISPOL JAIJONGRAK: LEACHATE RECIRCULATION SCHEME FOR ENHANCING DEGRADATION OF ORGANIC WASTE. THESIS ADVISOR: PICHAYA RACHDAWONG, Ph.D. 85pp. ISBN 974-17-4407-2.

The objectives of this research were to study the leachate recirculation scheme in bioreactor landfill to enhance gas production and reduce stabilization time for organic waste, which is the major element of waste in Thailand. Analysis of the results provides a basis for field application. Three lab scale bioreactor landfills were set up: 1) recycle reactor, based on leachate volume and percent methane at fixed step; 2) recycle reactor, based on COD mass and volume of methane in which the leachate volume was adjusted according to the reactor's output of yesterday, and 3) non recycle reactor.

The results from this research confirmed that the leachate recycling practice showed higher efficiency in landfill stabilization as reflected by gas production rate, methane production rate, percent methane, and leachate indicator parameters, for instance, pH, ORP, and COD.

When comparing two leachate recycle schemes, the reactor with recycle based on COD mass and volume of methane had lower percent methane at the final stage. However, it did not mean that the leachate recycle scheme inhibited methane gas production. Since the cumulative methane production from this scheme was higher than those of other reactors.

With the significantly high rate of methane gas production from leachate recycle scheme based on COD mass and volume of methane, this scheme is recommended for small-scale landfill and landfill with biogas production purpose. This leachate recirculation scheme required examining these parameters frequently; daily gas production, methane gas percentage, and COD. Therefore, the application of plan B scheme to large-scale landfill might not be justify.

Field of Study: Environmental Management Student's.....
Academic Year 2003 Advisor's.....

ACKNOWLEDGMENTS

First and foremost, the author wishes to express great appreciation to his advisor Dr. Pichaya Rachdawong for his valuable guidance, encouragement, patience throughout his graduate study. The author also wished to thank Dr. Sutha Khaodhiar, Chairman, Dr. Khemarath Osathapan, and Dr. Suraphong Wattanachira, member of the thesis committee for their interest in service as reading committee members.

The author would like to thank National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management laboratory staffs, Ramnaree Netvichian and Chantana Intim for the research support that they provided.

Sincere thanks are extended to Patummart Chewha, Pongsabutt Auychaiwatt, Darin Ruangrote, Paritta Rotwiroon, Prateep Suthiparinyanont, Hahn-ning Chou, Vorapot Kanokkangtapong, Bunyarit Panyapinyopol, Tanapon Penrut, Kullapa Soratana, Chalatip Ratasuk, Aweewan Mangmeechai, Vasuree Jiarsirikul, Aditsuda Jamroensan, and Rachasak Klayklung, for their continuing friendship as well as computer and laboratory assistance.

Special thank to Chompoo Aramthanapon whose love and support have made everything the author do possible.

This thesis is written in memory the author's mother, Bongkot Jaijongrak, and his grand mother, Tia Mui-Cheng, who passed away during the thesis process. Without their inspiration, love, and encouragement this research would not have happened. The author therefore dedicates this work to their memory.

CONTENTS

		Page
ABSTRACT (THAI)		iv
ABSTRACT (ENGLISH)		v
ACKNOWLEDGMENTS		vi
CONTENTS		vii
LIST OF FIGURES		ix
LIST OF TABLES		xi
LIST OF ABBREVIATIONS		xii
CHAPTER 1 INTRODUCTION		
	1.1 General	1
	1.2 Objectives of Study	2
	1.3 Scopes of Study	2
CHAPTER 2 LITERATURE REVIEW		
	2.1 Landfill Construction and Operation	4
	2.2 Landfill Stabilization Processes	5
	2.3 Compositions of Leachate	16
	2.4 Related Works	17
CHAPTER 3 METHODOLOGY		
	3.1 Examination the Input and Output from Previous works	20
	3.2 Leachate Recirculation Phase Shift Conditions	25
	3.3 Configurations of the Simulated Landfill Reactors	27
	3.4 The Simulated Landfill Reactors Loading	28
	3.5 The Simulated Landfill Operation	29
	3.6 Sludge Seeding Procedure	31
	3.7 Sampling and Analytical Protocols	32
CHAPTER 4 RESULTS AND DISCUSSION		
	4.1 Reactor Experiment	33
	4.2 Comparison of Leachate Recirculation Between Plan A and Plan B Reactor	45

CONTENTS (Cont.)

CHAPTER 5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

5.1 Conclusions..... 51

5.2 Recommendations..... 52

REFERENCES..... 53

APPENDICES

APPENDIX A..... 57

APPENDIX B..... 60

APPENDIX C..... 68

APPENDIX D..... 77

BIOGRAPHY..... 85

LIST OF FIGURES

		Page
2.1	Landfill Bioreactor.....	6
2.2	Schematic diagram of the patterns of carbon flow in anaerobic digestion.....	7
2.3	Pathways for Methane Fermentation of Complex Wastes.....	9
2.4	Changes in Selected Indicator Parameters During the Phases of Landfill Stabilization.....	10
3.1	Leachate Recycle, COD Mass, and volume of Methane (Turajane).....	21
3.2	Leachate Recycle, Daily Gas Production, and Percent Methane (Turajane).....	22
3.3	Leachate Recycle, COD Mass, and Volume of Methane (Šan and Onay).....	23
3.4	Leachate Recycle, Daily Gas Production, and Percent Methane (Šan and Onay).....	23
3.5	Leachate Recycle, COD Mass, and Volume of Methane (Rachdawong).....	24
3.6	Leachate Recycle, Daily Gas Production, and Percent Methane (Rachdawong).....	25
3.7	Configuration of the Simulated Landfill Reactor.....	28
4.1	Temperature during the Experiment.....	33
4.2	Cumulative Gas Production.....	34
4.3	Daily Gas Production.....	35
4.4	Methane Percentages.....	37
4.5	Cumulative Methane Production.....	38
4.6	pH of Leachate.....	39
4.7	Chemical Oxygen Demand of Leachate.....	41
4.8	Oxidation-Reduction Potential of Leachate.....	42
4.9	Ammonia Nitrogen of Leachate.....	44

LIST OF FIGURES (Cont.)

4.10	Orthophosphate of Leachate.....	45
4.11	Leachate Recycle Volume, Daily Methane Production, and COD laoding of Plan A Reactor.....	47
4.12	Leachate Recycle Volume, Daily Methane Production, and COD laoding of Plan B Reactor.....	48
4.13	COD mass over methane volume ratio.....	48
4.14	Leachate Recycle Volume.....	49
4.15	COD Leachate Recycle Loading.....	50

LIST OF TABLES

		Page
2.1	Typical data on the composition of leachate from new and mature landfills.....	16
3.1	Turajane (2001), San and Onay (2001), and Rachdawong (1994) Leachate Recirculation Phase Shift Conditions.....	26
3.2	Leachate Recirculation Phase Shift Conditions for Plan A.....	27
3.3	Leachate Recirculation Phase Shift Conditions for Plan B.....	27
3.4	Synthetic Solid Waste Composition.....	29
3.5	Leachate Recycle Operation of Plan A Reactor.....	30
3.6	Leachate Recycle Operation of Plan A Reactor.....	31
3.7	Analysis of the digested sludge supernatant added to simulated landfill reactors during loading.....	31
3.8	Analysis of the digested sludge supernatant added to simulated landfill reactors during operation.....	32
3.9	Method and Frequency of Simulated Landfill Leachate and Gas Parameters Analyses.....	32

LIST OF ABBREVIATIONS

BOD	- Biochemical Oxygen Demand
COD	- Chemical Oxygen Demand
DI	- Deionized
DNA	- Deoxyribonucleic Acid
GC	- Gas Chromatography
MSW	- Municipal Solid Waste
ORP	- Oxidation Reduction Potential
PVC	- Polyvinyl Chloride
RNA	- Ribonucleic Acid
TCD	- Thermal Conductivity Detector
TOC	- Total Organic Carbon
VOA	- Volatile Organic Acids