

แนวทางในการหมุนเวียนน้ำชะขยะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายขยะอินทรีย์



นายกฤษพล ใจจรรย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4407-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LEACHATE RECIRCULATION SCHEME 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

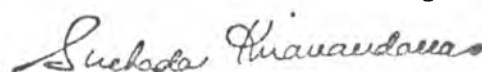
๕๒๑๖๒๒๐/๒

10 W.A. 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

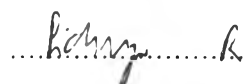


..... Dean of the Graduate School  
(Professor Suchada Kiranandana, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE



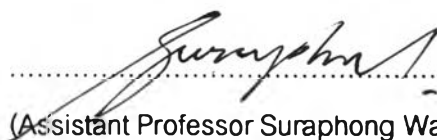
..... Chairman  
(Assistant Professor Sutha Khaodhiar, Ph.D.)



..... Thesis Advisor  
(Pichaya Rachdawong, Ph.D.)



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



..... Member  
(Assistant Professor Suraphong Wattanachira, D.Eng.)

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

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา แนวทางในการหมุนเวียนน้ำชะจากขยะอินทรีย์ เพื่อเพิ่ม  
 ประสิทธิภาพในการย่อยสลายของระบบ มีการสร้างระบบดั่งย่อยสลายขยะจำลองขึ้นมาจำนวนสามระบบ  
 โดยมีแนวทางในการหมุนเวียนน้ำชะขยะที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละระบบ  
 โดยแบ่งออกเป็น 1. การหมุนเวียนโดยมีการกำหนดคปริมาณของน้ำชะขยะที่แน่นอน 2. การหมุนเวียนโดย  
 ปรับไปตามปริมาณของก๊าซมีเทนและมวลของซีไอดี และ 3. การหมุนเวียนแบบน้ำชะขยะผ่านระบบเพียง  
 ครั้งเดียว

จากการทดลองพบว่าการย่อยสลายขยะ โดยมีการหมุนเวียนน้ำชะขะนั้นให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า  
 ระบบที่ไม่มีหมุนเวียนน้ำชะขยะ โดยสามารถดูได้จาก ปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพ ปริมาณการผลิต  
 ก๊าซมีเทน และค่าตัวแปรของน้ำชะขยะต่างๆ เช่น ORP, pH, และ COD.

ในการเปรียบเทียบผลระหว่างระบบที่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะด้วยกันนั้น ปรากฏว่าระบบที่มี  
 การหมุนเวียนโดยการกำหนดค่า มวลของ ซีไอดี และ ปริมาณการผลิตก๊าซมีเทน นั้นมี เเปอร์เซ็นต์ของ  
 ก๊าซมีเทนที่ต่ำกว่าในช่วงของการหมุนเวียนช่วงสุดท้าย อย่างไรก็ตาม เเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำของระบบนี้ไม่ได้บ่ง  
 ถึงการรบกวนการผลิตก๊าซมีเทน โดยดูได้จากปริมาณและอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสะสม ของระบบนี้ ซึ่ง  
 มีค่าสูงสุด เมื่อเทียบกับ อีกสองระบบที่เหลือ

จากผลของการผลิตก๊าซมีเทนที่สูงสุด ระบบการหมุนเวียนน้ำชะขยะ ที่ยึดหลักของ ปริมาณมวล  
 ซีไอดี และ ปริมาณการผลิตก๊าซมีเทน เป็นระบบที่แนะนำที่ควรนำไปทดสอบ ในหลุมฝังกลบขนาดเล็ก  
 และหลุมฝังกลบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจาก ระบบหมุนเวียนน้ำชะขยะ ที่ยึด  
 หลักการนี้ มีความจำเป็นต้องหาค่า ปริมาณการผลิตก๊าซ เเปอร์เซ็นต์ของก๊าซมีเทน และ ซีไอดี อย่าง  
 สม่ำเสมอ จึงทำให้ ระบบนี้ ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้ กับหลุมฝังกลบขนาดใหญ่

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม  
 ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิสิต.....*Kriyapich Ratchawong*.....  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*Pichay R.*.....

# # 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  
Academic Year 2003

Student's *Krispol Jaijongrak*.....  
Advisor's *Pichaya Rachdawong*.....

## 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 Rotwiroom, Prateep Suthiparinyanont, Hahn-ning Chou, Vorapot Kanokkangtapong, Bunyarit Panyapinyopol, Tanapon Penrut, Kullapa Soratana, Chalatif 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

|  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| <b>ABSTRACT (THAI)</b> .....   | iv          |
| <b>ABSTRACT (ENGLISH)</b> .....  | v           |
| <b>ACKNOWLEDGMENTS</b> .....   | vi          |
| <b>CONTENTS</b> .....  | vii         |
| <b>LIST OF FIGURES</b> .....   | ix          |
| <b>LIST OF TABLES</b> .....  | xi          |
| <b>LIST OF ABBREVIATIONS</b> .....   | xii         |
| <br>   |             |
| <b>CHAPTER 1 INTRODUCTION</b>  |             |
| 1.1 General.....   | 1           |
| 1.2 Objectives of Study.....   | 2           |
| 1.3 Scopes of Study.....   | 2           |
| <br>   |             |
| <b>CHAPTER 2 LITERATURE REVIEW</b>   |             |
| 2.1 Landfill Construction and Operation.....                                       | 4           |
| 2.2 Landfill Stabilization Processes.....  | 5           |
| 2.3 Compositions of Leachate.....  | 16          |
| 2.4 Related Works.....   | 17          |
| <br>   |             |
| <b>CHAPTER 3 METHODOLOGY</b>   |             |
| 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          |
| <br>   |             |
| <b>CHAPTER 4 RESULTS AND DISCUSSION</b>  |             |
| 4.1 Reactor Experiment.....  | 33          |
| 4.2 Comparison of Leachate Recirculation Between Plan A<br>and Plan B Reactor..... | 45          |

**CONTENTS (Cont.)**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CHAPTER 5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS</b> |           |
| 5.1 Conclusions.....                             | 51        |
| 5.2 Recommendations.....                         | 52        |
| <b>REFERENCES.....</b>                           | <b>53</b> |
| <b>APPENDICES</b>                                |           |
| APPENDIX A.....                                  | 57        |
| APPENDIX B.....                                  | 60        |
| APPENDIX C.....                                  | 68        |
| APPENDIX D.....                                  | 77        |
| <b>BIOGRAPHY.....</b>                            | <b>85</b> |



## LIST OF FIGURES

|     |   | <b>Page</b> |
|-----|---|-------------|
| 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 (San and Onay).....                     | 23          |
| 3.4 | Leachate Recycle, Daily Gas Production, and Percent Methane (San 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<br>loading of Plan A Reactor..... | 47 |
| 4.12 | Leachate Recycle Volume, Daily Methane Production, and COD<br>loading 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

|     |  | <b>Page</b> |
|-----|--|-------------|
| 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        |