

การนำบัตรนำชะมูลฝอยแบบโคเมตาบอคิดด้วยระบบยูเอเอสบี



นาย เบกพล ก้านสังวร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-334-614-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

200 ลิ.ศ. 2542

I 19278500

COMETABOLIC TREATMENT OF LANDFILL LEACHATE BY UASB SYSTEM

Mr. Bekpon Kansangworn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering

Department of Environmental Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University


Academic Year 1999

ISBN 974-334-614-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การบำบัดน้ำชะมูลฝอยแบบโคเมตาบอลิซึ่ด้วยระบบยูเอเอสบี  
โดย                              นาย เบกพล ก้านสังวร  
ภาควิชา                        วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
อาจารย์ที่ปรึกษา            ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวลิต รัตนธรรมสกุล

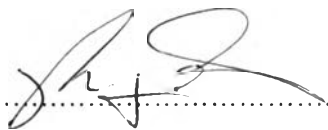
---


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
( ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ สุวี ชาวเขียว )

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวลิต รัตนธรรมสกุล )

  
..... กรรมการ  
( ศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ )

เบกพล ก้านสังวร : การบำบัดน้ำชะมูลฝอยแบบโคเมตาบอลิซึมด้วยระบบยูเอเอสบี

(Cometabolic Treatment of Landfill Leachate by UASB System)

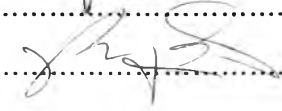
อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล ; 135 หน้า. ISBN 974-334-614-7

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการบำบัดน้ำชะมูลฝอยแบบโคเมตาบอลิซึมด้วยระบบยูเอเอสบี โดยใช้น้ำตาลเป็นสารอาหารร่วม และใช้ถังปฏิกรณ์แบบยูเอเอสบีขนาดโต๊ะการทดลองที่มีปริมาตร 2.5 ลิตร น้ำชะมูลฝอยนำมาจากสถานฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี และนำมาเจือจางด้วยน้ำประปาให้ได้ความเข้มข้นซีโอดีประมาณ 500 มก./ล. และได้ความเข้มข้นเท่ากับ 79.7 - 81.1 เอสยู การทดลองสามารถแบ่งได้เป็น 5 ชุดการทดลองโดยแปรเปลี่ยนอัตราส่วนซีโอดีของน้ำชะมูลฝอยต่อซีโอดีของน้ำตาลเป็น 5 ค่า ดังนี้คือ 1:0(ชุดควบคุม) 1:1 1:2 1:3 และ 1:4 โดยมีค่าซีโอดีของน้ำชะมูลฝอยที่ได้จากการเจือจางเท่ากับ 500 มก./ล. ดังนั้นในชุดการทดลองที่มีอัตราส่วนซีโอดีของน้ำชะมูลฝอยต่อซีโอดีของน้ำตาลเป็น 1:1 1:2 1:3 และ 1:4 ต้องเติมซีโอดีในรูปน้ำตาลในปริมาณ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มก./ล. ตามลำดับ เวลาพักพักเซลล์ศาสตร์ของทุกชุดการทดลองกำหนดให้เท่ากันคือ 1 วัน

จากการทดลองพบว่า การทดลองชุดควบคุม (ไม่เติมน้ำตาล) สามารถกำจัดซีโอดีได้เพียง 40 - 50 มก./ล. ซึ่งมีซีโอดีของน้ำออกประมาณ 442 - 445 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับร้อยละ 10 - 11 และมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับร้อยละ 1.9 - 2.0 ส่วนชุดการทดลองที่มีอัตราส่วนซีโอดีของน้ำชะมูลฝอยต่อซีโอดีของน้ำตาลเป็น 1:1 1:2 1:3 และ 1:4 มีซีโอดีของน้ำออกเท่ากับ 459 462 559 และ 591 คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับร้อยละ 55 70 71 และ 77 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับร้อยละ 2.98 4.01 4.81 และ 6.88 ตามลำดับ

สรุปได้ว่าการใช้โคเมตาบอลิซึมในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยใช้น้ำตาลเป็นสารอาหารร่วมที่ความเข้มข้นซีโอดี 500 - 2,000 มก./ล. ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของน้ำชะมูลฝอยอย่างได้ผล ส่วนการกำจัดซีโอดีขึ้นน้อยมากจนไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้คาดว่าสารอินทรีย์ที่ย่อยง่ายในน้ำชะมูลฝอยถูกย่อยสลายไปแล้วเพราะในหลุมฝังกลบมูลฝอยชุมชนที่มีสารอินทรีย์หลากหลายและมีอายุมากกว่า 13 ปี ย่อมจะเกิดโคเมตาบอลิซึมในสภาพไร้อากาศ จนกระทั่งน้ำชะมูลฝอยเหลือแต่สารย่อยยากเกือบทั้งหมดซึ่งหมายความว่าน้ำชะมูลฝอยเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้ว

ภาควิชา ..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ..... ลายมือชื่อนิสิต ..... 

สาขาวิชา ..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... 

ปีการศึกษา ..... 2542 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

# # 3970918321 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEY WORD: COMETABOLISM /LEACHATE /ANAEROBIC TREATMENT /UASB

BEKPON KANSANGWORN : COMETABOLIC TREATMENT OF LANDFILL

LEACHATE BY UASB SYSTEM. THESIS ADVISOR : ASSIST.PROF.CHAVALIT  
RATANATAMSKUL. Ph.D. 135 pp. ISBN 974-334-614-7

This research investigated the cometabolic treatment of landfill leachate by using sugar for as a cosubstrate in UASB system. The three bench scales of UASB reactors had the same volume of 2.5 l. The landfill leachate was brought from Sainoi, Nontaburi municipal landfill and was diluted by tap water to be 500 mg/l of COD concentration. Then, the colouration of the wastewater was found to be about 79.7 – 81.1 SU.

There were 5 sets of the experiment. The ratios of landfill leachate COD:sugar COD were varied to 1:0(controlling set), 1:1, 1:2, 1:3 and 1:4, in this study. The diluted landfill leachate COD was about 500 mg/l. And the concentrations of added sugar COD were at 500, 1000, 1500, and 2000 mg/l, respectively. And the HRT in every set was kept to be 1 day.

From the experiments, it was found that 40-50 mg/l of COD in controlling set were removed. Therefore, its COD removal and the decolourisation efficiencies were 10-11% and 1.9-2.1%, respectively. In the other 4 sets, the COD effluents were 459, 462, 559 and 551 mg/l respectively. Its COD removal efficiencies were 55, 70, 71 and 77% ,and the decolourisation efficiencies were 2.98, 4.01, 4.81 and 6.88 respectively.

In conclusion, since the main composition of old landfill leachate was refractory substances, which are difficult to be biodegraded, and a long anaerobic decomposition time was already occurred in the municipal landfill, the cometabolism concept was not successful in this case. Then only refractory substance remained until the steady state. As a result, when using sugar having 4 times COD to landfill leachate as cosubstrate, it was found that COD removal and the decolourisation did not occur significantly. And the finding can confirm the hypothesis above well.

ภาควิชา ..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ..... ลายมือชื่อนิติด ..... 62กกวอ .....  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ปีการศึกษา ..... 2542 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มันสิน ตันกุลเวศม์ ที่กรุณาให้หัวข้องานวิจัย แนวคิดวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และเอื้อเพื่อเชิญเอกสารที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่คอยตรวจสอบ และให้คำแนะนำที่ดีซึ่ง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาค วิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนถ่ายทอดความรู้ ทางวิชาการต่างๆ ผู้วิจัย

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมูลนิธิชิน โสภณพนิชที่ให้ทุนอุดหนุนในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทั้งรุ่นพี่ รุ่นน้อง ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอย่างสม่ำเสมอ

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอ ออบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้คำสั่งสอน กำลังใจ และความสนับสนุนด้านการเงิน และสนับสนุนผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญรูป .....	ฎ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
1.1 บทนำ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย .....	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวความคิด</b> .....	<b>4</b>
2.1 น้ำชะมูลฝอย .....	4
2.1.1 แหล่งกำเนิดของน้ำชะมูลฝอย .....	5
2.1.2 ลักษณะของน้ำชะมูลฝอย .....	6
2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย .....	12
2.2 การบำบัดน้ำชะมูลฝอย .....	15
2.3 การบำบัดน้ำเสียที่ย่อยยากและเป็นพิษ .....	19
2.3.1 ลักษณะของน้ำเสียที่ย่อยยากและเป็นพิษ .....	19
2.3.2 การบำบัดด้วยโคเมตาบอลิสม .....	20
2.3.3 บทบาทของสารอาหารในโคเมตาบอลิสม .....	21
2.3.3.1 บทบาทของสารอาหารทุติยภูมิ .....	21
2.3.3.2 บทบาทของสารอาหารปฐมภูมิ .....	23
2.3.3.3 การยับยั้งแบบแข่งขันของสารอาหารในโคเมตาบอลิสม .....	25
2.3.4 ชนิดและปริมาณสารอาหารปฐมภูมิที่ต้องการในโคเมตาบอลิสม .....	27

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบยูเอเอสบี .....	29
2.4.1 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน .....	29
2.4.2 ที่มาของระบบยูเอเอสบี .....	31
2.4.3 ลักษณะของระบบยูเอเอสบี .....	32
2.4.4 ข้อดีและข้อเสียของระบบยูเอเอสบี .....	33
2.5 การศึกษาที่ผ่านมา .....	34
2.5.1 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีเคมี .....	34
2.5.2 การบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยระบบใช้ออกซิเจน .....	35
2.5.3 การบำบัดน้ำชะมูลฝอยด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน .....	36
<b>บทที่ 3 การวางแผนการวิจัย .....</b>	<b>40</b>
3.1 แผนการทดลอง .....	40
3.2 การเตรียมน้ำเสีย .....	41
3.2.1 น้ำชะมูลฝอย .....	41
3.2.2 การเตรียมน้ำเสียสำหรับการทดลอง .....	42
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง .....	43
3.4 การเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ .....	44
3.4.1 จุดเก็บตัวอย่าง .....	44
3.4.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง .....	46
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ .....</b>	<b>47</b>
4.1 การดำเนินการทดลอง .....	47
4.1.1 ลักษณะสมบัติของน้ำชะมูลฝอยที่ใช้ในการทดลอง .....	49
4.2 ผลการทดลองและการวิจารณ์ .....	50
4.2.1 ซีไอดีและประสิทธิภาพการกำจัด .....	51
4.2.2 สีและประสิทธิภาพการกำจัด .....	55
4.2.3 ปริมาณก๊าซทั้งหมด .....	59



**สารบัญ(ต่อ)**

	หน้า
4.2.4 ของแข็งแขวนลอย .....	63
4.2.5 พีเอส .....	65
4.2.6 สภาพต่างทั้งหมด .....	67
4.2.7 ไออาร์พี .....	72
4.2.8 อุณหภูมิ .....	74
4.3 สมดุลซีไอดีในระบบ .....	76
4.4 แบบจำลองทำนายการเปลี่ยนแปลงมวลสารในระบบ .....	79
4.4.1 สมมติฐานเบื้องต้น .....	79
4.4.2 การสร้างสมการแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงมวลสารในระบบ .....	79
4.4.3 ตัวอย่างการคำนวณ .....	90
4.5 กระบวนการโคเมตาบอลิซึมในหลุมฝังกลบมูลฝอยและในถังยูเอเอสบี .....	95
4.4.1 สภาพในหลุมฝังกลบขยะ .....	95
4.4.2 สภาพในถังยูเอเอสบี .....	96
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>97</b>
5.1 สรุปผลการทดลอง .....	97
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	97
<b>รายการอ้างอิง .....</b>	<b>98</b>
<b>ภาคผนวก .....</b>	<b>103</b>
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ซีไอดีตลอดการทดลอง .....	104
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นซีไอดีตลอดการทดลอง .....	108
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์พีเอสตลอดการทดลอง .....	112
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์สภาพต่างทั้งหมดตลอดการทดลอง .....	117
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิตลอดการทดลอง .....	120
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยตลอดการทดลอง .....	126
ภาคผนวก ช ผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซตลอดการทดลอง .....	129
ภาคผนวก ซ ผลการวิเคราะห์ไออาร์พีตลอดการทดลอง .....	134

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะน้ำเสียจากสถานที่ฝังกลบใหม่และเก่า .....	8
2.2 ปริมาณโลหะหนักในน้ำชะมูลฝอย .....	9
2.3 ลักษณะสมบัติของน้ำชะมูลฝอยที่สถานกำจัดขยะอ่อนนุชในปี พ.ศ.2530 .....	11
2.4 ลักษณะสมบัติของน้ำชะมูลฝอยที่สถานกำจัดขยะอ่อนนุชในปี พ.ศ.2535 .....	10
2.5 ลักษณะสมบัติของน้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบขยะลาดกระบังเดือนพฤศจิกายน 2542..	13
2.6 กระบวนการต่างๆที่ใช้ในการบำบัดน้ำชะมูลฝอย .....	16
2.7 ปริมาณสารอาหารปฐมภูมิที่ต้องการในการสลาย TCE .....	28
3.1 แผนการทดลอง .....	41
3.2 ส่วนประกอบน้ำเสีย .....	42
3.3 ลักษณะของถังยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลอง .....	43
3.4 แผนการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ .....	46
4.1 ระยะเวลาการทำวิจัย .....	48
4.2 สรุปลำดับการทดลอง .....	48
4.3 ลักษณะสมบัติของน้ำชะมูลฝอยที่สถานฝังกลบอำเภอไทรน้อยจังหวัดนนทบุรี .....	50
4.4 ค่าเฉลี่ยซีโอดีที่สภาวะคงตัวของทุกชุดการทดลอง .....	52
4.5 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นที่สภาวะคงตัวของทุกชุดการทดลอง .....	56
4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซที่สภาวะคงตัวของทุกชุดการทดลอง .....	61
4.7 ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยที่สภาวะคงตัวของทุกชุดการทดลอง .....	64
4.8 ค่าเฉลี่ยพีเอชที่สภาวะคงตัวของทุกชุดการทดลอง .....	67
4.9 ค่าเฉลี่ยสภาพต่างทั้งหมดที่สภาวะคงตัวของทุกชุดการทดลอง .....	69
4.10 ค่าเฉลี่ยไออาร์พีน้ำออกที่สภาวะคงตัวของทุกชุดการทดลอง .....	73
4.11 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำออกที่สภาวะคงตัวของทุกชุดการทดลอง .....	75
4.12 ค่าคงที่ $K_n$ ของก๊าซต่างๆ .....	84
4.13 เปรียบเทียบผลการทดลองกับผลที่ได้จากแบบจำลอง .....	94

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การเกิดและการแพร่กระจายน้ำชะมูลฝอย .....	6
2.2 ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของ BOD/COD, COD/TOC, VS/FS, และ pH ของ น้ำชะมูลฝอยกับอายุของสถานที่ฝังกลบ .....	13
2.3 ตัวอย่างกระบวนการบำบัดน้ำชะมูลฝอย .....	17
2.4 เปรียบเทียบสมการของ Monod กับสมการของ Haldane .....	22
2.5 โคเมตาบอลิซึมของ <i>o</i> -xylene .....	24
3.1 การติดตั้งระบบยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลอง .....	44
3.2 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง .....	45
4.1 ค่าซีไอดีตลอดการทดลองและประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดี.....	54
4.2 ซีไอดีและประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีในแต่ละชุดการทดลอง.....	55
4.3 ค่าความเข้มข้นและประสิทธิภาพการกำจัดสี.....	57
4.4 ความเข้มข้นและประสิทธิภาพการกำจัดสีในแต่ละชุดการทดลอง.....	59
4.5 ปริมาณก๊าซทั้งหมดตลอดการทดลอง .....	61
4.6 ปริมาณก๊าซทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลอง .....	62
4.7 ของแข็งแขวนลอยตลอดการทดลอง .....	64
4.8 ของแข็งแขวนลอยในแต่ละชุดการทดลอง .....	65
4.9 พีเอชตลอดการทดลอง.....	66
4.10 พีเอชของน้ำออกในแต่ละการทดลอง .....	67
4.11 สภาพต่างตลอดการทดลอง .....	69
4.12 สภาพต่างในแต่ละการทดลอง .....	70
4.13 ไออาร์พีตลอดการทดลอง .....	74
4.14 อุณหภูมิตลอดการทดลอง .....	74
4.15 ก๊าซในสถานะต่างๆเหนือในระบบ ปิด .....	83