การบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำโดยระบบยูเอเอสบี

นายพีรพงษ์ ทิพยาทร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-173-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012584

I10293851

LOW-STRENGTH WASTEWATER TREATMENT BY THE UASB SYSTEM

Mr. Pirapong Tippayatorn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-568-173-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำโดยระบบยูเอเอสบี
โดย	นายพีรพงษ์ ทิพยาทร
ภาควิชา	วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สายพานิช

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สายพานิช)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ กรอต)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวี จิตไมตรี)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำโดยระบบยูเอเอสบี

ชื่อ นายพีรพงษ์ ทิพยาทร

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สายพานิช

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา 2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ และพีเอชสูงด้วยระบบยูเอเอสบี โดยใช้น้ำเสียของโรงงานผลิตเครื่องดื่มลำเร็จรูปจากน้ำนมถั่วเหลือง และเครื่องดื่มอัดลมอื่น ๆ การศึกษาได้กระทำขึ้นสองชุด โดยชุดที่ 1 เป็นการทดลองโดยไม่ใช้ถังสร้างกรด มี 4 การทดลอง ด้วยอัตราสูบน้ำเสียเข้า 89,106,212 และ 318 ลิตรต่อวันตามลำดับ ส่วนการทดลองที่ 2 ได้เพิ่มชุดถังสร้างกรด มี 5 การทดลอง ที่อัตราสูบน้ำเสีย เพื่อให้ได้เวลากักเก็บน้ำ 48,24,15.9,8 และ 4 ชม. ตามลำดับ

ในการทดลองชุดที่ 1 น้ำเสียมีความเข้มข้นซีโอดีเฉลี่ย 923.38,1011,1050 และ 1260.5 มก./ล. ตามลำดับ คิดเป็นค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 0.775,1.011,2.101 และ 3.782 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน สามารถกำจัดซีโอดีทั้งหมดได้ร้อยละ 94.07,88.65,71.18 และ 56.8 มีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นวันละ 15.88,15.54,11.28,0 ลิตร มีก๊าซมีเทนประมาณร้อยละ 90 ส่วนการทดลองชุดที่ 2 มีค่าซีโอดีทั้งหมดเฉลี่ย 851.1,979.5,980.6,1209.1 และ 797 มก./ล. ตามลำดับ และมีค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 0.426,0.979,1.569,3.625 และ 4.782 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ให้ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีร้อยละ 92.67,94.97,90.46,93.75 และ 89.98

น้ำเสียที่ใช้ทดลองค่อนข้างเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ เนื่องจากยาฆ่าเชื้อและน้ำยาช่วยทำความสะอาดขวด การใช้ถังสร้างกรดและบ่อพักจะช่วยลดปัญหาได้ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำโดยระบบยูเอเอสบีนี้ มีความเป็นไปได้สูง.

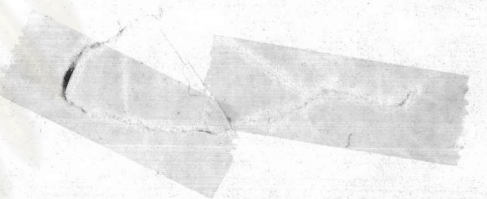
Thesis Title	Low-Strength Wastewater Treatment by The UASB System
Name	Mr. Pirapong Tippayatorn
Thesis Advisor	Associate Professor Surapol Saipanich, Ph.D.
Department	Sanitary Engineering
Academic Year	1986.

Abstract

This research was a feasibility study of an upflow anaerobic sludge blanket (UASB) process treating low-strength waste-water from the soy-bean food drink and carbonated drink bottling and processing plant. The study was set in two stages; the first stage was conducted in four experiments without an acid-forming tank studied on four flowrates; namely, 89, 106, 212 and 318 litres/day. The second stage had 5 sets of experiments and was studied on the effect of 5 HRTS; 48, 24, 15.9, 8 and 4 hrs, with acid-forming tank prior to the reactor.

In the first stage study and at the operating condition of 923.38, 1011, 1050 and 1260.5 mg/l influent COD, the following organic loading of 0.775, 1.011 2.101 and 3.782 kg. COD/m^3.d. and as well as the COD removal efficiency of 94.07, 88.65, 71.18 and 56.8 % the biogas production of 15.88, 15.54, 11.28 litres/day, approximately 90 % of methane gas, were achieved. For the second stage, the influent COD was 851.1, 979.5, 980.6, 1209.1 and 797 mg/l corresponding to organic loading of 0.426, 0.979, 1.569, 3.625 and 4.782 kg.COD/m^3.day and the COD removal efficiency of 92.67, 94.97, 90.46, 93.75 and 89.98 %

The wastewater from this industry was, due to biocide and rinsing compounds, rather toxic to the methane forming bacteria. Equalization of wastewater and pre-acidifying in a holding tank could reduce the problem. It was concluded that the UASB system could efficiently treat low-strength wastewater.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สายพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยเป็นอย่างสูง ซึ่งได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางในการวิจัย และช่วยจัดหาอุปกรณ์ในการวิจัยให้

ขอขอบพระคุณ บริษัทกรีนสปอต (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งได้กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัย Mr. C.C. CHEUNG กรรมการผู้จัดการบริษัทฯ คุณวิฑูร ยงค์ธีระพันธ์ ผู้จัดการโรงงาน และคุณสุพยพงศ์ สายะบวร หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และพนักงานทุกท่านของบริษัทกรีนสปอต (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดลองนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต กรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวี ลิตไมตรี ที่ได้แก้ไขและให้ข้อเสนอแนะวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยมาก

ท้ายสุดขอขอบคุณ คุณดวงพร สว่างศิลป์ ที่ได้ช่วยจัดทำแผ่นภาพ และที่สำคัญที่สุด คือ ภรรยาที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนด้วยดีตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สายพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยเป็นอย่างสูง ซึ่งได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางในการวิจัย และช่วยจัดหาอุปกรณ์ในการวิจัยให้

ขอขอบพระคุณ บริษัทกรีนสปอต (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งได้กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัย Mr. C.C. CHEUNG กรรมการผู้จัดการบริษัทฯ คุณวิฑูร ยงค์ธีระพันธ์ ผู้จัดการโรงงาน และคุณนุษยพงศ์ สายะบวร หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และพนักงานทุกท่านของบริษัทกรีนสปอต (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดลองนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต กรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทวี ศิตไมตรี ที่ได้แก้ไขและให้ข้อเสนอแนะวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยมาก

ท้ายสุดขอขอบคุณ คุณดวงพร สว่างศิลป์ ที่ได้ช่วยจัดทำแผ่นภาพ และที่สำคัญที่สุด คือ ภรรยาที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนด้วยดีตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญเรื่อง ..... ซ

บัญชีตาราง ..... ฌ

บัญชีรูป ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

2 ทฤษฎีและแนวความคิด 3

2.1 จุลชีววิทยาและชีวเคมีของการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนอิสระ 3

2.1.1 ขั้นตอนการสร้างกรด 3

2.1.2 ขั้นตอนการสร้างมีเทน 8

2.2 กระบวนการขั้นตะกอนจุลินทรีย์ไร้อากาศแบบไหลขึ้น 12

2.2.1 แนวความคิดของกระบวนการ 12

2.2.2 ลักษณะและการทำงานของกระบวนการยูเอเอสบี 12

2.3 พารามิเตอร์ที่มีผลต่อการทำงานของระบบยูเอเอสบี 15

2.3.1 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมจุลินทรีย์ 15

2.3.1.1 อุณหภูมิ 15

2.3.1.2 พีเอช 17

2.3.1.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง 17

2.3.1.4 อาหารเสริม 17

2.3.1.5 สารพิษ 19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

2.3.2 พารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน..... 21

2.3.2.1 การรักษาปริมาณจุลินทรีย์ไว้ให้สูงสุด..... 21

2.3.2.2 การกระจายน้ำเสียเข้าอย่างทั่วถึง..... 21

2.3.2.3 การควบคุมภาระบรรทุกขาเข้า..... 21

2.3.2.4 การรักษาสภาพ Bed-blanket ไว้ให้ได้..... 21

2.4 ผลงานวิจัยระบบยูเอเอสบีที่ผ่านมา..... 22

3. แผนการวิจัย..... 25

3.1 เครื่องมือทดลอง..... 25

3.2 แผนการทดลอง..... 30

3.3 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์..... 31

3.4 วิธีการวิเคราะห์..... 32

4. การรายงานผลการทดลองและวิจารณ์..... 33

4.1 ที่มาของจุลินทรีย์และการเลี้ยง..... 33

4.2 ผลการทดลองและวิจารณ์การทดลองชุดที่ 1..... 35

4.2.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย..... 35

4.2.2 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดี..... 36

4.2.3 การผลิตก๊าซชีวภาพ..... 36

4.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอช แอลคาไลนิตี และ VFA.... 37

4.2.5 สรุปการทดลองชุดที่ 1..... 37

4.3 ผลการทดลองและวิจารณ์การทดลองชุดที่ 2..... 42

4.3.1 การเตรียมจุลินทรีย์..... 42

4.3.2 ประสิทธิภาพในการลดซีโอดี..... 42

4.3.3 ประสิทธิภาพในการลด ss..... 44

4.3.4 ความเปลี่ยนแปลงพีเอช แอลคาไลนิตี และ VFA..... 50

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่	4.3.5 การผลิตก๊าซชีวภาพ	51
	4.3.6 การปรับตัวของจุลินทรีย์ให้เป็น Bed Blanket	52
	4.3.7 ปัญหาสารพิษในน้ำเสียและการแก้ไข	52
5.	ความสำคัญทางวิศวกรรม	66
	5.1 ประสิทธิภาพในการบำบัด	66
	5.2 ข้อดีของระบบต่อการบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ	66
	5.3 ข้อเสียของระบบยูเอเอสบี	67
	5.4 การออกแบบใช้งานจริง	67
	5.5 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่คาดว่าจะได้	68
6.	สรุปผลการทดลอง	69
เอกสารอ้างอิง		71
ภาคผนวก ข้อมูลของการทดลอง		77
ประวัติผู้เขียน		84

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญชีตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงชนิดของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดจากชนิดของอาหารต่าง ๆ 7

2.2 จำแนกแบคทีเรียสร้างมีเทน 8

2.3 แสดงค่า μ max และ K_s กลุ่มแบคทีเรียที่อุณหภูมิสูง 16

2.4 ปริมาณ NH_3-N ที่มีผลต่อระบบบำบัดแบบไร้อากาศ (Mc Carty 1964) ... 19

2.5 แสดงความเป็นพิษจากรูปแบบที่ต่างกัน 20

3.1 สรุปลักษณะเฉพาะของถังปฏิกิริยา 29

3.2 ลักษณะสมบัติน้ำเสียรวม 30

3.3 แผนการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ 31

4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียในการทดลองชุดที่ 1 35

4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำเสียที่ใช้การทดลอง 43

4.3 แสดงค่าความเร็วน้ำเสียไหลขึ้นที่อัตราสูบน้ำเสียทั้ง 5 การทดลอง 43

4.4 แสดงค่าเปรียบเทียบค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์เทียบกับประสิทธิภาพ
การลดค่าซีโอดี 44

4.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะสมบัติบางตัวของน้ำเสียเข้ากับน้ำเสียที่
ผ่านถังสร้างกรดแล้ว 50

4.6 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนละลายน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ โดยมีค่า Partial
Pressure 760 mm.Hg 51

4.7 แสดงค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลการทดลองชุดที่ 1 62

4.8 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลการทดลองชุดที่ 2 64

บัญชีรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงแนวทางการเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรทเป็นกรดอะซีติค.....	4
2.2	แสดงแนวทางการเปลี่ยนไขมันให้เป็นกรดอะซีติค.....	5
2.3	แสดงแนวทางการเปลี่ยนโปรตีน (ใช้(glutamic acid เป็นตัวอย่าง) ไปเป็นกรดอะซีติค.....	6
2.4	แสดงแผนภูมิการย่อยสลายในแนวปฏิกิริยาชีวเคมี.....	9
2.5	แสดงกลุ่มแบคทีเรียแบ่งตามหน้าที่เป็นสี่กลุ่ม ส่วนตัวเลข% บอกปริมาณในรูปของซีโอดีในแต่ละขั้นตอน.....	11
2.6	แสดงรูปลักษณะของระบบยูเอเอสบี.....	13
2.7	แสดงรูปตัดการทำงานของเครื่องแยกสามสถานะ.....	14
2.8	แสดงผลของอุณหภูมิต่อค่า Specific activity.....	16
2.9	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชกับปริมาณความเข้มข้นของ bicarbonate alkalinity ที่อุณหภูมิ 95°F.....	18
3.1	แสดงการจัดเครื่องมือทดลองระบบยูเอเอสบี.....	26
3.2	แสดงรายละเอียดชุดแยกสามสถานะ.....	27
3.3	เครื่องมือวัดก๊าซ.....	28
4.1	แสดงพารามิเตอร์รวมของการทดลองชุดที่ 1 ตลอดทั้ง 4 การทดลอง.....	38
4.2	แสดงค่า pH และ VFA จากจุดเก็บตัวอย่าง A, E, F ตลอดการทดลองชุดที่ 1.....	39
4.3	แสดงปริมาณมีเทนที่ผลิตได้เทียบกับค่าที่ควรผลิตได้ทางทฤษฎีในการทดลองที่ 1 ของการทดลองชุดที่ 1.....	40
4.4	แสดงปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือจากการทดลองชุดที่ 1 วัดที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 9....	41
4.5	แสดงค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ให้แก่ระบบ พร้อมประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดี และแสดงปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ในแต่ละวันเทียบกับค่าที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีในแต่ละวันทดลองตลอดการทดลองชุดที่ 2.....	45

บัญชีรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.6	แสดงความเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดีในแต่ละวันตลอดการทดลองชุดที่ 2.....	46
4.7	แสดงค่า ss ในแต่ละวันตลอดการทดลองในชุดที่ 2 ณ จุดเก็บ.....	47
4.8	แสดงความเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ Alkalinity, Volatile Fatty acid และ pH จากตัวอย่างที่จุดเก็บ F, A และ E ตลอดการทดลองชุดที่ 2.....	48
4.9	สรุปรวมผลและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในแต่ละวันของการทดลองชุดที่ 2.....	49
4.10	แสดง Profile ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 9 ของถังมีเทนวันทดลองที่ 12.....	54
4.11	แสดง Profile ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 9 ของถังมีเทนวันทดลองที่ 19.....	55
4.12	แสดง Profile ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 9 ของถังมีเทนวันทดลองที่ 25.....	56
4.13	แสดง Profile ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 9 ของถังมีเทนวันทดลองที่ 29.....	57
4.14	แสดง Profile ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 9 ของถังมีเทนวันทดลองที่ 35.....	59
4.15	แสดง Profile ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 9 ของถังมีเทนวันทดลองที่ 37.....	59
4.16	แสดง Profile ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 9 ของถังมีเทนวันทดลองที่ 43.....	60
4.17	แสดง Profile เปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 9 ของถังปฏิกิริยาตลอดการทดลองชุดที่ 2.....	61

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย