

กระบวนการคุณภาพสากล เชื้อเชิญเรื่องความแนบเนียนสมบูรณ์



นาย อภิสิทธิ์ ศรีสุรินทร์

ศูนย์วิทยบรังษย์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาความหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาช่างสำรวจ สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-564-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016366

119353269

COMPLETELY MIXED ANAEROBIC CONTACT STABILIZATION PROCESS

MR. Apisit Srisurin

ศูนย์วิทยบรพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the degree of Master of Engineering

Department of Environmental Engineering

Graduate school

Chulalongkorn University

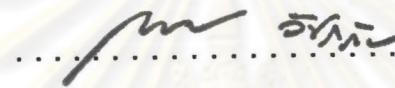
1990

ISBN 974-577-564-9

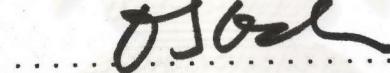


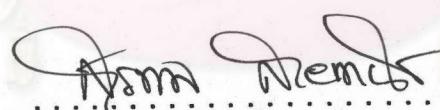
หัวช้อวิทยานิพนธ์ กระบวนการคณแทกซ์เตบีไลเซชันไว้อาภิแบบกวณสมบูรณ์
โดย นายอภิสิทธิ์ ศรีสุรินทร์
ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพาณิช

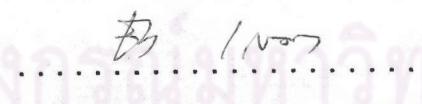
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็น^{.....}
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

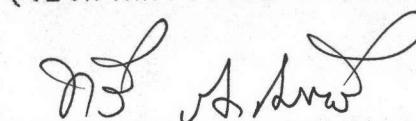
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ภานุ วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. คงชัย พ拉斯วัสดิ์)

 อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพาณิช)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระ เกรอต)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทวี จิตามครร)

พิมพ์คืนฉบับนากดข้อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบลีเพิร์บันเน่เพียงแผ่นเดียว

อภิสิทธิ์ ศรีสุรินทร์ : กระบวนการคونแทกต์สเตบิไลเซชันไร้อากาศแบบกระบวนการสมบูรณ์
(COMPLETELY MIXED ANAEROBIC CONTACT STABILIZATION PROCESS) อ.ทปรีชา
: รศ.ดร.สุรพล สายพาณิช, 155 หน้า. ISBN 974-577-564-9

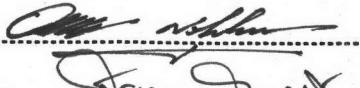
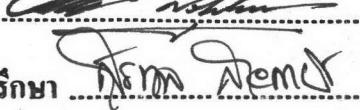
งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ของการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ละลายน้ำ และการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยกระบวนการคุณแทกต์สเตบิไลเซชันไร้อากาศแบบกระบวนการสมบูรณ์ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง การทดลองชุดที่ 1 แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1, 2, 4 และ 5 เป็นการเปลี่ยนค่ากระบวนการบรรทุกสารอินทรีย์ 5.0, 4.0, 2.0 และ 0.5 กก.ชีโอดี/ลบ.ม.-วัน ตามลำดับ โดยใช้อัตราการป้อนน้ำเสียสังเคราะห์ 60 ลิตร/วัน และใช้อัตราการสูบตะกอนกลับ 100% เปลี่ยนแปลงค่ากระบวนการบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบ ความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์เป็น 5,000, 4,000, 2,000, 500 มก.ชีโอดี/ลิตร ตามลำดับ การทดลองชุดที่ 2 มี การทดลองที่ 6 กระบวนการบรรทุกสารอินทรีย์ 0.5 กก.ชีโอดี/ลบ.ม.-วัน ความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์ 500 มก.ชีโอดี/ลิตร ค่ากระบวนการบรรทุกการไหล 60 ลิตร/วัน อัตราการสูบตะกอนกลับ 100% และค่าอายุของตะกอน 150 วัน

ผลการทดลอง พบว่า ในการทดลองที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 ซึ่งมีค่ากระบวนการบรรทุกสารอินทรีย์ เป็น 5.05, 4.08, 1.955, 0.501 และ 0.5 กก.ชีโอดี/ลบ.ม.-วัน ระบบสามารถกำจัดชีโอดีได้ ประมาณ ร้อยละ 15-71, 40-74, 78.9, 79.3 และ 81.46 ตามลำดับ มีก๊าซมีเทนเกิดขึ้นเฉลี่ย 0.30, 0.265, 0.288, 0.086 และ 0.061 ลิตร/กรัม ชีโอดี ตามลำดับ มีก๊าซมีเทนผสมอยู่ร้อยละ 60.1, 60.4, 60.7, 61.2 และ 60.7 ตามลำดับ

จากข้อสรุปของผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กระบวนการคุณแทกต์สเตบิไลเซชันไร้อากาศ-แบบกระบวนการสมบูรณ์ ยังจะต้องศึกษาและปรับปรุงเพิ่มเติม เนื่องจากเสถียรภาพของระบบต่ำมาก แต่พบว่ามีการเกิดการดูดซึม (adsorption) ของสารอินทรีย์โดยจลินทรีย์ในถังคุณแทกต์ แล้วนำมาย่อยสลายต่อในถังสเตบิไลเซชัน เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาของกระบวนการนี้ อีกทั้งยังไม่สามารถรับการเปลี่ยนแปลงของค่ากระบวนการบรรทุกสารอินทรีย์ได้ ค่าตะกอนแขวนลอยในน้ำทั้งมีค่าสูงมาก โดยในการทดลองที่ 1 มีค่าของแข็งแขวนลอยประมาณ 2339 มก./ล. ซึ่งต้องหาแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 



พิมพ์ด้วยบันทกดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบลี๊บานี้เที่ยงแฟ่กเดียว

APISIT SRISURIN : COMPLETELY MIXED ANAEROBIC CONTACT STABILIZATION PROCESS. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SURAPOL SATPANICH. Ed. D.155 PP. ISBN 974-577-564-9

This thesis was a feasibility study of a completely mixed anaerobic contact stabilization process to treat synthetic soluble wastewater and produce biogas. The project was conducted in two stages. The first stage has 4 sets of experiment under 4 different organic loading. the sludge recycle ratio was 100% and the feed flowrate was 60 liter/day. The wastewater had COD concentration of 5,000, 4,000, 2,000, 500 mg/L respectively. The second stage had 1 set of experiment. The sludge recycle ratio was 100% and feed flowrate was 60 liter/day . The wastewater had COD concentration of 500 mg/L

The experimental results from the experiment number 1,2,4,5 and 6 which treated under 4 organic loading 5.05, 4.08, 1.955, 0.501 and 0.5 kg. COD/cu.m.-day respectively showed that the COD removal efficiency was 15-71, 40-74, 78.9, 79.3 and 81.46% and the biogas production was 0.3, 0.265, 0.288, 0.086 and 0.061 liter/gm COD containing 60.1, 60.4, 60.7, 61.2 and 60.7% of methane gas respectively.

It could be concluded from the experimental results that the completely mixed anaerobic contact stabilization process should be improved and carried out in next research work because the stability of the process was poor. But it was also observed that the adsorption of organic matter by microorganism in contact reactor and organic stabilization in stabilization reactor. Furthermore this experiment showed that the process could not run under shock loading condition. The suspended solids in effluent as high as 2339 mg/L in experiment number 1 was found. so that the new method and/or the improvement of seperation technique in clarifier should be carried out in the next research work

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



กิจกรรมประจำ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สายพาณิช ในฐาน
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยเป็นอย่างสูง ซึ่งให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางใน
การวิจัย และจัดหาเงินทุนในการวิจัย ทางห้างานวิจัยสาเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
อุปกรณ์มหावิทยาลัย



สารบัญเรื่อง

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	A
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	B
กิจกรรมประจำ.....	C
สารบัญเรื่อง.....	ก
สารบัญรูป.....	ก
สารบัญตาราง.....	ก
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย.....	1
1.2 วัสดุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	1
2. ทฤษฎีของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไว้อากาศ.....	2
2.1 ชีวเคมีและจุลชีววิทยาของกระบวนการบำบัด น้ำเสียแบบไว้อากาศ.....	2
2.1.1 ขั้นตอนไส้กรองไส้.....	3
2.1.2 ขั้นตอนการสร้างกรด.....	4
2.1.3 ขั้นตอนการสร้างมีเทน.....	8
2.2 ก้าชชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียแบบไว้ อากาศ.....	10
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไว้ อากาศ.....	13
2.3.1 อุณหภูมิ.....	13
2.3.2 ค่าพีเอช.....	15
2.3.3 กรดอินทรีย์และค่าความเป็นค่าง.....	16

หน้า

2.3.4 สารอาหารที่จำเป็น.....	19
2.3.5 สารพิษ.....	20
2.4 ชนิดของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ.....	22
2.4.1 บ่อหมัก.....	22
2.4.2 บ่อเกรออะ.....	22
2.4.3 ถังหมักแบบธรรมชาติ.....	24
2.4.4 ถังหมักแบบสัมผัส.....	26
2.4.5 ระบบเครื่องกรองไร้อากาศ.....	26
2.4.6 ระบบ ANAEROBIC FLUIDZED BED.....	28
2.4.7 ระบบ UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET.....	29
2.4.8 ระบบถังหมักแบบสองเพส.....	29
2.4.9 ระบบจานหมุนชีวภาพแบบไร้อากาศ.....	31
2.4.10 ระบบแผ่นกั้นไร้อากาศ.....	31
2.4.11 คอนแทก์สเกบีไอลเซ็นไร้อากาศมีคัว กลางอยู่กับที่.....	33
3. กระบวนการคอนแทก์สเกบีไอลเซ็นไร้อากาศ	
แบบกวนสมบูรณ์.....	34
3.1 การพัฒนาของกระบวนการ.....	34
3.2 หลักการทางานของกระบวนการ.....	34
3.3 พารามิเตอร์ที่สำคัญ.....	36
3.4 การศึกษาที่ผ่านมา.....	38
4. การวางแผนการทดลองและวิจัย.....	42
4.1 แผนการทดลอง.....	42
4.2 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์.....	44
4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	46

หน้า

4.3.1	ถังพักน้ำเสียสังเคราะห์.....	46
4.3.2	เครื่องสูบน้ำเสียเข้าระบบและสูบ ตะกอนกลับ.....	46
4.3.3	ถังคอนแทกต์และถังสเตบีไลเซ็น.....	46
4.3.4	ถังคอกตะกอน.....	50
4.3.5	เครื่องวัคกิชชีวภาพ.....	50
4.4	การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์.....	52
4.4.1	การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย.....	52
4.4.2	การวัคปริมาณกิชชีวภาพและเบอร์เชนค์ กิชมีเทน.....	54
4.4.3	เทคนิคการวิเคราะห์ตัวอย่าง.....	54
5.	ผลการวิจัย.....	55
5.1	ระยะเวลาในการวิจัย.....	55
5.2	ผลการวิจัยของการทดลองชุดที่ 1.....	57
5.2.1	ค่าพีเอช.....	57
5.2.2	กรดอินทรีย์.....	60
5.2.3	ค่าความเป็นค่ารวม.....	63
5.2.4	อัตราส่วนของกรดอินทรีย์ต่อความเป็น ค่ารวม.....	66
5.2.5	ของแข็งแขวนล้อม.....	68
5.2.6	ประสิทธิภาพการกราดซีโรตี.....	77
5.2.7	การผลิตกิชชีวภาพ.....	87

หน้า

5.2.8 การเกิดก้ามีเนนเมื่อเปรียบเทียบกับการ 加จัคชีโรตี.....	94
5.2.9 สภาพของตะกอนจุลินทรีย์ของระบบ.....	95
5.3 ผลการวิจัยของการทดลองชุดที่ 2.....	97
5.3.1 ค่าพีเอช.....	97
5.3.2 กรดอินทรีย์.....	99
5.3.3 ค่าความเป็นค่างรวม.....	101
5.3.4 อัตราส่วนของกรดอินทรีย์ต่อความเป็น ค่างรวม.....	103
5.3.5 ของแข็งแขวนลอย.....	105
5.3.6 ประสิทธิภาพการ加จัคชีโรตี.....	113
5.3.7 การผลิตก้ามีเนนชีวภาพ.....	119
5.3.8 การเกิดก้ามีเนนเมื่อเปรียบเทียบกับการ 加จัคสารอินทรีย์.....	124
5.3.9 สภาพของตะกอนจุลินทรีย์ของระบบ.....	126
6. ความสำคัญทางวิศวกรรม.....	130
6.1 การทำงานของระบบ.....	130
6.2 ข้อดีของกระบวนการ.....	130
6.3 ข้อเสียของกระบวนการ.....	131
7. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	132
7.1 สรุปผลการทดลอง.....	132
7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยที่ควรศึกษาต่อไป.....	134
บรรณานุกรม.....	135
ภาคผนวก	142



สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	ขั้นตอนการทางานของการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไว้อากาศ	2
รูปที่ 2.2	การย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไว้อากาศของขั้นตอนไฮดรอลิก	3
รูปที่ 2.3	การย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไว้อากาศของขั้นตอนสร้างกรด	4
รูปที่ 2.4	การย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์พวกสร้างกรด	6
รูปที่ 2.5	การเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์พวกสร้างกีาซมีเทน	9
รูปที่ 2.6	อิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ ในสภาพไว้อากาศ	14
รูปที่ 2.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอช ค่าความเป็นค่าง และควรบอนไค ^อ ออกไซค์ในกีาซชีวภาพ	18
รูปที่ 2.8	ผลของการอินทรีย์ที่มีต่อความสามารถในการคงตัวของ ตะกอนจุลินทรีย์ ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบ ไว้อากาศ	20
รูปที่ 2.9	บ่อเกรอะ	23
รูปที่ 2.10	TRAVIS TANK	23
รูปที่ 2.11	INHOFF TANK	25
รูปที่ 2.12	ถังหมักชนิดอัตราการจัดซ้ำ	25
รูปที่ 2.13	ถังหมักชนิดอัตราการจัดเร็ว	25
รูปที่ 2.14	ถังหมักแบบ CLARIGESTER	27
รูปที่ 2.15	ถังหมักแบบ ส้มผัก	27
รูปที่ 2.16	ถังกรองไว้อากาศ	28
รูปที่ 2.17	ระบบ ANAEROBIC ATTACHED-FILM EXPANDED BED	29
รูปที่ 2.18	ระบบ UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET	30
รูปที่ 2.19	ระบบถังหมักแบบสองเพส	30
รูปที่ 2.20	ระบบ ANAEROBIC ROTATING BIOLOGICAL REACTOR	32

หน้า

รูปที่ 2.21 ระบบ ANAEROBIC BAFFLED REACTOR.....	32
รูปที่ 2.22 ระบบคอนแทกต์สเกบีไลเซชันแบบมีตัวกลางอยู่กับที่.....	33
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของกระบวนการค่าคุณแทกต์สเกบีไลเซชัน เรื่องการแบบกวนสมบูรณ์.....	35
รูปที่ 4.1 สูตรสาหรับการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์.....	45
รูปที่ 4.2 การติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ของระบบ.....	47
รูปที่ 4.3 ภาพถังปฏิกิริยาค่าคุณแทกต์.....	48
รูปที่ 4.4 ภาพถังปฏิกิริยาสเกบีไลเซชัน.....	49
รูปที่ 4.5 ภาพถังตกตะกอน.....	50
รูปที่ 4.6 ภาพเครื่องวัดก้าชชีวภาพ.....	51
รูปที่ 4.7 ตาแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ.....	52
รูปที่ 5.1 ค่าพิเอ็ชของน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำทึ้งจากระบบ.....	58
รูปที่ 5.2 ค่าพิเอ็ชของน้ำเข้าและออกจากถังค่าคุณแทกต์.....	58
รูปที่ 5.3 ค่าพิเอ็ชของน้ำเข้าและออกจากถังสเกบีไลเซชัน.....	58
รูปที่ 5.4 ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ของน้ำทึ้งจากระบบ.....	61
รูปที่ 5.5 ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ของถังค่าคุณแทกต์.....	61
รูปที่ 5.6 ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ของถังสเกบีไลเซชัน.....	61
รูปที่ 5.7 ค่าความเป็นค่ารวมของน้ำทึ้งจากระบบ.....	64
รูปที่ 5.8 ค่าความเป็นค่ารวมของถังค่าคุณแทกต์.....	64
รูปที่ 5.9 ค่าความเป็นค่ารวมของถังสเกบีไลเซชัน.....	64
รูปที่ 5.10 อัตราส่วนของกรดอินทรีย์ต่อความเป็นค่ารวมของน้ำทึ้งจากร ระบบ.....	67
รูปที่ 5.11 อัตราส่วนของกรดอินทรีย์ต่อความเป็นค่ารวมของถังค่าคุณแทกต์...	67

หน้า

รูปที่ 5.12 อัตราส่วนของกรดอินทรีย์ต่อความเป็นค่างรวมของถังสเกบีไอลเชื้อน.....	67
รูปที่ 5.13 ปริมาณของแข็งแหวนโลยของระบบ.....	71
รูปที่ 5.14 ความเข้มข้นของแข็งแหวนโลยของน้ำทึ้งจากระบบ.....	72
รูปที่ 5.15 ความเข้มข้นของแข็งแหวนโลยของถังคอนแทกต์.....	72
รูปที่ 5.16 ความเข้มข้นของแข็งแหวนโลยของถังสเกบีไอลเชื้อน.....	72
รูปที่ 5.17 ความเข้มข้นของแข็งแหวนโลยระ เหยของน้ำทึ้ง.....	73
รูปที่ 5.18 ความเข้มข้นของแข็งแหวนโลยระ เหยของถังคอนแทกต์.....	73
รูปที่ 5.19 ความเข้มข้นของแข็งแหวนโลยระ เหยของถังสเกบีไอลเชื้อน.....	73
รูปที่ 5.20 ค่าซีโรติละลายน้ำของน้ำเสียสัง เคราะห์และน้ำทึ้งจากระบบ.....	78
รูปที่ 5.21 ค่าซีโรติละลายน้ำของน้ำเข้าและออกจากถังคอนแทกต์.....	78
รูปที่ 5.22 ค่าซีโรติละลายน้ำของน้ำเข้าและออกจากถังสเกบีไอลเชื้อน.....	78
รูปที่ 5.23 ประสิทธิภาพการกราจักซีโรติของระบบรวม.....	79
รูปที่ 5.24 ประสิทธิภาพการกราจักซีโรติของถังคอนแทกต์.....	79
รูปที่ 5.25 ประสิทธิภาพการกราจักซีโรติของถังสเกบีไอลเชื้อน.....	79
รูปที่ 5.26 ภาระบันทุกสารอินทรีย์ของระบบ.....	81
รูปที่ 5.27 ก้าชชีวภาพที่เกิดขึ้นจริงของระบบรวม.....	88
รูปที่ 5.28 ก้าชชีวภาพที่เกิดขึ้นจริงของถังคอนแทกต์.....	88
รูปที่ 5.29 ก้าชชีวภาพที่เกิดขึ้นจริงของถังสเกบีไอลเชื้อน.....	88
รูปที่ 5.30 ก้าชมีเทนที่เกิดขึ้นจริงกับที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีของระบบรวม.....	89
รูปที่ 5.31 ก้าชมีเทนที่เกิดขึ้นจริงกับที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีของถังคอนแทกต์..	89
รูปที่ 5.32 ก้าชมีเทนที่เกิดขึ้นจริงกับที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีของถังสเกบีไอลเชื้อน.....	89
รูปที่ 5.33 การเกิดพองก้าชที่ผิวขึ้นคงgonในถังคงคงgon.....	96
รูปที่ 5.34 ค่าพีเอชของน้ำเสียสัง เคราะห์และน้ำทึ้งจากระบบ.....	98

หน้า

รูปที่ 5.35 ค่าพีเอชของน้ำเข้าและออกจากถังคอนแทกต์.....	98
รูปที่ 5.36 ค่าพีเอชของน้ำเข้าและออกจากถังสเกบีไอลเซ็น.....	98
รูปที่ 5.37 ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ของน้ำทึ้งจากระบบ.....	100
รูปที่ 5.38 ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ของถังคอนแทกต์.....	100
รูปที่ 5.39 ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ของถังสเกบีไอลเซ็น.....	100
รูปที่ 5.40 ความเป็นค่ากรรวมของน้ำเสียสั่ง เคราะห์กับน้ำทึ้งจากระบบ.....	102
รูปที่ 5.41 ความเป็นค่ากรรวมของน้ำเข้าและออกจากถังคอนแทกต์.....	102
รูปที่ 5.42 ความเป็นค่ากรรวมของน้ำเข้าและออกจากถังสเกบีไอลเซ็น.....	102
รูปที่ 5.43 อัตราส่วนของกรดอินทรีย์ต่อความเป็นค่ากรรวมของน้ำทึ้งจาก ระบบ.....	104
รูปที่ 5.44 อัตราส่วนของกรดอินทรีย์ต่อความเป็นค่ากรรวมของถังคอนแทกต์..	104
รูปที่ 5.45 อัตราส่วนของกรดอินทรีย์ต่อความเป็นค่ากรรวมของถังสเกบีไอล เซ็น.....	104
รูปที่ 5.46 ปริมาณของแข็งแหวนลอยของระบบ.....	107
รูปที่ 5.47 ความเข้มข้นของของแข็งแหวนลอยของน้ำทึ้งจากระบบ.....	108
รูปที่ 5.48 ความเข้มข้นของของแข็งแหวนลอยของถังคอนแทกต์.....	108
รูปที่ 5.49 ความเข้มข้นของของแข็งแหวนลอยของถังสเกบีไอลเซ็น.....	108
รูปที่ 5.50 ความเข้มข้นของของแข็งแหวนลอยระ เหยของน้ำทึ้งจากระบบ...	109
รูปที่ 5.51 ความเข้มข้นของของแข็งแหวนลอยระ เหยของถังคอนแทกต์.....	109
รูปที่ 5.52 ความเข้มข้นของของแข็งแหวนลอยระ เหยของถังสเกบีไอลเซ็น.....	109
รูปที่ 5.53 ค่าชีโรคีลະລາຍນ້າของน้ำเสียสั่ง เคราะห์กับน้ำทึ้งจากระบบ.....	114
รูปที่ 5.54 ค่าชีโรคีลະລາຍນ້າของน้ำเข้าและออกจากถังคอนแทกต์.....	114
รูปที่ 5.55 ค่าชีโรคีลະລາຍນ້າของน้ำเข้าและออกจากถังสเกบีไอลเซ็น.....	114
รูปที่ 5.56 ประสิทธิภาพการกาจัคชีโรคีของระบบรวม.....	115

หน้า

รูปที่ 5.57 ประสิทธิภาพการกาจักชีโรติของถังคอนแทกค์.....	115
รูปที่ 5.58 ประสิทธิภาพการกาจักชีโรติของถังสเกบีอลเซชัน.....	115
รูปที่ 5.59 ค่าการระบันทุกสารอินทรีย์ของระบบ.....	116
รูปที่ 5.60 ก้าชชีวภาพที่เกิดขึ้นจริงของระบบรวม.....	120
รูปที่ 5.61 ก้าชชีวภาพที่เกิดขึ้นจริงของถังคอนแทกค์.....	120
รูปที่ 5.62 ก้าชชีวภาพที่เกิดขึ้นจริงของถังสเกบีอลเซชัน.....	120
รูปที่ 5.63 ก้าชมีเทนที่เกิดขึ้นจริงกับที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีของระบบรวม.....	121
รูปที่ 5.64 ก้าชมีเทนที่เกิดขึ้นจริงกับที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีของถังคอนแทกค์.....	121
รูปที่ 5.65 ก้าชมีเทนที่เกิดขึ้นจริงกับที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีของถังสเกบีอลเซชัน.....	121

ศูนย์วิทยหรรพยากร
มหาลัยกรรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	ชนิดของจุลินทรีย์พอกสร้างกรด.....	7
ตารางที่ 2.2	ชนิดของจุลินทรีย์พอกสร้างมีเทน.....	11
ตารางที่ 2.3	คุณสมบัติของกีซมีเทน.....	12
ตารางที่ 2.4	ปริมาณสารอาหารที่จำเป็น.....	19
ตารางที่ 2.5	ความเข้มข้นของอิօօນและโรล hakka ที่มีผลต่อการ นาบัคแบบไร้อากาศ.....	21
ตารางที่ 4.1	แผนการวิจัยและระยะเวลาทดลองชุดแรก.....	43
ตารางที่ 4.2	ส่วนประกอบของน้ำเสียงสังเคราะห์.....	44
ตารางที่ 4.3	ตัวแปรและความถี่ในการวิเคราะห์.....	53
ตารางที่ 5.1	ค่าเฉลี่ยของค่าพิเอชในระบบ.....	59
ตารางที่ 5.2	ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นกรดอินทรีย์ในระบบ.....	62
ตารางที่ 5.3	ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นค่างรวมในระบบ.....	65
ตารางที่ 5.4	ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนกรดอินทรีย์ต่อค่าความเป็น ค่างรวม.....	68
ตารางที่ 5.5	ค่าเฉลี่ยของของแข็งแขวนลอย อัตราส่วนของของ แข็งแขวนลอยระ เทียบของแข็งแขวนลอย ในถังคอน แทกค์ส เคบีไอ เชื้อน.....	69
ตารางที่ 5.6	ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยในระบบ..	74
ตารางที่ 5.7	ค่าเฉลี่ยการระบันทุกสารอินทรีย์และบริสิทธิ์ภาพการ กำจัดเชื้อตี.....	82
ตารางที่ 5.8	ค่าเฉลี่ยของกีซมีเทนของระบบรวมถังคอนแทกค์ ถังส เคบีไอ เชื้อน.....	90

หน้า

ตารางที่ 5.9	ส่วนประกอบของก้าชชีวภาพ.....	91
ตารางที่ 5.10	ค่าเฉลี่ยของค่าพิเอ็ชในระบบ.....	97
ตารางที่ 5.11	ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นกรดอินทรีย์ในระบบ.....	99
ตารางที่ 5.12	ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นค่ากรวนในระบบ.....	103
ตารางที่ 5.13	ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนของกรดอินทรีย์ต่อความเป็นค่ากรวน.....	105
ตารางที่ 5.14	ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแข็งแχวนล oxy ในระบบ.....	106
ตารางที่ 5.15	ค่าเฉลี่ยของของแข็งแχวนล oxy อัตราส่วนของแข็งแχวนล oxy ระเหยต่อของแข็งแχวนล oxy ในถังคอนแทกต์สเคลบีไลเซ็น และระบบรวม.....	110
ตารางที่ 5.16	ค่าเฉลี่ยการบันทุกสารอินทรีย์และประสิทธิภาพการกำจัดซีโรตี.....	117
ตารางที่ 5.17	ค่าเฉลี่ยของก้าชมีเทนของระบบรวมถังคอนแทกต์ถังสเคลบีไลเซ็น.....	122
ตารางที่ 5.18	ส่วนประกอบของก้าชชีวภาพ.....	123
ตารางที่ 5.19	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยง เบนมาตรฐานของช้อมูลระบบรวม.....	127
ตารางที่ 5.20	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยง เบนมาตรฐานของช้อมูลของถังสเคลบีไลเซ็น.....	128
ตารางที่ 5.21	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยง เบนมาตรฐานของช้อมูลของถังคอนแทกต์.....	129