

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพประกอบ	ฎ
อักษรย่อ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.2 ขอบเขตของการศึกษา	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ชีวเคมีและจุลชีววิทยาของกระบวนการย่อยสลายในสภาพไร้ออกซิเจน	4
2.2 ถึงปฏิกิริยาแบบซีเอสทีอาร์	8
2.3 ถึงปฏิกิริยาแบบยูเอเอสบี	13
2.4 ถึงสร้างกรด	18
2.5 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของจุลินทรีย์สำหรับ ขั้นตอนการสร้างกรด	19
2.6 พารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน	21
2.7 ร้อยละของการสร้างกรด	22
2.8 อัตราการสร้างกรด	23
2.9 ข้อกำหนดการออกแบบ	23
2.10 ชนิด ปริมาณและคุณสมบัติของหัวเชื้อ และวิธีการเริ่มต้นระบบ	24
2.11 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา	31
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	31
3.2 การติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์	34
3.3 น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา	34
3.4 การดำเนินการศึกษา	34

	หน้า
3.4 การดำเนินการศึกษา	34
3.5 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์	40
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการศึกษา	41
4.1 การเริ่มต้นระบบและการทดลองที่ 1	41
4.1.1 สภาพของระบบในช่วงเริ่มต้นการทดลอง	41
4.1.2 ประสิทธิภาพของการทดลองที่ 1	43
4.2 การศึกษาการสร้างกรด	53
4.2.1 การปรับพีเอชของน้ำเสียก่อนเข้าถังปฏิกิริยาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสร้างกรด	53
4.2.2 ประสิทธิภาพการทำงานของถังปฏิกิริยาในช่วงการสร้างกรด	56
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	83
เอกสารอ้างอิง	85
ภาคผนวก ก ข้อมูลดิบจากการทดลอง	93
ภาคผนวก ข การคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนที่ละลายน้ำ	131
ภาคผนวก ค การคำนวณร้อยละการสร้างกรดและการสร้างมีเทน	134
ภาคผนวก ง รูปภาพแสดงลักษณะการติดตั้งเครื่องมือและแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย	138
ประวัติผู้เขียน	141

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ค่าคงที่ทางจลน์ศาสตร์ของแบบที่เรียสร้างกรด	19
2.2 ตัวแปลงค่ากรดระเหยง่ายเทียบค่าซีไอดี	22
3.1 ลักษณะน้ำเสียของโรงงานผลิตภัณฑ์นม บริษัทภูพิงค์แดรี่โปรดักส์ จำกัด	37
3.2 รายละเอียดแผนงาน	38
3.3 ตำแหน่งและความถี่ของการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์	39
3.4 วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	40
4.1 ผลการทดลองที่ 1 (เวลาเก็บกักน้ำ 24 ชั่วโมง)	44
4.2 ปริมาณก๊าซชีวภาพเฉลี่ยที่ผลิตได้จากระบบของการทดลองที่ 1	51
4.3 การปรับค่าพีเอชน้ำเสียก่อนเข้าระบบและค่าพีเอชน้ำออกจากระบบทั้งสอง	56
4.4 ผลการทดลองของถังปฏิกริยาซีเอสทีอาร์และยูเอเอสบีในสภาวะสร้างกรด	60
4.5 ปริมาณก๊าซชีวภาพเฉลี่ยที่ผลิตได้จากระบบของการทดลองภายใต้สภาวะสร้างกรด	63
4.6 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่สภาวะคงที่ของการทดลองที่ 2 – 5	64
4.7 ร้อยละการสร้างกรดและการสร้างมีเทน	65
4.8 สมดุลของมวลซีไอดีและการสะสมตัวของตะกอนต่อวัน	69
4.9 สรุปสมดุลมวลของการสร้างกรด	71
4.10 มวลของแข็งแขวนลอยระเหยได้ในถังปฏิกริยา	72
4.11 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับคำนวณหาค่าคงที่ทางจลน์ศาสตร์	78
4.12 ผลการคำนวณค่าคงที่ทางจลน์ศาสตร์ (K_s , k)	78
4.13 ผลการคำนวณค่าคงที่ทางจลน์ศาสตร์ (Y , k_d)	78

สารบัญภาพประกอบ

รูป	หน้า
2.1 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการย่อยสลายในสภาพไร้ออกซิเจน	4
2.2 การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ไปเป็นก๊าซมีเทนด้วยปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไร้ออกซิเจน	7
2.3 ดังปฏิกิริยาแบบซีเอสทีอาร์	10
2.4 องค์ประกอบหลักของดังปฏิกิริยาแบบยูเอเอสบี	14
2.5 โครงสร้างของ Granular Sludge	17
3.1 รายละเอียดและขนาดของดังปฏิกิริยาแบบซีเอสทีอาร์	32
3.2 รายละเอียดและขนาดของดังปฏิกิริยาแบบยูเอเอสบี	33
3.3 ลักษณะการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์	35
3.4 แผนผังกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมและจุลินทรีย์อย่างน้ำเสีย	36
4.1 การแปรผันของค่า SS ในระยะเริ่มต้นระบบ	42
4.2 การแปรผันของค่า VSS ในระยะเริ่มต้นระบบ	42
4.3 ค่า TCOD หลังจากผ่านกระบวนการคัดเลือกตะกอน (ที่เวลาเก็บกักน้ำ 24 ชั่วโมง)	45
4.4 ค่า FCOD หลังจากผ่านกระบวนการคัดเลือกตะกอน (ที่เวลาเก็บกักน้ำ 24 ชั่วโมง)	45
4.5 ค่า SS หลังจากผ่านกระบวนการคัดเลือกตะกอน (ที่เวลาเก็บกักน้ำ 24 ชั่วโมง)	47
4.6 ค่าความเข้มข้นของกรดระเหยง่ายของการทดลองที่ 1	49
4.7 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบของการทดลองที่ 1	50
4.8 ค่าพีเอชของการทดลองที่ 2 - 5	54
4.9 ค่า FCOD ของการทดลองที่ 2 - 5	57
4.10 กรดระเหยง่ายของการทดลองที่ 2 - 5	57
4.11 ค่า TCOD ของการทดลองที่ 2 - 5	59
4.12 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบของการทดลองที่ 2 - 5	61
4.13 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่วัดได้และร้อยละของก๊าซมีเทนเทียบกับเวลาเก็บกักน้ำเสีย	62
4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการสร้างกรดกับเวลาเก็บกักน้ำเสีย	66
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการสร้างมีเทนกับเวลาเก็บกักน้ำเสีย	67
4.16 โคอะแกรมสมดุลมวลของการสร้างกรด	70

	หน้า
4.17 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น SS ตามความสูงของถังปฏิกริยาเยื่อเอสบี ที่การทดลองต่างๆ	74
4.18 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น VSS ตามความสูงของถังปฏิกริยาเยื่อเอสบี ที่การทดลองต่างๆ	75
4.19 ผลการหาค่าคงที่ทางจลน์ศาสตร์ K_s และ k	79
4.20 ผลการหาค่าคงที่ทางจลน์ศาสตร์ Y และ k_d	79

อักษรย่อ

กก.	กิโลกรัม
กก./ลบ.ม.	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
กก./ (ลบ.ม.-วัน)	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ชม.	ชั่วโมง
°ซ	องศาเซลเซียส
น.	นาฬิกา
ม.	เมตร
ม./ชม.	เมตรต่อชั่วโมง
มม.	มิลลิเมตร
มล.	มิลลิลิตร
มก./ล.	มิลลิกรัมต่อลิตร
มล./วัน	มิลลิลิตรต่อวัน
ล./กก.	ลิตรต่อกิโลกรัม
ลบ.ม.	ลูกบาศก์เมตร
ลบ.ม./วัน	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
CaCO ₃	Calcium Carbonate
CH ₄	Methane
CO ₂	Carbondioxide
COD	Chemical Oxygen Demand
CSTR	Continuously Stirred Tank Reactor
d.	Day
FCOD	Filterable Chemical Oxygen Demand
HRT	Hydraulic Retention Time
H ₂	Hydrogen
H ₂ S	Hydrogen Sulfide
mg/l	milligram per litre
mg/l as HAc	milligram per litre as Acetic Acid
ml/d	millilitre per day

N ₂	Nitrogen
OLR	Organic Loading Rate
SS	Suspended Solids
SO ₄ ⁻²	Sulfate
T. Alk	Total Alkalinity
TCOD	Total Chemical Oxygen Demand
TKN	Total Kjeldahl Nitrogen
TP	Total Phosphorus
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket
ULV	Upflow Liquid Velocity
VFA	Volatile Fatty Acid
VSS	Volatile Suspended Solids