

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพประกอบ	ญ
อักษรย่อ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.2 ขอบเขตของการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 สิ่งแวดล้อมทางชีวเคมีและจุลชีววิทยาของการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในสภาพไร้ออกซิเจน	3
2.2 ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อจุลชีพในถังปฏิกริยาย่อยสลายสาร อินทรีย์ทางชีววิทยาในสภาพไร้ออกซิเจน	7
2.3 ถังปฏิกริยาเยื่อเอชเอพ	14
2.4 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา	26
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	26
3.2 น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา	32
3.3 วิธีการดำเนินการศึกษา	33
3.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่าง	34
3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	36
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการศึกษา	38
4.1 การเริ่มต้นระบบ	38
4.2 รายละเอียดการทดลองตลอดการศึกษา	38
4.3 บันทึกการทดลองตลอดการศึกษา	39

	หน้า
4.4 รายละเอียดลักษณะสมบัติต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง	40
4.4.1 พีเอช	40
4.4.2 กรดระเหยง่าย	42
4.4.3 สภาพต่างทั้งหมด	43
4.4.4 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยระเหย	45
4.4.5 จุลชีพภายในถังปฏิกริยา	51
4.4.6 ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส	55
4.4.7 ซีโอดี	55
4.4.8 การเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติต่าง ๆ ตามความสูงของถังปฏิกริยา	60
4.4.9 ก๊าซชีวภาพ	64
4.4.10 สมดุลของซีโอดีในระบบ	69
4.5 ผลของปริมาณโซดาแอชและพีเอช ในน้ำเข้า	71
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	75
5.1 สรุปผลการศึกษา	75
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำการศึกษาเพิ่มเติม	76
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก ข้อมูลดิบจากการทดลอง	83
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณที่ใช้ในการศึกษา	115
ประวัติผู้เขียน	119

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ผลของความเข้มข้นของแอมโมเนียใน ไตรเจนต่อระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาแบบไร้ออกซิเจน	12
2.2 ความเข้มข้นของไอออนของโลหะหนัก ที่ทำให้กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางไร้ออกซิเจนหมดประสิทธิภาพ	13
2.3 ความเข้มข้นของไอออนบวกที่มีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน	13
3.1 รายละเอียดของดังปฏิบัติและตัวกลาง	26
3.2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา	33
3.3 แผนการทดลอง	34
3.4 ตำแหน่งและความถี่ของการเก็บตัวอย่าง	35
3.5 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง	36
4.1 รายละเอียดการทดลอง	38
4.2 ค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวของตัวแปรต่าง ๆ ของการทดลองที่ 1-3	40
4.3 พีเอชในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำต่าง ๆ	41
4.4 กรดระเหยง่ายในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำต่าง ๆ	42
4.5 สภาพต่างทั้งหมดในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำต่าง ๆ	44
4.6 สภาพต่างไบคาร์บอเนตและอัตราส่วนของกรดระเหยง่ายต่อสภาพต่างไบคาร์บอเนต	45
4.7 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยระเหย	48
4.8 ปริมาณจุลินทรีย์ในดังปฏิบัติ ณ วันสุดท้ายของการทดลอง	51
4.9 ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำเสีย	55
4.10 ซีโอดีและประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี	56
4.11 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ส่วนล่างและบริเวณชั้นตัวกลาง ณ วันสุดท้ายของการทดลอง	62
4.12 ประสิทธิภาพการบำบัดกรดระเหยง่ายดีที่ส่วนล่างและบริเวณชั้นตัวกลาง ณ วันสุดท้ายของการทดลอง	63
4.13 ปริมาณก๊าซชีวภาพและองค์ประกอบ	65

ตาราง	หน้า
4.14 องค์ประกอบก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ	65
4.15 ปริมาณมีเทนและอัตราการผลิตมีเทน	68
4.16 อัตราส่วนอาหารต่อมวลจุลชีพ ปริมาณมีเทนที่ผลิตต่อมวลจุลชีพ และอัตราการย่อยสลายสารอาหารจำเพาะ ที่เวลาเก็บกักน้ำต่าง ๆ	69
4.17 สัดส่วนของชีโอดีที่บำบัดได้ของการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาแบบ ไร้ออกซิเจนชนิดต่าง ๆ	71
4.18 รายละเอียดการทดลองที่ 4	71
4.19 ค่าเฉลี่ยตัวแปรต่าง ๆ ของการทดลองที่ 4	72

สารบัญภาพประกอบ

รูป	หน้า
2.1 การไหลของอิเล็กตรอน และคาร์บอนในระบบการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางชีววิทยาแบบไร้ออกซิเจน	3
2.2 ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางชีววิทยาแบบไร้ออกซิเจน	4
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอช สภาพค่างไปคาร์บอนเนต และสัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพ	8
2.4 ถังปฏิกริยาเอเอฟ	14
2.5 ถังปฏิกริยายูเอเอสบี	15
2.6 ถังปฏิกริยายูเอเอสเอฟ	16
2.7 ตัวกลางแบบ Cross-Flow	17
2.8 ปริมาณแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ภายในเม็ดยัดตะกอนจุลชีพจากน้ำเสียคาร์โบไฮเดรต	20
3.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	28
3.2 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	29
3.3 ตัวกลาง	30
3.4 ก๊าซมิเตอร์	30
3.5 ก๊าซมิเตอร์	31
3.6 กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว	32
3.7 น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา	33
4.1 พีเอชในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 25.7 12.9 และ 9.6 ชม. (ถัง R1)	41
4.2 พีเอชในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 19.2 และ 6.4 ชม. (ถัง R2)	41
4.3 กรดระเหยง่ายในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 25.7 12.9 และ 9.6 ชม. (ถัง R1)	43
4.4 กรดระเหยง่ายในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 19.2 และ 6.4 ชม. (ถัง R2)	43

รูป	หน้า
4.5 สภาพต่างทั้งหมดในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 25.7 12.9 และ 9.6 ชม. (ถึง R1)	44
4.6 สภาพต่างทั้งหมดในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 19.2 และ 6.4 ชม. (ถึง R2)	44
4.7 ความลึกชั้นตะกอน ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และของแข็งแขวนลอยระเหยในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 25.7 12.9 และ 9.6 ชม. (ถึง R1)	46
4.8 ความลึกชั้นตะกอน ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และของแข็งแขวนลอยระเหยในน้ำเข้าและน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 19.2 และ 6.4 ชม. (ถึง R2)	47
4.9 สภาพถึงปฏิบัติการบริเวณด้านล่าง ณ วันสุดท้ายของการทดลอง	49
4.10 เม็ดตะกอนที่หลุดออกมากับน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 6.4 ชม.	50
4.11 เม็ดตะกอนที่หลุดออกมากับน้ำทิ้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 9.6 ชม.	50
4.12 ลักษณะตะกอนด้านล่างของถังที่เวลาเก็บกักน้ำ 12.9 ชม.	52
4.13 ลักษณะตะกอนด้านล่างของถังที่เวลาเก็บกักน้ำ 9.6 ชม.	52
4.14 ตัวกลางที่เวลาเก็บกักน้ำ 25.7 ชม.	53
4.15 ตัวกลางที่เวลาเก็บกักน้ำ 19.2 ชม.	53
4.16 ตัวกลางที่เวลาเก็บกักน้ำ 12.9 ชม.	53
4.17 ตัวกลางที่เวลาเก็บกักน้ำ 9.6 ชม.	54
4.18 ลักษณะตะกอนที่หลุดออกจากตัวกลางในรูปที่ 4.17	54
4.19 ตัวกลางที่เวลาเก็บกักน้ำ 6.4 ชม.	54
4.20 ซีโอดีในน้ำเข้าและน้ำทิ้ง และประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่เวลาเก็บกักน้ำ 25.7 12.9 และ 9.6 ชม. (ถึง R1)	57
4.21 ซีโอดีในน้ำเข้าและน้ำทิ้ง และประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่เวลาเก็บกักน้ำ 19.2 และ 6.4 ชม. (ถึง R2)	58
4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างภาระบรรทุกสารอินทรีย์และอัตรากำจัดสารอินทรีย์	59
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเก็บกักน้ำและอัตรากำจัดสารอินทรีย์	59
4.24 การเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติต่าง ๆ ตามความสูงของถัง	61

รูป	หน้า
4.25 การคำนวณหาประสิทธิภาพการกำจัดที่ด้านล่างและบริเวณชั้นตัวกลาง	62
4.26 การยกตัวของชั้นตะกอนเนื่องจากก๊าซที่เวลาเก็บกักน้ำ 6.4 ชม.	64
4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างภาระบรรทุกสารอินทรีย์ และปริมาณก๊าซชีวภาพ ที่ได้	65
4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเก็บกักน้ำ และปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้	66
4.29 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่วัดได้และองค์ประกอบ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 25.7 12.9 และ 9.6 ชม. (ถึง R1)	66
4.30 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่วัดได้และองค์ประกอบ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 19.2 และ 6.4 ชม. (ถึง R2)	67
4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างซีโอไลท์ที่กำจัดได้ และซีโอไลท์ที่เปลี่ยนไปเป็นมีเทน	70
4.32 พิเศษ ปริมาณก๊าซชีวภาพ กระดาษเหย่ง่าย และซีโอไลท์ละลายน้ำ ของการ ทดลองที่ 4	73

อักษรย่อ

ล.	ลิตร
ว.	วัน
ก.	กรัม
ชม.	ชั่วโมง
°ซ	องศาเซลเซียส
ม ²	ตารางเมตร
ม ³	ลูกบาศก์เมตร
มก./ล.	มิลลิกรัมต่อลิตร
ม./ชม.	เมตรต่อชั่วโมง
ก./ว.	กรัมต่อวัน
ล./ว.	ลิตรต่อวัน
ก./(ล.ว.)	กรัมต่อลิตร-วัน
ล./(ล.ว.)	ลิตรก๊าซต่อลิตรถึง-วัน
mg	มิลลิกรัม
mg/L	มิลลิกรัมต่อลิตร
SS	ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด
VSS	ของแข็งแขวนลอยระเหย
COD	ซีโอดี
HAc	กรดอะซีติก
CaCO ₃	แคลเซียมคาร์บอเนต
L/(L.d)	ลิตรก๊าซต่อลิตรถึง-วัน
gCOD/(L.d)	กรัมซีโอดีต่อลิตร-วัน
gSS/(L.d)	กรัมของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่อลิตร-วัน
TKN	เจตาห์ลไนโตรเจน
F/M	อัตราส่วนอาหารต่อมวลจุลินทรีย์