

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีก๊าซชีวภาพ	4
2.1.1 หลักการและกลไกในการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน	4
2.1.2 ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน	5
2.1.3 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน	8
2.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	11
2.2 ระบบถังหมักกวนสมบูรณ์	19
2.2.1 หลักการทำงานของระบบ	19
2.2.2 ข้อดี ข้อเสียของระบบ	20
2.2.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบ	21
2.2.4 ถังหมัก CSTR แบบสองขั้นตอน	22
2.3 ขี้วัวโศด	23
2.4 ฟีซหมัก	26
2.4.1 ปัจจัยที่ควบคุมคุณภาพของฟีซหมัก	27

2.4.2	ขั้นตอนการทำพีชหมัก	29
2.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย		34
3.1	การทดลองโดยใช้ถังปฏิกรณ์ในระดับห้องปฏิบัติการ	34
3.1.1	สารป้อนที่ป้อนเข้าสู่ระบบ	34
3.1.2	เชื้อตั้งต้นที่ใช้	36
3.1.3	แบบจำลองของถังปฏิกรณ์	36
3.1.4	การเริ่มต้นระบบ	39
3.1.4.1	แผนการดำเนินการทดลอง	39
3.1.5	อุปกรณ์เก็บก๊าซชีวภาพ	41
3.1.6	การระบายสารป้อนจากระบบ	42
3.1.7	การเติมธาตุอาหารรอง	42
3.2	การเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อนำมาวิเคราะห์	42
3.3	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	44
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง		45
4.1	การทดลองส่วนที่ 1 : ผลของเวลาเก็บกักต่อประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์ CSTR แบบสองขั้นตอนภายใต้สภาวะ Thermophilic-Mesophilic	45
4.2	การทดลองส่วนที่ 2 : ผลของเวลาเก็บกักในถังสร้างมีเทนประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์ CSTR แบบสองขั้นตอนภายใต้สภาวะ Thermophilic-Mesophilic ที่ใช้เวลาเก็บกักของถังสร้างกรดเท่ากับ 1 วัน	58
4.3	การทดลองส่วนที่ 3 : ผลของเวลาเก็บกักต่อประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์ CSTR แบบขั้นตอนเดียว	63
4.4	การเปรียบเทียบผลที่ได้จากงานวิจัยนี้กับงานวิจัยต่างๆ	68
4.5	ตัวอย่างลักษณะของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว	70
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง		72
5.1.	สรุปผลของเวลาเก็บกักต่อประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์ CSTR แบบสองขั้นตอนภายใต้สภาวะ Thermophilic-Mesophilic	72

5.2. สรุปผลของเวลาเก็บกักในถังสร้างมีเทนประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์ CSTR แบบสองขั้นตอนภายใต้สภาวะ Thermophilic-Mesophilic ที่ใช้เวลาเก็บกักของถังสร้างกรดเท่ากับ 1 วัน	73
5.3. สรุปผลของเวลาเก็บกักต่อประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์ CSTR แบบขั้นตอนเดียว	73
บรรณานุกรม	75
ภาคผนวก	80
ผลการทดลอง	80
ประวัติผู้เขียน	134

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ความเข้มข้นที่กระตุ้นและยับยั้งอออนบวก	15
2.2 (ก) การเพิ่มความเป็นพิษของอออนแต่ละชนิด	15
2.2 (ข) การลดความเป็นพิษของอออนแต่ละชนิด	16
2.3 ความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดที่สามารถยับยั้งการทำงานของระบบหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน	17
2.4 โลหะหนักแต่ละชนิดที่ต้องใช้ในการพิจารณาพิษของโลหะหนักในระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน	17
3.1 ลักษณะสมบัติของคั้นข้าวโพดหมัก	34
3.2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียฟาร์มสุกรที่ผ่านระบบบำบัด	35
3.3 ลักษณะสมบัติของสารป้อนที่ป้อนเข้าสู่ระบบ	35
3.4 รายละเอียดของการทดลอง	40
3.5 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	43
4.1 องค์ประกอบกรดไขมันระเหยในถังสร้างกรด	51
4.2 อัตราการบรรทุกสารอินทรีย์และประสิทธิภาพในการกำจัด TS ของชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3	51
4.3 อัตราการบรรทุกสารอินทรีย์และประสิทธิภาพในการกำจัด TVS ของชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3	52
4.4 อัตราการบรรทุกสารอินทรีย์และประสิทธิภาพในการกำจัด TSS ของชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3	53
4.5 เปรียบเทียบผลที่ได้จากงานวิจัยนี้กับงานวิจัยต่างๆ	68
4.6 ลักษณะสมบัติของน้ำที่ผ่านการบำบัดจากการทดลองส่วนที่ 1 ชุดการทดลองที่ 1	71

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
2.1	ลักษณะขั้นตอนของปฏิกิริยาไร้ออกซิเจน	8
2.2	ไดอะแกรมระบบถังกวนสมบูรณ์	19
2.3	รูปแบบการกวนในถังกวนสมบูรณ์	20
2.4	รูปทรงถังกวนสมบูรณ์	21
2.5	ลักษณะขั้นตอนของปฏิกิริยาลำหັก CSTR ไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน	23
2.6	รูปแบบลำหັก CSTR ไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน	23
3.1	ภาพจำลองถังสร้างกรด	37
3.2	ลักษณะและการติดตั้งถังสร้างกรด	37
3.3	ภาพจำลองถังสร้างก๊าซมีเทน	38
3.4	ลักษณะและการติดตั้งถังสร้างก๊าซมีเทน	39
4.1	ค่าพีเอชของน้ำทิ้งจากระบบตลอดระยะเวลาการทดลองของ ชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3	45
4.2	ปริมาณต่างไบคาร์บอเนตตลอดระยะเวลาการทดลองของ ชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3	47
4.3	ปริมาณกรดไขมันระเหยตลอดระยะเวลาการทดลองของ ชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3	48
4.4	อัตราส่วนของกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างในรูปของ ไบคาร์บอเนต (VFA/Alk) ตลอดระยะเวลาการทดลองของ ชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3	49
4.5	อายุตะกอนของถังสร้างมีเทนของชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตลอดระยะเวลาการทดลอง	54
4.6	ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากถังสร้างมีเทนของชุดการทดลอง ที่ 1, 2 และ 3 ตลอดระยะเวลาการทดลอง	55
4.7	องค์ประกอบก๊าซชีวภาพโดยเฉลี่ยจากถังสร้างมีเทนของชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3	56
4.8	ปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนจำเพาะจากถังสร้างมีเทนของชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3	57

4.9	ค่าพีเอชของน้ำทิ้งจากระบบตลอดระยะเวลาการทดลองของชุดการทดลอง ที่ 4 และ 5	58
4.10	ปริมาณต่างไปคาร์บอนตลอดระยะเวลาการทดลองของชุดการทดลอง ที่ 4 และ 5	59
4.11	ปริมาณกรดไขมันระเหยตลอดระยะเวลาการทดลองของชุดการทดลอง ที่ 4 และ 5	60
4.12	ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการทดลองของชุดการทดลอง ที่ 4 และ 5	61
4.13	ปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนจำเพาะตลอดระยะเวลาการทดลองของ ชุดการทดลองที่ 4 และ 5	62
4.14	ค่าพีเอชของน้ำทิ้งจากระบบตลอดระยะเวลาการทดลองของชุดการทดลอง ที่ 6 และ 7	64
4.15	ปริมาณต่างไปคาร์บอนตลอดระยะเวลาการทดลองของชุดการทดลองที่ 6 และ 7	65
4.16	ปริมาณกรดไขมันระเหยตลอดระยะเวลาการทดลองของชุดการทดลองที่ 6 และ 7	66
4.17	ปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนจำเพาะตลอดระยะเวลาการทดลอง ของชุดการทดลองที่ 6 และ 7	67