สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ 7

สารบัญ 8

รายการตาราง 11

รายการรูป 12

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ 14

บทที่1 บทนำ 15

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 15

1.2 วัตถุประสงค์ 18

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 18

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 19

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

2.1 กระบวนการผลิตน้ำยางข้นและซีรัมน้ำยางสกิม 20

2.2 กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง 22

2.3 ทฤษฎีเบื้องต้นของแก๊สชีวภาพ 23

2.3.1 ความหมายและความสำคัญ 23

2.3.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแก๊สชีวภาพ 23

2.3.3 กระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ 27

2.3.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการผลิตแก๊สชีวภาพ 31

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35

บทที่ 3 วิธีการศึกษา 40

1) สารเคมี วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ 40

2) การเก็บตัวอย่าง 44

3) การออกแบบระบบการผลิตแก๊สชีวภาพในระดับห้องปฏิบัติการ 48

3.1 ประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพของกากตะกอน 49

3.2 ผลของการเติมและไม่เติมกากตะกอนต่อการผลิตแก๊สชีวภาพ 50

Prince of Songkla University Pattani Campus

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 ความสามารถในการผลิตแก๊สชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่และซีรัมน้ำยางสกิม 51
3.4 ผลของสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ต่อการผลิตแก๊สชีวภาพจากสาหร่ายและซีรัมน้ำยางสกิม 54
3.5 ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมด ต่อการผลิตแก๊สชีวภาพจากสาหร่ายและซีรัมน้ำยางสกิม 55
3.6 ผลของค่าพีเอชของวัตถุดิบ ต่อการผลิตแก๊สชีวภาพจากสาหร่ายและซีรัมน้ำยางสกิม 56
3.7 ปริมาณแก๊สมีเทนในแก๊สชีวภาพ 57

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 60
4.1 ประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพของกากตะกอน 60
4.2 ผลของการเติมและไม่เติมกากตะกอนต่อการผลิตแก๊สชีวภาพ 62
4.3 ความสามารถในการผลิตแก๊สชีวภาพของซีรัมน้ำยางสกิมและสาหร่ายขนาดใหญ่ 64
4.4 ผลของสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ต่อการผลิตแก๊สชีวภาพจากสาหร่ายและซีรัมน้ำยางสกิม 71
4.5 ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมด ต่อการผลิตแก๊สชีวภาพจากสาหร่ายและซีรัมน้ำยางสกิม 72
4.6 ผลของค่าพีเอชของวัตถุดิบ ต่อการผลิตแก๊สชีวภาพจากสาหร่ายและซีรัมน้ำยางสกิม 75
4.7 ปริมาณแก๊สมีเทนที่เป็นองค์ประกอบในแก๊สชีวภาพ 77

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 80
5.1 ประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพของกากตะกอน 80
5.2 ผลของการเติมและไม่เติมกากตะกอนต่อประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ 80
5.3 ความสามารถในการผลิตแก๊สชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่และซีรัมน้ำยางสกิม 81
5.4 ผลของสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ต่อการผลิตแก๊สชีวภาพจากสาหร่ายและซีรัมน้ำยางสกิม 82

Prince of Songkla University Pattani Campus

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.5 ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมด ต่อการผลิตแก๊สชีวภาพจากสาหร่ายและซีรัมน้ำยางสกิม	82
5.6 ผลของค่าพีเอชของวัตถุดิบ ต่อการผลิตแก๊สชีวภาพจากสาหร่ายและซีรัมน้ำยางสกิม	82
5.7 ปริมาณแก๊สมีเทนในแก๊สชีวภาพ	83
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก ก	89
ภาคผนวก ข	100
ประวัติผู้เขียน	105

Prince of Songkla University Pattani Campus

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์	40
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	42
3.3 วิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของซีรัมน้ำยางสกิม	47
3.4 วิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสาหร่าย	47
3.5 สูตรที่ใช้หมักแก๊สชีวภาพในการเปรียบเทียบการเติมหัวเชื้อต่างชนิดกัน	50
3.6 สูตรที่ใช้หมักแก๊สชีวภาพในระบบที่มีการเติมและไม่เติมกากตะกอน	51
3.7 สูตรที่ใช้ในการหมักแก๊สชีวภาพในการเปรียบเทียบความสามารถในผลิตแก๊สชีวภาพของสาหร่าย และซีรัมน้ำยางสกิม	52
3.8 สูตรที่ใช้หมักแก๊สชีวภาพในการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพจากการผสมวัตถุดิบ	53
3.9 สูตรที่ใช้ในการหมักแก๊สชีวภาพในการศึกษาผลของของแข็งทั้งหมดต่อความสามารถในการผลิตแก๊สชีวภาพ	55
3.10 สูตรที่ใช้ในการหมักแก๊สชีวภาพในการเปรียบการผลของผลของค่าพีเอชต่อความสามารถในการผลิตแก๊สชีวภาพ	56
4.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบ	60
4.2 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักแก๊สชีวภาพ	62
4.3 สูตรที่ใช้หมักแก๊สชีวภาพในระบบที่มีการเติมและไม่เติมกากตะกอน	63
4.4 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักแก๊สชีวภาพ	66
4.5 ผลการวิเคราะห์หลังการหมักถังปฏิกรณ์ขนาด 6 ลิตร (n=3)	79

Prince of Songkla University Pattani Campus

รายการรูป

รูปที่		หน้า
2.1	กลไกการย่อยสลายของจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่สร้างมีเทน	25
2.2	กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจน	27
3.1	เครื่องวัดปริมาณไนโตรเจน	43
3.2	เครื่องสเปกโทรโฟโต	44
3.3	สาหร่ายและบริเวณเก็บตัวอย่างสาหร่าย อ.จะนะ จ.สงขลา	44
3.4	กระบวนการผลิตน้ำยางข้นของโรงงานผลิตน้ำยางข้น และจุดเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง	46
3.5	ระบบผลิตแก๊สชีวภาพในระดับห้องปฏิบัติการ	49
3.6	โครมาโทแกรมของแก๊สมีเทนมาตรฐาน (Standard CH_4)	58
3.7	คอลัมน์ Porapak Q สำหรับวิเคราะห์แก๊สมีเทน (Shimadzu, Japan)	59
3.8	เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์แก๊สชีวภาพรุ่นGC-TCD 8A	59
4.1	ปริมาตรแก๊สชีวภาพสะสมที่เกิดจากวัตถุดิบต่างกัน โดยชุดที่ 1 มูลวัวสด ชุดที่ 2 มูลวัวสดผสมกับกากตะกอน และ ชุดที่ 3 กากตะกอน (n=3)	62
4.2	ปริมาตรแก๊สชีวภาพที่เกิดจาการหมักด้วยวัตถุดิบต่างๆ เมื่อมีการเติมกากตะกอนและไม่เติมกากตะกอนเข้าสู่ระบบ	64
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สชีวภาพรวม (L $kgVS^{-1}_{added}$) จากสาหร่ายขนาดใหญ่สองชนิด*Chaetomorpha* sp. และ *Ulva intestinalis* และซีรัมน้ำยางสกิม	67
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สชีวภาพรวม ($L/L_{working\ volume}$) จากสาหร่ายขนาดใหญ่สองชนิด *Chaetomorpha* sp. และ *Ulva intestinalis*และซีรัมน้ำยางสกิม	68
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สชีวภาพรวม (L $kgVS^{-1}_{added}$) กับสูตรการหมักจากสาหร่ายขนาดใหญ่ สองชนิด *Chaetomorpha* sp. และ *Ulva intestinalis* และซีรัมน้ำยางสกิม	69
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สชีวภาพรวม ($L/L_{working\ volume}$) กับสูตรการหมักจากสาหร่ายขนาดใหญ่ สองชนิด*Chaetomorpha* sp. และ *Ulva intestinalis* และซีรัมน้ำยางสกิม	70
4.7	สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพในระบบผสมรวมวัตถุดิบ (n=3)	71
4.8	ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดต่อประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ	73

Prince of Songkla University Pattani Campus

รายการรูป

รูปที่ **หน้า**

4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สชีวภาพรวมกับปริมาณของแข็งทั้งหมด 74

4.10 ผลของปริมาณค่าพีเอชต่อประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพในระบบผสมรวมวัตถุดิบระหว่าง *Chaetomorpha* sp. และซีรัมน้ำยางสกิม (n=3) 75

4.11 อิทธิพลของค่าพีเอชต่อประสิทธิภาพการหมักแก๊สชีวภาพในระบบผสมรวมวัตถุดิบระหว่าง *Chaetomorpha* sp. และซีรัมน้ำยางสกิม (n=3) 76

4.12 การผลิตแก๊สชีวภาพในระบบผสมรวมวัตถุดิบระหว่างสาหร่ายขนาดใหญ่ (*Chaetomorpha* sp.) ร่วมกับซีรัมน้ำยางสกิม โดยควบคุมปริมาณของแข็งทั้งหมด ควบคุมพีเอชที่ 7 ควบคุมอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 15 ในระบบที่ขยายขนาดถังปฏิกรณ์เป็น 6 ลิตร (n=3) โดยแสดงร้อยละของแก๊สมีเทนในแก๊สชีวภาพ (◆) และอัตราการผลิตแก๊สชีวภาพ (●) 78

Prince of Songkla University Pattani Campus