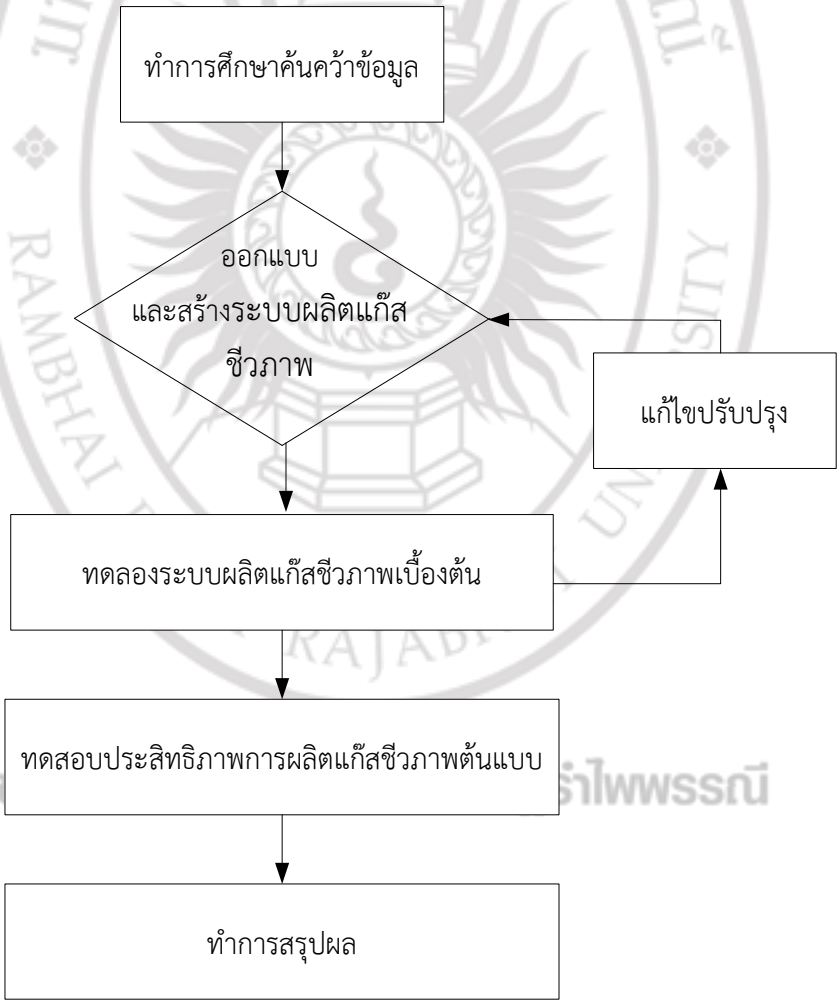
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและสร้างระบบผลิตแก๊สชีวภาพจากสิ่งปฏิกูลมนุษย์ต้นแบบ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และวิธีการดำเนินการทดลอง การดำเนินการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบผลิตแก๊สชีวภาพให้ใช้กับของเสียจากมนุษย์ โดยออกแบบระบบถังผลิตแก๊สชีวภาพขนาด 1,000 ลิตร โดยใช้วัตถุดิบเป็นมูลมนุษย์ แล้วทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตแก๊สชีวภาพ ปริมาณแก๊สที่ผลิตได้ โดยดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล ณ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี โดยกำหนดการดำเนินการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2 การออกแบบระบบผลิตแก๊สชีวภาพ

การออกแบบถังผลิตแก๊สชีวภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานนั้น จะพิจารณาถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งานด้วย เมื่อระบบหมักแก๊สเริ่มทำงานจะทำให้เกิดแรงดังภายในถังหมักและถังบรรจุแก๊สชีวภาพเกิดขึ้นไปด้วย ระบบผลิตแก๊สชีวภาพนั้นจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบสำคัญ คือ ถังหมักแก๊สชีวภาพขนาด 1,000 ลิตร ลักษณะเป็นถังทรงกระบอกวัสดุที่เลือกใช้เหล็กสแตนเลส ถังเก็บบรรจุแก๊สชีวภาพขนาด 100 ลิตร จำนวน 2 ถัง และระบบท่อต่าง ๆ โดยสมการที่ใช้คำนวณเบื้องต้นมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การการออกแบบถังก๊าซชีวภาพ

มีสมการในการคำนวณการออกแบบถังแก๊สชีวภาพดังนี้

1. สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าความความเค้นของถัง

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{3.1}$$

เมื่อ σ คือ ความเค้นในถัง (N/mm^2)
F คือ แรงกระทำ (N)
A คือ พื้นที่รับแรงกระทำ (mm^2)

2. สมการคำนวณหาความเค้นรอบวงของถัง

$$\sigma_1 = \frac{P.r}{t} \tag{3.2}$$

เมื่อ σ_1 คือ ค่าความเค้นตามเส้นรอบวงของถัง (N/mm^2)
P คือ ความดัน (N/mm^2)
r คือ รัศมีของถัง (mm)
t คือ ความหนาของถัง (mm)

3. แรงตามแนวตามยาวของถัง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

$$\sigma_t = \frac{Pr}{2t} \tag{3.3}$$

เมื่อ σ_1 คือ ค่าความเค้นตามเส้นรอบวงของถัง (N/mm^2)
P คือ ความดัน (N/mm^2)
r คือ รัศมีของถัง (mm)
t คือ ความหนาของถัง (mm)

4. สมการที่ใช้ในการคำนวณหาการรับแรงดันของตัวล็อคฝาปิดถังหมักแก๊สชีวภาพ

$$F = \frac{P.A}{N} \quad (3.4)$$

เมื่อ F คือ แรงที่กระทำต่อตัวล็อคแต่ละตัว (N)
P คือ แรงดัน (N/mm^2)
A คือ พื้นที่หน้าตัดที่รับแรง (m^2)
N คือ จำนวนตัวล็อค

3.1.2 สูตรที่ใช้ในการคำนวณในการเดินระบบผลิตแก๊สชีวภาพ

1. ระยะเวลาเก็บกักขยะอินทรีย์ในถังหมัก

คือระยะเวลาเฉลี่ยที่ตะกอนจุลินทรีย์อยู่ในถังหมัก โดยคำนวณดังสมการ (ผจงสุข สุธารัตน์ และคณะ, 2560 : หน้า 29)

ระยะเวลาเก็บกักขยะอินทรีย์ในถังหมัก (วัน)
= (ปริมาตรความจุของเหลวของถังหมัก (ลิตร))/(ปริมาณของเหลวที่เข้าระบบ (ลิตร/วัน)) (3.5)

2. อัตราการป้อนสารอินทรีย์

เป็นค่าที่ใช้อธิบายปริมาณของสารอินทรีย์ ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ ต่อปริมาตรความจุของถังและเวลา สามารถคำนวณได้ดังนี้ (ผจงสุข สุธารัตน์ และคณะ, 2560 : หน้า 29)

อัตราการป้อนสารอินทรีย์ (กรัม COD/ลิตร.วัน)
= (ปริมาณของเหลวที่เข้าระบบ (ลิตร/วัน) x ค่า COD ของเหลวที่เข้าระบบ (กรัม/ลิตร)**)/(**ปริมาตรความจุของเหลวของถังหมัก (ลิตร)**)** (3.6)

3. ปริมาณแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้เฉลี่ยต่อวัน (ผจงสุข สุธารัตน์ และคณะ, 2560 : หน้า 30)

ปริมาณแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้เฉลี่ยต่อวัน
= (ปริมาณแก๊สชีวภาพทั้งหมดที่ผลิตได้ทั้งหมด (ลิตร))/(จำนวนวันที่ผลิตแก๊สชีวภาพ (วัน)**)** (3.7)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

3.1.3 สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

1. ต้นทุนคงที่

- ค่าเสื่อมราคาเครื่อง (F_1) ใช้สมการคำนวณค่าเสื่อมราคา

$$F_1 = \frac{P - L}{N} \quad (3.8)$$

P คือ ราคาเครื่องอบแห้ง (บาท)
L คือ ราคาซากของเครื่องอบแห้ง (บาท)
N คือ อายุการใช้งาน (ปี)

2. ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน

$$= \frac{(P+L)}{2} \times \frac{i}{100} \quad (3.9)$$

i คือ ดอกเบี้ยบาท/ปี

3. ต้นทุนรวมคงที่ = ค่าเสื่อมราคาเครื่อง + ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน (3.10)

4. ต้นทุนผันแปรรวม = ต้นทุนวัตถุดิบ + ค่าแรงงาน (3.11)

5. การคำนวณเวลาในการคืนทุน

เวลาในการคืนทุน = เงินลงทุนทั้งหมด/กำไรทั้งหมดต่อปี (3.12)

3.3 รายละเอียดอุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

รายละเอียดของอุปกรณ์ระบบผลิตแก๊สชีวภาพแสดงดังต่อไปนี้

ภาพที่ 3.2 ชุดถังหมักแก๊สชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพายัพ

ภาพที่ 3.3 ชุดถังบรรจุแก๊สชีวภาพ

ภาพที่ 3.4 ถังหมักสำรองสำหรับเตรียมมูลวัวผสม

ภาพที่ 3.5 วาล์วสำหรับควบคุมแก๊สชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ของม พรรณี

รูปที่ 3.6 ชุดซีลกันรั่ว

ภาพที่ 3.7 ท่อสำหรับแก๊สชีวภาพ

ภาพที่ 3.8 ติดตั้งเกจวัดความดันและวัดอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์ข ธรณี

ภาพที่ 3.9 ตาชั่งน้ำหนัก 60 กิโลกรัม

ภาพที่ 3.10 ชุดทดสอบความเป็นกรด-ด่าง

3.3.2 วัสดุระบบผลิตแก๊สชีวภาพ

1. วัตถุดิบใช้มูลมนุษย์ 500 ลิตรคิดที่ 20 % เท่ากับ 100 กิโลกรัมและมูลวัวมูล 10 กิโลกรัม
2. เชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น (หมักประมาณ 2 เดือน) ใช้กากน้ำตาล 10 ลิตร
3. มูลวัวปริมาณ 10 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 3.11 ชุดระบบผลิตแก๊สชีวภาพที่สร้างขึ้น

ภาพที่ 3.12 วัตถุดิบที่ใช้

ภาพที่ 3.13 อุปกรณ์ตักวัตถุดิบ

ลิขสิทธิ์ของ ... ชรรณี

ภาพที่ 3.14 เตรียมการบรรจุสิ่งปฏิกูลใส่ถัง

ภาพที่ 3.15 การเตรียมวัตถุดิบ

ภาพที่ 3.16 การเติมวัตถุดิบทดลองลงในถังหมักแก๊สชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ของ พรรณี

3.3.3 วิธีการทดลอง

1. หลังจากสร้างอุปกรณ์ระบบผลิตแก๊สชีวภาพเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ทำความสะอาดภายในถังหมักขนาด 1,000 ลิตร และถังเก็บแก๊สชีวภาพ

2. เติมวัตถุดิบที่ได้เตรียมไว้ได้แก่

- มูลมนุษย์ผสมน้ำจากรถสูบส้วมของเทศบาล 1/2 ของถังหมักประมาณ 500 ลิตร
- หัวเชื้อเริ่มต้นคือกากน้ำตาล10 ลิตร
- มูลวัวปริมาณ 10 กิโลกรัม

3. กวนผสมที่ถังหมักแล้วทำการปิดฝาถังหมักเพื่อหมัก

4. ตรวจสอบความเป็นกรดเป็นด่างโดยใช้ค่ากระดาษลิตมัสตรวจสอบให้ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.0-7.5

5. สังเกตการเกิดแก๊สจากอุปกรณ์การเกิดแก๊สหรือโดยการวัดระดับความสูงของระดับถังเก็บแก๊สและระดับน้ำจากท่อสายยางรูปตัวยู

6. เมื่ออัตราการเกิดแก๊สชีวภาพเริ่มคงที่และลดน้อยลง จะหยุดการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี