

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การทดลองแบบ Batch (Lab Scale)

การทำกรทดลองแบบกะ ถูกออกแบบเพื่อศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด (หมักกรด) ของขยะเศษอาหาร (ใช้ข้าวเป็นตัวอย่างเศษอาหารในการทดลอง) ก่อนนำไปผลิตก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางแผ่น โดยทำการทดลองในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml เศษอาหารที่ผ่านการหมักกรดที่ระยะเวลา 0-7 วัน (ชุดทดลองหมักกรด ไม่มีการเติมมูลสัตว์เป็นแหล่งเชื้อจุลินทรีย์) ถูกผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางแผ่น และถูกป้อนเข้าสู่ชุดหมักก๊าซชีวภาพ ซึ่งใช้มูลวัวเป็นแหล่งเชื้อจุลินทรีย์ การทดลองแบบกะ (Batch) ประกอบด้วย 9 ชุดทดลอง คือ

ชุดทดลองที่ 1 เติมน้ำเสียง่ายแผ่น ปริมาตร 50 ml (ไม่เติมเศษอาหาร)

ชุดทดลองที่ 2 เติมน้ำเสียง่ายแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด เป็นระยะเวลา 0 วัน

ชุดทดลองที่ 3 เติมน้ำเสียง่ายแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด เป็นระยะเวลา 1 วัน

ชุดทดลองที่ 4 เติมน้ำเสียง่ายแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด เป็นระยะเวลา 2 วัน

ชุดทดลองที่ 5 เติมน้ำเสียง่ายแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด เป็นระยะเวลา 3 วัน

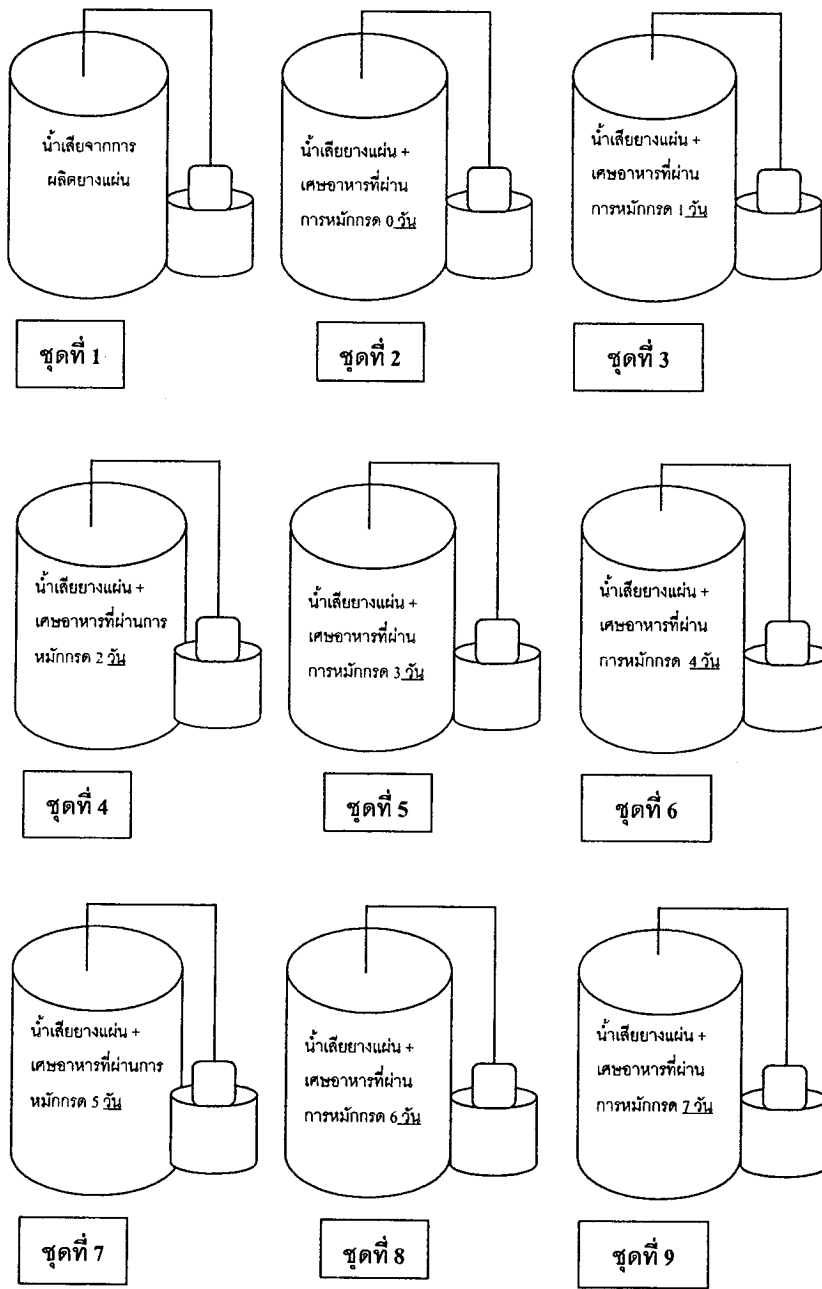
ชุดทดลองที่ 6 เติมน้ำเสียง่ายแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด เป็นระยะเวลา 4 วัน

ชุดทดลองที่ 7 เติมน้ำเสียง่ายแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด เป็นระยะเวลา 5 วัน

ชุดทดลองที่ 8 เติมน้ำเสียง่ายแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด เป็นระยะเวลา 6 วัน

ชุดทดลองที่ 9 เติมน้ำเสียง่ายแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด เป็นระยะเวลา 7 วัน

ในแต่ละชุดทดลองทำการปฏิบัติการชุดทดลองละ 3 ซ้ำ โดยทั้ง 9 ชุดทดลองจะมีการเติมมูลวัวในปริมาตร 150 ml ชุดทดลองที่ 2-9 ประกอบด้วย น้ำเสียง่ายแผ่น ในปริมาตร 25 ml และเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด ในปริมาตร 25 ml โดยมีปริมาตรรวม 50 ml ดังแสดงภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การทดลองแบบกะ (Batch test)

การเดินระบบ เก็บข้อมูล และวิเคราะห์ผล

- 1) การเดินระบบของชุดทดลองแบบกะ (Batch) มีการวิเคราะห์ค่า VFA ของน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรดก่อนป้อนเข้าสู่ระบบ
- 2) เติมมูลวัวเข้าสู่ชุดทดลองและพักไว้จนมูลวัวหยุดการผลิตแก๊สชีวภาพ
- 3) เติมน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรดในระยะเวลาต่างๆ คั่งรายละเอียดของแต่ละชุดการทดลองที่กล่าวมาข้างต้น
- 4) ตรวจสอบอัตราการเกิดแก๊สทุกวันตั้งแต่เริ่มดำเนินระบบจนกว่าระบบจะหมดการผลิตแก๊ส ในแต่ละชุดทดลอง
- 5) เปรียบเทียบอัตราการเกิดแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้จากชุดทดลองแบบกะ (Batch) ทั้ง 9 ชุดทดลอง โดยจะมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (randomized complete block design หรือ RCBD) เป็นลักษณะการเลือกชุดทดลองที่มีความเหมาะสม ซึ่งชุดทดลองที่เลือกจะใช้ค่าทางสถิติในการคำนวณผลที่มีความแตกต่างของชุดทดลองในแต่ละชุดและเลือกชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพมากที่สุดมาดำเนินระบบแบบต่อเนื่อง

3.2 การทดลองแบบต่อเนื่องในห้องปฏิบัติการ

การทดลองแบบต่อเนื่องประกอบด้วย 2 ชุดการทดลองย่อย คือ

ชุดการทดลองที่ 1 เดินระบบด้วยน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่น

ชุดการทดลองที่ 2 เดินระบบด้วยน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด

จัดทำระบบทดลองด้วยถังพลาสติกขนาด 30 ลิตร (ปริมาตรทดลอง 24 ลิตร) ชุดทดลองละ 3 ซ้ำ เติมมูลวัวเพื่อใช้เป็นแหล่งเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในอัตราส่วน $\frac{1}{2}$ ของถัง โดยมีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย (HRT) ที่เท่ากันทั้งสองชุดการทดลอง คือ 30 วัน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด และศึกษาอัตราการผลิตแก๊สชีวภาพจากระบบ สำหรับการทดลองนี้ มีวิธีการคำนวณดังนี้

วิธีการคำนวณ อัตราการป้อนน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นร่วมกับเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด ใช้สูตร $HRT = V/Q$

เมื่อ HRT = ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย (วัน)

V = ปริมาตรของถัง (ลิตร)

Q = อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ชุดทดลอง (ลิตรต่อวัน)

ตัวอย่างการคำนวณ

$$\text{จากสูตร } HRT = V/Q$$

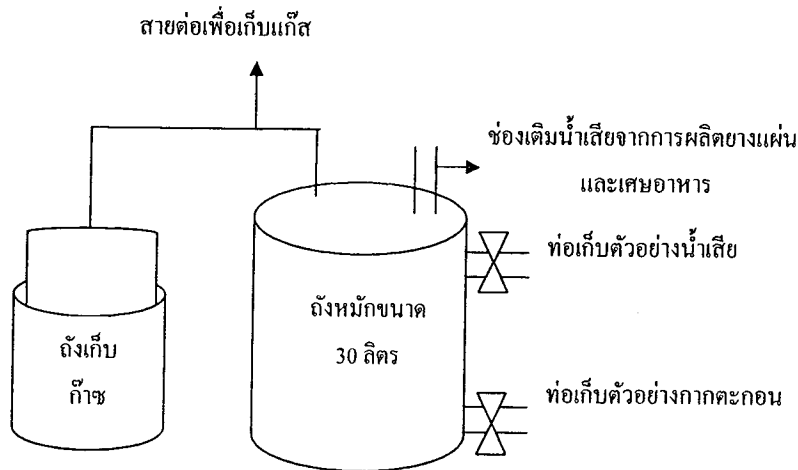
$$30 \text{ วัน} = 24 \text{ (ลิตร)} / Q \text{ (ลิตรต่อวัน)}$$

$$Q = 0.8 \text{ (ลิตรต่อวัน)}$$

ดังนั้น ชุดทดลองย่อยที่ 1 เติมมูลวัวในอัตราส่วน $\frac{1}{2}$ ของถัง เติมน้ำเสียจากแผ่นเพียงอย่างเดียวในปริมาตร 0.8 ลิตรต่อวัน

ชุดทดลองย่อยที่ 2 เติมมูลวัวในอัตราส่วน $\frac{1}{2}$ ของถัง เติมน้ำเสียจากแผ่นในปริมาตร 0.4 ลิตร และเศษอาหารที่ผ่านการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์สร้างกรด ในปริมาตร 0.4 ลิตรต่อวัน

แต่ละชุดการทดลองประกอบด้วย ถังหมัก 1 ถัง ถังเก็บแก๊ส 1 ถัง ดังแสดงภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 รูปแบบของชุดทดลองแบบต่อเนื่อง

การเดินระบบชุดทดลองแบบต่อเนื่อง

- 1) ตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียก่อนการบำบัดและหลังการบำบัดน้ำเสีย โดยป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด ทั้ง 2 ชุดทดลอง ในปริมาณดังที่ได้กล่าวไปแล้ว และตรวจวัดลักษณะของน้ำเสียในพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ pH, DO, BOD, COD, TSS และ TKN
- 2) ตรวจวัดอัตราการเกิดแก๊สชีวภาพจากระบบหมักไร้อากาศ
- 3) วิเคราะห์องค์ประกอบของแก๊สชีวภาพ ได้แก่ H_2S , CH_4 , CO_2 และ N_2

3.5 สร้างและเดินระบบชุดทดลองแบบต่อเนื่องในชุมชนเกษตรกรชาวสวนยาง

- ทำการสร้างและเดินระบบชุดทดลองแบบต่อเนื่อง ในชุมชนเกษตรกรชาวสวนยาง จังหวัดพังงา โดยสร้างชุดทดลองซึ่งประกอบด้วยถังหมักขนาด 200 ลิตร ระยะเวลาเก็บกัก 30 วัน และชุดเก็บก๊าซชีวภาพขนาด 150 ลิตร เดินระบบโดยใช้น้ำเสียจากแผ่นผสมกับเศษอาหารที่ผ่านการหมักสร้างกรดเป็นระยะเวลา 3 วัน

- ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบ โดยวิเคราะห์น้ำเสียก่อนและหลังบำบัดในพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ pH, SS, VFA, BOD, COD, Sulfate และ TKN และตรวจวัดอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจากระบบ และศึกษาองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ โดยทำการเก็บตัวอย่างก๊าซเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ได้แก่ CH_4 , CO_2 และ H_2S และเก็บข้อมูลปัญหา อุปสรรค จากการจัดทำและเดินระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ

- นำข้อมูลที่ได้จากการจัดทำและเดินระบบชุดทดลอง มาทำการออกแบบระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพเพื่อทำการก่อสร้างและเดินระบบฯ ในพื้นที่จริง โดยการออกแบบจะคำนึงถึงความคุ้มค่าในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นพลังงานทดแทนก๊าซหุงต้ม ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจให้ชุมชนนำระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพไปใช้จริง

- หารือกับเกษตรกรชาวสวนยางเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบแปลนการก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อให้มีความเหมาะสมในการก่อสร้างและเดินระบบฯ ในพื้นที่จริง

- ก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพในพื้นที่จริง 1 จุด โดยจะทำการก่อสร้างในพื้นที่ชุมชนเกษตรกรชาวสวนยาง จังหวัดพังงา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งระดับครัวเรือนจำนวนมาก และประสบปัญหาในการจัดการน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นและเศษอาหาร

- นำก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบฯ ไปใช้ประโยชน์ในการหุงต้มในครัวเรือน โดยเดินท่อส่งก๊าซไปยังจุดใช้งาน และเก็บข้อมูลการใช้ก๊าซชีวภาพในครัวเรือน

- จัดกิจกรรมเผยแพร่ความรู้สู่ชุมชน โดยการลงไปให้คำปรึกษาถึงพื้นที่

3.6 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียและก๊าซชีวภาพ

ตารางที่ 3.1 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียและก๊าซชีวภาพ

| Parameters | Methods |
|--|---|
| pH | pH meter |
| VFA (Volatile Fatty Acid) | Titrimetric method (APHA, 2005) |
| BOD concentration | 5 Days Incubation |
| COD concentration | Close reflux, calorimetric method (APHA, 2005) |
| Suspended solid (SS) | Gravimetric method |
| TKN concentration | Titrimetric method (APHA, 2005) |
| CH ₄ , CO ₂ , H ₂ S, N ₂ gas | Gas chromatography with a flame thermal conductivity detector |