

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

#### อุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

##### 1. อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- เครื่อง pH meter : Delta 340, METTLER TOLEDO
- เครื่อง Gas Chromatography (Agilent 6890 series)
- ขวดปฏิกิริยาขนาด 2.5 ลิตร ที่ใช้ในการทดลอง
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง
- ตู้อบ
- เตาให้ความร้อน (Hot plate)
- ถังเก็บก๊าซ
- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
- กระบอกตวง (Cylinder)
- หลอดทดลอง (Tube)
- ปิเปต (Pipette)
- ขวดรูปชมพู่ ( Erlenmeyer flask)
- บีกเกอร์ (Beaker)
- ช้อนตักสารเคมี (Spatula)
- ลูกยางดูดปิเปต (Bulb)
- ปากคีบ (Forceps)
- ถ้วยอลูมิเนียม
- กระดาษกรอง
- ขวดเจลดาลท์ (Kjeldahl flask)
- หลอดซีไอดี (COD tube)
- ถ้วยระเหย

## 2. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- โปแตสเซียมไดโครเมต
- กรดซัลฟูริกและซิลเวอร์ซัลเฟต
- เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต
- โปแตสเซียมซัลเฟต
- โซเดียมไฮดรอกไซด์
- กรดซัลฟูริก
- ฟีนอล์ฟทาลีน
- กรดแอสคาร์บิก

## 3. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

- เศษอาหาร
- หล้าแฝก

### การเตรียมเศษอาหาร

เศษอาหารถูกเก็บรวบรวมจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วย ข้าว เส้นก๋วยเตี๋ยว เนื้อสัตว์ ไข่ต้ม และเศษผักผลไม้ โดยนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า และวิเคราะห์คุณสมบัติของเศษอาหารโดยจะวิเคราะห์ค่า พีเอช (pH) ค่าซีโอดี (tCOD) ของแข็งระเหยง่ายทั้งหมด (Total Volatile Solid: TVS) , ของแข็งทั้งหมด (Total Solid : TS) ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) กรดไขมันระเหยง่าย (Volatile fatty acid) ปริมาณไนโตรเจน (Total kjeldahl nitrogen) และปริมาณฟอสฟอรัส (Total phosphorus) และปริมาณคาร์บอน หลังจากบดเศษอาหารละเอียดแล้วต้องทำการเจือจางกับน้ำ 90% v/w เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 3.1 เศษอาหาร

#### การเตรียมหญ้าแฝก

หญ้าแฝกที่ใช้ได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหญ้าแฝกหอมมีอายุการเก็บเกี่ยว 60 วัน ดังภาพที่ 3.2 จากนั้นนำมาหั่นให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร และนำมาหมักในถังปิดฝาแน่นเพื่อไม่ให้อากาศเข้าเป็นเวลา 60 วัน (ภาพที่ 3.2) และนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติของหญ้าแฝกโดยจะวิเคราะห์ค่า พีเอช (pH) ค่าซีโอดี (tCOD) ของแข็งระเหยง่ายทั้งหมด (Total Volatile Solid : TVS) ของแข็งทั้งหมด (Total Solid : TS) ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) ปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย (Volatile fatty acid) ปริมาณไนโตรเจน (Total kjeldahl nitrogen) และปริมาณฟอสฟอรัส (Total phosphorus) และปริมาณคาร์บอน (APHA, 2005)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการหมักหญ้าแห้งเพื่อใช้ผสมกับเศษอาหารในการผลิตก๊าซชีวภาพ

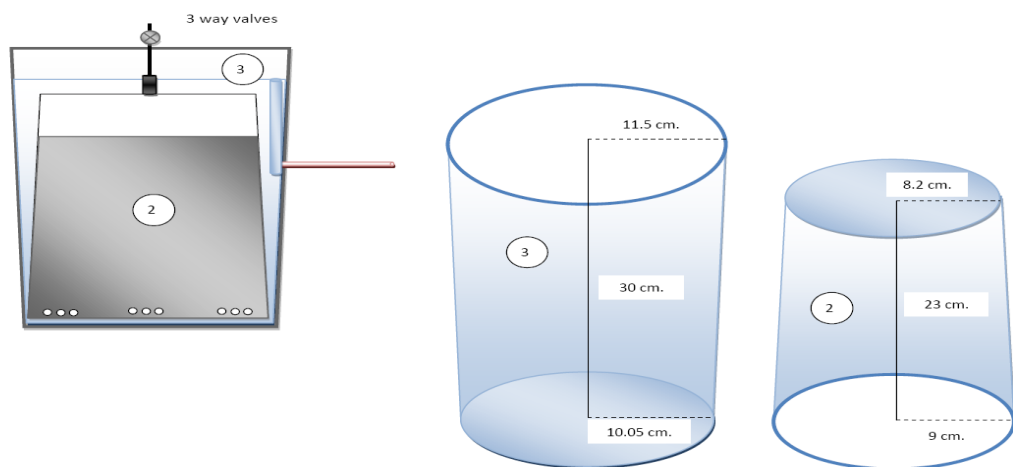
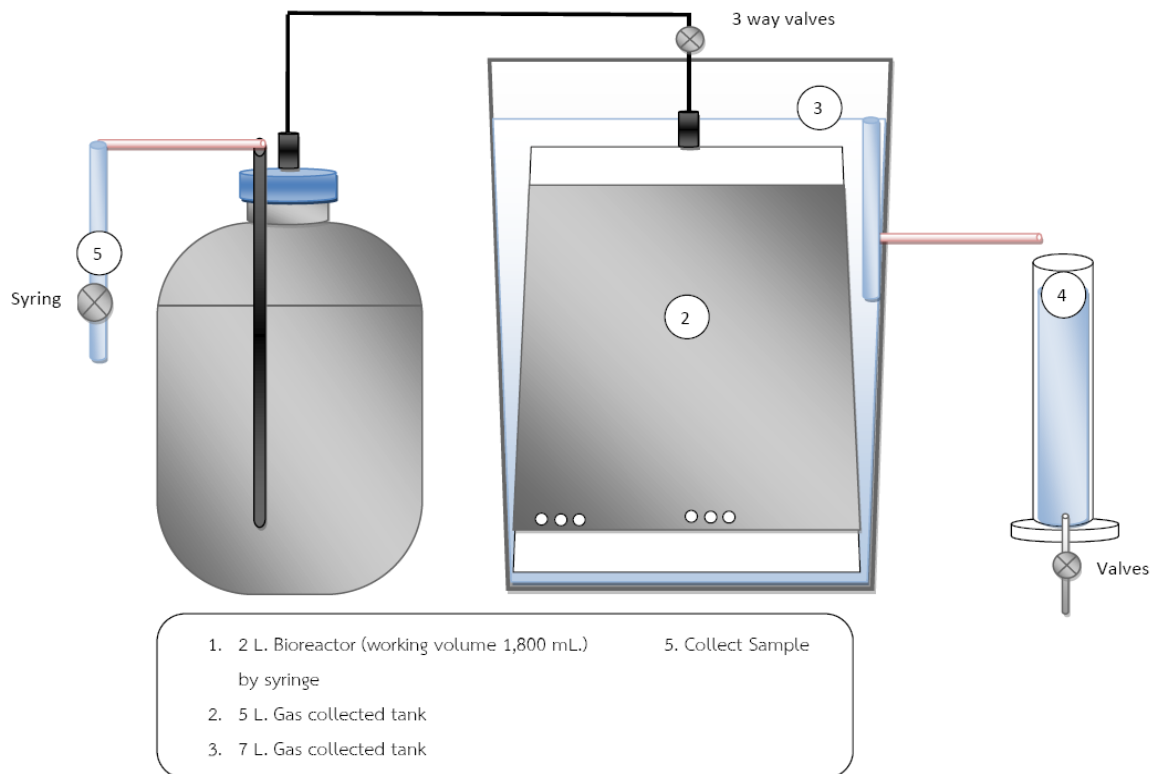
### ตะกอนจุลินทรีย์

ตะกอนจุลินทรีย์นำมาจากจากถังปฏิกรณ์แบบไร้อากาศของฟาร์มสุกร จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะของจุลินทรีย์เป็นตะกอนในของเหลวมีสีดำ

### การออกแบบการทดลอง

ถังปฏิกรณ์แบบแบทช์ (batch) ที่ใช้ในการทดลอง 2 ลิตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร จำนวน 4 ถัง ปริมาตรภายในบรรจุของเหลว 1.8 ลิตร โดยเป็นเศษอาหาร+หญ้าแห้ง 1.5 ลิตร โดยใส่ตะกอนจุลินทรีย์ 15 % w/v ดังภาพที่ 3.3 และ 3.4 โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (33-35 องศาเซลเซียส) การป้อนอาหารเข้าถังหมักทำหลังจากเก็บตัวอย่างน้ำใสจากถังจากท่อ effluent ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย 60 วัน และอัตราส่วนของเศษอาหารต่อหญ้าแห้งต่างๆ กัน (รายละเอียดในหัวข้อศึกษาอัตราส่วนเศษอาหารต่อหญ้าแห้งต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ) หลังจากป้อนสารอาหารแล้วมีการเขย่าวันละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 5 นาทีทุกครั้ง น้ำส่วนใสที่เก็บตัวอย่างนำมาวิเคราะห์ ค่า พีเอช (pH) ค่าซีโอดี (tCOD) ของแข็งระเหยง่ายทั้งหมด (Total Volatile Solid : TVS) ของแข็งทั้งหมด (Total Solid : TS) ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย (Volatile fatty acid)

การทดลองนี้ทำการวัดปริมาตรก๊าซชีวภาพด้านบนถังปฏิกิริยาโดยใช้การแทนที่น้ำในถังพลาสติก ส่วนตัวอย่างก๊าซชีวภาพเก็บจากสายยางที่เชื่อมจากถังหมักก๊าซด้วยถุงเก็บก๊าซและทำการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบก๊าซชีวภาพด้วยเครื่อง Gas Chromatography (Agilent 6890 series)



ภาพที่ 3.3 ไดอะแกรมของถังปฏิกิริยาแบบแบทช์ (batch)



ภาพที่ 3.4 ระบบของถังปฏิกรณ์แบบแบทช์ (Batch) ในระบบจริง

ศึกษาผลอัตราส่วนของเศษอาหารต่อหญ้าแฝกต่อปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพในระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การทดลองนี้ใช้ซับสเตรท (substrate) ที่ใช้ในการศึกษามี 2 ชนิด คือ เศษอาหาร และ หญ้าแฝก โดยจะศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ การใช้เศษอาหารหมักร่วมกับหญ้าแฝก ในการผลิตก๊าซชีวภาพในระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยเงื่อนไขการทดลองกำหนดให้เศษอาหารต่อหญ้าแฝก 1:0,0:1, 1:1, 2:1, 1:2, 3:1, 1:3, 4:1, 1:4, 5:1,1:5 และกำหนดให้ระยะเวลาการย่อยสลายทั้งหมด 60 วัน โดยเศษอาหารที่นำมาใช้หลังจากเจือจางด้วยน้ำ ร้อยละ 90 % v/w แล้วโดยละเอียดของปริมาณน้ำหนักของเศษอาหารและหญ้าแฝกแสดงดังรายละเอียดในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาณน้ำหนักของเศษอาหารและหญ้าแฝกในแต่ละอัตราส่วน

อัตราส่วนเศษอาหารต่อหญ้าแฝก	น้ำหนักของเศษอาหารต่อหญ้าแฝก
1:0	เศษอาหาร 150 กรัม
0:1	หญ้าแฝก 15 กรัม
1:1	เศษอาหาร 75 กรัม หญ้าแฝก 75 กรัม
2:1	เศษอาหาร 100 กรัม หญ้าแฝก 50 กรัม
3:1	เศษอาหาร 112.5 กรัม หญ้าแฝก 37.5 กรัม
4:1	เศษอาหาร 120 กรัม หญ้าแฝก 30 กรัม
5:1	เศษอาหาร 125 กรัม หญ้าแฝก 25 กรัม
1:2	เศษอาหาร 50 กรัม หญ้าแฝก 100 กรัม
1:3	เศษอาหาร 37.5 กรัม หญ้าแฝก 112.5 กรัม
1:4	เศษอาหาร 30 กรัม หญ้าแฝก 120 กรัม
1:5	เศษอาหาร 25 กรัม หญ้าแฝก 125 กรัม