บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1. ทำการออกแบบและสร้างชุดถังหมักก๊าซชีวภาพจากมูลนกพิราบ

ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 2 L หมักก๊าซชีวภาพจากมูลนกพิราบ ทดลองเปรียบเทียบมูลสุกร มูลโค มูลค้างคาว และมูลนกพิราบผสมมูลสัตว์ เพื่อ ทดสอบการเกิดก๊าซชีวภาพของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ เปรียบเทียบกับการเกิดก๊าซชีวภาพจากมูลนกพิราบ ตรวจสอบค่า pH ค่า% ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น และปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ในช่วงเวลาการหมักก๊าซชีวภาพ 1 เดือน การเติมมูลสัตว์เป็นแบบเติมครั้งเดียว

ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 40 L หมักก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ที่ได้จากข้อมูลการหมักของถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 2 L ที่มีความเหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ ใช้ฟางข้าวเพิ่มปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพให้มากขึ้น การเติมอาหารในการหมักก๊าซชีวภาพเป็นแบบกึ่งต่อเนื่อง เติมทุกๆ 5-7 วัน ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้ในแต่ละวัน ค่า % CH_4 ทดลองการจุดติดไฟของก๊าซชีวภาพที่ได้แต่ละวัน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเพิ่มขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพเป็นขนาด 200 L เพื่อใช้กับเครื่องฟักไข่ขนาด 24 ฟอง ต่อไป

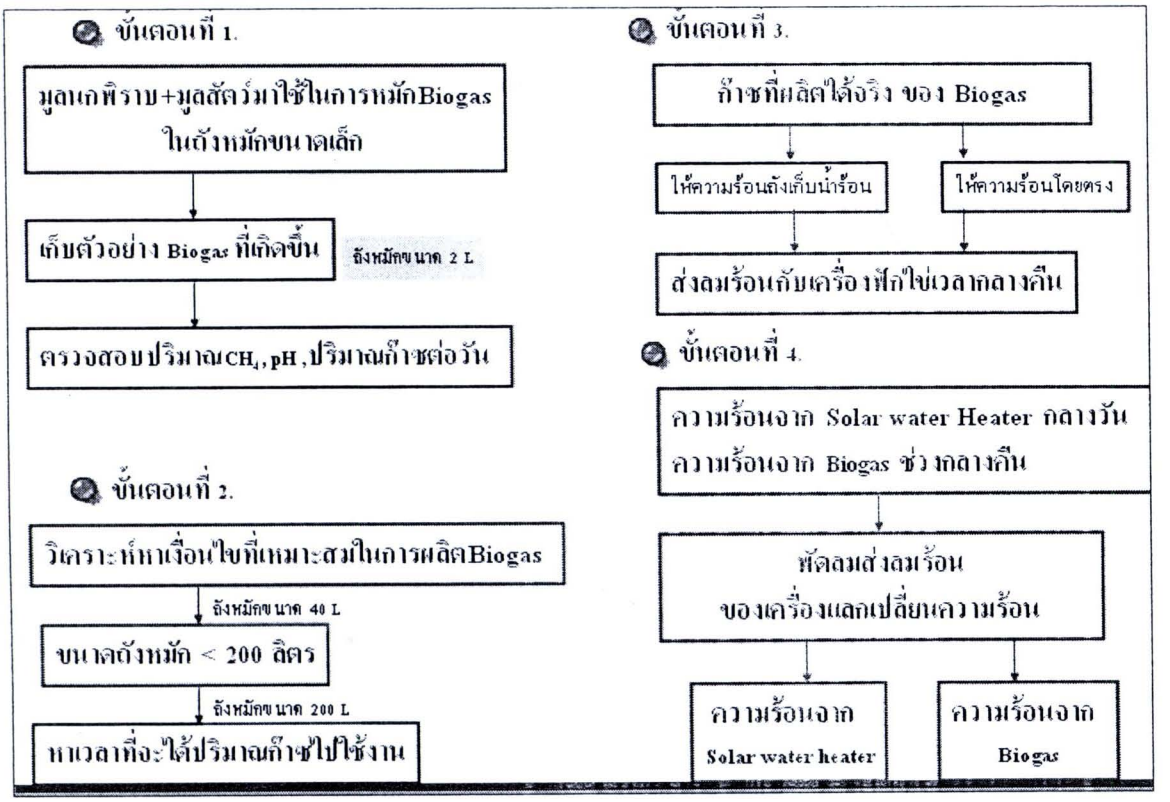
ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 200 L หมักก๊าซชีวภาพให้มีปริมาณก๊าซที่ได้สามารถให้ความร้อนกับเครื่องฟักไข่ขนาด 24 ฟอง ในช่วงเวลากลางคืน โดยถังหมักขนาด 200 L มีการเติมอาหารแบบกึ่งต่อเนื่อง เติมทุกๆ 2-3 วัน ใช้ฟางข้าวเพิ่มปริมาณก๊าซชีวภาพ ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซที่ได้แต่ละวัน ค่า % CH_4 และทดลองนำก๊าซที่ได้ในแต่ละวันมาให้ความร้อนกับเครื่องฟักไข่ ต่อไป

ส่วนที่ 2. การพัฒนาเครื่องฟักไข่ขนาด 24 ฟอง ที่มีอยู่แล้วมาปรับปรุงเพื่อให้ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลนกพิราบได้ แบ่งการดำเนินวิจัยย่อยออกเป็น

แบบเผาก๊าซต้มน้ำ ใช้ก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังหมักขนาด 200 L มาให้ความร้อนกับเครื่องฟักไข่แบบเผาก๊าซเพื่อใช้ต้มน้ำ น้ำร้อนที่ได้เก็บในถังเก็บน้ำร้อนของชุดเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อนำไปใช้กับเครื่องฟักไข่ต่อไป

แบบเผาก๊าซโดยตรง ใช้ก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังหมักขนาด 200 L มาเข้าหัวเผาให้เกิดความร้อน แล้วส่งลมร้อนโดยใช้ปั๊มลมขนาดเล็กอัดลมร้อนเข้าเครื่องฟักไข่ต่อไป

ส่วนที่ 3. นำน้ำร้อนจากเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มาให้ความร้อนกับเครื่องฟักไข่ โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงเวลากลางวันที่รับรังสีอาทิตย์และน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนในช่วงเย็นโดยแสดงขั้นตอนการทดลองทั้งระบบของเครื่องฟักไข่โดยใช้ถังหมักก๊าซชีวภาพร่วมกับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ดังรูปที่ 3.1

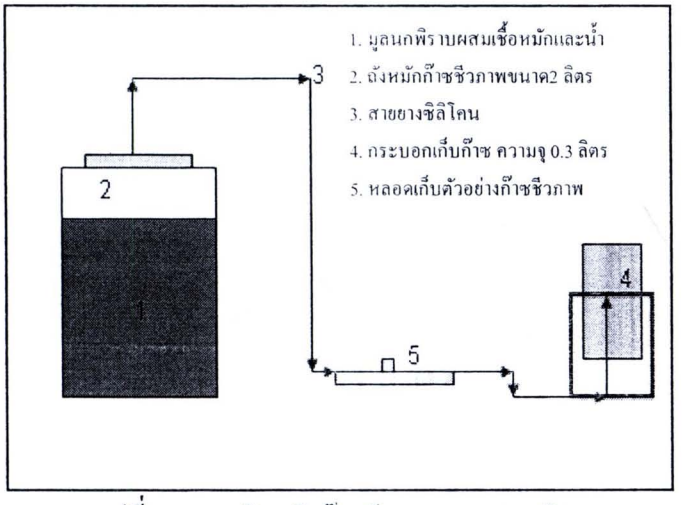


รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการทดลองการดึงความร้อนของเครื่องฟักไข่โดยใช้หมักก๊าซชีวภาพร่วมกับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

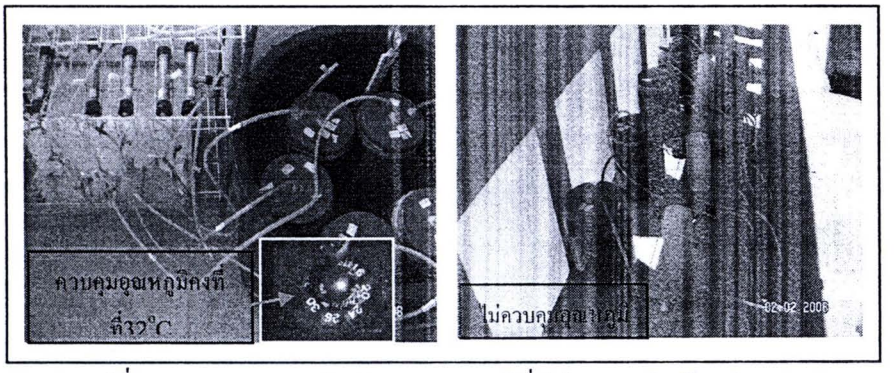
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยของถังหมักก๊าซชีวภาพ แบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลองได้แก่

ส่วนที่ 1 ชุดการทดลองย่อยที่ 1 ชุดถังหมักก๊าซชีวภาพจากมูลนกพิราบ เปรียบเทียบกับ มูลสุกร มูลโค มูลค้างคาวและมูลนกพิราบผสมมูลสัตว์ มีขนาดถังหมัก 2 L ในห้องปฏิบัติการ โดยทดสอบการหมักก๊าซชีวภาพแบบควบคุมอุณหภูมิ และไม่ควบคุมอุณหภูมิ ชุดถังหมักแสดงดังรูปที่ 3.2 ใช้ทดสอบการเกิดก๊าซของมูลนกพิราบ มูลสุกร มูลโค และมูลค้างคาว ในการหมักก๊าซชีวภาพมีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ 32 °C เปรียบเทียบกับการหมักก๊าซโดยไม่ต้องควบคุมอุณหภูมิ ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 3.3

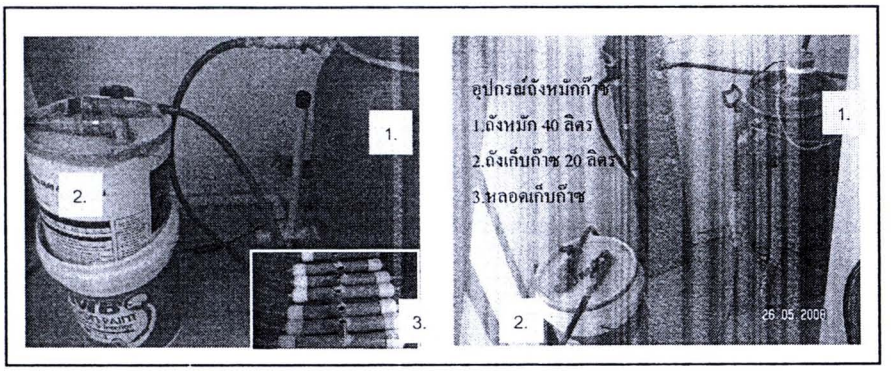


รูปที่ 3.2 ชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 2 ลิตร



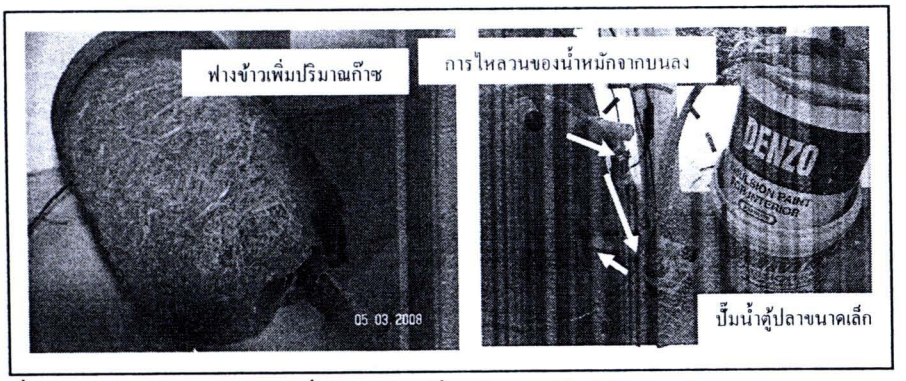
รูปที่ 3.3 การทดลองปัจจัยของอุณหภูมิที่มีต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ

ส่วนที่ 1 ชุดการทดลองย่อยที่ 2 ชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาดถังหมัก 40 L ใช้มูลสัตว์การผลการทดลองของชุดทดลองย่อยที่ 1 ที่มีความเหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงมาใช้ ในการหมักก๊าซชีวภาพขนาด 40 L เพื่อหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น และ%ก๊าซมีเทนที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ชุดหมักก๊าซชีวภาพทดสอบ ขนาดถังหมัก 40 L

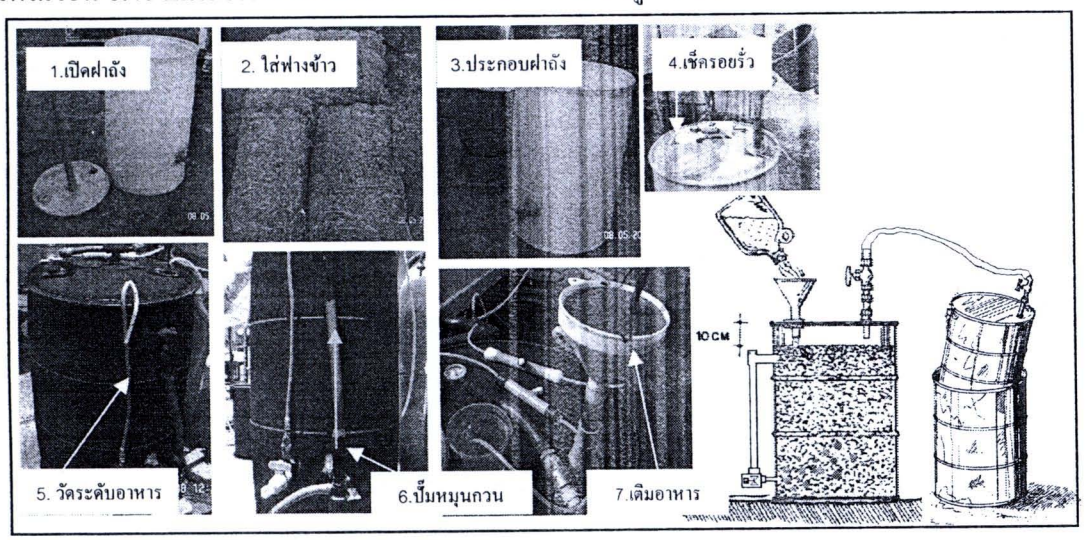
อุปกรณ์ในถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 40 L ใช้ฟางข้าวประมาณ 0.5 kg เพิ่มการยึดเกาะแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทน ใช้ปั๊มตู้ปลา 0.22 Liter/sec กระแสไฟฟ้า 10.5 Watt 220 Volt ใช้หมุนเวียนน้ำหมักก๊าซชีวภาพในถังหมักเพื่อเพิ่ม ปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพ แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาง่ายมาเพิ่มปริมาณก๊าซชีวภาพ ในถังหมักขนาด 40 L

ส่วนที่ 1 ชุดการทดลองย่อยที่ 3 หมักก๊าซชีวภาพใช้กับเครื่องฟักไข่

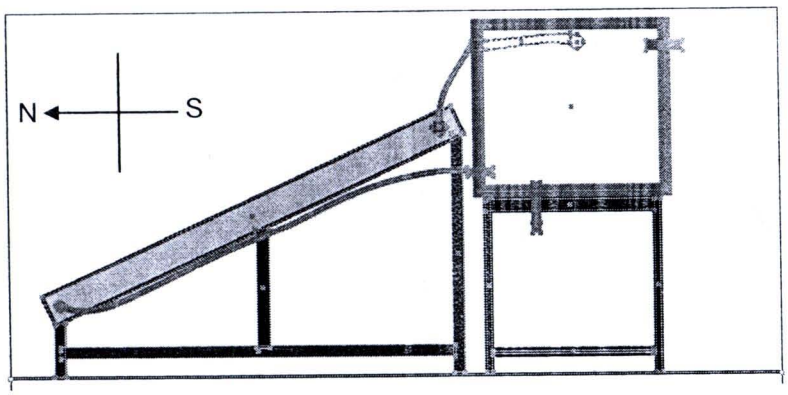
โดยใช้ผลการทดลองย่อยที่ 2 มาขยายขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพให้มีขนาด 200 L โดยใช้ถังพลาสติกเพื่อความสะดวกต่อการใช้งานและราคาไม่แพง โดยแสดงตามลำดับขั้นตอนการประกอบถังหมักก๊าซชีวภาพ ติดตั้งหลอดเก็บตัวอย่างก๊าซและอุปกรณ์เพิ่มปริมาณก๊าซชีวภาพได้แก่ ฟางข้าว 1- 2 kg ปั๊มน้ำไหลเวียน 0.40 Liter/sec กำลังไฟฟ้า 20 Watt 220 Volt ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ส่วนประกอบของถังหมักก๊าซชีวภาพ ขนาด 200 L

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

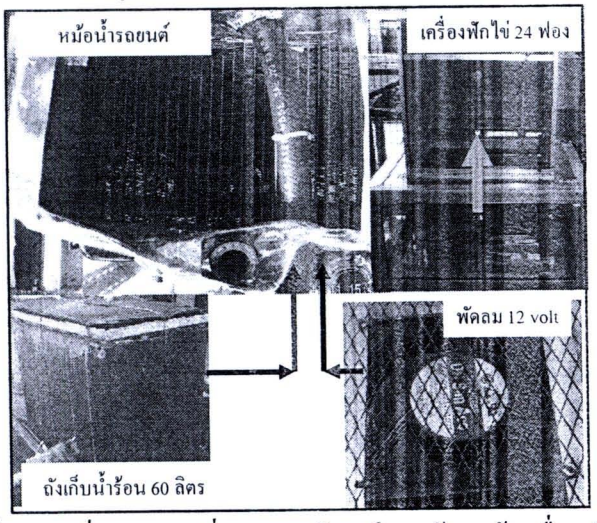
1. ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (flat plate solar collector) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบที่มีขนาดพื้นที่รับรังสีขนาด 2.15 m^2 แผ่นรับรังสีผลิตจากอลูมิเนียมโนไดซ์แบลคโครมรีดขึ้นรูป ฉนวนทำจากโฟมหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟลอยด์ แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบที่มีขนาดพื้นที่รับรังสีขนาด 2.15 m^2

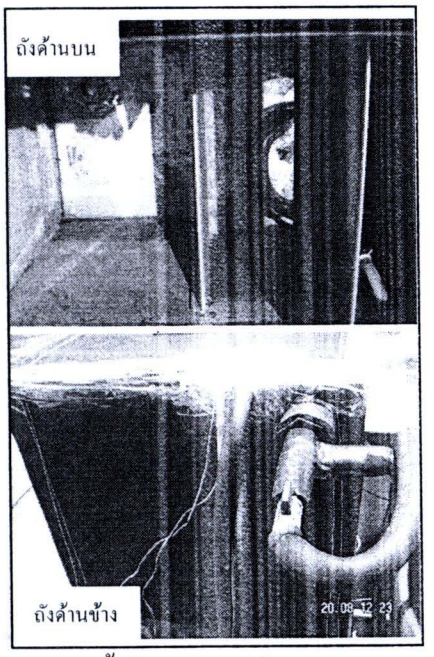
2. ระบบท่อน้ำร้อน ระบบท่อประกอบด้วย ท่อน้ำจากทางออกของถังสะสมน้ำร้อนไปยังตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ใช้ท่อเหล็กซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.6 mm ยาว 2.7 m หุ้มด้วยฉนวน Aeroflex หนา 25 mm ระบบท่อน้ำร้อนจากทางออกของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ไปยังทางเข้าถังสะสมน้ำร้อน ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง10.4 mm ยาว 1.7 m หุ้มด้วยฉนวน Aeroflex หนา 25 mm

3. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนกับเครื่องฟักไข่ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใช้หม้อน้ำรถยนต์ที่มีความจุน้ำ 2 L เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งต่อท่อน้ำร้อนจากถังเก็บน้ำร้อนเปลี่ยนน้ำร้อนเป็นลมร้อนด้วยพัดลมขนาด 2 m/see ใช้ไฟฟ้า 12 volt แสดงการต่ออุปกรณ์ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนดึงลมร้อนเข้าเครื่องฟักไข่

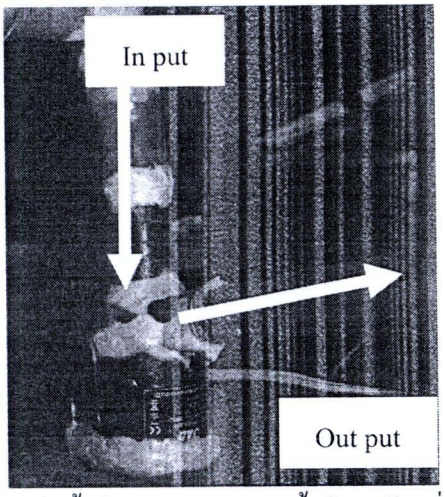
4. ถังเก็บสะสมน้ำร้อน (storage tank) เป็นถังสี่เหลี่ยมขนาด 60 L ทำจาก สแตนเลส พับขึ้นรูปโดยมีขนาดกว้าง 310 mm ยาว 460 mm และ สูง 455 mm หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน ดังรูปที่ 3.9



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

รูปที่ 3.9 ถังเก็บสะสมน้ำร้อนขนาดปริมาตร 60 L พร้อมหุ้มฉนวน

5. ปั๊มน้ำ ปั๊มที่ใช้เป็นแบบปั๊มน้ำสำหรับตู้ปลาเพื่อลดการใช้กระแสไฟฟ้า ขนาด อัตราการไหล 0.40 Liter/see กำลังไฟฟ้า 20 Watt 220 Volt ความสูงน้ำ 1.2 m แสดงดังรูปที่ 3.10



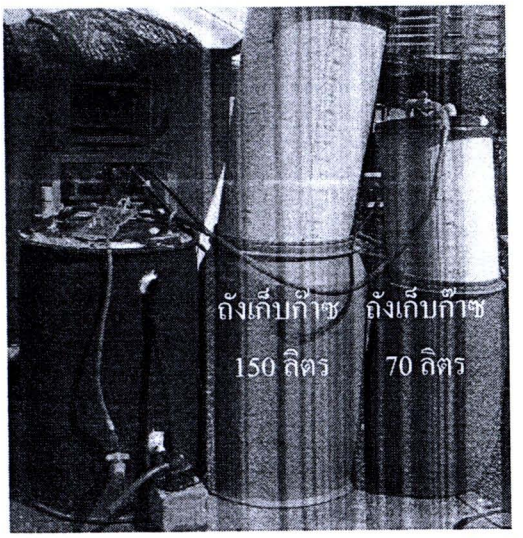
รูปที่ 3.10 ปั๊มน้ำไหลเวียนดึงน้ำร้อนจากถังสะสมน้ำร้อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

3.2 การประกอบและการติดตั้งอุปกรณ์

3.2.1 ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 200 L

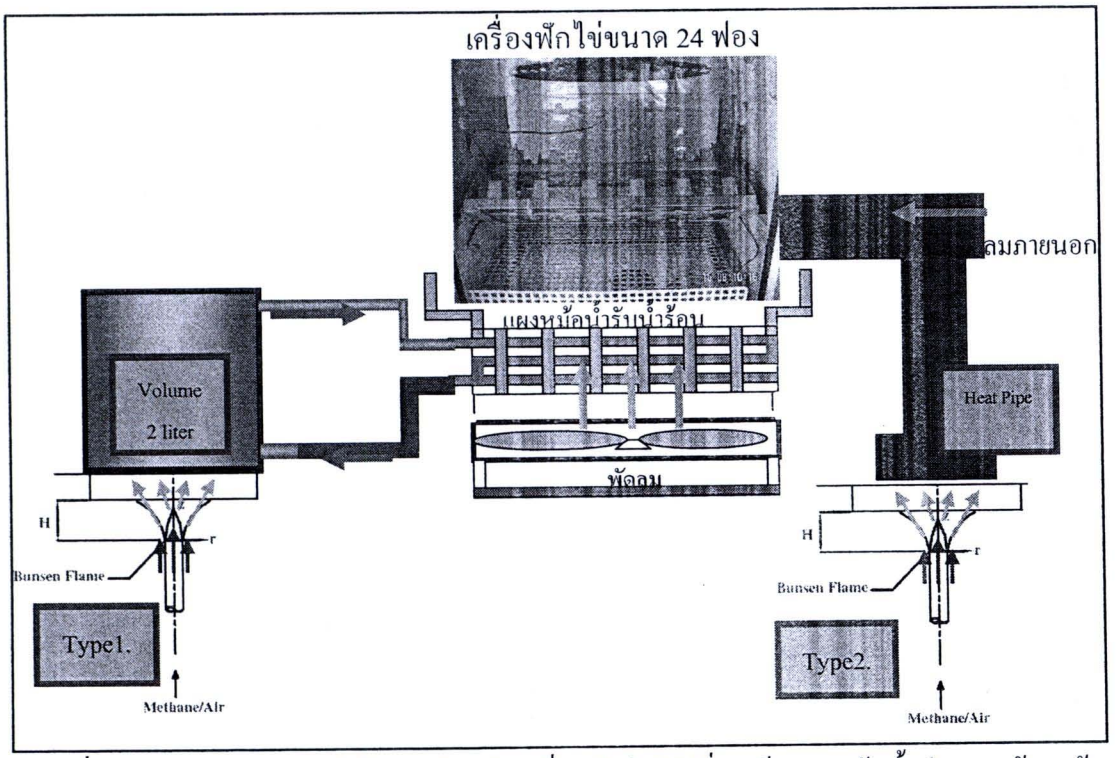
การประกอบและการติดตั้งอุปกรณ์ ประกอบด้วยถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 200 L เติมอาหารแบบ Semi Batch ดังรูปที่ 3.11 พร้อมถังเก็บก๊าซแบบถังยกลอยใช้ก๊าซแทนที่น้ำขนาด 150 L และขนาด 70 L หลอดเก็บตัวอย่างก๊าซ หัวเผาก๊าซชีวภาพแบบหัวก๊าซทั่วไปโดยมีรูพาก๊าซขนาดเส้นผ่านศูนย์ 3.1 mm ในมาต่อเข้าระบบก๊าซชีวภาพเพื่อให้ความร้อนเครื่องฟักไข่ ส่วนตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ระบบท่อ ถังสะสมน้ำร้อน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน นำมาต่อกันเข้าเป็นระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้ความร้อนแก่เครื่องฟักไข่ช่วงกลางวัน รูปที่ 3.12 แสดงวิธีการเผาก๊าซเปรียบเทียบ

แบบต้มน้ำกับเผาโดยตรง ส่งความร้อนเข้า เครื่องฟักไข่ และส่วนเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.11 ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 200 L และถังเก็บก๊าซชีวภาพ

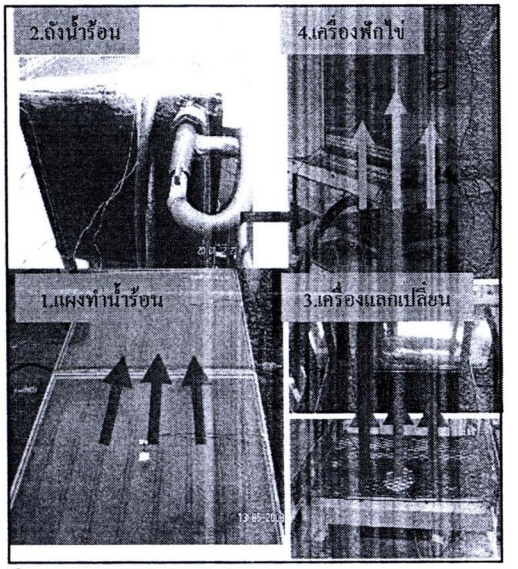
การให้ความร้อนกับเครื่องฟักไข่โดยใช้เชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ แบ่งออกเป็น แบบที่ 1 เผาก๊าซที่ได้เพื่อต้มน้ำขนาด 2 L เพื่อเก็บสะสมน้ำร้อนไว้ในถังเก็บน้ำร้อนของระบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ แบบที่ 2 เผาก๊าซที่ได้ส่งความร้อนโดยตรงเข้าเครื่องฟักไข่ แสดงดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 เปรียบเทียบการให้ความร้อนกับเครื่องฟักไข่ วิธีที่ 1. เป็นแบบต้มน้ำส่งความร้อนเข้าถังเก็บน้ำร้อน และวิธีที่ 2. เผาก๊าซส่งความร้อนเครื่องฟักไข่โดยตรง

3.2.2 เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

น้ำร้อนที่ได้จากแผงรับรังสีแผ่นเรียบ แสดงดังรูปที่ 3.13 ลมร้อนที่ส่งเข้าเครื่องฟักไข่อยู่ที่ 38 C



รูปที่ 3.13 ระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

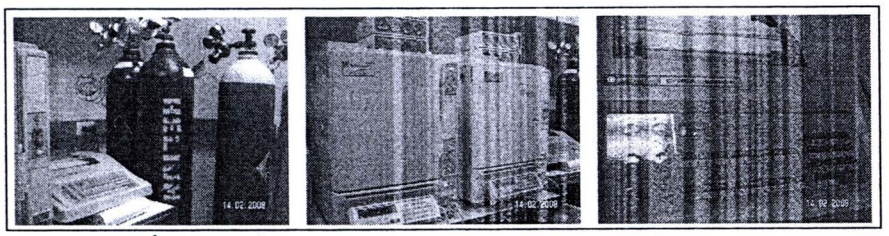
3.3 เครื่องมือที่ใช้วัด

3.3.1 ชุดการทดสอบก๊าซชีวภาพขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพ 2 L ได้แก่ หลอดเก็บก๊าซชีวภาพ และกระบอกเก็บปริมาณก๊าซชีวภาพ ขนาด 300 ml แสดงดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 กระบอกเก็บก๊าซ 300 ml และหลอดเก็บตัวอย่างก๊าซชีวภาพ

3.3.2 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography)

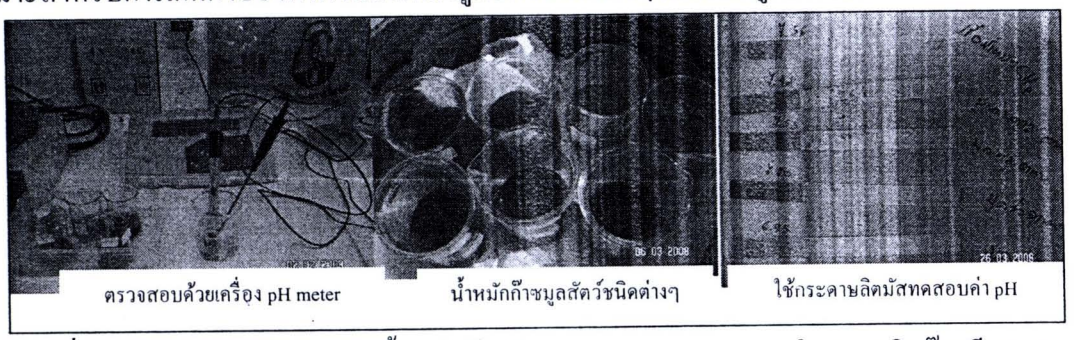
เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี เป็นเครื่อง GC-TCD และเครื่อง GC-8A เป็นคอลัมน์แบบ Active Carbon 30/60 SS Col.3 mm I.D. x 2m Col.Temp. 100 C He 50 ml/min ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography)

3.3.5 เครื่อง pH meter

เครื่อง pH meter ใช้ทดสอบน้ำหมักก๊าซชีวภาพที่อยู่ในถังหมักขนาด 2 L เพื่อตรวจสอบค่า pH ที่เหมาะสำหรับการเกิดก๊าซชีวภาพในถังหมักมูลสัตว์ชนิดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 3.16

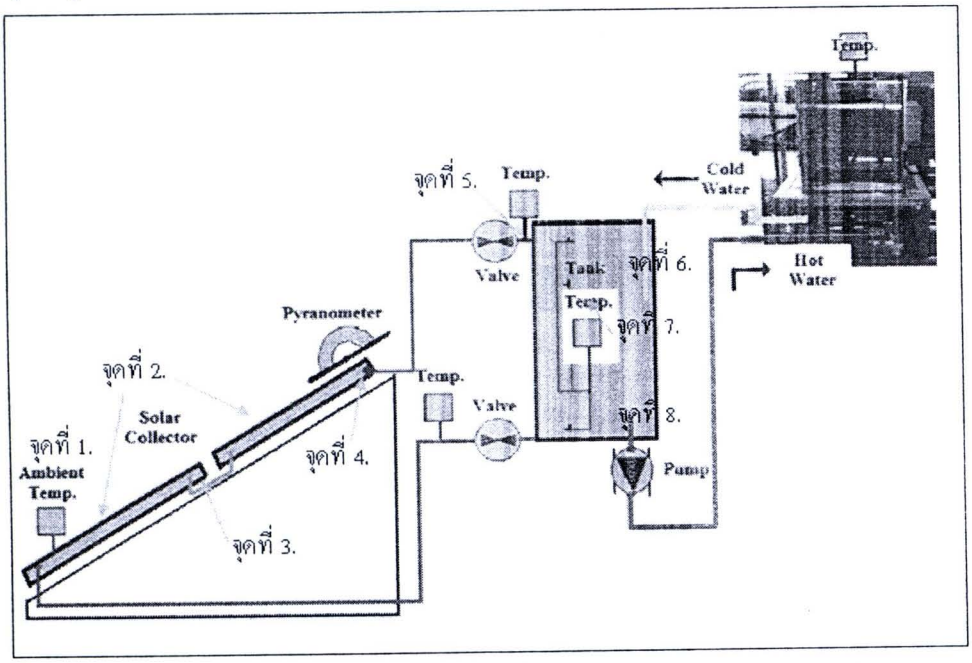


ตรวจสอบด้วยเครื่อง pH meter | น้ำหมักก๊าซมูลสัตว์ชนิดต่างๆ | ใช้กระดาษลิตมัสทดสอบค่า pH

รูปที่ 3.16 การตรวจค่า pH ของน้ำหมักก๊าซชีวภาพหาความเหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ

3.3.6 เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Water Heater)

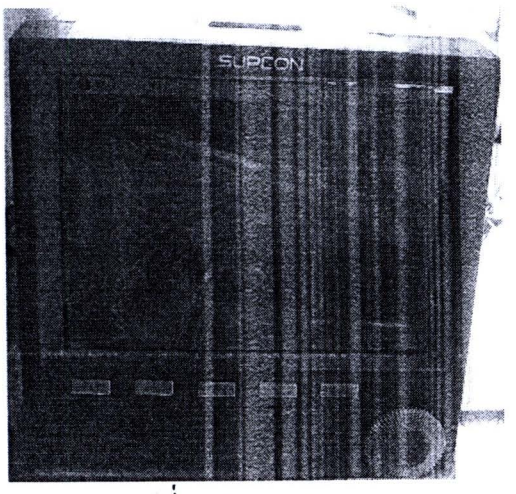
ตรวจวัดอุณหภูมิของเครื่องทำน้ำร้อนโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิ้ล วัด โดยดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 จุดวัดต่างๆ ของระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3.3.7 Data logger

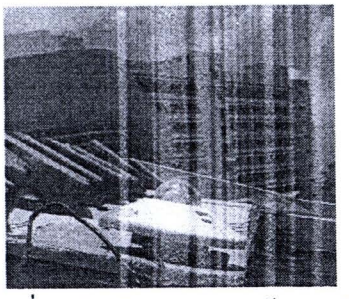
การวัดอุณหภูมิของน้ำในตัวเก็บรังสี อุณหภูมิของน้ำมันในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และทำการบันทึกข้อมูลโดย Data Logger ซึ่งมีความผิดพลาด $\pm$ 0.2°C ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 Data Logger

3.3.8 เครื่องวัดปริมาณรังสีอาทิตย์

การวัดปริมาณความเข้มของรังสีอาทิตย์ โดยการใช้ไพราโนมิเตอร์ (Pyranometer) และอ่านค่าโดยใช้ Data Logger ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 เครื่องวัดปริมาณความเข้มของรังสีอาทิตย์

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การทดลองจากการออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพ

การทดลองจากการออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพ แบ่งออกเป็น3 ส่วนใหญ่ดังนี้

1. การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพขนาดถังหมัก 2 ลิตร ในการทดสอบหมักก๊าซในห้องปฏิบัติขนาดถังหมัก 2 ลิตร มีการตรวจสอบปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ ได้แก่ ควบคุมอุณหภูมิในช่วงเวลาการหมักทดสอบเปรียบกับการไม่ควบคุมอุณหภูมิ ค่าpH ที่มีเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาการหมัก รวมถึงระยะเวลาการเกิดก๊าซที่ได้อย่างต่อเนื่องของมูลนกพิราบ และมูลสัตว์ชนิดอื่นๆ เป็นต้น นำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มาใช้ในการขยายถังหมักก๊าซชีวภาพที่มีขนาดใหญ่ต่อไป

2. การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพขนาดถังหมัก 40 ลิตร โดยนำผลการทดลองการหมักในถังหมักขนาด 2 ลิตรมาขยายขนาดถังหมัก เพื่อหาปริมาณก๊าซที่เกิดต่อขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพ โดยใช้การหมักแบบเติมอาหารกึ่งต่อเนื่อง ทำให้ระยะเวลาการผลิตก๊าซชีวภาพเกิดได้อย่างต่อเนื่องและสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ภายในถังหมักก๊าซชีวภาพจะเพิ่มการกวนอินทรียวัตถุจำพวกมูลสัตว์ และใช้ฟาง

ข้าวเพื่อให้แบคทีเรียมีเทนยึดเกาะภายในถังหมักได้ การหมักก๊าซชีวภาพขนาดถังหมัก 40 ลิตร นำข้อมูลที่ได้มาใช้ขยายขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพเพื่อนำเชื้อเพลิงที่ได้ใช้ให้ความร้อนกับเครื่องฟักไข่

3. การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 200 ลิตร ซึ่งสามารถสร้างขึ้นเองได้ จากอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้แล้วเช่น ถังพลาสติกขนาด 200,120, 100 และ 50 ลิตร สายยางพลาสติก ฟางข้าว และมูลนกพิราบ เป็นต้น เป็นการหมักแบบเติมอาหารกึ่งต่อเนื่อง ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะต่ออุปกรณ์ให้ความร้อนกับเครื่องฟักไข่ เป็น 2 รูปแบบ คือ การเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพมาให้ความร้อนโดยการต้มน้ำ เพื่อเก็บน้ำร้อนเข้าระบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถดึงความร้อนมาใช้งานในช่วงกลางคืนและกรณีความเข้มแสงไม่มาก รูปแบบที่ 2 การใช้เชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพส่งผ่านความร้อนแก่เครื่องฟักไข่โดยตรง

3.4.2 วิธีการทดลองถังหมักก๊าซชีวภาพ

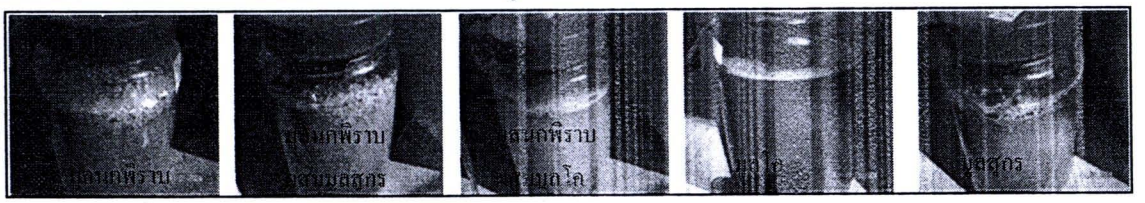
1. ถังหมักก๊าซชีวภาพ ขนาดถังหมัก 2 ลิตร ในห้องปฏิบัติการ ใช้ถังหมักก๊าซชีวภาพหมักมูลสัตว์แต่ละชนิด และสภาพการหมักก๊าซชีวภาพแบบควบคุมอุณหภูมิและไม่ควบคุมอุณหภูมิ การหมักแบบครั้งเดียวไม่เติมอาหารและเชื้อก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วย

* มูลนกพิราบ, มูลสุกร, มูลวัว, มูลค้างคาว อย่างเดียว 600 g * มูลนกพิราบผสมมูลสุกร อย่างละ 300 g
* มูลนกพิราบผสมมูลวัว อย่างละ 300 g * มูลนกพิราบผสมมูลค้างคาว อย่างละ 300 g

น้ำหมักเชื้อก๊าซชีวภาพ 600 ml เกิดจากมูลสุกรและมูลวัวที่ได้มีการหมักไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้เกิดการขยายตัวของแบคทีเรียมีเทนได้อย่างรวดเร็วในการทดลอง

น้ำ 600 ml โดยมีช่องว่าง 200 ml ให้เกิดปริมาณก๊าซการหมักในถังหมักขนาด 2 liter เพื่อไม่ให้น้ำหมักมูลสัตว์ไหลไปยังหลอดเก็บตัวอย่างก๊าซ กรณีเกิดแรงดันก๊าซชีวภาพ

มูลสัตว์แต่ละชนิดเทียบสัดส่วนตามน้ำหนักที่ใช้ในการหมัก โดยมีความชื้นในมูลสัตว์ประมาณ 60-80 % หรือ เทียบเปรียบปริมาณของแข็งในน้ำหนักมูลสัตว์ ประมาณ 300-400 g ในการหมักก๊าซชีวภาพเพื่อทดลองอุณหภูมิที่มีผลต่อปัจจัยที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ โดยใช้Heater เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 32 °C เนื่องจากช่วงอุณหภูมิปานกลางระหว่าง 24-40 °C ของการหมักก๊าซชีวภาพ เปรียบกับการไม่ควบคุมอุณหภูมิที่มีช่วงเวลาการคืนที่อุณหภูมิลดต่ำลงถึง 24 °C ใช้เวลาการหมักเก็บผล 1 เดือน การเติมอาหารในถังหมักแบบ Batchโดยแสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ถังหมักก๊าซชีวภาพ ขนาด 2 ลิตร ทดลองการเกิดก๊าซชีวภาพจากมูลนกพิราบเปรียบเทียบกับมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

2. ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาดถังหมัก 40 ลิตร ได้มีการทดลองหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นต่อวันและ % ก๊าซมีเทนของถังหมักก๊าซชีวภาพ แบบเติมอาหารกึ่งต่อเนื่อง ปริมาณมูลนกพิราบที่ใช้การหมักได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองของถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 2 ลิตร ใช้ผสมส่วนระหว่างมูลนกพิราบ 500 กรัม มูลสุกร 500 กรัม เชื้อน้ำหมักก๊าซชีวภาพ 0.5 ลิตร และน้ำ 0.5 ลิตร เนื่องจากต้องการให้การหมักมีก๊าซเกิดขึ้นตลอดจึงใช้การเติมอาหารแบบกึ่งต่อเนื่อง และการเติมอาหารจำเป็นต้องทำให้ระบบการหมักเข้าสู่ขบวนการเกิดแบคทีเรียมีเทนให้ต่อเนื่องโดยใช้การเพิ่มเชื้อน้ำหมักก๊าซชีวภาพ

3. ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 200 ลิตร ใช้ทดลองหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพในการให้ความร้อนเครื่องฟักไข่ 24 ฟอง มีการตรวจวัด % มีเทนให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในการจุดติดไฟที่ CH_4 > 60 % ใช้มูลนกพิราบ 4 กิโลกรัม เชื้อน้ำหมักก๊าซชีวภาพ 4 ลิตร และ น้ำ 2 ลิตร เติมทุกๆ 2-3 วัน โดยหมักเริ่มต้นเป็นเวลา 1 สัปดาห์และเก็บตัวอย่างก๊าซที่ได้ทุก 2-3 วัน

3.4.3 การทดสอบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

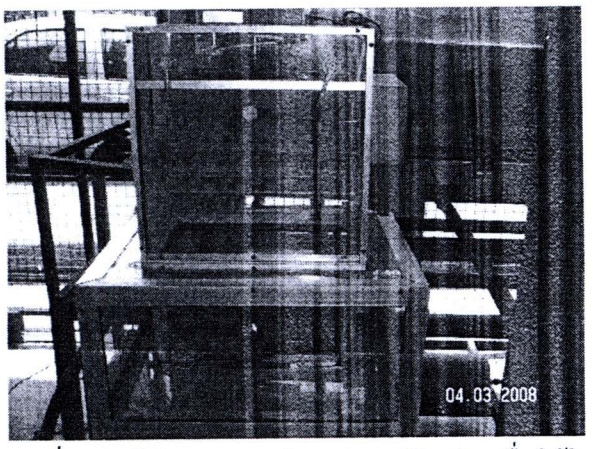
การทดสอบตัวเก็บรังสีในโครงการวิจัยนี้ ทำการทดสอบสมรรถนะของตัวเก็บรังสีตามมาตรฐาน ASHRAE 93-77

3.4.4 หลักการทำงานของระบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

1. เริ่มจากเตรียมน้ำในถังสะสมความร้อนให้เต็มระบบก่อนที่จะมีรังสีอาทิตย์ เก็บข้อมูลในช่วงเวลา 8.00-16.00 น. ของวันที่มีท้องฟ้าแจ่มใส
2. น้ำในถังสะสมน้ำร้อนจะไหลเข้าสู่ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเรียบด้วยการไหลแบบธรรมชาติ (Thermosyphon) ด้วยอัตราการไหล 0.02 kg/s เพื่อเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำ
3. หลังจากนั้นน้ำที่ได้รับการเพิ่มอุณหภูมิก็จะไหลเข้าสู่ถังสะสมน้ำร้อนเพื่อใช้เป็นสารตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำร้อนเป็นลมร้อน ดังนั้นน้ำในถังสะสมน้ำร้อนจะร้อนอยู่ตลอดเวลา
4. เมื่อน้ำร้อนเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับลมร้อนโดยใช้พัดลมเป่าลมร้อนแก่เครื่องฟักไข่ สามารถทำงานไปจนถึงเวลาช่วงเย็น 18.00 – 22.00 น

3.4.5 การพัฒนาเครื่องฟักไข่

เครื่องฟักไข่มีขนาดการฟัก 24 ฟอง ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆได้แก่ อุปกรณ์ให้ความร้อน ช่องว่างไข่ พร้อมถาดใส่น้ำให้ความชื้น เทอร์โมสตัทควบคุมอุณหภูมิในห้องฟักไข่ และอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนด้านใต้ห้องฟักไข่พร้อมพัดลม แสดงไว้ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 เครื่องฟักไข่ขนาด 24 ฟอง นำมาปรับปรุงเพื่อใช้ในงานวิจัย

1. แต่เป็นการรับความร้อนเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเมแทบอลิซึมแล้วคายความร้อนออกมา

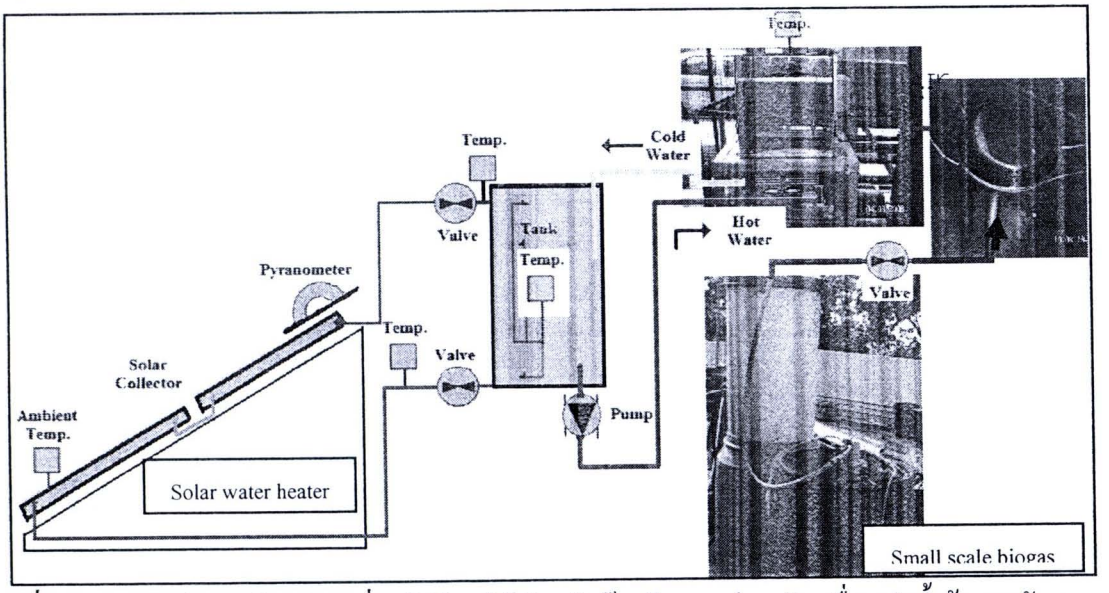
3.4.6 การทดลองเครื่องฟักไข่โดยใช้ถังหมักก๊าซชีวภาพร่วมกับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ในช่วงเวลา 8.00-16.00 น. ใช้ความร้อนจากเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

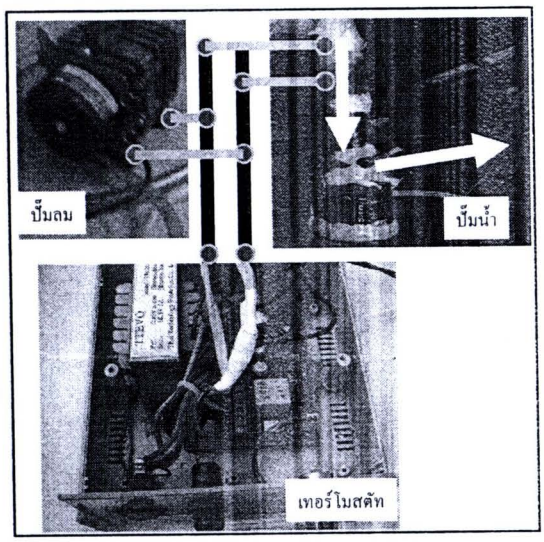
ในช่วงเวลา 16.00-22.00 น. ใช้น้ำร้อนสะสมที่ถังเก็บน้ำร้อนมาให้ความร้อน

ในช่วงเวลา 22.00-8.00 น. ใช้ความร้อนจากถังเก็บก๊าซก๊าซชีวภาพขนาด 200 ลิตร

ดังรูปที่ 3.22 และรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.22 การให้ความร้อนกับเครื่องไข่โดยใช้ถังหมักก๊าซชีวภาพร่วมกับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 3.23 ชุดเทอร์โมสตัทควบคุมอุณหภูมิ 37.5 °C ± 0.6 °C ตัดต่อไฟของปั๊มลมร้อนของก๊าซช่วงเวลากลางคืน ตัดต่อไฟปั๊มน้ำร้อนของถังเก็บน้ำร้อนช่วงเวลากลางวัน