

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีวิจัย

1. การศึกษาความพร้อมของพื้นที่ที่ใช้ศึกษาวิจัย

จากพื้นที่ที่กำหนดไว้ 5 พื้นที่ โดยเลือกจากพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวงและสถานีหรือศูนย์วิจัยโครงการหลวง คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สามแลบ อ.สบเมย จ.แม่ฮ่องสอน โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สอง อ.ท่าสองยาง จ.ตาก และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่ คณะผู้วิจัยได้สำรวจความพร้อมของแต่ละพื้นที่ โดยประเมินจากข้อมูลการเลี้ยงสัตว์ การติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานในครัวเรือน รวมถึงความต้องการบ่อก๊าซชีวภาพเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและเพื่อเป็นพลังงานทดแทนในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลความเจริญ ในแต่ละพื้นที่นอกจากการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับใช้เป็นก๊าซหุงต้มในครัวเรือนในแล้ว ยังมีความต้องการที่จะใช้ก๊าซชีวภาพทดแทนการผลิตกระแสไฟฟ้าในด้านอื่นๆ เช่น ไฟฟ้าและปั้มน้ำ เป็นต้น

2. การนำพลังงานก๊าซชีวภาพไปประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

การทดลองที่ 1 ใช้ก๊าซชีวภาพจากบ่อหมักก๊าซขนาด 8 ลบ.ม. ของฟาร์มปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง และบ่อก๊าซชีวภาพขนาด 1,500 ลบ.ม. ของฟาร์มสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ส่วนการทดลองที่ 2 ใช้ก๊าซชีวภาพจากนํ้าทิ้ง 2 แหล่งผ่านชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่า ก่อนนำเข้าเครื่องยนต์



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 4 บ่อหมักก๊าซชีวภาพ 8 ลบ.ม. (ก) บ่อก๊าซชีวภาพขนาด 1,500 ลบ.ม. (ข)
และถังกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) (ค)

การทดลองที่ 1: การศึกษาสัดส่วนของอากาศและก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ
โซลีน ขนาด 7.5 แรงม้า สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า และขนาด 6.5 แรงม้า สำหรับ
การปั้มน้ำ

อุปกรณ์ ประกอบด้วย

1. ถังผสมอากาศ และก๊าซชีวภาพ
2. เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 7.5 แรงม้า และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3
กิโลวัตต์ ยี่ห้อ HYNOL LT-4000E generator (Gasoline generator)
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ ชนิด Digital Tachometer รุ่น DT2236B
4. เครื่องวัดปริมาณที่ก๊าซไหลผ่านเข้าเครื่องยนต์ Tenmars รุ่น TM-4001
5. เครื่องวัดปริมาณก๊าซมีเทน Triple plus
6. บ่อสาธิตก๊าซชีวภาพ ขนาด 1,500 ลูกบาศก์เมตร

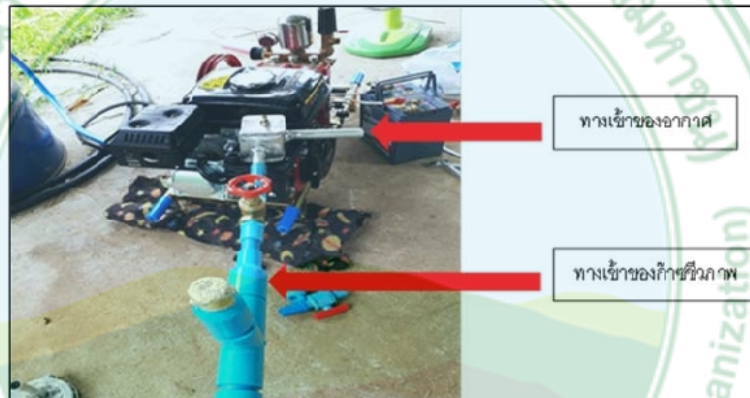


(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 ถังผสมอากาศและก๊าซชีวภาพ (ก) และเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า (ข)



ภาพที่ 6 ทางเข้าของก๊าซชีวภาพและอากาศ (ชุด Mixer เบื้องต้น)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 7 เครื่องวัดความเร็วรอบเครื่องยนต์ Digital Techometer รุ่น DT2236B (ก)
และการใช้เครื่องวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (ข)

วิธีการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) หาสัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่เครื่องยนต์สามารถจุดติด (จุดระเบิด) ในเบื้องต้นกำหนดไว้ที่สัดส่วน 16:1, 14:1, 12:1, 10:1, 8:1, 6:1, 4:1, 2:1 และ 1:1 โดยทำการทดสอบสัดส่วนละ 10 ชั่วโมง
- 2) ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ จากการใช้สัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่ได้ในข้อ 1) โดยใช้เครื่องวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ รุ่น DT2236B จะทำการวัดรอบการทำงานของเครื่องยนต์ขณะที่เครื่องยนต์ทำงานสม่ำเสมอ แล้วอ่านค่าความเร็วรอบ(หน่วยที่ได้ รอบต่อนาที: rpm) และบันทึกข้อมูล
- 3) นำผลที่ดีที่สุดข้อ 2) ที่ใช้ส่วนผสมที่มีก๊าซชีวภาพน้อยที่สุด มาพัฒนาชุดผสมอากาศกับก๊าซชีวภาพ (Mixer) โดยใช้แนวทางขององอาจ (2555) ที่ทำด้วยพีวีซี การไหลของก๊าซชีวภาพเข้าห้องเผาไหม้อาศัยแรงดันก๊าซจากถุงหมักและแรงดูดจากเครื่องยนต์ ด้วยชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Microcontroller)

การทดลองที่ 2: การศึกษาปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 3 กิโลวัตต์ รวมทั้งหาขนาดบ่อและปริมาณสัตว์เลี้ยงบนพื้นที่สูงที่เหมาะสม

อุปกรณ์ ประกอบด้วย

1. เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 7.5 แรงม้า ยี่ห้อ HYNOL LT-4000E generator (Gassoline generator)
2. เครื่องวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ Digital Techometer รุ่น DT2236B
3. เครื่องวัดปริมาณที่ก๊าซไหลผ่านเข้าเครื่องยนต์ Tenmars รุ่น TM-4001
4. เครื่องวัดปริมาณก๊าซมีเทน Triple plus



(ก)



(ข)

ภาพที่ 8 เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า (ก) และหลอดไฟขนาด 100 วัตต์ (ข)

วิธีการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) หาปริมาณก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมงที่ใช้กับเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 3 กิโลวัตต์ โดยทำการทดสอบที่ระดับ 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% และ 70% ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยการต่อหลอดไฟฟ้าขนาด 100 วัตต์/หลอด ตามระดับทดสอบข้างต้น ทำการศึกษาจำนวน 4 ชั่วโมงต่อระดับ บันทึกข้อมูลปริมาณการใช้ก๊าซต่อชั่วโมง
- 2) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วย Regression method
- 3) นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 1) และ 2) มาคำนวณหาขนาดบ่อและจำนวนสัตว์เลี้ยงที่เหมาะสม

การทดลองที่ 3: การศึกษาขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 7.5 แรงม้า และระยะเวลาที่ใช้งาน

- 1) การศึกษาขนาดของชุดกรอง ทำโดยใช้ชุดกรอง 3 ขนาด คือ
 - เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 50 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 8.8 ลิตร)
 - เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 100 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 17.6 ลิตร)
 - เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 150 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 26.5 ลิตร)



ชุดกรอง สูง 50 ซม.

ชุดกรอง สูง 100 ซม.

ชุดกรอง สูง 150 ซม.

(ก)



(ข)

ภาพที่ 9 ขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก) และการใช้ชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ กับ เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 7.5 แรงม้า (ข)

2) ผลิตเม็ดดูดซับ (ภาคผนวก ข) เพื่อนำมาใส่ในชุดกรองทั้ง 3 ขนาด ตามข้อ 1)



ภาพที่ 10 เม็ดดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

3) บันทึกปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก๊าซไข่เน่า) ก่อนและหลังผ่านชุดกรอง ขณะใช้เครื่องยนต์

-ก่อนเข้าสู่ชุดกรองใช้ชุดวัดปริมาณก๊าซไข่เน่า ยี่ห้อ Gastec Detector Tube No.4H ขนาด 10-4,000 ppm

-หลังผ่านชุดกรองใช้ชุดวัดปริมาณก๊าซไข่เน่า ยี่ห้อ Gastec Detector Tube No.4L ขนาด 1-240 ppm

โดยกำหนดให้ความเข้มข้นของก๊าซไข่เน่าภายหลังผ่านชุดกรองแล้วมีค่าไม่สูงกว่า 200 ppm ทำการศึกษาขนาดละ 3 ชั่วโมง บันทึกเวลาการใช้งาน และ ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD)



ภาพที่ 11 หลอดวัดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนเซลล์ไฟต์ (ก) ชุดหลอดวัดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนเซลล์ไฟต์ (ข) เครื่องวัดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนเซลล์ไฟต์ (ค) และการวัดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนเซลล์ไฟต์ (ง)

- 4) นำผลที่ได้ในข้อ 3) ไปคำนวณหาขนาดของชุดดูดซับที่เหมาะสมกับระยะเวลาใช้งานจริง

การทดลองที่ 4: การศึกษาการใช้เครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ (ปรับจากเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 7.5 แรงม้า) สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 3 กิโลวัตต์

- 1) นำผลการศึกษาที่ได้จากกิจกรรมที่ 1-3 มาจัดทำชุดเครื่องยนต์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 3 กิโลวัตต์
- 2) ออกแบบขนาดของบ่อหมักก๊าซชีวภาพให้เหมาะสมกับพื้นที่ และปริมาณการใช้งาน จำนวนอย่างน้อย 2 แห่ง
- 3) บันทึกข้อมูลอัตราการใช้กระแสไฟฟ้า ระยะเวลาใช้งาน จำนวนสัตว์เลี้ยง ขนาดบ่อ คุณภาพก๊าซชีวภาพก่อนและหลังผ่านชุดกรอง
- 4) วิเคราะห์ค่าทางสถิติ ด้วยวิธี Least Significant Difference (Lsd)

การทดลองที่ 5: การประเมินผล

- 1) ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า
- 2) ประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้ไฟฟ้า โดยใช้แบบสอบถาม
- 3) คำนวณต้นทุนและผลตอบแทน (ค่าใช้จ่ายในครัวเรือนที่ลดลงต่อเดือน หรือ ต่อปี)

3.การนำพลังงานก๊าซชีวภาพไปประยุกต์ใช้กับเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก

การทดลองที่ 1: การศึกษาสัดส่วนของอากาศและก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 6.5 แรงม้า

อุปกรณ์ ประกอบด้วย

1. เครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก (3 สูบ ขนาดท่อ 1 นิ้ว) ยี่ห้อ Bison water pump รุ่น HPW-30C ขนาดมอเตอร์ 6.5 แรงม้า
2. เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อ 2 นิ้ว ยี่ห้อ NASH water pump รุ่น SC-20 ขนาดมอเตอร์ 6.5 แรงม้า มีความเร็วรอบ 3,600 rpm
3. เครื่องวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ รุ่น DT2236B (หน่วย rpm)
4. เครื่องวัดปริมาณที่ก๊าซไหลผ่านเข้าเครื่องยนต์ (หน่วย cfm)

วิธีการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) หาสัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่เครื่องยนต์สามารถจุดติด (จุดระเบิด) ในเบื้องต้นกำหนดไว้ที่สัดส่วน 16:1, 14:1, 12:1, 10:1, 8:1, 6:1, 4:1, 2:1 และ 1:1 ทำการทดสอบสัดส่วนละ 10 ชั่วโมง
- 2) ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ โดยการวัดรอบการทำงานของเครื่องยนต์จากการใช้สัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่ได้ในข้อ 1)
- 3) นำผลที่ดีที่สุดข้อ 2) ที่ใช้ส่วนผสมที่มีก๊าซชีวภาพน้อยที่สุด มาพัฒนาชุดผสมอากาศกับก๊าซชีวภาพ (Mixer) โดยใช้แนวทางขององอาจ (2555) ที่ทำด้วยพีวีซี การไหลของก๊าซชีวภาพเข้าห้องเผาไหม้อาศัยแรงดันก๊าซจากถุงหมักและแรงดูดจากเครื่องยนต์ ด้วยชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Microcontroller)

วิธีการศึกษาและบันทึกข้อมูลทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 การผลิตกระแสไฟฟ้า

การทดลองที่ 2: การศึกษาปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน 6.5 แรงม้า รวมทั้งหาขนาดบ่อและปริมาณสัตว์เลี้ยงบนพื้นที่สูงที่เหมาะสม

อุปกรณ์ ประกอบด้วย

1. เครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก (3 สูบ ขนาดท่อ 1 นิ้ว) ยี่ห้อ Bison water pump รุ่น HPW-30C ขนาดมอเตอร์ 6.5 แรงม้า

2. เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อ 2 นิ้ว ยี่ห้อ NASH water pump รุ่น SC-20 ขนาดมอเตอร์ 6.5 แรงม้า มีความเร็วรอบ 3,600 rpm
3. เครื่องวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ รุ่น DT2236B (หน่วย rpm)
4. เครื่องวัดปริมาณที่ก๊าซไหลผ่านเข้าเครื่องยนต์ (หน่วย cfm)



ภาพที่ 12 เครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก (3 สูบ ขนาดท่อ 1 นิ้ว)



ภาพที่ 13 เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อ 2 นิ้ว

วิธีการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) หาปริมาณก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมงที่ใช้กับเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก (ปั้มน้ำ 3 สูบ ขนาดท่อ 1 นิ้ว และปั้มหอยโข่ง ขนาดท่อ 2 นิ้ว) โดยทำการทดสอบที่ระดับ 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% และ 90% ของความเร็วรอบสูงสุด ทำการศึกษาจำนวน 4 ซ้ำต่อระดับ บันทึกข้อมูลปริมาณก๊าซมีเทน ปริมาณการใช้ก๊าซต่อชั่วโมง ปริมาณน้ำที่สูบได้ต่อชั่วโมง
- 2) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วย Regression method

- 3) นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 1) และ 2) มาคำนวณหาขนาดบ่อและจำนวนสัตว์เลี้ยงที่เหมาะสม

การทดลองที่ 3: การศึกษาขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 6.5 แรงม้า และระยะเวลาที่ใช้งาน

- 1) การศึกษาขนาดของชุดกรอง ทำโดยใช้ชุดกรอง 3 ขนาด คือ
- เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 50 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 8.8 ลิตร)
 - เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 100 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 17.6 ลิตร)
 - เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 150 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 26.5 ลิตร)



ขนาดชุดกรอง สูง 50 ซม.

ขนาดชุดกรอง สูง 100 ซม.

ขนาดชุดกรอง สูง 150 ซม.

(ก)



(ข)

ภาพที่ 14 ขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก) และการใช้ชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์กับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 6.5 แรงม้า (ข)

2) ผลิตเม็ดดูดซับ (ภาคผนวก ข) เพื่อนำมาใส่ในชุดกรองทั้ง 3 ขนาด ตามข้อ 1)



ภาพที่ 15 เม็ดดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

3) บันทึกปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก๊าซไข่เน่า) ก่อนและหลังผ่านชุดกรอง ขณะใช้เครื่องยนต์

-ก่อนเข้าสู่ชุดกรองใช้ชุดวัดปริมาณก๊าซไข่เน่า ยี่ห้อ Gastec Detector Tube No.4H ขนาด 10-4,000 ppm

-หลังผ่านชุดกรองใช้ชุดวัดปริมาณก๊าซไข่เน่า ยี่ห้อ Gastec Detector Tube No.4L ขนาด 1-240 ppm

โดยกำหนดให้ความเข้มข้นของก๊าซไข่เน่าภายหลังผ่านชุดกรองแล้วมีค่าไม่สูงกว่า 200 ppm ทำการศึกษาขนาดละ 3 ชั่วโมง บันทึกเวลาการใช้งาน และปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD)



(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 16 หลอดวัดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก) ชุดหลอดวัดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ข) เครื่องวัดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ค) และการวัดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ง)

- 4) นำผลที่ได้ในข้อ 3) ไปคำนวณหาขนาดของชุดดูดซับที่เหมาะสมกับระยะเวลาใช้งานจริง

การทดลองที่ 4: การศึกษาการใช้เครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ (ปรับจากเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 6.5 แรงม้า) สำหรับใช้กับเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก (ขนาด 1-2 นิ้ว ไม่น้อยกว่าวันละ 3-4 ชั่วโมง)

- 1) นำผลการศึกษาที่ได้จากกิจกรรมที่ 1-3 มาจัดทำชุดเครื่องยนต์เพื่อใช้กับเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก 2 ชนิด คือ แบบหอยโข่งและแบบปั้มชัก
- 2) ออกแบบขนาดของบ่อหมักก๊าซชีวภาพให้เหมาะสมกับพื้นที่ และปริมาณการใช้งาน จำนวนอย่างน้อย 2 แห่ง
- 3) บันทึกข้อมูลอัตราการใช้ปั้มน้ำ ระยะเวลาใช้งาน จำนวนสัตว์เลี้ยง ขนาดบ่อคุณภาพก๊าซชีวภาพก่อนและหลังผ่านชุดกรอง
- 4) วิเคราะห์ค่าทางสถิติ ด้วยวิธี Least Significant Difference (Lsd)

การทดลองที่ 5: การประเมินผล

- 1) ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก
- 2) ประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้ปั้มน้ำ โดยใช้แบบสอบถาม
- 3) คำนวณต้นทุนและผลตอบแทน (ค่าใช้จ่ายในครัวเรือนที่ลดลงต่อเดือน หรือต่อปี)

3. จัดทำร่างคู่มือการใช้งานและการดูแลรักษาเครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าและสำหรับเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก

พื้นที่ดำเนินการวิจัย/เก็บข้อมูล

1. พื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงและโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง จำนวน 5 แห่ง
 - 1.1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่
 - 1.2) สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่
 - 1.3) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สามแลบ อ.สบเมย จ.แม่ฮ่องสอน
 - 1.4) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สอง อ.ท่าสองยาง จ.ตาก
 - 1.5) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่

2. ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. ฟาร์มปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง

ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย/เก็บข้อมูล

จำนวน 300 วัน (นับแต่วันลงนามในสัญญา)

