

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน

#### 4.1 การศึกษาความพร้อมของพื้นที่ที่ใช้ศึกษาวิจัย

คณะผู้วิจัยจะศึกษาข้อมูลของพื้นที่จากเอกสารจากการประชุมหารือกับเจ้าหน้าที่/นักวิชาการที่เกี่ยวข้อง รวมถึงออกพื้นที่ จากนั้นได้ประชุมสรุปผล ซึ่งเลือกได้จำนวน 5 แห่ง ดังนี้

1. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่
2. สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด อ. แม่แตง จ. เชียงใหม่
3. โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สามแลบ อ. สบเมย จ. แม่ฮ่องสอน
4. โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สอง อ. ท่าสองยาง จ. ตาก
5. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ. แม่ออน จ. เชียงใหม่

##### 4.1.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่

ข้อมูลสถานที่ตั้งของสถานที่ตั้ง ความต้องการใช้ตลอดจนปริมาณสัตว์ และจำนวนบ่อผลิตก๊าซชีวภาพที่จะนำมาใช้ผลิตเป็นพลังงานทางเลือกของแต่ละพื้นที่จำนวน 5 แห่ง มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 10 ข้อมูลของสภาพพื้นที่ รวมถึงข้อมูลการเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ทดสอบ

| ลำดับ | พื้นที่                                               | ที่ตั้ง                     | พื้นที่ดำเนินการ                     | จำนวนบ่อก๊าซ<br>ที่จะใช้ทดลอง<br>(บ่อ) | จำนวนสัตว์<br>(ตัว) | ระบบการ<br>ทดสอบ | หมายเหตุ                          |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|------------------|-----------------------------------|
| 1     | ศูนย์พัฒนาโครงการ<br>หลวงหนองเขียว                    | อ. เชียงดาว<br>จ. เชียงใหม่ | ภายในศูนย์/สถานี                     | 1                                      | 10                  | ป้อนน้ำ          | มีไฟฟ้าใช้                        |
| 2     | สถานีวิจัยโครงการ<br>หลวงแม่หลอด                      | อ. แม่แตง<br>จ. เชียงใหม่   | ภายในศูนย์/สถานี                     | 1                                      | 10                  | ป้อนน้ำ          | มีไฟฟ้าใช้                        |
| 3     | โครงการพัฒนาพื้นที่<br>สูงแบบโครงการ<br>หลวงแม่สามแลบ | อ. สบเมย<br>จ. แม่ฮ่องสอน   | บ้านปู่คำห้วยแห้ง<br>(เกษตรกร 2 ราย) | 2                                      | 25 และ 35           | ไฟฟ้า            | ไม่มีไฟฟ้า<br>(ใช้โซล่า<br>เซลล์) |
| 4     | โครงการพัฒนาพื้นที่<br>สูงแบบโครงการ<br>หลวงแม่สอง    | อ. ท่าสองยาง<br>จ. ตาก      | บ้านขอแขวดี<br>เกษตรกร 1 ราย         | 1                                      | 15                  | ไฟฟ้า            | ไม่มีไฟฟ้า                        |
| 5     | ศูนย์พัฒนาโครงการ<br>หลวงแม่ทาเหนือ                   | อ. แม่ออน<br>จ. เชียงใหม่   | เกษตรกร 1 ราย                        | 1                                      | 18                  | ป้อนน้ำ          | มีไฟฟ้าใช้                        |

### ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่



#### ประวัติความเป็นมา

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชได้เสด็จพระราชดำเนินมาเยี่ยมราษฎรชาวเขาในพื้นที่บ้านใหม่สามัคคีเมื่อปี พ.ศ. 2523 และทรงพระกรุณารับหมู่บ้านแห่งนี้ไว้ในการดูแลของโครงการหลวง ต่อมาได้จัดตั้งเป็นศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขึ้น เพื่อช่วยเหลือชีวิตความเป็นอยู่ของชาวชาวไทยภูเขาในพื้นที่ โดยมีหมู่บ้านที่รับผิดชอบคือ หมู่บ้านหนองเขียว หมู่บ้านใหม่สามัคคีอำเภอและคณะ หมู่ที่ 14 ตำบลเมืองนะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทำตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ทรงห่วงใยราษฎรในพื้นที่ เนื่องจากชาวเขาเหล่านี้ต่างดำรงชีวิตอยู่อย่างแร้นแค้นและยากจน อีกทั้งเรื่องของสุขภาพอนามัยทรุดโทรมขาดการดูแลเอาใจใส่ เด็กเล็กๆ ส่วนใหญ่ต้องเป็นโรคขาดสารอาหาร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว ได้เริ่มต้นดำเนินงานพัฒนาคุณภาพชีวิตของชาวเขาเหล่านี้และด้วยความร่วมมือจาก สำนักงานป่าไม้เขตจังหวัดเชียงใหม่ กรมพัฒนาที่ดินเข้าดำเนินการทำไม้เศรษฐกิจ และไม้พิน บุกเบิกพัฒนาพื้นที่และจัดสรรที่ดินทำกินให้แก่ราษฎร เพื่อทำการเกษตรอย่างถูกต้องเหมาะสมต่อไป

#### สภาพทั่วไป

##### สถานที่ที่ตั้ง

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว ตั้งอยู่ ณ บ้านใหม่สามัคคี หมู่ที่ 14 ตำบลเมืองนะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ หมู่ที่ 14 บ้านใหม่สามัคคี ตำบลเมืองนะ

ทิศใต้ ติดต่อกับ หมู่ที่ 2 บ้านแกน้อย และหมู่ 5 บ้านโป่งอาง ตำบลเมืองนะ

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ หมู่ที่ 3 บ้านนาหวาย ตำบลเมืองนะ

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ หมู่ที่ 1 บ้านเมืองนะ ตำบลเมืองนะ

### ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 750 เมตร ชุดดินหลักเป็นดินชุดปากช่อง ซึ่งมีทั้งแบบมีหินปูนปนอยู่ และที่เกิดในบริเวณพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด ดินชุดนี้อยู่ในบริเวณที่มีความลาดชัน 2-8% เป็นดินลึก

### ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่จัดอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อน มีฝนปานกลาง อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 16.48 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 27.64 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,862 มิลลิเมตร

### การเลี้ยงสัตว์

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขี้ยวส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ 2 ชนิด คือ ไก่กระตูกดำ และสุกร สำหรับไก่กระตูกดำเริ่มส่งเสริมมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 โดยได้ส่งเสริมการเลี้ยงไก่กระตูกดำให้แก่เกษตรกรในพื้นที่จำนวน 5 หมู่บ้าน คือ บ้านใหม่สามัคคี บ้านหนองเขี้ยว บ้านอรุณทัย บ้านห้วยไส้ และบ้านปางตะ นอกจากนี้ยังส่งเสริมการเลี้ยงสุกร เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ในพื้นที่บ้านใหม่สามัคคี และบ้านหนองเขี้ยว(จุฑาทิพย์และคณะ, 2561)

ตาราง 11 จำนวนไก่ที่เลี้ยง โดยเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของศูนย์ฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ถึง 2561

| เกษตรกร  | จำนวนไก่คงเหลือในปัจจุบัน(ตัว) |
|----------|--------------------------------|
| รายที่ 1 | 200                            |
| รายที่ 2 | 300                            |
| รายที่ 3 | 100                            |
| รายที่ 4 | 65                             |
| รายที่ 5 | 0                              |
| รวม      | 665                            |

ที่มา: ปรับปรุงจากงานพัฒนาและส่งเสริมปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง (2561)



ภาพที่ 17 การเลี้ยงสัตว์ (สุกร) ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขี้ยว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่



### สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่



#### ประวัติความเป็นมา

สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด พัฒนามาจากศูนย์วิจัยกาแฟอาราบิก้า ที่บ้านแม่หลอดซึ่งมีการปลูกกาแฟอาราบิก้า และมีการแพร่ระบาดของโรคราสนิมอย่างรุนแรง พันธุ์กาแฟลูกผสม เป็นสายพันธุ์ต้านทานโรคราสนิม จากศูนย์วิจัยโรคราสนิม ของโปรตุเกส ข้าวที่ 2 ( F2 ) จำนวน 28 คู่ผสม รวมทั้งพันธุ์อื่นๆ ทั้งหมดนำลงปลูกที่ศูนย์วิจัยกาแฟบ้านแม่หลอด การดำเนินงานวิจัยสายพันธุ์ จึงเริ่มจากปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2523 สายพันธุ์กาแฟได้แพร่หลายออกไปยังแหล่งปลูกต่างๆ เช่นที่ ขุนวาง วาวี เขาค้อ ดอยมูเซอ ป่าเมี่ยงดอยสะเก็ด ปีพ.ศ. 2527 หม่อมเจ้าภีศเดช รัชนี ทรงพระกรุณารับไว้ในความดูแลของโครงการหลวง และได้ชื่อว่า "สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด" การคัดเลือกสายพันธุ์ต้านทานโรคราสนิมดำเนินมาอย่างต่อเนื่อง มีแปลงลูกผสมข้าวที่ 3-4-5 และข้าวที่ 6 สถานีได้นำไม้โตเร็วมาปลูกให้เป็นร่มเงามากถึง 7 ชนิด จนเป็นสวนกาแฟภายใต้ร่มเงาที่สมบูรณ์ที่สุด ดังนั้นสถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอดจึงเป็นแหล่งรวบรวมและอนุรักษ์สายพันธุ์กาแฟอาราบิก้าที่มีสายพันธุ์จำนวนมาก เป็นศูนย์ทดสอบสาธิตการผลิตพืชผัก/สมุนไพร ไม้ผล และฟาร์มสาธิตการเลี้ยงสัตว์เล็ก ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพแก่เกษตรกร ให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจนพัฒนาเป็นอาชีพอย่างยั่งยืนได้

#### สภาพทั่วไป

##### สถานที่ตั้ง

สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด ตั้งอยู่ที่บ้านแม่หลอดหมู่ 10 ตำบล สบเปิง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

##### ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่เป็นบริเวณเชิงเขาและที่ราบระหว่างหุบเขา สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 680 เมตร พื้นที่เป็นดินประเภท Reddish Brown Laterite ลักษณะเนื้อดินร่วนซุย เป็นดินร่วนปนทราย มีค่า pH 5.5 - 6.5



ลักษณะภูมิอากาศ

ปริมาณน้ำฝนตลอดปี พ.ศ. 2554 2,166.4 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี พ.ศ.2554 22.4

องศาเซลเซียส

### การเลี้ยงสัตว์

สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลดส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ 2 ชนิด คือ ไก่กระดุกดำ และสุกร โดยส่งเสริมการเลี้ยงไก่กระดุกดำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ได้ส่งเสริมการเลี้ยงในพื้นที่หมู่บ้านแม่หลด ต.สบเปิง และหมู่บ้านห้วยเรา ต.ป่าแป๋ มีเกษตรกรจำนวน 7 ราย และได้ส่งเสริมการเลี้ยงสุกรในพื้นที่หมู่บ้านแม่หลด มีเกษตรกรจำนวน 4 ราย(จุฑาทิพย์และคณะ, 2561)

ตารางที่ 12 จำนวนไก่ที่เลี้ยง โดยเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของสถานีฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ถึง 2559

| เกษตรกร      | พันธุ์ไก่รุ่นปัจจุบัน | จำนวนไก่คงเหลือในปัจจุบัน(ตัว) |
|--------------|-----------------------|--------------------------------|
| รายชื่อที่ 1 | ไก่กระดุกดำ           | 70                             |
| รายชื่อที่ 2 | ไก่กระดุกดำ           | 200                            |
| รายชื่อที่ 3 | ไก่กระดุกดำ           | 135                            |
| รายชื่อที่ 4 | ไก่เบรส               | 150                            |
| รายชื่อที่ 5 | ไก่กระดุกดำ           | 76                             |
| รายชื่อที่ 6 | ไก่ประดู่หางดำ        | 8                              |
| รายชื่อที่ 7 | ไก่กระดุกดำ           | 76                             |
| รวม          |                       | 715                            |

ที่มา: ปรับปรุงจากงานพัฒนาและส่งเสริมปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง(2561)

ตารางที่ 13 จำนวนสุกรที่เลี้ยง โดยเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของสถานีฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 ถึง 2558

| เกษตรกร      | ตัวผู้(ตัว) | ตัวเมีย(ตัว) | รวม(ตัว) |
|--------------|-------------|--------------|----------|
| รายชื่อที่ 1 | 5           | 3            | 9        |
| รายชื่อที่ 2 | 4           | -            | 4        |
| รายชื่อที่ 3 | 2           | -            | 2        |
| รายชื่อที่ 4 | 2           | 2            | 4        |
| รวม          |             |              | 19       |

ที่มา: ปรับปรุงจากงานพัฒนาและส่งเสริมปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง(2561)



ภาพที่ 18 การเลี้ยงสัตว์ (สุกร) ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด อ. แม่แตง จ. เชียงใหม่



### โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สามแลบ อ.สบเมย จ.แม่ฮ่องสอน



#### ประวัติความเป็นมา

ตำบลแม่สามแลบ อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นตำบลในเขตการปกครองของอำเภอสบเมย ประกอบด้วย 10 หมู่บ้าน ได้แก่

- หมู่ที่ 1 บ้านแม่สามแลบ บ้านห้วยกองก้าด
- หมู่ที่ 2 บ้านแม่ตอละ บ้านห้วยมะโอ
- หมู่ที่ 3 บ้านสัวเดอ บ้านแม่แคะ
- หมู่ที่ 4 บ้านสบเมย บ้านพะละอี บ้านโง้งอคี
- หมู่ที่ 5 บ้านบุญเลอหลวง บ้านบุญเลอน้อย บ้านโตแฮ
- หมู่ที่ 6 บ้านปู่ทา
- หมู่ที่ 7 บ้านกระบอบ บ้านกระบอนน้อย
- หมู่ที่ 8 บ้านห้วยกระต่าย บ้านแม่ลามาน้อย
- หมู่ที่ 9 บ้านกอมูเดอ บ้านกลอเซโล
- หมู่ที่ 10 บ้านปู่คำ บ้านห้วยแห้ง บ้านปู่ค่าน้อย

มีประชากรในเขตพื้นที่ ต.แม่สามแลบ อ.สบเมย จ.แม่ฮ่องสอน จำนวน 1,014 หลังคาเรือน 9,489 คน (ที่มาของข้อมูล: อบต.แม่สามแลบ)

#### สภาพทั่วไป

##### สถานที่ตั้ง

โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สามแลบ ตั้งอยู่ในหมู่บ้านแม่ตอละ หมู่ที่ 2 ตำบลแม่สามแลบ อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน อยู่ในเขตป่าลุ่มน้ำแม่ยมฝั่งขวา (พิกัด LV 703694) อาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับหมู่บ้านห้วยกระต่าย (แม่ลามาน้อย) ทิศใต้ ติดต่อกับหมู่บ้านสบเมย

ทิศตะวันออก ติดต่อกับหมู่บ้านแม่ลามาหลวง



ทิศตะวันตก ติดต่อกับหมู่บ้านบุญเลอ

#### ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของตำบลแม่สามแลบ 98% เป็นภูเขาสูงชัน มีพื้นที่ราบ ประมาณ 2% ของพื้นที่ตำบล ดังนั้นหมู่บ้านต่างๆ ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลแม่สามแลบ จึงตั้งอยู่ในภูเขาสูงและบริเวณหุบเขาเป็นส่วนใหญ่ มีแม่น้ำสายหลักไหลผ่าน คือ แม่น้ำเมย และแม่น้ำสาละวิน

#### ลักษณะดิน

ลักษณะดินพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สามแลบ (บ้านแม่ตอละ) เป็นดินเหนียว และดิน ร่วนปนทราย มีอัตราการพังทลายของหน้าดินสูง

#### ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพอากาศในพื้นที่บ้านแม่ตอละจะมี 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว

#### ข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพของท้องถิ่น

##### การคมนาคม

พื้นที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อนทำให้การคมนาคมไม่สะดวก โดยเฉพาะช่วงฤดูฝน การเดินทางโดยรถทุกประเภทใช้ไม่ได้ จึงต้องเดินเท้าเพียงอย่างเดียว ส่วนในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวการเดินทางจะสะดวก การเดินทางแยกออกเป็น 2 สายคือ

1. เป็นถนนลาลองจากตัวหมู่บ้านถึงอำเภอสบเมย ระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร
2. เป็นถนนลาลองจากตัวหมู่บ้านถึงตำบลแม่สามแลบ ระยะทางประมาณ 38 กิโลเมตร จากนั้นเป็นถนนถนนลูกรังและถนนลาดยางถึง อำเภอแม่สะเรียง ระยะทาง 50 กิโลเมตร ระยะการเดินทางจากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ถึงโครงการ พัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สามแลบ 5 ชั่วโมง 15 นาที (ระยะทาง 262 กิโลเมตร)

##### การโทรคมนาคม

- ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข 1 แห่ง (ไปรษณีย์หมู่บ้านหมู่ที่ 1)
- สถานีโทรคมนาคมอื่นๆ 3 แห่ง (โทรศัพท์ระบบดาวเทียม)

##### การไฟฟ้า

ตำบลแม่สามแลบยังไม่มีเขตการไฟฟ้าขยายเข้าไปถึง จำนวนหมู่บ้านที่ไม่มีไฟฟ้า 10 หมู่บ้าน (ปัจจุบันใช้ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และไฟฟ้าพลังงานน้ำ)

## โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สอง อ.ท่าสองยาง จ.ตาก



### ประวัติความเป็นมา

องค์การบริหารส่วนตำบลแม่สอง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก ได้มีหนังสือที่ ตก 74301/005 ลงวันที่ 4 มกราคม 2550 ได้ขอความอนุเคราะห์คำแนะนำการส่งเสริมอาชีพการเกษตร แผนใหม่ในพื้นที่ตำบลแม่สอง จากมูลนิธิโครงการหลวงให้ช่วยแนะนำการส่งเสริมอาชีพตามแนวทางโครงการหลวง เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง ประกอบการทำไร่เลื่อนลอย ไร้จ้างทั่วไป ไม่มีอาชีพที่ยั่งยืนขาดความรู้และความเอาใจใส่ต่อสิ่งแวดล้อม 19 กุมภาพันธ์ 2550 สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงจึงได้เข้าไปสำรวจพื้นที่ร่วมกับเจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบลแม่สอง และเจ้าหน้าที่กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช เพื่อทำการวิเคราะห์พื้นที่สำรวจปัญหาและความต้องการของชุมชน เบื้องต้นเพื่อการเตรียมความพร้อมดำเนินโครงการต่อไป

ประชากรในพื้นที่ตำบลแม่สอง มีจำนวน 19 หมู่บ้าน 62 กลุ่มบ้าน ประชากร 4,985 คนครัวเรือน จำนวน 15,398 คน จำแนกเป็นชาย 8,107 คน และหญิง 7,292 คน เป็นชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยงสะกอ (Sgaor) หรือ ปกา-เกอะ-ญอ หมู่บ้านแม่ระเมิง หมู่ที่ 8 มีพื้นที่ 28.07 ตร.กม. มีประชากรทั้งหมด 1,248 คน และห้วยอมบ้านเกร๊ะคี ตั้งอยู่ที่หมู่บ้านสลิดน้อย หมู่ที่ 3 มีพื้นที่ 38.08 ตร.กม. มีประชากรทั้งหมด 1,315 คน

### สภาพทั่วไป

#### สถานที่ตั้ง

โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สองตั้งอยู่ที่ บ้านวะโดโกร หมู่ที่ 12 ตำบลแม่สอง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก ซึ่งอยู่ในพื้นที่ตำบลแม่สอง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก มีพื้นที่ 409.89 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 256,250 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ ใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับตำบลแม่หวล อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก และ ตำบลสบโขง ตำบลยางเปียง อำเภอบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่

ทิศใต้ ติดต่อกับตำบลแม่อุส อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก

ทิศตะวันออก ติดต่อกับตำบลแม่ตื่น อำเภอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่  
ทิศตะวันตก ติดต่อกับประเทศพม่า โดยมีแม่น้ำเมยเป็นเส้นกั้นอาณาเขต



#### ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศมีลักษณะเป็นภูเขา ซึ่งเป็นแนวเทือกเขาถนนธงชัยทอดยาวจากเหนือจรดใต้ มีแม่น้ำเมยกั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศเมียนมาร์ สภาพพื้นที่เป็นที่ราบสูงเชิงเขาและที่ราบลุ่มเล็กน้อยตามริมแม่น้ำเมย พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติท่าสองยางและเขตอุทยานแห่งชาติแม่เมย โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สอง มีระดับความสูงตั้งแต่ 200-1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีเทือกเขาถนนธงชัยทอดยาวจากเหนือจรดใต้ มีแม่น้ำเมยกั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศเมียนมาร์

#### ลักษณะดิน

ลักษณะดินในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สอง ดินในการทำเกษตร เป็นดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างดี ลักษณะดินและความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันตามแต่ชนิดของหินต้นกำเนิด มีเศษหินก้อนหินหรือหินพื้นโผล่ ยังปกคลุม ด้วยป่าไม้ต่างๆ มักมีการทำไร่เลื่อนลอยที่ขาดการอนุรักษ์

#### ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศมีฝนตกชุกมากในฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - เดือนตุลาคม ฤดูร้อนอากาศค่อนข้างอบอุ่น และจะหนาวถึงหนาวจัดในฤดูหนาว ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากทะเลอันดามันพัดผ่าน ประกอบกับอยู่ในตำแหน่งด้านหน้าของเทือกเขาถนนธงชัย ทำให้ได้รับลมมรสุมมากกว่าบริเวณอื่น มีอุณหภูมิสูงสุด 28 องศาเซลเซียส และต่ำสุด 11 องศาเซลเซียส



### ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่



#### ประวัติความเป็นมา

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ตั้งอยู่ที่บ้านห้วยน้ำดิบ ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ณ บริเวณสองฟากฝั่งน้ำแม่ทา อันเป็นถิ่นอาศัยของชาวพื้นเมืองและชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง ซึ่งบุกรุกทำลายป่าเพื่อการเกษตรกรรม เช่น การทำนา การปลูกพืชทองและการปลูกข้าวโพดอ่อน ส่งจำหน่ายให้แก่โรงงาน เกษตรกรจึงมีรายได้ค่อนข้างต่ำ และมีสภาพความเป็นอยู่ไม่ดีเท่าที่ควร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือจึงเริ่มต้นขึ้น ในรูปโครงการหลวงพัฒนาภาคเหนือ เมื่อปี พ.ศ. 2521 ตามพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่จะช่วยเหลือราษฎรในพื้นที่ขุนแม่ทาเหนือ ให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น โดยตั้งขึ้นบนพื้นที่ 25 ไร่ ในเขตหมู่บ้านแม่ทาเหนือ ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่โครงการทั้งหมด 245 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมหมู่บ้านในความรับผิดชอบ 14 หมู่บ้าน โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ ส่งเสริมให้ชาวบ้านมีรายได้ ป้องกันไม่ให้เกิดการบุกรุกทำลายป่า

#### สภาพทั่วไป

##### สถานที่ตั้ง

ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่

##### ลักษณะภูมิประเทศ

สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 520 - 1,250 เมตร เป็นป่าดิบเขาไม่ผลัดใบและป่าเบญจพรรณ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 520 เมตร ลักษณะดินเป็นดินเหนียวปนทรายละเอียด มีค่า pH 4 - 6

##### ลักษณะภูมิอากาศ

อุณหภูมิต่ำสุด 9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 42 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,236 มิลลิเมตร/ปี



### การเลี้ยงสัตว์

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ 3 ชนิด ได้แก่ กระบือนม แพะนม และไก่ไข่อินทรีย์ สำหรับกระบือนมส่งเสริมการเลี้ยงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ซึ่งพื้นที่การส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์อยู่ที่ บ้านทาหม่อน ต.แม่ทา บ้านค้อกลาง ต.ทาเหนือ และบ้านใหม่ดอนแก้ว ต.ทาเหนือ มีเกษตรกรจำนวน 4 ราย การส่งเสริมการเลี้ยงแพะนมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ซึ่งมีการส่งเสริมการเลี้ยงแพะในหมู่บ้านใหม่ดอนแก้ว บ้านห้วยบง และบ้านป่าจั่ว มีเกษตรกรจำนวน 4 ราย นอกจากนี้ยังได้ส่งเสริมการเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์ โดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 พื้นที่การส่งเสริมอยู่ในหมู่บ้านห้วยบง มีเกษตรกรจำนวน 1 ราย แผนการส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ในปีงบประมาณ 2561 ประกอบด้วย เกษตรกรที่เลี้ยงกระบือนม จำนวน 4 ราย และเกษตรกรที่เลี้ยงแพะนม จำนวน 5 ราย นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมให้สร้างบ่อกักขังน้ำจากมูลสัตว์และการทำบ่อฆ่าเชื้อก่อนเข้าและออกฟาร์ม เพื่อป้องกันโรคเข้าสู่ฟาร์ม(จุฑาทิพย์และคณะ, 2561)

ตารางที่ 14 จำนวนกระบือที่เลี้ยง

| เกษตรกร  | ตัวผู้(ตัว) | ตัวเมีย(ตัว) | รวม |
|----------|-------------|--------------|-----|
| รายที่ 1 | 7           | 15           | 22  |
| รายที่ 2 | 4           | 14           | 18  |
| รายที่ 3 | 2           | 3            | 5   |
| รายที่ 4 | 3           | 15           | 18  |
| รวม      | 16          | 47           | 63  |

ที่มา: ปรับปรุงจากงานพัฒนาและส่งเสริมปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง(2561)

ตารางที่ 15 จำนวนแพะนมที่เลี้ยง

| เกษตรกร  | ตัวผู้(ตัว) | ตัวเมีย(ตัว) | รวม |
|----------|-------------|--------------|-----|
| รายที่ 1 | 13          | 16           | 29  |
| รายที่ 2 | 13          | 47           | 60  |
| รายที่ 3 | -           | 6            | 6   |
| รายที่ 4 | 4           | 6            | 10  |
| รายที่ 5 | 6           | 16           | 22  |
| รวม      | 36          | 91           | 127 |

ที่มา: ปรับปรุงจากงานพัฒนาและส่งเสริมปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง(2561)



ภาพที่ 19 ปอผ้าชีวภาพของเกษตรกร ต.ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่



## 4.2 การศึกษาวิจัย

### 4.2.1 การศึกษาการนำพลังงานก๊าซชีวภาพมาประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

- เครื่องยนต์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า

1. เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 7.5 แรงม้า และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 กิโลวัตต์ ยี่ห้อ HYN0 LT-4000E generator (Gassoline generator)



2. เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 7.5 แรงม้า และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 กิโลวัตต์ ยี่ห้อ JUPITER : JP-GEN-4500 (Gassoline generator)



**การทดลองที่ 1:** การศึกษาสัดส่วนของอากาศและก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 6.5 และ 7.5 แรงม้า

การหาสัดส่วนของก๊าซชีวภาพต่ออากาศจำนวน 9 สัดส่วน (1:1, 2:1, 4:1, 6:1, 8:1, 10:1, 12:1, 14:1 และ 16:1) โดยใช้ก๊าซชีวภาพจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร ของมูลนิธิโครงการหลวง พบว่า ค่าความเข้มข้นก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) เท่ากับ 63% เมื่อทดสอบการจุดติดเครื่องยนต์สัดส่วนละ 10 ชั่วโมง ได้ค่าสัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่ทำให้เครื่องยนต์จุดติดเบื่องตันอยู่ระหว่าง 2:1 ถึง 4:1 และมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง  $12.6 \pm 1.25$  ถึง  $21.0 \pm 2.06\%$  (ตารางที่ 16) จะเห็นว่าที่สัดส่วน 1:1 วัดความเข้มข้นของก๊าซมีเทนได้  $31.5 \pm 2.65\%$  ซึ่งมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนมากเกินไป ทำให้เครื่องยนต์ไม่สามารถจุดติด ในขณะที่สัดส่วน 6:1, 8:1, 10:1, 12:1, 14:1



และ 16:1 มีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนลดลงตามลำดับ ไม่สามารถทำให้เครื่องยนต์จุดติดได้เช่นกัน ดังนั้นสัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพ และปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนมีผลต่อการจุดติดของเครื่องยนต์ โดยระดับที่เหมาะสม คือ 2:1 ถึง 4:1 และมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในช่วง  $12.6 \pm 1.25$  ถึง  $21.0 \pm 2.06\%$  นำผลข้อมูลนี้ไปทำชุดผสม (Mixer) ต่อไป ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Mihic (2004) ที่ระบุว่า การจุดระเบิด (จุดติด) ของเครื่องยนต์ต้องมีสัดส่วนของก๊าซมีเทนในช่วง 5-15% อย่างไรก็ดี ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ มีสัดส่วนของอากาศน้อยกว่าการศึกษาของ Ayade and Latey (2016) ที่รายงานว่า อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศและเชื้อเพลิง (Air fuel ratio) หรือสัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำให้การสันดาปหรือการระเบิดในกระบอกสมบูรณ์ที่สุด มีค่าเท่ากับ 14.5:1 นั่นคือ มีมวลอากาศ 14.5 กรัมต่อมวลน้ำมัน 1 กรัม ส่วนก๊าซชีวภาพมีค่าเท่ากับ 10:1

**ตารางที่ 16** สัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพ และความเข้มข้นของก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) ที่มีผลต่อการจุดติดของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนขนาด 6.5 และ 7.5 แรงม้า

| สัดส่วนอากาศต่อก๊าซชีวภาพ | ความเข้มข้นของ<br>ก๊าซมีเทน (%) | การจุดติดเครื่องยนต์ |   |   |   |   |   |   |   |   |    | สรุป |
|---------------------------|---------------------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------|
|                           |                                 | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |      |
| 1:1                       | $31.5 \pm 2.65$                 | x                    | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x    |
| 2:1                       | $21.0 \pm 2.06$                 | /                    | / | / | / | / | / | / | / | / | /  | /    |
| 4:1                       | $12.6 \pm 1.25$                 | /                    | / | / | / | / | / | / | / | / | /  | /    |
| 6:1                       | $9.0 \pm 0.84$                  | x                    | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x    |
| 8:1                       | $7.0 \pm 1.02$                  | x                    | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x    |
| 10:1                      | $5.7 \pm 0.94$                  | x                    | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x    |
| 12:1                      | $4.8 \pm 0.78$                  | x                    | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x    |
| 14:1                      | $4.2 \pm 0.34$                  | x                    | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x    |
| 16:1                      | $3.7 \pm 0.52$                  | x                    | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x    |

x = เครื่องยนต์จุดติด

/ = เครื่องยนต์จุดติด

เมื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ จากการวัดความเข้มข้นเริ่มต้นของก๊าซมีเทน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 58% หลังการผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศ จะได้ค่าเท่ากับ 24, 23, 21, 20, 19, 18, 12 และ 10% เมื่อหาสัดส่วนอากาศต่อก๊าซชีวภาพจากค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเริ่มต้นและความเข้มข้นก๊าซมีเทนหลังผสม จะได้สัดส่วนอากาศต่อก๊าซชีวภาพ และความเร็วรอบของเครื่องยนต์

พบว่า ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเริ่มต้นต่อความเข้มข้นของก๊าซมีเทนหลังผสมกับอากาศ มีความสัมพันธ์กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 1.42:1 vs 1,514, 1.52:1 vs 3,570, 1.76:1 vs 3,610, 1.9:1 vs 3,650, 2.05:1 vs 3,653, 2.22:1 vs 4,000, 3.83:1 vs 3,565 และ 4.80:1 vs 3,552 ซึ่งสัดส่วนอากาศต่อก๊าซชีวภาพต่ำสุด คือ 1.42:1 วัดความเร็วรอบได้ 1,514 รอบต่อนาที โดยสัดส่วนอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่ 2.22:1 วัดความเร็วรอบได้สูงสุด 4,000 รอบต่อนาที ในขณะที่สัดส่วนอากาศต่อก๊าซชีวภาพระดับ 4.80:1 จะได้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลงเหลือ 3,552 รอบต่อนาที (ตารางที่ 17)

**ตารางที่ 17** ความสัมพันธ์ของสัดส่วนอากาศและก๊าซชีวภาพต่อความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 6.5 และ 7.5 แรงม้า

| ความเร็วรอบของเครื่องยนต์<br>(รอบ/นาที) | ก๊าซมีเทนเริ่มต้น<br>(%) | ก๊าซมีเทนหลังผสม<br>(%) | สัดส่วน<br>อากาศต่อก๊าซชีวภาพ |
|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1,514                                   | 58                       | 24                      | 1.42:1                        |
| 3,570                                   | 58                       | 23                      | 1.52:1                        |
| 3,610                                   | 58                       | 21                      | 1.76:1                        |
| 3,650                                   | 58                       | 20                      | 1.90:1                        |
| 3,653                                   | 58                       | 19                      | 2.05:1                        |
| 4,000                                   | 58                       | 18                      | 2.22:1                        |
| 3,565                                   | 58                       | 12                      | 3.83:1                        |
| 3,552                                   | 58                       | 10                      | 4.80:1                        |

ดังนั้นสัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ 2 ชนิด คือ ผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 7.5 และปั้มน้ำขนาด 6.5 แรงม้า คือ 2:1 ถึง 4:1 โดยอัตราส่วนดังกล่าว จะมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในช่วง  $12.6 \pm 1.25$  ถึง  $21.0 \pm 2.06\%$

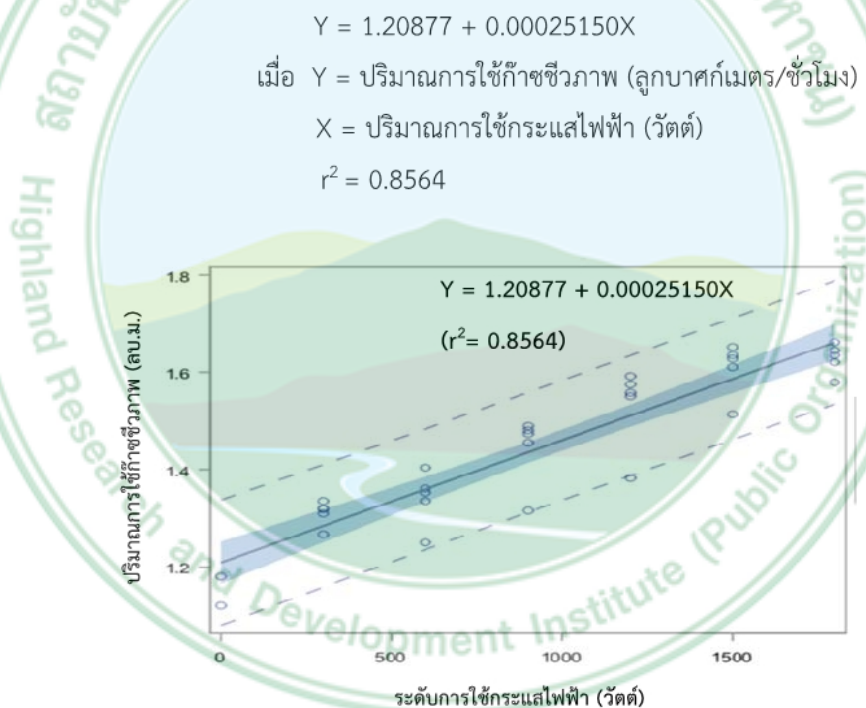
**การทดลองที่ 2 :** การศึกษาปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 7.5 แรงม้า รวมทั้งหาขนาดบ่อและปริมาณสัตว์เลี้ยงบนพื้นที่สูงที่เหมาะสม

### 2.1 การใช้ก๊าซชีวภาพสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า

ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ขนาด 7.5 แรงม้า ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดสูงสุด 3 กิโลวัตต์ พบว่า การผลิตกระแสไฟฟ้าระดับ 0, 300, 600, 900, 1,200, 1,500 และ 1,800

วัตต์ เครื่องยนต์จะใช้ก๊าซชีวภาพปริมาณสูงขึ้น ซึ่งแปรผันตามปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 1.250, 1.308, 1.364, 1.475, 1.569, 1.631, 1.640 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 18) เมื่อมีการทดสอบใช้กระแสไฟฟ้าที่ 2,100 วัตต์ หรือ 70% พบว่า เครื่องยนต์จุดไม่ติด (ดับ) ดังนั้นการใช้เครื่องยนต์ขนาด 7.5 แรงม้า และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3 กิโลวัตต์ รุ่น HYNOLT-4000E generator สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 1,800 วัตต์

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 18 ไปคำนวณโดยสมการถดถอย (Regression analysis) เพื่อประเมินอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพที่อัตราการผลิตกระแสไฟฟ้าระดับต่างๆ ปรากฏว่า ได้สมการแบบเส้นตรง ดังนี้ (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ของระดับการใช้ไฟฟ้ากับปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์  
ก๊าซโซลีน 7.5 แรงม้า ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3 กิโลวัตต์

ตารางที่ 18 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ 7.5 HP ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 KW

| ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า |         | ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./ชม) |       |       |       |           |
|------------------------|---------|-----------------------------|-------|-------|-------|-----------|
| (%)                    | (วัตต์) | 1                           | 2     | 3     | 4     | ค่าเฉลี่ย |
| 0                      | 0       | 1.380                       | 1.120 | 1.180 | 1.320 | 1.250     |
| 10                     | 300     | 1.267                       | 1.336 | 1.318 | 1.310 | 1.308     |
| 20                     | 600     | 1.361                       | 1.404 | 1.353 | 1.336 | 1.364     |
| 30                     | 900     | 1.481                       | 1.490 | 1.473 | 1.455 | 1.475     |
| 40                     | 1,200   | 1.558                       | 1.575 | 1.550 | 1.592 | 1.569     |
| 50                     | 1,500   | 1.652                       | 1.635 | 1.627 | 1.610 | 1.631     |
| 60                     | 1,800   | 1.661                       | 1.644 | 1.635 | 1.620 | 1.640     |

<sup>1/</sup> เครื่องยนต์จะดับ (จุดไม่ติด) เมื่อใช้กระแสไฟฟ้า 2,100 วัตต์

หลังจากได้สมการ  $Y = 1.20877 + 0.00025150X$  แล้ว นำไปคำนวณค่าอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระดับต่างๆ ตั้งแต่ระดับ 100 วัตต์ หรือเทียบเท่ากับการใช้หลอดไฟให้แสงสว่างขนาดหลอดละ 20 วัตต์ จำนวน 5 หลอด ไปจนถึงระดับ 3,000 วัตต์ หรือเทียบเท่าการใช้หลอดไฟจำนวน 150 หลอด (หลอดละ 20 วัตต์) เมื่อเปิดใช้ตลอดเวลา 5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของครัวเรือนคนไทยทั่วไป (อุมาพรและอภิชาติ, 2559) พบว่า จะใช้ก๊าซชีวภาพตั้งแต่ 6.15 ลูกบาศก์เมตร ขึ้นไปจนถึง 9.80 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 19)



ตารางที่ 19 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ ขนาดบ่อก๊าซชีวภาพ และจำนวนสัตว์ที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ

| ปริมาณการใช้<br>กระแสไฟฟ้า<br>(วัตต์) | ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ |              | ขนาดบ่อ<br>ก๊าซชีวภาพ <sup>1/</sup><br>(ลบ.ม.) | จำนวนสัตว์ที่เหมาะสม<br>(ตัว) |           |          |
|---------------------------------------|------------------------|--------------|------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|----------|
|                                       | (ลบ.ม./ชม)             | (ลบ.ม./5 ชม) |                                                | สุกร                          | โค/กระบือ | สัตว์ปีก |
| 100                                   | 1.23                   | 6.15         | 15.4                                           | 20                            | 15        | 150      |
| 200                                   | 1.26                   | 6.30         | 15.8                                           | 21                            | 16        | 155      |
| 300                                   | 1.28                   | 6.40         | 16.0                                           | 21                            | 16        | 155      |
| 400                                   | 1.31                   | 6.55         | 16.4                                           | 22                            | 16        | 160      |
| 500                                   | 1.33                   | 6.65         | 16.6                                           | 22                            | 16        | 160      |
| 600                                   | 1.36                   | 6.80         | 17.0                                           | 23                            | 17        | 165      |
| 700                                   | 1.38                   | 6.90         | 17.3                                           | 23                            | 17        | 165      |
| 800                                   | 1.41                   | 7.05         | 17.6                                           | 23                            | 18        | 170      |
| 900                                   | 1.44                   | 7.20         | 18.0                                           | 24                            | 18        | 170      |
| 1,000                                 | 1.46                   | 7.30         | 18.3                                           | 24                            | 18        | 170      |
| 1,100                                 | 1.49                   | 7.45         | 18.6                                           | 25                            | 19        | 180      |
| 1,200                                 | 1.51                   | 7.55         | 18.9                                           | 25                            | 19        | 180      |
| 1,300                                 | 1.54                   | 7.70         | 19.3                                           | 25                            | 19        | 180      |
| 1,400                                 | 1.56                   | 7.80         | 19.5                                           | 27                            | 20        | 190      |
| 1,500                                 | 1.59                   | 7.95         | 19.9                                           | 27                            | 20        | 190      |
| 1,600                                 | 1.61                   | 8.05         | 20.1                                           | 27                            | 20        | 190      |
| 1,700                                 | 1.64                   | 8.20         | 20.5                                           | 28                            | 20        | 200      |
| 1,800                                 | 1.66                   | 8.30         | 20.8                                           | 28                            | 20        | 200      |
| 2,100                                 | 1.74                   | 8.70         | 21.8                                           | 29                            | 22        | 210      |
| 2,400                                 | 1.81                   | 9.05         | 22.6                                           | 30                            | 22        | 220      |
| 3,000                                 | 1.96                   | 9.80         | 24.5                                           | 35                            | 25        | 300      |

หลังจากได้ค่าปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าระดับต่างๆ แล้วนำค่าดังกล่าวไปคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพตามที่รายงานไว้ในสุชนและคณะ (2561) จะได้ขนาดของบ่อก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีความจุเท่ากับ 15.4 ถึง 24.5 ลูกบาศก์เมตร เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าจำนวน 100 ถึง 3,000 วัตต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 19) และจะต้องใช้มูลสัตว์ที่มาจาก การเลี้ยงสุกร โคกระบือ หรือสัตว์ปีก (ประเภทไก่ เช่น ไก่พื้นเมือง ไก่เบรส ไก่สามสายเลือด) จำนวน 20-35, 15-25 หรือ 150-300 ตัว

ตามลำดับ (ตารางที่ 19) ทั้งนี้จำนวนสัตว์เลี้ยงดังกล่าว จะผันแปรตามสายพันธุ์ การให้อาหาร และวิธีการจัดการมูลสัตว์ด้วย

**การทดลองที่ 3:** การศึกษาขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 7.5 แรงม้า และระยะเวลาที่ใช้งาน

ขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จากก๊าซชีวภาพที่ผลิตจากบ่อหมักก๊าซขนาด 8 ลบ.ม. ของฟาร์มปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง กับเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 7.5 แรงม้า (3 กิโลวัตต์) ทำการผลิตเม็ดดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก๊าซไข่เน่า) ด้วย  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  โดยใช้ทรายผสมปูนซีเมนต์ สัดส่วน 2:1 เป็นแกนกลางยึดเกาะ  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ตามวิธีของ สุชนและคณะ (2554) บรรจุในชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จำนวน 3 ขนาด คือ 1) เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 50 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 8.8 ลิตร) 2) เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 100 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 17.6 ลิตร) และ 3) เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 150 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 26.5 ลิตร) พบว่า ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก่อนผ่านชุดกรองมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $2,435 \pm 37.8$  ส่วนในล้านส่วน (ppm) เมื่อใช้เครื่องยนต์ต่อเนื่องนาน 3 ชั่วโมง ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หลังผ่านชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ความสูง 50 ซม. มีค่าเท่ากับ 8 ppm โดยสามารถลดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ได้ถึง 99.61% ส่วนชุดกรองความสูง 100 ซม. และ 150 ซม. สามารถลดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ถึง 100% เมื่อนำผลที่ได้ข้างต้นไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า เมื่อใช้ชุดดูดซับขนาดความสูง 50 ซม. ไปแล้ว 2 ถึง 3 ชั่วโมง มีค่าประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ต่ำกว่าชุดดูดซับขนาดความสูง 100 และ 150 ซม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ; ตารางที่ 20) อย่างไรก็ดี ค่าปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ยังคงเหลืออยู่หลังใช้งานไปแล้ว 2 และ 3 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 2.5 และ 8 ppm ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 200 ppm ดังนั้นชุดดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ขนาดความจุ 8.8 ลิตร หรือความสูงเท่ากับ 50 ซม. สามารถใช้ประกอบเครื่องยนต์ตามการทดสอบครั้งนี้ได้

**ตารางที่ 20** ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก่อนและหลังผ่านชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จำนวน 3 ขนาด โดยใช้เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 7.5 แรงม้า

| ระยะเวลา<br>ใช้งาน<br>(ชั่วโมง) | ขนาดชุดกรอง (ซม.)                      |      |                                    |      |                                    |      |
|---------------------------------|----------------------------------------|------|------------------------------------|------|------------------------------------|------|
|                                 | 50                                     |      | 100                                |      | 150                                |      |
|                                 | ปริมาณก๊าซ<br>ไฮโดรเจนซัลไฟด์<br>(ppm) |      | ปริมาณ<br>ไฮโดรเจนซัลไฟด์<br>(ppm) |      | ปริมาณ<br>ไฮโดรเจนซัลไฟด์<br>(ppm) |      |
|                                 | ก่อน                                   | หลัง | ก่อน                               | หลัง | ก่อน                               | หลัง |
| 0                               | 2,475 <sup>a</sup>                     |      | 2,430 <sup>a</sup>                 |      | 2,400 <sup>a</sup>                 |      |
| 1                               |                                        | 0    |                                    | 0    |                                    | 0    |
| 2                               |                                        | 2.5  |                                    | 0    |                                    | 0    |
| 3                               |                                        | 8    |                                    | 0    |                                    | 0    |

<sup>a,b</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

**การทดลองที่ 4:** การศึกษาการใช้เครื่องย่นก๊าซชีวภาพ (ปรับจากเครื่องย่นที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 7.5 แรงม้า) สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 3 กิโลวัตต์

หลังจากได้ข้อมูลเพียงพอแล้ว ได้ดัดแปลงเครื่องย่นที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 7.5 แรงม้า ให้มาใช้ก๊าซชีวภาพ โดยมีการติดตั้งชุดผสมอากาศและก๊าซชีวภาพ (mixer) และชุดกรองก๊าซโซลีน จากนั้นนำเครื่องย่นไปติดตั้งในพื้นที่แรกที่บ้านเกษตรกร นายอาทร พิมานธารา ผู้เลี้ยงสุกรจำนวน 35 ตัว ณ บ้านปู่คำห้วยแห้ง หมู่ที่ 10 ตำบลแม่สามแลบ อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ศูนย์พัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง (สวพส องค์การมหาชน) ให้การส่งเสริม โดยพื้นที่นี้ไม่มีไฟฟ้าใช้ เกษตรกรรายนี้ได้ติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพขนาด 12 ลูกบาศก์เมตร หรือเทียบเท่ากับมีปริมาณก๊าซชีวภาพสูงสุดวันละ 4.5 ลูกบาศก์เมตร หลังจากได้ติดตั้งเครื่องย่น พร้อมกับติดตั้งหลอดไฟฟ้าแบบ LED ขนาด 9 วัตต์ จำนวน 10 หลอด ทั่วบริเวณบ้าน ห้องครัว และหน้าบ้านแล้ว สร้างความยินดีให้กับเกษตรกรและเพื่อนบ้านอย่างยิ่ง ข้อมูลเบื้องต้นจากการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องย่นขนาด 7.5 แรงม้า และมีเครื่องกำเนิดผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 3 กิโลวัตต์เครื่องนี้ พบว่า หลังจากใช้เครื่องย่นไปแล้ว 2 ชั่วโมง มีอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร หลังจากนั้นไปติดตั้งเครื่องย่นชุดที่สอง ณ ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลแม่สามแลบ โดยมีผู้ดูแล คือ นายอินสม นิธิพานิชกุล ผู้ใหญ่บ้าน หมู่ที่ 10 บ้านปู่คำห้วยแห้ง ตำบลแม่สามแลบ อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งอยู่ห่างจากบ้านเกษตรกรรายแรกประมาณ 0.5 กิโลเมตร ภายในศูนย์ฯ ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่มีความรู้ด้านเกษตรอินทรีย์ เกษตรแบบพอเพียง พลังงาน

ทดแทน การปศุสัตว์ ศูนย์แห่งนี้เลี้ยงสุกรจำนวน 25 ตัว มีโรงฆ่าสัตว์สำหรับชำแหละและจำหน่ายในพื้นที่ โดยจะใช้ในช่วงเวลา 2.00-6.00 น. หรือ 18.00-20.00 น. ได้ติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร และพื้นที่สุดท้ายไปติดตั้งให้ นายริจะ เวียงแมนเมฆ บ้านเลขที่ 320 หมู่ที่ 8 บ้านซอแขวงดี ตำบลแม่สอง ซึ่งเป็นเกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สอง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก เกษตรกรรายนี้เลี้ยงสุกรจำนวน 15 ตัว ได้ติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร ผลการใช้เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าของเกษตรกรทั้ง 3 ราย เฉลี่ยประมาณวันละ 2 ชั่วโมง ลั่นเปลืองก๊าซชีวภาพไปประมาณ 2-3 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 21)

**ตารางที่ 21** ประสิทธิภาพการทำงานของชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และระยะเวลาของเครื่องยนต์ใช้ก๊าซชีวภาพขนาด 7.5 แรงม้า ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3 กิโลวัตต์

| พื้นที่ดำเนินการ                                                        | รายชื่อเกษตรกร/ที่อยู่                                       | จำนวนสัตว์ (ตัว) | ขนาดบ่อก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.) | ระยะเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง) |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|
| โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สามแลบ<br>อ. สบเมย จ. แม่ฮ่องสอน | นายอาทร พิมานธรา ม.10<br>บ้านปู่คำ - ห้วยแห้ง<br>ต.แม่สามแลบ | 35               | 12                        | 3.50                        |
|                                                                         | ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำ<br>ตำบลแม่สามแลบ | 25               | 8                         | 1.50                        |
| โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สอง<br>อ.ท่าสองยาง จ.ตาก         | บ้านซอแขวงดี ต.แม่สอง                                        | 15               | 8                         | 1.00                        |

#### การทดลองที่ 5: การประเมินผล

ภายหลังได้ติดตั้งไปจำนวน 3 ราย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ พบว่า วิถีชีวิตของครอบครัวเกษตรกรจะนอนแต่หัวค่ำ ลูกหลานที่เป็นนักเรียนที่ไม่สามารถดูหนังสือ หรือทบทวนกิจกรรมทางวิชาการ รวมถึงติดตามข่าวสารทางราชการ หรือรายการบันเทิง และสาระความรู้จากรายการวิทยุโทรทัศน์ได้ หลังจากติดตั้งเครื่องยนต์ที่สามารถใช้ก๊าซชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ได้แล้ว คุณภาพชีวิตประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นจะดีขึ้น ส่วนค่าใช้จ่าย ไม่มี แต่เกษตรกรจะต้องดูแลบ่อก๊าซชีวภาพและ



เครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง เมื่อทำการประเมินผลความพึงพอใจ พบว่าเกษตรกรมีความพึงพอใจในระดับ “มากที่สุด” หรือเทียบเท่ากับ 99.3% (ตารางที่ 22)

เมื่อประเมินค่าใช้จ่ายตามอัตราการใช้ไฟฟ้าในปัจจุบัน เกษตรกรจะต้องจ่ายค่ากระแสไฟฟ้าโดยประมาณวันละ 1-2 บาท/ครอบครัว หรือเดือนละ 30-60 บาท ซึ่งค่อนข้างน้อย ในการศึกษาปีถัดไป โครงการฯ จะพิจารณาการต่อกระแสไฟฟ้าไปให้เพื่อนบ้าน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เครื่องยนต์และเพิ่มความคุ้มค่าต่อไป

ตารางที่ 22 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า (n=3)

|                                                             | ระดับความพึงพอใจ |               |
|-------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
|                                                             | (คะแนน)          | (เปอร์เซ็นต์) |
| <b>a) เครื่องยนต์</b>                                       |                  |               |
| 1. ขนาดและกำลังผลิตของเครื่องยนต์                           | 5.0              | 100           |
| 2. การสตาร์ท/การจุดติดเมื่อใช้ก๊าซชีวภาพ                    | 4.7              | 94            |
| 3. การดูแลบำรุงรักษา                                        | 5.0              | 100           |
| <b>b) บ่อผลิตก๊าซชีวภาพ</b>                                 |                  |               |
| 1. ขนาดและปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพที่ได้                     | 5.0              | 100           |
| 2. ความง่ายในการเติมมูลสัตว์และน้ำ                          | 5.0              | 100           |
| 3. การดูแลและบำรุงรักษา                                     | 5.0              | 100           |
| <b>c) การบริการ ความคุ้มค่า และอื่นๆ</b>                    |                  |               |
| 1. การบริการให้คำปรึกษาของเจ้าหน้าที่                       | 5.0              | 100           |
| 2. ความคุ้มค่าจากการติดตั้งเครื่องยนต์หรือประโยชน์ที่ได้รับ | 5.0              | 100           |
| 3. ความพึงพอใจในภาพรวม                                      | 5.0              | 100           |
| <b>เฉลี่ย</b>                                               | <b>4.96</b>      | <b>99.3</b>   |

ระดับคะแนน 1-1.8 = น้อย, 1.9-2.6 = พอใจ, 2.7-3.4 = ปานกลาง, 3.5-4.2 = มาก และ 4.3-5.0 = มากที่สุด

#### 4.2.2 การใช้ก๊าซชีวภาพกับเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก

- เครื่องยนต์สำหรับปั้มน้ำ

1. เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อ 2 นิ้ว ยี่ห้อ NASH water pump รุ่น SC-20 ขนาดมอเตอร์ 6.5 แรงม้า มีความเร็วรอบ 3,600 rpm



**การทดลองที่ 1:** การศึกษาสัดส่วนของอากาศและก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 6.5 แรงม้า

ผลการศึกษาเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ของส่วนที่ 1 การนำพลังงานก๊าซชีวภาพไปประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

**การทดลองที่ 2** การศึกษาปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 6.5 แรงม้า รวมทั้งหาขนาดบ่อและปริมาณสัตว์เลี้ยงบนพื้นที่สูงที่เหมาะสม

##### 1) เครื่องปั้มน้ำแบบ 3 สูบ มีท่อดูดน้ำขนาด 1 นิ้ว

ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องปั้มน้ำแบบ 3 สูบ ขนาดท่อดูดน้ำ 1 นิ้ว เครื่องยนต์ขนาด 6.5 แรงม้า พบว่า การใช้เครื่องยนต์ที่ระดับ 80, 90, 100, 110 และ 120% เครื่องยนต์จะใช้ก๊าซชีวภาพปริมาณสูงขึ้น ซึ่งแปรผันตามปริมาณน้ำที่ได้ กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 1.080, 1.080, 1.193, 1.246, 1.435 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 23) เมื่อมีการทดสอบใช้อัตรากำลังเครื่องยนต์ น้อยกว่า 80% และมากกว่า 120% พบว่า เครื่องยนต์จุดไม่ติด (ดับ) ดังนั้นการใช้เครื่องปั้มน้ำแบบ 3 สูบ ขนาด 6.5 แรงม้า สามารถใช้อัตรากำลังเครื่องยนต์ช่วง 80 ถึง 120% หรือ 2,887 ถึง 4,330 รอบต่อนาที

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 23 ไปคำนวณโดยสมการถดถอย (Regression analysis) เพื่อประเมินอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพที่กำลังเครื่องยนต์ของปั้มน้ำระดับต่างๆ ปรากฏว่า ได้สมการ ดังนี้ (ภาพที่ 21)

ตารางที่ 23 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องปั้มน้ำแบบ 3 สูบ ขนาดท่อดูดน้ำ 1 นิ้ว เครื่องยนต์ 6.5 แรงม้า

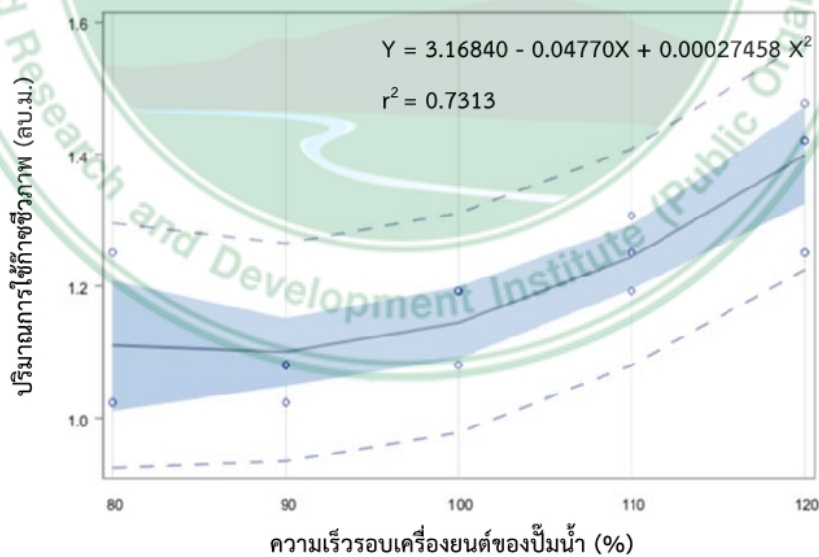
| อัตรากำลังเครื่องยนต์ |     | ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./ชม) |       |       |       |        | ปริมาณน้ำเฉลี่ย<br>(ลบม/ชม) |
|-----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------------|
| (รอบ/นาที)            | (%) | 1                           | 2     | 3     | 4     | เฉลี่ย |                             |
| 2,887                 | 80  | 1.023                       | 1.023 | 1.250 | 1.023 | 1.080  | 2.025±0.232                 |
| 3,248                 | 90  | 1.080                       | 1.080 | 1.080 | 1.080 | 1.080  | 2.077±0.136                 |
| 3,609                 | 100 | 1.193                       | 1.193 | 1.193 | 1.193 | 1.193  | 2.267±0.061                 |
| 3,970                 | 110 | 1.307                       | 1.250 | 1.250 | 1.250 | 1.264  | 2.418±0.085                 |
| 4,330                 | 120 | 1.420                       | 1.420 | 1.477 | 1.420 | 1.435  | 2.475±0.103                 |

$$Y = 3.16840 - 0.04770X + 0.00027458X^2$$

เมื่อ Y = ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)

X = อัตรากำลังเครื่องยนต์ของปั้มน้ำ (%)

$$r^2 = 0.7313$$



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ของระดับการใช้เครื่องปั้มน้ำกับปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องปั้มน้ำแบบ 3 สูบ ขนาดท่อดูดน้ำ 1 นิ้ว เครื่องยนต์ขนาด 6.5 แรงม้า

### 1) เครื่องปั้มน้ำแบบ 3 สูบ มีท่อดูดน้ำขนาด 1 นิ้ว

หลังจากได้ค่าปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้ปั้มน้ำระดับต่างๆ แล้ว นำค่าดังกล่าวไปคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพตามที่รายงานไว้ในสูชนและคณะ (2561) จะได้ขนาดของบ่อก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีความจุเท่ากับ 5.675 ถึง 6.101 ลูกบาศก์เมตร เมื่อมีการใช้อัตรากำลังความเร็วรอบเครื่องยนต์ 80 ถึง 100% ตามลำดับ (ตารางที่ 24) และจะต้องใช้มูลสัตว์ที่มาจาก การเลี้ยงสุกร โค กระบือ หรือสัตว์ปีก (ประเภทไก่ เช่น ไก่พื้นเมือง ไก่เบรต ไก่สามสายเลือด) จำนวน 7-8, 6 หรือ 52-56 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 24) ทั้งนี้จำนวนสัตว์เลี้ยงดังกล่าว จะผันแปรตามสายพันธุ์ของสัตว์ การให้อาหาร และวิธีการจัดการมูลสัตว์ด้วย

ตารางที่ 24 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ ขนาดบ่อก๊าซชีวภาพ และจำนวนสัตว์ที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ

| ความเร็วรอบเครื่องยนต์ <sup>1/</sup> |     | ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ |              | ปริมาณน้ำที่ได้ <sup>1/</sup> | ขนาดบ่อ            | จำนวนสัตว์ที่เหมาะสม (ตัว) |           |          |
|--------------------------------------|-----|------------------------|--------------|-------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------|----------|
| (rpm) <sup>2/</sup>                  | (%) | (ลบ.ม./ชม)             | (ลบ.ม./2 ชม) | (ลบ.ม./ชม)                    | ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.) | สุกร                       | โค/กระบือ | สัตว์ปีก |
| 2,887                                | 80  | 1.064                  | 2.128        | 2.025±0.232                   | 5.675              | 7                          | 6         | 52       |
| 3,067                                | 85  | 1.097                  | 2.194        | 2.088±0.184                   | 5.851              | 8                          | 6         | 54       |
| 3,248                                | 90  | 1.099                  | 2.198        | 2.077±0.136                   | 5.861              | 8                          | 6         | 54       |
| 3,428                                | 95  | 1.115                  | 2.230        | 2.107±0.099                   | 5.947              | 8                          | 6         | 55       |
| 3,609                                | 100 | 1.144                  | 2.288        | 2.267±0.061                   | 6.101              | 8                          | 6         | 56       |

<sup>1/</sup> เฉลี่ยจาก 4 ค่า

<sup>2/</sup> rpm = รอบต่อนาที

### 2) เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อดูดน้ำ 2 นิ้ว

ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อดูดน้ำ 2 นิ้ว เครื่องยนต์ขนาด 6.5 แรงม้า พบว่า การใช้เครื่องยนต์ที่ระดับ 78, 85, 90 และ 100% เครื่องยนต์จะใช้ก๊าซชีวภาพปริมาณสูงขึ้น ซึ่งแปรผันตามปริมาณน้ำที่ได้ กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 1.313, 1.375, 1.438, 1.563 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 25) เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อดูดน้ำ 2 นิ้ว ที่อัตราความเร็วรอบเครื่องยนต์ทั้ง 4 ระดับ ใช้ปริมาณก๊าซชีวภาพเพียง 1.297 ถึง 1.528 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเครื่องยนต์ปั้มน้ำได้ปริมาณ 23.298± 1.393 ถึง 28.376± 4.222 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (ตารางที่ 25) เมื่อมีการทดสอบใช้อัตรากำลังเครื่องยนต์ น้อยกว่า 70% และ

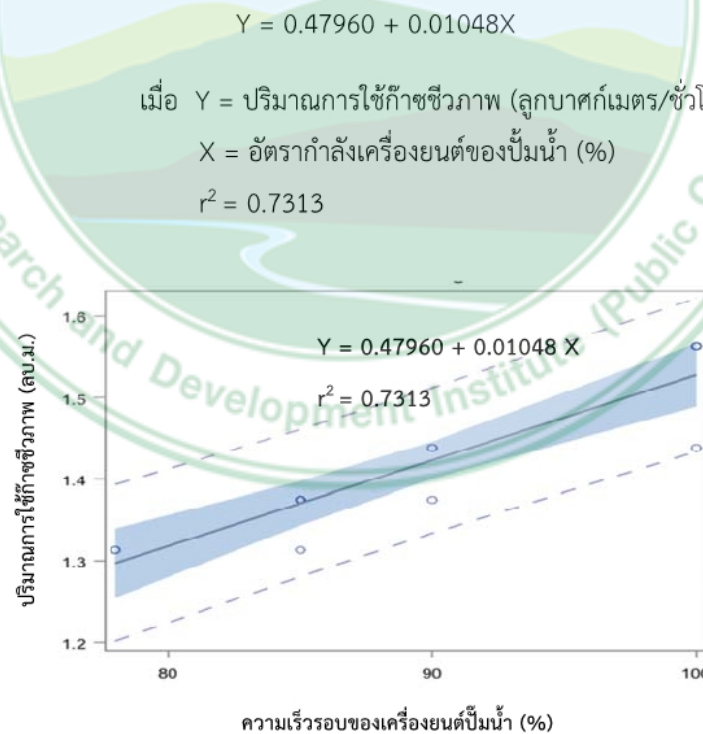


มากกว่า 100% พบว่า เครื่องยนต์จุดไม่ติด (ดับ) ดังนั้นการใช้เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาด 6.5 แรงม้า สามารถใช้อัตรากำลังเครื่องยนต์ช่วง 70 ถึง 100% หรือ 2,442 ถึง 2,911 รอบต่อนาที

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 25 ไปคำนวณโดยสมการถดถอย (Regression analysis) เพื่อประเมินอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพที่กำลังเครื่องยนต์ของปั้มน้ำระดับต่างๆ ปรากฏว่า ได้สมการ แบบเส้นตรง ดังนี้ (ภาพที่ 22)

ตารางที่ 25 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อดูดน้ำ 2 นิ้ว  
เครื่องยนต์ 6.5 แรงม้า

| อัตรากำลังเครื่องยนต์ |     | ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลบม/ชม) |       |       |       |       | ปริมาณน้ำเฉลี่ย |
|-----------------------|-----|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| rpm                   | %   | 1                         | 2     | 3     | 4     | Means | (ลบม/ชม)        |
| 2,442                 | 78  | 1.313                     | 1.313 | 1.313 | 1.313 | 1.313 | 23.298± 1.393   |
| 2,661                 | 85  | 1.375                     | 1.375 | 1.375 | 1.375 | 1.375 | 24.904± 3.538   |
| 2,825                 | 90  | 1.438                     | 1.438 | 1.438 | 1.438 | 1.438 | 25.027 ±3.019   |
| 2,911                 | 100 | 1.563                     | 1.563 | 1.563 | 1.563 | 1.563 | 28.376± 4.222   |



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ของระดับการใช้เครื่องปั้มน้ำกับปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่อง

ปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อดูดน้ำ 2 นิ้ว เครื่องยนต์ขนาด 6.5 แรงม้า

## 2) เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อดูดน้ำ 2 นิ้ว

หลังจากได้ค่าปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าระดับต่างๆแล้ว นำค่าดังกล่าวไปคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพตามที่รายงานไว้ในสุขชนและคณะ (2561) จะได้ขนาดของบ่อก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีความจุเท่ากับ 3.235 ถึง 4.075 ลูกบาศก์เมตร เมื่อมีการใช้อัตรากำลังความเร็วรอบเครื่องยนต์ 70 ถึง 100% ตามลำดับ (ตารางที่ 26) และจะต้องใช้มูลสัตว์ที่มาจากแหล่งสุกร โคกระบือ หรือสัตว์ปีก (ประเภทไก่ เช่น ไก่พื้นเมือง ไก่เบรส ไก่สามสายเลือด) จำนวน 4 - 5, 3 - 4 หรือ 30 - 38 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 26) ทั้งนี้จำนวนสัตว์เลี้ยงดังกล่าว จะผันแปรตามสายพันธุ์ของสัตว์ การให้อาหาร และวิธีการจัดการมูลสัตว์ด้วย

ตารางที่ 26 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ ขนาดบ่อก๊าซชีวภาพ และจำนวนสัตว์ที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ

| ความเร็วรอบเครื่องยนต์ <sup>1/</sup> |     | การใช้ก๊าซชีวภาพ<br>(ลบ.ม./ชม) | ปริมาณน้ำที่ได้ <sup>1/</sup><br>(ลบ.ม./ชม) | ขนาดบ่อก๊าซชีวภาพ<br>(ลบ.ม.) | จำนวนสัตว์ที่เหมาะสม (ตัว) |           |          |
|--------------------------------------|-----|--------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------|----------|
| (rpm) <sup>2/</sup>                  | %   |                                |                                             |                              | สุกร                       | โค/กระบือ | สัตว์ปีก |
| 2,279                                | 70  | 1.213                          | 21.789±1.303                                | 3.235                        | 4                          | 3         | 30       |
| 2,442                                | 75  | 1.297                          | 23.298±1.393                                | 3.459                        | 5                          | 4         | 32       |
| 2,551                                | 80  | 1.318                          | 24.101±2.466                                | 3.515                        | 5                          | 4         | 33       |
| 2,661                                | 85  | 1.370                          | 24.904±3.538                                | 3.653                        | 5                          | 4         | 34       |
| 2,825                                | 90  | 1.423                          | 25.027±3.019                                | 3.795                        | 5                          | 4         | 36       |
| 2,868                                | 95  | 1.475                          | 26.702±3.621                                | 3.933                        | 5                          | 4         | 37       |
| 2,911                                | 100 | 1.528                          | 28.376±4.222                                | 4.075                        | 5                          | 4         | 38       |

<sup>1/</sup> เฉลี่ยจาก 4 ค่า

<sup>2/</sup> rpm = รอบต่อนาที

### การทดลองที่ 3: การศึกษาขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 6.5 แรงม้า และระยะเวลาที่ใช้งาน

ขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จากก๊าซชีวภาพที่ผลิตจากบ่อหมักก๊าซขนาด 8 ลบ.ม. ของฟาร์มปศุสัตว์ มูลนิธิโครงการหลวง ในการปั้มน้ำด้วยเครื่องปั้มน้ำแรงดันสูงแบบ 3 สูบเครื่องยนต์ ขนาด 6.5 แรงม้า และทำการผลิตเม็ดดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วย  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  โดยใช้ทรายผสม

ปูนซีเมนต์ สัดส่วน 2:1 เป็นแกนกลางยึดเกาะ  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ตามวิธีของสุชน และคณะ (2554) บรรจุในชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จำนวน 3 ขนาด คือ 1) เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 50 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 8.8 ลิตร) 2) เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 100 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 17.6 ลิตร) และ 3) เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 150 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 26.5 ลิตร) พบว่า ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก่อนผ่านชุดกรองมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $2,453.33 \pm 40.4$  ppm เมื่อใช้เครื่องยนต์ต่อเนื่องนาน 3 ชั่วโมง ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หลังผ่านชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ขนาดความสูง 50 ซม. มีค่าเท่ากับ 12 ppm โดยสามารถลดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ได้ถึง 99.5% ส่วนชุดกรองขนาดความสูง 100 ซม. และ 150 ซม. สามารถลดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ได้ถึง 100% เมื่อนำผลประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไปวิเคราะห์ พบว่าชุดดูดซับขนาดความสูง 50 ซม. เมื่อใช้งานไปแล้ว 2-3 ชั่วโมง ติดต่อกัน มีประสิทธิภาพด้อยกว่าชุดที่มีความสูง 100 และ 150 ซม. อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ; ตารางที่ 27) อย่างไรก็ตาม ค่าปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่ยังคงเหลืออยู่หลังใช้งานไปแล้ว 2 และ 3 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3 และ 12 ppm ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 200 ppm ดังนั้นชุดดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ขนาดความจุ 8.8 ลิตร หรือความสูงเท่ากับ 50 ซม. สามารถใช้ประกอบเครื่องยนต์ตามการทดสอบครั้งนี้ได้

**ตารางที่ 27** ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก่อนและหลังผ่านชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จำนวน 3 ขนาด โดยใช้เครื่องผลิตบม้น้ำ ขนาด 6.5 แรงม้า

| ระยะเวลาใช้งาน (ชั่วโมง) | ขนาดชุดกรอง (ซม.)               |      |                    |                                 |      |                   |                                 |      |
|--------------------------|---------------------------------|------|--------------------|---------------------------------|------|-------------------|---------------------------------|------|
|                          | 50                              |      |                    | 100                             |      |                   | 150                             |      |
|                          | ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ppm) |      | ปริมาณที่ลดลง (%)  | ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ppm) |      | ปริมาณที่ลดลง (%) | ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ppm) |      |
|                          | ก่อน                            | หลัง |                    | ก่อน                            | หลัง |                   | ก่อน                            | หลัง |
| 0                        | 2,410 <sup>a</sup>              |      |                    | 2,490 <sup>a</sup>              |      |                   | 2,460 <sup>a</sup>              |      |
| 1                        |                                 | 0    | 100 <sup>a</sup>   |                                 | 0    | 100 <sup>a</sup>  |                                 | 0    |
| 2                        |                                 | 3    | 99.88 <sup>a</sup> |                                 | 0    | 100 <sup>a</sup>  |                                 | 0    |
| 3                        |                                 | 12   | 99.50 <sup>b</sup> |                                 | 0    | 100 <sup>a</sup>  |                                 | 0    |

<sup>a,b</sup> ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

**การทดลองที่ 4** การศึกษาการใช้เครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ (ปรับจากเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 6.5 แรงม้า) สำหรับใช้กับเครื่องบม้น้ำขนาดเล็ก

หลังจากได้ข้อมูลแล้ว ได้ดัดแปลงเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซลิ้นขนาด 6.5 แรงม้า ให้มาใช้ก๊าซชีวภาพ โดยมีการติดตั้งชุดผสมอากาศและก๊าซชีวภาพ และชุดกรองก๊าซไอน้ำ จากนั้นนำเครื่องยนต์ไปติดตั้งที่ฟาร์มพ่อแม่พันธุ์สุกรจำนวน 20 และ 15 ตัว ของสถานีวิจัยแม่ตลอด อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว ตำบลเมืองนะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ตามลำดับ โดยพื้นที่ทั้ง 2 แห่งนี้ได้ติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร หรือเทียบเท่ากับมีปริมาณก๊าซชีวภาพสูงสุดวันละ 3 ลูกบาศก์เมตร หลังจากได้ติดตั้งเครื่องยนต์ปั๊มน้ำแบบแรงอัดสูง (แบบกระบอกสูบ) เพื่อฉีดน้ำล้างคอกสุกร สร้างความยินดีให้กับพนักงาน และเจ้าหน้าที่ของทั้งสองศูนย์อย่างยิ่ง จากการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ขนาด 6.5 แรงม้า พร้อมกับฉีดน้ำล้างคอก พบว่า หลังจากใช้เครื่องยนต์ไปแล้ว 30 นาที มีอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพประมาณ 0.5-1.0 ลูกบาศก์เมตร และพื้นที่สุดท้าย นำเครื่องปั๊มน้ำไปติดตั้งที่บ้านของนายธนศ ใจพัน เกษตรกรผู้เลี้ยงควายนมที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเลี้ยงควายนม จำนวน 18 ตัว และติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร ผลการใช้เครื่องปั๊มน้ำจากทั้ง 3 รายข้างต้น มีค่าเฉลี่ยวันละ 1.58 ชั่วโมง และใช้ก๊าซชีวภาพไปประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 ประสิทธิภาพการทำงานของชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และเครื่องปั๊มน้ำใช้ก๊าซชีวภาพ แรงดันสูงแบบ 3 สูบ เครื่องยนต์ขนาด 6.5 แรงม้า

| พื้นที่ดำเนินการ                                           | เกษตรกร/ที่ตั้ง  | ขนาดบ่อ<br>ก๊าซชีวภาพ<br>(ลบ.ม.) | จำนวน<br>สัตว์<br>(ตัว) | การใช้งาน<br>(ชั่วโมง) |
|------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว<br>อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่ | ภายในศูนย์/สถานี | 8                                | 15                      | 1.50                   |
| สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่ตลอด<br>อ. แม่แตง จ. เชียงใหม่     | ภายในศูนย์/สถานี | 8                                | 25                      | 2.50                   |
| ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ<br>อ. แม่ออน จ. เชียงใหม่  | เกษตรกร          | 8                                | 18                      | 0.75                   |

#### การทดลองที่ 5: การประเมินผล



ภายหลังจากการติดตั้งเครื่องย่นตบม้วนน้ำที่ใช้ก๊าซชีวภาพไปแล้ว 3 ราย พบว่า สามารถลดแรงงานในการล้างคอกได้อย่างเด่นชัด และทำให้คอกเลี้ยงสุกรพ่อแม่พันธุ์และคอกกระบือมีความสะอาดมากขึ้น คาดว่าในอนาคต สุขภาพของสุกรพ่อแม่พันธุ์ของทั้ง 2 แห่งนี้รวมถึงกระบือจะไม่เจ็บป่วย สามารถให้ผลผลิต เช่น จำนวนและคุณภาพของลูกสุกรและลูกกระบือเพิ่มขึ้น เป็นต้น ส่วนค่าใช้จ่าย ไม่มี ข้อมูลความพึงพอใจโดยรวม พบว่า มีค่าร้อยละ 90 หรือเทียบเท่ากับมีความพึงพอใจในระดับ “มากที่สุด” (ตารางที่ 29) โดยประเด็นการสตาร์ทเครื่องย่นตบผู้ใช้งานยังไม่ชำนาญ ซึ่งจะต้องหาจุดพอดีระหว่างอากาศและก๊าซชีวภาพ รวมทั้งบางแห่งยังมีปริมาณก๊าซชีวภาพค่อนข้างน้อย เนื่องจากนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในกิจกรรมหุงต้มภายในครัวเรือน ในอนาคตโครงการฯ จะไปเพิ่มขนาดของบ่อก๊าซชีวภาพให้มีความเหมาะสมต่อทุกกิจกรรมของครัวเรือนมากขึ้น

จากการประเมินความคุ้มค่าการใช้เครื่องย่นตบม้วนน้ำในปัจจุบัน ซึ่งเกษตรกรทั้ง 3 ราย ใช้งานเฉลี่ยวันละ 1.5 ชั่วโมง คิดอัตราจากค่าแรงงาน และค่าไฟฟ้า การใช้เครื่องย่นตบม้วนน้ำไฟฟ้าจะตกวันละ 3-5 บาท/ครอบครัว หรือเดือนละ 90-150 บาท ในอนาคต โครงการฯ จะขยายการใช้บ่อน้ำสำหรับการสูบน้ำจากบ่อหรือลำคลอง ซึ่งอาจใช้เวลามากขึ้น ส่งผลให้เครื่องย่นตบม้วนน้ำทำงานได้เต็มประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ตารางที่ 29 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องย่นตบม้วนน้ำ (n=3)

| ระดับความพึงพอใจ |               |
|------------------|---------------|
| (คะแนน)          | (เปอร์เซ็นต์) |

|                                                             |            |             |
|-------------------------------------------------------------|------------|-------------|
| <b>a) เครื่องยนต์</b>                                       |            |             |
| 1. ขนาดและกำลังผลิตของเครื่องยนต์                           | 4.7        | 94.0        |
| 2. การสตาร์ท/การจุดติดเมื่อใช้ก๊าซชีวภาพ                    | 2.6        | 53.3        |
| 3. การดูแลบำรุงรักษา                                        | 4.3        | 86.7        |
| <b>b) บ่อผลิตก๊าซชีวภาพ</b>                                 |            |             |
| 1. ขนาดและปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพที่ได้                     | 4.7        | 94.0        |
| 2. ความง่ายในการเติมมูลสัตว์และน้ำ                          | 5.0        | 100         |
| 3. การดูแลและบำรุงรักษา                                     | 4.7        | 94.0        |
| <b>C) การบริการ ความคุ้มค่า และอื่นๆ</b>                    |            |             |
| 1. การบริการให้คำปรึกษาของเจ้าหน้าที่                       | 4.7        | 94.0        |
| 2. ความคุ้มค่าจากการติดตั้งเครื่องยนต์หรือประโยชน์ที่ได้รับ | 4.7        | 94.0        |
| 3. ความพึงพอใจในภาพรวม                                      | 5.0        | 100         |
| <b>เฉลี่ย</b>                                               | <b>4.5</b> | <b>90.0</b> |

ระดับคะแนน 1-1.8 = น้อย, 1.9-2.6 = พอใจ, 2.7-3.4 = ปานกลาง, 3.5-4.2 = มาก และ 4.3-5.0 = มากที่สุด

แนวทางการนำไปใช้ประโยชน์

การติดตั้งเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าและเครื่องปั้มน้ำในพื้นที่ที่ดำเนินงานในโครงการวิจัยนี้จะต้องมีความพร้อม ดังนี้

- 1) มีบ่อก๊าซชีวภาพ ซึ่งต้องมีจำนวนสัตว์ เช่น สุกรหรือโคกระบือ ที่พอเพียง
- 2) เป็นพื้นที่ที่ไม่มีระบบไฟฟ้า กรณีนี้ จะใช้เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า
- 3) มีคอกสัตว์สัตว์เลี้ยง เพื่อใช้ปั้มน้ำ ฉีดทำความสะอาดต่างๆ

#### 1.เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ประโยชน์ที่จะได้รับ

- คริวเรือน เพื่อให้สามารถใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น โทรทัศน์ ใช้กับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เครื่องเชื่อม และให้แสงสว่างภายในบ้านหรือโรงเรียนเลี้ยงสัตว์
- ศูนย์การเรียนรู้ชุมชน เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้และทรัพยากรมนุษย์

#### 2. เครื่องปั้มน้ำ ประโยชน์ที่จะได้รับ

- คริวเรือน สามารถใช้รดน้ำสำหรับคริวเรือนที่มีแปลงปลูกพืชไร่ พืชสวน หรือใช้สำหรับฉีดล้างคราบสกปรกของภาชนะ อุปกรณ์ต่างๆ และพื้นคอกเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น
- โรงเรียน สามารถปั้มน้ำจากแหล่งน้ำสะอาดมาไว้ในห้องน้ำและห้องครัว
- หน่วยงานในพื้นที่ทางไกล สามารถปั้มน้ำจากคลองหรือแหล่งน้ำขึ้นมาไว้ใช้ได้

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการวิจัย

#### 1. การนำพลังงานก๊าซชีวภาพไปประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

**การทดลองที่ 1** การศึกษาสัดส่วนของอากาศและก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 7.5 แรงม้า สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า และขนาด 6.5 แรงม้า สำหรับการปั้มน้ำ

หาสัดส่วนของก๊าซชีวภาพต่ออากาศจำนวน 9 โดยใช้ก๊าซชีวภาพจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ ขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร พบว่า ค่าความเข้มข้นก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) เท่ากับ 63% เมื่อทดสอบการจุดติดเครื่องยนต์สัดส่วนละ 10 ซ้ำ ได้ค่าสัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมทำให้เครื่องยนต์จุดติดอยู่ระหว่าง 2:1 ถึง 4:1 สอดคล้องกับ Irvan *et al.* (2016) ที่ได้รายงานไว้ว่า อัตราส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพ สำหรับเครื่องยนต์ขนาด 1 กิโลวัตต์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับโหลดไฟขนาด 100 วัตต์ จำนวน 5 โหลด มีค่าเท่ากับ 4.5:1 โดยวัดกำลังไฟฟ้าได้ 424.74 วัตต์ ที่ความเร็วรอบ 3,898.5 rpm เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันจะใช้อากาศ 13 ส่วน แต่ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ มีสัดส่วนของอากาศน้อยกว่าการศึกษาของ Ayade and Latey (2016) ที่รายงานไว้ว่า อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศและเชื้อเพลิง (Air fuel ratio) หรือสัดส่วนของอากาศต่อก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำให้เกิดการสันดาปหรือการระเบิดในกระบอกสูบสมบูรณ์ที่สุด มีค่าเท่ากับ 14.5:1 นั่นคือ มีมวลอากาศ 14.5 กรัมต่อมวลน้ำมัน 1 กรัม ส่วนก๊าซชีวภาพมีค่าเท่ากับ 10:1 เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของก๊าซมีเทนพบว่าอยู่ในช่วง  $12.6 \pm 1.25$  ถึง  $21.0 \pm 2.06\%$  ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่ารายงานของ Mihic (2004) เล็กน้อย ซึ่งระบุว่า การจุดระเบิด (จุดติด) ของเครื่องยนต์ต้องมีสัดส่วนของก๊าซมีเทนในช่วง 5-15%

**การทดลองที่ 2** การศึกษาปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 7.5 แรงม้า รวมทั้งหาขนาดบ่อและปริมาณสัตว์เลี้ยงบนพื้นที่สูงที่เหมาะสม

ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพเมื่อใช้กับเครื่องยนต์ขนาด 7.5 แรงม้า ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดสูงสุด 3 กิโลวัตต์ พบว่า การใช้ก๊าซชีวภาพจะแปรผันตามการเพิ่มขึ้นของการผลิตกระแสไฟฟ้า กล่าวคือ เมื่อมีการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระดับ 0, 300, 600, 900, 1,200, 1,500 และ 1,800 วัตต์ เครื่องยนต์จะใช้ก๊าซชีวภาพเท่ากับ 1.25, 1.31, 1.36, 1.48, 1.57, 1.63 และ 1.64 ลูกบาศก์เมตรต่อ



ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานขององอาจ (2555) ที่ระบุว่า เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนขนาด 5.5 แรงม้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวน 3 กิโลวัตต์ จะใช้ก๊าซชีวภาพเท่ากับ 1.2-1.4 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าสูงกว่ารายงานของ Bui Van Ga *et al.* (2008) ที่พบว่าเครื่องยนต์ขนาด 2 แรงม้า สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ จะใช้ ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยครั้งนี้ เมื่อเพิ่มการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็น 2,100 วัตต์ หรือ 70% ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องยนต์จะดับ (จุดไม่ติด) ทันที ดังนั้นการใช้เครื่องยนต์ขนาด 7.5 แรงม้า และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3 กิโลวัตต์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 1,800 วัตต์

หลังจากได้สมการ  $Y = 1.20877 + 0.00025150X$  แล้ว นำไปคำนวณค่าอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระดับต่างๆ ตั้งแต่ระดับ 100 วัตต์ หรือเทียบเท่ากับการใช้หลอดไฟให้แสงสว่างขนาดหลอดละ 20 วัตต์ จำนวน 5 หลอด ไปจนถึงระดับ 1,000 วัตต์หรือเท่ากับใช้หลอดไฟจำนวน 50 หลอด (หลอดละ 20 วัตต์) เมื่อเปิดใช้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะใช้ก๊าซชีวภาพตั้งแต่ 6.15 ลูกบาศก์เมตร ขึ้นไปจนถึง 7.30 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองใช้ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 1.2-1.4 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (ปริพันธ์และสุวัฒน์, 2555) เช่นเดียวกับการใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซชีวภาพกับตะเกียงแก๊สขนาด 60-100 วัตต์ ลูกใหม่ได้นาน 5-6 ชั่วโมง (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ออนไลน์) หรือเท่ากับการทำบ่อผลิตก๊าซชีวภาพแบบบอลูนพลาสติกตามที่รายงานไว้โดย สุชนและคณะ (2561) ขนาด 15-18 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกษตรกรบนพื้นที่สูงต้องมีสัตว์เลี้ยงประเภทสุกร โคกระบือ หรือสัตว์ปีก จำนวนไม่น้อยกว่า 24, 18 และ 170 ตัว ตามลำดับ

### การทดลองที่ 3 การศึกษาขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 7.5 แรงม้า และระยะเวลาที่ใช้งาน

ใช้ชุดกรอง 3 ขนาด คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 50, 100 และ 150 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 8.8, 17.6 และ 26.5 ลิตร ตามลำดับ) นำไปติดตั้งก่อนให้เครื่องยนต์ใช้ก๊าซชีวภาพ พบว่า ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก๊าซไข่เน่า) ที่มีในก๊าซชีวภาพก่อนปล่อยเข้าสู่ชุดกรองทั้ง 3 ขนาด มีปริมาณเฉลี่ย  $2,435 \pm 37.8$  ส่วนในล้านส่วน (ppm) แต่หลังจากผ่านชุดกรองแล้ว ปล่อยให้เครื่องยนต์ใช้เป็นเวลา 1-3 ชั่วโมง พบว่า ชุดกรองขนาดความสูง 50 ซม. หรือมีปริมาตรบรรจุเม็ดสารดูดซับ 8.8 ลิตร มีปริมาณก๊าซก๊าซไข่เน่าเฉลี่ย 8 ppm หรือเทียบเท่ากับดูดซับก๊าซไข่เน่าได้ 99.6% ส่วนขนาดความสูง 100 และ 150 ซม. ตรวจไม่พบก๊าซไข่เน่า (ดูดซับก๊าซไข่เน่าได้ 100%) แสดงให้เห็นว่า ชุดกรองไข่เน่าที่มีความจุประมาณ 8.8 ลิตร ก็เพียงพอต่อการกรองแล้ว

**การทดลองที่ 4** การศึกษาการใช้เครื่องย่นดักก๊าซชีวภาพ (ปรับจากเครื่องย่นดักที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 7.5 แรงม้า) สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาด 3 กิโลวัตต์

หลังจากได้ข้อมูลเพียงพอแล้ว ได้ดัดแปลงเครื่องย่นดักที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 7.5 แรงม้า ให้มาใช้ก๊าซชีวภาพ โดยมีการติดตั้งชุดผสมอากาศและก๊าซชีวภาพ (mixer) และชุดกรองก๊าซไอน้ำ จากนั้นนำเครื่องย่นดักไปติดตั้งบ้านเกษตรกร จำนวน 3 ราย ได้แก่ 1) นายอาทร พิมานธรา ผู้เลี้ยงสุกรจำนวน 35 ตัว ณ บ้านปู่คำห้วยแห้ง หมู่ที่ 10 ตำบลแม่สามแลบ อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 2) นายอินสม นิธิพานิชกุล ผู้ใหญ่บ้าน บ้านปู่คำห้วยแห้ง ตำบลแม่สามแลบ อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งอยู่ห่างจากบ้านรายแรกประมาณ 0.5 กิโลเมตร เลี้ยงสุกรจำนวน 25 ตัว 3) นายจิระ เวียงแก้วเมฆ บ้านเลขที่ 320 หมู่ 8 ตำบลแม่สอง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก เกษตรกรรายนี้ได้เลี้ยงสุกรจำนวน 15 ตัว ทั้งสามรายข้างต้นอาศัยอยู่ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง เป็นพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ เกษตรกรทั้ง 3 รายได้ติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพขนาด 12, 8 และ 8 ลูกบาศก์เมตร หรือเทียบเท่ากับมีปริมาณก๊าซชีวภาพสูงสุดวันละ 4.5, 3.0 และ 3.0 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ หลังจากได้ติดตั้งเครื่องย่นดัก พร้อมกับติดหลอดไฟฟ้าแบบ LED ขนาด 9 วัตต์ จำนวน 10-15 หลอด ท่อบริเวณบ้าน ห้องครัว และหน้าบ้านแล้ว สร้างความยินดีให้กับเกษตรกรและเพื่อนบ้านอย่างยิ่ง ข้อมูลจากการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องย่นดักขนาด 7.5 แรงม้า และมีเครื่องกำเนิดผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 3 กิโลวัตต์ พบว่า หลังจากใช้เครื่องย่นดักไปแล้ว 2-3 ชั่วโมง มีอัตราการใช้อำนาจชีวภาพประมาณ 1.0-2.0 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกรณีศึกษาของ ปรีพัฒน์ และ สุภวัฒน์ (2555) ที่ได้รายงานไว้ว่าการใช้ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร ที่ผลิตจากขยะในตลาดไทเฉลี่ยประมาณ 17,807 ลูกบาศก์เมตร/ปริมาณขยะ 1 วัน สามารถนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 0.71-1.4 kWh สอดคล้องกับ Souza et al. (2016) ได้รายงานว่า การใช้ก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 100 กิโลวัตต์ เพื่อใช้กำลังไฟฟ้า 70 กิโลวัตต์ จะใช้ก๊าซเฉลี่ย 1.4 ลูกบาศก์เมตร ต่อ 1 kWh

**การทดลองที่ 5** การประเมินผล

ทั้ง 3 รายที่โครงการได้ไปดำเนินการทดสอบ เป็นพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ พบว่า วิถีชีวิตของครอบครัวเกษตรกรจะนอนแต่หัวค่ำ ลูกหลานที่เป็นนักเรียนไม่สามารถดูหนังสือ หรือทบทวนกิจกรรมทางวิชาการ รวมถึงติดตามข่าวสารทางราชการ หรือรายการบันเทิง และสาระความรู้จากรายการวิทยุโทรทัศน์ได้ หลังจากติดตั้งเครื่องย่นดักที่สามารถใช้ก๊าซชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ได้แล้ว คุณภาพชีวิตประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นดีขึ้น ส่วนค่าใช้จ่ายไม่มี แต่เกษตรกรจะต้องดูแลบ่อก๊าซชีวภาพและ

เครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง เมื่อประเมินความพึงพอใจจากทั้ง 3 ราย พบว่า อยู่ในระดับพึงพอใจ “มากที่สุด” (มีค่าเท่ากับร้อยละ 99)

## 2. การใช้ก๊าซชีวภาพกับเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก

**การทดลองที่ 1** การศึกษาสัดส่วนของอากาศและก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพ ขนาด 6.5 แรงม้า

ผลการศึกษาเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ของส่วนที่ 1 การนำพลังงานก๊าซชีวภาพไปประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

**การทดลองที่ 2** การศึกษาปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 6.5 แรงม้า รวมทั้งหาขนาดบ่อและปริมาณสัตว์เลี้ยงบนพื้นที่สูงที่เหมาะสม

### 2.1) เครื่องปั้มน้ำแบบ 3 กระบอกสูบ และมีท่อดูดน้ำขนาด 1 นิ้ว

ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องปั้มน้ำแบบ 3 กระบอกสูบ มีขนาดท่อดูดน้ำ 1 นิ้ว พบว่า อัตราการใช้ก๊าซชีวภาพจะแปรผันตามรอบของเครื่องยนต์ กล่าวคือ เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 80, 90, 100, 110 และ 120% ของเครื่องยนต์ จะใช้ก๊าซชีวภาพเท่ากับ 1.08, 1.08, 1.19, 1.25 และ 1.44 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ โดยจะสูบน้ำได้ 2.0-2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แต่เมื่อลดความเร็วรอบลงเหลือน้อยกว่า 80% หรือเพิ่มมากกว่า 120% พบว่า เครื่องยนต์จะดับทันที ผลอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพกับเครื่องยนต์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้อง Abdel-Galil *et al.* (2008) ที่ได้รายงานว่เครื่องยนต์ขนาด 149 ซีซี ให้กำลังสูงสุด 3.3 แรงม้า และ ให้กำลังในการทำงานต่อเนื่อง 1.9 แรงม้า (1.425 kW) ที่ความเร็วรอบ 3,000 rpm เพื่อปั้มน้ำในการเกษตรจะใช้ก๊าซชีวภาพประมาณ 1.18 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และมีประสิทธิภาพของปั้มน้ำ 58% มีปริมาณสูงกว่ารายงานขององอาจ (2555) เล็กน้อย (1.08-1.44 vs. 0.8-1.0 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจมีผลเนื่องจากเครื่องยนต์ที่ใช้มีกำลังต่างกัน

หลังจากได้สมการ  $Y = 3.16840 - 0.04770X + 0.00027458 X^2$  แล้ว นำไปประมาณอัตราการใช้น้ำ โดยกำหนดไว้ที่ 4-5 ลูกบาศก์เมตร หรือเท่ากับ 4,000-5,000 ลิตรต่อการใช้ของครัวเรือนในแต่ละวัน ซึ่งจะเท่ากับเปิดใช้เครื่องปั้มน้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปรากฏว่า เครื่องปั้มน้ำจะใช้ก๊าซชีวภาพเท่ากับ 2.12 ถึง 2.29 ลูกบาศก์เมตร หรือเท่ากับการทำบ่อผลิตก๊าซชีวภาพแบบบอลูนขนาด 6 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งต้องมีสัตว์เลี้ยงประเภทสุกร โคกระบือ หรือสัตว์ปีก จำนวนไม่น้อยกว่า 10, 8 และ 100 ตัว ตามลำดับ (สุชนและคณะ, 2561)



## 2.2) เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง และมีขนาดท่อดูดน้ำขนาด 2 นิ้ว

ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่ง ขนาดท่อดูดน้ำ 2 นิ้ว พบว่า อัตราการใช้ก๊าซชีวภาพจะแปรผันตามรอบของเครื่องยนต์ กล่าวคือ เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ 80, 85, 90 และ 100% ของเครื่องยนต์ จะใช้ก๊าซชีวภาพเท่ากับ 1.31, 1.37, 1.44 และ 1.56 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ โดยจะสูบน้ำได้ 23.3-28.4 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าสูงกว่ารายงานของ Abdel-Galil et al. (2008) และ งาม (2555)

หลังจากได้สมการ  $Y = 0.47960 + 0.01048X$  แล้ว นำไปประมาณอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพ โดยกำหนดเปิดปั้มน้ำเป็นเวลา 30 นาที ซึ่งจะสูบน้ำได้ 11.6-14.1 ลูกบาศก์เมตร หลังจากคำนวณแล้ว เครื่องปั้มน้ำแบบหอยโข่งนี้จะใช้ก๊าซชีวภาพ 0.66-0.78 ลูกบาศก์เมตร หรือเท่ากับการทำบ่อผลิตก๊าซชีวภาพแบบบอลูนขนาดประมาณ 4 ลูกบาศก์เมตร หรือต้องมีสัตว์เลี้ยงประเภทสุกร โค กระบือ หรือสัตว์ปีก จำนวนไม่น้อยกว่า 7, 5 และ 80 ตัว ตามลำดับ (สุชนและคณะ, 2561)

### การทดลองที่ 3 การศึกษาขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 6.5 แรงม้า และระยะเวลาที่ใช้งาน

ใช้ชุดกรอง 3 ขนาด คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 50, 100 และ 150 ซม. (ปริมาตรบรรจุสารดูดซับประมาณ 8.8, 17.6 และ 26.5 ลิตร ตามลำดับ) นำไปติดตั้งก่อนให้เครื่องยนต์ใช้ก๊าซชีวภาพ พบว่า ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ก๊าซไข่เน่า) ที่มีในก๊าซชีวภาพก่อนปล่อยเข้าสู่ชุดกรองทั้ง 3 ขนาด มีปริมาณเฉลี่ย  $2,453.33 \pm 40.4$  ppm แต่หลังจากผ่านชุดกรองแล้ว ปล่อยให้เครื่องยนต์ใช้เป็นเวลา 1-3 ชั่วโมง พบว่า ชุดกรองขนาดความสูง 50 ซม. หรือมีปริมาตรบรรจุเม็ดสารดูดซับ 8.8 ลิตร มีปริมาณก๊าซก๊าซไข่เน่าเฉลี่ย 12 ppm หรือเทียบเท่ากับดูดซับก๊าซไข่เน่าได้ 99.5% ส่วนขนาดความสูง 100 และ 150 ซม. ตรวจไม่พบก๊าซไข่เน่า (ดูดซับก๊าซไข่เน่าได้ 100%) แสดงให้เห็นว่า ชุดกรองไข่เน่าที่มีความจุประมาณ 8.8 ลิตร ก็เพียงพอต่อการกรองแล้ว

### การทดลองที่ 4 การศึกษาการใช้เครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ (ปรับจากเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 6.5 แรงม้า) สำหรับใช้กับเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก

หลังจากได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ได้ดัดแปลงเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีนขนาด 6.5 แรงม้า ให้มาใช้ก๊าซชีวภาพ โดยมีการติดตั้งชุดผสมอากาศและก๊าซชีวภาพ และชุดกรองก๊าซไข่เน่า จากนั้นนำเครื่องยนต์ไปติดตั้งที่ฟาร์มพ่อแม่พันธุ์สุกรจำนวน 20 และ 15 ตัว ของสถานีวิจัยแม่หลอด อำเภอมะนัง จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว ตำบลเมืองนะ อำเภอเชียงดาว



จังหวัดเชียงใหม่ ตามลำดับ ส่วนรายชื่อ 3 ได้นำไปติดตั้งที่ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือ ณ หนองนาเกลือ ซึ่งมีกระบือทั้งหมด 18 ตัว เกษตรกรรายนี้อยู่ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ โดยพื้นที่ทั้ง 3 แห่งนี้ได้ติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร หรือเทียบเท่ากับมีปริมาณก๊าซชีวภาพสูงสุดวันละ 3 ลูกบาศก์เมตร เหมือนกันทุกแห่ง หลังจากได้ติดตั้งเครื่องยนต์ปั๊มน้ำแบบแรงอัดสูง (แบบกระบอกสูบ) เพื่อฉีดน้ำล้างคอกสุกร หรือคอกกระบือ สร้างความยินดีให้กับพนักงาน และเจ้าหน้าที่ของทั้งสองศูนย์ รวมถึงเกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือน้อย่างยิ่ง ข้อมูลจากการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ขนาด 6.5 แรงม้า พร้อมกับฉีดน้ำล้างคอก พบว่า หลังจากใช้เครื่องยนต์ไปแล้ว 30 นาที มีอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพประมาณ 0.5-1.0 ลูกบาศก์เมตร

#### การทดลองที่ 5 การประเมินผล

หลังจากได้ดำเนินการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำไปแล้ว 3 ราย พบว่า สามารถลดแรงงานในการล้างคอกได้อย่างเด่นชัด และทำให้คอกเลี้ยงสุกรพ่อแม่พันธุ์ และคอกกระบือมีความสะอาดมากขึ้น คาดว่าในอนาคต สุขภาพของสุกรพ่อแม่พันธุ์ รวมถึงกระบือของทั้ง 3 แห่งนี้ จะไม่เจ็บป่วย สามารถให้ผลผลิต เช่น จำนวนและคุณภาพของลูกสุกรหรือลูกกระบือเพิ่มขึ้น เป็นต้น ส่วนค่าใช้จ่ายไม่มี เมื่อประเมินความพึงพอใจจากทั้ง 3 ราย พบว่า มีความพึงพอใจระดับ “มากที่สุด” (มีค่าร้อยละ 90)