บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร โค และกระบือ

ศึกษาผลการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อเป็นพลังงานทดแทนจากมูลสุกร โค และกระบือ โดยศึกษาเริ่มจากการสร้างบ่อหมักที่ทำจากพลาสติกแอลดีพีอีปริมาตร 8 ลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 4.1 และเติมวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักคือมูลสุกร โค และกระบือ หาปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นใน 1 วันและทดสอบการจุดติดไฟของก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนใช้ในการหุงต้มทดแทนก๊าซ LPG

รูปที่ 4.1 บ่อหมักแบบพลาสติกแอลดีพีอีปริมาตร 8 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของ สุกร โค และกระบือ ในสภาวะไร้อากาศ ในถุงหมักแบบพลาสติกแอลดีพีอี ศึกษาปริมาตรที่สามารถผลิตได้ใน 1 วัน ในช่วงเวลา 08:00-16.00 น.เก็บทั้งหมด 3 วัน ดังตารางที่ 4.1 และเก็บข้อมูลอุณหภูมิแวดล้อม ในวันที่ 2 – 4 เมษายน 2560 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 อุณหภูมิแวดล้อม จากอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

เวลา	อุณหภูมิอากาศแวดล้อม (°C)		
	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
8:00-9:00	27	28	29
9:00-10:00	29	30	32
10:00-11:00	34	31	34
11:00-12:00	37	33	35
12:00-13:00	38	35	37
13:00-14:00	39	37	38
14:00-15:00	37	38	36
15:00-16:00	36	36	35

ตารางที่ 4.2 ปริมาตรก๊าซที่วัดได้โดยการแทนที่น้ำของก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของสุกรในสภาวะไร้อากาศ

เวลา	**วันที่ 1**	**วันที่ 2**	**วันที่ 3**
	ปริมาตรก๊าซ(m^3)	**ปริมาตรก๊าซ(m^3)**	**ปริมาตรก๊าซ(m^3)**
8:00-9:00	0.24	0.28	0.28
9:00-10:00	0.24	0.24	0.29
10:00-11:00	0.31	0.31	0.31
11:00-12:00	0.29	0.29	0.34
12:00-13:00	0.30	0.28	0.32
13:00-14:00	0.25	0.29	0.29
14:00-15:00	0.30	0.29	0.29
15:00-16:00	0.24	0.29	0.31
รวม	**2.17**	**2.24**	**2.29**

ก)

ข)

ค)

รูปที่ 4.2 การจุดติดไฟของก๊าซชีวภาพ
ก) เปลวไฟของก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร
ข) เปลวไฟของก๊าซชีวภาพจากมูลโค
ค) เปลวไฟของก๊าซชีวภาพจากมูลกระบือ

จากรูปที่ 4.2 การทดสอบการจุดติดไฟของก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของสุกรโค และกระบือในถังหมักแบบพลาสติกแอลดีพีอีโดยการหมักในสภาวะไร้อากาศพบว่าหลังจากที่ทำการเติมวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก คือ มูลของ สุกร โค และกระบือในปริมาณ 700 กิโลกรัมผสมกับน้ำในแบบกะประมาณพบก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของสุกร โค และกระบือเริ่มจุดติดไฟได้ในวันที่ 8, 9, 11 ตามลำดับหลังจากมีการเติมวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในการหมักก๊าซชีวภาพในสภาวะไร้อากาศ และเปลวไฟจะมีลักษณะ ดังรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าลักษณะเปลวไฟจะเป็นสีฟ้าและเปลวไฟที่ได้จากการหมักมูลสัตว์ทั้งสามชนิดไม่แต่ต่างกันมาก เนื่องจากก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของสัตว์ทั้งสามชนิด มีองค์ประกอบที่ใกล้เคียงกันมากจึงส่งผลให้มีลักษณะเปลวไฟที่ใกล้เคียงกัน และในก๊าซชีวภาพมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งเมื่อก๊าซมีเทนสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศจะสามารถจุดติดไฟได้และลักษณะของเปลวไฟจะเป็นสีน้ำเงินสำหรับการจุดติดไฟต้องใช้ประกายไฟช่วยในการจุดติดไฟ

4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซจากมูลของสุกร โค และกระบือ

ศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพโดยการใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพเพื่อหาองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพซึ่งองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพก็จะมี ดังนี้คือ CH_4 CO_2 H_2S และก๊าซอื่นๆ ในปริมาณที่น้อยมาก

4.2.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลของ สุกร โค และกระบือ ในสภาวะไร้อากาศที่วิเคราะห์โดยจากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ

วัตถุดิบ	ปริมาณองค์ประกอบ				
	CH_4(%)	CO_2(%)	O_2(%)	H_2S(ppm)	ก๊าซอื่นๆ(%)
สุกร	54.7	34.72	0.17	190.75	10.4
โค	54.3	41.4	0.02	24.5	4.15
กระบือ	53.8	33.8	0.22	162	12.05

จากตารางที่ 4.3 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่วิเคราะห์ได้โดยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ พบว่า องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของ สุกร โค และกระบือ ในสภาวะไร้อากาศประกอบไปด้วย มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ชีวภาพซัลไฟด์และก๊าซอื่นๆเช่น ไนโตรเจนชีวภาพ ไอน้ำ ในปริมาณที่น้อยมากซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ จากตารางที่ 2.1 และจากตารางที่4.3 พบว่าก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิด มีก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซน์ เป็นองค์ประกอบหลัก โดยมูลของสุกรมีก๊าซมีเทน 54.7% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซน์ 34.72% ก๊าซออกซิเจน 0.17 ก๊าซชีวภาพซัลไฟด์ 190.75 ppm และก๊าซอื่นๆ 10.4มูลของสุกรมีก๊าซมีเทน 54.7% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซน์ 34.72% ก๊าซออกซิเจน 0.17 ก๊าซชีวภาพซัลไฟด์ 190.75 ppm และก๊าซอื่นๆ 10.4มูลของโคมีก๊าซมีเทน 54.3% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซน์ 41.4% ก๊าซออกซิเจน 0.02 ก๊าซชีวภาพซัลไฟด์ 24.5 ppm และก๊าซอื่นๆ 4.15 และมูลของกระบือมีก๊าซมีเทน 53.8% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซน์ 33.85% ออกซิเจน 0.22 ชีวภาพซัลไฟด์ 162 ppm และก๊าซอื่นๆ 12.05

4.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณมีเทนที่ได้จากมูลของสุกร โค และกระบือ

เปรียบเทียบปริมาณมีเทนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพเพื่อบอกถึงคุณภาพของก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของ สุกร โค และกระบือ

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบปริมาณมีเทนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ

	ครั้งที่	ปริมาณองค์ประกอบ		
		สุกร	โค	กระบือ
CH_4 (%)	1	54.7	53	53.2
	2	54.8	54.6	53.9
	3	54.6	54.9	54.0
	4	54.8	54.8	54.1
	เฉลี่ย	**54.7**	**54.3**	**53.8**

จากตารางที่ 4.4 พบว่าปริมาณ CH_4ของก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของ สุกร โค และกระบือโดยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ พบว่า ก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของสุกรในสภาวะไร้อากาศมีองค์ประกอบที่มีปริมาณ CH_4 เฉลี่ยที่ 54.7 มูลของโคเฉลี่ยที่ 54.3 และมูลของกระบือเฉลี่ยที่ 53.8 จากข้อมูลที่ได้ จากตารางที่ 4.4 สามารถบอกคุณภาพของก๊าซชีวภาพได้ว่ามูลของ สุกร มีคุณภาพสูงสุด เนื่องจากก๊าซ

ชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลของสุกรมีปริมาณ CH_4 สูงที่สุด ซึ่งสมบัติของ CH_4 จะจุดติดไฟเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศเนื่องจากปริมาณมีเทนที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกันมากจึงไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนจึงมีการพิจารณาองค์ประกอบอื่นร่วมด้วย คือ ถ้าก๊าซชีวภาพที่มีเปอร์เซ็นของ CO_2 สูงในกรณีนี้จะส่งผลให้ก๊าซชีวภาพที่ได้มีสัดส่วนของก๊าซมีเทนต่ำมากจนอยู่ในระดับที่จุดไฟติดยาก ส่วนก๊าซชีวภาพที่มีปริมาณ ชีวภาพซัลไฟด์สูงจะส่งผลเสียต่อชุดอุปกรณ์เนื่องจาก ชีวภาพซัลไฟด์มีสมบัติเป็นก๊าซพิษเมื่อสัมผัสกับน้ำหรือไอน้ำ จะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ซึ่งเป็นสาเหตุของฝนกรดหรือไอกรดที่สามารถกัดกร่อนโลหะและวัสดุอุปกรณ์ได้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆร่วมด้วย จากตารางที่ 4.4 สามารถสรุปได้ว่ามูลของสุกรเหมาะที่จะพิจารณาเพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักก๊าซชีวภาพเป็นอันดับแรกรองลงมา คือ มูลของโคและกระบือ ตามลำดับ

4.4 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

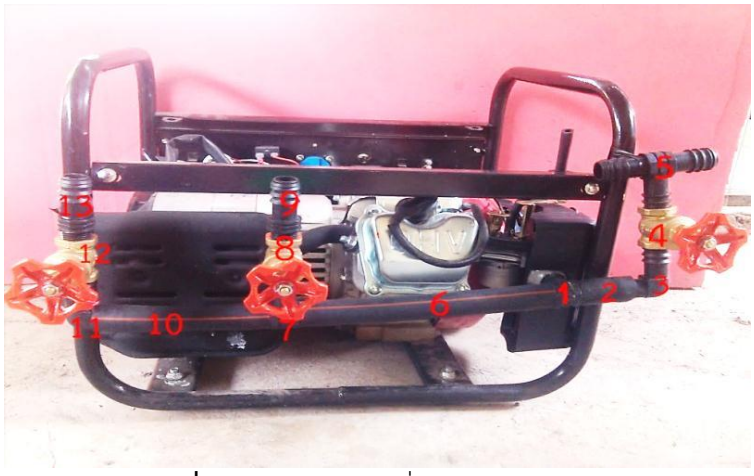
ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมของเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า

วัสดุ

1. สามทางพีวีซี¾-1 นิ้ว จำนวน 3 อัน
2. ท่อนำก๊าซยาว 2 เมตร
3. ข้องอพีวีซี¾-1 นิ้ว จำนวน 2 อัน
4. วาล์วเปิดปิด ¾-1 นิ้ว จำนวน 3 อัน
5. ท่อพีอีขนาด ¾-1 นิ้ว จำนวนขึ้นกับความยาวของท่อส่งก๊าซที่ต้องการ (0.50 เมตร)
6. เกลียวนอก-ใน พีวีซี ¾-1นิ้ว จำนวน 2 อัน

ขั้นที่ 2 วิธีการดัดแปลงเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า

1. เจาะด้านข้างของกรองอากาศให้มีขนาด ¾ -1 นิ้ว
2. นำสามทางพีวีซี ¾-1 นิ้ว จำนวน 1 อัน ต่อเข้ากับกรองอากาศที่เจาะแล้ว ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 1
3. ต่อท่อพีอี หรือท่อพีวีซี ขนาด ¾-1 นิ้ว ยาว 0.20 เมตร ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 6 และ 0.05 เมตร ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 2 เข้ากับสามทางที่ต่อกับกรองอากาศแล้ว
4. ต่อข้องอเข้ากับท่อพีอีที่ยาว 0.05 เมตร ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 3 พร้อมกับต่อวาวเปิด-ปิด ที่ข้องอ ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 4 และต่อสามทางที่วาล์วเปิด-ปิด ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 5
5. ต่อสามทางเข้ากับท่อพีอี ที่ยาว 0.20 เมตร ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 7 พร้อมกับต่อวาล์วเปิด-ปิด ที่สามทาง ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 8 และต่อเกลียวในขนาด ¾ -1 นิ้วที่วาวเปิด-ปิดดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 9
6. ต่อท่อพีอีขนาด ¾-1 นิ้ว ยาว 0.15 เมตร ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 10
7. ต่อข้องอเข้ากับท่อพีอี ที่ยาว 0.15 เมตร ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 11 พร้อมกับต่อวาล์วเปิด-ปิด ที่ข้องอ หมายเลข 12 และต่อเกลียวในขนาด ¾ -1 นิ้ว ที่วาวเปิด-ปิด ดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 13



รูปที่ 4.3 การเตรียมเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า

หมายเลข 1 คือ ข้อต่อสามทางพีวีซี ¾-1 นิ้ว
หมายเลข 2 คือ ท่อพีอีขนาด ¾-1 นิ้วยาว 0.05 เมตร
หมายเลข 3 คือ ข้องอพีวีซี ¾-1 นิ้ว
หมายเลข 4 คือ วาล์วเปิดปิด ¾-1 นิ้ว
หมายเลข 5 คือ ข้อต่อสามทางพีวีซี ¾-1 นิ้ว
หมายเลข 6 คือ ท่อพีอีขนาด ¾-1 นิ้ว ยาวยาว 0.20 เมตร
หมายเลข 7 คือ ข้อต่อสามทางพีวีซี ¾-1 นิ้ว
หมายเลข 8 คือ วาล์วเปิดปิด ¾-1 นิ้ว
หมายเลข 9 คือ เกลียวนอก-ใน พีวีซี ¾-1นิ้ว
หมายเลข 10 คือ ท่อพีอีขนาด ¾-1 นิ้วยาว 0.15 เมตร
หมายเลข 11 คือ ข้องอพีวีซี ¾-1 นิ้ว
หมายเลข 12 คือ วาล์วเปิดปิด ¾-1 นิ้ว
หมายเลข 13 คือ เกลียวนอก-ใน พีวีซี ¾-1นิ้ว

ขั้นที่ 3 การผลิตไฟฟ้า

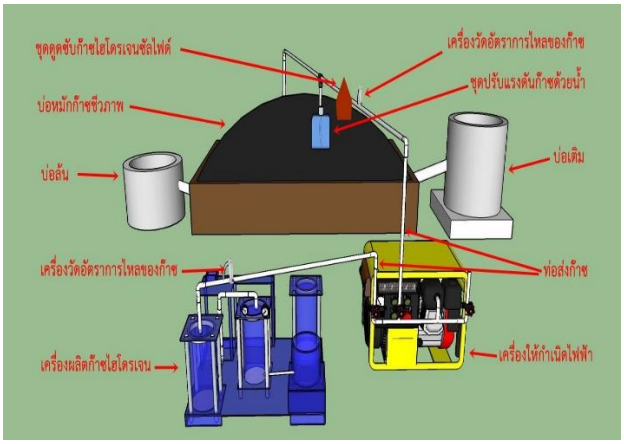
1. สตาร์ทเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าโดยใช้น้ำมัน

2. ได้ก๊าซชีวภาพตามขั้นตอนการผลิตข้างต้น พร้อมกับต่อสายส่งก๊าซที่ยาว 2 เมตรเข้าเกลียวในดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 13

3. ต่อสายส่งก๊าซชีวภาพยาว 2 เมตรเข้าเกลียวในดังรูปที่ 4.3 หมายเลข 9 พร้อมกับเปิดวาล์ว

4. หลังจากที่เครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าทำงานแล้ว ปิดวาล์วน้ำมันพร้อมกับเปิดวาล์วก๊าซ

5. เมื่อเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าทำงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง ปรับอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพ เพื่อให้เครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าทำงานได้เสถียรที่สุด



รูปที่ 4.4 ชุดต้นแบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมระหว่างก๊าซชีวภาพและก๊าซไฮโดรเจน(ตัวเสริม)

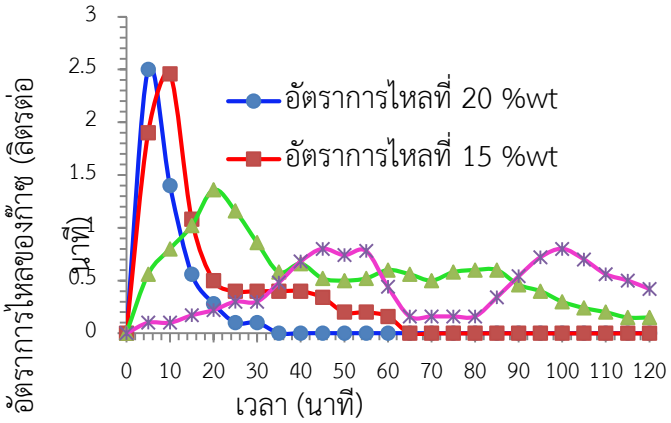
การศึกษาเสถียรภาพของระบบ

การศึกษาเสถียรภาพของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าก๊าซชีวภาพขนาดเล็กมีการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาการปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างๆ
2. ศึกษาปริมาณก๊าซชีวภาพที่เครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าใช้ในเวลา 1 ชั่วโมง

1. ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างๆ

กากมันสำปะหลังที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และยาว 5 เซนติเมตร โดยใช้ปริมาณทั้งหมด 80 กิโลกรัม และใช้น้ำละลาย 320 ลิตร ที่ความเข้มข้นดังนี้



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซชีวภาพกับเวลา

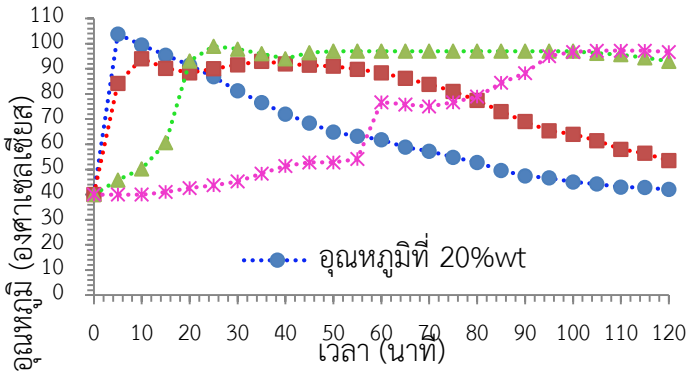
จากรูปที่ 4.5 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพกับเวลา โดยเตรียมกากมันสำปะหลังเส้นกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และยาว 5 เซนติเมตร โดยใช้ปริมาณทั้งหมด 80 กิโลกรัม และใช้น้ำละลาย 320 ลิตร มาทำปฏิกิริยาตามลำดับ จะเห็นว่า

ก๊าซชีวภาพจะค่อยๆ เกิดในปริมาณที่น้อย ในช่วงเวลาประมาณ 30 นาทีแรก โดยก๊าซชีวภาพจะมีอัตราการไหลเฉลี่ยอยู่ที่ 0.17 ลิตร/นาที แต่เมื่อถึงนาทีที่ 35-60 อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพก็เพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการไหลอยู่ที่ประมาณ 0.65 ลิตร/นาที แต่พอถึงนาทีที่ 65 อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพก็ลดลง โดยมี

อัตราการไหลอยู่ที่ 0.16 ลิตร/นาที แล้วจะเพิ่มขึ้นอีกในช่วงนาทีที่ 85-100 โดยมีอัตราการไหลเฉลี่ยอยู่ที่ 0.6 ลิตร/นาที แล้วก็จะลดลงในนาทีที่ 105-120 โดยมีอัตราการไหลเฉลี่ยอยู่ที่ 0.55 ลิตร/นาที ซึ่งลักษณะการเกิดก๊าซจะไม่คงที่ และไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า หลังจากกากมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย จะพบว่าในช่วงแรกก๊าซชีวภาพจะค่อยๆเกิด จนถึงช่วงนาทีที่ 20 เป็นช่วงเวลาที่อัตราการไหลของก๊าซสูงที่สุด โดยจะมีอัตราการไหลของก๊าซอยู่ที่ 1.36 ลิตร/นาที จากนั้นปริมาณก๊าซจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงช่วงนาทีที่ 35 อัตราการไหลของก๊าซจะเริ่มคงที่ จนถึงนาทีที่ 90 ซึ่งอัตราการไหลของก๊าซจะคงที่อยู่ที่ 0.56 ลิตร/นาที ซึ่งเป็นอัตราการไหลของก๊าซที่พอเหมาะต่อการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า สารละลายที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยมวล หลังจากกากมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย จะพบว่าเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก จนถึงช่วงนาทีที่ 10 ซึ่งจะมีอัตราการไหลของก๊าซสูงสุดอยู่ที่ 2.46 ลิตรต่อนาที จากนั้นอัตราการไหลของก๊าซจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงช่วงนาทีที่ 20 ถึงนาทีที่ 45 อัตราการไหลของก๊าซจะเริ่มคงที่ ซึ่งจะอัตราการไหลของก๊าซคงที่อยู่ที่ 0.4 ลิตรต่อนาที ซึ่งปริมาณก๊าซไม่พอเหมาะต่อการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า เพราะว่าปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นไม่คงที่ปริมาณก๊าซในช่วงแรกมีมากและช่วงหลังมีปริมาณก๊าซน้อยเกินไป

หากใช้น้ำละลายมากขึ้นพบว่าหลังจากกากมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย จะพบว่าอัตราการไหลของก๊าซจะเกิดขึ้นอย่างมาก ซึ่งในช่วงนาทีที่ 5 อัตราการไหลของก๊าซจะสูงที่สุดอยู่ที่ 2.5 ลิตรต่อนาที ซึ่งเป็นอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพที่มากที่สุดในทุกความเข้มข้น จากนั้นปริมาณก๊าซก็ลดลงอย่างรวดเร็วและจะเกิดก๊าซชีวภาพเพียงแค่ 30 นาที ซึ่งระยะเวลาในการผลิตก๊าซชีวภาพน้อย จึงไม่เหมาะต่อการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า เพราะว่าปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นไม่คงที่ปริมาณก๊าซในช่วงแรกมีมากและช่วงหลังมีปริมาณก๊าซน้อยเกินไปและหยุดทำปฏิกิริยาเร็วทำให้ไม่เกิดก๊าซ

ดังนั้นจะพบว่าความเข้มข้นของน้ำที่เหมาะสมในการนำไปผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า คือ ความเข้มข้นของน้ำประมาณ 320 ลิตร ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่พอเหมาะต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ เพราะว่าทั้งปริมาตรของก๊าซที่คงที่ และระยะเวลาในการเกิดก๊าซเหมาะสำหรับเป็นการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า



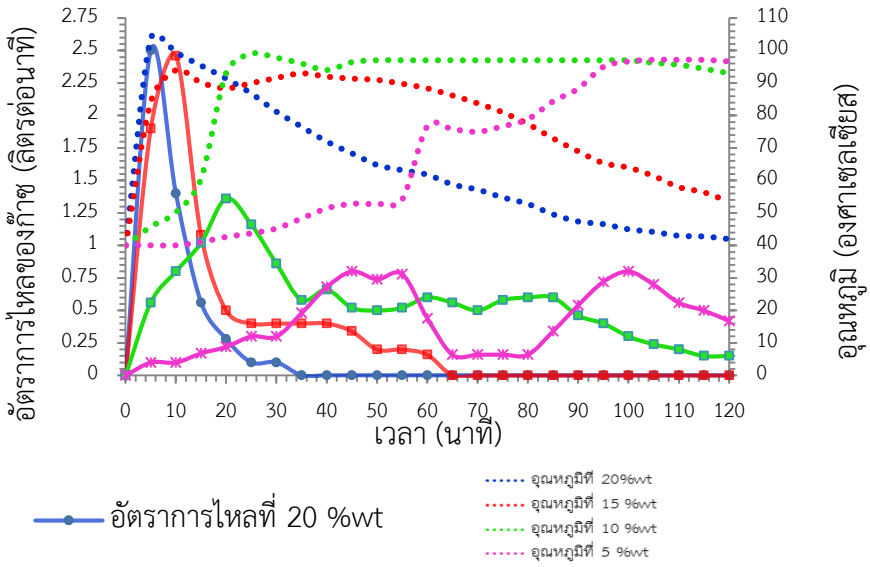
รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา

จากรูปที่ 4.6 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา โดยเตรียมกากมันสำปะหลังเส้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และยาว 5 เซนติเมตร โดยใช้ปริมาณทั้งหมด
80 กิโลกรัม และใช้น้ำ 320 ลิตร มาทำปฏิกิริยาตามลำดับ จะเห็นว่า ถ้าใช้

น้ำ 320 ลิตร หลังจากกากมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย จะพบว่าในช่วงนาทีที่ 0-60 ก๊าซชีวภาพจะเกิดอย่างช้าๆ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor มีอุณหภูมิไม่สูงมาก อยู่ที่ประมาณ 40-50

องศาเซลเซียส แต่ช่วงหลังจากช่วงนาทีที่ 60 อัตราการไหลของก๊าซเพิ่มขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor มีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยมีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 75-95 องศาเซลเซียส หากใช้น้ำน้อยลงหลังจากกากมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย จะพบว่าในช่วงแรกก๊าซชีวภาพจะค่อยๆเกิด จนถึงช่วงนาทีที่ 20 ซึ่งจะมีอัตราการไหลของก๊าซสูงที่สุด ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor มีอุณหภูมิสูง อยู่ที่ประมาณ 93-97 องศาเซลเซียส จากนั้นอัตราการไหลของก๊าซจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงช่วงนาทีที่ 35 อัตราการไหลของก๊าซจะเริ่มคงที่ ซึ่งอัตราการไหลของก๊าซจะคงที่อยู่ที่ 3 ลิตร และอุณหภูมิภายในถัง Reactor มีอุณหภูมิคงที่ อยู่ที่ประมาณ 97 องศาเซลเซียสและพอเหมาะต่อการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้า หากใช้น้ำมากขึ้นจะพบว่าก๊าซชีวภาพจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก ประมาณช่วงนาทีที่ 10 ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor มีอุณหภูมิสูงจนถึง 94 องศาเซลเซียส จากนั้นจะค่อยๆลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor มีอุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทำปฏิกิริยา ซึ่งอุณหภูมิภายในถัง Reactor จะอยู่ที่ประมาณ 80-90 องศาเซลเซียส

น้ำปริมาณ 320 ลิตร จะพบว่าปริมาตรของก๊าซชีวภาพจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก ประมาณช่วงนาทีที่ 5 ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor มีอุณหภูมิสูงสุดจนถึง 33.8 องศาเซลเซียส จากนั้นก๊าซชีวภาพก็ค่อยๆลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor ลดลงเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทำปฏิกิริยา ซึ่งการผลิตก๊าซในความเข้มข้นนี้จะมีระยะเวลาประมาณ 30 นาที



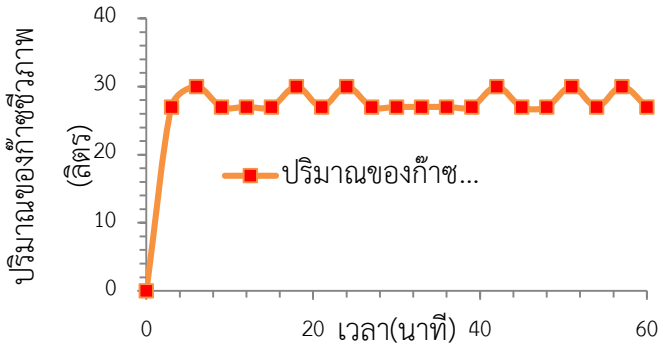
รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซชีวภาพกับอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพกับอุณหภูมิ โดยเตรียมกากมันสำปะหลังเส้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และยาว 5 เซนติเมตร โดยใช้ปริมาณทั้งหมด 80 กิโลกรัม ทำปฏิกิริยาตามลำดับ จะเห็นว่าหลังจากกากมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย จะพบว่าในช่วงแรกก๊าซชีวภาพจะเกิดอย่างช้าๆ อุณหภูมิภายในถัง Reactor จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าความเข้มข้นอื่นๆ โดยจะมีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 40 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของก๊าซเฉลี่ยอยู่ที่ 0.17 ลิตรต่อนาที และค่อยๆลดลงจนถึงช่วงที่อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพคงที่ ซึ่งอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพจะคงที่เฉลี่ยอยู่ที่ 0.65 ลิตรต่อนาที .ในนาทีที่ 35 ถึง 60 ซึ่งเป็นช่วงเวลาสั้นๆ และ อุณหภูมิภายในถัง Reactor ก็จะคงที่ประมาณ 55 องศาเซลเซียส หลังจากกากมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย จะพบว่าในช่วงแรก

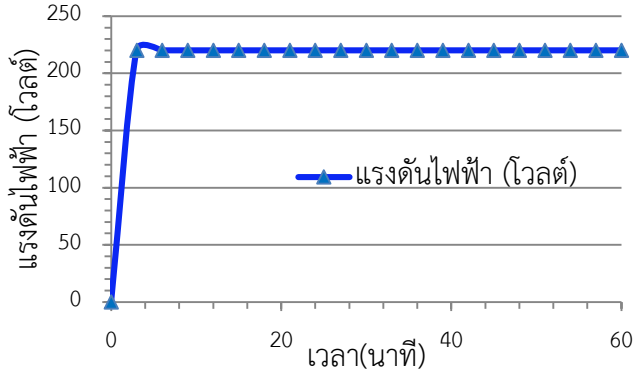
ก๊าซชีวภาพจะค่อยๆเกิด ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor จะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 99 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของก๊าซสูงที่สุดอยู่ที่ 1.36 ลิตรต่อนาที และค่อยๆลดลงจนถึงช่วงที่อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพคงที่ ซึ่งอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพจะคงที่อยู่ที่ 0.56 ลิตร/นาที และอุณหภูมิภายในถัง Reactor ก็จะคงที่ประมาณ 97 องศาเซลเซียส ก๊าซชีวภาพจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และมีอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพสูงที่สุดอยู่ที่ 2.46 ลิตรต่อนาที ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor มีอุณหภูมิสูงถึง 94 องศาเซลเซียส จากนั้นจะค่อยๆลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิภายในถัง Reactor มีอุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ และจะมีอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพคงที่อยู่ที่ 0.4 ลิตรต่อนาที

ศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพ

จากรูปที่ 4.8 เป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซชีวภาพกับเวลา โดยพบว่าเมื่อเราใช้ก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้เครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าขนาด 1 กิโลวัตต์ ซึ่งเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าทำงานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปรับเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าให้มีแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ เพื่อให้เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนทั่วไป ปรากฏว่าเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าจะใช้ก๊าซชีวภาพที่อัตราการไหลของก๊าซประมาณ 9-10 ลิตรต่อนาที ถ้าในระยะเวลา 1 ชั่วโมง เครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าจะใช้ก๊าซชีวภาพไปทั้งหมดประมาณ 558 ลิตร หรือประมาณ 0.558 ลูกบาศก์เมตร

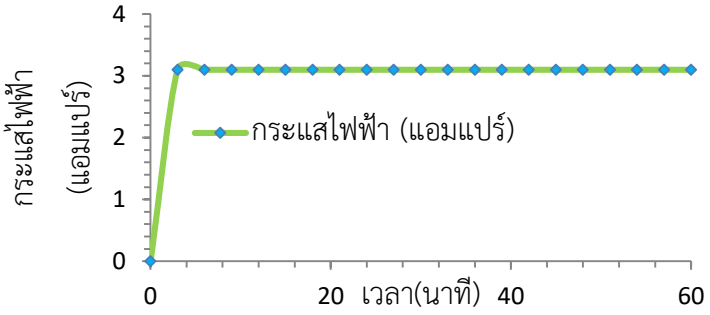


รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซชีวภาพกับเวลา



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับเวลา

จากรูปที่ 4.9 เป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับเวลา โดยพบว่าเมื่อเราใช้ก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้เครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าขนาด 1 กิโลวัตต์ ซึ่งเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าทำงานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปรากฏว่าเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าจะมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 220 โวลต์

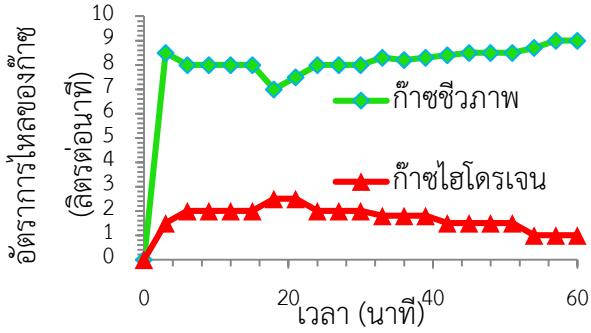


รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเวลา

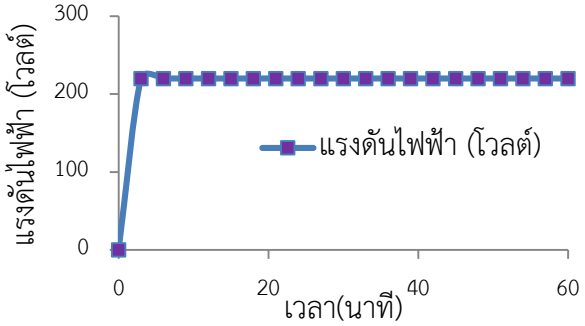
จากรูปที่ 4.10 เป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเวลา โดยพบว่าเมื่อเราใช้ก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้เครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าขนาด 1 กิโลวัตต์ ซึ่งเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าทำงานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปรับเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าให้มีแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ เพื่อให้เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนทั่วไป จากนั้นวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ที่ทุกๆ 3 นาที จะพบว่าค่ากระแสไฟฟ้าจะคงที่ ที่ 3.1 แอมแปร์

ศึกษาศึกษาอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพ

จากรูปที่ 4.11 พบว่าเมื่อปรับเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าให้มีแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ เครื่องจะมีการใช้ก๊าซชีวภาพที่อัตราสูงสุดที่ 2.5 ลิตร/นาที และต่ำสุดที่ 1 ลิตร/นาที ส่วนก๊าซชีวภาพที่ระบบคงตัวเครื่องจะมีการใช้ก๊าซที่อัตราสูงสุดที่ 9 ลิตร/นาที และต่ำสุดที่ 7.5 ลิตร/นาที เมื่อให้เครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าทำงานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะมีการใช้ก๊าซชีวภาพไปทั้งหมดประมาณ 104.7 ลิตร หรือประมาณ 0.104 ลูกบาศก์เมตร และในระบบที่คงตัวจะใช้ก๊าซชีวภาพไปทั้งหมดประมาณ 493.2 ลิตร หรือประมาณ 0. 493 ลูกบาศก์เมตร จะเห็นได้ว่าเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าจะมีอัตราการใช้ก๊าซรวมที่ 10 ลิตร/นาที ดังนั้นจึงเห็นได้ชัดว่าการใช้ก๊าซชีวภาพเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าจะนำไปใช้ได้ทั้งหมดเท่าที่เครื่องผลิตก๊าซชีวภาพผลิตได้ ส่วนก๊าซไฮโดรเจนมีไว้สำหรับเสริมระบบการทำงานเท่านั้น

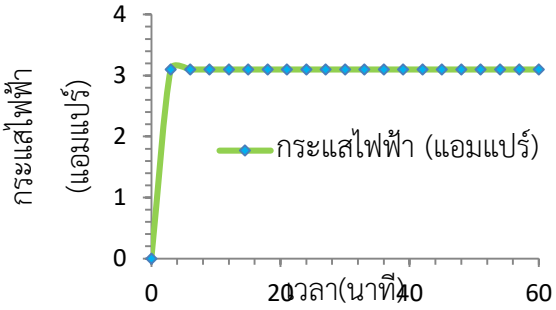


รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซชีวภาพกับเวลา



รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับเวลา

จากรูปที่ 4.12 เมื่อเครื่องมีการใช้ก๊าซชีวภาพที่อัตราสูงสุดที่ 2.5 ลิตร/นาที และต่ำสุดที่ 1 ลิตร/นาที และเครื่องมีการใช้ก๊าซที่อัตราสูงสุดที่ 9 ลิตร/นาที และต่ำสุดที่ 7.5 ลิตร/นาที พบว่าเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าจะให้แรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์



รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเวลา

จากรูปที่ 4.13 พบว่าเมื่อปรับเครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าให้มีแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ โดยเครื่องมีการใช้ก๊าซชีวภาพที่อัตราสูงสุดที่ 2.5 ลิตร/นาที และต่ำสุดที่ 1 ลิตร/นาที ส่วนระบบมีคงตัวพบว่าเครื่องมีการใช้ก๊าซที่อัตราสูงสุดที่ 9 ลิตร/นาที และต่ำสุดที่ 7.5 ลิตร/นาที ซึ่งทำให้ได้กระแสไฟฟ้าประมาณ 3.1 แอมแปร์ ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์ เครื่องให้กำเนิดไฟฟ้าจะให้กำลังไฟฟ้า ประมาณ 660 วัตต์ หาได้จากความสัมพันธ์ P = IV

4.5 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพสู่ชุมชน

โครงการฯ ได้จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อย นักเรียน/นักศึกษาและผู้สนใจ ในเขตพื้นที่ จังหวัดมหาสารคาม จำนวนรวม 20 ราย และสร้างบ่อก๊าซชีวภาพแบบถุงหมัก แอลดีพีอี เพื่อผู้ที่สาธิตประกอบการฝึกอบรมให้กับเกษตรกรผู้ที่สามารถนำไปถ่ายทอดหรือขยายผลเพื่อสร้างบ่อก๊าซต่อไป จำนวนทั้งสิ้น 22 บ่อก๊าซ

ข้อมูลจำนวนและสถานที่ที่โครงการได้นำเนินการในรอบปี 2560 แสดงไว้ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 จำนวนเกษตรกร จำนวนบ่อสาธิต และสถานที่ฝึกอบรม

กลุ่มเกษตรกร	จำนวน (คน)	จำนวนบ่อสาธิต (บ่อ)	สถานที่ฝึกอบรม
1. ผู้นำชุมชนและเกษตรกรผู้ทำปศุสัตว์	6	6	ครัวเรือนสาธิต ในเขต จ.มหาสารคาม
2. เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์รายย่อย	12	14	ครัวเรือนสาธิต ในเขต จ.มหาสารคาม
3. ผู้นำชุมชน	2	2	ครัวเรือนสาธิต ในเขต จ.มหาสารคาม
รวม	**20**	**22**	

โครงการฯ ได้ทำการประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งข้อมูลถ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยให้ตอบระดับความพึงพอใจหรือการนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในแง่ต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ขั้นตอนการให้บริการ
1.2 เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ
1.3 สิ่งอำนวยความสะดวก
1.4 การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.5 ความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตร
1.6 ความเหมาะสมของวิทยากร
1.7 จำนวนเวลาที่เสนอ
1.8 ช่วงเวลาการอบรม
1.9 ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับเวลาและค่าใช้จ่าย
1.10 การนำไปใช้ประโยชน์
1.11 การนำความรู้ไปใช้ในการสร้างรายได้เพิ่มขึ้น

จากผลการตอบแทนสอบถามของเกษตรกร 11 กลุ่ม มีผู้ตอบแบบสอบถามรวม 87 ราย สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมโครงการ

รายละเอียดผลการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**	**ร้อยละ (%)**	Mean (X)	Std.Deviation
1. ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ	มาก	57.1	4.27	0.58
2. เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ	มาก	54.8	4.12	0.67
3. สิ่งอำนวยความสะดวก	มาก	54.8	4.06	0.67
4. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	มาก	83.9	4.03	0.40
5. ความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตร	มาก	54.8	4.54	0.59
6. ความเหมาะสมของวิทยากร	มาก	64.5	4.09	0.74
7. ระยะเวลาการอบรม	มาก	64.5	3.83	0.58
8. ช่วงเวลาการอบรม	มาก	71.0	3.90	0.53
9. ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับเวลาและค่าใช้จ่าย	มาก	71.0	3.90	0.53
10. การนำไปใช้ประโยชน์	มาก	58.1	4.40	0.58
11. การนำความรู้ไปใช้ในการสร้างรายได้เพิ่มขึ้น	มาก	64.5	4.16	0.58

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมโครงการการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนสำหรับครัวเรือนในเขตชุมชน จ.มหาสารคาม ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตรและด้านการนำไปใช้ประโยชน์ คือ ค่าเฉลี่ย 4.54 และ 4.40 ตามลำดับ