ภาคผนวก ก.
ผลการวิจัย

ทดสอบการการเกิดก๊าซหลังจากที่ปล่อยลมออกจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพพอประมาณแล้ว สังเกตอัตราการเกิดก๊าซของบ่อหมักอีกครั้ง จากการกลับคืนสภาพของบ่อหมัก คือ การพองขึ้นของพลาสติกพีวีซีจากนั้นก็ทดสอบการจุดติดไฟ บ่อหมักทั้งหมด 3 บ่อ คือบ่อที่หมักจากมูลของสุกร โค และกระบือ

รูปที่ ก - 1 บ่อหมักแบบพลาสติกพีวีซีขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร

ก)

ข)

ค)

รูปที่ ก - 2 ทดสอบการจุดติดไฟของผลิตก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักในสภาวะไร้อากาศ

ก) เปลวไฟจากการหมักของมูลสุกร

ข) เปลวไฟจากการหมักของมูลกระบือ

ค) เปลวไฟจากการหมักของมูลโค

ตารางที่ ก - 1 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลชองสุกร โค และกระบือ โดยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ

วัตถุดิบ	ครั้งที่	ปริมาณองค์ประกอบ (%)				
		CH_4	CO_2	O_2	H_2S (ppm)	ก๊าซอื่นๆ
สุกร	1	54.7	34.9	0.2	193	10.2
	2	54.8	34.6	0.2	186	10.4
	3	54.6	34.7	0.1	196	10.7
	4	54.8	34.7	0.2	188	10.3
โค	1	53.0	40.1	0.08	30	6.82
	2	54.5	41.8	0	23	3.2
	3	54.9	41.9	0	22	3.2
	4	54.8	41.8	0	23	3.4
กระบือ	1	53.2	33.5	0.4	150	12.5
	2	53.9	33.9	0.2	160	12
	3	54.0	34.0	0.1	171	12
	4	54.1	34.0	0.2	167	11.7

ตารางที่ ก – 2 เปรียบเทียบปริมาณมีเทนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ

	ครั้งที่	ปริมาณองค์ประกอบ(%)		
		สุกร	โค	กระบือ
ก๊าซมีเทน	1	54.8	53	53.3
	2	54.8	54.6	53.9
	3	54.8	54.9	54.0
	4	54.8	54.8	54.2
	เฉลี่ย	54.8	54.3	53.9

ตารางที่ ก - 3 ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ใน 1 วัน ของมูลสุกร ในช่วงเวลา 08:00-16.00 น.

เวลา	วันที่ 1		วันที่ 2		วันที่ 3	
	มวลน้ำ(kg)	ปริมาตรแก๊ส(m^3)	มวลน้ำ(kg)	ปริมาตรแก๊ส(m^3)	มวลน้ำ(kg)	ปริมาตรแก๊ส(m^3)
8:00-9:00	18.1	0.023	20.6	0.026	20.5	0.026
9:00-10:00	16.9	0.021	18.7	0.023	18.4	0.024
10:00-11:00	25.85	0.033	27.1	0.034	26	0.033
11:00-12:00	22	0.028	24	0.030	23.5	0.030
12:00-13:00	22	0.028	23.9	0.030	23.75	0.030
13:00-14:00	19.1	0.021	20.7	0.026	20.3	0.026
14:00-15:00	19	0.024	21.1	0.027	20.9	0.027
15:00-16:00	19.5	0.024	19.4	0.025	19.1	0.024
รวม	162.45	0.202	175.5	0.221	172.45	0.220

ตารางที่ ก - 4 ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ใน 1 วัน ของมูลโค ในช่วงเวลา 08:00-16.00 น.

เวลา	วันที่ 1		วันที่ 2		วันที่ 3	
	มวลน้ำ(kg)	ปริมาตรแก๊ส(m^3)	มวลน้ำ(kg)	ปริมาตรแก๊ส(m^3)	มวลน้ำ(kg)	ปริมาตรแก๊ส(m^3)
8:00-9:00	13.53	0.017	14.5	0.018	14.8	0.018
9:00-10:00	13	0.016	14	0.017	19.35	0.024
10:00-11:00	18.3	0.023	19.25	0.024	21.4	0.027
11:00-12:00	18.2	0.023	19.1	0.024	22.15	0.028
12:00-13:00	16.3	0.020	17.75	0.022	17.85	0.022
13:00-14:00	15	0.019	15.3	0.019	11.8	0.015
14:00-15:00	14.3	0.018	16.7	0.021	16.5	0.021
15:00-16:00	14.3	0.018	14.36	0.018	14.2	0.018
รวม	122.99	0.157	130.9	0.167	134.05	0.171

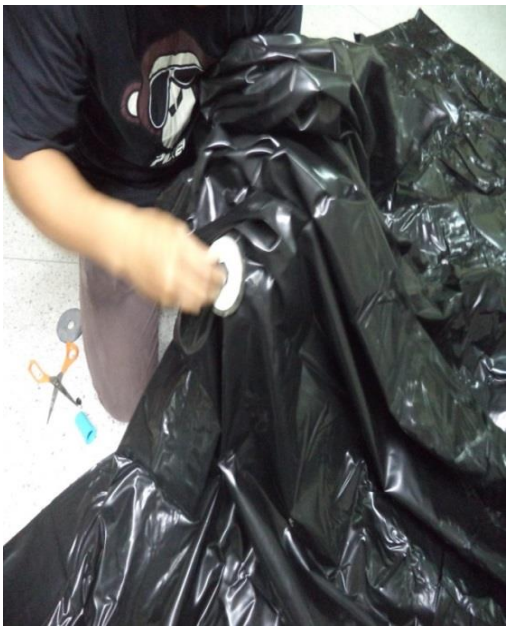
ตารางที่ ก - 5 ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ใน 1 วัน ของมูลกระบือ ในช่วงเวลา 08:00-16.00 น.

เวลา	วันที่ 1		วันที่ 2		วันที่ 3	
	มวลน้ำ(kg)	ปริมาตรแก๊ส(m^3)	มวลน้ำ(kg)	ปริมาตรแก๊ส(m^3)	มวลน้ำ(kg)	ปริมาตรแก๊ส(m^3)
8:00-9:00	13.46	0.020	20.6	0.026	13.8	0.017
9:00-10:00	18.3	0.023	18.7	0.023	13.8	0.020
10:00-11:00	20.75	0.030	27.1	0.034	18.9	0.024
11:00-12:00	18.2	0.023	24.0	0.030	18.8	0.024
12:00-13:00	17.45	0.022	23.9	0.031	17.4	0.022
13:00-14:00	11.48	0.014	20.7	0.026	15.1	0.020
14:00-15:00	15.75	0.020	21.1	0.030	16.4	0.021
15:00-16:00	13.6	0.020	19.4	0.026	14.0	0.020
รวม	128.93	0.173	175.5	0.230	128.2	0.168

ภาคผนวก ข.

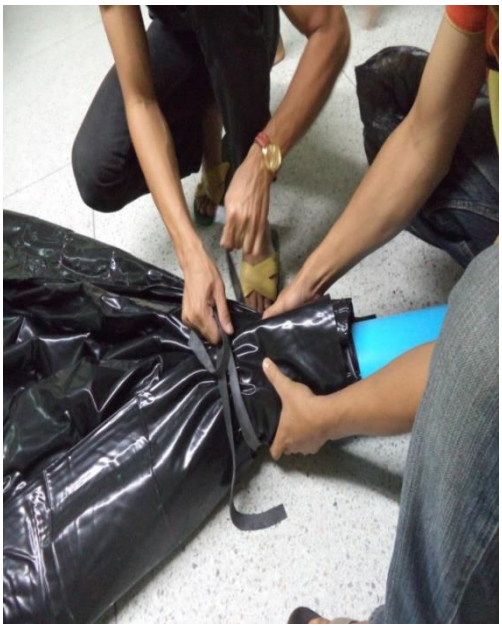
การประกอบชุดก๊าซชีวภาพ

รูปที่ ข – 1 เจาะพลาสติกพีวีซีเพื่อต่อกับเกลียวนอก-ใน พีวีซี



รูปที่ ข – 2 ติดตั้งเกลียวนอก-ใน พีวีซีกับถุงหมักพีวีซี

รูปที่ ข – 3 เกลียวนอก-ใน พีวีซีต่อกับพลาสติกพีวีซี



รูปที่ ข – 4 มัดถุงพลาสติกพีวีซีกับท่อพีวีซี

รูปที่ ข - 5 เป่าลมเพื่อทดสอบรอยรั่วของถุงหมักพีวีซี

รูปที่ ข – 6 รองพื้นบ่อหมักก่อนวางถุงหมักพีวีซีที่เตรียมไว

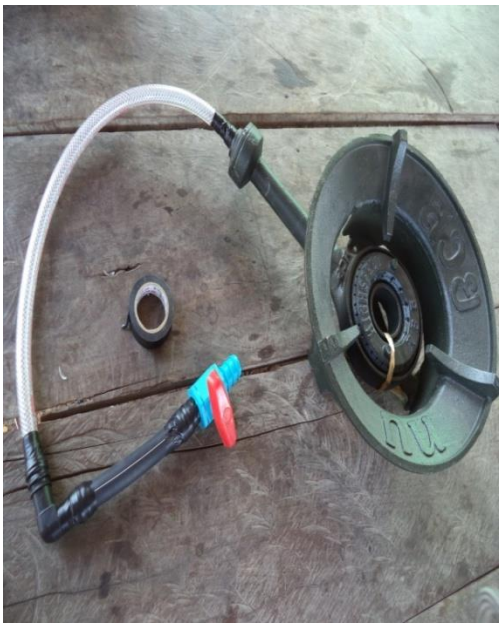
รูปที่ ข - 7 วางถุงหมักลงในบ่อที่เตรียมไว้และเป่าลมให้ถุงอยู่ที่สภาพที่เป็นแคปซูล

รูปที่ ข – 8 ติดตั้งบ่อเติมมูลที่ใช้ในการเติมมูลลงในถังหมัก

รูปที่ ข - 9 ติดตั้งบ่อล้นเพื่อรองรับมูลที่ล้นออกมาหลังการหมัก

รูปที่ ข – 10 ติดตั้งสายส่งก๊าซ

รูปที่ ข - 11 บ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบพลาสติกพีวีซี



รูปที่ ข – 12 ประกอบเช็ควาล์วกับหัวเตาแก๊ส

รูปที่ ข – 13 ประกอบสายส่งก๊าซจากบ่อหมักเข้ากับหัวเตาแก๊ส

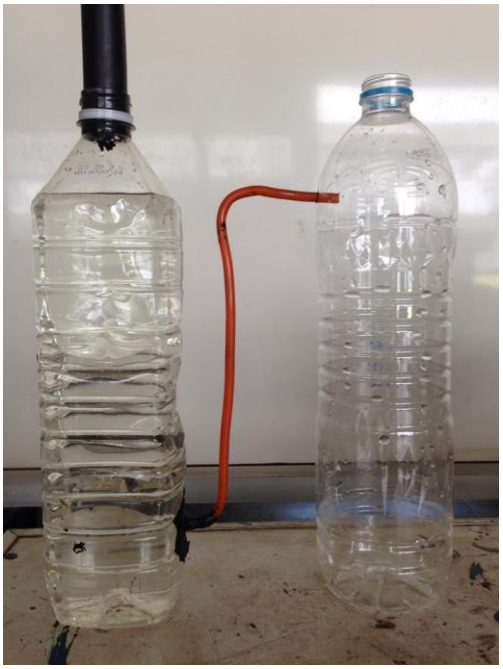
รูปที่ ข - 14 ติดตั้งวาล์วขวดน้ำเพื่อลดแรงดันเมื่อแรงดันจากบ่อหมักเกิน

รูปที่ ข – 15 การเติมมูลลงหมักในบ่อหมักแบบพลาสติกพีวีซี

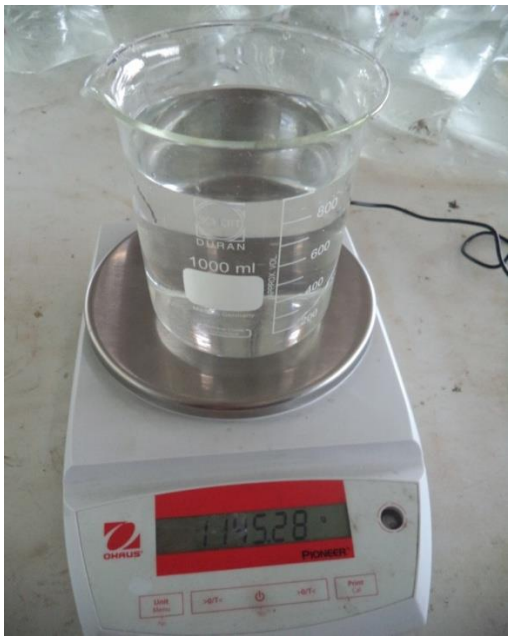
รูปที่ ข - 16 ลักษณะเปลวไฟของก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักในสภาวะไร้อากาศ

รูปที่ ข – 17 ลักษณะการวัดเพื่อตรวจหาปริมาณ CH_4 CO_2 O_2 H_2Sและก๊าซอื่นๆ

รูปที่ ข – 18 เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง



รูปที่ ข - 19 การวัดเพื่อหาปริมาตรก๊าซชีวภาพ

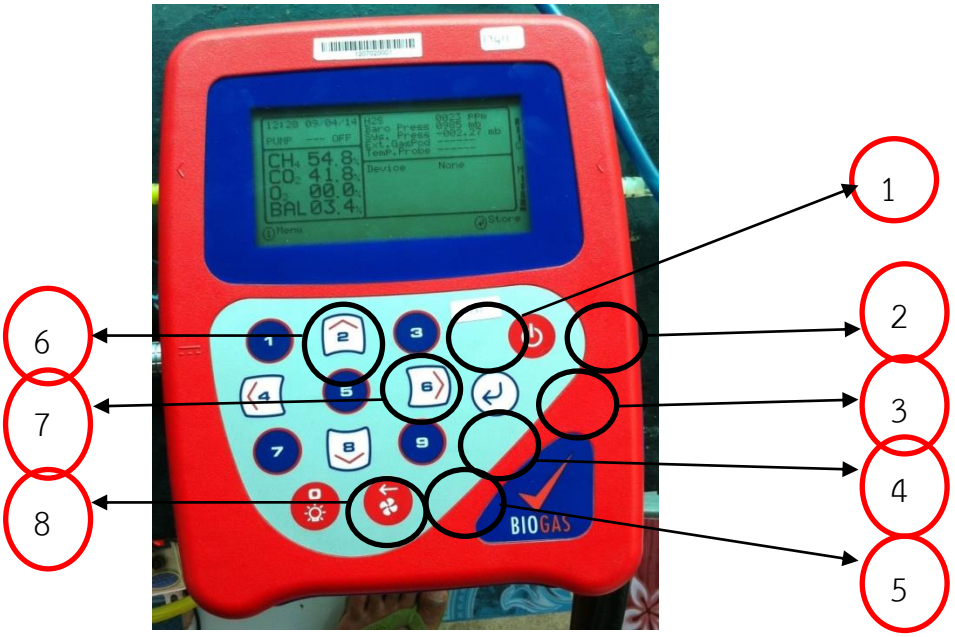


รูปที่ ข – 20 ชั่งหามวลของน้ำที่ได้จากการวัด

ภาคผนวก ค.

เครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ (Gas analyser)

1. เครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ ยี่ห้อ Geotech รุ่น Biogas Check



รูปที่ ค - 1 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ (Gas analyser)

คุณสมบัติของเครื่องที่สามารถวิเคราะห์ได้

มีหลักการในการวัดก๊าซดังนี้

1. ก๊าซมีเทน และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซน์ โดยใช้หลักการดูดกลืนรังสีอินฟราเรด
2. ก๊าซออกซิเจน โดย เซลล์ไฟฟ้าเคมี
3. ก๊าซอื่นๆ สามารถวัดได้โดยการต่อพอร์ตภายนอก
4. ระบบการวัดความดัน
5. การวัดแรงดันบารอเมติกซ์

6. วัดอัตราการไหลของก๊าซโดยใช้ อนีโมมิเตอร์, ออริฟิคเพสท, พิตอททิวบ์

7. วัดแรงดัน Static และแรงดันต่าง

ลักษณะการทำงานของเครื่อง

การเปิด ปิดเครื่อง

เมื่อกดปุ่มเปิดเครื่องหน้าจอจะขึ้นการอ่านค่าวัดองค์ประกอบ ของก๊าซหลัก หากปิดเครื่องจากนั้นเครื่องจะทำความสะอาดตัวเองโดยการดูดอากาศจากภายนอกมาไล่ก๊าซออกจากเครื่องทันที

1. การวอร์มเครื่อง

เมื่อกดสวิตซ์เปิดเครื่องเครื่องจะทำการทดสอบตัวเองประมาณ 30-40 วินาที โดยในระหว่างนั้นฟังก์ชันในการวิเคราะห์จะถูกทดสอบด้วยรวมทั้ง

การทำงานทั่วๆ ไป

1. ฟังก์ชันปั๊ม
2. การวัดอัตราการไหลของก๊าซ
3. การทดสอบเทียบเครื่องมือ
4. ฟังก์ชัน Blacklight
5. ฟังก์ชัน Solinoid

2. การใช้งานเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ

2.1 การอ่านค่าที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพจากรูปที่ ค-1

1. เมื่อทำการเปิดเครื่องครั้งแรกควรจะดูดอากาศบริสุทธิ์ประมาณ 2-3 นาที โดยสามารถตั้งค่าได้ที่หน้า main menu และควรทำครั้งแรกที่เริ่มใช้งานเครื่องทำโดย กดปุ่ม 5 เพื่อรีเซตการดำเนินการการอ่านค่าหรือกด 3 เพื่อทำการเก็บค่าที่อ่านได้

2. ต่อโพรบเก็บตัวอย่างเข้าที่ทาง inlet port ถ้าใช้ gas pod ให้ต่อที่ external port 1 และอีกด้านของ gas pod ให้ต่อเข้าที่ outlet port ที่จุดนี้จะเห็นค่าแรงดันเปลี่ยนเนื่องจากมันตอบสนองกับแรงดันของท่อ inlet หลังจากปั๊มเริ่มทำงาน หรือถ้าผู้ใช้งานกด 1 วัด flow หรือ 3 เพื่อเก็บค่าแรงดันที่อ่านได้จะคงที่จนกระทั่งเราทำการอ่านค่าถัดไป

3. กดปุ่มปั๊ม 5เพื่อดูดก๊าซตัวอย่างเข้ามาที่เครื่องมือ จะเห็นว่าก๊าซหลักที่อ่านได้จะเปลี่ยนไป แนะนำว่าปั๊มทำงานจนกระทั่งค่าก๊าซที่อ่านได้คงที่ (ประมาณ 30 วินาที) โดยใช้ตัว counter เป็นตัวกำหนด กด 3 เพื่อบันทึกค่าขณะนั้น และเครื่องจะเริ่มทำการวัดค่าใหม่

4. หลังจากที่เราบันทึกค่าเรียบร้อยแล้วให้ทำกาเซต ZERO ตามคำสั่งบนหน้าจอ และต้องถอดสายยางออกจากพอร์ตเก็บตัวอย่างก่อนและรอประมาณ 2-3 วินาทีเพื่อให้เครื่องเสถียรก่อนทำการเซต ZERO จากนั้นก็จะกลับสู่หน้าจอหลักและหน้าจอแสดงผล

5. หลังจากอ่านค่าแต่ล่ะค่าเรียบร้อย เครื่องจะทำการไล่อากาศออกอย่างอัตโนมัติ ต้องถอดสายยางออกก่อนทำการไล่อากาศออกใช้เวลาประมาณ 30 วินาที หลังจากไล่อากาศและก๊าซเสร็จเรียบร้อยแล้วสามารถต่อท่อสายยางเพื่อทำการวัดค่าถัดไปได้ทันที

ภาคผนวก ง.

แสดงวิธีการคำนวณ

1. แสดงการคำนวณหาปริมาตรน้ำ

$$V = \frac{m}{\rho}$$

V คือ ปริมาตร หน่วย m^3

m คือ มวล kg

ρ คือ ความหนาแน่น 783kg/m^3 ที่อุณหภูมิ 30 ℃

ตารางที่ ง-1แสดงปริมาตรก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร

เวลา	**วันที่ 1**	**วันที่ 2**	**วันที่ 3**
	ปริมาตรก๊าซ(m3)	**ปริมาตรก๊าซ(m3)**	**ปริมาตรก๊าซ(m3)**
8:00-9:00	0.023	0.026	0.026
9:00-10:00	0.021	0.023	0.024
10:00-11:00	0.033	0.034	0.033
11:00-12:00	0.028	0.030	0.030
12:00-13:00	0.028	0.030	0.030
13:00-14:00	0.021	0.026	0.027
14:00-15:00	0.024	0.027	0.027
15:00-16:00	0.024	0.025	0.024
รวม	**0.202**	**0.221**	**0.220**

จากตารางที่ ง-1 แสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อหาปริมาตรก๊าซชีวภาพจากมวลของน้ำที่ได้จากการวัดโดยหลักการแทนที่น้ำช่วงเวลา 8:00-9:00 น.

มวลของน้ำ 18.1 kg

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{18.1kg}{783kg/m^3}$$

$$V = 0.023m^3$$

มวลของน้ำ 20.6 kg

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{20.6kg}{783kg/m^3}$$

$$V = 0.026m^3$$

มวลของน้ำ 20.5kg

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{20.5kg}{783kg/m^3}$$

$$V = 0.026m^3$$