

โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือน ในชุมชนบ้านท่าทองแดง
ต.นาโบสถ์ อ.วังเจ้า จ.ตาก

Technology Transfer on Construction and Using Biogas for Household in Ban Tatongdang,
Tambon Na Bot, Amphoe Wang Chao, Tak Province

ยุธนา ศรีอุดม^{1*} อนุรัตน์ เทวตา²

^{1*, 2} วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก

41 ถนนพหลโยธิน ตำบลแม่เงา อำเภอเมือง จังหวัดตาก 63000 โทรศัพท์: 084 4831435 E-mail: num_kmutt@hotmail.com

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือนในชุมชนบ้านท่าทองแดง ต.นาโบสถ์ อ.วังเจ้า จ.ตาก ให้มีความรู้ความสามารถในการสร้างและประยุกต์ใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์ประเภทโคและหมูเพื่อนำแก๊สที่ได้ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนแก๊ส LPG สำหรับหุงต้มและประกอบอาหารในครัวเรือน รวมไปถึงการนำมูลสัตว์ที่ได้หลังจากการหมักไปเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ช่วงคือ ช่วงที่ 1 การเตรียมการและชี้แจงทำความเข้าใจ ช่วงที่ 2 การดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ และช่วงที่ 3 การติดตาม และประเมินผลสำเร็จของโครงการ โดยมีผู้เข้าร่วมฝึกอบรม จำนวน 30 คน จาก 20 ครัวเรือน ได้ตัวแทนครัวเรือนต้นแบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพ จำนวน 10 ครัวเรือน จากการประเมินผลการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า การประเมินผลด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในเกณฑ์สูงสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.42, SD 0.84) รองลงมาคือ ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร (ค่าเฉลี่ยรวม 4.36, SD 0.75) ส่วนการประเมินผลข้อมูลด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ต่ำสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.28, SD 0.77) ส่วนการประเมินผลสำเร็จของโครงการ พบว่า บ่อหมักแก๊ส ที่ทำการติดตั้งสามารถผลิตแก๊ส ได้ทุกบ่อและนำไปใช้ทดแทนแก๊ส LPG สำหรับหุงต้มและประกอบอาหารได้โดยเฉลี่ย 1.8 – 2 ชั่วโมง/วัน/ครัวเรือน คิดเป็น 180 – 200 บาท/เดือน/ครัวเรือน รวม 10 ครัวเรือน คิดเป็น 1,800 – 2,000 บาท/เดือน มีต้นทุนในการสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ 3,000 บาท/บ่อ และมีระยะเวลาคืนทุน 1.25 ปี หรือ 15 เดือน และผู้เข้ารับการฝึกอบรมยังนำมูลสัตว์ที่ได้จากการหมักไปใช้ประโยชน์ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในทุกครัวเรือน

คำสำคัญ: แก๊สชีวภาพ, การถ่ายทอดเทคโนโลยี

Abstract

The aim of this research was to transfer technology about biogas digester construction and applying the biogas in household in Ban Tatongdang, Tambon Na Bot, Amphoe Wang Chao, Tak province. The villagers were instructed and trained about biogas digester construction and applying the biogas produced from cow and pig manure. The produced biogas was used as alternative fuel for cooking in household to replace LPG. After digestion, the manure was used for increasing agricultural productivity. The research

operation was separated to 3 phases. The first was preparation and introduction. The second was instruction and practical training. The last was monitoring and project evaluation. The number of participants was 30 from 20 households. The number of biogas digester pilot household was 10. From the project evaluation, it was found that the evaluation about cognition showed the maximum level ($\bar{x}$ = 4.42, S.D.=0.84). The second was about location, duration and food ($\bar{x}$ = 4.36, S.D.=0.75). The lowest was about knowledge applying ($\bar{x}$ = 4.28, S.D. = 0.77). For the project evaluation of success, it was found that every biogas digester can be used and the produced biogas can be used to replace LPG for cooking about 1.8 – 2 hrs/day/household. They can save the expenditure about 180 – 200 Baht/month/household or 1,800 – 2,000 Baht/month for 10 households. The biogas digester construction cost was about 3000 Baht/household. So, the payback period was 1.25 year or 15 months. Moreover, the manure after digestion can be used for increasing agricultural productivity in every household.

Keywords: Biogas, Technology Transfer

1. บทนำ

ในปัจจุบัน พลังงานทดแทนเป็นเรื่องที่ผู้คนให้ความสนใจศึกษาเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานแก๊สโซลาร์ พลังงานจากชีวมวล และพลังงานจากแก๊สชีวภาพ ซึ่งพลังงานเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ทดแทนพลังงานหลัก คณะผู้ดำเนินโครงการจะทำการศึกษาลักษณะทดแทนในรูปแบบของแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์ที่มีในชุมชน การที่คณะผู้ดำเนินโครงการเลือกใช้มูลสัตว์เนื่องจาก ในปัจจุบันชุมชนบ้านท่าทองแดงประกอบอาชีพในการเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะโค กระบือและหมูเป็นจำนวนมากซึ่งมูลสัตว์ที่นำไปใช้ประโยชน์มีเพียงเล็กน้อยที่เหลือจะปล่อยทิ้งไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมูลสัตว์เหล่านี้ส่งผลทำให้เกิดปัญหาทางด้านมลภาวะสิ่งแวดล้อมทั้งทางน้ำและอากาศ ส่งผลต่อสุขภาพ และชีวิตความเป็นอยู่ เช่น ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค ทำให้แม่น้ำลำคลองเน่าเสีย นับว่าปัญหาเหล่านี้จะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น หากยังไม่เร่งดำเนินการจัดการกับของเสียเหล่านี้อย่างจริงจัง ก็อาจจะก่อให้เกิดปัญหาที่รุนแรงตามมาได้ในอนาคต การกำจัดของเสียประเภทมูลสัตว์โดยระบบชีวภาพ (แบบไม่

ใช้อากาศ)นั้น จะเกิดผลิตผลพลอยได้เป็นแก๊สชีวภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือแก๊สมีเทนโดยปริมาตร แก๊สมีเทนที่ได้จากมูลโคอยู่ระหว่าง 0.1 – 0.3 ลบ.ม./กก. ส่วนสุกรอยู่ระหว่าง 0.4 – 0.5 ลบ.ม./กก. (สุชน ตั้งทวีวัฒน์, 2553) แก๊สมีเทนนี้สามารถติดไฟได้ ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้

เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพในปัจจุบัน แบ่งตามลักษณะการทำงานและลักษณะของของเสียที่เป็นวัตถุดิบแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ดังนี้ 1.บ่อหมักข้าวหรือบ่อหมักของแข็ง โดยบ่อหมักนี้นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมี 3 แบบหลัก คือ (1) แบบยอคโดม (fixed dome digester) (2) แบบฟลोटดรัม (floating drum digester) และ (3) แบบพลาสติกคลุมราง (plastic covered ditch) 2.บ่อหมักเร็วหรือบ่อบำบัดน้ำเสีย แบ่งได้เป็น 2 แบบหลัก คือ (1) แบบบรรจุตัวกลางในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic Filter) และ (2) แบบยูเอเอสบี (UASB หรือ Upflow Anaerobic Sludge Blanket) **ถังแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์**เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งของระบบบ่อหมักซึ่งได้รับความนิยมและถูกเผยแพร่ให้กับคนในชุมชนเนื่องจากมีต้นทุนในการก่อสร้างต่ำ สร้างง่าย มีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับการใช้พลังงานประจำวัน

ชุมชนบ้านท่าทองแดง ต.นาโบสถ์ อ.วังเจ้า จ.ตาก มีการใช้แก๊ส LPG สำหรับการหุงต้ม ประกอบอาหาร โดยเฉลี่ย 150 – 200 บาท/เดือน หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งชุมชน 60,000 – 80,000 บาท/เดือน โดยซื้อแก๊สจากร้านค้าที่เป็นตัวแทนจำหน่ายในชุมชน ประกอบกับชุมชนบ้านท่าทองแดงมีการประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์หลายประเภท เช่น โคขุน โคพื้นบ้าน หมูขุน หมูพื้นบ้าน และไก่ หากนำมูลสัตว์ต่าง ๆ เหล่านี้มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแก๊สชีวภาพโดยใช้เทคโนโลยีถังแก๊สชีวภาพเพื่อนำแก๊สที่ได้มาใช้ทดแทนหรือใช้ร่วมกับแก๊ส LPG สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มและประกอบอาหารก็จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงของคนในชุมชน รวมไปถึงมูลสัตว์ที่ได้จากการหมักยังสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับให้กับพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตได้อีกแนวทางหนึ่ง

ด้วยเหตุนี้คณะผู้ดำเนินโครงการจึงจัดทำโครงการ ฯ ดังกล่าว เพื่อถ่ายทอดและส่งเสริมให้คนในชุมชนมีความรู้ความสามารถในการสร้างและนำแก๊สชีวภาพมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและประยุกต์ใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือน ในชุมชนบ้านท่าทองแดง ต.นาโบสถ์ อ.วังเจ้า จ.ตาก

2.2 เพื่อลดปริมาณการใช้แก๊ส LPG สำหรับหุงต้มและประกอบอาหารในชุมชนกลุ่มเป้าหมาย

3. ทฤษฎีหรือกรอบแนวคิด (Conceptual Framework) ของการวิจัย

3.1 แก๊สชีวภาพ (สุชน ตั้งทวีวัฒน์, 2553) คือ ก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน ในขณะที่เกิดการย่อยสลายนั้น จะเกิดก๊าซขึ้นกลุ่มหนึ่งส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (Methane, CH₄) รองลงมาเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไนโตรเจน (N₂) ไฮโดรเจน (H₂) และก๊าซอื่น ๆ ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซที่มีมากที่สุด มี

คุณสมบัติไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและติดไฟได้ เบากว่าอากาศ แต่ที่มักกลิ่นเหม็นนั้นเกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) หรือ “ก๊าซไข่เน่า” ซึ่งเมื่อจุดไฟแล้วกลิ่นเหม็นจะหมดไป

3.2 ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ เพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ เป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียในสภาวะไร้ออกซิเจน ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์มีรายละเอียดโดยย่อ ดังนี้ สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ถูกย่อยสลายเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก โดยจุลินทรีย์ชนิดสร้างกรด เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดอะมิโน และกรดไขมัน เป็นต้น หลังจากนั้นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กจะถูกจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นกรดอะซิติก และก๊าซไฮโดรเจน จากนั้น จุลินทรีย์ชนิดสร้างมีเทน (Methane Producing Bacteria) จะย่อยสลาย และเปลี่ยนกรดอะซิติกและไฮโดรเจนให้เป็นก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นนี้จะลอยตัวขึ้นเหนือผิวน้ำ และกระจายสู่บรรยากาศหรือถูกรวบรวมนำไปใช้ผลิตพลังงานทดแทนต่อไป ตารางที่ 1 กลุ่มแก๊สที่เกิดจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (ธีระพล จินดาวงศ์, 2544)

ชนิดของแก๊ส	ปริมาณ
มีเทน (CH ₄)	50 – 60 %
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	25 – 35 %
ไนโตรเจน	2 – 7 %
ไฮโดรเจน	1 – 5 %
คาร์บอนมอนอกไซด์	เล็กน้อย
แก๊สอื่น ๆ	เล็กน้อย

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของแก๊สชีวภาพ (ธีระพล จินดาวงศ์, 2544)

ค่าความร้อนประมาณ	21 MJ/m ³ (CH ₄ 60 %) หรือ (5.96 kWh/m ³ (CH ₄ 60%))
ความเร็วเปลวไฟ	25 cm/s
อัตรา A/F ในทางทฤษฎี	6.19 m ³ /m ³ _g
อุณหภูมิเผาไหม้ในอากาศ	650°C
อุณหภูมิจุดติดไฟของ (CH ₄)	600°C
ค่าความจุความร้อน (C _p)	1.6 kJ/m ³ - °C
ความหนาแน่น (P)	1.15 kg/m ³

แก๊สชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรมีค่าความร้อนเทียบเท่า: ทดแทน (ธีระพล จินดาวงศ์, 2544)

แก๊สหุงต้ม (LPG)	0.46	กิโลกรัม
น้ำมันเบนซิน	0.67	ลิตร
น้ำมันดีเซล	0.60	ลิตร
น้ำมันเตา	0.55	ลิตร
ฟืนไม้	1.50	กิโลกรัม
ไฟฟ้า	1.2 - 2.0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง

3.3 ชนิดและแบบของบ่อแก๊สชีวภาพ (Biogas Plant) (สมชัย จันทร์สว่าง, 2551) บ่อแก๊สชีวภาพ แบ่งตามลักษณะการทำงาน ลักษณะของของเสียที่เป็นวัตถุดิบ และประสิทธิภาพ การทำงานได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ดังนี้

1. บ่อหมักก๊าซหรือบ่อหมักของแข็ง บ่อหมักก๊าซที่มีการสร้างใช้ประโยชน์กันและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป มี 3 แบบหลักคือ



A. แบบยอดโดม (fixed dome digester)



B. แบบฝาครอบลอย (floating drum digester) หรือแบบอินเดีย (Indian digester)



C. แบบพลาสติกคลุมราง (plastic covered ditch) หรือแบบปลั๊กโฟลว์ (plug flow digester)

1.1 บ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบถุงหมักพีวีซี (สุนตังทวีวัฒน์, 2553) เป็นบ่อหมักก๊าซอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นบ่อหมักที่มีความเหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อย โดยเลี้ยงสัตว์ (สุกร) ประมาณ 10 – 20 ตัว หรือเลี้ยงโคกระบือ 8 – 10 ตัว โดยมีปริมาตรบ่อรวม 7.8 m³ แยกเป็นส่วนของเหลว 5.9 m³ ก๊าซ 1.7 m³ สามารถผลิตก๊าซต่อวันได้ประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ของของเหลวหรือเท่ากับ 2 m³ ซึ่งเพียงพอต่อการนำก๊าซจำนวนนี้ไปใช้กับเตาหุงต้มจำนวน 2 เตา

2. บ่อหมักเร็วหรือบ่อบำบัดน้ำเสีย แบ่งได้เป็น 2 แบบหลัก คือ

2.1 แบบบรรจุตัวกลางในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic Filter) หรืออาจเรียกตามชื่อย่อว่า แบบเอเอฟ (AF) ตัวกลางที่ทำได้จากวัสดุหลายชนิด เช่น ก้อนหิน กรวด พลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ ไม่ได้ตัดเป็นท่อน เป็นต้น ในลักษณะของบ่อหมักเร็วแบบนี้ จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนบนตัวกลาง ที่ถูกตรึงอยู่กับที่แก๊สถูกเก็บอยู่ภายในพลาสติกที่คลุมอยู่เหนือราง มักใช้ไม้แผ่นทับเพื่อป้องกันแสงแดดและเพิ่มความดันแก๊ส

2.2 แบบยูเอเอสบี (UASB หรือ Upflow Anaerobic Sludge Blanket) บ่อหมัก เร็ว แบบนี้ใช้ตะกอนของสารอินทรีย์ (sludge) ที่เคลื่อนไหวภายในบ่อหมักเป็น ตัวกลางให้จุลินทรีย์เกาะ ลักษณะการทำงานของบ่อหมักเกิดขึ้น โดยการควบคุมความเร็วของน้ำเสียให้ไหลเข้าบ่อหมักจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ตะกอนส่วนที่เบาจะลอยตัว ไปพร้อมกับน้ำเสียที่ไหลล้นออกนอกบ่อ ตะกอนส่วนที่หนักจะจมลงก้นบ่อ

4. ขั้นตอนดำเนินการ

ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและการใช้งานบ่อหมักก๊าซชีวภาพระดับครัวเรือน ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน

4.1 ขั้นเตรียมการ ประกอบด้วย

1. ประชุมวิทยากรกระบวนการเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับอบรมให้ความรู้ โดยใช้อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. ติดต่อประสานงานและชี้แจงทำความเข้าใจในโครงการร่วมระหว่างทีมวิจัย คนในชุมชนและผู้ผู้นำในชุมชนที่ให้ความสนใจ
3. กลุ่มเป้าหมายที่เข้ารับการอบรม ประกอบด้วยคนในชุมชนผู้ที่ให้ความสนใจและผู้นำชุมชน จำนวน 35 คน

4. คัดเลือกผู้ที่มีความสนใจและมีความพร้อมผ่านการคัดสรรของทีมวิทยากร จำนวน 20 ครัวเรือน

5. จัดเตรียมเอกสารแผนพับสำหรับเผยแพร่และจัดเตรียมเอกสารการประเมินผลการอบรม

6. จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงอุปกรณ์สำหรับสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

รายการ	จำนวน
1. พลาสติกพีวีซีความหนา 0.25 มม. กว้าง 1.8 เมตร ยาว 6 เมตร	3 ผืน
2. กาวพีวีซีตราสิงห์	1 กระป๋อง
3. ท่อพีวีซีขนาด 4 นิ้ว ยาว 1.5 เมตร	2 ท่อน
4. ช้องพีวีซีเกลียวใน ขนาด 1 นิ้ว	1 ตัว
5. ช้องพีวีซีเกลียวนอกขนาด 1 นิ้ว	1 ตัว
6. แผ่นยางขนาดรูใน 1 นิ้ว	2 ตัว
7. ท่อพีวีซี ขนาด 1 นิ้ว	15-25 เมตร
8. ท่อพีวีซี ขนาด 1 นิ้ว	2 ท่อน
9. ช้องขนาด 1 นิ้ว	2 ตัว
10. ช้องขนาด 1 นิ้วลด 6 หุน	2 ตัว
11. สามทางขนาด 1 นิ้วลด 6 หุน	2 ตัว
12. สามทางขนาด 6 หุน	2 ตัว
13. กาวทาท่อพีวีซี	1 กระป๋อง
14. วาล์วน้ำ 6 หุน	3 ตัว
15. หัวแก๊ส	1 หัว
16. ท่อเหล็ก 6 หุน	60 ซม.
17. ท่อซีเมนต์ ขนาด 80 ซม.	1 วง
18. ปูนซีเมนต์	1 ถุง
19. ทราย	2 กระสอบปุย

4.2 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการสร้างและใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือน โดยทีมวิจัยได้ออกแบบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ จำนวน 3 วัน ประกอบด้วย

1. อบรมให้ความรู้พื้นฐานแก๊สชีวภาพและสาธิตขั้นตอนการสร้างบ่อหมัก รวมไปถึงการให้ความรู้พื้นฐานการนำมูลสัตว์ที่ได้จากการย่อยสลายในบ่อหมักไปใช้สำหรับการเกษตร



รูปที่ 2 แสดงการอบรมความรู้พื้นฐานแก๊สชีวภาพและสาธิตขั้นตอนการสร้างบ่อหมัก

2. ฝึกปฏิบัติการติดตั้งระบบในพื้นที่ทดสอบ
3. ปฏิบัติการติดตั้งจริงในพื้นที่ของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นตัวแทน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 จัดเตรียมพื้นที่ โดยพื้นที่ที่จะทำการสร้างบ่อหมักมีขนาดกว้างด้านบน 2 เมตร ยาว 4 เมตร ลึก 1 เมตร ส่วนด้านล่างกว้าง 1.8 เมตร ยาว 3.8 เมตร และจัดทำบ่อเดิมให้สูงกว่าบ่อล้นประมาณ 5 – 10 เซนติเมตร



รูปที่ 3 แสดงการเตรียมพื้นที่สำหรับวางถุงหมักแก๊สชีวภาพ

3.2 ประกอบถุงหมักพีวีซี ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 ตัดพลาสติกพีวีซีที่มีขนาดกว้าง

1.8 เมตร ยาว 6 เมตร จำนวน 3 ชิ้น

ขั้นตอนที่ 2 วางพลาสติกที่ตัดแล้วทั้ง 3 ชิ้น

ตามแนวยาว ให้ด้านข้างทับกันประมาณ 3 นิ้ว จากนั้นติดพลาสติกเข้าด้วยกันด้วยกาวพีวีซี ใช้มีดกรีดบริเวณที่ทากาวเบาๆ เพื่อย้ำให้พลาสติกติดกันแน่นขึ้น



รูปที่ 4 แสดงถุงที่ทำทากาวและพร้อมในการติดตั้งชุดส่งก๊าซ

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อติดกาวครบทั้ง 3 ชิ้นแล้ว

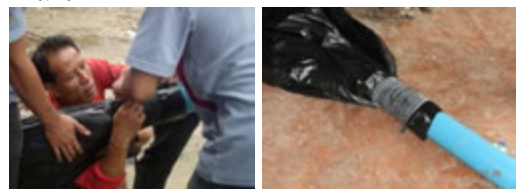
ถุงที่ได้จะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกให้ติดชุดส่งก๊าซจากตัวถุง โดยเลือกบริเวณที่จะติดให้อยู่ส่วนกลางของถุง พับถุงเป็นรูปสามเหลี่ยมแล้วตัดด้วยกรรไกรกว้าง 1 ซม. จากนั้นติดชุดส่งก๊าซให้เกลียวในพีวีซีอยู่ด้านในถุง และเกลียวนอกเพื่อสำหรับต่อกับสายส่งก๊าซอยู่ด้านนอก



รูปที่ 5 แสดงการติดชุดส่งก๊าซ

ขั้นตอนที่ 4 ผูกท่อพีวีซีขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ความยาว 1.5 เมตร ที่ปลายทั้งสองของถุงแล้วรัดด้วยยางในรถจักรยานยนต์เก่า ให้ปลายของท่อพีวีซีเข้าไปในถุง 1 เมตร



รูปที่ 6 แสดงการผูกท่อพีวีซีด้วยยางในรถจักรยานยนต์

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบการรั่วของถุงด้วยไอเสีย

จากรถยนต์ โดยการสอดปลายท่อเข้าที่ปลายท่อไอเสีย ส่วนปลายท่ออีกข้างปิดด้วยถุงพลาสติกเพื่อป้องกัน ลมออก เป่าลมประมาณจนกระทั่งถุงพองตัวขึ้น



รูปที่ 7 แสดงทดสอบรอยรั่วด้วยไอเสียจากรถยนต์

ขั้นตอนที่ 6 ทำรางสำหรับวางท่อทางเข้า

ของมูลและทางออกสำหรับบ่อล้น ขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร เอียง 45 – 50 องศา



รูปที่ 8 แสดงการทำรางสำหรับวางท่อทางเข้าของมูลและบ่อล้น

ขั้นตอนที่ 7 นำถุงลงหลุมจัดวางถุงให้ดี ต่อ

สายยางเข้ากับชุดต่อส่งก๊าซที่ถุงแล้วเติมน้ำให้ท่วมปลายท่อด้านในของถุงทั้งสองด้าน แกะพลาสติกที่มัดปลายท่อพีวีซีทั้งสองด้านออก



รูปที่ 9 แสดงการนำถุงลงหลุมและการเติมน้ำเข้าสู่ถุงหมัก

ขั้นตอนที่ 8 ทำบ่อหรือรางทางเข้าของมูล

และบ่อล้น ที่ปลายท่อพีวีซีทั้งสองด้าน



รูปที่ 10 แสดงการทำบ่อทางเข้าของมูลและบ่อล้นทางออก

ขั้นตอนที่ 9 ประกอบสายส่งก๊าซ ระยะทางไม่เกิน 50 เมตร (เนื่องจากระยะทางที่ห่างกันของบ่อหมักกับแหล่งใช้งานจะทำให้แรงดันก๊าซน้อยลง) พร้อมทั้งติดตั้งขวดปรับแรงดันและดักน้ำ



รูปที่ 11 แสดงการประกอบสายส่งก๊าซ พร้อมทั้งติดตั้งขวดปรับแรงดันและดักน้ำ

ขั้นตอนที่ 10 ติดตั้งท่อส่งก๊าซและวาล์วควบคุมก๊าซบริเวณใกล้เคียงกับเตาหุงต้ม



รูปที่ 12 แสดงการติดตั้งท่อส่งก๊าซและวาล์วควบคุมก๊าซ

ขั้นตอนที่ 11 หลังจากติดตั้งระบบจนแล้วเสร็จ ทั้งระบบไว้ 1 วัน และทำการเติมมูลสัตว์สด จำนวน 35 – 40 ปิบ (700 – 800 กก.) ขึ้นอยู่กับปริมาณมูลสัตว์ที่มีสะสมอยู่ภายในคอกเลี้ยง และทิ้งให้เกิดแก๊สซึ่งอยู่ระหว่าง 10 – 15 วัน ทำการทำการทดสอบจุดติดเพื่อทดสอบการเกิดแก๊ส หลังจากเริ่มมีแก๊สภายในระบบทำการเติมมูลสัตว์สด วันละประมาณ 1 ปิบ โดยผสมน้ำอัตราส่วน 1:1 ถึง 1:4

4.3 การติดตามและประเมินผลสำเร็จของโครงการ ประกอบด้วย

1. การประเมินผลหลังฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้าร่วมอบรม ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป และความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม

2. การประเมินผลสำเร็จของโครงการ โดยทีมวิจัยจะทำการลงพื้นที่ติดตามและเก็บข้อมูลปริมาณการใช้แก๊สชีวภาพที่ผลิตได้และเทียบเป็นค่าใช้จ่ายด้านแก๊สหุงต้มที่ลดลง พุดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อรับทราบปัญหาจากการใช้งานและให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหา รวมไปถึงการติดตามการนำความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมไปใช้ขยายผลให้กับผู้ที่ให้ความสนใจ

4.4 รูปแบบในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งส่วนในการวิเคราะห์ ออกเป็น 1.ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปและสถานะผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมใช้สถิติค่าร้อยละ 2.ผลการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ ประเมินผลโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบบกำหนดตัวเลขแทนคุณลักษณะ 5 ระดับ และใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และประมวลผลสำเร็จของโครงการโดยใช้สถิติค่าร้อยละ

5. ผลการดำเนินการ

5.1 ผลการอบรมเชิงปฏิบัติการเทคโนโลยีการสร้างและใช้งานแก๊สชีวภาพฯ

1. สถานะภาพผู้เข้ารับการฝึกอบรมฯ

ชุมชนบ้านท่าทองแดง ที่เข้ารับการอบรม จำนวน 30 คน ด้านเพศและอายุ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุระหว่าง 31 - 40 ปี รองลงมาอายุอยู่ในช่วง 41 - 50 ปี ด้านอาชีพ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพ เกษตรกร ด้านการศึกษา ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบระดับประถมศึกษา รองลงมาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้านรายได้ ส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ระหว่าง 1,001 - 2,000 บาท รองลงมาไม่มีรายได้ อยู่ระหว่าง 3,001 - 4,000 บาท

2. ความพึงพอใจจากการฝึกอบรมฯ

จากการอบรมให้ความรู้พื้นฐานแก๊สชีวภาพ ขั้นตอนการสร้างและการใช้งานบ่อหมัก และใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการฝึกอบรม พบว่า การประเมินผลด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในเกณฑ์สูงสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.42, SD 0.84) รองลงมาคือ ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร (ค่าเฉลี่ยรวม 4.36, SD 0.75) ส่วนการประเมินผลข้อมูลด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ต่ำสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.28, SD 0.77) ซึ่งแยกเป็นข้อมูลต่าง ๆ ดังตารางที่ 4 ตารางที่ 4 ข้อมูลวัดความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในโครงการ

รายการ		ค่าเฉลี่ย	SD
ด้านวิทยากร		4.34	0.79
1	การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมีความชัดเจน	4.57	0.71
2	ความสามารถในการอธิบายเนื้อหา	4.33	0.74
3	การเชื่อมโยงเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.17	0.84
4	มีความครบถ้วนของเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.67	0.74
5	การใช้เวลาตามที่กำหนดไว้	4.07	0.93
6	การตอบข้อซักถามในการฝึกอบรม	4.27	0.78
ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร		4.36	0.75
1	สถานที่สะอาดและมีความเหมาะสม	4.33	0.74
2	ความพร้อมของอุปกรณ์สันทนาการ	4.5	0.70
3	ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	4.23	0.80
ด้านความรู้ความเข้าใจ		4.42	0.84
1	ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ก่อนการอบรม	3.97	1.03
2	ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้หลังการอบรม	4.8	0.82
3	สามารถบอกประโยชน์ได้	4.23	0.80
4	สามารถบอกข้อดีได้	4.53	0.70
5	สามารถอธิบายรายละเอียดได้	4.17	0.84
6	สามารถสร้างและทำเรื่องนี้ได้ด้วยตนเอง	4.83	0.84
ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		4.28	0.77
1	สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้	4.37	0.73
2	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดแก่ชุมชนได้	4.27	0.78
3	สามารถให้คำปรึกษาแก่เพื่อนร่วมงานได้	4.3	0.76
4	มีความมั่นใจและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้	4.2	0.82

หมายเหตุ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535 ;111)

4.51-5.00 หมายถึง มีระดับค่าการประเมินมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง มีระดับค่าการประเมินมาก

2.51-3.50 หมายถึง มีระดับค่าการประเมินปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง มีระดับค่าการประเมินน้อย

5.2 ผลการประเมินความสำเร็จของโครงการ

หลังจากการอบรมให้ความรู้พื้นฐานและฝึกอบรมขั้นตอนการสร้างและการใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพ คณะผู้วิจัยได้ติดตามประเมินความสำเร็จของโครงการ โดยวิเคราะห์ผลจากผู้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถนำวัสดุอุปกรณ์สำหรับสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพที่ได้จากคณะผู้วิจัยไปติดตั้งระบบได้ด้วยตนเอง และผลจากการเก็บข้อมูลปริมาณการผลิตแก๊สชีวภาพและการใช้งาน พบว่า อัตราการเติมมูลสัตว์ (โคหรือสุกร) ในอัตราส่วน 10 – 15 ลิตร/วัน หรือ 1 – 1.5 ปีบ/วัน สามารถผลิตแก๊สชีวภาพและใช้ทดแทนแก๊ส LPG สำหรับหุงต้มและประกอบอาหารได้โดยเฉลี่ย 1.8 – 2.0 ชั่วโมง/วัน/ครัวเรือน คิดเป็น 180 – 200 บาท/เดือน/ครัวเรือน รวม 10 ครัวเรือนคิดเป็น 1,800 – 2,000 บาท/เดือน หรือ 21,600 – 24,000 บาท/ปี และกลุ่มผู้ใช้บ่อหมักแก๊สชีวภาพยังนำมูลสัตว์ที่ได้จากหลังจากการหมักไปใช้เป็นปุ๋ยสำหรับเพิ่มผลผลิตให้กับพืชผลทางการเกษตร อีกทั้ง จากความสำเร็จในการสร้างและใช้งานของกลุ่มตัวแทนบ่อหมักแก๊สชีวภาพยังผลให้คนในชุมชนแจ้งความจำนงค์ต้องการใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพเพิ่มขึ้น โดยมีแนวทางในการขยายผล คือ คณะผู้วิจัยจะทำการอบรมให้ความรู้เพิ่มเติมกับผู้สนใจโดยใช้กลไกที่เลี้ยงคือผู้ที่ได้รับการอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งแรกมาเป็นผู้ช่วยในการอบรมสำหรับรุ่นต่อไปเพื่อสร้างความยั่งยืนให้เกิดขึ้นในชุมชน ส่วนกรณีค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อหมักทางทีมวิจัยและคนในชุมชนที่มีความต้องการจะร่วมกันออกค่าใช้จ่ายครั้งต่อครั้ง เพื่อสร้างจิตสำนึกต่อความเป็นเจ้าของ

6. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือน ทำให้คนในชุมชนสามารถเข้าใจหลักการพื้นฐานและการประยุกต์ใช้บ่อหมักแก๊สชีวภาพเพื่อนำแก๊สชีวภาพที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือน โดยมีผู้เข้าร่วมฝึกอบรม จำนวน 35 คน จาก 30 ครัวเรือน ได้ตัวแทนครัวเรือนต้นแบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพ จำนวน 20 ครัวเรือน จากผลการดำเนินงานด้านการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า ด้านความพอใจ อยู่ในเกณฑ์ดีมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยรวม 4.69, SD=0.61 และผลการติดตามและประเมินผลสำเร็จของโครงการ พบว่า บ่อหมักแก๊สที่ทำการติดตั้งสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ทุกบ่อและนำไปใช้ทดแทนแก๊ส LPG สำหรับหุงต้มและประกอบอาหารได้โดยเฉลี่ย 1.5 – 1.8 ชั่วโมง/วัน/ครัวเรือน คิดเป็น 180 – 200 บาท/เดือน รวม 10 ครัวเรือน คิดเป็น 1,800 – 2,000 บาท/เดือน มีต้นทุนในการสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ 3,000 บาท/บ่อ มีต้นทุนในการสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ 3,000 บาท/บ่อ และมีระยะเวลาคืนทุน 1.39 ปี หรือ 17 เดือน ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ทุกคนและมีการนำมูลสัตว์ที่ได้จากการหมักไปใช้ประโยชน์ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในทุกครัวเรือน

6.2 ข้อเสนอแนะ

ถุงหมักแก๊สชีวภาพถูกกัดแทะจากจิ้งหรีดทำให้เกิดการรั่วไหลของแก๊ส ดังนั้นควรมีการใช้อุปกรณ์ในการคลุมถังหมักหรือใช้ตาข่ายล้อมรอบเพื่อป้องกันจิ้งหรีด

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินงานวิจัยขอกราบขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนทุนวิจัย ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชีระพล จินดาวงศ์. 2544. การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนในระบบแก๊สชีวภาพของฟาร์มสุกร. ปริญญามหาบัณฑิต เศรษฐศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] บุญชม ศรีสะอาด. 2535. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวิริยาสาน.
- [3] สมชัย จันทรสว่าง. 2551. เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพ. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [4] สุชน ตั้งทวีพัฒน์. 2553. การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและเป็นพลังงานสำหรับใช้ในครัวเรือน. คลินิกเทคโนโลยี ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 6