โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือน ในชุมชนบ้านท่าทองแดง จ.ตาก

Technology Transfer on Construction and Using Biogas for Household in Ban Tatongdang, Tak Province

ยุธนา ศรีอุดม[1]* และ อนุรัตน์ เทวตา[2]

[1,2]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดตาก 63000

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือน ให้มีความรู้ความสามารถในการสร้างและประยุกต์ใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพจากมูลโคและสุกรเพื่อนำแก๊สที่ได้ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนแก๊ส LPG สำหรับหุงต้มและประกอบอาหารในครัวเรือน โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 การเตรียมการและชี้แจงทำความเข้าใจ ช่วงที่ 2 การดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ และ ช่วงที่ 3 การติดตาม และประเมินผลสำเร็จของโครงการ โดยมีผู้เข้าร่วมฝึกอบรม จำนวน 30 คน ได้ตัวแทนครัวเรือนต้นแบบ จำนวน 10 ครัวเรือน จากการประเมินผลการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการโดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ พบว่า การประเมินผลด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในเกณฑ์สูงสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.42, S.D. 0.84) รองลงมา คือ ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร (ค่าเฉลี่ยรวม 4.36, S.D. 0.75) และการประเมินผลข้อมูลด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ต่ำสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.28, S.D. 0.77) ส่วนการประเมินผลสำเร็จของโครงการ พบว่า บ่อหมักแก๊สที่ทำการติดตั้งสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ทุกบ่อและนำไปใช้ทดแทนแก๊ส LPG ได้โดยเฉลี่ย 1.8-2 ชั่วโมง/วัน/ครัวเรือน คิดเป็น 180-200 บาท/เดือน/ครัวเรือน มีต้นทุนในการสร้างบ่อหมัก 3,000 บาท/บ่อ และมีระยะเวลาคืนทุน 1.38 ปี

Abstract

This research aimed to transfer technology of biogas digester construction for applying the biogas in household. The villagers were instructed and trained about biogas digester construction for applying the biogas produced from cow and pig manure. The produced biogas was used as alternative fuel for cooking in household to replace LPG. 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. The number of biogas digester pilot household was 10. From the project evaluation by using the five-rating scale questionnaire, 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 application ($\bar{x}$ = 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 about 1.8-2 hrs/a day/a household. They can save the expenditure about 180-200 Baht/a month/a household. The biogas digester construction cost was about 3,000 Baht/a household. So, the payback period was 1.38 years.

คำสำคัญ : แก๊สชีวภาพ การถ่ายทอดเทคโนโลยี

Keywords : Biogas, Technology Transfer

* *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ num_kmutt@hotmail.com โทร. 0 5554 1458, 08 4483 1435*

1. บทนำ

ในปัจจุบัน พลังงานทดแทนเป็นเรื่องที่ผู้คนให้ความสนใจศึกษาเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานแก๊สโซฮอลล์ พลังงานจากชีวมวล และพลังงานจากแก๊สชีวภาพ ซึ่งพลังงานเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ทดแทนพลังงานหลัก คณะผู้ดำเนินโครงการจะทำการศึกษาพลังงานทดแทนในรูปของแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์ที่มีในชุมชน การที่คณะผู้ดำเนินโครงการเลือกใช้มูลสัตว์เนื่องจากในปัจจุบันชุมชนบ้านท่าทองแดง ประกอบอาชีพในการเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะโค กระบือ และหมูเป็นจำนวนมากซึ่งมูลสัตว์ที่นำไปใช้ประโยชน์มีเพียงเล็กน้อยที่เหลือจะปล่อยทิ้งไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมูลสัตว์เหล่านั้นส่งผลทำให้เกิดปัญหาทางด้านมลภาวะสิ่งแวดล้อมทั้งทางน้ำและอากาศ ส่งผลต่อสุขภาพและชีวิตความเป็นอยู่ เช่น ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค ทำให้แม่น้ำลำคลองเน่าเสีย นับวันปัญหาเหล่านี้จะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น หากยังไม่เร่งดำเนินการจัดการกับของเสียเหล่านี้อย่างจริงจัง ก็อาจจะก่อให้เกิดปัญหาที่รุนแรงตามมาได้ในอนาคต

จากปัญหาดังกล่าว ทางคณะผู้ดำเนินโครงการมีความเห็นว่ามูลสัตว์เหล่านั้นส่วนใหญ่เป็นของเสียประเภทอินทรีย์ หากทำการกำจัดโดยระบบชีวภาพ (แบบไม่ใช้อากาศ) นั้น จะมีผลิตผลพลอยได้เป็นแก๊สชีวภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ แก๊สมีเทน โดยปริมาณแก๊สมีเทนที่ได้จากมูลโคอยู่ระหว่าง 0.1-0.3 ลบ.ม./กก. ส่วนสุกรอยู่ระหว่าง 0.4-0.5 ลบ.ม./กก. (สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, 2553) แก๊สมีเทนนี้สามารถติดไฟได้ ดังนั้น จึงสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้

ชุมชนบ้านท่าทองแดง ต.นาโบสถ์ อ.วังเจ้า จ.ตาก มีการใช้แก๊ส LPG สำหรับการหุงต้มประกอบอาหาร โดยเฉลี่ย 150-200 บาท/เดือน หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งชุมชน 60,000-80,000 บาท/เดือน โดยซื้อแก๊สจากร้านค้าที่เป็นตัวแทนจำหน่ายในชุมชนหรือจากตัวแทนจำหน่ายที่อยู่ภายนอกชุมชน ประกอบกับชุมชนบ้านท่าทองแดงมีการประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์หลายประเภท เช่น โคขุน โคพื้นบ้าน หมูขุน หมูพื้นบ้าน และไก่ หากนำมูลสัตว์ต่าง ๆ เหล่านี้มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอแก๊สเพื่อใช้ทดแทนหรือใช้ร่วมกับแก๊ส LPG สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มและประกอบอาหารก็จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงของคนใน 2 ชุมชน รวมไปถึงมูลสัตว์ที่ได้จากการหมักยังสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับให้กับพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตได้อีกแนวทางหนึ่ง

ด้วยเหตุนี้คณะผู้ดำเนินโครงการจึงจัดทำโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือนในชุมชน เพื่อให้ชุมชนนำแก๊สชีวภาพมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนหรือเสริมสำหรับการหุงต้มและประกอบอาหาร นอกจากนี้ ยังเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดปัญหามลภาวะได้อีกทางหนึ่ง

1.1 วัตถุประสงค์

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

2. เพื่อลดปริมาณการใช้แก๊ส LPG สำหรับหุงต้มและประกอบอาหารในชุมชนกลุ่มเป้าหมาย

1.2 ทฤษฎีหรือกรอบแนวคิด (Conceptual Framework) ของการวิจัย

1. แก๊สชีวภาพ (จตุพร แก้วอ่อน และคณะ, 2548) คือ แก๊สที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในสภาวะไร้อากาศ องค์ประกอบหลักของแก๊สชีวภาพประกอบด้วย มีเทน (CH_4) ประมาณ 60-70% คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30-40% ไฮโดรเจน ประมาณ 5-10% และแก๊สอื่น ๆ เช่น ไนโตรเจน ประมาณ (N_2) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ประมาณ 1-2% ขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์สภาวะปราศจากออกซิเจน (Anaerobic Digester) ขบวนการย่อยสลาย ประกอบด้วย 3 ขบวนการด้วยกัน คือ

ขั้นตอนที่ 1 Liquefaction ในขั้นตอนนี้สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น ไขมัน เซลลูโลส และโปรตีน จะถูกย่อยสลายให้มีโมเลกุลขนาดเล็กลงเสียก่อน เนื่องจากแบคทีเรียไม่สามารถจะย่อยสลายได้ทันที ในการย่อยสลายนี้แบคทีเรียจะส่งน้ำย่อยออกมานอกเซลล์หรือเรียกขั้นตอนนี้ว่า Hydrolysis ทำให้โมเลกุลใหญ่ถูกทำให้แตกตัวเป็นโมเลกุลเล็กลง

ขั้นตอนที่ 2 Acidification ขั้นตอนนี้เป็นการยากที่จะแยกจากขั้นตอนแรก เพราะว่าโมเลกุลของสารอินทรีย์บางชนิดจะถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรียได้โดยตรงโดยไม่ต้องทำให้เกิดการแตกตัวก่อน จะทำการย่อยสลายโมเลกุลที่แตกตัวจากขั้นตอนแรกให้เป็น กรดอินทรีย์ (Organic Acids) ซึ่งได้แก่ กรดอินทรีย์ที่มีคาร์บอนซึ่งมีจำนวนอะตอมน้อยกว่า 6 อะตอม เช่น Aceticacids, Propionic Acids, Butyric Acids เป็นต้น แบคทีเรียซึ่งทำหน้าที่ในขั้นตอนนี้ เรียกว่า จุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรด (Acids Formers Bacteria)

ขั้นตอนที่ 3 Mechanization จากขั้นตอนที่สอง กรดอินทรีย์จะถูกย่อยสลายอีกครั้งหนึ่ง ทำให้เกิดแก๊สมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สอื่นโดยแบคทีเรียที่ย่อยสลายในขั้นตอนนี้ เรียกว่า Methane Formers Bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic Condition)

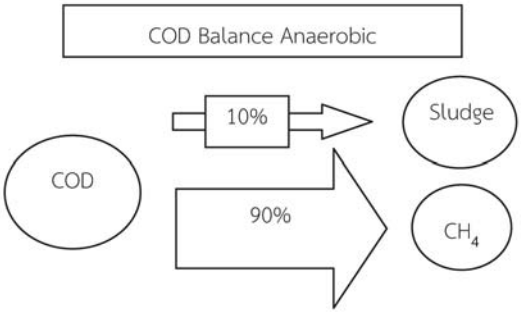
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550) ได้ศึกษาสมการเพื่อคำนวณหาปริมาณแก๊สมีเทน (CH_4) ที่เกิดจากกระบวนการไร้ออกซิเจนได้จากสมการ

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

จะเห็นว่าทุก ๆ 1 โมล ของมีเทน (22.4 L, O ^{o}C) จะถูกทำลายโดยออกซิเจน 2 โมล (หรือ 64 กรัม)

ดังนั้น 1 g COD ที่ถูกกำจัด = 0.35 L CH_4 (ที่ O ^{o}C, 1 atm)

หรือ 1 g COD ที่ถูกกำจัด = 0.395 L CH_4 (ที่ 35 ^{o}C, 1 atm)



รูปที่ 1 แสดงการย่อยสลาย COD ในน้ำเสียด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน

ตารางที่ 1 กลุ่มแก๊สที่เกิดจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ (ธีระพล จินดาวงศ์, 2544)

ชนิดของแก๊ส	ปริมาณ
มีเทน (CH_4)	50-60%
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	25-35%
ไนโตรเจน	2-7%
ไฮโดรเจน	1-5%
คาร์บอนมอนนอกไซด์	เล็กน้อย
แก๊สอื่น ๆ	เล็กน้อย

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของแก๊สชีวภาพ (ธีระพล จินดาวงศ์, 2544)

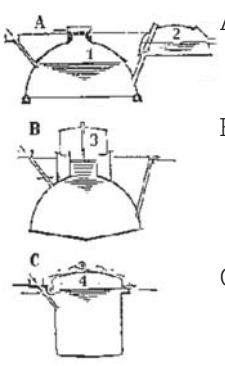
ค่าความร้อนประมาณ	21 MJ/m^3 (CH_4 60%)
ความเร็วเปลวไฟ	25 cm/s
อัตรา A/F ในทางทฤษฎี	6.19 m^3a/m^3g
อุณหภูมิเผาไหม้ในอากาศ	650 °C
อุณหภูมิจุดติดไฟของ (CH_4)	600 °C
ค่าความจุความร้อน (C_p)	1.6 kJ/m^3- °C
ความหนาแน่น (P)	1.15 kg/m^3

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

1) ชนิดและแบบของบ่อแก๊สชีวภาพ (Biogas Plant) (สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551) บ่อแก๊สชีวภาพแบ่งตามลักษณะการทำงาน ลักษณะของของเสียที่เป็นวัตถุดิบ และประสิทธิภาพ การทำงานได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ดังนี้

1. บ่อหมักช้าหรือบ่อหมักของแข็งบ่อหมักช้าที่มีการสร้างใช้ประโยชน์กันและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป มี 3 แบบหลัก คือ



A. แบบยอดโดม (Fixed Dome Digester)

B. แบบฝาครอบลอย (Floating Drum Digester) หรือแบบอินเดีย (Indian Digester)

C. แบบพลาสติกคลุมราง (Plastic Covered Ditch) หรือแบบปลั๊กโฟลว์ (Plug Flowdigester)

2. บ่อหมักเร็วหรือบ่อบำบัดน้ำเสีย แบ่งได้เป็น 2 แบบหลัก คือ

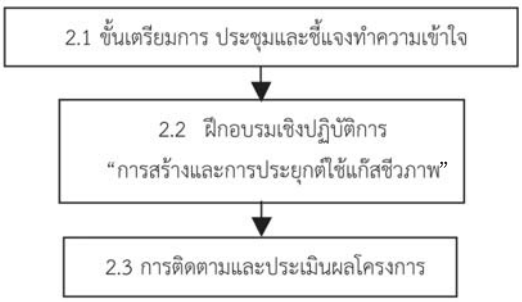
A. แบบบรรจุตัวกลางในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic Filter) หรืออาจเรียกตามชื่อย่อว่า แบบเอเอฟ (AF) ตัวกลางที่ทำได้จากวัสดุหลายชนิด เช่น ก้อนหิน กรวด พลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ ไม้ไผ่ตัดเป็นท่อน เป็นต้น ในลักษณะของบ่อหมักเร็วแบบนี้ จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนบนตัวกลาง ที่ถูกตรึงอยู่กับที่แก๊สถูกเก็บอยู่ภายในพลาสติกที่คลุมอยู่เหนือราง มักใช้ไม้แผ่นทับเพื่อป้องกันแสงแดดและเพิ่มความดันแก๊ส

B. แบบยูเอเอสบี (UASB หรือ Upflow Anaerobic Sludge Blanket) บ่อหมัก เร็วแบบนี้ ใช้ตะกอนของสารอินทรีย์ (sludge) ที่เคลื่อนไหวภายในบ่อหมักเป็นตัวกลางให้จุลินทรีย์เกาะ ลักษณะการทำงานของบ่อหมักเกิดขึ้น โดย

การควบคุมความเร็วของน้ำเสียให้ไหลเข้าบ่อหมักจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ตะกอนส่วนที่เบาจะลอยตัวไปพร้อมกับน้ำเสียที่ไหลล้นออกนอกบ่อ ตะกอนส่วนที่หนักจะจมลงก้นบ่อ

2. ขั้นตอนดำเนินการ

ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและการใช้งานบ่อหมักก๊าซชีวภาพระดับครัวเรือน ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

2.1 ขั้นเตรียมการ ประกอบด้วย

1) ประชุมวิทยากรกระบวนการเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับอบรมให้ความรู้ โดยใช้อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก

2) ติดต่อประสานงานและชี้แจงทำความเข้าใจในโครงการร่วมระหว่างทีมวิจัย คนในชุมชนและผู้นำในชุมชนที่ให้ความสนใจ

3) กลุ่มเป้าหมายที่เข้ารับการอบรม ประกอบด้วย คนในชุมชนผู้ที่ให้ความสนใจและผู้นำชุมชน จำนวน 30 คน

4) คัดเลือกผู้ที่มีความสนใจและมีความพร้อมผ่านการคัดสรรของทีมวิทยากร จำนวน 10 ครัวเรือน

5) จัดเตรียมเอกสารแผ่นพับสำหรับเผยแพร่และจัดเตรียมเอกสารการประเมินผลการอบรม

6) จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงอุปกรณ์สำหรับสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ (สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, 2553)

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. ข้องอพีวีซีเกลียวใน ขนาด 1 นิ้ว	1 ตัว
5. ข้องอพีวีซีเกลียวนอก ขนาด 1 นิ้ว	1 ตัว
6. แผ่นยาง ขนาดรูใน 1 นิ้ว	2 ตัว
7. ท่อพีอี ขนาด 1 นิ้ว	15-25 เมตร
8. ท่อพีวีซี ขนาด 1 นิ้ว	2 ท่อน
9. ข้องอ ขนาด 1 นิ้ว	2 ตัว
10. ข้องอ ขนาด 1 นิ้วลด 6 หุน	2 ตัว
11. สามทาง ขนาด 1 นิ้วลด 6 หุน	2 ตัว
12. สามทาง ขนาด 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 กระสอบปุ๋ย

2.2 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการสร้างและใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือน

ทีมวิจัยได้ออกแบบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ จำนวน 3 วัน ประกอบด้วย

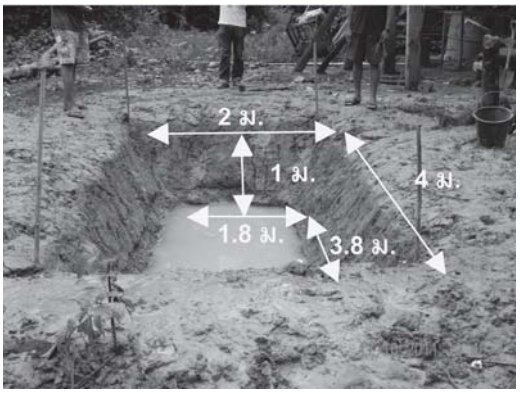
1) อบรมให้ความรู้พื้นฐานแก๊สชีวภาพและสาธิตขั้นตอนการสร้างบ่อหมัก รวมไปถึงการให้ความรู้พื้นฐานการนำมูลสัตว์ที่ได้จากการย่อยสลายในบ่อหมักไปใช้สำหรับการเกษตร

รูปที่ 2 แสดงการอบรมความรู้พื้นฐานแก๊สชีวภาพและสาธิตขั้นตอนการสร้างบ่อหมัก

1) ฝึกปฏิบัติการติดตั้งระบบในพื้นที่ทดสอบ

2) ปฏิบัติการติดตั้งจริงในพื้นที่ของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นตัวแทน

ก. จัดเตรียมพื้นที่ โดยพื้นที่ที่จะทำการสร้างบ่อหมัก ควรมีขนาดกว้างด้านบน 2 เมตร ยาว 4 เมตร ลึก 1 เมตร ส่วนด้านล่างกว้าง 1.8 เมตร ยาว 3.8 เมตร



รูปที่ 3 แสดงการจัดเตรียมพื้นที่สำหรับวางถุงหมักแก๊สชีวภาพ

ข. ประกอบถุงหมักพีวีซี ประกอบด้วย

ข.1 ตัดพลาสติกพีวีซีที่มีขนาดกว้าง 1.8 เมตร ยาว 6 เมตร จำนวน 3 ชิ้น

ข.2 วางพลาสติกที่ตัดแล้วทั้ง 3 ชิ้น ตามแนวยาว ให้ด้านข้างทับกันประมาณ 3 นิ้ว จากนั้นติดพลาสติกเข้าด้วยกันด้วยกาวพีวีซี ใช้มือกดรีดบริเวณที่ทากาวเบา ๆ เพื่อย้ำให้พลาสติกติดกันแน่นขึ้น

รูปที่ 4 แสดงถุงที่ทำการทากาวและพร้อมในการติดตั้งชุดส่งแก๊ส

ข.3 เมื่อติดกาวครบทั้ง 3 ชิ้นแล้ว ถุงที่ได้จะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกให้ติดชุดส่งแก๊สจากตัวถุง โดยเลือกบริเวณที่จะติดให้อยู่ส่วนกลางของถุง พับถุงเป็นรูปสามเหลี่ยมแล้วตัดด้วยกรรไกรกว้าง 1 ซ.ม. จากนั้นติดชุดส่งแก๊สให้เกลียวในพีวีซีอยู่ด้านในถุง และเกลียวนอกพีอีสำหรับต่อกับสายส่งแก๊สอยู่ด้านนอก

รูปที่ 5 แสดงการติดชุดส่งแก๊ส

ข.4 ผูกท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ความยาว 1.5 เมตร ที่ปลายทั้งสองของถุงแล้วรัดด้วยยางในรถจักรยานยนต์เก่า ให้ปลายของท่อพีวีซีเข้าไปในถุง 1 เมตร

รูปที่ 6 แสดงการผูกท่อพีวีซีด้วยยางในรถจักรยานยนต์

ข.5 ทดสอบการรั่วของถุงด้วยไอเสียจากรถยนต์ โดยการสอดปลายท่อเข้าที่ปลายท่อไอเสีย ส่วนท่ออีกฝั่งหนึ่งและทางเดินของท่อแก๊สให้ปิดด้วยถุงพลาสติกเพื่อป้องกันลมออก เป่าลมประมาณ 5-10 นาทีถุงจะพองตัวขึ้น

รูปที่ 7 แสดงทดสอบรอยรั่วด้วยไอเสียจากรถยนต์

ข.6 ทำรางสำหรับวางท่อทางเข้าของมูลและทางออกสำหรับบ่อล้น

รูปที่ 8 แสดงการทำรางสำหรับวางท่อทางเข้าของมูลและบ่อล้น

ข.7 นำถุงลงหลุมจัดวางถุงให้ดี ต่อสายยางเข้ากับชุดต่อส่งแก๊สที่ถุง แล้วเติมน้ำให้ท่วมปลายท่อด้านในของถุงทั้งสองด้าน แกะพลาสติกที่มัดปลายท่อพีวีซีทั้งสองด้านออก

รูปที่ 9 แสดงการนำถุงลงหลุมและการเติมน้ำเข้าสู่ถุงหมัก

ข.8 ทำบ่อหรือรางทางเข้าของมูลและบ่อล้น ที่ปลายท่อพีวีซีทั้งสองด้าน

รูปที่ 10 แสดงการทำบ่อทางเข้าของมูลและบ่อล้นทางออก

ข.9 ประกอบสายส่งแก๊ส พร้อมทั้งติดตั้งขวดปรับแรงดันและดักน้ำ ระยะทางระหว่างบ่อกับจุดที่จะใช้แก๊สควรจะอยู่ไม่ไกลกันนัก เนื่องจากระยะทางที่ห่างกันของบ่อหมักกับแหล่งใช้งานจะทำให้แรงดันแก๊สน้อยลง ควรเลือกบริเวณทำบ่อหมักให้อยู่ใกล้กับเตาหุงต้ม (ที่สำคัญเกษตรกรควรหมั่นตรวจสอบระดับน้ำในขวดดักน้ำให้เต็มขวดอยู่เสมอเพราะถ้าน้ำแห้งแก๊สจะระบายออกทางช่องระบายน้ำของขวด)

รูปที่ 11 แสดงการประกอบสายส่งแก๊ส พร้อมทั้งติดตั้งขวดปรับแรงดันและดักน้ำ

ข.10 ติดตั้งท่อส่งแก๊สและวาล์วควบคุมแก๊สบริเวณใกล้เคียงกับเตาหุงต้ม

รูปที่ 12 แสดงการติดตั้งท่อส่งแก๊สและวาล์วควบคุมแก๊ส

ข.11 เติมมูลสัตว์สดจนเต็มความจุของบ่อ ประมาณ 35-40 ปี๊บ (700-800 กก.) โดยผสมกับน้ำอัตราส่วน 1:1 ถึง 1:4 ทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน จะมีแก๊สเพียงพอที่จะใช้งานได้ และหลังจากเริ่มใช้แก๊สแล้ว ควรเติมมูลสัตว์สด วันละประมาณ 1 ปี๊บ

4) อายุการใช้งานของอุปกรณ์บ่อหมักแก๊สชีวภาพ ประมาณ 3-5 ปี

2.3 การติดตามและประเมินผลสำเร็จของโครงการประกอบด้วย

1) การประเมินผลหลังฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้าร่วมอบรม ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป และความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม

2) การประเมินผลสำเร็จของโครงการ โดยทีมวิจัยจะทำการลงพื้นที่ติดตาม เก็บข้อมูลด้านปริมาณแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้และค่าใช้จ่ายด้านแก๊สหุงต้มที่ลดลง พูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อรับทราบปัญหาจากการใช้งานและให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหา รวมไปถึงการติดตามการนำความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมไปใช้ขยายผลให้กับผู้ที่ให้ความสนใจ

3) รูปแบบในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งส่วนในการวิเคราะห์ ออกเป็น

ก. ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปและสถานะผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมใช้สถิติค่าร้อยละ

ข. ผลการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ ประเมินผลโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และประมวลผลสำเร็จของโครงการโดยใช้สถิติค่าร้อยละ

ค. ระยะเวลาคืนทุนจะใช้วิธีคิดระยะเวลาคืนทุน (Payback Period Method) ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกในการคำนวณและให้ความเข้าใจแก่ผู้ลงทุนได้ง่าย

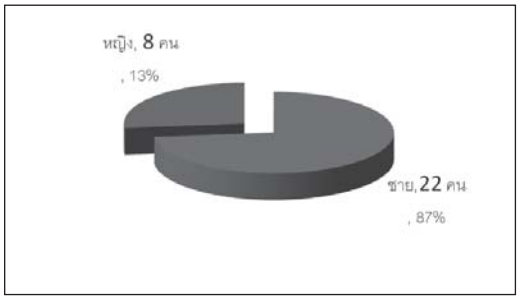
2. ผลการดำเนินการ

2.1 ผลการศึกษาข้อมูลระบบผลิตแก๊สชีวภาพ

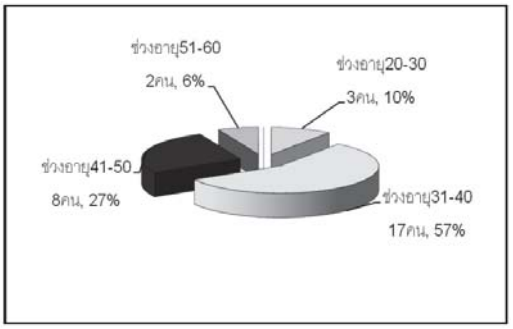
จากการศึกษาข้อมูลด้านเทคโนโลยีแก๊สชีวภาพในปัจจุบัน แบ่งตามลักษณะการทำงานและลักษณะของของเสียที่เป็นวัตถุดิบแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ดังนี้ 1.บ่อหมักช้า โดยบ่อหมักที่นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมี 3 แบบหลัก คือ (1) แบบยอดโดม (Fixed Dome Digester) (2) แบบฝาครอบลอย (Floating Drum Digester) และ (3) แบบพลาสติกคลุมราง (Plastic Covered Ditch) 2.บ่อหมักเร็ว แบ่งได้เป็น 2 แบบหลัก คือ (1) แบบบรรจุตัวกลางในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic Filter) และ (2) แบบยูเอเอสบี (UASB หรือ Upflow Anaerobic Sludge Blanket) โดยเทคโนโลยีแก๊สชีวภาพทั้ง 2 ชนิดที่กล่าวมาในเบื้องต้น จะมีต้นทุนสำหรับก่อสร้างที่ค่อนข้างสูง ต้องใช้ความชำนาญในการก่อสร้างและมีความยุ่งยากในการดูแลรักษา ส่วน **ถุงหมักก๊าซชีวภาพ** ที่ทำการฝึกอบรมให้กับกลุ่มเป้าหมายเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งของระบบบ่อหมักช้าที่ได้รับความนิยมและถูกเผยแพร่ให้กับคนในชุมชน เนื่องจากมีต้นทุนในการก่อสร้างต่ำ สร้างง่าย มีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับการใช้พลังงานประจำวัน

2.2 ผลการอบรมเชิงปฏิบัติการเทคโนโลยีการสร้างและใช้งานแก๊สชีวภาพฯ

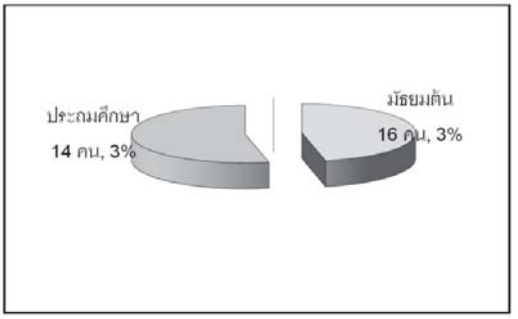
1) สถานภาพผู้เข้ารับการฝึกอบรมฯ ประกอบไปด้วย ด้านเพศและอายุ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุระหว่าง 31-40 ปี รองลงมาอายุอยู่ในช่วง 41-50 ปี ด้านอาชีพ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพด้านการเกษตร ด้านการศึกษา ส่วนใหญ่จบระดับประถมศึกษา รองลงมาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้านรายได้ ส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ระหว่าง 1,001-2,000 บาท/เดือน รองลงมามีรายได้อยู่ระหว่าง 3,001-4,000 บาท/เดือน



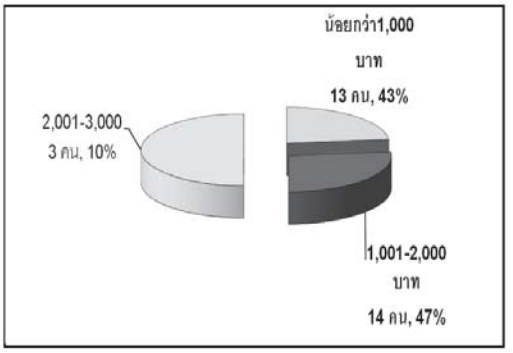
รูปที่ 13 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมฯแยกตามเพศ



รูปที่ 14 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมฯแยกตามอายุ



รูปที่ 15 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมฯแยกตามระดับการศึกษา



รูปที่ 16 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมฯแยกตามรายได้ต่อเดือน

2) ความพึงพอใจจากการฝึกอบรมฯ จากการอบรมให้ความรู้พื้นฐานแก๊สชีวภาพ ขั้นตอนการสร้างและการใช้งานบ่อหมักและใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการฝึกอบรม พบว่าการประเมินผลด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในเกณฑ์สูงสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.42, S.D. 0.84) รองลงมา คือ ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร (ค่าเฉลี่ยรวม 4.36, S.D. 0.75) ส่วนการประเมินผลข้อมูลด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ต่ำสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.28, S.D. 0.77) ซึ่งแยกเป็นข้อมูลในด้านต่าง ๆ ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลวัดความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในโครงการ

รายการ		ค่าเฉลี่ย	S.D.
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.	ความพร้อมของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์	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 : 4.51-5.00 หมายถึง มีระดับค่าการประเมินมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง มีระดับค่าการประเมินมาก

2.51-3.50 หมายถึง มีระดับค่าการประเมินปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง มีระดับค่าการประเมินน้อย

(บุญชม ศรีสะอาด, 2535: 111)

2.3 ผลการประเมินความสำเร็จของโครงการ

หลังจากการอบรมให้ความรู้พื้นฐานและฝึกอบรมขั้นตอนการสร้างและการใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพ คณะผู้วิจัยได้ติดตามประเมินความสำเร็จของโครงการ โดยวิเคราะห์ผลจากผู้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถนำวัสดุอุปกรณ์สำหรับสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพที่ได้จากคณะผู้วิจัยไปติดตั้งระบบได้ด้วยตนเอง และผลจากการเก็บข้อมูลปริมาณการผลิตแก๊สชีวภาพและการใช้งาน พบว่า อัตราการเติมมูลสัตว์ (โคหรือสุกร) ในอัตราส่วน 10-15 ลิตร/วัน หรือ 1-1.5 ปี๊บ/วัน สามารถผลิตแก๊สชีวภาพและใช้ทดแทนแก๊ส LPG สำหรับหุงต้มและประกอบอาหารได้โดยเฉลี่ย 1.8-2 ชั่วโมง/วัน/ครัวเรือน คิดเป็น 180-200 บาท/เดือน/ครัวเรือน รวม 10 ครัวเรือน คิดเป็น 1,800-2,000 บาท/เดือน หรือ 21,600-24,000 บาท/ปี และกลุ่มผู้ใช้บ่อหมักแก๊สชีวภาพยังนำมูลสัตว์ที่ได้หลังจากการหมักไปใช้เป็นปุ๋ยสำหรับเพิ่มผลผลิตให้กับพืชผลทางการเกษตร อีกทั้งจากความสำเร็จในการสร้างและใช้งานของกลุ่มตัวแทนบ่อหมักแก๊สชีวภาพยังผลให้คนในชุมชนแจ้งความจำนงต้องการใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพเพิ่มขึ้น โดยมีแนวทางในการขยายผล คือ คณะผู้วิจัยจะทำการอบรมให้ความรู้เพิ่มเติมกับผู้ที่สนใจโดยใช้กลไกพี่เลี้ยงคือผู้ที่ได้รับการอบรมในครั้งแรกมาเป็นผู้ช่วยในการอบรมสำหรับรุ่นต่อไปเพื่อสร้างความยั่งยืนให้เกิดขึ้นในชุมชน ส่วนกรณีค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อหมักทางทีมวิจัยและคนในชุมชนที่มีความต้องการจะร่วมกันออกค่าใช้จ่ายครึ่งต่อครึ่ง เพื่อสร้างจิตสำนึกในความเป็นเจ้าของของคนในชุมชน

รูปที่ 17 การนำแก๊สชีวภาพที่ได้ไปใช้สำหรับหุงต้มและประกอบอาหาร

3. สรุปและข้อเสนอแนะ

3.1 สรุป

จากการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างและใช้งานบ่อหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครัวเรือน ในชุมชนบ้านท่าทองแดง ต.นาโบสถ์ อ.วังเจ้า จ.ตาก โดยนำเทคโนโลยีถุงหมักแก๊สชีวภาพที่มีความเหมาะสมกับชุมชน มีต้นทุนในการผลิตต่ำ สร้างและดูแลรักษาง่าย โดยมีผู้เข้ารับการอบรมจำนวน 30 คน จาก 20 ครัวเรือน ได้ตัวแทนต้นครัวเรือนต้นแบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพ 10 ครัวเรือน จากการประเมินผลการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า การประเมินผลด้านความรู้ความเข้าใจอยู่ในเกณฑ์สูงสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.42, S.D. 0.84) รองลงมา คือ ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร (ค่าเฉลี่ยรวม 4.36, S.D. 0.75) ส่วนการประเมินผลข้อมูลด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ต่ำสุด (ค่าเฉลี่ยรวม 4.28, S.D. 0.77) และผลการประเมินความสำเร็จของโครงการ พบว่า บ่อหมักที่ทำการติดตั้งสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ทุกบ่อและนำไปใช้ทดแทนแก๊ส LPG สำหรับหุงต้มและประกอบอาหารได้โดยเฉลี่ย 1.5-1.8 ชั่วโมง/วัน/ครัวเรือน หรือ 180-200 บาท/เดือน รวม 10 ครัวเรือน คิดเป็น 1,800-2,000 บาท/เดือน หรือ 21,600-24,000 บาท/ปี มีต้นทุนในการสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ 3,000 บาท/บ่อ และ

มีระยะเวลาคืนทุน 1.39 ปี หรือ 17 เดือน ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ทุกคนและมีการนำมูลสัตว์ที่ได้จากการหมักไปใช้ประโยชน์ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในทุกครัวเรือน

3.2 ข้อเสนอแนะ

หลังจากการติดตั้งถุงหมักแก๊สชีวภาพในพื้นที่เป้าหมาย พบว่า ถุงหมักแก๊สฯ ถูกกัดแทะจากจิ้งหรีดทำให้เกิดการรั่วไหลของแก๊ส ดังนั้น หลังจากการติดตั้งแล้วจึงควรคลุมถุงหมักหรือใช้ตาข่ายล้อมรอบเพื่อป้องกันจิ้งหรีดกัดแทะถุง หรือต้องหมั่นตรวจสอบรอบ ๆ บริเวณถุงหมักไม่ให้หญ้าขึ้นปกคลุมหนาจนเกินไป ควรทำการดายหญ้ารอบถุงหมักออกเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบถุงหมัก

4. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2550. **ทฤษฎีการเกิดก๊าซชีวภาพ.** http://www.dede.go.th/

จตุพร แก้วอ่อน และคณะ. 2548. **การผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำทิ้งฟาร์มสุกรและการประยุกต์ใช้ในครัวเรือนในจังหวัดพัทลุง.** การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1. 11-13 พฤษภาคม 2548. โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้จอมเทียน จังหวัดชลบุรี.

ธีระพล จินดาวงศ์. 2544. **การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนในระบบแก๊สชีวภาพของฟาร์มสุกร.** ปริญญามหาบัณฑิต เศรษฐศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2551. **โครงการจัดทำระบบฐานข้อมูลพลังงานเพื่อการวิเคราะห์และวางแผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศ.** สำนักนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ สำนักปลัดกระทรวงพลังงาน กระทรวงพลังงาน.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์. 2553, **การผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและเป็นพลังงานสำหรับใช้ในครัวเรือน. คลินิกเทคโนโลยี.** พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.