



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตพลังงานทางเลือกที่เหมาะสม

บนพื้นที่สูง : กรณีศึกษาก๊าซชีวภาพ

Research and Development on Appropriate Alternative
Energy in Highland: Biogas Case Study.

แผนงานวิจัย : การฟื้นฟู อนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม
และมิติด้านสังคม

โดย

นายสุชีพ ไชยมณี และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตพลังงานทางเลือกที่เหมาะสม

บนพื้นที่สูง : กรณีศึกษาก๊าซชีวภาพ

Research and Development on Appropriate Alternative
Energy in Highland: Biogas Case Study.

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. นายสุชีพ ไชยมณี | สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) |
| 2. นางสาวอังคณาภรณ์ พงษ์ด้วง | สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) |
| 3. นางสาวรัชชิณา ทิมคล้าย | สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) |

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง โครงการขยายผลโครงการหลวงวาวี และโครงการขยายผลโครงการหลวงปางแดงใน ตลอดจนเกษตรกรที่ร่วมงานวิจัยทุกๆ ท่าน ที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงได้ดี

คณะผู้วิจัย



คณะผู้วิจัย

ชื่อภาษาไทย นายสุคิพ ไชยมนี
 ชื่อภาษาอังกฤษ Mr. Sukeep Chaimanee
 คุณวุฒิ ปริญญาโท
 ตำแหน่ง นักวิชาการ
 หน่วยงาน สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
 ที่อยู่ 65 หมู่ 1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
 โทรศัพท์ 0-5332-8498 โทรสาร 0-5332-8494
 E-mail : sukeep65@hotmail.com

ชื่อภาษาไทย นางสาวอังคนาภรณ์ พงษ์ด้วง
 ชื่อภาษาอังกฤษ Ms. Ungkanaporn Pongduang
 คุณวุฒิ ปริญญาโท
 ตำแหน่ง นักวิจัย
 หน่วยงาน สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
 ที่อยู่ 65 หมู่ 1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
 โทรศัพท์ 0-5332-8498 โทรสาร 0-5332-8494
 E-mail : ii_jew@hotmail.com.

ชื่อภาษาไทย นางสาวรักชิณา ทิมคล้าย
 ชื่อภาษาอังกฤษ Ms. Raksina Timkhlai
 คุณวุฒิ ปริญญาโท
 ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่โครงการ
 หน่วยงาน สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
 ที่อยู่ 65 หมู่ 1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
 โทรศัพท์ 0-5332-8498 โทรสาร 0-5332-8494
 E-mail : nenechan_01@hotmail.com

บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary)

ปัญหาสำคัญที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเลี้ยงสุกรก็คือปัญหาเรื่องของกลิ่นเหม็นและน้ำเสีย ดังนั้นการนำของเสียจากสัตว์ (มูล ปัสสาวะ และน้ำล้างคอก) มาใช้ผลิตเป็นก๊าซชีวภาพหรือไบโอแก๊ส จึงถือว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ อีกทั้งยังได้ก๊าซชีวภาพไว้ใช้ในการหุงต้มและให้แสงสว่างได้อีกด้วย

หลังจากที่ทางโครงการหลวงได้เข้ามาส่งเสริมอาชีพทางด้านเกษตร เช่น การปลูกผัก ไม้ผล ไม้ดอก ปศุสัตว์ กาแฟ และอาชีพอื่นๆ ทำให้ปัญหาต่างๆ ลดลง จนเป็นที่ยอมรับจากนานาชาติประเทศ แต่ผลจากการส่งเสริมดังกล่าวทำให้เกิดเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร และยังไม่มีการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ในบางพื้นที่เศษเหลือเหล่านั้นกลับสร้างปัญหาเรื่องกลิ่นเน่าเหม็น เช่น เศษผักผลไม้ต่างๆ มูลสัตว์และของเสียอื่นๆ รวมไปถึงเปลือกเมล็ดกาแฟและน้ำเสียจากการสีเมล็ดกาแฟ ดังนั้นการนำมูลสัตว์ เปลือกเมล็ดกาแฟ และเศษวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ มาใช้ผลิตเป็นก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนในชุมชน จึงนับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดรายจ่ายด้านพลังงานของประชากร อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็น และปัญหาน้ำเสียในชุมชนลงได้

ที่ผ่านมาบนพื้นที่สูงได้มีการส่งเสริมการผลิตพลังงานใช้เองในครัวเรือนโดยการนำมูลสัตว์มาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพบ้างแล้ว แต่ยังไม่ทั่วถึงเนื่องจากการคมนาคมที่ยากลำบาก ความพร้อมของเกษตรกร รวมทั้งเทคโนโลยีที่ใช้ยังมีความไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และบริบทของชุมชนบนพื้นที่สูง วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงการสร้างชุมชนต้นแบบในการผลิตพลังงานทดแทนจากมูลสัตว์และเศษเหลือต่างๆ การศึกษาหาของเศษเหลือทิ้งที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ รวมไปถึงการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการทำระบบผลิตก๊าซชีวภาพบนพื้นที่สูงเพื่อใช้ในการขยายผลงานวิจัยไปสู่เกษตรกรต่อไป

โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 นี้ ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 เรื่อง ดังนี้

1. การศึกษารูปแบบการผลิตก๊าซชีวภาพต้นแบบที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรบนพื้นที่สูง

จากทดสอบเทคโนโลยีร่วมกับเกษตรกร โดยติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพแก่เกษตรกรที่เข้าร่วมทดสอบ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (Control) มูลสัตว์ + น้ำ (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร) กลุ่มที่ 2 มูลสัตว์ + น้ำ + เปลือกเมล็ดกาแฟ (อัตราส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร) และกลุ่มที่ 3 เปลือกกาแฟ+น้ำ (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร) หลังจากเติมวัสดุหมักชนิดต่างๆ แล้ว ทิ้งไว้ให้เกิดก๊าซชีวภาพเป็นเวลา 1 เดือน หรือมีการเกิดก๊าซขึ้น ซึ่งสังเกตจากการที่ถุงพลาสติกมีการพองตัวขึ้นมา จึงเริ่มทำการเก็บข้อมูล ผลการผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้มูลสัตว์เป็นวัสดุหมักร่วมด้วยจะมีปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) 59–64% เฉลี่ย 62% ส่วนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่าที่ไม่พึงประสงค์ มีจำนวน 107–520 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เฉลี่ย 313.5 ppm ใกล้เคียงกับ สุชนและคณะ (2554) ที่รายงานว่า ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากบ่อหมักก๊าซแบบถูจะมีปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) 33–68% เฉลี่ย 56% ส่วนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่าที่ไม่พึงประสงค์ มีจำนวน 0–963 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เฉลี่ย 378.5 ppm ซึ่งก๊าซชีวภาพที่ได้จากการตรวจวัดดังกล่าวถือว่าเป็นก๊าซชีวภาพที่มีคุณสมบัติที่ดี เนื่องจากมีปริมาณก๊าซมีเทนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและมีปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ต่ำ ทำให้เกิดการกัดกร่อนหัวเตาน้อยลง ส่วนการผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้เพียงเปลือกกาแฟและน้ำเป็นวัสดุหมัก พบว่ามีปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) เพียง 8% และไม่สามารถจุดไฟติดได้นั้น เนื่องมาจากในเปลือกกาแฟนั้นมีสารประกอบบางชนิด เช่น สารประกอบฟีนอล คาเฟอีน และแทนนิน อยู่ในปริมาณสูง ซึ่งอาจจะไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ผลิตมีเทนได้ (Ramirez-Martinez, 2006) ทำให้ไม่มีก๊าซมีเทนเกิดขึ้น จึงทำให้ไม่สามารถจุดไฟติดได้ จึงแนะนำให้ใช้มูลสัตว์เป็นวัสดุหมักเป็นหลัก และเสริมด้วยเปลือกกาแฟและน้ำจากการสีกาแฟเป็น จึงจะสามารถใช้ประโยชน์จากเศษเหลือของกาแฟเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพได้เต็มที่มากยิ่งขึ้น

2. การทดสอบระบบการผลิตก๊าซชีวภาพต้นแบบในชุมชนบนพื้นที่สูงอื่นๆ

การทดสอบระบบการผลิตก๊าซชีวภาพต้นแบบในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงปางแดงใน อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่ เกษตรกรมีความพึงพอใจในระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบพลาสติกพื้อเป็นอย่างมาก เนื่องจากความสะดวกและง่ายในการนำก๊าซมาใช้ ตลอดเวลาในการออกไปหาฟืนและเวลาในการจุดติดไฟ ทำให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากเกษตรกรบ้านปางแดงในส่วนใหญ่ มีการเลี้ยงสัตว์แยกห่างจากตัวบ้านมาก และมีพื้นที่ไม่เพียงพอในการทำบ่อผลิตก๊าซชีวภาพแบบพลาสติกพื้อ อีกทั้งยังมีการเลี้ยงสัตว์น้อยเกินไป จึงทำให้ไม่สามารถทำได้ทุกราย ดังนั้นหากมีการสร้างคอกรวมในการเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่ที่เหมาะสมในแต่ละจุดภายในหมู่บ้าน และส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์เพิ่มมากขึ้น ก็จะสามารถขยายการผลิตก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้นอีกได้ และหลังจากสิ้นสุดโครงการวิจัยแล้ว ทางนักวิจัยจะทำการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่เจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) เพื่อนำผลงานวิจัยไปขยายผลต่อไป โดยในเบื้องต้นได้ขยายผลไปในพื้นที่โครงการหลวงแล้วจำนวน 12 แห่ง ได้แก่ ศูนย์ฯ สะโงะ ห้วยโป่ง ป่าเมี่ยง ห้วยน้ำริน ห้วยน้ำขุ่น ห้วยเลี้ยว แม่หลอด หนองหอย วัดจันทร์ แม่แพะ ขุนแปะ และสถานีฯ อ่างช้าง

3. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์และความคุ้มค่าในการทำ

การผลิตก๊าซชีวภาพแบบถุงพลาสติกพื้อของถุงหมักขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร มีต้นทุนค่าวัสดุ โดยไม่รวมค่าแรง มีจำนวนเท่ากับ 3,650-4,250 บาท ขึ้นอยู่กับวัสดุอุปกรณ์เสริมอื่นๆ จะสามารถผลิตและกักเก็บก๊าซชีวภาพไว้ได้ไม่น้อยกว่าวันละ 1.9 ลูกบาศก์เมตร เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวได้นำก๊าซชีวภาพไปหุงต้มวันละ 1-2 ชั่วโมง ทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม (ถังขนาด 15 กก.) ได้เดือนละ 1 ถัง และทดแทนการใช้ฟืน/ถ่านได้ 60-180 บาทต่อเดือน ซึ่งสอดคล้องกับ Karki and Dixit (1984) ที่ได้รายงานไว้ว่า ครอบครัวที่มีขนาดประชากร 3-6 คน จะใช้ก๊าซชีวภาพในการหุงต้มวันละ 2 ลูกบาศก์เมตร และจะใช้ทดแทนฟืนได้วันละ 5-7 กิโลกรัม สอดคล้องกับ FAO (1996) ที่ได้รายงานไว้ว่า ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับฟืน 3.5 กิโลกรัม โดยที่บ่อหมักขนาด 8-10 ลูกบาศก์เมตร จะผลิตก๊าซชีวภาพได้วันละ 2 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะทดแทนฟืนได้วันละ 7 กิโลกรัม หรือ 2.255 ตันต่อปี ดังนั้นเกษตรกรจะสามารถประหยัดเงินได้เดือนละ 460-580 บาท หรือ 5,520-6,960 บาท/ปี ทำให้สามารถคืนทุนจากการทำบ่อก๊าซชีวภาพแบบถุงพลาสติกพื้อ ได้ภายใน 6.8-8.6 เดือน หรือเร็วขึ้นได้อีก หากมีการลดต้นทุนค่าวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ลงได้ โดยอาจใช้วิธีการรวมกลุ่มกันซื้ออุปกรณ์ เพื่อให้สินค้ามีราคาต่ำลง เป็นต้น

4. การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรจากการใช้ก๊าซชีวภาพ

จากการประเมินความพึงพอใจต่อระบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบถุงพลาสติกพื้อ พบว่า เกษตรกรร้อยละ 80.00, 66.67 และ 57.14 ของผู้ตอบแบบสอบถาม มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดต่อเรื่อง การลดกลิ่นเหม็นจากการเลี้ยงสัตว์ กลิ่นของอาหารจากใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง และความสะดวกในการนำก๊าซชีวภาพมาใช้หุง ตามลำดับ ส่วนกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 71.43 และ 50.00 ของผู้ตอบแบบสอบถาม มีความพึงพอใจในระดับมากต่อเรื่องการจัดการดูแลรักษาบ่อหมักก๊าซ และปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ต่อวัน ตามลำดับ และเกษตรกรร้อยละ 42.86 มีความพึงพอใจในระดับปานกลางต่อรูปแบบบ่อก๊าซชีวภาพแบบถุงพลาสติกพื้อ สาเหตุอาจเนื่องมาจากเกษตรกรเห็นว่าถุงหมักก๊าซแบบพลาสติกพื้อ ยังไม่มีความแข็งแรงทนทาน เมื่อเทียบกับบ่อหมักก๊าซแบบอื่นๆ ดังนั้นจึงควรให้ความรู้ทางด้านวิชาการที่ถูกต้องและการทดสอบร่วมกับเกษตรกรอีกสักระยะหนึ่ง เพื่อให้เกษตรกรเกิดความเข้าใจและมั่นใจในระบบการผลิตก๊าซแบบถุงพลาสติกพื้อเพิ่มขึ้น รวมถึงควรมีการปรับปรุง และพัฒนาระบบการผลิตก๊าซแบบใหม่ๆ ที่มีราคาไม่แพงและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่แบบต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ต่างๆ ต่อไป

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
ประวัติคณะผู้วิจัย	ค
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ง
สารบัญ	-1-
สารบัญตาราง	-2-
สารบัญภาพ	-3-
คำย่อ	-4-
บทคัดย่อ	-5-
Abstract	-6-
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	26
3.1 วิธีการวิจัย	26
บทที่ 4 ผลการวิจัย	29
1 การศึกษารูปแบบการผลิตก๊าซชีวภาพต้นแบบที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรบนพื้นที่สูง	29
2 การทดสอบระบบการผลิตก๊าซชีวภาพต้นแบบในชุมชนพื้นที่สูงอื่นๆ	33
3 การประเมินคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์และความคุ้มค่า	34
4 การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรจากการใช้ก๊าซชีวภาพ	35
บทที่ 5 วิจารณ์ผล	37
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	42
ตารางสรุปเปรียบเทียบผลงานวิจัยกับแผนงานวิจัย	55
ข้อเสนอแนะ	57

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณมูลสดของสัตว์ที่เลี้ยงโดยเกษตรกรรายย่อยในชุมชน	5
2	ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากมูลสัตว์ที่เลี้ยงโดยเกษตรกรรายย่อยในชุมชน	5
3	ปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพของวัสดุหมักที่ต่างกัน	20
4	ผลของชนิดสารตัวกลางต่อการดูดซับ H ₂ S ในก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ชนิดต่างกัน	23
5	ผลของความยาวชุดดูดซับที่ทำด้วยทรายผสมปูนซีเมนต์เทาในการลด H ₂ S ในก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ต่างชนิดกัน	23
6	คุณภาพของก๊าซมีเทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ของบ่อหมักก๊าซที่ใช้ชนิดของวัสดุหมักต่างกัน	32
7	องค์ประกอบทางเคมีของของเหลวจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพที่ใช้ชนิดของวัสดุหมักต่างกัน	32
8	การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตก๊าซชีวภาพแบบถูงหมัก	35
9	ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบถูงหมัก (ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม)	36
10	ค่าร้อยละของความพึงพอใจต่อระบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบถูงหมัก	36

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รูปภาพแสดงลักษณะการทำงานของถังปฏิกรณ์แบบตรึงเซลล์บนผิววัสดุตัวกลาง	9
2	รูปภาพแสดงลักษณะการทำงานของถังย่อยแบบสัมผัส	9
3	รูปภาพแสดงลักษณะการทำงานของระบบถังปฏิกรณ์ไร้อากาศแบบ CSTR	10
4	รูปภาพแสดงลักษณะการทำงานของระบบถังปฏิกรณ์ UASB	11
5	รูปภาพแสดงลักษณะการทำงานของถังปฏิกรณ์แบบแผ่นกั้น	11
6	รูปภาพแสดงลักษณะการทำงานของถังหมักแบบชั้นลอยตัวแบบไม่ใช้อากาศ	12
7	รูปภาพแสดงลักษณะบ่อโคมกึ่งที่	14
8	รูปภาพแสดงลักษณะถังหมักแบบราง	14
9	รูปภาพแสดงลักษณะบ่อหมักเร็วน้ำขึ้น	15
10	รูปภาพแสดงลักษณะถังหมักก๊าซชีวภาพจากโอ่งน้ำ	18
11	รูปภาพแสดงลักษณะถังหมักก๊าซชีวภาพแบบหมักในถุงพลาสติกพีวีซี	19
12	การกำจัด H_2S และ CO_2 และแนวทางการใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพ	22
13	ช่องสังเกตการเปลี่ยนสีของตัวกลางดูดซับ	24
14	ชุดดูดซับ H_2S แบบทอคู่ สูง 1 เมตร	24
15	ชุดดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 และ 8 นิ้ว	25
16	การจัดประชุมชี้แจงงานวิจัย แก่เจ้าหน้าที่และเกษตรกรของศูนย์ฯ ป่าเมี่ยง และโครงการขยายผลฯ วาวี	29
17	การวิเคราะห์และคัดเลือกพื้นที่ทำบ่อก๊าซ	30
18	การจัดการศึกษาดูงานให้แก่เจ้าหน้าที่และเกษตรกรที่จะเข้าร่วมการทดสอบ	30
19	การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่เจ้าหน้าที่และเกษตรกรที่จะเข้าร่วมการทดสอบ	31
20	การติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพแก่เกษตรกรที่เข้าร่วมทดสอบ	31
21	ของเหลือจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพที่นำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี	33
23	การจัดประชุมชี้แจงงานวิจัย แก่เจ้าหน้าที่และเกษตรกร	33
24	การวิเคราะห์และคัดเลือกพื้นที่ทำบ่อก๊าซร่วมกับเจ้าหน้าที่และเกษตรกร	34
25	การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่เจ้าหน้าที่และเกษตรกรที่จะเข้าร่วมการทดสอบ บ้านปางแดงใน	34

คำย่อ

CH_4	= methane	ซม.	= เซนติเมตร
CO_2	= carbon dioxide	กก.	= กิโลกรัม
FeCl_3	= ferric chloride	ศก.	= เส้นผ่าศูนย์กลาง
H_2S	= hydrogen sulfide	ม.	= เมตร
Nm^3	= normal gas (วัดที่ 0 °C ความดัน 1 บรรยากาศ)		
Cm	= centimeter		
cm^3	= cubic centimeter		
kg	= kilogram		
m	= meter		
m^3/hr	= cubic meter/hour		
mg	= milligram		
mm	= millimeter		
ppm	= part per million		
%	= percentage		
°C	= degree Celsius		
mg/l	= milligram/liter		