

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

การใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดสุรินทร์
Manure Biogas Utilization by Small Farmers in Surin Province

มยุรา แซ่ฉั่ว (Mayura Saechur)* กรณี ต่างวิวัฒน์ (Paranee Tangwiwat)**

เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ (Benchamas Yooprasert)***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ (2) การใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกร และ (3) ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ที่มีการติดตั้งบ่อหมักก๊าซชีวภาพ จำนวน 112 ราย เก็บข้อมูลจากประชากรทุกราย โดยใช้แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติ คือ ความถี่ ร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า (1) เกษตรกรเกือบครึ่งเป็นเพศชาย และ จบระดับประถมศึกษา มีอายุเฉลี่ย 49.55 ปี มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.61 คน ส่วนใหญ่เป็นผู้ใช้ก๊าซเป็นประจำเฉลี่ยโค และ กระบือ เฉลี่ยครัวเรือนละ 4.72 และ 3.52 ตัว ตามลำดับ มีการเก็บรวบรวมมูลสัตว์เฉลี่ย 9,802.68 กิโลกรัมต่อปี มีรายได้จากการเกษตรและนอกภาคการเกษตรเฉลี่ยครัวเรือนละ 176,944.64 บาท/ปี และ 74,778.37 บาท/ปี ตามลำดับ เกษตรกรมีหนี้สินที่ยังคงค้างจ่ายกับสถาบันการเงินประเภทธนาคาร เฉลี่ยครัวเรือนละ 214,628.76 บาท (2) เกษตรกรทั้งหมดใช้พลังงานที่ได้จากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ เป็นพลังงานในการหุงต้มในครัวเรือน ทำให้หลังจากมีการใช้ก๊าซชีวภาพ การใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการหุงต้มของครัวเรือนลดลงเกษตรกรเปิดใช้ก๊าซเฉลี่ยวันละ 2.36 ครั้ง เฉลี่ย 66.03 นาทีต่อวัน ทั้งนี้พบว่า บ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบถุงหมัก PVC จะมีระยะเวลาในการเปิดใช้ก๊าซที่นานที่สุดเฉลี่ย 92.98 นาที ส่วนบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบฝาคบรอบลอมจะมีระยะเวลาในการเปิดใช้ก๊าซที่นานที่สุดเฉลี่ย 74.33 นาที เกษตรกรเกินครึ่งเล็กน้อยเห็นว่าก๊าซมีแรงดันในช่วงเย็นสูงกว่าช่วงเช้า เกษตรกรนำกากที่เหลือจากการหมักก๊าซไปใช้เป็นปุ๋ยเป็นประจำ โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นปุ๋ยพืชผักในครัวเรือน (3) ปัญหาเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ก๊าซชีวภาพของเกษตรกร โดยภาพรวมระดับน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาแบ่งเป็น 4 ด้าน พบว่า (1) ปัญหาด้านการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพ ในภาพรวมระดับน้อยที่สุดโดย ปัญหาท่อบ่อเดิม และท่อบ่อล้นเกิดการอุดตัน เป็นปัญหาสูงสุด (2) ปัญหาด้านการใช้ก๊าซชีวภาพ ในภาพรวมระดับน้อยที่สุดโดยปัญหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ในแต่ละวัน และ ก๊าซออกแต่จุดไฟติดบ้าง ไม่ติดบ้างเป็นปัญหาสูงสุด (3) ปัญหาด้านการนำกากก๊าซไปใช้เป็นปุ๋ย ในภาพรวมระดับน้อยที่สุดโดยปัญหาหากมีลักษณะเหลวทำให้หกและเทระหว่างขนกากไปใช้หรือไปตากให้แห้งเป็นปัญหาสูงสุด และ (4) ปัญหาด้านการบำรุงรักษาและอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ในภาพรวมระดับน้อยที่สุดโดยปัญหาไม่สามารถแก้ไขปัญหาคิดด้วยตนเองเมื่อบ่อก๊าซเกิดการชำรุดเป็นปัญหาสูงสุด ข้อเสนอแนะควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ก๊าซชีวภาพ และควรมีการส่งเสริม สนับสนุนให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อให้เกษตรกรมีพลังงานใช้ในครัวเรือน และมีการใช้ปุ๋ยจากกากก๊าซในการทำเกษตรเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี เป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น สามารถพึ่งตนเองได้ นำไปสู่การทำเกษตรอย่างยั่งยืน มีวิถีชีวิตตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง สอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจ สังคม ของตนเอง หรือชุมชนนั้นๆต่อไป

คำสำคัญ ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เกษตรกรรายย่อย จังหวัดสุรินทร์

*นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช kaec-kae139@hotmail.com

**รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ptangwiwat@hotmail.com

***รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

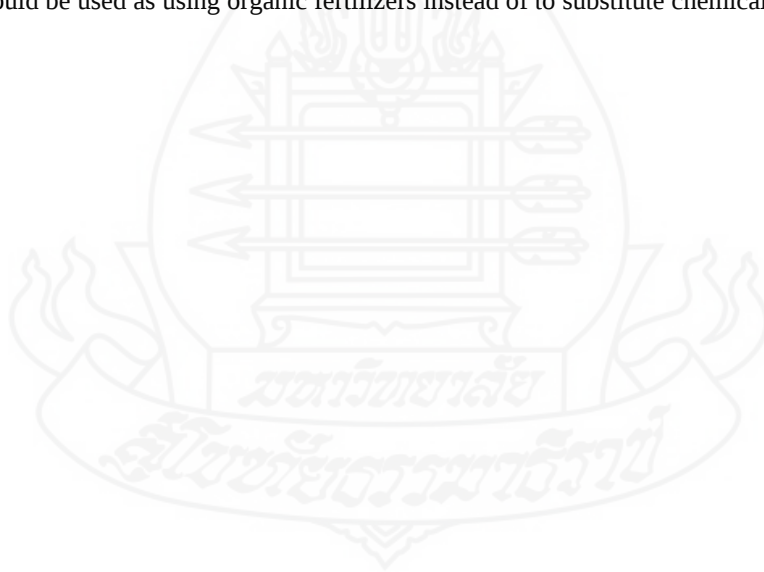
yoobench@hotmail.com

Abstract

The purposes of this research were to study (1) social and economic conditions of small farmers in Surin province; (2) manure biogas utilization by small farmers (3) problems and suggestions of the farmers on biogas utilization.

The population in this study were 112 small farmers in Surin province. Data were collected from the population and analyzed by computer programs. Statistics used were frequency, percentage, mean, standard deviation, minimum value, and maximum value.

The result of this study were as follows: (1) Almost half of the farmers were male, educated primary level, their average age was 49.55 years, their average family members was 4.61, most of the population were gas users, their average number of raising cattle and buffaloes was 4.72 and 3.52, their average amount of collected dung was 9,802.68 kg per year. Their average income from agricultural sector was 176,944.64 Baht / year. Their average income from other sector was 74,778.37 Baht / year. Their average amount of debt was 214,628.76 baht, two - thirds of the owed to banks; (2) all population use energy from biogas for household cooking. Which caused the energy cost for household cooking decreased. More than half of population thinks gas pressure is higher in the evening than in the morning. Their open gas 2.36 times (66.03 minutes) a day in an average. The longest time to open gas from biogas fermentation PVC bags is 92.98 minutes and Floating drum digester is 74.33 minutes. Most farmers used the fermentation residue as fertilizer for plant in the household and (3) the problems and suggestions relating to manure gas utilization of the farmers were classified into 4 categories. These problems were indicated at the less and the least level. The most problem found in installation were ponds fill and overflow ponds clogged. The problems found in using was gas amount was not enough to use in a day and not able to lit. The problems found in fertilizer was liquid fertilizers was difficult to use or to dry. And the problem found in maintenance was unable to fix the biogas wells themselves. The study suggested that livestock farmers should be encourage to use manure biogas and the fermentation residue should be used as using organic fertilizers instead of to substitute chemical fertilizers.



Keywords: Manure biogas, Minor livestock farmers , Surin Province

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

บทนำ

ก๊าซชีวภาพ (biogas) เป็นพลังงานสะอาดที่เกิดจากการนำของเสีย เช่น มูลสัตว์ น้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมขยะ และของเหลือใช้ทางการเกษตรมาผ่านกระบวนการหมักเพื่อให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic digestion) จะได้ก๊าซที่มีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งมีคุณสมบัติจุดไฟติดได้คือรองลงมาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซอื่นๆเช่นก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) เพียงเล็กน้อย (สุชน ตั้งทวีวิวัฒน์ 2552:7) และจากคุณสมบัติของก๊าซมีเทนที่ติดไฟได้ จึงได้มีการนำระบบผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้เพื่อเป็นทางเลือกด้านพลังงานหุงต้มในครัวเรือน

จังหวัดสุรินทร์ มีการเลี้ยงกระบือและโคเนื้อ มากเป็นอันดับที่ 1 และ 2 ของประเทศ ตามลำดับ (ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ 2556) ซึ่งการเลี้ยงสัตว์ ส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงของเกษตรกรรายย่อยเฉลี่ยครัวเรือนละ 3-5 ตัว และถือเป็นอาชีพทางการเกษตรที่สำคัญอาชีพหนึ่ง เพราะนอกจากจะเลี้ยงเพื่อเป็นรายได้ของครอบครัว เป็นการออมทรัพย์ เป็นหลักประกันของครอบครัวแล้วยังใช้มูลเป็นปุ๋ยเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน หากเกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในการจัดการและการนำมูลไปใช้อย่างถูกต้อง มูลหรือสิ่งปฏิกูลที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์นั้น จะกลายเป็น “ของเสีย” ที่สร้างปัญหาต่อตัวเกษตรกร ชุมชน สังคม และสภาพแวดล้อม แต่หากเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการนำมูลสัตว์เหล่านี้ มาผ่านกระบวนการหมัก ผลิตเป็นก๊าซชีวภาพใช้ในครัวเรือน นอกจากเป็นการประหยัดรายจ่ายค่าแก๊สหุงต้มแล้ว หากที่เหลือจากการหมักก๊าซยังสามารถนำมาเป็นปุ๋ยใส่ไร่นาทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้อีกด้วย ซึ่งเป็นการเกื้อหนุนการทำเกษตรอินทรีย์ ตามนโยบายของจังหวัดสุรินทร์ ที่ว่า “สุรินทร์ เมืองเกษตรอินทรีย์ ปลอดภัยเคมีและสารพิษ”

นโยบายจังหวัดสุรินทร์ในข้างต้น ทำให้เกษตรกรและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเริ่มให้ความสำคัญต่อการส่งเสริมการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ ซึ่งในปัจจุบันสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดสุรินทร์ได้ร่วมบูรณาการส่งเสริมการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ในเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อย มีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ 1) การติดตั้งบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบฝา ครอบลอย และ 2) การติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบถังหมัก PVC

การส่งเสริมการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ ถือได้ว่าประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งในการส่งเสริมให้เกษตรกรนำสิ่งปฏิกูล(มูลสัตว์)จากการเลี้ยงสัตว์มาผลิตเป็นพลังงานทดแทนใช้ในครัวเรือน และ ใช้กากที่เหลือจากการหมักก๊าซมาใช้เป็นปุ๋ยแทนการใช้ปุ๋ยเคมี แต่ทางผู้วิจัยซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับการส่งเสริม พัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปศุสัตว์ เล็งเห็นถึงปัญหาด้านข้อมูลพื้นฐานของการติดตั้ง การผลิต การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ และการเตรียมความพร้อมของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยที่มีความสนใจในการใช้ก๊าซชีวภาพในครัวเรือน จากมูลเหตุดังกล่าวจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ เพื่อจะได้นำผลการวิจัยมาใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร และนโยบายของจังหวัดสุรินทร์ต่อไป

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์
2. เพื่อศึกษาการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดสุรินทร์
3. เพื่อศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดสุรินทร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ที่มีการติดตั้งบ่อหมักก๊าซชีวภาพ จำนวน 112 ราย เก็บข้อมูลจากประชากรทุกราย โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร ตอนที่ 2 การใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และ ตอนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ ผู้วิจัยทำการทดสอบหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา (pre test) โดยนำมาทดสอบกับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ในพื้นที่ อำเภอประโคนชัยและอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 20 ราย แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง วิเคราะห์ข้อมูล ด้วยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยในจังหวัดสุรินทร์ที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์

1.1 พื้นฐานทางสังคม เกษตรกรร้อยละ 47.32 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 49.55 ปี ร้อยละ 44.64 เรียนจบระดับประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.61 คน และ ร้อยละ 55.36 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีสถานะเป็นผู้ใช้ก๊าซเป็นประจำ

1.2 พื้นฐานทางเศรษฐกิจ เกษตรกรเลี้ยงโค กระบือ สุกร ไก่ และ เป็ด เฉลี่ยครัวเรือนละ 4.72 3.52 4.91 34.31 และ 17.42 ตัว ตามลำดับ เกษตรกรมีเก็บรวบรวมมูลสัตว์เฉลี่ย 9,802.68 กิโลกรัมต่อปี เกษตรกรมีรายได้จากการเกษตรเฉลี่ย 176,944.64 บาท/ปี และนอกภาคการเกษตรเฉลี่ย 74,778.37 บาท/ปี เกษตรกรมีหนี้สินคงค้างเฉลี่ย 214,623.76 บาท โดยเกษตรกรประมาณสองในสาม มีหนี้สินกับสถาบันธนาคาร

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

2. การใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยในจังหวัดสุรินทร์

2.1 การติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพเกษตรกรที่ใช้ในการศึกษา เป็นเกษตรกรที่มีการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบถุงหมัก PVC จำนวน 52 ราย และเกษตรกรที่ติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบฝาคบรอบลอย จำนวน 60 ราย มีระยะเวลาที่ติดตั้งบ่อก๊าซเฉลี่ย 2.64 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่คิดว่าการติดตั้งบ่อก๊าซไม่มีความยุ่งยากต่อส่งก๊าซจากบ่อก๊าซถึงสถานที่ใช้ก๊าซ มีความยาวเฉลี่ย 12.51 เมตรเกษตรกรเกินครึ่งหนึ่งที่มีการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบถุงหมัก PVC มีการป้องกันรากไม้ กิ่งไม้ ด้วยการใส่ตาข่ายซึ่งคลุมขณะที่เกษตรกรเก็บครึ่งหนึ่งที่ติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบฝาคบรอบลอย มีการป้องกันรากไม้ กิ่งไม้ ด้วยการเทพูนรองพื้น และ เกษตรกรเกินครึ่งหนึ่งที่มีการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบถุงหมัก PVC มีการป้องกันสัตว์ต่างๆ ด้วยการล้อมตาข่ายขณะที่เกษตรกรเก็บทั้งหมดที่ติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบฝาคบรอบลอยไม่มีการป้องกันสัตว์ต่างๆที่จะทำให้เกิดความเสียหายกับบ่อก๊าซชีวภาพ ดังตารางที่ 1

2.2 การผลิตก๊าซชีวภาพ ในภาพรวมเกษตรกรส่วนใหญ่ ใช้มูลกระบือในการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้วิธีผสมมูลสัตว์สดกับน้ำเติมลงบ่อก๊าซเฉลี่ย 3.12 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยใช้มูลสัตว์สดเฉลี่ย 24.46 กิโลกรัมต่อครั้งเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ หรือคิดเป็นอัตราส่วน 1:0.89 ดังตารางที่ 1

2.3 การเปิดใช้ก๊าซชีวภาพ เกษตรกรทั้งหมดได้ใช้พลังงานที่ได้จากบ่อก๊าซชีวภาพ เป็นพลังงานในการหุงต้มในครัวเรือนเกษตรกรมีการเปิดใช้ก๊าซเฉลี่ยวันละ 2.36 ครั้ง มีระยะเวลาในการเปิดใช้ก๊าซเฉลี่ย 66.03 นาทีต่อวัน และมีระยะเวลาในการเปิดใช้ก๊าซที่นานที่สุด 82.99 นาทีเกษตรกรเกินครึ่งเล็กน้อย (ร้อยละ 54.46) เห็นว่าช่วงเย็นก๊าซมีแรงดันสูงกว่าช่วงเช้า ดังตารางที่ 1

2.4 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ ดังตารางที่ 2

2.3.1 ก่อนการใช้ก๊าซชีวภาพ โดยรวมเกษตรกรใช้ก๊าซหุงต้ม LPG ขนาด 15 กิโลกรัม เฉลี่ย 52.42 วันต่อถัง มีค่าใช้จ่ายในการใช้ฟืนเฉลี่ย 180 บาทต่อเดือน และ มีค่าใช้จ่ายในการใช้ถ่านเฉลี่ย 190.51 บาทต่อเดือน

2.3.2 หลังการใช้ก๊าซชีวภาพ วิเคราะห์ข้อมูลแยกตามลักษณะรูปแบบของบ่อก๊าซชีวภาพ

1) แบบถุงหมัก PVC เกษตรกรใช้ก๊าซหุงต้มขนาด 15 กิโลกรัม เฉลี่ย 124.77 วันต่อถัง มีค่าใช้จ่ายในการใช้ฟืนเฉลี่ย 67.50 บาทต่อเดือน และ มีค่าใช้จ่ายในการใช้ถ่านเฉลี่ย 150 บาทต่อเดือน

2) แบบฝาคบรอบลอยเกษตรกรใช้ก๊าซหุงต้มขนาด 15 กิโลกรัม เฉลี่ย 257.27 วันต่อถัง มีค่าใช้จ่ายในการใช้ฟืนเฉลี่ย 117.14 บาทต่อเดือน และ มีค่าใช้จ่ายในการใช้ถ่านเฉลี่ย 122.76 บาทต่อเดือน

2.5 การใช้ประโยชน์จากกากก๊าซ เกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์จากกากก๊าซเป็นประจำ โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นปุ๋ยพืชผักในครัวเรือน และจากการนำกากก๊าซมาเป็นปุ๋ย เกษตรกรเกินครึ่งเล็กน้อย (ร้อยละ 53.57) เห็นว่า ปุ๋ยจากกากก๊าซให้ผลผลิตดีกว่าปุ๋ยที่ซื้อตามท้องตลาด และมีเกษตรกรร้อยละ 42.86 ที่เห็นว่า ปุ๋ยจากกากก๊าซให้ผลผลิตไม่ต่างจากปุ๋ยที่ซื้อ

2.6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพสู่ชุมชน เกษตรกรประมาณสองในสาม คิดว่าตนเองสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพที่ตนใช้อยู่ให้กับคนในและนอกชุมชนได้

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

ตารางที่ 1 การใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยจังหวัดสุรินทร์

การใช้ก๊าซชีวภาพ	ถุงหมัก PVC		ฝาครอบลอย		รวม	
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน	ค่าเฉลี่ย	ส่วน	ค่าเฉลี่ย	ส่วน
		เบี่ยงเบน มาตรฐาน		เบี่ยงเบน มาตรฐาน		เบี่ยงเบน มาตรฐาน
1. จำนวนปีที่มีการติดตั้ง	1.54	0.779	3.60	0.669	2.64	1.258
2. ความยาวของท่อส่งก๊าซ (เมตร)	11.56	4.574	13.33	8.215	12.51	6.802
3. ความถี่ในการเติมมูลลงบ่อหมัก (ครั้ง/สัปดาห์)	3.40	2.000	2.88	1.795	3.12	1.900
4. ปริมาณมูลสดที่เติมลงบ่อหมัก(กก.)	26.10	15.853	23.42	18.331	24.64	17.224
5. อัตราส่วนมูลสดต่อน้ำ	1:0.82	0.465	1:0.97	0.538	1:0.89	0.512
6. การเปิดใช้ก๊าซ (ครั้ง/วัน)	2.31	0.897	2.40	0.643	2.36	0.769
7. เวลาในการเปิดใช้ก๊าซเฉลี่ยต่อวัน (นาทีก)	65.77	28.567	66.25	16.940	66.03	22.968
8. เวลาในการเปิดใช้ก๊าซนานที่สุด (นาทีก)	92.98	45.571	74.33	31.683	82.99	39.686

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการหุงต้มของครัวเรือนเกษตรกร
ก่อนและหลังการใช้ก๊าซชีวภาพ

การใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน	ก่อนการใช้ ก๊าซชีวภาพ	หลังการใช้ก๊าซชีวภาพ		
		บ่อหมักทั้ง สองแบบ	แบบถุง หมัก PVC	แบบฝา ครอบลอย
ก๊าซหุงต้ม LPG ขนาด 15 กิโลกรัมต่อถัง				
1. ร้อยละของเกษตรกรที่ใช้ก๊าซหุงต้ม LPG	83.04	49.11	19.64	29.46
2. ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม LPG เฉลี่ย (วัน/ถัง)	52.42	204.27	124.77	257.27
3. ค่าใช้จ่ายในการใช้ก๊าซหุงต้ม LPG เฉลี่ย (บาท/เดือน)	216.85	55.65	91.11	44.18
ฟืน				
1. ร้อยละของเกษตรกรที่ใช้ฟืน	37.50	24.11	5.36	16.75
2. ค่าใช้จ่ายในการใช้ฟืน (บาท/เดือน)	180.00	106.11	67.50	117.14
ถ่าน				
1. ร้อยละของเกษตรกรที่ใช้ถ่าน	69.64	47.32	13.39	33.93
2. ค่าใช้จ่ายในการใช้ถ่าน (บาท/เดือน)	190.51	130.47	150.00	122.76

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

3. ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยในจังหวัดสุรินทร์

3.1 ปัญหาด้านการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพดังตารางที่ 3

3.1.1 จำนวนเกษตรกรที่ประสบปัญหาโดยรวมเกษตรกรเกือบสามในสี่ (ร้อยละ 73.21) ประสบปัญหาเกิดการอุดตันของท่อบ่อลิ้น

3.1.2 ระดับปัญหา โดยรวมเกษตรกรมีปัญหาด้านการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 1.71) เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่าปัญหารากไม้ กิ่งไม้ ทำความเสียหายให้กับบ่อก๊าซชีวภาพ มีค่าเฉลี่ยของระดับปัญหาสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 1.93) ปัญหาลูกอยู่ในระดับน้อย

ตารางที่ 3 ปัญหาด้านการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพ

ประเด็นปัญหาด้านการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพ	จำนวน	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับปัญหา	อันดับ
1.การรั่วซึมบริเวณรอยต่อของบ่อหมัก	70	62.50	1.64	1.091	น้อยที่สุด	6
2.การรั่วซึมบริเวณรอยต่อของท่อส่งก๊าซ	52	46.43	1.81	0.930	น้อย	3
3.เกิดการอุดตันของท่อบ่อเดิม	76	67.86	1.78	0.932	น้อยที่สุด	4
4.เกิดการอุดตันของท่อบ่อลิ้น	82	73.21	1.70	0.827	น้อยที่สุด	5
5.ระดับน้ำของวาวนิริยแห้ง	65	58.04	1.48	0.640	น้อยที่สุด	9
6.รากไม้ กิ่งไม้ ทำความเสียหายให้กับบ่อก๊าซชีวภาพ	29	25.89	1.93	1.067	น้อย	1
7. สัตว์เลี้ยง ทำความเสียหายให้กับบ่อก๊าซชีวภาพ	35	31.25	1.60	0.914	น้อยที่สุด	8
8. ดินบริเวณบ่อหมักทรุดตัว	33	29.46	1.61	0.827	น้อยที่สุด	7
9. บ่อก๊าซชีวภาพมีขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ของบ้าน	47	41.96	1.83	0.761	น้อย	2
สรุปภาพรวม			1.71	0.888	น้อยที่สุด	

3.2 ปัญหาด้านการใช้ก๊าซชีวภาพดังตารางที่ 4

3.2.1 จำนวนเกษตรกรที่ประสบปัญหาโดยรวมเกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 83.93) ประสบปัญหาก๊าซที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ในแต่ละวัน

3.2.2 ระดับปัญหา โดยรวมเกษตรกรมีปัญหาด้านการใช้ก๊าซชีวภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 1.77) เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่าปัญหามีสนิมเกาะทำให้หัวเตาอุดตัน มีค่าเฉลี่ยของปัญหาสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 2.12) ปัญหาลูกอยู่ในระดับน้อย

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

ตารางที่ 4 ปัญหาด้านการใช้ก๊าซชีวภาพ

ประเด็นปัญหาด้านการใช้ก๊าซชีวภาพ	จำนวน	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับปัญหา	อันดับ
1. มีก๊าซออกแต่จุดไฟติดบ้างไม่ติดบ้าง	87	77.68	1.71	0.730	น้อยที่สุด	6
2. ก๊าซให้ไฟไม่แรงตามต้องการ	87	77.68	1.79	0.917	น้อยที่สุด	4
3. ก๊าซที่เกิดขึ้น ไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ในแต่ละวัน	94	83.93	1.74	0.927	น้อยที่สุด	5
4. ไม่สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ตลอดเวลาที่ต้องการ	86	76.79	1.97	0.999	น้อย	3
5. มีความยุ่งยากในการนำก๊าซไปใช้จริง	54	48.12	1.48	0.693	น้อยที่สุด	10
6. มีสนิมเกาะทำให้หัวเตาอุดตัน	84	75.00	2.12	0.897	น้อย	1
7. หัวเตาก๊าซมีการสุกเร็วกว่าปกติ	72	64.29	2.03	0.888	น้อย	2
8. มีหยดน้ำเกาะในสายส่งก๊าซทำให้ไม่สามารถใช้ก๊าซได้	57	50.89	1.65	0.876	น้อยที่สุด	8
9. ก๊าซที่ได้จากบ่อก๊าซชีวภาพมีกลิ่นเหม็น	48	42.86	1.71	0.849	น้อยที่สุด	7
10. ไม่สามารถหาวัสดุตัวในปริมาณพอสำหรับการผลิตก๊าซ	30	26.79	1.53	0.776	น้อยที่สุด	9
สรุปภาพรวม			1.77	0.855	น้อยที่สุด	

3.3 ปัญหาการนำกากก๊าซไปใช้เป็นปุ๋ยดังตารางที่ 5

3.3.1 จำนวนเกษตรกรที่ประสบปัญหา โดยรวมเกษตรกรเกินครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 55.36) ประสบปัญหาการมีลักษณะเหลวทำให้หกเลอะเทอะระหว่างขนกากไปใช้หรือไปตากให้แห้ง

3.3.2 ระดับปัญหา โดยรวมเกษตรกรมีปัญหาด้านการนำกากก๊าซไปใช้เป็นปุ๋ยอยู่ในระดับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 1.71) เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่าปัญหาปัญหาการกากมีกลิ่นเหม็นมีค่าเฉลี่ยของระดับปัญหาสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 2.17) ปัญหาอยู่ในระดับน้อย

ตารางที่ 5 ปัญหาด้านการนำกากก๊าซไปใช้เป็นปุ๋ย

ประเด็นปัญหาด้านการนำกากก๊าซไปใช้เป็นปุ๋ย	จำนวน	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับปัญหา	อันดับ
1. พื้นที่บริเวณบ่อสั่นแสบทำให้ไม่สะดวกในการตักกาก	38	33.93	1.16	0.437	น้อยที่สุด	6
2. ไม่มีอุปกรณ์ในการตักกากไปใช้	21	18.75	1.43	0.746	น้อยที่สุด	5
3. กากมีลักษณะเหลวทำให้หกเลอะเทอะระหว่างขนกากไปใช้หรือไปตากให้แห้ง	62	55.36	1.55	0.862	น้อยที่สุด	4
4. กากมีลักษณะเหลวทำให้ยากในการนำไปใช้ทันที	60	53.57	1.80	0.798	น้อยที่สุด	3
5. ไม่มีพื้นที่สำหรับตากกากให้แห้งก่อนนำไปใช้	40	35.71	2.15	1.099	น้อย	2
6. กากมีกลิ่นเหม็น	23	20.54	2.17	0.778	น้อย	1
สรุปภาพรวม			1.71	0.787	น้อยที่สุด	

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

3.4 ปัญหาด้านการบำรุงรักษาและอื่นๆที่เกี่ยวข้องดังตารางที่ 6

3.4.1 จำนวนเกษตรกรที่ประสบปัญหาโดยรวมเกษตรกรส่วนใหญ่(ร้อยละ 80.36) ประสบปัญหาเมื่อบ่อก๊าซเกิดการชำรุดไม่สามารถการแก้ไขปัญหได้ด้วยตนเอง

3.4.2 ระดับปัญหา โดยรวมเกษตรกรมีปัญหาด้านการบำรุงรักษาและอื่นๆที่เกี่ยวข้องอยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย = 2.07) เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่าปัญหาที่มีความยุ่งยากในการจัดซื้อ จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เมื่อจะซ่อมบำรุง มีค่าเฉลี่ยของปัญหาสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 2.51) ปัญหาอยู่ในระดับน้อย

ตารางที่ 6 ปัญหาด้านการบำรุงรักษาและอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ประเด็นปัญหาด้านการบำรุงรักษา และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง	จำนวน	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ ปัญหา	อันดับ
1. ไม่สามารถดูแลรักษาสภาพของบ่อก๊าซให้อยู่ใน สภาพที่สามารถใช้งานได้ตลอดอายุการใช้งาน	64	57.14	2.11	0.911	น้อย	3
2. เมื่อบ่อก๊าซเกิดการชำรุดไม่สามารถการแก้ไขปัญห ได้ด้วยตนเอง	90	80.36	1.93	0.946	น้อย	4
3. มีความยุ่งยากในการดูแลรักษาบ่อก๊าซ	68	60.71	1.72	0.861	น้อยที่สุด	6
4. ปัญหาที่มีความยุ่งยากในการซ่อมบำรุงบ่อก๊าซ	84	75.00	1.88	0.924	น้อย	5
5. มีความยุ่งยากในการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์เมื่อจะ ผลิตบ่อก๊าซเพิ่มเติม	79	70.54	2.29	1.252	น้อย	2
6. มีความยุ่งยากในการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์เมื่อจะ ซ่อมบำรุง	79	70.54	2.51	1.186	น้อย	1
สรุปภาพรวม			2.07	1.013	น้อย	

อภิปรายผลการวิจัย

1. **สภาพสังคมและเศรษฐกิจ** เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยที่มีการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ มีอายุเฉลี่ย 49.55 ปี เรียนจบระดับประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.61คนเกษตรกรเลี้ยงโคเฉลี่ย ครัวเรือนละ 4.72 ตัว เลี้ยงกระบือเฉลี่ย ครัวเรือนละ 3.52 ตัวซึ่งสอดคล้องกับ ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ (2556: Online)ที่ระบุว่าจังหวัดสุรินทร์มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโค 48,908 ครัวเรือน 218,547ตัว (เฉลี่ย 4.47 ตัว) และมีเกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือ 24,335 ครัวเรือน 81,117ตัว (เฉลี่ย 3.33 ตัว) จากการศึกษายังพบว่า เกษตรกรสามารถเก็บรวบรวมมูลสัตว์เฉลี่ย 9,802.68 กิโลกรัมต่อปี และมีรายได้รวมเฉลี่ย 251,723 บาท/ปี (รายได้จากการเกษตรเฉลี่ย 176,944.64 บาท/ปีและนอกภาคการเกษตรเฉลี่ย 74,778.37 บาท/ปี) เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ส่วนใหญ่มีการเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพเสริม เกษตรกรส่วนใหญ่มีการเก็บรวบรวมมูลสัตว์ไว้เป็นปุ๋ยสำหรับไร่นาของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดที่เน้นการทำการเกษตรแบบเกษตรอินทรีย์ และรายได้ของเกษตรกรสอดคล้องกับสำนักงาน

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4

The 4th STOU Graduate Research Conference

จังหวัดสุรินทร์(2555:13) ระบุว่า ประชาชนมีรายได้เฉลี่ย 47,131 บาท/คน/ปี หรือมีรายได้ 235,655 บาท/ครัวเรือน (ครัวเรือนละ 5 คน)

2. การติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพ เกษตรกรที่ใช้ในการศึกษา เป็นเกษตรกรที่มีการติดตั้งบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบถุงหมัก PVC จำนวน 52 ราย และเกษตรกรที่ติดตั้งบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบฝาคบลอย จำนวน 60 ราย ซึ่งเป็นประชากรทั้งหมดที่มีการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพจากมูลนิธิสัตว์ โดยเกษตรกรได้รับการสนับสนุนการติดตั้งบ่อก๊าซจากองค์กรเอกชนองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและกรมปศุสัตว์ซึ่งเกษตรกรมีการติดตั้งท่อส่งก๊าซจากบ่อก๊าซถึงสถานที่ใช้ก๊าซ มีความยาวท่อส่งก๊าซอยู่ระหว่าง 3 -35 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพทางกายภาพของเกษตรกร มีความยาวท่อส่งก๊าซเฉลี่ย 12.51 เมตรเนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะในการจัดซื้ออุปกรณ์ติดตั้งก๊าซชีวภาพของกรมปศุสัตว์ระบุว่าท่อส่งก๊าซมีความยาว 15 เมตร เกษตรกรที่มีการติดตั้งบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบถุงหมัก PVC มีการป้องกันรากไม้ กิ่งไม้ และสัตว์ต่างๆ ที่จะทำให้เกิดความเสียหายกับบ่อก๊าซชีวภาพ ด้วยการใช้ตาข่ายขึงคลุมและล้อมเป็นรั้ว เนื่องจากถุงหมัก PVC มีลักษณะเป็นยางจึงมีความเสี่ยงที่จะถูกกิ่งรากไม้ กิ่งไม้หรือสัตว์ ทำให้เกิดการรั่วได้ง่าย ในขณะที่เกษตรกรที่ติดตั้งบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบฝาคบลอย จะมีการป้องกันรากไม้ ด้วยการเทพื้นรองพื้นเท่านั้นแต่ไม่มีการป้องกันสัตว์เข้าทำลาย เนื่องจากบ่อก๊าซทำจากท่อซีเมนต์ จึงมีความแข็งแรงต่อการกระแทกของกิ่งไม้และสัตว์เลี้ยง

3. การผลิตก๊าซชีวภาพ เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้มูลกระบือในการผลิตก๊าซ โดยใช้มูลสัตว์สดผสมน้ำเดิมลงบ่อหมัก เฉลี่ย 3.12 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้มูลสัตว์สดเฉลี่ย 24.64 กิโลกรัมต่อครั้งในการเติมลงบ่อหมัก หรือใช้อัตราส่วน 1:0.89 ซึ่งการใช้มูลโค-กระบือในการผลิตก๊าซชีวภาพสอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจที่เกษตรกรมีการเลี้ยงโคเฉลี่ยครัวเรือนละ 4.75 ตัว และเลี้ยงกระบือเฉลี่ยครัวเรือนละ 3.52 ตัว ซึ่ง สุขน ตั้งทวีวัฒน์ (2552:6) กล่าวว่า โค-กระบือให้ปริมาณมูลสดวันละ 8 กิโลกรัม/ตัว ดังนั้นเกษตรกรจะได้มูลสัตว์ประมาณวันละ 28 - 37 กิโลกรัม ซึ่งเพียงพอสำหรับการผลิตก๊าซ สอดคล้องกับ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2556:69) ระบุว่า หลังเปิดใช้งานแล้วให้เติมมูลทุกวันละ 1 ปี๊บ (ปี๊บละ 25 - 30 กิโลกรัม) โดยเติมน้ำผสมมูลในสัดส่วนประมาณ 1:1 หรือ ปรับความถี่และปริมาณการเติมตามการใช้งานจริง

4. ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ

1) เปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ก๊าซชีวภาพ พบว่า ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม LPG ขนาด 15 กิโลกรัมลดลง จาก 52.42 วันต่อถังเป็น 204.27 วันต่อถังค่าไฟ ลดลงจาก 180 บาทต่อเดือน เหลือ 106.11 บาทต่อเดือน และค่าถ่านลดลง จาก 190.51 บาทต่อเดือน เหลือ 130.47 บาทต่อเดือน ซึ่งสอดคล้องกับศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบูรณ์ (2555:36) พบว่าผลกระทบระยะสั้นด้านเศรษฐกิจหลังจากเกษตรกรติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพแล้ว สามารถลดค่าก๊าซหุงต้ม LPG ค่าไฟและค่าถ่านลงได้ และสอดคล้องกับ อภิชัย อุทัยธรรม (2545:48) กล่าวว่า ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้นำไปทดแทนพลังงานไฟฟ้า และ LPG ในครัวเรือนและในฟาร์มซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ ไม่ต่ำกว่า 2,500 บาท/เดือน ในบ่อขนาด 50 และ 100 ลบ.ม.และหากเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพกับค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน จะพบว่า ต้นทุนในการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบ PVC อยู่ที่ประมาณ 5,000 บาท(ไม่รวมค่าแรง) สามารถใช้งานได้อย่างน้อย 5 ปี และการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบฝาคบลอย อยู่ที่ประมาณ 10,000 บาท(ไม่รวมค่าแรง) สามารถใช้งานได้มากกว่า 10 ปี และ จากการศึกษา

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4

The 4th STOU Graduate Research Conference

พบว่า เกษตรกรหลังการติดตั้งก๊าซชีวภาพเกษตรกรมีลดค่าใช้จ่ายก๊าซ LPG เฉลี่ย เดือนละ 161.20 บาท ดังนั้นถ้าบ่อก๊าซชีวภาพใช้งานได้ 5 และ 10 ปี จะค่าใช้จ่ายค่าก๊าซ LPG ประมาณ 9,672 และ 19,344 บาทตามลำดับ

2) การใช้พลังงานจากก๊าซชีวภาพ เกษตรกรทั้งหมดใช้พลังงานที่ได้จากบ่อก๊าซชีวภาพ เป็นพลังงานในการหุงต้มในครัวเรือน เกษตรกรเกินครึ่งหนึ่งเห็นว่าก๊าซมีแรงดันก๊าซในช่วงเย็นสูงกว่าช่วงเช้า ซึ่งสอดคล้องกับ “ก๊าซชีวภาพ” วิถีพิเศษสารานุกรมเสรี(2554)สมชัย จันทรสว่า (2556:4) กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2553: (2-9))และสำนักวิจัยค้นคว้าพลังงาน(2556:Online) กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตก๊าซชีวภาพ ว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดก๊าซ และเนื่องจากในช่วงเย็นมีอุณหภูมิที่สูงกว่าช่วงเช้าทำให้การเกิดก๊าซมีมากขึ้น จึงส่งผลให้ช่วงเย็นก๊าซมีแรงดันมากกว่าช่วงเช้า

3)การเปิดใช้ก๊าซของเกษตรกร จากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรเปิดใช้ก๊าซเฉลี่ยวันละ 2.36 ครั้ง มีระยะเวลาในการเปิดใช้ก๊าซเฉลี่ย 66.03 นาทีต่อวัน และ มีระยะเวลาในการเปิดใช้ก๊าซที่นานที่สุดเฉลี่ย 82.99นาทิจึงสอดคล้องกับการศึกษาของ เจษฎา มิ่งฉาย และ คณะ (2554:16) พบว่า ในหนึ่งวันสามารถใช้งานได้ 2-3 ครั้ง มีประสิทธิภาพในการใช้ก๊าซสามารถใช้หุงต้มได้ต่อเนื่องประมาณ 1-2 ชั่วโมงต่อครั้ง

5. การใช้ประโยชน์จากกากก๊าซ เกษตรกรนำกากที่เหลือจากการหมักก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ไปใช้เป็นปุ๋ยเป็นประจำ โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นปุ๋ยพืชผักในครัวเรือน เกษตรกรเกินครึ่งหนึ่งเห็นว่า ปุ๋ยจากกากก๊าซให้ผลผลิตดีกว่าปุ๋ยที่ซื้อตามท้องตลาด และมีเกษตรกรเกือบครึ่งหนึ่งที่เห็นว่า ปุ๋ยจากกากก๊าซให้ผลผลิตไม่ต่างจากปุ๋ยที่ซื้อ โดย อรรถพร คณาเจริญพงษ์ (2541:270) ศึกษาผลกระทบของปุ๋ยจากบ่อก๊าซชีวภาพและอัตราเมล็ดพันธุ์ ของข้าวหอมมะลิ 105 ในนาหว่านน้ำตม พบว่า ปุ๋ยจากก๊าซชีวภาพทำให้การแตกกอ ดัชนีพื้นที่ใบ ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบอยู่ในระดับเดียวกับปุ๋ยเคมี และ การใส่ปุ๋ยจากก๊าซชีวภาพที่อัตรา 1,400 กิโลกรัม /ไร่ โดยใช้เมล็ดพันธุ์ 6 กิโลกรัม. /ไร่ ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมีอัตราที่ทางราชการแนะนำ

6. การถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพสู่ชุมชน เกษตรกรที่ใช้บ่อก๊าซชีวภาพแบบถุงหมัก PVC ส่วนใหญ่คิดว่าตนเองสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพที่ตนใช้อยู่ให้กับคนในและนอกชุมชนได้อาจเนื่องมาจากบ่อก๊าซชีวภาพแบบPVC เป็นบ่อก๊าซชีวภาพสำเร็จรูป มีวิธีการติดตั้งที่ง่ายไม่ซับซ้อนและใช้เวลาในการติดตั้งไม่นาน แต่มีจุดที่ต้องระวังในเรื่องของการติดตั้งท่อลมและท่อเติมต้องได้องศา และระดับ ตามหลักทฤษฎีและต้องคอยยึดให้แน่น เพื่อให้การเติมมูลและการสั่นของกากมีประสิทธิภาพมากขึ้น และการเดินสายส่งก๊าซอย่าให้หย่อนหรือตกท้องช้างและสำหรับเกษตรกรที่ใช้บ่อก๊าซชีวภาพแบบฝาคบรอบลอยเกษตรกรครึ่งหนึ่ง คิดว่าตนเองสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพที่ตนใช้อยู่ให้กับคนในชุมชนได้และ เกษตรกรเกือบครึ่งหนึ่ง คิดว่าตนเองสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพที่ตนใช้อยู่ให้กับคนนอกชุมชนได้อาจเนื่องจากการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพแบบฝาคบรอบลอยต้องอาศัยผู้ที่มีทักษะทางช่างปูน เนื่องจากบ่อเป็นลักษณะที่ต้องก่อขึ้นมาเองและมีความซับซ้อนและใช้เวลาในการติดตั้งนานกว่าแบบPVC ซึ่งเกษตรกรบางรายไม่สามารถอธิบายหรือเข้าใจในขบวนการติดตั้งจึงทำให้ไม่สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีดังกล่าวได้

7. ปัญหาเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ก๊าซชีวภาพ พิจารณาเป็นรายด้าน ดังนี้

1) ปัญหาด้านการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพเกษตรกรมีปัญหาด้านการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุดและ ปัญหาที่เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบ คือ ปัญหาท่อบ่อเติม และท่อบ่อสั่นเกิดการอุดตันอาจมี

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4

The 4th STOU Graduate Research Conference

สาเหตุจากบ่อหมักเต็ม เพราะบ่อก๊าซชีวภาพที่ใช้มีความจุประมาณ 7000 ลิตร จุก๊าซได้ประมาณ 3000 ลิตร (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ 2555 : 69) ดังนั้นจะจุมูลสัตว์ได้ประมาณ 4,000 ลิตร และ นันทกร บุญเกิด (2557) กล่าวว่า มูลโค 1,000 กิโลกรัม ในบ่อหมักก๊าซ 90 วัน สามารถให้ปริมาณตะกอน 450 กิโลกรัม จากผลการศึกษาบ่อก๊าซส่วนใหญ่มีอายุในการติดตั้งเกินกว่า 2 ปี เกษตรกรมีการเติมมูลครั้งละ 24.64 กิโลกรัม สัปดาห์ละ 3.12 ครั้ง ดังนั้นระยะเวลา 2 ปี จะมีการเติมมูลประมาณ 7,995.19 กิโลกรัม จะได้กาก 3,597.83 กิโลกรัม ซึ่งมีผลทำให้บ่อหมักเต็มจึงเกิดการอุดตันของท่อบ่อเดิมและบ่อสัน ซึ่งสามารถแก้ปัญหาด้วยการใช้ไม้กระทุ้งให้กากไหลออก หรือใช้วิธีการดูดกากออก เหมือนการดูดส้วม

2) ปัญหาด้านการใช้ก๊าซชีวภาพเกษตรกรมีปัญหาด้านการใช้ก๊าซชีวภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด และปัญหาที่เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบ คือ ปัญหาก๊าซที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ในแต่ละวัน ก๊าซออกแต่จุดไฟติดบ้างไม่ติดบ้างซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดก๊าซไม่เหมาะสม, ก๊าซมีไอน้ำเป็นองค์ประกอบอาจเกิดเป็นหยดน้ำเกาะภายในสายส่งก๊าซหรือสายส่งก๊าซเกิดหย่อนหรือดกท้องช้างทำให้หยดน้ำอุดตันท่อส่งก๊าซ ทำให้ก๊าซสามารถผ่านได้น้อยลงเป็นผลทำให้ก๊าซที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ในแต่ละวัน หรือก๊าซที่ออกมาคือน้ำผสมอยู่เป็นผลทำให้ก๊าซที่ออกมาไม่สามารถติดไฟได้

3) ปัญหาด้านการนำกากก๊าซไปใช้เป็นปุ๋ยเกษตรกรมีปัญหายุ่งยากอยู่ในระดับปัญหาน้อยที่สุด และ ปัญหาที่เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบ คือ ปัญหาการมีลักษณะเหลวทำให้หกเลอะเทอะระหว่างขนกากไปใช้หรือไปตากให้แห้ง ซึ่งกากก๊าซที่ได้มีลักษณะเหลวเข้มข้น จะไหลออก 3-4 วัน/ครั้ง ครั้งละประมาณ 300 – 350 ลิตร (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ 2555:69) จากกากก๊าซที่เหลวเข้มข้นดังกล่าวทำให้ยากต่อการนำไปใช้หรือนำไปตากให้แห้ง

4) ปัญหาด้านการบำรุงรักษาและอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เกษตรกรมีปัญหายุ่งยากอยู่ในระดับปัญหาน้อย และ ปัญหาที่เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบ คือ บ่อก๊าซเกิดการชำรุดไม่สามารถการแก้ไขปัญหได้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจเป็นเพราะเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ (บ่อก๊าซชีวภาพ) เป็นเรื่องใหม่สำหรับเกษตรกร เมื่อเกิดปัญหาเกษตรกรจึงไม่กล้าที่จะดำเนินการซ่อมแซมด้วยตนเองจึงมักแจ้งเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบมาช่วยในการแก้ปัญหาหรือต้องขอคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ก่อนจะดำเนินการแก้ปัญหาต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยจังหวัดสุรินทร์ สามารถนำไปพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ส่งเสริมสนับสนุน และแก้ไขปัญหาการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยให้ดีขึ้น และ ให้สอดคล้องกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของชุมชน กล่าวคือ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ และการใช้ประโยชน์จากกากก๊าซ จากผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรสามารถประหยัดรายจ่ายค่าพลังงานหุงต้มในครัวเรือน (ก๊าซหุงต้ม LPG ฟืนและถ่าน) และ นำกากที่เหลือจากการหมักก๊าซมาเป็นปุ๋ยใส่ไร่นาทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการส่งเสริมด้านการเกษตรของจังหวัดสุรินทร์ เนื่องจากก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เป็นการถือถ่วงกันทางธรรมชาติ คือ นอกจากจะเป็นก๊าซมาเป็น

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4

The 4th STOU Graduate Research Conference

พลังงานใช้ในครัวเรือนแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงสัตว์และใช้ปุ๋ยจากกากก๊าซลดการใช้ปุ๋ยเคมี ดังนั้น ภาครัฐ เอกชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ควรให้มีการส่งเสริม สนับสนุนให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์มีการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อให้เกษตรกรมีพลังงานใช้ในครัวเรือน ส่งเสริมให้การเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น และใช้ปุ๋ยจากกากก๊าซลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการทำการเกษตรมีวิถีชีวิตตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง สามารถพึ่งตนเองได้อย่างยั่งยืน

1.2 การบำรุงรักษา จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อบ่อก๊าซชีวภาพเกิดชำรุดเสียหายเกษตรกรยังไม่สามารถหาอุปกรณ์มาซ่อมแซมได้ จึงควรมีการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับแหล่งจำหน่ายชุดอุปกรณ์ก๊าซชีวภาพ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรที่ต้องการติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ มีการแนะนำสถานที่จำหน่ายอุปกรณ์ เพื่อซ่อมแซมและบำรุงรักษา

1.3 จากผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกรณีบ่อก๊าซเกิดชำรุด หรือเกิดปัญหาไม่สามารถใช้ก๊าซได้ จึงควรมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ ที่ยังขาดความรู้ ช่างฝีมือท้องถิ่น และเกษตรกรก่อนมีการติดตั้งบ่อก๊าซทุกครั้ง เพื่อให้เข้าใจถึงขบวนการและวิธีการ ตั้งแต่การติดตั้ง การผลิต การใช้ก๊าซชีวภาพ และข้อควรระวังต่างๆ ก่อนมีการลงมือปฏิบัติจริง จะทำให้สามารถแก้ไขปัญหาในเบื้องต้นได้กรณีบ่อก๊าซเกิดชำรุดหรือเกิดปัญหาไม่สามารถใช้ก๊าซได้

1.4 เจ้าหน้าที่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเจ้าหน้าที่ ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ในครัวเรือน จะได้ทราบปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาให้กับเกษตรกรในพื้นที่

1.5 เกษตรกรสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเกษตรกรใช้ในการตัดสินใจในการติดตั้งบ่อก๊าซชีวภาพในครัวเรือน เพื่อจะได้ทราบถึงการติดตั้ง การผลิต การใช้ก๊าซ การนำกากก๊าซมาใช้เป็นปุ๋ย และปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นให้สอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจ สังคม ของตนเอง หรือชุมชนนั้นๆ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ด้านการติดตั้งบ่อก๊าซ ผลการวิจัยพบว่าบ่อก๊าซมีปัญหาด้านการรั่วซึมบริเวณบ่อหมักจึงควรศึกษาพัฒนาบ่อก๊าซชีวภาพให้สามารถมีอายุการใช้งานได้ยาวนานขึ้น ง่ายต่อการติดตั้งและใช้งาน สามารถซ่อมแซมและบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง มีขนาดเหมาะสมกับขนาดและความต้องการของครัวเรือน หรือติดตั้งก๊าซ 1 หลังสามารถใช้ได้หลายครัวเรือน (บ้านข้างเคียง) และควรมีคู่มือประจำบ้านสำหรับเกษตรกร

2.2 ด้านการใช้ก๊าซชีวภาพ จากผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรมีการนำก๊าซมาใช้ในการหุงต้มในครัวเรือนเพียงอย่างเดียว จึงควรมีการศึกษาพัฒนาให้เกษตรกรสามารถนำก๊าซมาแปลงเป็นพลังงานอย่างอื่น หรือเก็บไว้ใช้ในยามที่จำเป็น ถ้าเหลือสามารถนำมาช่วยเหลือเกษตรกรบ้านข้างเคียง หรือ จำหน่าย และ ควรมีการพัฒนาพัฒนาระบบการใช้ก๊าซให้สามารถใช้ก๊าซได้นานขึ้น ลดปัญหามีก๊าซออกแต่จุดไม่ติด

2.3 ด้านการนำกากก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นปุ๋ย จากผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรมีการนำกากก๊าซไปใช้เป็นปุ๋ย และเห็นว่าปุ๋ยจากกากก๊าซดีกว่าหรือเทียบเท่าปุ๋ยที่ซื้อ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาลงถึงผลของการนำกากก๊าซไปใช้เป็นปุ๋ยที่ชัดเจนมากขึ้น ศึกษาประสิทธิภาพของกากก๊าซว่ามีผลต่อดินและพืชที่ปลูกอย่างไรต้องใช้ใน

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

ปริมาณเท่าไรจึงจะเพียงพอที่จะทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี(ปุ๋ยที่ซื้อ)ได้ และมีผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยคอกสดอย่างไร เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรใช้เป็นทางเลือกในการใช้ปุ๋ยต่อไป

2.4 เนื่องจากการศึกษาเรื่องการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เป็นการวิจัยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ และเป็นการศึกษาเฉพาะบ่อก๊าซชีวภาพแบบถูหมักPVC และบ่อก๊าซชีวภาพแบบฝาครอบลอย เท่านั้น ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ในพื้นที่อื่นๆ หรือศึกษาในบ่อก๊าซชีวภาพรูปแบบอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, สำนักวิจัยค้นคว้าพลังงาน. (2556). การผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียฟาร์มปศุสัตว์ และ โรงงานอุตสาหกรรม. สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2556 จาก http://www2.dede.go.th/km_ber/Attach/Biogas-present.pdf

กรมปศุสัตว์, ศูนย์สารสนเทศ. (2556). ข้อมูลจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และปศุสัตว์ ปี 2556. สืบค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2556 จาก http://www.dld.go.th/ict/th2/images/stories/planning/2556/report_survey56.pdf

เจษฎา มิ่งฉาย, พจนีย์ แสงมณี, สร้อยรัตน์ดา สามโพธิ์ศรี, สุทธิรัตน์ ปาลาศ, และ ลือ เกิดสาย. (2554). การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคที่เหมาะสมสำหรับบ้านห้วยบง ตำบลป่าเช่า อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, อุดรธานี.

นันทกร บุญเกิด. (2557). การสร้างบ่อก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน ใน *เอกสารประกอบการบรรยายงานเกษตรสุรินทร์ ปี 2557 วันที่ 10 มกราคม 2557* หน่วยบริการวิชาการแก่ชุมชน: สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรินทร์, นครราชสีมา

ประทีป กุลละวณิช, นันทิยา เปปะดัง, อรอมล เหล่าปิตินันท์, อรรณพ นพรัตน์, วรินทร์ สงคศิริ, และภาวิณี ชัยประเสริฐ. (2550). ภาพรวมเชิงสถานภาพและศักยภาพของเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพในประเทศไทยจัดโดยคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ. *การประชุมวิชาการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ (ครั้งที่ 1)*

31 สิงหาคม 2550. โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์, กรุงเทพมหานคร.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบูรณ์. (2555). รายงานการประเมินผลโครงการส่งเสริมและพัฒนาระบบการเลี้ยงโคเนื้อเพื่อเพิ่มมูลค่า ตามแผนพัฒนากลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์.

สำนักงานจังหวัดสุรินทร์. (2555). สรุปข้อมูลจังหวัดสุรินทร์. กลุ่มงานสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานจังหวัดสุรินทร์, สุรินทร์

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. (2555). คู่มือการจัดตั้งหมู่บ้านหลักถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านอาหารสัตว์ ปีงบประมาณ 2556. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพมหานคร.

สุชน ตั้งทวีวัฒน์. (2552). การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและเป็นแหล่งพลังงานทดแทนสำหรับครัวเรือนในชุมชน (พิมพ์ครั้งที่ 4). เชียงใหม่: ทริโอ แอดเวอร์ไทซิง แอนด์ มีเดีย.

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

- อภิษฐ์ อุทัยธรรม. (2545). การส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในภาคตะวันตก. สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันตก, ราชบุรี.
- อรรณพ คณาเจริญพงษ์. (2541). ผลกระทบของปุ๋ยจากบ่อก๊าซชีวภาพและอัตราเมล็ดพันธุ์ของข้าวหอมมะลิ 105 ในนาหว่านน้ำตม. วารสารเกษตร, 14 (3), 270-278.

