เอกสารอ้างอิง

จุฑาทิพย์ เฉลิมพล สุกิจ กันจินะ สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์. 2561. การประเมินผลสำเร็จงานพัฒนาและส่งเสริมด้านปศุสัตว์ของมูลนิธิโครงการหลวง. ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561, 137 หน้า.

ปริพัฒน์ จึงชัยชนะ สุภวัตน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ. 2555. ประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วย Biogas จากขยะกรณีศึกษา ตลาดไท. วิจัยพลังงาน, 9 (1): 73-83.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เทคโนโลยี แก๊สชีวภาพ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.ku.ac.th/e-magazine/september43/bio_gass/

สุคีพ ไชยมณี อังคณาภรณ์ พงษ์ด้วง ประสงค์ แซ่เฒ่า สำอาง จิราภรณ์อนงค์ และเสน่ห์ พงษ์กาสอ. 2557. การพัฒนาระบบการผลิตพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมบนพื้นที่สูง: กรณีศึกษาก๊าซชีวภาพ. ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557, หน้า 764-767, มูลนิธิโครงการหลวง เชียงใหม่.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล องอาจ ส่องสี วิไลพร ทัณฑะรักษ์ และกัญญารัตน์ พวกเจริญ. 2561. เอกสารเผยแพร่ การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและเป็นสำหรับใช้ในครัวเรือน. พิมพ์ครั้งที่ 7. จัดพิมพ์โดยคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 25 หน้า.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ องอาจ ส่องสี บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ฐิติมา ทรงคุณ และอภิชาติ ศรีภัย. 2552. การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและเป็นแหล่งพลังงานทดแทนสำหรับเกษตรกรรายย่อย. รายงานคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เสนอต่อกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 221 หน้า.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ องอาจ ส่องสี บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และอภิชาต ศรีภัย. 2554. การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซชีวภาพสำหรับใช้ในชุมชน. รายงายวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเครือข่ายภาคเหนือ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 56 หน้า.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ จันทร์จิรา ก้อนแก้ว และองอาจ ส่องสี. 2555. เอกสารเผยแพร่ การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและเป็นสำหรับใช้ในครัวเรือน. พิมพ์ครั้งที่ 7. จัดพิมพ์โดยคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 25 หน้า.

วิชัย ศุภสาธิตกุล. 2529. อิฐเบาไดอะตอมไมท์. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาอุสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

องอาจ ส่องสี. 2555. การผลิตก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรรายย่อย. รายงานคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาน่าน จ.น่าน เสนอต่อกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 77 หน้า.

อุมาพร สุภาวงศ์และอภิชิต เทิดโยธิน. 2559. ศักยภาพของการลดการใช้ไฟฟ้า เนื่องจากการส่งเสริมการใช้หลอดไฟแอลอีดีของบ้านอยู่อาศัย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, หน้า 191–198. ในเขตความรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง

Abdel-Galil, A., M. A. Elnono, M. M. Mostafa, M. F. Mohamed. 2008. Biogas utilization for powering water irrigation pump. Misr J. Ag. Eng., 25(4): 1438-1453.

Ayade, M. and A.A. Latey. 2016. Performance and emission characteristics of biogas petrol dual fuel in Si Engine, Int. J. of Mechanical Engineering and Technol., 7(2):45-54.

Bui Van Ga, Le Minh Tien, Truong Le Bich Tram, Tran Hau Luong. 2008. Biogas-gasoline hybrid engine. J. Science and Technology -The University of Danang, 3(16): 40-48.

Driehaus, W., M. Jekel and U. Hildebrandt. 1998. Granular ferric hydroxide a new absorbent for the removal of arsenic from natural water. J. Water Suppl: Res and Technol. –Aqua, 47:30-35.

Irvan, B.Trisakti, T. Husaini, A. Sitio and T.B. Sitorus. 2017. Performance evaluation on Otto engine generator using gasoline and biogas from palm oil mill effluent. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 206 012028. doi:10.1088/1757-899X/206/1/012028

Kristoferson, L. A., and V., Bokalders. 1991. Renewable Energy Technologies- their application in developing countries. Practical Action Publishing.

Landahl, G. 2003. Biogas as vehicle fuel a European overview. Stockholm. Trendsetter Report No. 2003:3.

Mihic, S. 2004. Biogas fuel for internal combustion engines. Annuals of the faculty of engineering hunedoara. Tome II, Fasicole 3. P 179-190.

Persson, M. 2007. Biogas Upgrading and Utilization as Vehicle Fuel. Swedish Gas Center, Malmo.

Souza, S. N. M., A. M. Lenz, I. Werncke, C. E. C. Nogueira, J. Antone, J. Souza. 2016, Gas emission and efficiency of an engine-generator set running on biogas. J.

Eng.Agric., 36(4): p 613-621.

Surata, I.W., T.G.T. Nindhiab, I.K.A. Atmikac, D.N. Ketut, P. Negarad and I.W.E. Permana Putra. 2014. Simple conversion method from gasoline to biogas fueled: Small engine to powered electric generator. Energy Procedia, 52:626–632.

Thirunavukkarasu, O.S., T. Viraraghavan and K.S. Subramanian. 2003. Arsenic removal from drinking water using granular ferric hydroxide. J. Water Supply: Res. and Technol. Aqua, 29 No. 2

Yandi and S.D. Panjaitan. 2015. Comparative study of electric generator drives engine performance by various types of fuel. Int. Conf. on Information Technol. and Electrical Engineering (ICTEE). IEEE Explore, 2 December 2013. p 326-331

Zicari, S.M. 2003. Removal of Hydrogen Sulfide from Biogas using Cow-Manure Compost. M. Sc Thesis. Cornell University. USA, 132 p.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

ตารางสรุปแผนงานวิจัยกับผลงานวิจัย

ระยะเวลา	กิจกรรมที่ทำ	ผลที่จะได้รับ
1*	เตรียมอุปกรณ์ ศึกษาพื้นที่ และวัตถุดิบผลิตก๊าซชีวภาพบนพื้นที่สูง	เลือกพื้นที่ที่จะศึกษาวิจัยจำนวน 5 แห่ง ซึ่งแต่ละพื้นที่มีการเลี้ยงสัตว์ และใช้บ่อหมักก๊าซชีวภาพ ดังนี้ 1. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่ 2. สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด อ. แม่แตง จ. เชียงใหม่ 3. โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สามแลบ อ. สบเมย จ. แม่ฮ่องสอน 4. โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่สอง อ. ท่าสองยาง จ. ตาก 5. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ. แม่ออน จ. เชียงใหม่
2*	1. การหาสัดส่วนของอากาศและก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 6.5 และ 7.5 แรงม้า 2.การหาขนาดบ่อก๊าซชีวภาพและปริมาณสัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ	1. ได้สัดส่วนของอากาศและก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ ขนาด 6.5 และ 7.5 แรงม้า คือ 2:1 ถึง 4:1 โดยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 12.6±1.25 ถึง 21.0±2.06% 2. ได้ข้อมูลการใช้ก๊าซชีวภาพ 2.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เป็น เวลา 5 ชั่วโมง เท่ากับ 6.15 ถึง 9.80 ลูกบาศก์เมตร เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าจำนวน 100 ถึง 3,000 วัตต์ ตามลำดับ 2.2 เครื่องปั๊มน้ำแบบ 3 สูบ มีท่อดูดน้ำขนาด 1 นิ้ว ใช้ก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 2.128 ถึง 2.228 ลูกบาศก์เมตรต่อระยะเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อมีการใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 80 ถึง 100% 2.3 เครื่องปั๊มน้ำแบบหอยโข่ง มีท่อดูดน้ำขนาด 2 นิ้ว ใช้ก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 1.213 ถึง 1.528 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เมตร เมื่อมีการใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 70 ถึง 100%

ระยะเวลา	กิจกรรมที่ทำ	ผลที่จะได้รับ
2* (ต่อ)	1. การหาสัดส่วนของอากาศและก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโซลีน ขนาด 6.5 และ 7.5 แรงม้า (ต่อ) 2.การหาขนาดบ่อก๊าซชีวภาพและปริมาณสัตว์เลี้ยงที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ (ต่อ)	3. ได้ข้อมูลการเลี้ยงสัตว์ และขนาดบ่อก๊าซชีวภาพที่เหมาะกับการผลิตกระแสไฟฟ้า และเครื่องสูบน้ำ 3.1 เครื่องยนต์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าจะต้องใช้มูลสัตว์ที่มาจากการเลี้ยงสุกร โคกระบือ หรือสัตว์ปีก (ประเภทไก่ เช่น ไก่พื้นเมือง ไก่เบรส ไก่สามสายเลือด) จำนวน 20-35, 15-25 หรือ 150–300 ตัว ขนาดบ่อก๊าซชีวภาพมีความจุเท่ากับ 15.4 ถึง 24.5 ลูกบาศก์เมตร 3.2 เครื่องปั๊มน้ำแบบ 3 สูบ มีท่อดูดน้ำขนาด 1 นิ้ว เปิดใช้งานเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะต้องใช้มูลสัตว์ที่มาจากการเลี้ยงสุกร โคกระบือ หรือสัตว์ปีก จำนวน 10, 10 หรือ 100 ตัว ขนาดบ่อก๊าซชีวภาพมีความจุไม่น้อยกว่า 6.1 ลูกบาศก์เมตร 3.3 เครื่องปั๊มน้ำแบบหอยโข่ง มีท่อ ดูดน้ำขนาด 2 นิ้ว น้ำเปิดใช้งานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะต้องใช้มูลสัตว์ที่มาจากการเลี้ยงสุกร โคกระบือ หรือสัตว์ปีก จำนวน 10, 10 หรือ 100 ตัว ขนาดของบ่อก๊าซชีวภาพมีความจุไม่น้อยกว่า 4 ลูกบาศก์เมตร
3*	1.การหาขนาดชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เหมาะสมกับขนาดเครื่องยนต์และระยะเวลาที่ใช้งาน 2.การพัฒนาเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าและการปั๊มน้ำ (ต้นแบบ) บนพื้นที่สูง	1. ได้ชุดกรองก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เหมาะสมกับขนาดเครื่องยนต์ คือ ชุดกรองที่มีเม็ดดูดซับบรรจุในท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม ความสูง 50 ซม หรือเท่ากับมีปริมาตรบรรจุเม็ดดูดซับ 8.8 ลิตร หรือ 8,840 ซม^3 โดยสามารถใช้งานติดต่อกันไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการกรองได้ 99.5-99.6% 2. ได้ชุดเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าและการปั๊มน้ำ (ต้นแบบ) บนพื้นที่สูง จำนวน 6 ชุด โดยเป็นเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า 3 ชุด และเครื่องยนต์ปั๊มน้ำ 3 ชุด นำไปติดตั้งที่บ้านเกษตรกร บ้านปู่คำห้วยแห้ง ตำบลแม่สามแลบ อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 2 ราย

ระยะเวลา	กิจกรรมที่ทำ	ผลที่จะได้รับ
3* (ต่อ)		และอีก 1 รายที่เกษตรกรบ้านแม่สอง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก ซึ่งเป็นพื้นที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ ส่วนปั้มน้ำนำไปติดตั้งที่ฟาร์มสุกรพ่อแม่พันธุ์ 2 แห่ง คือ สถานีวิจัยแม่หลอด อำเภอแม่แตงและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองเขียว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และแห่งที่ 3 นำไปติดตั้งที่ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือนมที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ทั้ง 3 แห่งนี้เป็นปั้มน้ำแรงดันสูงสำหรับใช้ล้างคอกสุกรและคอกกระบือนม
4*	1. การประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งาน	1. เกษตรกรผู้ใช้เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพจำนวน 3 ราย มีความพึงพอใจร้อยละ 99 หรือเทียบเท่ากับมีความพึงพอใจในระดับ “มากที่สุด” ทำให้มีคุณภาพชีวิตดีขึ้น 2. เกษตรกรผู้ใช้เครื่องยนต์ปั้มน้ำที่ใช้ก๊าซชีวภาพจำนวน 3 ราย มีความพึงพอใจโดยรวม ร้อยละ 90 หรือเทียบเท่ากับมีความพึงพอใจในระดับ “มากที่สุด” สามารถประหยัดแรงงานและได้คุณภาพของงานดีขึ้น
	2.การจัดทำคู่มือ การใช้งานและการดูแลรักษาเครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าและเครื่องปั้มน้ำขนาดเล็ก	1. ได้คู่มือการใช้และการดูแลรักษาเครื่องยนต์

การเผยแพร่เทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

1. นำเสนอผลงานในงานประชุมทางวิชาการประจำปีของมูลนิธิโครงการหลวง และสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) จัดในวันที่ 14 กันยายน 2561 ณ อุทยานหลวงราชพฤกษ์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ เรื่อง “การพัฒนาระบบก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าและปั๊มน้ำบนพื้นที่สูง”

2. นำเสนอในที่ประชุมคณะทำงานของงานพัฒนาและส่งเสริมปศุสัตว์มูลนิธิโครงการหลวง ครั้งที่ 10/2561 เมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2561 โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมประกอบด้วย นักวิชาการที่รับผิดชอบงานปศุสัตว์จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่างๆ นักวิชาการจาก สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเชียงใหม่ และสำนักงานปศุสัตว์เขต 5 รวมทั้งนักวิชาการจากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) และมูลนิธิโครงการหลวง จำนวนรวมทั้งสิ้น 29 คน

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)