การพัฒนาระบบก๊าซชีวภาพเพื่อเป็นพลังงานทดแทนสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าและการปั๊มน้ำบนพื้นที่สูง

Biogas System Development as a Renewable Energy Source for Producing Electricity and Water Pumping on Highland Area

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำก๊าซชีวภาพมาประยุกต์ใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันก๊าซโซลีน (น้ำมันเบนซิน) กับเครื่องยนต์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ปั๊มน้ำ และเครื่องบดเมล็ดข้าวโพดขนาดเล็กบนพื้นที่สูง ได้แบ่งออกเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ใช้ก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับครัวเรือนเกษตรกรบนพื้นที่สูง พบว่า บ่อก๊าซชีวภาพขนาด 8, 12, 8+8 และ 16 ลบ.ม. มีปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือไข่เน่าปนในก๊าซชีวภาพเท่ากับ 755.00, 894.00, 836.67 และ 1,493.33 ppm ตามลำดับ โดยชุดกรองที่จัดทำขึ้นสามารถกำจัดก๊าซไข่เน่าได้ 99.73-99.91% และสามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าตามความต้องการใช้งานของเกษตรกรได้นาน 1.84, 2.23, 3.14 และ 4.01 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ 76.63, 96.31, 111.34 และ 130.83 บาทต่อเดือน ซึ่งค่าดังกล่าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามขนาดของบ่อ ($P<0.01$) การทดลองที่ 2 ใช้ก๊าซชีวภาพกับเครื่องปั๊มน้ำสำหรับฟาร์มของครัวเรือนเกษตรกรบนพื้นที่สูง โดยศึกษาในฟาร์มพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยปานกลางน้อยกว่า 800, 800-1,000 และมากกว่า 1,000 เมตร ที่ผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลลูกไก่และมูลสุกรพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทางการค้า จากมูลสุกรพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทางการค้าผสมผักพื้นบ้าน และจากมูลสุกรขุนที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทางการค้า ตามลำดับ พบว่า ก๊าซชีวภาพมีส่วนประกอบของก๊าซไข่เน่า 1,616.67, 776.67 และ 1,533.33 ppm ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามชนิดและปริมาณของมูลสัตว์ รวมทั้งอาหารที่ใช้เลี้ยงต่างกันด้วย โดยชุดกรองสามารถกำจัดก๊าซไข่เน่าได้ 99.84-100% เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์ปั๊มน้ำ พบว่า สามารถใช้งานได้ตามความต้องการของเกษตรกร คือ 55.25, 22.50 และ 68.50 นาทีต่อวัน ($P<0.01$) ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ 47.02, 19.15 และ 58.29 บาทต่อวัน ตามลำดับ ($P<0.01$) การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพชุดบดข้าวโพดด้วยเครื่องยนต์ขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซชีวภาพในครัวเรือนเกษตรกรบนพื้นที่สูงเป็นเชื้อเพลิง พบว่า ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีส่วนผสมก๊าซไข่เน่า 1,610±26.46 ppm หลังผ่านชุดกรองก๊าซไข่เน่าแล้วเหลือเท่ากับ 2.33±0.58 ppm หรือเท่ากับกรองให้ก๊าซฯ บริสุทธิ์ได้ถึง 99.86% เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์ขนาด 6.5 แรงม้า เพื่อฉุดชุดค้อนตี (หัวบดเมล็ดข้าวโพด; Hammer mill) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6, 8 และ 10 นิ้ว พบว่า ความเร็วรอบของชุดค้อนตีขนาด 10 นิ้ว มีค่าต่ำกว่าขนาด 6 และ 8 นิ้ว อย่างมีนัยสำคัญ (1,540.2 vs. 2,060.0 และ

2,024.8 rpm, ตามลำดับ; P<0.01) โดยชุดค้อนตีที่มีขนาด 8 นิ้ว สามารถบดข้าวโพดต่อชั่วโมงได้มากกว่าขนาด 6 และ 10 นิ้ว อย่างมีนัยสำคัญ (131.202 vs. 70.580 และ 56.664 กก., P<0.01) ในขณะที่ชุดค้อนตีขนาด 10 นิ้วใช้ก๊าซชีวภาพต่อชั่วโมงมากกว่าขนาด 8 และ 6 นิ้ว ตามลำดับ (2.164 vs. 1.374 vs. 1.208 ลบ.ม.; P<0.01) ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพและค่าใช้จ่ายสำหรับการบดข้าวโพดโดยชุดค้อนตีขนาด 8 นิ้ว น้อยกว่าขนาด 6 และ 10 นิ้ว อย่างมีนัยสำคัญ (10.473 vs. 17.163 และ 38.259 ลิตร/กก.ข้าวโพด และ 54.19 vs. 101.11 และ 125.60 บาท/100 กก.ข้าวโพด ตามลำดับ; P<0.01) สรุปได้ว่า ก๊าซชีวภาพผลิตได้แม้จะอยู่ในที่สูงกว่า 1,000 ม. สามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนสำหรับเครื่องปั๊มน้ำ และเครื่องบดข้าวโพดในฟาร์มเกษตรกรบนพื้นที่สูงได้ โดยเกษตรกรผู้ใช้งานเครื่องยนต์ทั้ง 3 ประเภท มีความพึงพอใจในระดับ “มากที่สุด” ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 4.95, 4.70 และ 4.76 ในกลุ่มผู้ใช้เครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้ปั๊มน้ำ และใช้บดเมล็ดข้าวโพด ตามลำดับ

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ พลังงานทดแทน เครื่องยนต์ขนาดเล็ก กระแสไฟฟ้า ปั๊มน้ำ เครื่องบดข้าวโพด พื้นที่สูง

Abstract

This study aimed to apply biogas with an engine motor for producing electricity and to drive a small water pump as well as a corn hammer mill grinder on highland. Three experiments (Exp.) were conducted. Exp. 1 investigated the optimum biogas generator on highland. The result revealed that the gas which was produced from 8, 12, 8+8 and 16 m^3 biogas unit in highland household farm contained 755.00, 894.00, 836.67 and 1,493.33 ppm hydrogen sulfide (H_2S). The filter can reduce 99.73-99.91% of H_2S from biogas. The biogas generator can produced electricity 1.84, 2.23, 3.14 and 4.01 hour/day. It helps farmers to save electricity charge 76.63, 96.31, 111.34 and 130.83 Baht/month. These data varied significantly according to the size of the digester (P<0.01).

Exp. 2: The development of biogas water pump for highland farms at <800, 800-1,000 and >1,000 m above mean sea level (MSL). H_2S concentration in the biogas at <800 m which produced from the manure of chicken and breeding swine fed with commercial diet was the highest compared to the gas produced at 800-1,000 m and >1,000 m farms which used the manure of breeding swine fed with commercial

diet plus native vegetable and the fattening pigs fed with commercial diet (1,616.67, 776.67 and 1,533.33 ppm H_2S, respectively, $P<0.01$). It might be due to the effect of co-factors besides the elevation, i.e. the kind and the number of animals as well as the feed. The filter had high efficiency in reducing 99.84-100% of H_2S. The biogas water pump engine was used according to the requirement of the farmers at 55.25, 22.50 and 68.50 min/day. Thus saved their expenses at 47.02, 19.15 and 58.29 Baht/day, respectively. Exp. 3: Evaluate the efficiency of corn hammer mill using biogas engine. The biogas contained 1,610±26.46 ppm H_2S. After passing through the filter the concentration was only 2.33±0.58 ppm, which indicated the high efficiency (99.86%) of the filter. This biogas was used with 6.5 HP engine to pull the hammer mill of 6, 8 and 10 inches diameter for corn grinding. It was found that the speed of the hammer mill was 2,060.0, 2,024.8 and 1,540.2 rpm ($P<0.01$) and can produce 70.580, 131.202 and 56.664 kg ground corn/hour. The engine use biogas 1.208, 1.374 and 2.164 m^3/hour or 17.163, 10.473 and 38.259 liter/kg ($P<0.01$). It can save 101.11, 54.19 and 125.60 Baht/100 kg ground corn, respectively ($P<0.01$). In conclusion, the biogas can be produced even at the attitude above 1,000 m MSL. It can be an alternative energy for electricity, water pump and hammer mill grinder in highland farm. The satisfaction of the farmers to the developed equipment was evaluated by scoring. They were highly satisfied and gave the score 4.95, 4.70 and 4.76 for electric production, water pumping and corn grinding, respectively.

Key words: Biogas, Alternative energy, Small engine, Electricity, Water pump, Corn hammer mill grinder, Highland