

การพัฒนาเครื่องอัดแก๊สชีวภาพขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

สิริเดช กุลหิรัญบวร

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

corresponding author e-mail: siridech_k@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องอัดแก๊สชีวภาพขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือนให้สามารถปรับปรุงคุณภาพแก๊สชีวภาพ โดยใช้วิธีการลดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ด้วยตัวกรองที่ทำจากเศษฝอยเหล็กจากการกลิ้งแล้วทิ้งให้เป็นสนิมตามธรรมชาติ บรรจุลงในอุปกรณ์ที่ทำด้วยท่อ PVC ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.40 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร และการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกจากแก๊สชีวภาพ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ บรรจุลงในอุปกรณ์ที่ทำด้วยท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 63.50 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร ผลการทดลองพบว่าสามารถลดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ได้ตาราง 77.00 ลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้ร้อยละ 6.69 และการทดลองระยะเวลาที่ใช้อัดแก๊สชีวภาพเข้าถึงเก็บแก๊สปีโตรเลียม ขนาดน้ำหนักแก๊สบรรจุ 15 กิโลกรัม (ขนาดบรรจุแก๊สที่มีความดันสูงสุดไม่เกิน 480 psi) ในแต่ละช่วงความดัน คือ 50 100 และ 150 psi โดยใช้คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท (Hermetic compressor) ขนาด 1/2 HP พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการอัดแก๊สชีวภาพเข้าถึงเก็บแก๊สปีโตรเลียม คือ 3.44, 10.00 และ 17.20 นาที ตามลำดับช่วงความดัน แสดงให้เห็นว่าเครื่องอัดแก๊สชีวภาพขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในครัวเรือนได้ดี

คำสำคัญ: แก๊สชีวภาพ เครื่องอัดแก๊ส สำหรับใช้ในครัวเรือน

DEVELOPMENT OF HOUSEHOLD COMPACT BIOGAS COMPRESSOR

Siridech Kunhiranbawon

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

corresponding author e-mail: siridech_k@psru.ac.th

Abstract

This research aimed to develop of household compact biogas compressor for improved biogas quality by removing hydrogen sulfide (H_2S) and carbon dioxide (CO_2) before compressing to LPG tank (Max. capacity 480 psi). Hydrogen sulfide was removed by iron rust filter packed in column of 25.40 cm diameter, 20 cm length and Carbon dioxide was removed by $NaOH$ alkaline solution 0.10 mol/L filled in column of 63.50 cm diameter, 20 cm length. The result was shown that these methods could reduce H_2S 77%, CO_2 6.69%. Then, compressed duration was tested by discharging to LPG tank at pressure 50, 100 and 150 psi used by hermetic compressor 1/2 HP. It was shown

good results that an average compressed duration time were 3.44, 10.00 and 17.20 minutes, respectively. This development of household compact biogas compressor can be used in household.

Keywords: biogas, compressor, household

บทนำ

เมื่อปี 2556 ชุมชนตำบลห้วยเหี้ย อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ได้รับข้อมูลความรู้เรื่องการผลิตแก๊สชีวภาพสำหรับหุงต้มในครัวเรือน (จากมูลสัตว์) ที่ผลิตจากถังหมักแก๊สขนาด 200 ลิตร ด้วยกระบวนการย่อยสลายทางชีววิทยาแบบไม่ใช้ออกาศ (low rate anaerobic reactor) วิธีฝาครอบลอย (floating drum digester) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556) จากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ทำให้สามารถผลิตแก๊สชีวภาพสำหรับหุงต้มในครัวเรือนได้ แต่ยังไม่มีความแน่นอนในด้านปริมาณการผลิตแก๊สชีวภาพ กล่าวคือ การผลิตแก๊สชีวภาพสำหรับหุงต้มในครัวเรือนนั้นยังมีปัจจัยเรื่องอุณหภูมิมาเกี่ยวข้อง ทำให้การผลิตแก๊สชีวภาพบางครั้งมากเกินไปถึงเก็บแก๊สในระบบการผลิตภาคครัวเรือน ที่ใช้ถังขนาด 150 ลิตร เป็นถังเก็บแก๊สชีวภาพ จึงต้องปล่อยทิ้งในบรรยากาศ ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดมลภาวะทางอากาศ เนื่องจากแก๊สชีวภาพเป็นแก๊สผสม ที่ประกอบด้วยแก๊สมีเทน (CH_4) ประมาณร้อยละ 65 โดยปริมาตร แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณร้อยละ 30 โดยปริมาตร แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ประมาณร้อยละ 2 โดยปริมาตร และแก๊สอื่น ๆ ประมาณร้อยละ 3 โดยปริมาตร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556) และบางครั้งผลิตแก๊สชีวภาพไม่เพียงพอต่อการใช้ในภาคครัวเรือน ทำให้เกิดปัญหาต่อผู้ใช้แก๊สชีวภาพ

กลุ่มชุมชนจึงมีความต้องการเครื่องอัดแก๊สชีวภาพ เพื่อนำแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้มาเก็บไว้ในถังบรรจุแก๊สที่ได้มาตรฐาน ในส่วนของการพัฒนาเครื่องอัดแก๊สชีวภาพนั้น มีนักวิจัยได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องอัดแก๊สชีวภาพ ดังเช่นวัชร (2555) ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องบรรจุแก๊สชีวภาพของเกษตรกร ที่ได้จากถังหมักแก๊สชีวภาพขนาด 200 ลิตร บรรจุลงถังแก๊สหุงต้มด้วยเครื่องบรรจุแก๊สชีวภาพ ใช้เวลาเฉลี่ย 5 นาที ในการบรรจุแก๊สชีวภาพจนหมดถังหมัก จะได้ปริมาณแก๊สชีวภาพภายใต้ความดัน 50 psi และวรรณภา (2548) ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างระบบเก็บแก๊สชีวภาพสำหรับชุมชน ซึ่งสามารถอัดแก๊สชีวภาพเข้าสู่ถังบรรจุแก๊สปิโตรเลียม ขนาด 4 กิโลกรัม ที่ความดันถึง 29.007 psi โดยมีปริมาณแก๊สชีวภาพที่บรรจุในถัง 9.5 ลิตร อีกทั้งกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแก๊สชีวภาพ ก่อนนำไปใช้งานนั้น มีนักวิจัยได้นำเสนอวิธีการกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์หลังจากผ่านการหมักแล้วแบบแห้ง ด้วยการใช้เศษเหล็กที่เป็นสนิมเป็นตัวดูดซับแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Ryckebosch et al. 2011) และ การกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากแก๊สชีวภาพโดยใช้ถ่านกัมมันต์และเหล็ก พบว่าซีกเหล็กที่ปล่อยให้เกิดสนิมมีประสิทธิภาพการกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงสุด ในการศึกษาของวงศ์วิวรรธ และสุนันทา (2555) ซึ่งในการกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ยังสามารถใช้สารละลาย iron-chelated ที่ความเข้มข้น 0.2 mol/L และใช้ Fe-EDTA เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Horikawa et al. 2004) ส่วนการกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นั้น มีนักวิจัยได้นำเสนอวิธีการที่กำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยสารละลายเช่นกัน ได้แก่ Tippayawong & Thanompongchart (2010) ได้ทำการวิจัยเรื่อง biogas quality upgrade by simultaneous removal of CO_2 and H_2S in a packed column reactor ด้วยการดูดซับทาง

สารเคมีโดยใช้สารละลาย NaOH, Ca(OH)_2 และ mono-ethanolamine หรือ MEA ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ และ Baciocchi et al. (2013) ได้ทำการวิจัยเรื่อง innovative process for biogas upgrading with CO_2 storage: results from pilot plant operation ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า alkali absorption with regeneration (AwR)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการพัฒนาเครื่องอัดแก๊สชีวภาพให้สามารถปรับปรุงคุณภาพของแก๊สชีวภาพก่อนที่จะบรรจุลงถังเก็บแก๊สปิโตรเลียม ขนาดถังบรรจุน้ำหนักแก๊ส 15 กิโลกรัม (ขนาดบรรจุความดันไม่เกิน 480 psi) ซึ่งมีใช้ทั่วไปในภาคครัวเรือน โดยมุ่งศึกษาการลดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หลังจากแก๊สชีวภาพผ่านเครื่องอัดแก๊สชีวภาพ และระยะเวลาในการอัดแก๊สชีวภาพเข้าถังเก็บแก๊สในช่วงความดัน 50, 100 และ 150 psi ซึ่งช่วยลดปัญหาในเรื่องมลภาวะทางอากาศได้ส่วนหนึ่ง อีกทั้งลดปัญหาปริมาณแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้มากเกินไปหรือน้อยเกินไปในภาคครัวเรือน ส่งผลให้เกิดความยั่งยืนในการใช้พลังงานทดแทนต่อไป

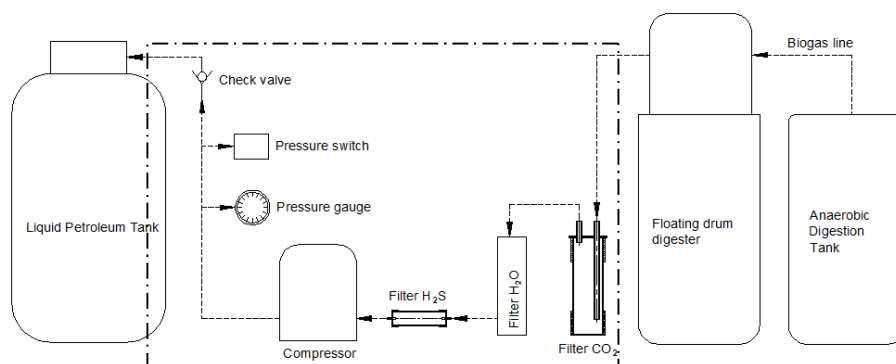
วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองที่ 1 ทดสอบเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการอัดแก๊สชีวภาพ ที่ความดัน 50 100 และ 150 psi โดยการประกอบติดตั้งเครื่องอัดแก๊สชีวภาพที่ใช้คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท (hermetic compressor) ขนาด 1/2 HP กับถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมขนาดบรรจุ 15 กิโลกรัม และประกอบติดตั้งเครื่องอัดแก๊สชีวภาพที่ใช้คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท ขนาด 1/3 HP กับถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมขนาดบรรจุ 15 กิโลกรัม แล้วเปิดเครื่องอัดแก๊สชีวภาพให้อัดแก๊สเข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียม ทำการจับเวลาจำนวน 5 ครั้ง ที่ความดัน 50 100 และ 150 psi จากนั้นนำข้อมูลมาเปรียบเทียบ และคำนวณเวลาเฉลี่ยในการทำงานของเครื่องอัดแก๊สชีวภาพ ระหว่างเครื่องอัดแก๊สชีวภาพที่ใช้ต้นกำลังจากคอมเพรสเซอร์ทั้งสองขนาด

การทดลองที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพการลดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่ผ่านอุปกรณ์ดูดซับด้วยเศษฝอยเหล็ก Mild steel จากการกลึง โดยนำไปติดตั้งร่วมกับเครื่องอัดแก๊สชีวภาพ (ภาพที่ 1) แล้วทดลองเปิดเครื่องอัดแก๊สชีวภาพที่ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์แล้ว ทำการอัดแก๊สชีวภาพจากถังหมักขนาด 200 ลิตร ผ่านอุปกรณ์ลดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ เข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียม ขนาดบรรจุแก๊ส 4 กิโลกรัม ที่ความดัน 50 psi แล้วนำแก๊สชีวภาพในถังไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ มาเปรียบเทียบกับปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ในแก๊สชีวภาพที่ไม่ได้ผ่านอุปกรณ์ดูดซับแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้วิธีและเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบแก๊สชีวภาพแบบ in house method base on APHA, AWWA & WEF, 2012 part 2720 C. (gas chromatographic method) american society for testing and materials, ASTM D1945-03 and ASTM D 5504

การทดลองที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ผ่านอุปกรณ์ดูดซับด้วยสารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยนำไปติดตั้งร่วมกับเครื่องอัดแก๊สชีวภาพ (ภาพที่ 1) แล้วทดลองเปิดเครื่องอัดแก๊สชีวภาพที่ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์แล้ว ทำการอัดแก๊สชีวภาพจากถังหมักขนาด 200 ลิตร เข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมเหลว ขนาดบรรจุแก๊ส 4 กิโลกรัม ที่ความดัน 50 psi โดยผ่านอุปกรณ์ลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วนำแก๊สในถังไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มาเปรียบเทียบกับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในแก๊สชีวภาพที่ไม่ได้ผ่านอุปกรณ์ดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้วิธีและเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบแก๊สชีวภาพแบบ

in house method base on APHA, AWWA & WEF, 2012 part 2720 C. (gas chromatographic method) american society for testing and materials, ASTM D1945-03 and ASTM D 5504



ภาพที่ 1 ผังการติดตั้งอุปกรณ์ลด H_2S และ CO_2 กับเครื่องอัดแก๊สชีวภาพ

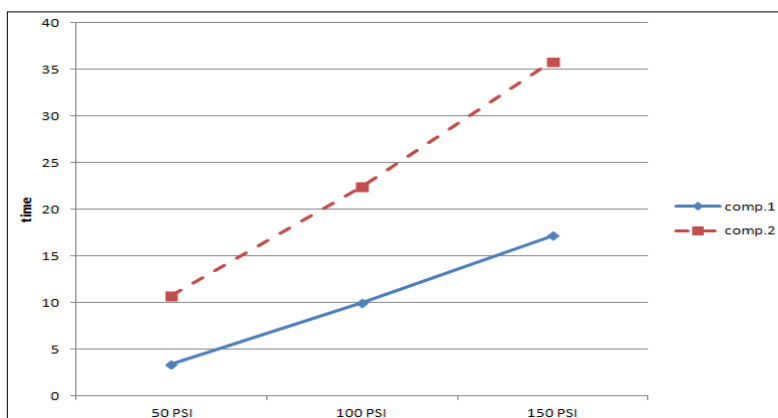
ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาสร้างเครื่องอัดแก๊สชีวภาพขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการทำงานดังแสดงในภาพที่ 1 โดยแก๊สชีวภาพที่ผลิตจากถังหมักขนาด 200 ลิตรในสภาวะไร้อากาศที่ไหลเข้าสู่เครื่องอัดแก๊สชีวภาพมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนแรกแก๊สชีวภาพไหลผ่านอุปกรณ์กรองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ขั้นตอนที่สองแก๊สชีวภาพไหลผ่านอุปกรณ์กรองความชื้น ขั้นตอนที่สามแก๊สชีวภาพไหลผ่านอุปกรณ์กรองแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ขั้นตอนที่สี่แก๊สชีวภาพไหลเข้าคอมเพรสเซอร์ ซึ่งคอมเพรสเซอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวดูดและอัดแก๊สชีวภาพ ขั้นตอนที่ห้าแก๊สชีวภาพไหลผ่านอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความดัน (pressure gauge) ขั้นตอนที่หกแก๊สชีวภาพไหลผ่านอุปกรณ์สวิตช์ความดัน (pressure switch) ขั้นตอนที่เจ็ดแก๊สชีวภาพไหลผ่านวาล์วควบคุมการไหลทางเดียว (check valve) ขั้นตอนที่แปดแก๊สชีวภาพไหลเข้าถังเก็บแก๊สมาตรฐาน ซึ่งรูปร่างของเครื่องอัดแก๊สชีวภาพขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือนที่พัฒนาขึ้น

2. ผลการเปรียบเทียบความเร็วในการอัดแก๊สชีวภาพเข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมเหลว ขนาด 15 กิโลกรัม ที่ความดัน 50 100 และ 150 psi โดยใช้ต้นกำลังจากคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท (hermetic compressor) ขนาด 1/2 HP และขนาด 1/3 HP ได้ผลการทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่าระยะเวลาในการอัดแก๊สชีวภาพเข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมเหลว ขนาดบรรจุแก๊ส 15 กิโลกรัม ที่ความดัน 50, 100 และ 150 psi โดยใช้ต้นกำลังจากคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท (hermetic compressor) ขนาด 1/2 HP ใช้เวลาเฉลี่ย 3.44 นาที 10.00 นาที และ 17.20 นาที ตามลำดับ และระยะเวลาในการอัดแก๊สชีวภาพเข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมเหลว ขนาดบรรจุแก๊ส 15 กิโลกรัม ที่ความดัน 50, 100 และ 150 psi โดยใช้ต้นกำลังจากคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท (hermetic compressor) ขนาด 1/3 HP ใช้เวลาเฉลี่ย 10.76 นาที 22.52 นาที และ 35.84 นาที ตามลำดับ ซึ่งสามารถแสดงกราฟให้เห็นรายละเอียดของการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการอัดแก๊สเข้าถังเก็บของคอมเพรสเซอร์ในแต่ละช่วงความดัน (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความเร็วในการอัดแก๊สชีวภาพ เข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมเหลว ขนาดบรรจุแก๊ส 15 กิโลกรัม

ครั้งที่	ระยะเวลาในแต่ละช่วงความดัน (นาที)					
	50 psi		100 psi		150 psi	
	Comp.1/2HP	Comp.1/3HP	Comp.1/2HP	Comp.1/3HP	Comp.1/2HP	Comp.1/3HP
1	3.47	10.46	10.15	22.36	17.40	35.39
2	3.54	11.32	10.21	23.25	17.57	37.13
3	3.47	10.34	10.18	21.50	17.34	35.06
4	3.42	11.10	10.14	23.00	17.17	36.10
5	3.28	10.56	9.33	22.49	16.52	35.50
เวลาเฉลี่ย	3.44	10.76	10.00	22.52	17.20	35.84



ภาพที่ 2 ผลการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ในการอัดแก๊สเข้าถังเก็บในแต่ละช่วงความดัน

3. ผลการเปรียบเทียบปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในแก๊สชีวภาพก่อน และหลังการผ่านเครื่องอัดแก๊สชีวภาพที่มีอุปกรณ์ดูดซับแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ด้วยเศษฝอยเหล็กจากการกลึงที่เป็นสนิม และอุปกรณ์ดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ พบว่าปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่มีอยู่ในตัวอย่างแก๊สชีวภาพที่ได้จากการหมักพืชผักผลไม้ในถัง 200 ลิตร ก่อนผ่านเครื่องอัดแก๊สชีวภาพ มีจำนวน 0.93 ppm และหลังจากแก๊สชีวภาพไหลผ่านเครื่องอัดแก๊สชีวภาพที่มีอุปกรณ์กรองแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ มีปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ จำนวน 0.21 ppm ส่วนปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในแก๊สชีวภาพที่ได้จากการหมักพืชผักผลไม้ในถัง 200 ลิตร ก่อนผ่านเครื่องอัดแก๊สชีวภาพ มีจำนวนร้อยละ 16.14 และหลังจากแก๊สชีวภาพไหลผ่านเครื่องอัดแก๊สชีวภาพที่มีอุปกรณ์กรอง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวนร้อยละ 15.06

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ความเร็วในการอัดแก๊สชีวภาพเข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมเหลว ขนาดบรรจุแก๊ส 15 กิโลกรัม ที่ความดัน 50, 100 และ 150 psi โดยใช้คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท (hermetic compressor) ขนาด 1/2 HP และขนาด 1/3 HP เป็นต้นกำลังในการอัดแก๊สชีวภาพ ผลจากการทดลองพบว่าระยะเวลาในการอัดแก๊สชีวภาพเข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมเหลว ขนาดบรรจุแก๊ส 15 กิโลกรัม ที่ความดัน 50, 100 และ 150 psi โดยใช้ต้นกำลังจากคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท ขนาด 1/2 HP ใช้เวลาเฉลี่ย 3.44 นาที 10.00 นาที และ 17.20 นาที ตามลำดับความดัน และระยะเวลาในการอัดแก๊สชีวภาพเข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมเหลวขนาดบรรจุแก๊ส 15 กิโลกรัม ที่ความดัน 50, 100 และ 150 psi โดยใช้ต้นกำลังจากคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท ขนาด 1/3 HP ใช้เวลาเฉลี่ย 10.76 นาที 22.52 นาที และ 35.84 นาที ตามลำดับความดัน

ความสามารถในการลดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ของเครื่องอัดแก๊สชีวภาพขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ที่มีอุปกรณ์ในการกรองแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ด้วยเศษฝอยเหล็กจากการกลึงที่เป็นสนิม และอุปกรณ์ในการกรองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ พบว่าเครื่องอัดแก๊สชีวภาพขนาดเล็กมีความสามารถในการลดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ปนมากับแก๊สชีวภาพได้ โดยสามารถลดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ จากที่มีอยู่ในแก๊สชีวภาพก่อนผ่านเครื่องอัดแก๊ส ปริมาณ 0.93 ppm เมื่อผ่านเครื่องอัดแก๊สชีวภาพแล้วมีปริมาณ 0.21 ppm ซึ่งปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ลดลงร้อยละ 77 และสามารถลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จากที่มีอยู่ในแก๊สชีวภาพก่อนผ่านเครื่องอัดแก๊ส ปริมาณร้อยละ 16.14 และเมื่อผ่านเครื่องอัดแก๊สชีวภาพแล้วมีปริมาณร้อยละ 15.06 ซึ่งปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 6.69 แตกต่างกับงานวิจัยของ Tippayawong & Thanompongchart (2010) ที่ทำการวิจัยเรื่อง biogas quality upgrade by simultaneous removal of CO₂ and H₂S in a packed column reactor มีจุดมุ่งหมายที่จะกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ออกจากแก๊สชีวภาพเพื่อให้แก๊สชีวภาพมีคุณภาพดีขึ้นด้วยการดูดซับทางสารเคมีโดยใช้สารละลาย NaOH, Ca(OH)₂ และ mono-ethanolamine หรือ MEA ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ซึ่งแต่ละสารละลายจะนำไปใส่ในกระบอกทดลองที่เชื่อมต่อกับแก๊สชีวภาพ โดยให้แก๊สชีวภาพไหลผ่านภายในกระบอก ผลการทดลองพบว่า สารละลาย NaOH สามารถกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ร้อยละ 93 สารละลาย Ca(OH)₂ สามารถกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ร้อยละ 91 สารละลาย MEA สามารถกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ร้อยละ 97

จากผลข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าการพัฒนาเครื่องอัดแก๊สชีวภาพขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ที่พัฒนาขึ้นเพื่ออัดแก๊สเข้าถังเก็บแก๊สปิโตรเลียมขนาด 15 กิโลกรัม ภายใต้สภาวะความดันไม่เกิน 150 psi นี้ควรเลือกใช้ต้นกำลังจากคอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท ขนาด 1/2 HP ซึ่งช่วยแก้ปัญหาในเรื่องปริมาณของแก๊สชีวภาพที่ผลิตจากถังหมักแก๊สขนาด 200 ลิตร ด้วยกระบวนการย่อยสลายทางชีววิทยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน (low rate anaerobic reactor) วิธีฝากรอบลอย (floating drum digester) ให้เพียงพอต่อความต้องการในภาคครัวเรือนได้ ส่วนในเรื่องการปรับปรุงคุณภาพแก๊สชีวภาพใช้อุปกรณ์สำหรับกรองแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ด้วยเศษฝอยเหล็กจากการกลึงที่เป็นสนิม และใช้อุปกรณ์สำหรับกรองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยสารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ นั้น เครื่องอัดแก๊สชีวภาพสามารถกำจัดได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งต้องมีการพัฒนาอุปกรณ์กรองให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต่อไป และใน

การนำไปใช้ประโยชน์เพื่อความปลอดภัยไม่ควรอัดแก๊สชีวภาพเข้าถังเก็บแก๊สมาตรฐานขนาด 15 กิโลกรัม เกินความดัน 150 psi ซึ่งเป็นความดันสูงสุดที่ทดลองแล้วปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดีสืบเนื่องจากผลสำเร็จของโครงการหมู่บ้านต้นแบบพลังงานทดแทนบ้านป่าคาย ตำบลห้วยเฮี้ย อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการบริการวิชาการตามแนวพระราชดำริของสาขาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยแก๊สชีวภาพที่ทดลองใช้กับเครื่องอัดแก๊สชีวภาพได้มาจากการผลิตแก๊สชีวภาพที่บ้านคุณสายัน อ่าง ซึ่งเป็นหนึ่งในผู้เข้าร่วมโครงการกับสาขาเทคโนโลยีการผลิต รวมไปถึงเป็นผู้ร่วมทดลองใช้เครื่องอัดแก๊สชีวภาพด้วย และการวิจัยครั้งนี้ได้รับความร่วมมือในการวิเคราะห์องค์ประกอบแก๊สชีวภาพจากเจ้าหน้าที่งานห้องปฏิบัติการเคมีของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อีกทั้งผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยการพัฒนาเครื่องอัดแก๊สชีวภาพขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือนทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2556). คู่มือไบโอแก๊สเชฟตี. จาก http://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/Biogas%20Safety_Handbook.pdf. เข้าถึงวันที่ 14 กรกฎาคม 2556.
- วัชร ไซศรี. (2555). การพัฒนาเครื่องบรรจุแก๊สชีวภาพของเกษตรกร ตำบลหัวถนน อำเภอลองขลุ้ง จังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- วรรณภา ภาณุวัฒน์สุข. (2548). การสร้างระบบเก็บแก๊สชีวภาพสำหรับชุมชน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง, 8, 1-23.
- วงศ์วิวรรธ หนูศิลป์ และสุนันทา เลาว์ณศิริ. (2555). การกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากแก๊สชีวภาพโดยใช้ถ่านกัมมันต์และเหล็ก. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9.
- Bacocchi, R., Carnevale, E., Corti, A., Costa, G., Lombardi, L., Olivieri, T., Zanchi, L., & Zingaretti, D. (2013). Innovative process for biogas upgrading with CO₂ storage: Results from pilot plant operation. **Journal of Biomass and Bioenergy**, 53, 128-137.
- Tippayawong, N., & Thanompongchart, P. (2010). Biogas quality upgrade by simultaneous removal of CO₂ and H₂S in a packed column reactor. **Journal of Energy**, 35(12), 4531-4535.
- Horikawa, M.S., Rossi, F., Gimenes, M.L., Costa, C.M.M., & Silva, M.G.C. (2004). Chemical absorption of H₂S for biogas purification. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, 21(3), 415-422.
- Ryckebosch, E., Drouillon, D., & Vervaeren, H. (2011). Techniques for transformation of biogas to biomethane. **Journal of Biomass and Bioenergy**, 35(5), 1633-1645.