การอัดก๊าซชีวภาพในถังบรรจุก๊าซและการใช้หุงต้ม

Biogas Compression in Gas Container and Application for Cooking

กลิ่นประทุม ปัญญาปิง[1 *] รสสุคนธ์ จะวะนะ[2] ขนิษฐา ราชบันเทิง[1] ธิดารัตน์ พิสิฐชัยกร[1] และ ธีรเมธ นาปรัง[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถนนห้วยแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

[2]สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถนนห้วยแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

Klinpratoom Panyaping[1*] Rotsukon Jawana[2] Khanidta Ratbunthoeng[1] Tidarat Pisitchaikon[1] and Thiramet Naprang[1]

[1] Division of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna
128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

[2]Energy Research and Development Institute - Nakornping, Chiang Mai University
239 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50200

[*]ผู้รับผิดชอบบทความ: klin41@hotmail.com เบอร์โทรศัพท์ 0-5392-1444 ต่อ 2441

Received:10 April 2020, Revised: 7 June 2020, Acceepted: 30 August 2020

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพ และหาค่าความร้อนที่ได้จากก๊าซชีวภาพในถังบรรจุก๊าซที่ความดัน 4 บาร์ ทำการทดลองรวมจำนวน 3 ชุดทดลอง โดยใช้ถังบรรจุขนาด 4 6 และ 15.8 กิโลกรัม แต่ละชุดทำการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่าถังขนาด 6 กิโลกรัม มีปริมาณการอัดและเก็บก๊าซสูงที่สุด 12.07 ลิตรต่อนาที มีค่าของปริมาณการอัดและเก็บก๊าซสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 64.21 ของถังขนาด 15.8 กิโลกรัม และมีค่าความร้อนสูงและต่ำของก๊าซชีวภาพ 33,318.00 และ 29,452.22 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนถังขนาด 15.8 กิโลกรัม มีปริมาณการอัดและเก็บก๊าซน้อยกว่าถังขนาด 4 และ 6 กิโลกรัมอยู่ 7.35 ลิตรต่อนาที ค่าความร้อนต่ำของก๊าซชีวภาพ มีค่าความร้อนที่ต่ำกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว 1.69 เท่า ผลการศึกษาที่ได้นี้แสดงว่าถังขนาด 6 กิโลกรัม มีความเหมาะสมในการใช้หุงต้มในภาคสนาม

คำสำคัญ การอัดก๊าซชีวภาพ ถังบรรจุก๊าซ การหุงต้ม

Abstract

The purpose of this study was to investigate the quantity of biogas compression and storage, and the amount of heat at the pressure of 4 bars. Three experiments were conducted using gas containers of size 4, 6, and 15.8 kg. Each experiment was triplicated. The results showed that the 6 kg gas container had the highest quantity of biogas compression and storage at 12.07 L/min, which was equivalent to 64.21% of the 15.8 kg container. The higher and lower heating values of biogas compressed were 33,318.00 and 29,452.22 kJ/kg, respectively. The container size 15.8 kg had the quantity of biogas compression and storage of 7.35 L/min less

than that of the container size 4 and 6 kg. The lower heating value of biogas was lower than that of LPG by 1.69 times. This finding indicates that the container size 6 kg was suitable for cooking in the field.

Keywords: Biogas compression, Gas container, Cooking.

1. บทนำ

ก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นจากของเสียอินทรีย์ สิ่งเศษเหลือทิ้งจากการทำฟาร์มเกษตรกรรม และอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น มูลสัตว์ เศษวัสดุทางการเกษตร รวมทั้งเศษเหลือทิ้งที่ได้จากบ้านเรือนและชุมชน เช่น เศษก้านและใบไม้ เศษอาหาร [1] ตลอดจนวัชพืช เช่น ผักตบชวา [2] โดยอาศัยเทคโนโลยีกระบวนการหมักย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน [3] ก๊าซชีวภาพที่ได้จากการใช้เทคโนโลยีข้างต้น จัดเป็นผลพลอยได้ที่มีมูลค่าเพิ่มซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มและการให้แสงสว่าง เป็นต้น [4], [5] โดยเฉพาะการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของศูนย์สาธิตการจัดการขยะที่อาศัยเทคโนโลยีการหมักย่อยร่วมและการผลิตก๊าซไบโอมีเทนอัด โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทำงานร่วมกับเทศบาลนครเชียงใหม่ ทำให้ได้ก๊าซชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อการใช้งานทั้งในรูปของการผลิตกระแสไฟฟ้าและเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์ของรถไฟฟ้า [6-9] นอกจากนั้นยังมีการศึกษาการใช้งานในรถมอเตอร์ไซด์ [10] อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์ดังกล่าว ส่วนใหญ่มักเป็นการใช้งานแบบอยู่กับที่หรือจำกัดอยู่ในฉพาะพื้นที่ โดยเฉพาะการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานเพื่อการหุงต้ม การติดตั้ง และเดินระบบการผลิตรวมทั้งการใช้งาน มักอยู่ในบริเวณพื้นที่เดียวกัน เช่น การเดินระบบเพื่อใช้งานเฉพาะในฟาร์ม โรงงาน หรือชุมชน เป็นต้น ซึ่งพบว่าลักษณะการใช้งานดังกล่าว มักพบอยู่ทั่วไป ทั้งในประเทศ [4-6] และต่างประเทศ [3], [11]

สำหรับการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานนอกพื้นที่ หรือในภาคสนามนั้น ยังมีอยู่น้อยมาก ส่วนก๊าซที่ใช้บรรจุในถังก๊าซที่มีขายอยู่ทั่วไป คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquid Petroleum Gas; LPG) ใช้ความดันขนาด 7 บาร์อัดในสถานะของเหลว [12] และจากการศึกษาของ Ray et al. (2016) [11] พบว่าก๊าซชีวภาพสามารถอัดและจัดเก็บในภาชนะที่เป็นทรงกระบอกเหล็กขนาด 0.5 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้ปั๊มลมแบบเหยียบด้วยเท้าอัดประมาณ 4 บาร์ ใช้เวลาอัดนาน 30 นาที

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้ทำการวิจัยได้มีความสนใจในการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักย่อยของของเสียอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในรูปของการบรรจุถังก๊าซที่มีการใช้งานทั่วไปสำหรับการนำไปใช้งานหุงต้มในภาคสนามที่ไม่มีการจำกัดพื้นที่ใช้งาน โดยทำการศึกษาปริมาณการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพในถังบรรจุก๊าซ รวมทั้งหาค่าความร้อนที่ได้จากถังบรรจุก๊าซชีวภาพ

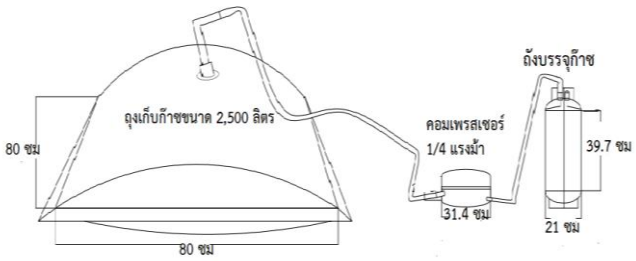
2. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 ตัวอย่างก๊าซชีวภาพและอุปกรณ์ที่ใช้

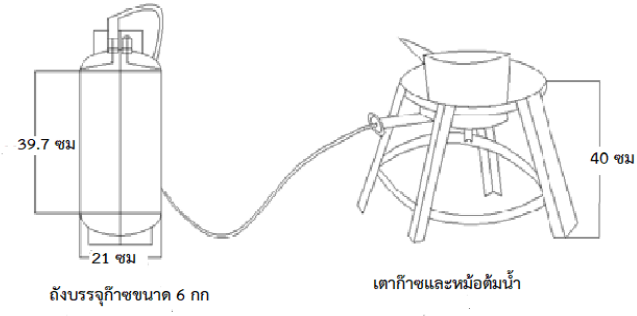
ก๊าซชีวภาพจากบ่อหมักขยะของศูนย์สาธิตการจัดการขยะแบบครบวงจร สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มีปริมาณก๊าซมีเทนอยู่ร้อยละ 60 เก็บโดยอาศัยแรงดันจากบ่อหมัก และใช้ถุงเก็บก๊าซหนา 1.2 มิลลิเมตร ทำด้วยโพลีเอทิลีนที่หนาแน่นสูง ขนาด 2,500 ลิตร

ถังบรรจุก๊าซ LPG ซึ่งตัวถังทำจากเหล็กหนา มีขนาด 4 6 และ 15.8 กิโลกรัม เครื่องชั่งน้ำหนักก๊าซ ปั๊มไดอะแฟรมแอร์คอมเพรสเซอร์ ขนาด ¼ แรงม้า เตาหุงต้ม หม้อต้มน้ำ นาฬิกาจับเวลา เทอร์โมมิเตอร์ และถังดับเพลิงชนิดที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 ปอนด์ ยี่ห้อ Dabfire ป้องกันอัคคีภัย

การติดตั้งชุดทดลองในการอัดก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วยถุงเก็บก๊าซที่มีท่อต่อเข้ากับท่อสายยางจ่ายก๊าซ ซึ่งเชื่อมต่อกับปั๊มไดอะแฟรมแอร์คอมเพรสเซอร์ โดยมีสายยางจ่ายก๊าซต่อจากปั๊มดังกล่าวเข้าสู่ถังก๊าซ ดังรูปที่ 1 ส่วนชุดทดลองหาค่าความร้อนประกอบด้วยถังบรรจุก๊าซชีวภาพที่มีวาวล์ปิดเปิดขนาด ¼ นิ้วต่อเข้ากับท่อสายส่งก๊าซไปยังเตาหุงต้มที่ใช้กับหม้อต้มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2 ทำการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ



รูปที่ 1 แบบจำลองชุดทดลองในการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพ



รูปที่ 2 แบบจำลองชุดทดลองการหาค่าความร้อน

2.2 พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัด

องค์ประกอบของก๊าซมีเทน ทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องก๊าซโครโมโตกราฟฟี่แบบ TCD Model 7890, Agilent USA ปริมาณก๊าซมีหน่วยเป็นกิโลกรัมโดยใช้เครื่องชั่งยี่ห้อ Mettler Toledo Model: BBA221 อัตราการไหลของก๊าซมีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที โดยใช้ปั๊มไดอะแฟรมแอร์คอมเพรสเซอร์ ยี่ห้อ Kultorn Model DC-250 ขนาด ¼ แรงม้า เวลา มีหน่วยเป็นนาที บันทึกเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลายี่ห้อ Seiko Model S141 อุณหภูมิมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส บันทึกด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ยี่ห้อ Taiwan Model DP-1K55-796C

2.3 ขั้นตอนการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพ

ทำการชั่งน้ำหนักของถังบรรจุก๊าซขนาด 4 6 และ 15.8 กิโลกรัม ซึ่งเป็นชุดทดลองจำนวน 3 ชุด ก่อนการอัดเพื่อหาน้ำหนักของถังเปล่า และติดตั้งปั๊มแอร์คอมเพรสเซอร์เข้ากับถังบรรจุก๊าซ หลังจากที่ต่อเข้ากับถุงเก็บก๊าซที่ความดันก่อนอัด 0.002 บาร์ ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัย หากเกิดการรั่วไม่ลุกไหม้ขณะขนย้าย มีอุณหภูมิก่อนอัด 24 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิหลังอัดจะเพิ่มสูงสุด 87 องศาเซลเซียส เมื่อทำการอัด เปิดวาล์วที่หัวถังให้ก๊าซชีวภาพไหลเข้าถังตามหัวจ่ายก๊าซที่ติดตั้งของแต่ละถัง เปิดปั๊มแอร์คอมเพรสเซอร์เพื่อเริ่มทำการอัดและสิ้นสุดการอัดที่ความดัน 4 บาร์ ซึ่งเป็นความดันสูงสุดของปั๊มที่ใช้กับถังทุกขนาด บันทึกเวลาที่ใช้ในการอัดและชั่งน้ำหนักถังก๊าซหลังอัดเพื่อหาปริมาณก๊าซในถัง

2.4 ขั้นตอนการหาค่าความร้อน

เตรียมชุดทดลองการต้มน้ำของถังก๊าซที่บรรจุแล้ว โดยใช้หัวเตาแก๊สและหม้อต้มน้ำ ต่อถังบรรจุก๊าซชีวภาพเข้ากับชุดทดลองต้มน้ำ น้ำที่ใช้แต่ละชุดทดลองมีปริมาตร 1 ลิตร เปิดวาล์วเพื่อให้ก๊าซไหลออกจากถัง ทำการจุดไฟที่หัวเตาหุงต้ม ทำการวัดอุณหภูมิของน้ำก่อนการต้ม และบันทึกเวลาเมื่อเริ่มทำการต้มและเวลาที่น้ำเดือดสูงสุด

ก) การชั่งน้ำหนักถังบรรจุก๊าซ ข) การต้มน้ำ

รูปที่ 3 ขั้นตอนการอัดก๊าซชีวภาพและหาค่าความร้อน

ก) ก๊าซชีวภาพที่อัดได้ในถังก๊าซ ข) หม้อต้มน้ำที่เดือดแล้ว

รูปที่ 4 ผลที่ได้จากการอัดก๊าซชีวภาพและหาค่าความร้อน

2.5 สมการที่ใช้ในการคำนวณ

2.5.1 ค่าปริมาณการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพ

ปริมาณการอัดและเก็บก๊าซในที่นี้ คือน้ำหนักก๊าซในถังที่อัดและเก็บได้ในเวลาที่ต่างกันและค่าร้อยละปริมาณการอัดและเก็บก๊าซคิดจากน้ำหนักก๊าซในถัง 15.8 กิโลกรัม

ที่ร้อยละ 100 ซึ่งใช้หาค่าร้อยละข้างต้นของถัง 4 และ 6 กิโลกรัม ดังนี้

$$C_s = \frac{V}{t} \quad (1)$$

เมื่อ Cs = ปริมาณการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพ (ลิตร/นาที)

v = ปริมาตรก๊าซที่ใช้อัด (ลิตร)

t = เวลาที่ใช้ในการอัด (นาที)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Moaveni S. [13]

$$V = \frac{M}{\rho} \quad (2)$$

เมื่อ V = ปริมาตรของก๊าซที่อัดในถัง (ลูกบาศก์เมตร)

M = น้ำหนักของถังก๊าซ (กิโลกรัม)

ρ = ความหนาแน่นของก๊าซชีวภาพ

มีค่า 1.15 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [14]

ที่มา: The National Aeronautic and Atmospheric Administration's Glenn Research Center. [15]

$$\%C = \frac{(gc\ 15.8 - gc\ 4)\ gc6}{gc\ 15.8} * 100 \quad (3)$$

เมื่อ %C = ค่าร้อยละของปริมาณการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพ

gc 15.8 = ปริมาณการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพในถังขนาด 15.8 กิโลกรัม

gc 4 = ปริมาณการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพในถังขนาด 4 กิโลกรัม

gc 6 = ปริมาณการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพในถังขนาด 6 กิโลกรัม

ที่มา: Furay E. [16]

2.5.2 สมการคำนวณหาค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพ

$$H = \%CH_4 * HCH_4 \quad (4)$$

เมื่อ H_{biogas} = ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพ (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)

$\%CH_4$ = ค่าร้อยละของก๊าซ CH_4 ในก๊าซชีวภาพที่ได้จากการวิเคราะห์

HCH_4 = ค่าความร้อนสูงและต่ำของ CH_4 ที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน = 55,530.98 และ 49,587.04 กิโลจูลต่อกิโลกรัม [17]

ที่มา: DEDE. [18], TRECA. [19]

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

3.1 ผลของการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพ

การอัดและเก็บก๊าซชีวภาพ รวมทั้งค่าร้อยละของการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพในถังบรรจุขนาดต่าง ๆ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

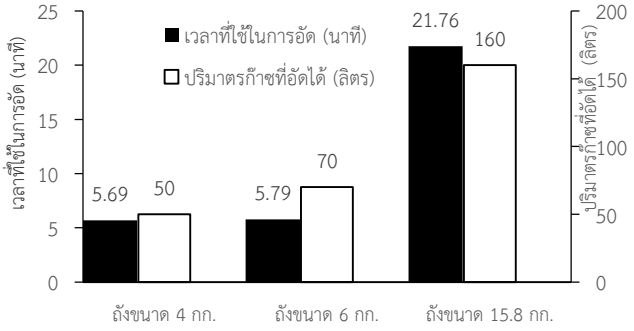
ตารางที่ 1 ผลของการอัดและการเก็บก๊าซชีวภาพ

ชุดที่	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักก๊าซในถัง (กิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ยของปริมาตรก๊าซ (ลิตร)	ค่าเฉลี่ยของปริมาณการอัดและเก็บก๊าซ (ลิตรต่อนาที)	ค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณการอัดและเก็บก๊าซ
1	0.05±0.01	50.00±0.79	8.98±3.28	22.17±4.44
2	0.07±0.01	70.00±0.48	12.07±2.66	64.21±3.01
3	0.15±0.01	160.00±0.15	7.35±0.52	100.00±0.00

* หมายเหตุ ชุดที่ 1 ถังขนาด 4 กิโลกรัม บรรจุก๊าซชีวภาพที่ได้จากการอัด

ชุดที่ 2 ถังขนาด 6 กิโลกรัม บรรจุก๊าซชีวภาพที่ได้จากการอัด

ชุดที่ 3 ถังขนาด 15.8 กิโลกรัม บรรจุก๊าซชีวภาพที่ได้จากกอัด



รูปที่ 5 เวลาที่ใช้ในการอัดและปริมาตรก๊าซชีวภาพที่อัดได้

จากตารางที่ 1 และรูปที่ 5 พบว่าก๊าซชีวภาพสามารถอัดในถังบรรจุก๊าซได้ที่ความดัน 4 บาร์ โดยถังขนาด 15.8 กิโลกรัม มีน้ำหนักและปริมาตรก๊าซมากที่สุด และใช้เวลาอัดนานที่สุด ส่วนถังขนาดเล็ก 4 และ 6 กิโลกรัม ใช้เวลาอัดใกล้เคียงกัน แต่ถังขนาด 6 กิโลกรัม ให้น้ำหนักและปริมาตรก๊าซที่มากกว่าถังขนาดเล็ก 4 กิโลกรัม ดังนั้นเวลาที่ใช้อัดและปริมาตรก๊าซที่อัดได้มีความสัมพันธ์กัน เมื่อใช้เวลาอัดที่สั้น ทำให้ได้ปริมาตรก๊าซที่มาก ถังเล็กขนาด 6 กิโลกรัม จึงมีความเหมาะสม สอดคล้องกับผลการศึกษาของปิยะพงษ์ สิงห์บัวและรัชพล สันติวรากร (2011) [10] ที่ใช้เวลาอัดในถังบรรจุก๊าซขนาดใหญ่ 15 กิโลกรัมนานกว่าการอัดในถังขนาดเล็ก 4 กิโลกรัม และใช้ความดันที่สูงขึ้น มีผลให้ปริมาตร

ก๊าซเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าการอัดที่ความดัน 5 บาร์ ในถังขนาด 13.3 กิโลกรัม ใช้เวลาในการอัดนาน 12-14 นาที ใช้ต้มน้ำปริมาตร 0.5 ลิตร ได้นาน 4.54-5.62 นาที [20] และการอัดที่ความดัน 5-7 บาร์ สามารถอัดก๊าซชีวภาพได้ในถังขนาด 15.4 กิโลกรัมซึ่งออกแบบให้มีความทนทานต่อการใช้ความดันสูงถึง 25.3 บาร์ [21] ดังนั้นหากต้องการนำก๊าซชีวภาพมาอัดบรรจุถังให้ใช้งานได้มากขึ้น ควรเพิ่มความดันในการอัดให้สูงขึ้น

3.2 ผลการหาค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากถังที่อัดได้

ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่อัดในถังบรรจุก๊าซ พบว่า มีปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) ร้อยละ 60 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ร้อยละ 39 ก๊าซออกซิเจน (O_2) ร้อยละ 0.00 มีปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) 105 หนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) และก๊าซอื่น ๆ ร้อยละ 1.00 ค่าองค์ประกอบของก๊าซที่ได้ จัดว่าเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสะอาดกล่าวคือมีค่าปริมาณ CH_4 ร้อยละ 55-70 CO_2 ร้อยละ 35-45 และ H_2S น้อยกว่า 200 ppm [22] ทำให้มีค่าความร้อนสูง (Higher Heating Value) และค่าความร้อนต่ำ (Lower Heating Value) 33,318.00 และ 29,452.22 กิโลจูลต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็น 33.32 และ 29.45 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณที่มีความสอดคล้องกับคุณภาพของก๊าซชีวภาพที่มีความสะอาดและยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Singbua, Santivarakorn (2010) ที่ใช้ก๊าซชีวภาพซึ่งมีปริมาณ CH_4 ร้อยละ 46.28 ทำให้ได้ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพเพียง 19.22 เมกะจูลต่อกิโลกรัม [23]

สำหรับค่าความร้อนของก๊าซ LPG ซึ่งมีก๊าซโพเพนและก๊าซบิวเทนเป็นส่วนใหญ่ มีค่าอยู่ร้อยละ 30 และ 69 ตามลำดับ ให้ค่าความร้อนต่ำ ที่ได้จากการคำนวณสูงถึง 49.85 เมกะจูล [24] เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนที่ค่าความร้อนต่ำระหว่างก๊าซ LPG และก๊าซชีวภาพ จะเห็นได้ว่าก๊าซ LPG มีค่าความร้อนสูงกว่าก๊าซชีวภาพ 1.69 เท่า

เมื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในการต้มน้ำปริมาตร 1 ลิตร พบว่าถังใหญ่ขนาด 15.8 กิโลกรัม สามารถทำให้น้ำเดือดและมีอุณหภูมิถึงจุดเดือด 100 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาตรก๊าซ 79 ลิตรและเวลา 10.47 นาที สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ [20] ส่วนถังเล็กขนาด 6 กิโลกรัม สามารถทำให้น้ำเดือดและมีอุณหภูมิ 81 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาตรก๊าซ 66.33 ลิตรและเวลา 7.01 นาที และถังขนาด 4 กิโลกรัม ทำให้น้ำมีความร้อนถึงอุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาตรก๊าซ 44 ลิตรและเวลา 6.58 นาที

เมื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้ทำอาหาร ถังเล็กขนาด 6 กิโลกรัม เหมาะกับการใช้ไฟขนาดปานกลาง ซึ่งใช้ต้มและทอดอย่างง่าย ส่วนถังใหญ่ขนาด 15.8 กิโลกรัม สามารถใช้ได้ทั้งไฟแรงซึ่งใช้ในการผัด และไฟขนาดปานกลางซึ่งใช้ในการต้มและทอด ดังนั้นก๊าซชีวภาพที่อัดและเก็บในถัง มีค่าความร้อนที่สามารถใช้ในการหุงต้มได้จริงเช่นเดียวกับก๊าซ LPG สอดคล้องกับการศึกษาของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ (2010) [5] ที่ว่าก๊าซชีวภาพสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมในการใช้งานได้จริงและให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับก๊าซ LPG มากที่สุด โดยเฉพาะการนำไปใช้งานในภาคสนาม ถังขนาด 6 กิโลกรัม มีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าถังขนาด 15.8 กิโลกรัม ถังขนาด 6 กิโลกรัม เมื่อนำไปใช้หุงต้มให้ได้นานขึ้น ควรใช้ไฟที่มีขนาดปานกลาง อย่างไรก็ตาม ควรมีการเพิ่มความดันที่ใช้ในการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพในถังให้สูงขึ้น เพื่อให้ได้น้ำหนักและปริมาตรก๊าซที่เพิ่มขึ้นและเพียงพอต่อการใช้งานได้นานมากขึ้น

4. บทสรุป

4.1 ผลของการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพ

พบว่าก๊าซชีวภาพที่อัดและเก็บในถังทุกถัง มีความดันหลังการอัดที่เท่ากัน คือ 4 บาร์ ซึ่งเป็นการอัดที่ความดันสูงสุดของปั๊มที่ใช้อัด ปริมาณการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพในถังขนาด 6 กิโลกรัม มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าปริมาณการอัดและเก็บก๊าซ 12.07 ลิตรต่อนาที และมีค่าร้อยละของปริมาณการอัดและเก็บก๊าซ 64.21 ดังนั้นในการศึกษาต่อไป ควรมีการปรับความดันที่ใช้ในการอัดและเก็บก๊าซชีวภาพในถังบรรจุก๊าซ ให้มีค่าเพิ่มขึ้น

4.2 ผลการหาค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากถังที่อัดได้

ก๊าซชีวภาพที่อัดในถัง มีค่าปริมาณ CH_4 ร้อยละ 60 ให้ค่าความร้อนสูงและต่ำ 33.32 และ 29.45 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าความร้อนต่ำของก๊าซ

LPG (49.85 เมกะจูล) มีค่าความร้อนต่ำกว่าก๊าซ LPG 1.69 เท่า เมื่อใช้ในการต้มน้ำ ถังขนาด 15.8 กิโลกรัม ทำให้น้ำเดือดสูงถึงจุดเดือด 100 องศาเซลเซียส และถังขนาด 6 กิโลกรัม ทำให้น้ำเดือดสูง 81 องศาเซลเซียส กล่าวได้ว่าถังขนาด 6 กิโลกรัม สามารถใช้หุงต้มในภาคสนามได้และมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าถังขนาดใหญ่ และควรใช้ไฟปานกลาง เพื่อให้ใช้งานได้นานขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่ให้ทุนสนับสนุนวัสดุการวิจัย และศูนย์สาธิตการจัดการขยะฯ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ให้ความอนุเคราะห์ก๊าซชีวภาพ รวมทั้งทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการศึกษาวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Panyaping K, Montee P. Potential of biogas production from mixed leaf and food waste in anaerobic reactors. J Mater Cycles Waste Manage. 2018;20:723-737.

[2] Nahar K. Biogas production from Water Hyacinth (Eichhornia Crassipes). Asian J appl. sci. eng. 2012;1(1):9-11.

[3] Espito G, Frunzo L, Giordano, Liotta F, Panico A, Pirozzi F. Anaerobic co-digestion of organic wastes. Rev Environ Sci Biotechnol. 2012;11:325-341.

[4] Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE). Development of biogas production from solid waste in the community level. Proceedings of project on development of biogas production from solid waste in the community level; 2008 March 10; The Twin Tower Hotel, Bangkok. pp 93-129. Thai.

[5] Energy Research and Development Institute – Nakornping, Chiang Mai University. 'Biogas' benefit and return. Availble from:http://www.erdi.cmu.ac.th/index_main.php/article/170?category=14. [Accessed 6 March 2020]. Thai.

[6] Energy Research and Development Institute – Nakornping, Chiang Mai University. Compressed Biomethane Gas (CBG) production system. Available from: http: //erdi.cmu.ac.th/index_main.php/servicesview?pid=5. [Accessed 27th January 2020]. Thai.

[7] Chiang Mai University. CMU administration on integrated solid waste management from separation to fermentation for CBG production. Available from: https://www.cmu.ac.th/article/a4311461e9644880-8336-ce490625fe5d. [Accessed 6 March 2020].

[8] Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE). Compressed Biomethane Gas; CBG. Available from: http: //www.pcd.go.th /file/Thailand%20Pollution%620Report%2020 18_Thai .pdf. [Accessed 6 th March 2020]. Thai.

[9] Kanta U. Improving biogas for CBG. Proceedings of the annual meeting of the National Science and Technology Development Agency; 2015 April 1; Science Park. Pathum Thani. Thai.

[10] Singbua P, Suntivarakorn R. A study of biogas compression and utilization of biogas in motorcycle. KKU Res J (GS). 2011;11(1):39-50. Thai.

[11] Ray N.H.S, Mohanty M.K, Mohanty R.C. Biogas compression and storage system for cooking applications in rural households. Int. J. Renew. Energy Res. 2016;6(2):593-598.

[12] Innovation Intertrade Co., Ltd. The Difference of CNG and LPG. Available from:http://www.iitintertrade.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=540013246&Ntype=15. [Accessed 2nd January 2020].

[13] Moaveni S. Engineering fundamentals: An introduction to engineering, SI ed. Canada: CENGAGE Learing; 2015. p. 251.

[14] Energy Research and Development Institute – Nakornping, Chiang Mai University. Training manual on application of biogas technology for treatment of wastes from local-liquor making process. (N.D.).

[15] The National Aeronautic and Space Administration's Glenn Research Center. Gas density. Available from:https://www.grc. nasa. gov/www/k12/airplane/fluden.html. [Accessed 8th July 2019].

[16] Furey E. Percentage Change Calculator; Calculator Soup. Available from:https://www. calculatorsoup.com [Acessed 9th January 2020].

[17] Avallone AE, III Baumrister T, editors. Marks' standard handbook for mechanical engineers. 10th ed. New York:McGraw-Hill; 1996. P.4-26.

[18] Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE). Training manual on heat for energy responsible person on practicing. (N.D.). Thai.

[19] Thailand Renwable Energy for Community Association (TRECA). Biogas. Available from: http://www.reca.or.th/librarybiogas.aspx. [Accessed 28th December 2019].

[20] Bajracharya RTE, Dhungana AE, Thapaliya NE, Hamal GE. Purification and compression of biogas: a research experience. J Institute Eng. 2009;7(1):1-9.

[21] Nallamothu BR, Teferra A, Rao VB. Biogas purification, compression and bottling. Global J Eng, Design & Tech. 2013;2(6):34-36.

[22] KIS Group Sustainability. Biogas purification & bottling. Available from: https://www.kisgroup. net/biogas-purification.html.[Accessed7th January 2020].

[23] Singbua P, Suntivarakorn R. Development of biogas compression system for using in household. Proceedings of the First TSME International Conference on Mechanical Engineering. 2010 October 20-22, Ubon Ratchathani. Thailand.

[24] Pervez H. Caculating calorific value and heat energy of LPG. 2019. Available from:https:// www.linkedin.com/pulse/calculating-calorific-value-heat-energy-lpg-md-hashib-Pervez. [Accessed 30th January 2020].