

O-P07

“การเปรียบเทียบฉนวนของเตาแก๊สชีวมวล โดยใช้วัสดุดิบที่หาง่ายในชุมชน”

ฐิติพร เจาะจง* และชัญญานุช แรงเชตกรรม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
*Corresponding author email: titiporn_ant@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบฉนวนของเตาแก๊สชีวมวล โดยใช้วัสดุดิบที่หาง่ายในชุมชน คือ แกลบดำ ดินร่วน และ ทราย การทดสอบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลทำได้โดยการต้มน้ำเดือด (WBT) เตาแก๊สชีวมวลใช้หลักการอินเวอร์ตวอร์มดราฟท์แก๊สซิไฟเออร์ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 5 ชั่วโมง ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลพบว่า ในช่วง 5 นาทีแรกของการทดสอบยังไม่มีไฟไหม้เชื้อเพลิง เนื่องจากเป็นช่วงที่เตาเริ่มกระบวนการเผาไหม้จึงทำให้อุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่หลังจาก 5 นาทีไปแล้วจนถึง 30 นาที เป็นช่วงที่มีการเผาไหม้ค่อนข้างสมบูรณ์จึงให้อุณหภูมิเดือดสูงสุด 100 °C เนื่องจากเกิดการถ่ายเทพลังงานความร้อนให้น้ำ หลังจาก 50 นาทีไปแล้วอุณหภูมิของน้ำค่อยๆลดลงตามลำดับ จนเท่ากับอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น จากการทดสอบพบว่าเตาแก๊สชีวมวลที่มีฉนวนเป็นแกลบดำมีประสิทธิภาพในการต้มน้ำที่ดีที่สุด เนื่องจากทำให้น้ำเดือดมีระยะเวลานานกว่าเตาแก๊สชีวมวลที่มีดินร่วน และ ทราย เป็นฉนวน และจากการคำนวณหาประสิทธิภาพจากการต้มน้ำเดือดของเตาแก๊สชีวมวลที่มีแกลบดำ ดินร่วน และทรายเป็นฉนวนมีค่าเท่ากับ 14.13% 11.70% และ 10.59% ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าเตาแก๊สชีวมวลที่มีฉนวนเป็นแกลบดำมีประสิทธิภาพดีที่สุด เนื่องจากแกลบดำช่วยเก็บสะสมความร้อนให้กับเตาแก๊สชีวมวล ทำให้เตาแก๊สชีวมวลมีประสิทธิภาพมากกว่าเตาแก๊สชีวมวลจากฉนวนชนิดอื่นๆ

คำสำคัญ : เตาแก๊สชีวมวล, ฉนวนกันความร้อน

Comparison insulation of biomass gas stove using easy material in the community

Titiporn Chorchong* and Chanyanuch Rangketgam
Faculty of science and technology Pibulsonggram Rajabhat University
*Corresponding author email: titiporn_ant@hotmail.com

Abstract

This research is the study of comparison of biomass gas stove insulator. The insulating materials are easily found in the local community e.g. rice husk, loam and sand. The efficiency of the stove was measured using Water Boiling Test (WBT). The biomass stove was designed to meet Inverse Downdraft Gasifier (IDG) and also tested with WBT for 5 hours. From the result, it was found that the first 5th minute on running gasifier yielded no combustion due to initialization state of the stove. Then the temperature of the water was rarely changed. Yet, from the 5th to 30th minute, the combustion was initialized and turn the state on completely. The temperature of the water increased slightly and reached 100 centigrade (boiling temperature) in about 25th to 30th minute due to stove transfer energy from fuel to water. After the 50th minute, the temperature of the water was slightly decreased until it reached

the initial temperature. From the experiment, it could be concluded that the stove with rice husk insulator has the most efficiency because it retain the most boiling time rather than loam and sand. From the research, it could be concluded that efficiencies of the stove measured from WBT method using rice husk, loam and sand as insulator are 14.13%, 11.70% and 10.59% respectively. Furthermore, it was also found that the stove with rice husk insulator yields the most efficiency due to the heat accumulation properties of the rice husk.

Keywords: insulation, biomass gas stove

บทนำ

ปัจจุบันพลังงานว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับมนุษย์อย่างมากและจะยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นเมื่อโลกมีการพัฒนามากขึ้น ประกอบกับการที่ประชากรของโลกเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการพลังงานมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากและมีแนวโน้มที่สูงขึ้นในทุกๆปี โดยประเทศไทยมีการใช้พลังงานในช่วง 5 เดือนแรกของปี 2556 มีปริมาณ 25,078 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 3.5 คิดเป็นมูลค่า 581,904 ล้านบาท การใช้พลังงานยังคงเพิ่มขึ้นตามการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยที่น้ำมันสำเร็จรูปยังคงเป็นพลังงานที่ใช้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 49.3 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด รองลงมาประกอบด้วยไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม พลังงานหมุนเวียน ถ่านหิน/ลิกไนต์และก๊าซธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 18.2, 10.7, 7.9, 7.0 และ 6.9 ตามลำดับ จากการที่รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนในประเทศเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยลดสัดส่วนการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม (Energy Intensity) พบว่าในช่วง 4 เดือนแรกของปี 2556 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทน 2,589 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 16.6 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน [กรมพลังงานทดแทน, 2556] ในสภาวะที่ทั่วโลกกำลังขาดแคลนพลังงานบวกกับวิกฤตการณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมไปยังทุกประเทศทั่วโลก และประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบนั้นด้วย โดยเฉพาะวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงาน ที่ส่งผลโดยตรงต่อรายจ่ายในระดับครัวเรือน โดยพบว่ารายจ่ายของครัวเรือนทางด้านพลังงานสูงขึ้นถึง 30 – 40 % ของรายได้ครอบครัว อันเนื่องมาจากราคาแก๊สหุงต้มและราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น ปัจจุบันแก๊สหุงต้มมีราคาประมาณกิโลกรัม 18-20 บาท และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆทั้งนี้ส่วนหนึ่งมาจากการแบ่งตลาดนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในด้านการขนส่ง ทำให้มีความต้องการเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในชุมชน เช่น เศษไม้ ถ่านไม้ แกลบ ชักบไม้ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นยังสามารถทดแทนการใช้แก๊สหุงต้มในครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือนได้ [เตาแก๊สชุมชน, 2553]

ประเทศไทยในแถบชนบทยังมีการใช้เตาด่านเพื่อหุงต้มอาหารเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีราคาถูก หาซื้อเพลิงได้ง่าย ประหยัดพลังงาน แต่เตาด่านที่ใช้อยู่ไม่ได้มีการออกแบบที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม จึงทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่มีประสิทธิภาพหรือการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทางหน่วยงานด้านพลังงานจึงได้มีการคิดค้นสร้างเตาแก๊สชีวมวล เพื่อใช้ในการหุงต้มให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเดิม เตาแก๊ส ชีวมวลได้ถูกพัฒนามาจากเตาหุงต้มแบบทั่วไป คือ ให้มีการใช้เชื้อเพลิงได้หลากหลาย เช่น การนำวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรมาทำให้เกิดประโยชน์ นอกจากนี้ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านเชื้อเพลิง LPG ในครัวเรือน ทั้งยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่น้อยลง [การสร้างเตาหุงต้มเชื้อเพลิงชีวมวล, ม.ป.ป.] เตาแก๊สชีวมวลเป็นเทคโนโลยีสำหรับการเปลี่ยนรูปเชื้อเพลิงแข็งให้กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิงหรือจำกัดอากาศให้เหมาะสมกับเชื้อเพลิง โดยกระบวนการนี้จะเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น ไม้ ถ่านไม้ ถ่านหิน แกลบ และขี้เลื่อย และวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรที่สามารถตัดไฟได้ ให้กลายเป็นแก๊สที่สามารถเผาไหม้ได้ โดยแบ่งเตาที่ผลิตแก๊สชีวมวลได้เป็น 4 แบบคือ แบบไหลขึ้น แบบไหลลง แบบไหลตัดขวาง และแบบฟลูอิดไรเซชัน นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับฉนวนในเตาแก๊สชีวมวล พบว่าเตาที่มีฉนวนกันความร้อน จะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเตาไม่มีฉนวน เพราะฉนวนจะช่วยเพิ่ม

ประสิทธิภาพของเตาให้มีการเผาไหม้ที่ดีขึ้น และยังประหยัดเชื้อเพลิงอีกด้วย แต่ฉนวนที่ใช้ของเตาแก๊สชีวมวลในปัจจุบันนี้ คือ โยสังเคราะห์ชนิดต่างๆ ซึ่งมีราคาแพง และหาซื้อได้ยาก [สมานชัย นกุลเสาวลักษณ์, 2556]

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำวัสดุที่หาง่ายภายในชุมชนมาใช้เป็นฉนวนของเตาแก๊สชีวมวล เพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลที่ใช้ฉนวนต่างกัน 3 ชนิด โดยใช้เตาแก๊สชีวมวลแบบอินเวอร์สคาน์วกราฟท์แก๊สซิฟิเคชันในการทดลองเพื่อหาฉนวนที่ทำให้เตาแก๊สชีวมวลมีประสิทธิภาพมากที่สุด

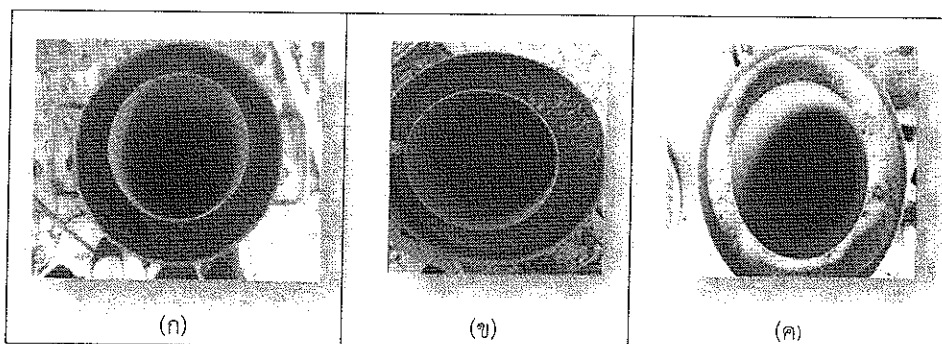
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการนำเอาวัสดุดิบในชุมชน 3 ชนิด คือ แกลบดำ ดินร่วน ทราย มาใช้เป็นฉนวนของเตาแก๊สชีวมวล และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวล ซึ่งมีวัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนดังต่อไปนี้

วัสดุและอุปกรณ์

1. ทราย แกลบดำ และ ดินร่วน ใช้สำหรับเป็นฉนวนของเตาแก๊สชีวมวล
2. เตาแก๊สชีวมวล เพื่อใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อน
3. ตราชั่งดิจิตอล สำหรับใช้ชั่งน้ำหนัก
4. ไม้ยูคาลิปตัส สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง
5. หม้อเบียร์ 28
6. นาฬิกาจับเวลา
7. เทอร์โมมิเตอร์ ช่วงการวัด 0-100 °C ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิน้ำ
8. เทอโมคัปเปิลชนิดเค มาตรฐาน IEC 584 ช่วงการวัดอุณหภูมิต่อเนื่องของเทอโมคัปเปิลแบบนี้จะเป็น -270 °C ถึง +1370 °C ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิภายในเตาแก๊สชีวมวล
9. เครื่องบันทึกข้อมูล เป็นเครื่องที่ใช้บันทึกข้อมูล จากการวัดอุณหภูมิ
10. เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ สำหรับวิเคราะห์ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

1. สร้างฉนวนกันความร้อนของเตาแก๊สชีวมวลที่มีฉนวนต่างกัน คือ แกลบดำ ดินร่วน และ ทราย
 1. เตรียมวัสดุดิบเพื่อสร้างฉนวน
 2. ชั่งน้ำหนักวัสดุดิบ แกลบดำ 10 กิโลกรัม ดินร่วน และ ทราย 21 กิโลกรัม
 3. นำวัสดุดิบใส่ในช่องเตาแก๊สชีวมวล และอัดให้พอกับเตาแก๊สชีวมวล ดังภาพที่ 1

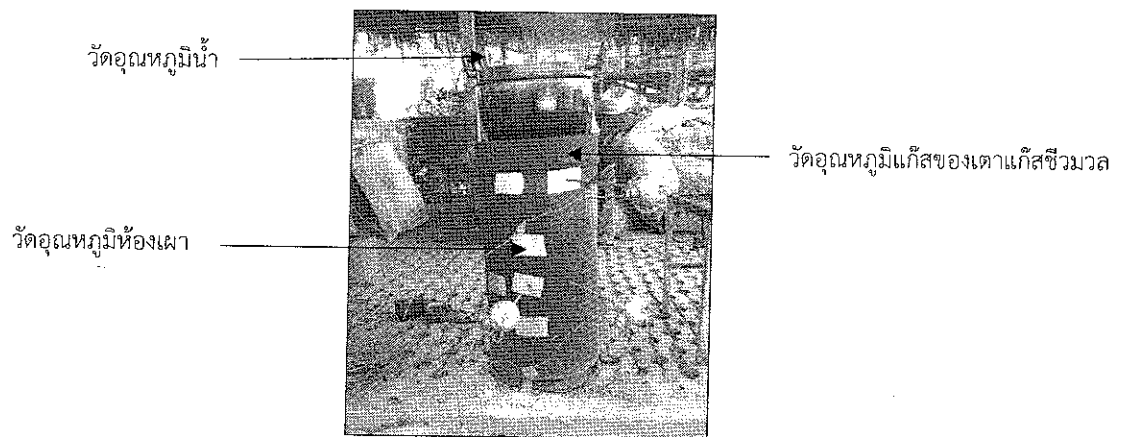


ภาพที่ 1 เตาแก๊สชีวมวลที่มีแกลบดำเป็นฉนวน (ก) เตาแก๊สชีวมวลที่มีดินร่วนเป็นฉนวน (ข) และเตาแก๊สชีวมวลที่มีทรายเป็นฉนวน (ค)

2. การหาประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวภาพที่มีฉนวนต่างกัน

นำเตาแก๊สชีวภาพที่มีฉนวนแต่ละชนิดมาทำการทดสอบหาประสิทธิภาพโดยการต้มน้ำ ตามสภาพแวดล้อมจริง และนำข้อมูลที่ได้มาหาประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวภาพ จากสมการ (1) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชั่งมวลน้ำ 2 กิโลกรัม
2. ชั่งน้ำหนักเชื้อเพลิง 0.7 กิโลกรัม
3. ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ ประกอบด้วย เทอร์โมคัปเปิล เป็นตัววัดอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ และส่งข้อมูลมายัง เครื่องบันทึกข้อมูล โดยต่อปลายสายเทอร์โมคัปเปิลเข้ากับเครื่องวัดและบันทึกข้อมูล
4. วัดอุณหภูมิของน้ำในภาชนะ ก่อนทำการต้มน้ำและบันทึกข้อมูล
5. จุดเตาเมื่อไฟลุกติดเชื้อไฟแล้ว ทำการป้อนเชื้อเพลิงสำหรับการทดสอบและเริ่มจับเวลา
6. ตำแหน่งของการติดตั้ง เทอร์โมคัปเปิลชนิดเค ทำการทดสอบ 5 ชั่วโมง



ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งต่างๆที่ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล ชนิดเค

7. ชั่งน้ำหนักของน้ำที่เหลือในภาชนะและบันทึกข้อมูล
8. นำตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัสไปทำการทดสอบหาค่าความร้อนโดยเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์
9. หาประสิทธิภาพดังสมการต่อไปนี้ [ธีรพงษ์ พุทธิกิจวิวงศ์, 2550]

$$\eta = \frac{m_i C_p (T_b - T_i) + m_e L}{m_f \times C_f + m_c \times C_c} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ	η	คือ ประสิทธิภาพ ,%
	m_i	คือ มวลของน้ำเริ่มต้น ,kg
	C_p	คือ ความร้อนจำเพาะของน้ำ ,kg/kg ^o C
	T_b	คือ อุณหภูมิที่น้ำเดือด, ^o C
	T_i	คือ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น, ^o C
	m_e	คือ มวลที่น้ำระเหย ,kg
	L	คือ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ,kJ/kg
	m_f	คือ มวลของเชื้อเพลิง ,kg
	C_f	คือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง,kJ/kg

M_c คือ มวลของถ่าน ,kg

C_c คือ ค่าความร้อนของถ่าน ,kJ/kg

ผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลที่มีฉนวนต่างกัน จากการทดลองโดยการต้มน้ำเดือด ผลการทดสอบประสิทธิภาพตามแสดงดังตาราง

ตาราง แสดงผลการทดลองการต้มน้ำเดือด (WBT) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลที่มีฉนวนต่างกัน

	มวล เชื้อเพลิง (ไม้) (kg)	มวล เชื้อเพลิง เริ่มต้น (kg)	มวล น้ำ เริ่มต้น (kg)	อุณหภูมิ น้ำ เดือด (°C)	อุณหภูมิ น้ำ เริ่มต้น (°C)	มวล น้ำ ที่ระเหย (kg)	ประสิทธิภาพ (%)	มวลถ่าน (kg)
เตาแก๊สชีวมวล (แกลบดำ)	0.7	0.5	2.52	100	28.43	1.324	14.13	0.055
เตาแก๊สชีวมวล (ดินร่วน)	0.7	0.5	2.52	100	26.77	1.045	11.70	0.058
เตาแก๊สชีวมวล (ทราย)	0.7	0.5	2.52	100	27.6	0.923	10.59	0.060

จากตารางพบว่าในการทดลอง เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวล พบว่าเตาแก๊สชีวมวลที่มีแกลบดำเป็นฉนวนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 14.13 % ,เตาแก๊สชีวมวลที่มีดินร่วนเป็นฉนวนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 11.70 % ,และเตาแก๊สชีวมวลที่มีทรายเป็นฉนวนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 10.59 %

อภิปรายผลการวิจัย

ฉนวนมีผลต่อประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลและปริมาณการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เนื่องจากฉนวนช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนจากห้องเผาไหม้มายังผนังเตาได้ ทำให้สามารถเปลี่ยนสถานะจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ดี กระบวนการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เกิดจากเตาแก๊สชีวมวลมีการจำกัดอากาศ ซึ่งให้อากาศเข้าไปเผาไหม้เชื้อเพลิงอย่างพอดี จึงทำให้เกิดเป็นก๊าซที่นำไปเผาไหม้ได้ จากการทดลองพบว่า เตาแก๊สชีวมวลที่มีฉนวนเป็นแกลบดำมีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ 14.13 % ,เตาแก๊สชีวมวลที่มีฉนวนเป็นดินร่วน 11.70 % ,เตาแก๊สชีวมวลที่มีฉนวนเป็นทราย 10.59% ตามลำดับ และ มวลเชื้อเพลิงของเตาแก๊สชีวมวลที่มีแกลบดำเป็นฉนวน คือ 0.055 กิโลกรัม, มวลเชื้อเพลิงของเตาแก๊สชีวมวลที่มีดินร่วนเป็นฉนวน คือ 0.058 กิโลกรัม, มวลเชื้อเพลิงของเตาแก๊สชีวมวลที่มีทรายเป็นฉนวน คือ 0.060 กิโลกรัม

จากองค์ประกอบทางเคมีของแกลบส่วนใหญ่ คือเส้นใยหยาบ และแร่ธาตุหลัก คือ ซิลิกา ซึ่งเป็นสารที่ใช้ผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อน จึงทำให้แกลบดำมีคุณสมบัติช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนได้ดี

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเพื่อเปรียบเทียบเตาแก๊สชีวมวลที่มีฉนวนต่างกันคือ แกลบดำ ดินร่วน และ ทราย พบว่า ฉนวนที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดคือ แกลบดำ เนื่องจากองค์ประกอบของแกลบดำ มีองค์ประกอบของซิลิกอนไดออกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เนื่องจากแกลบดำเป็นวัตถุดิบที่หาได้ในชุมชน นอกจากนี้ยังมีราคาถูก และยังช่วยส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่ดีอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[กรมพลังงานทดแทนฯ, 2556] กรมพลังงานทดแทนฯ.2556.สถานการณ์พลังงานในประเทศไทย.เข้าถึงได้จาก
http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_dede/sit_56/sit_apr.pdf
 (วันที่สืบค้นข้อมูล: 19 กรกฎาคม 2556).

[เตาแก๊สชุมชน, 2553] เตาแก๊สชุมชน/17มกราคม 2553/ บ้านเมือง เชียงใหม่ / 2

[การสร้างเตาหุงต้มเชื้อเพลิงชีวมวล, ม.ป.ป.] การสร้างเตาหุงต้มเชื้อเพลิงชีวมวลเว็บไซต์ที่เข้าจาก
http://www.surdi.su.ac.th/paper_public/Biomass-new.pdf
 (วันที่สืบค้นข้อมูล: 26 กรกฎาคม 2556).

[สมานชัย นกุลเสาวลักษณ์, 2556].] สมานชัย นกุลเสาวลักษณ์.(2556).การพัฒนาเตาแก๊สชุมชนเพื่อใช้ในครัวเรือน.
 วิทยาลัยพลังงาน ทดแทน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พิษณุโลก

[ธีรพนธ์ พุทธิกิจวิวงศ์, 2550] ธีรพนธ์ พุทธิกิจวิวงศ์, 2550, เตาหุงต้มชีวมวล, หน้า 24