การพัฒนาเตาประหยัดพลังงานสำหรับชุมชน

Development of Energy Saving Stove for Community

สุปราณี วุ่นศรี[1*], พวงทิพย์ แก้วทับทิม[2], นุชลี ทิพย์มณฑา[1]

Supranee Wunsri[1*], Pungtip Kaewtubtim[2], Nuchalee Thipmonta[1]

[1*] หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

[2] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

[1] Science Program, Department of General Education, Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla, Thailand

[2] Department of Physics, Prince of Songkla University, Pattani Campus

*Corresponding author. Tel.: +668 1539 0193, E-mail: kongsuwan9153575@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตเตาประหยัดพลังงานที่ใช้เชื้อเพลิงจากธรรมชาติ เพื่อทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนเชื้อเพลิงและเพื่อนำเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย การออกแบบและสร้างเตาประหยัดพลังงานจากการศึกษาเตาชีวมวลในชุมชน คือ เตาทำขนมจีน ทดสอบสมรรถนะของเชื้อเพลิง คือ แกลบข้าว ขี้เลื่อยจากไม้ยางพารา โดยเตาประหยัดพลังงานเป็นเตาแบบอากาศไหลขึ้น ตัวเตาเป็นแบบปูนหล่อมีอัตราส่วนผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ : ทรายหยาบ : หิน จำนวน 5 สูตรคือ สูตร A (3 : 1 : 3), สูตร B (2 : 2 : 3), สูตร C (2 : 3 : 2), สูตร D (3 : 2 : 2), และ สูตร E (3 : 3 : 1) และขึ้นรูปวัสดุฉาบภายในเตา มีอัตราส่วนระหว่าง ดินเหนียว : ขี้เถ้าแกลบ จำนวน 3 สูตร คือ สูตร F (1 : 1) สูตร G (2 : 1) และสูตร H (1 : 2) นำมาทดสอบการทนความร้อน พบว่าการขึ้นรูปตัวเตา สูตร B สามารถทนความร้อนสูงที่สุดที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และสำหรับการขึ้นรูปวัสดุฉาบภายในห้องเผาไหม้สามารถทนความร้อน ทั้ง 3 สูตร ที่ อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และจากการผลิตเตาประหยัดพลังงานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.20 เมตร สูง 0.70 เมตร ปริมาตรของห้องเผาไหม้ 0.10 ลูกบาศก์เมตร มีค่าประสิทธิภาพเตาเฉลี่ย คิดเป็น 39.82% ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเตาชีวมวลชุมชนที่มีค่าเป็น 40.82%

คำสำคัญ: ชีวมวล เตาชีวมวล เตาประหยัดพลังงาน

Received 27-08-2018
Revised 01-11-2018
Accepted 06-11-2018

Abstract

The objective of this research was to develop biomass stove using agricultural residue to reduce fuel cost for farmers and to recycle waste from agriculture to fuel. The research consisted of the design of the biomass stove which modified based on the model used in the villages e.g. Khanoom Jeen making stove. The agricultural residues including husk and saw dust were tested as fuel source. The designed biomass stove was up draft flow type. The stove body was made from the mixtures of cement : sand : stone with 5 different ratios; A (3 : 1 : 3), B (2 : 2 : 3), C (2 : 3 : 2), D (3 : 2 : 2) and E (3 : 3 : 1). Plastering material was prepared from clay: husk ash at three ratios; F (1 : 1), G (2 : 1) and H (1 : 2). The thermal tolerant property was tested and found that the stove body with ratio B gave the best thermal tolerant at 800 ℃ for 1 hour. The three plastering ratios gave similar thermal tolerant property at 800 ℃ for 1 hour. This optimum mixture was used for making the stove with the size of 0.20 m diameter and 0.70 m height. The volume of the stove was 0.10 m^3 and the average efficiency of the stove was 39.82% and this was similar to community biomass stove 40.82%.

Keywords: Biomass, Biomass stove, Energy Saving Stove

1. บทนำ

เชื้อเพลิงจากชีวมวลเป็นแหล่งให้ความร้อนและแสงสว่างที่มีความสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันเชื้อเพลิงจากชีวมวล จัดว่าเป็นแหล่งพลังงานสำคัญของประเทศเกษตรกรรม และประเทศกำลังพัฒนา ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่กักเก็บพลังงานจากดวงอาทิตย์มาสังเคราะห์แสง และเกิดการหมุนเวียนในธรรมชาติ สามารถนำมาเป็นพลังงานทางเลือกแทนพลังงานจากฟอสซิล เช่น น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน เป็นต้น ที่มีอยู่อย่างจำกัดหรือใช้แล้วหมดไปได้ เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ของเสียจากสัตว์ เช่น มูลสัตว์และเศษวัสดุเหลือทิ้งการผลิตทางการเกษตร เช่น แกลบ กากอ้อย ฟางข้าว ขี้เลื่อย กะลามะพร้าว ซังข้าวโพด กากปาล์ม เป็นต้น และด้วยข้อจำกัดของกากชีวมวลในการนำมาเป็นเชื้อเพลิง ทั้งในด้านความหนาแน่นต่ำ ปริมาตรมาก ค่าความร้อน น้อยกว่าไม้ ความชื้นสูง และขนย้ายได้ยาก ดังนั้น การพัฒนาเตาชีวมวลจึงมีความจำเป็นในการลดขยะจากกากชีวมวลที่มีอยู่ในชุมชนและลดรายจ่ายด้านเชื้อเพลิงได้

เตาชีวมวล เป็นเตาสำหรับการหุงต้มในครัวเรือน เชื้อเพลิงที่ใช้ คือ ไม้ฟืน ถ่าน เป็นต้น โดยเตาชีวมวลที่ใช้ในชุมชนต่าง ๆ เช่น เตาทำขนมจีนที่ใช้ในชุมชนตำบลพระเฉลิมพระเกียรติ อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นเตาที่มีห้องเผาไหม้ทรงกระบอก มีเปิดหน้าเตา มีช่องด้านหน้าเตาสำหรับการเติมเชื้อเพลิงชีวมวลผง ได้แก่ แกลบขี้เลื่อย หรือเศษกะลามะพร้าว และมีท่อดูดควัน ตามภาพที่ 1 จัดว่าเป็นเตาชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น (Up-draft Gasifier) ซึ่งเป็นเตาที่ผลิตใช้เริ่มแรก เป็นแบบที่ง่ายที่สุด ติดตั้งง่ายและสะดวก เชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนของเตา และอากาศจะถูกส่งผ่านตะแกรงเข้ามาทางด้านล่าง บริเวณเหนือตะแกรงจะเป็นบริเวณการเผาไหม้

เตาชีวมวลลักษณะนี้อาจจะมีการผลิตห้องเผาไหม้หลายหัวเตาก็ได้ สำหรับเตาชีวมวลรูปแบบนี้ในขณะเกิดแก๊สชีวมวลจะลอยขึ้นสู่เชื้อเพลิงชีวมวลด้านบนซึ่งทำให้ความร้อนไปสัมผัสกับเชื้อเพลิงชีวมวลทำให้ต้องไล่ความชื้นออกก่อนการเผาไหม้ทำให้มีการสูญเสียพลังงานน้อย ซึ่งจากการศึกษาเตาชีวมวลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เตาชีวมวลแกลบพลังงานเพื่อเกษตรกรไทยเป็นเตาชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้นสามารถบรรจุเชื้อเพลิงแกลบได้สูงสุด 1.659 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพทางความร้อน 10.36% [1] เตาชีวมวลสำหรับครัวเรือนเป็นเตาชีวมวลที่มีอากาศไหลเข้าแบบตัวแอล มีเส้นผ่านศูนย์กลางช่องอากาศเข้าขนาด 0.05 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางปล่องไฟ ขนาด 0.10 เมตร มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับ 14.60% [2] เตาชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้นโดยใช้เถ้าแกลบผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 1 เป็นฉนวนภายในเตา ใช้เชื้อเพลิงแกลบ พัฒนาฉนวนให้หนา 2.5 เซนติเมตร ส่งผลเตามีอุณหภูมิสูงในช่วงเวลาสั้น ๆ [3] เป็นต้น

สำหรับการศึกษาวิจัย และพัฒนารูปแบบของเตาชีวมวลที่สามารถนำมาใช้งานง่าย สะดวก ประหยัดพลังงาน ใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในชุมชนเป็นเชื้อเพลิง สามารถลดปัญหาขยะชุมชน ลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และสามารถสร้างอาชีพในการผลิตเตาชีวมวลเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 ศึกษาลักษณะของเตาชีวมวลในชุมชน

ทำการศึกษาเตาชีวมวลของชุมชนตำบลเฉลิมพระเกียรติ อ.เชียรใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช แสดงดังภาพที่ 1 โดยศึกษาเกี่ยวกับ รูปแบบ ลักษณะของการใช้งาน ชนิดของเชื้อเพลิงเวลาที่ใช้ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพของเตาชีวมวล

(a) ด้านหน้าเตา (b) ด้านข้างเตา

ภาพที่ 1 เตาชีวมวลสำหรับทำขนมจีน

2.2 สูตรการคำนวณ

2.2.1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของเตาประหยัดพลังงาน ด้วยวิธี Water Boiling Test (WBT) [2]

ค่าประสิทธิภาพของเตาประหยัดพลังงาน (η)

$$= \left(\frac{\text{ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับทั้งหมด}}{\text{ปริมาณความร้อนที่เชื้อเพลิงที่ให้}}\right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{m_i C_p (T_b - T_i) + m_e L}{m_f \times C_f}\right) \times 100\%$$

เมื่อ η คือ ค่าประสิทธิภาพของเตา

m_i คือ มวลน้ำเริ่มต้น (กิโลกรัม)

C_p คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.190 กิโลจูลต่อกิโลกรัมองศาเซลเซียส

m_e คือ มวลน้ำที่กลายเป็นไอน้ำ (กิโลกรัม)

T_b คือ อุณหภูมิน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)

T_i คือ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)

m_e คือ มวลน้ำที่ระเหย (กิโลกรัม)

L คือ ค่าความร้อนแฝงของการระเหยน้ำให้กลายเป็นไอของน้ำ เท่ากับ 2,260 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

m_f คือ มวลของชีวมวลที่ถูกเผาไหม้ (กิโลกรัม)

C_f คือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)

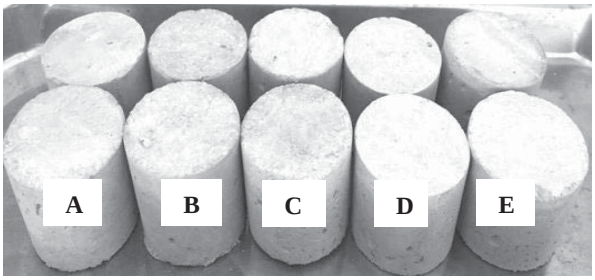
2.2.2 การหาสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิง

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงด้วยวิธีมาตรฐาน ASTM คือ ความชื้น ด้วยวิธีมาตรฐาน ASTM D2867-95 [4] ปริมาณเถ้าตามวิธีมาตรฐาน ASTM D2867-95 [5] สารระเหยตามวิธีมาตรฐาน ASTM D5832-95 [6] คาร์บอนคงตัว ความหนาแน่น และความร้อนด้วยเครื่องวัด Adiabatic Bomb Calorimeter [7]

2.3 ศึกษาอัตราส่วนผสมของวัสดุในการขึ้นรูปเตาประหยัดพลังงาน

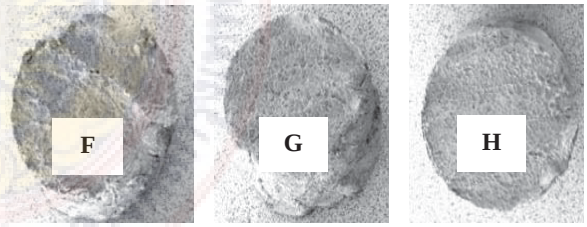
ในส่วนของการหล่อเตาประหยัดพลังงานจะประกอบด้วย 2 ส่วน ประกอบด้วย วัสดุสำหรับขึ้นรูปตัวเตาและวัสดุฉาบภายในเตา แล้วนำทดสอบความทนความร้อน สำหรับวัสดุในการขึ้นรูปตัวเตามีอัตราส่วนผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ : ทรายหยาบ : หิน ซึ่งพัฒนาอัตราส่วนผสมในการขึ้นรูปตัวเตาจากสูตรเตาของกระทรวงพลังงาน (1 : 2 : 4) มีจำนวน 5 สูตร ได้แก่ สูตร A (3 : 1 : 3) สูตร B (2 : 2 : 3) สูตร C (2 : 3 : 2) สูตร D (3 : 2 : 2) และสูตร E (3 : 3 : 1) และสำหรับวัสดุฉาบภายในห้องเผาไหม้ ซึ่งมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินเหนียว : ขี้เถ้าแกลบ ซึ่งพัฒนาจากเตาสำหรับทำขนมจีน จำนวน 3 สูตร ได้แก่สูตร F (1 : 1) สูตร G (2 : 1) และสูตร H (1 : 2)

สำหรับการขึ้นรูปตัวอย่างตัวเตาของอัตราส่วนผสมต่าง ๆ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05 เมตร หนา 0.03 เมตร ซึ่งเท่ากับความหนาของตัวเตาประหยัดพลังงาน ตามภาพที่ 3 หลังจากเอาตัวอย่างออกจากแบบแล้วจะตากพักตัวอย่างตัวเตา เป็นเวลา 28 วัน เพื่อให้ตัวปูนแข็งตัว [8] จากนั้นนำตัวอย่างไปอบแห้งไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง [4] แล้วนำตัวอย่างไปทดสอบความทนความร้อน ด้วยวิธีการเผากับเตาเผาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส, 400 องศาเซลเซียส, 600 องศาเซลเซียส, และ 800 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง [9]



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการขึ้นรูปตัวเตา

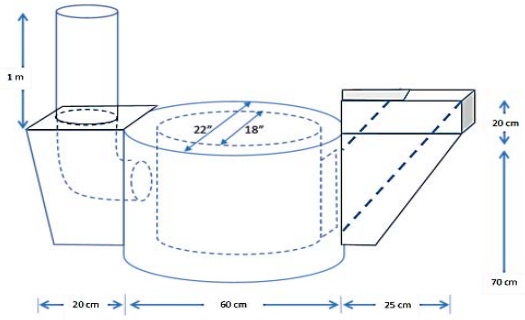
สำหรับการหาอัตราส่วนผสมของวัสดุสำหรับฉาบภายในห้องเผาไหม้ของเตา ทำการทดลองหาอัตราส่วนผสมระหว่างดินเหนียว : ขี้เถ้าแกลบด้วยการขึ้นรูปด้วยท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05 เมตร หนา 0.03 เมตร ตามภาพที่ 3 จากนั้นนำตัวอย่างออกจากแม่แบบ แล้วพักตัวอย่างไว้ 1 สัปดาห์ เพื่อให้ดินเหนียวคงตัวหลังจากนั้นนำตัวอย่างไปอบเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง [4] แล้วนำตัวอย่างมาทดสอบหาความทนความร้อนอุณหภูมิ 200, 400, 600 และ 800 องศาเซลเซียส [9]



ภาพที่ 3 ตัวอย่างของการขึ้นรูปวัสดุฉาบภายในเตา

2.4 ออกแบบเบ้าหล่อเตา

จากการศึกษารูปแบบของเตาทำขนมจีนที่มีในชุมชนแล้วนำมาออกแบบ สร้างแม่แบบแสดงในภาพที่ 4 และภาพที่ 5 เป็นแบบเตาหล่อด้วยปูนซีเมนต์ ประกอบด้วย แม่แบบหล่อ โครงเหล็กยึดโครงสร้างตัวเตา ท่อใยหินสำหรับดูดควัน เหล็กหน้าเตา



ภาพที่ 4 รูปแบบเตาประหยัดพลังงาน

(a) โครงสร้างด้านนอก

(b) แกนกลางเตา

(c) โครงเหล็กยึดปูนหล่อตัวเตา

ภาพที่ 5 แม่แบบสำหรับหล่อเตาประหยัดพลังงาน

2.5 เชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับนำมาใช้กับเตาประหยัดพลังงาน

เชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับนำมาใช้กับเตาประหยัดพลังงานเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีใช้ในชุมชน คือ แกลบ ขี้เลื่อยของไม้ยางพารา นำมาวิเคราะห์หาสมรรถนะของเชื้อเพลิงในด้านสมบัติทางกายภาพ คือ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหย และค่าความร้อน ลักษณะของเชื้อเพลิงตามภาพที่ 6

(a) แกลบ

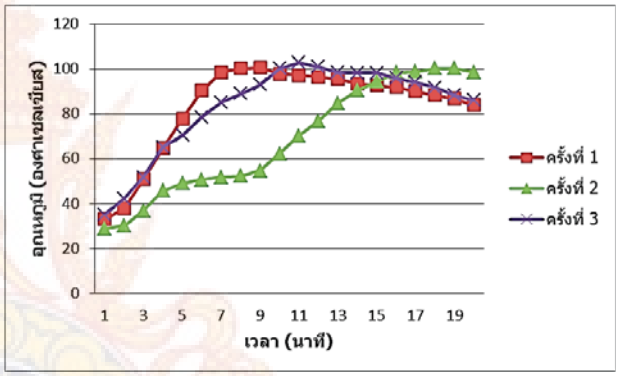
(b) ขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ภาพที่ 6 เชื้อเพลิงชีวมวลใช้กับเตาประหยัดพลังงาน

3. ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

3.1 ศึกษาลักษณะรูปแบบของเตาชีวมวลในชุมชนและทดสอบประสิทธิภาพของเตา

เตาทำขนมจีน เป็นเตาชีวมวลที่ใช้ในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครศรีธรรมราช ใช้แกลบข้าวเป็นเชื้อเพลิง เตาขนมจีนเป็นเตาชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น มีขนาดห้องเผาไหม้เป็นรูปครึ่งวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.83 เมตร ตัวเตาสูง 0.65 เมตร ปริมาตรของห้องเผาไหม้ 0.15 ลูกบาศก์เมตร และมีท่อดูดควันเป็นท่อใยหินขนาด 6 นิ้ว ยาว 6 เมตร นำมาทดสอบหาประสิทธิภาพด้วยวิธี WBT แสดงผลตามภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเตาชีวมวลของชุมชน

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเตาทำขนมจีน แสดงอุณหภูมิของน้ำและเวลาต่าง ๆ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเตาขนมจีนด้วยวิธี WBT สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพของเตา (η) ได้ผลประสิทธิภาพของเตาทำขนมจีนเฉลี่ย (η_{av}) คิดเป็น 40.82%

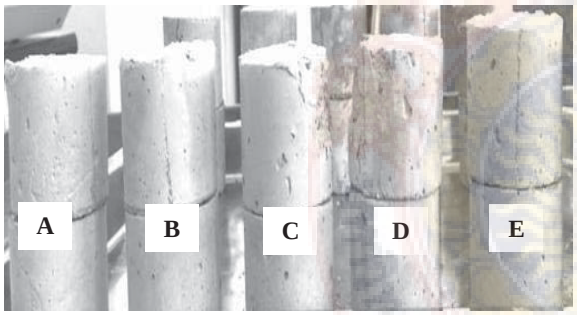
จากการศึกษารูปแบบเตาทำขนมจีนซึ่งเป็นเตาแบบขึ้นรูปด้วยอิฐแดงไม่มีโครงเหล็กยึด เมื่อนำเตามาใช้งานจะเกิดปัญหาการแตกร้าวของตัวเตา และถ้าความสูงของตัวเตามีความคลาดเคลื่อนจะส่งผลให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการไหลเวียนของอากาศจะไม่สะดวกทำให้การให้งานมีประสิทธิภาพต่ำ

3.2 ผลการวิเคราะห์ความทนต่อความร้อนของวัสดุสำหรับตัวเตาประหยัดพลังงาน

ในการทดสอบความทนต่อความร้อนของวัสดุที่ใช้ในการทำตัวเตาประหยัดพลังงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ วัสดุสำหรับขึ้นรูปตัวเตา มี 5 สูตร (สูตร A, B, C, D และ E) และวัสดุสำหรับฉาบภายในเตา มี 3 สูตร (F, G และ H)

3.2.1 ผลการทดสอบความทนต่อความร้อนของวัสดุสำหรับการขึ้นรูปตัวเตา

จากการศึกษาความทนความร้อนเพื่อหาสูตรในการขึ้นรูปตัวเตาประหยัดพลังงาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05 เมตร หนา 0.03 เมตร มีอัตราส่วนส่วนผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ : ทรายหยาบ : หิน จำนวน 5 สูตร คือ สูตร A (3 : 1 : 3) สูตร B (2 : 2 : 3) สูตร C (2 : 3 : 2) สูตร D (3 : 2 : 2) และสูตร E (3 : 3 : 1) แสดงลักษณะตัวอย่างของตัวเตาก่อนและหลังการทดสอบ การทนความร้อนในภาพที่ 8



(a) วัสดุสำหรับตัวเตาก่อนการทดสอบ

(b) วัสดุสำหรับตัวเตาหลังการทดสอบ

ภาพที่ 8 ลักษณะของการทดสอบการทนความร้อนของตัวเตา

ผลการวิเคราะห์ความทนต่อความร้อนของตัวเตา พบว่า ทุกสูตรสามารถทนความร้อนได้ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส แต่เวลาไม่เท่ากัน โดยสูตร B สามารถทนความร้อนได้นานที่สุดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในขณะที่ สูตร E สูตร D สูตร C และ สูตร A ทนความร้อนได้เป็นเวลา 40 นาที 30 นาที 30 นาที และ 20 นาที ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาสูตร B ที่มีความสามารถในการทน ความร้อนได้นานที่สุด เนื่องจากอัตราส่วนผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ : ทรายหยาบ : หิน มีความเหมาะสม ส่งผลให้การยึดเกาะของชิ้นงานดีส่งผลให้เวลานำไปเผาด้วยความร้อนสูง ทำให้มีการขยายตัวน้อย ทำให้แตกร้าวช้ากว่าสูตรอื่น ๆ

3.2.2 ผลการทดสอบความทนต่อความร้อนของวัสดุสำหรับฉาบภายในเตา

การทดสอบความทนความร้อนของวัสดุขึ้นรูปสำหรับฉาบภายในเตาประหยัดพลังงาน ขนาดความหนาของตัวอย่างวัสดุฉาบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05 เมตร หนา 0.03 เมตร มีอัตราส่วนผสมระหว่าง ดินเหนียว : ขี้เถ้าแกลบ จำนวน 3 สูตร คือ สูตร F (1 : 1) สูตร G (2 : 1) และ สูตร H (1 : 2)

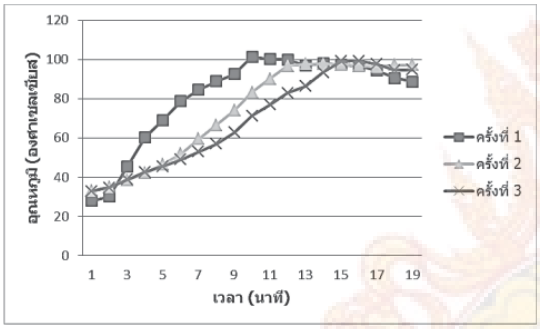
ผลการวิเคราะห์ความทนต่อความร้อนของวัสดุฉาบภายในเตา พบว่า อัตราส่วนผสมทั้ง 3 สูตร คือ สูตร F สูตร G และสูตร H สามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งในการขึ้นเตาประหยัดพลังงานได้เลือกสูตร F เนื่องจากใช้วัตถุดิบน้อยแต่มีความทนต่อความร้อนสูง

3.3 ผลของการออกแบบของเตาประหยัดพลังงาน

จากการออกแบบเตาประหยัดพลังงาน พัฒนารูปแบบมาจากเป็นเตาแบบหล่อปูน จากแม่แบบมีห้องเผาไหม้เป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.20 เมตร สูง 0.70 เมตร ปริมาตรของห้องเผาไหม้ 0.10 ลูกบาศก์เมตร เป็นขนาดที่เหมาะกับการนำมาใช้ในครัวเรือน แสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9 เตาประหยัดพลังงาน

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของเตาประหยัดพลังงาน ด้วยวิธีการด้วยวิธี WBT ใช้น้ำจำนวน 5 ลิตร วัดอุณหภูมิบันทึกทุก ๆ 1 นาที เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นแกลบ มีความชื้น 2.85 ± 0.05% จำนวน 3 กิโลกรัม ตามภาพที่ 10



ภาพที่10 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเตาประหยัดพลังงาน

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเตาประหยัดพลังงาน พบว่าค่าประสิทธิภาพของเตาประหยัดพลังงานเฉลี่ย (η_{av}) มีค่า 39.82% ในขณะที่เตาสำหรับทำขนมจีนซึ่งมีค่าประสิทธิภาพ (η_{av}) เป็น 40.82% ซึ่งจากการทดสอบการใช้เตาประหยัดพลังงานด้วยเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีในชุมชน คือ แกลบ พบว่า แกลบ จำนวน 3 กิโลกรัม สามารถใช้ปรุงอาหารเป็นเวลา 30 นาที

3.4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงที่นำมาใช้กับเตาประหยัดพลังงาน

จากการนำเชื้อเพลิงชีวมวลที่นำมาใช้กับเตาประหยัดพลังงานเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีในชุมชน คือ แกลบและขี้เลื่อยไม้ยางพารา เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลแบบผง นำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพในด้านความชื้น เถ้า สารระเหย คาร์บอน คงตัว และค่าความร้อน แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบสมรรถนะของเชื้อเพลิงสำหรับเตาประหยัดพลังงาน

ชนิดเชื้อเพลิง	ความชื้น (%w/w)	เถ้า (%w/w)	สารระเหย (%w/w)	คาร์บอนคงตัว (%w/w)	ค่าความร้อน (แคลอรี่ต่อกรัม)
แกลบ	11.26±0.40	19.05±0.27	8.84±4.22	66.18±3.84	3,492 ±12.32
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	5.38±0.96	2.27±0.34	3.87±1.02	90.32±2.02	4,134 ±24.47

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ พบว่า สมบัติทางกายภาพได้แก่ ความชื้น ปริมาณเถ้า คาร์บอนคงตัว และค่าความร้อนอยู่ในช่วง 2.50-2.85%, 0.06-0.60%, 1.07-18.59%, 77.95-96.37% และ 3,492-4,134 แคลอรี่ต่อกรัม ตามลำดับสำหรับเชื้อเพลิงแกลบ และขี้เลื่อยไม้ยางพารามีค่ามีความแตกต่างกันซึ่งเชื้อเพลิงที่ดีจะมีค่าความร้อนและปริมาณคาร์บอนคงตัวมีค่าสูง จะทำให้เชื้อเพลิงสามารถติดไฟได้เป็นเวลานาน ให้ความร้อนสูง และประหยัดเชื้อเพลิง ในขณะที่ปริมาณสารระเหย ความชื้น และปริมาณเถ้าควรมีค่าต่ำ

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเตาชีวมวลสำหรับชุมชน คือ เตาสำหรับทำขนมจีน เพื่อนำมาพัฒนาเป็นเตาประหยัดพลังงาน ลดความยุ่งยากในการสร้างเตาด้วยการสร้างเตาตามแม่แบบ เป็นเตาที่สามารถผลิตได้จำนวนมากที่มีลักษณะเหมือนกัน สามารถทนต่อความร้อนสูง ใช้งานง่าย สะดวก และใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเหลือใช้ที่มีอยู่ในชุมชน คือ แกลบ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่น ๆ ที่มีในชุมชน ซึ่งในการสร้างเตาประหยัดพลังงานจะเป็นเตาแบบหล่อจากแม่แบบ ในการหล่อจะประกอบด้วย การหล่อขึ้นรูปตัวเตา มีอัตราส่วนผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ : ทรายหยาบ : หิน ด้วยสูตร B เพราะมีสามารถทนความร้อนได้ดีที่สุด และวัสดุฉาบภายในเตา มีอัตราส่วนผสมระหว่าง ดินเหนียว : ขี้เถ้าแกลบ ด้วยสูตร F สามารถทนความร้อนได้สูงสุด และจากการคำนวณหาประสิทธิภาพของเตาประหยัดพลังงาน มีค่า 39.82% ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเตาทำขนมจีนของชุมชนเป็น 40.82%

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ที่ได้ให้การสนับสนุนมอบทุนอุดหนุนงานวิจัยงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2559 ขอขอบคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] วิรัตน์ เจริญบุญ. เตาชีวมวลแกลบพลังงานเพื่อเกษตรกรไทย. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2560; 45(1):163–74.

[2] ธนากร หอมจำปา, คมสันต์ ทองปัญญา, ณัฐพร กรรมพระอินทร์, และคณะ. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลสำหรับครัวเรือน. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน 2557; 7(2):103–10.

[3] สมภักดิ์ ถึงปัดชา. การพัฒนาเตาชีวมวลโดยใช้เถ้าแกลบปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 1. วิทยานิพนธ์หมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี; 2558.

[4] Annual Book of ASTM Standard. Standard Test Method for Moisture in Activated Carbon D2867-95. 15.01. 709-711. United State of America; 1998.

[5] Annual Book of ASTM Standard. Standard Test Method for Total AshContent of Activated Carbon D2866-94. 15.01. 707-708. United State of America; 1998.

[6] Annual Book of ASTM Standard. Standard Test Method for Total Volatile Matter Content of Activated Carbon Sample D5832-95. 15.01. 782. United State of America; 1998.

[7] McGill KC., Yasechko, ML., Nkari WK. Determinaton of Calories in Food Via Adiabatic Bomb Calorimeter. The Corinthian, Vol. 6, Article 9; 2004.

[8] พงศ์พน วรสุนทโรสถ และวรพงศ์ วรสุนทโรสถ. วัสดุก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น; 2554.

[9] สาโจน์ ขาวดี. การศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาของอิฐทนไฟโดยใช้ทรายชัยนาทเป็นวัตถุดิบหลัก. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธาคณะวิศวกรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2554.