การพัฒนาเตาชีวมวลประหยัดพลังงานสำหรับแปรรูปขนมซั้งน้ำดังของชุมชนตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

สุปราณี วุ่นศรี* นพดล โพชกำเหนิด และภารุณีย์ สามพิมพ์

สาขาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา 90000

*E-mail: kongsuwan9153575@gmail.com

รับบทความ: 5 มิถุนายน 2563 แก้ไขบทความ: 29 กันยายน 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 24 พฤศจิกายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเตาชีวมวลประหยัดพลังงานสำหรับการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังของชุมชนตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา ดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมกับกลุ่มแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง ตั้งแต่การเก็บข้อมูลในกระบวนการแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง เตาพื้นบ้านสำหรับการแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง ออกแบบเตาชีวมวลต้นแบบ ทดสอบประสิทธิภาพ และขยายผลเทคโนโลยีสู่ชุมชนเครือข่าย จากการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนด้วยการต้มน้ำเดือดปริมาตร 12 ลิตร พบว่า เตาชีวมวลต้นแบบใช้เวลา 17–20 นาที ใช้เชื้อเพลิงไม้ยางพารา 15±1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยร้อยละ 28.02±0.94 ในขณะที่เตาพื้นบ้านของชุมชนใช้เวลา 30–35 นาที ใช้เชื้อเพลิงไม้ยางพารา 30±2 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยร้อยละ 18.43±1.23 เตาชีวมวลต้นแบบสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยร้อยละ 50 และจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีเตาชีวมวลสู่ชุมชน พบว่า ชุมชนมีศักยภาพในการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังเพิ่มขึ้น สามารถลดรายจ่ายด้านเชื้อเพลิงจาก 2,500–3,500 บาท/เตา/เดือน เป็น 1,500–2,000 บาท/เตา/เดือน

คำสำคัญ: เตาชีวมวล การแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง จังหวัดสงขลา ชุมชนตำบลบางเหรียง การถ่ายทอดเทคโนโลยี

Development of Energy–Efficient Biomass Stove for Kanom Cung Num Dung Sticky Rice Processing in Bang Riang Community, Khuan Niang District, Songkhla Province

Supranee Wunsri*, Noppadon Podkumnerd and Pharunee Sampim

Department of General Education, Faculty of Liberal Arts,
Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla 90000, Thailand
*E-mail: kongsuwan9153575@gmail.com

Received: 5 June 2020 Revised: 29 September 2020 Accepted: 24 November 2020

Abstract

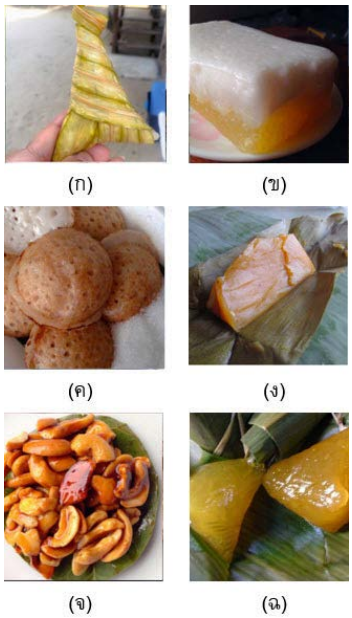
The objective of this research was to develop energy–saving biomass stove for the processing of Kanom Cung Num Dung sticky rice in Tambon Bangiang, Amphoe Khuan Niang, Songkhla province. Participatory action research (PAR) was used to conduct the research started from data collection of Kanom Cung Num Dung Sticky rice processing, studied of the ordinary stove, designed the biomass stove prototype, investigated of the biomass stove performance and transferred of knowledge to the network group. From the investigation of biomass stove performance for boiling 12 L of water, it was found that the water was boiled within 17–20 min with 15±1 kg para wood fuel consumption. The heat performance was 28.02±0.94. In comparison, the ordinary stove took 30–35 min to boil same amount water, the para wood fuel consumption was 30±2 kg and the average heat performance was 18.43±1.23. The proposed biomass stove could save energy consumption of 50% and when the technology was transferred and used in the community. The potential in Kanom Cung Num Dung sticky rice increased and the fuel consumption cost reduced from 2,500–3,500 bath/stove/ month to 1,500–2,000 bath/ stove/month.

Keywords: Biomass stove, Kanom Cung Num Dung sticky rice processing, Songkhla province, Bang Riang community, Technology transfer

บทนำ

ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา เป็นพื้นที่ติดกับทะเลสาบสงขลา ประมาณ 69.97 ตารางกิโลเมตร มีสภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นเนิน ที่ราบ และที่ลุ่ม มีความเหมาะสมกับการประกอบอาชีพทางด้านการเกษตร เช่น สวนยาง สวนผัก สวนดอกไม้ การประมง เนื่องจากมีฝนตกชุกตลอดปี และเป็นพื้นที่ชาย-

ฝั่งทะเลสาบสงขลา เหมาะสำหรับประมงชายฝั่งทะเล (Bang Riang subdistrict municipality, 2016) และเหมาะสำหรับพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ประชากรประกอบอาชีพทางด้านการเกษตรเกี่ยวกับการปลูกผักปลอดสารพิษ (Phankhong *et al*., 2015) มีการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร (Jussapalo, 2015) และทำการประมงเป็นหลัก แต่ในภาวะปัจจุบันที่ราคาพืชผลทางการเกษตรและประมงตกต่ำ และทรัพยากรธรรมชาติได้ลดจำนวนลง ส่งผลให้ประชากรในพื้นที่มีรายได้ลดน้อยลง แต่มีค่าครองชีพที่สูงขึ้น แต่ด้วยความได้เปรียบของชุมชนตำบลบางเหรียงที่มีภูมิปัญญาในการทำขนมพื้นบ้านหลากหลายชนิด เช่น ขนมต้ม ขนมหน้ากะทิ ขนมครก ขนมลูกโหนด หัวครกกราดน้ำผึ้ง ขนมซั้งน้ำดัง (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ขนมพื้นบ้านของภาคใต้ (ก) ขนมต้มใบกะพ้อ (ข) ขนมหน้ากะทิ (ค) ขนมครก (ง) ขนมลูกโหนด (จ) หัวครกราดน้ำผึ้ง และ (ฉ) ขนมซั้งน้ำดัง

ขนมซั้งน้ำดังจัดว่าเป็นขนมพื้นบ้านของภาคใต้ที่มีชื่อเสียงโด่งดังเป็นเวลายาวนาน เกือบ 100 ปี (District products, 2011) มีลักษณะเป็นรูปทรงสามเหลี่ยม สีเหลืองใส คล้ายข้าวต้มสามเหลี่ยม ขนมซั้งน้ำดังนิยมทำกันมากในอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี เครื่องปรุงขนมซั้งน้ำดังประกอบด้วยข้าวเหนียว น้ำ และน้ำด่าง โดยนำข้าวเหนียวแช่น้ำด่าง ประมาณ 3–5 ชั่วโมง จากนั้นให้นำข้าวเหนียวมาห่อด้วยใบไผ่ เมื่อห่อเสร็จเรียบร้อยแล้วนำไปต้มจนกว่าจะสุก (Charoenchit, 2019)

ชุมชนตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา เป็นชุมชนที่มีการผลิตขนมซั้งน้ำดังเพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศมาเลเซีย และประเทศสิงคโปร์ จนสร้างรายได้ให้กับกลุ่มทำขนมซังและมีการสร้างงานขึ้นในชุมชน ขนมซั้งน้ำดังเป็นขนมที่ทำมาจากข้าวเหนียวห่อด้วยใบไผ่เป็นรูปทรงสามเหลี่ยมขนาดเล็กมัดด้วยเชือกฟาง นำไปต้มจนสุกก่อนนำมารับประทาน กระบวนการต้มขนมซั้งน้ำดังด้วยเตาชีวมวลแสดงในภาพที่ 2 และใช้เชื้อเพลิงจากไม้ฟืนยางพาราแสดงในภาพที่ 2ฉ

จากการศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัญหาในกระบวนการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังที่เกิดขึ้นร่วมกับกลุ่มว่าจะทำอย่างไรให้กระบวนการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังของกลุ่มมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงมีความคิดเห็นร่วมกันในการพัฒนาเตาชีวมวลสำหรับการแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง และจากคณะผู้วิจัยมีองค์ความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนต่างๆ สำหรับชุมชน เช่น การพัฒนาเตาชีวมวลสำหรับชุมชน (Wunsri *et al*., 2018) การพัฒนาเชื้อเพลิงอัดแท่ง (Wunsri *et al*., 2018) การผลิตถ่านกัมมันต์จาก

ภาพที่ 2 วิธีการผลิตขนมซั้งน้ำดังของกลุ่มทำขนมซั้งน้ำดังชุมชนบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา (ก) การล้างข้าวเหนียว (ข) นำข้าวเหนียวมาห่อด้วยใบไผ่ (ค) ชุมชนกำลังผลิตขนมซั้ง-น้ำดัง (ง) นำขนมซั้งน้ำดังลงภาชนะเตรียมต้ม (จ) จุดไฟเตา และ (ฉ) ต้มขนมซั้งน้ำดัง

ทางจาก (Wunsri *et al*., 2019) การพัฒนาเตาชีว-มวลประหยัดพลังงานสำหรับการแปรรูปหอยตลับ (Wunsri *et al*., 2020) และการพัฒนาตู้อบพลัง-งานแสงอาทิตย์เพื่อการยกระดับคุณภาพการผลิตติหมาใบจาก (Podkumnerd *et al*., 2019) นำไปสู่การพัฒนาเตาชีวมวลสำหรับแปรรูปขนมซั้ง-น้ำดังในพื้นที่ชุมชนตำบลบางเหรียงตามบริบทของชุมชน ดำเนินงานวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมกับชุมชน ตามวัตถุประสงค์คือ วิจัยแบบบูรณาการแบบมีส่วนร่วมกับชุมชนในการพัฒนาเทคโนโลยีเตาชีวมวลสำหรับการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชน และสร้างเครือข่ายการใช้เตาชีวมวลสำหรับแปรรูปขนมซั้งน้ำดังในชุมชนเพื่อลดรายจ่ายในด้านเชื้อเพลิงให้แก่ชุมชน สามารถผลิตซั้งน้ำดังที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาด และสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตขนมซั้งน้ำดังให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีพลังงานเกี่ยวกับเตาชีวมวลที่จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการหุงต้มอาหารในครัวเรือน (Office of the Permanent Secretary for Energy, Office of Policy and Strategy, 2007) ใช้หลักการของกระบวนการผลิตแก๊สซิฟิเคชั่นหรือการจำกัดอากาศให้เหมาะสมกับเชื้อเพลิง เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น กิ่งไม้ ซังข้าวโพด ขี้เลื่อย และวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรที่สามารถติดไฟได้ให้กลายเป็นแก๊สเชื้อเพลิงที่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) มีเทน (CH_4) สารระเหยต่าง ๆ เตาชีวมวลสามารถแบ่งตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ได้เป็น 2 แบบ คือ เตาชีวมวลแบบใช้ไม้ฟืนและเตาชีวมวลแบบใช้แกลบ ซึ่งสามารถพัฒนาระบบการทำงานของเตาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นโดยพิจารณาจากค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา

จากการศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มระดับครัวเรือนแบบที่ใช้ไม้ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง ด้วยวิธีการทดสอบโดยการต้มน้ำ (water boiling test) ของ Chaichana *et al*. (2012) พบว่า เตาอั้งโล่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 30.54 และเตาอั้งโล่ธรรมดาขนาดเล็กมีประสิทธิภาพน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.66 สำหรับการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาต้มเกลือของ Sriudom and Khrangthimaphon (2011) โดยตัวเตาต้มเกลือที่ปรับปรุงทำจากอิฐมอญก่อขึ้นรูปและฉาบด้วยดินเหนียวผสมแกลบดำ ตรงกลางของเตาบุด้วยฉนวนแกลบดำหนา 4 เซนติเมตร โดยฉนวนของเตาที่มีส่วนประกอบของแกลบดำสามารถลดการสูญเสียพลังงานความร้อนได้ ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนแบบวิธีการต้มน้ำเดือดด้วยเชื้อเพลิงไม้มีค่าสูงขึ้นจากร้อยละ 9.6 เป็นร้อยละ 13.6

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลระดับครัวเรือนของ Homchampa *et al*. (2014) โดยศึกษาขนาดช่องอากาศเข้า ขนาด 2 3 และ 4 นิ้ว และขนาดปล่องไฟ ขนาด 2 3 และ 4 นิ้ว และทดสอบ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาด้วยวิธีการต้มน้ำเดือดด้วยเชื้อเพลิงขี้เลื่อยอัดแท่ง พบว่า เตาชีวมวลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางช่องอากาศเข้า ขนาด 2 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางปล่องไฟขนาด 4 นิ้ว มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดเท่ากับร้อยละ 14.60

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาประสิทธิภาพของเตาชีวมวลในด้านเชื้อเพลิง เช่น การตรวจสอบประสิทธิภาพเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้กับเตาชีวมวลเกี่ยวกับอัตราการเผาไหม้ ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิง และระดับความพึงพอใจในการใช้เชื้อเพลิงของ Samrit *et al*. (2014) พบว่า เตาชีวมวลมีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่ากับ 7.36 กรัมต่อนาที ประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงเท่ากับร้อยละ 2.60 และระดับความพึงพอใจต่อการใช้เชื้อเพลิงอยู่ในระดับดีมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษากระบวนการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังของกลุ่มแปรรูปขนมซั้งน้ำดังของชุมชนตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา (ภาพที่ 2) และลักษณะของซั้งน้ำดังที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาด (ภาพที่ 3)

(ก) (ข)

ภาพที่ 3 (ก) ขนมซั้งน้ำดัง และ (ข) สีของขนมซั้งน้ำดัง

ศึกษาเตาพื้นบ้านของชุมชน

การศึกษาเตาพื้นบ้านของชุมชนสำหรับแปรรูปขนมซั้งน้ำดังของชุมชน โดยวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้ ลักษณะของตัวเตา วัสดุประกอบเตา ขนาดห้องเผาไหม้ อุณหภูมิ ระยะเวลาการใช้งาน ปริมาณเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพการทำงานของเตา และวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยของเตาพื้นบ้านของชุมชน จากนั้นดำเนินการออกแบบเตาชีวมวลต้นแบบจากองค์ความรู้ของคณะผู้วิจัยและภูมิปัญญาชุมชนเพื่อจะได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชน

พัฒนาเตาชีวมวลสำหรับแปรรูปขนมซั้งน้ำดังต้นแบบ

ในการพัฒนาเตาชีวมวลต้นแบบเริ่มจากการออกแบบเตาชีวมวลต้นแบบ (ภาพที่ 5–6) แล้วเปรียบเทียบการทำงานของเตาชีวมวลต้นแบบกับเตาพื้นบ้านของชุมชนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน เวลา อุณหภูมิ การใช้งาน และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีต้นแบบ

การหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวล

ในการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของของเตาชีวมวลการประเมินประสิทธิภาพทางความร้อน โดยการทดสอบการเดือดของน้ำ (water boiling test, WBT) (Rasoulkhani *et al*., 2018) ได้จากการนำค่าปริมาณพลังงานในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำจากอุณหภูมิเริ่มต้นจนกระทั่งเดือดหารด้วยปริมาณความร้อนที่จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ดังในสมการที่ (1)

$$\eta = \frac{\text{ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับทั้งหมด}}{\text{ปริมาณความร้อนที่เชื้อเพลงให้}} \times 100\%$$

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

เมื่อ m_i แทนมวลน้ำเริ่มต้น (kg); C_p แทนค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ (4.190 kJ/kg °C); m_e แทนมวลน้ำที่กลายเป็นไอน้ำ (kg); T_b แทนอุณหภูมิน้ำเดือด (°C); T_i แทน อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (°C); L แทนค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำ (2,260 kJ/kg); m_f แทนมวลของชีวมวลที่ถูกเผาไหม้ (kg); C_f แทนค่าความร้อนเชื้อเพลิง (kJ/kg)

การหาค่าประสิทธิภาพในด้านเชื้อเพลิงเตาชีวมวล (Belonio, 2005)

การหาประสิทธิภาพในด้านเชื้อเพลิงของเตาชีวมวล ทำได้โดยวิเคราะห์หาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (fuel composition rate: FCR, kg/hr) และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (specific gasification rate: SGR, kg/m^2·hr) ดังในสมการที่ (2)–(3)

$$FCR = \frac{M}{T} \quad \text{- - - (2)}$$

$$SGR = \frac{M}{A \times T} \quad \text{- - - (3)}$$

เมื่อ M แทนน้ำหนักเชื้อเพลิง (kg); A แทนพื้นที่หน้าตัดของห้องเผาไหม้ (m^2) และ T แทนเวลาที่ใช้ทั้งหมด (hr)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลจากการศึกษาเตาพื้นบ้านของชุมชนสำหรับแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง

เตาพื้นบ้านสำหรับการแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง (ภาพที่ 4) เป็นเตาชีวมวลแบบใช้ไม้ฟืน มีขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 84×90×30 เซนติเมตร มีช่องเติมเชื้อเพลิงขนาด กว้าง×ยาว เท่ากับ 40×24 เซนติเมตร มีห้องเผาไหม้เป็นทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ใช้เชื้อเพลิงเป็นไม้ฟืนไม้ยางพารา

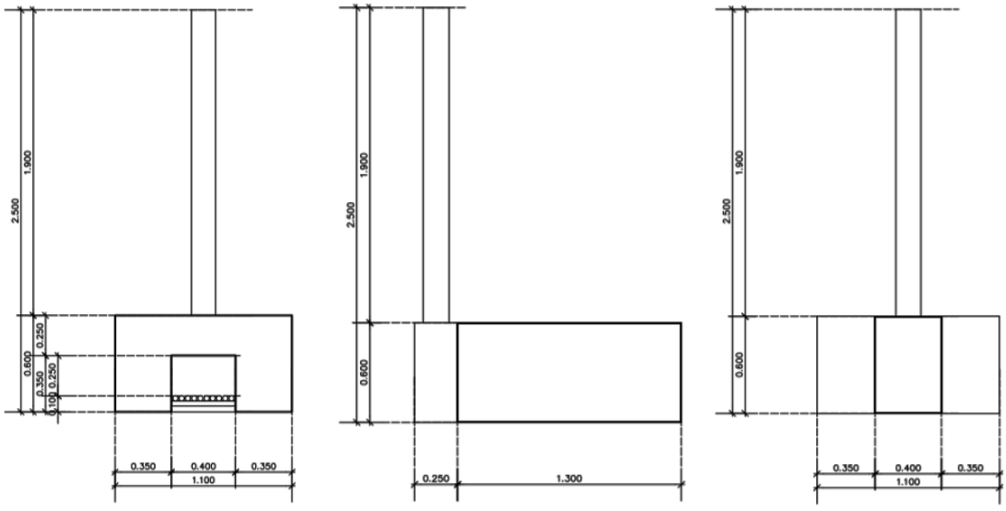
จากการวิเคราะห์ข้อเด่นและข้อด้อยของเตาพื้นบ้านร่วมกับผู้เชี่ยวชาญชุมชน (ตาราง 1) พบว่า เตาพื้นบ้านของชุมชนมีความสูงเพียง 30 เซนติเมตร ทำให้ใช้งานไม่สะดวก ภายในห้องเผาไหม้ไม่มีตะแกรงเหล็กมีผลทำให้กระบวนการเผาไหม้ของเตาไม่สมบูรณ์ (Siwakosit and Kaewsomboon, 2013) ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และบริเวณด้านข้างภาชนะมีประกายไฟออกมาทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน

(ก) (ข)

ภาพที่ 4 ลักษณะของเตาพื้นบ้านสำหรับแปรรูปหอยของกลุ่มแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง (ก) เตาชีวมวลสำหรับแปรรูป และ (ข) ขนาดของเตาชีวมวล

ตาราง 1 วิเคราะห์ข้อเด่นข้อด้อยของเตาพื้นบ้านของชุมชน

ข้อเด่น	ข้อด้อย
1. ใช้วัสดุในการสร้างน้อย 2. มีโครงสร้างชั้นเดียว	1. ความสูงของเตาไม่พอดีกับผู้ใช้งาน 2. ภาชนะไม่พอดีกับปากเตา ทำให้มีเปลวไฟออกทางด้านข้างภาชนะ 3. สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเนื่องจากมีการสูญเสียความร้อนบริเวณหน้าเตาและด้านข้างภาชนะ 4. ห้องเผาไหม้ไม่มีตะแกรงทำให้ระบบการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

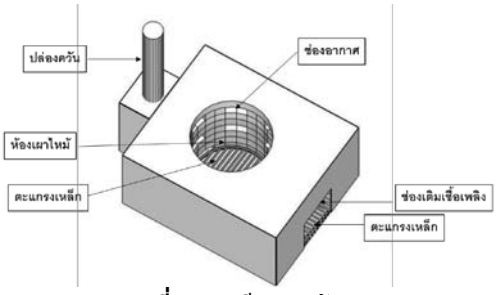


(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 5 แบบร่าง 2 มิติ ของเตาชีวมวลต้นแบบ (ก) ด้านหน้าเตา (ข) ด้านข้างเตา และ (ค) ด้านหลังเตา

ผลของการออกแบบเตาชีวมวลต้นแบบสำหรับแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง

จากการร่วมคิดของผู้วิจัยกับชุมชนในการวิเคราะห์ข้อเด่นและข้อด้อยของเตาพื้นบ้านของชุมชน นำไปสู่การออกแบบเตาชีวมวลต้นแบบ (ภาพที่ 5–6) โดยอาศัยองค์ความรู้ของผู้วิจัยร่วมกับภูมิปัญญาชุมชน เตาชีวมวลต้นแบบมีขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 1.10×1.30×



ภาพที่ 6 เตาชีวมวลต้นแบบ

0.60 เมตร มีท่อใยหินเป็นท่อดูดควัน ขนาด 6 นิ้ว ยาว 2.5–3.0 เมตร ติดตั้งอยู่ทางด้านหน้าเตาตรงกับช่องเติมเชื้อเพลิงมีขนาด กว้าง×ยาว เท่ากับ 40×35 เซนติเมตร โดยท่อดูดควันสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่ายถ้าเกิดการชำรุดเนื่องจากการใช้งานเป็นระยะเวลานาน ทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูงขึ้นและยังช่วยลดปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ (Sriudom and Khrangthimaphon, 2011) ตัวเตาแบ่งเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นในเป็นห้องเผาไหม้รูปทรงกระบอกมีความหนา 14–18 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ติดตั้งตะแกรงเหล็กเพื่อให้อากาศ (ลมธรรมชาติ) ส่งผ่านตะแกรงเหล็กเข้ามาจากทางด้านล่างเข้าไปสู่บริเวณเหนือตะแกรงเหล็ก ซึ่งเป็นการสันดาปของเชื้อเพลิงสมบูรณ์ทำให้มีอุณหภูมิสูง (Siwakosit and Kaewsomboon, 2013) ชั้นที่ 2 เป็นช่องให้ควันร้อนและก๊าซเชื้อเพลิงที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลวนผ่านก่อนจะเข้าสู่ท่อดูดควัน และชั้นที่ 3 เป็นห้องที่บรรจุทรายหยาบเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนของเตา (Thongsan *et al*., 2015) และเพิ่มความทนทานทำให้กับเตามีประสิทธิภาพทางความร้อนสูง เมื่อใช้งานติดต่อกันเป็นเวลานาน จากการนำมาทดลองวัดความร้อนของตัวเตา พบว่า ตัวเตาอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเล็กน้อย 2–4 องศาเซลเซียส สำหรับช่องเติมเชื้อเพลิงและท่อดูดควันอยู่ตรงข้ามกันทำให้สะดวกในการใช้งาน

ผลของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเตาชีวมวลต้นแบบกับเตาพื้นบ้านของชุมชน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลด้วยวิธีการต้มน้ำเดือด โดยใช้น้ำปริมาณ 12 ลิตร พบว่า เตาชีวมวลต้นแบบใช้เวลา 17–20 นาที ใช้เชื้อเพลิงไม้ฟืนไม้ยางพารา 15±1 กิโลกรัม อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.84±0.06 กิโลกรัมต่อนาที และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ 26.75±1.80 กิโลกรัมต่อตารางเมตร·นาที ขณะที่เตาพื้นบ้านของชุมชน ใช้เวลา 30–35 นาที ใช้เชื้อเพลิงไม้ฟืนยางพารา 30±2 กิโลกรัม อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 1.05±0.07 กิโลกรัมต่อนาที และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ 33.44±2.25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร·นาที และประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลต้นแบบมีค่าสูงกว่าเตาพื้นบ้านของชุมชน โดยเตาชีวมวลต้นแบบและเตาพื้นบ้านของชุมชนมีค่าเท่ากับร้อยละ 28.02±0.94 และ 18.43±1.23 ตามลำดับ

เทคโนโลยีเตาชีวมวลสำหรับการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังจากผลงานวิจัย มีต้นทุนประมาณ 10,050 บาทต่อชุด (ตาราง 2) ราคาขายต่อหน่วยของขนมซั้งน้ำดังเท่ากับ 60 บาทต่อหน่วย ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย ประมาณ 15 บาทต่อหน่วย เมื่อคำนวณหาจุดคุ้มทุน พบว่า ชุมชนต้องขายสินค้าจำนวน 201 หน่วย จึงจะคุ้มทุน ในปัจจุบันหลังจากที่ชุมชนได้นำเทคโนโลยีเตาชีวมวลต้นแบบใช้ในกระบวนการแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง ทำให้ในแต่ละเดือนกลุ่มแปรรูปสามารถลดรายจ่ายค่าเชื้อเพลิงไม้ยางพาราเป็น 1,000–1,500 บาทต่อ

ตาราง 2 เปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตเตาชีวมวลต้นแบบและเตาพื้นบ้านของชุมชน

เตาชีวมวลต้นแบบ	เตาพื้นบ้านของชุมชน
1. อิฐดินเผา: จำนวน 150 ก้อน × 5 บาท = 750 บาท	1. อิฐดินเผา: จำนวน 100 ก้อน × 5 บาท = 500 บาท
2. ปูนซีเมนต์: จำนวน 4 กระสอบ × 200 บาท = 800 บาท	2. ปูนซีเมนต์: จำนวน 3 กระสอบ x 200 บาท = 600 บาท
3. กระเบื้องปูพื้น: จำนวน 5 กล่อง × 200 บาท = 1,000 บาท	
4. ท่อใยหิน ขนาด 4 นิ้ว จำนวน 1 ท่อ x 500 บาท = 500 บาท	
5. อื่นๆ	
- ค่าจ้างเหมาประกอบเตา 5,000 บาท	
- ค่าจ้างเหมาปูกระเบื้อง 2,000 บาท	
รวมเป็นเงิน 10,050 บาท	**รวมเป็นเงิน 1,100 บาท**

เตา ซึ่งทางกลุ่มจะคุ้มทุนในระยะเวลาประมาณ 2 เดือน

สรุปผล

จากการศึกษากระบวนการแปรรูปขนมซั้งน้ำดัง และลักษณะรูปแบบเตาชีวมวลของชุมชนกลุ่มแปรรูปขนมซั้งน้ำดังเพื่อพัฒนาเตาชีวมวลประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชน ทดสอบประสิทธิภาพ และขยายเครือข่ายการใช้เทคโนโลยีเตาชีวมวลประหยัดพลังงานในพื้นที่ชุมชนตำบลบางเหรียงสำหรับกระบวนการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังที่มีคุณภาพ ลดรายจ่ายด้านเชื้อเพลิง และเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน ซึ่งเตาชีวมวลสำหรับการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังเป็นเตาชีวมวลเพื่อการหุงต้มแบบก่อด้วยอิฐดินเผา ติดตั้งอยู่กับที่ เตาชีวมวลต้นแบบมีขนาดกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 1.10×1.30×0.60 เมตร มีท่อใยหินเป็นท่อดูดควัน ขนาด 6 นิ้ว ยาว 2.5–3.0 เมตร ติดตั้งอยู่ตรงกันข้ามกับช่องเติมเชื้อเพลิงซึ่งมีขนาด กว้าง×ยาว เท่ากับ 40×35 เซนติเมตร สามารถเติมเชื้อเพลิงได้อย่างต่อเนื่อง ปล่องควันสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่ายเพื่อเกิดการชำรุดเนื่องจากการใช้งานเป็นระยะเวลานาน ตัวเตาแบ่งเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นในเป็นห้องเผาไหม้รูปทรงกระบอกมีความหนา 14–18 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ติดตั้งตะแกรงเหล็กเพื่อให้อากาศ (ลมธรรมชาติ) จะส่งผ่านตะแกรงเหล็กเข้ามาจากทางด้านล่างเข้าไปสู่บริเวณเหนือตะแกรงเหล็ก ซึ่งเป็นการสันดาปของเชื้อเพลิงสมบูรณ์ ทำให้มีอุณหภูมิสูง มีช่องว่างภายในตัวเตาสำหรับทำให้ควันร้อนและแก๊สเชื้อเพลิงที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลวนผ่านก่อนเข้าสู่ท่อดูดควันเพื่อทำให้เตาร้อนเร็วและร้อนนาน มีการปูกระเบื้องเซรามิกเพื่อเพิ่มความทนทานและลดความชื้นผ่านเข้าสู่ตัวเตาเมื่อใช้งานติดต่อกัน จากการวัดความร้อนของตัวเตา พบว่า ตัวเตาอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเล็กน้อย 2–4 องศาเซลเซียส สำหรับช่องเติมเชื้อเพลิงและท่อดูดควันอยู่ตรงกันข้ามกันทำให้สะดวกในการใช้งาน เตามีช่องเก็บกักอากาศให้ไหลวนภายในเตาทำให้น้ำเดือดเร็วส่งผลให้ประหยัดเชื้อเพลิง ไม่ต้องใช้แรงงานหลายคนเนื่องจากไม่ต้องเติมเชื้อเพลิงบ่อยครั้งและเตามีพื้นที่ในการวางภาชนะทำให้มีความสะดวกคล่องตัว จากเหตุผลดังกล่าวส่งผลทำให้ชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้น และขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่ชุมชนใกล้เคียง เพื่อให้สามารถลดรายจ่าย และเพิ่มรายได้ในการแปรรูปขนมซั้งน้ำดังในพื้นที่อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา จำนวน 1 กลุ่ม

สำหรับเทคโนโลยีเตาชีวมวลที่พัฒนาขึ้นเป็นเตาชีวมวลที่ติดตั้งอยู่กับที่ภายใต้โรงเรือนที่มีหลังคา ก่อนติดตั้งเตาควรเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม เป็นบริเวณที่อากาศสามารถไหลเข้าหน้าเตาได้สะดวก ซึ่งจะทำให้เตาสามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้น และวิธีการจุดไฟของเตา จุดไฟภายนอกเตาแล้วค่อยนำเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัยงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2563 และขอบคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Bang Riang Subdistrict Municipality. (2016). **Bang Riang subdistrict information, Khuan Niang district, Songkhla province**. Retrieved from http://www.bangrieang.go.th/frontpage, May 24, 2020. (in Thai)

Belonio, A. T. (2005). **Rice Husk Gas Stove Handbook**. Department of Agricultural Engineering and Environmental Management College of Agriculture Central Philippine University Iloilo City, Philippines.

Chaichana, T., Ali, M., and Longsaman, M. (2012). The study of thermal efficiency of house hold cooking stove. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University** 32(5): 626–630. (in Thai)

Charoenchit, P. (2019). **Kanom Cung Num Dung Sticky Rice Processing**. Retrieved from https://www.technologychaoban.com/news-slide/article_96849, May 25, 2020. (in Thai)

District products. (2011). **Kanom Cung Num Dung Sticky Rice in the Farm House**. Retrieved from http://www.rattaphoom.go.th/otop/detail/196, May 1, 2020. (in thai)

Homchampa, T., Thongpanya, K., Karmphra–in, N., Kularb, S., and Somsila, P. (2014). Study of factors affecting thermal efficiency of biomass stove for household. **RMUTI Journal Science and Technology** 7(2): 103–110. (in Thai)

Jussapalo, S. (2015). Community–based agro–tourism management at south Bang Rieang community, Khuan Nieng district, Songkhla province. **Silpakorn University Journal** 35(2): 89-103. (in Thai)

Office of the Permanent Secretary for Energy, Office of Policy and Strategy. (2007). Energy training manual for community energy technology. Bangkok: Ministry of Energy. (in Thai)

Phankhong, T., Jantaratit, J. and Suwan–on, K. (2015). Analysis of cost return and an efficiency of pesticide–safe vegetables productivity in Bangriang sub–district, Khuan Niang district, Songkhla province. **Srinakharinwirot Research and Development,**

Journal of Humanities and Social Sciences 7(13): 63–70. (in Thai)

Podkumnerd, N., Wunsri, S., and Khairin, S. (2019). Production quality development of nipa palm bowl of Palian river basin community Trang province. **Area Based Development Research Journal** 11(6): 518–537. (in Thai)

Rasoulkhani, M., Ebrahimi–Nik, M., Abbaspour–Fard, M. H., and Rohani, A. (2018). Comparative evaluation of the performance of an improved biomass cook stove and the traditional stoves of Iran. **Sustainable Environment Research** 28(6): 438–443.

Samrit, R., Homrahud, W., Najapa, A., and Khunsut, W. (2014). Performance monitoring biomass fuels with biomass burner downdraft gasifier. **4th Rajabhat University National and International Research and Academic Conference (RUNIRAC IV)** (pp. 1128–1137). Buriram: Buriram Rajabhat University. (in Thai)

Siwakosit, W., and Kaewsomboon, T. (2013). Temperature changing behavior and mode–of–operation prediction of a batch type updraft gasifier. **Proceedings of 51st Kasetsart University Annual Conference: Architecture and Engineering** (pp. 273–279). Bangkok: Kasetsart Univeristy (in Thai)

Sriudom, Y., and Khrangthimaphon, E. (2011). Thermal efficiency improvement of salt producing stove: case study of Amphoe Bo Kluea, Nan province. **RMUTP Research Journal** 5(2): 92–101. (in Thai)

Thongsan, S., Prasit, B., Wansungnoen, W., and Rangketgam, C. (2015). Comparison insulation of biomass gas stove for using easy material in the community. **Naresuan University Journal, Science and Technology** 23(2): 66-78. (in Thai)

Wunsri, S., Duawsiri, W., and Podkumnerd, N. (2019). The production of activated carbons from nipa palm stalk in Palain river basin community, Trang province. **UTK Research Journal** 13(1): 30-41. (in Thai)

Wunsri, S., Duawsiri, W., and Thipmonta, N. (2018). Study of energy fuel briquettes production from sawdust of rubber wood. **UTK Research Journal** 12(2): 17–25. (in Thai)

Wunsri, S., Kaewtubtim, P., and Thipmonta, N. (2018). Development of energy saving stove for community. **UTK Research Journal** 12(2): 8–16. (in Thai)

Wunsri, S., Podkumnerd, N., Somalee, H., and Teeparuksapun, K. (2020). Development of energy–efficient biomass stove for *Meretrix casta* processing by community participation of Palian river basin community, Trang province. **Area Based Development Research Journal** 12(3): 223–236. (in Thai)