

บทความวิจัย : Research article

การออกแบบและประเมินการยอมรับของผู้ใช้ต่อเตาจรวดต้นแบบสำหรับครัวเรือน:

กรณีศึกษาบ้านนาข่า ตำบลเขาขาว อำเภอละงู จังหวัดสตูล

DESIGN AND USER ACCEPTANCE EVALUATION OF A HOUSEHOLD PROTOTYPE
ROCKET STOVE: A CASE STUDY OF BAN NA KHA VILLAGE, SATUN PROVINCEธนรัตน์ รัตนกุล¹, กันต์ธมน สุขกระจำง^{1*}, ฉัตรชัย แก้วดี², วีรพล ปานศรีนวล², วีระยุทธ สุดสมบุญ²Tanarat Rattanakool¹, Kantamon Sukkrajang^{1*}, Chatchai Kaewdee², Weeraphol Pansrinual²,
Weerayute Sudsomboon²¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา² หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: kantamon.su@skru.ac.th

วันที่รับบทความ: 28 กรกฎาคม 2568 ; วันที่ทบทวนบทความ: 15 สิงหาคม 2568 ; วันที่ตอบรับบทความ: 27 สิงหาคม 2568

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 28 สิงหาคม 2568

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้นำเสนอกระบวนการออกแบบและผลการประเมินการยอมรับของผู้ใช้ที่มีต่อเตาจรวดต้นแบบซึ่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการใช้งานในครัวเรือน การออกแบบมุ่งเน้นการแก้ปัญหาของเตาแบบดั้งเดิม โดยคำนึงถึงความมั่นคง แข็งแรง ความปลอดภัย และความสะดวกในการใช้งานเป็นหลัก ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนในสภาวะควบคุม พบว่าเตาจรวดต้นแบบสามารถทำอุณหภูมิได้สูงสุด 266.4 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าเตาแบบดั้งเดิมถึง 157.5 องศาเซลเซียส และมีการปล่อยควันน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นจึงดำเนินการประเมินการยอมรับโดยให้กลุ่มผู้ใช้งานในชุมชนบ้านนาข่า จังหวัดสตูล จำนวน 10 คน ทดลองใช้เตาต้นแบบ ผลการประเมินพบว่าผู้ใช้งานมีการยอมรับเทคโนโลยีเตาจรวดในระดับสูงมาก คะแนนเฉลี่ย 4.74 จาก 5 โดยปัจจัยด้านโครงสร้างที่แข็งแรงและความสามารถในการประกอบอาหารที่หลากหลายเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อการยอมรับ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ากระบวนการออกแบบที่คำนึงถึงบริบทของผู้ใช้และได้รับการพิสูจน์สมรรถนะเชิงประจักษ์ สามารถนำไปสู่การสร้างสรรคเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับและมีศักยภาพในการใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เตาจรวด, การออกแบบผลิตภัณฑ์, การยอมรับเทคโนโลยี

Abstract: This research presents the design process and user acceptance evaluation of a prototype rocket stove developed for household use. The design focuses on addressing the shortcomings of traditional stoves, with a primary emphasis on structural stability, safety, and ease of use. Under controlled conditions, thermal efficiency tests revealed that the prototype stove reached a maximum temperature of 266.4°C, which was 157.5°C higher than that of a traditional stove, and produced significantly lower smoke emissions. Subsequently, a user acceptance evaluation was conducted with

a group of 10 users in the Ban Na Kha community, Satun Province, who trialed the prototype. The evaluation results indicated a very high level of acceptance for the rocket stove technology, with an average score of 4.74 out of 5. The most significant factors contributing to this acceptance were its robust structure and versatile cooking capabilities. These findings suggest that a design process that considers the user's context and is validated by empirical performance can effectively lead to the creation of well-accepted technology with strong potential for practical application.

Keywords: Rocket Stove, Product Design, Technology Acceptance

1. บทนำ

ในบริบทของครัวเรือนจำนวนมากทั่วโลก โดยเฉพาะในชุมชนชนบท การใช้เชื้อเพลิงชีวมวล เช่น ฟืนและถ่านไม้ ยังคงเป็นวิธีการหลักในการประกอบอาหารในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตาม เตาหุงต้มแบบดั้งเดิมที่ใช้อย่างแพร่หลายมักมีข้อจำกัดด้านการออกแบบที่สำคัญ ซึ่งนำไปสู่ปัญหาที่ซับซ้อนหลายประการ ปัญหาหลักคือประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่ต่ำ ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น และที่สำคัญกว่านั้นคือการปล่อยมลพิษทางอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Pollution) ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กและก๊าซพิษ งานวิจัยจำนวนมากได้ชี้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงที่น่ากังวลระหว่างการสัมผัสมลพิษเหล่านี้กับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจและหลอดเลือด และปัญหาสุขภาพเรื้อรังอื่นๆ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้หญิงและเด็ก [1] นอกจากนี้ การออกแบบที่ขาดความคำนึงถึงความปลอดภัยยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้และการบาดเจ็บจากไฟลวก สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่กรณีศึกษาที่มีบริบททางวิถีชีวิตและวัฒนธรรมที่ชัดเจน คือ ชุมชนบ้านนาข่า ตำบลเขาขาว อำเภอละงู จังหวัดสตูล ซึ่งเป็นชุมชนชายฝั่งทะเลอันดามันที่ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประมงและเกษตรกรรม โดยมีวิถีชีวิตที่เรียบง่ายและผูกพันกับทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ ที่สำคัญคือประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาอิสลาม [2] บริบทดังกล่าวทำให้การพัฒนานวัตกรรมเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงมีความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากเทคโนโลยีใหม่ไม่เพียงแต่ต้องตอบโจทย์

ด้านการลดใช้เชื้อเพลิงเพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน แต่ยังต้องมีความเรียบง่าย ทนทาน และสอดคล้องกับวิถีปฏิบัติในครัวเรือนของชุมชนมุสลิมเพื่อให้เกิดการยอมรับอย่างแท้จริง การเลือกพื้นที่นี้จึงเป็นเวทีที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการพิสูจน์ว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นสามารถบูรณาการเข้ากับบริบทของผู้ใช้งานจริงได้หรือไม่ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เทคโนโลยีเตาจรวด (Rocket Stove) ได้ถูกพัฒนาขึ้นในฐานะเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่มีประสิทธิภาพสูง ด้วยหลักการทางวิศวกรรมที่ใช้ปล่องไฟหุ้มฉนวนในแนวตั้ง (Insulated Vertical Chimney) ซึ่งสร้างสถานะการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และมีอุณหภูมิสูง ทำให้สามารถสกัดพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวลได้อย่างเต็มที่ ส่งผลให้ใช้เชื้อเพลิงน้อยลงและลดการปล่อยควันได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามความสำเร็จของเทคโนโลยีใหม่ไม่ได้ถูกกำหนดโดยสมรรถนะทางเทคนิคที่เหนือกว่าเพียงอย่างเดียว การศึกษาวิจัยในอดีตได้แสดงให้เห็นอย่างต่อเนื่องว่าอุปสรรคสำคัญของการยอมรับเทคโนโลยีเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงคือความไม่สอดคล้องกับความต้องการ วิถีปฏิบัติในการทำอาหารและบริบททางวัฒนธรรมของผู้ใช้งาน ซึ่งมักนำไปสู่การใช้งานที่ไม่สม่ำเสมอหรือการละทิ้งเทคโนโลยีในที่สุด [3] ศักยภาพของเตาจรวดไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการใช้งานในครัวเรือนเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ขนาดเล็กได้ เช่น ร้านอาหาร หรือธุรกิจประกอบอาหารริมทาง ซึ่งการมีเตาที่ร้อนเร็วและให้ความร้อนคงที่ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนด้านพลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้น การนำแนวคิดการออกแบบที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design-UCD) มาประยุกต์ใช้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจและตอบสนองต่อความต้องการที่แท้จริงของผู้ใช้งานตลอดกระบวนการพัฒนา [4] ด้วยเหตุนี้ การวิจัยนี้จึงไม่ได้มุ่งเน้นเพียงการประเมินเชิงเทคนิค แต่ต้องการนำเสนอ กระบวนการออกแบบและผลการประเมินการยอมรับของผู้ใช้ที่มีต่อเตาจรวดต้นแบบ เพื่อขับเคลื่อนการยอมรับและพิสูจน์ว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการในโลกแห่งความเป็นจริงได้หรือไม่ ซึ่งเป็นการเชื่อมช่องว่างระหว่างนวัตกรรมทางวิศวกรรมและการนำไปใช้งานอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเตาจรวดต้นแบบโดยประยุกต์ใช้หลักการออกแบบที่เน้นความปลอดภัย ความทนทาน และความสะดวกในการใช้งานสำหรับครัวเรือน

2.2 เพื่อประเมินระดับการยอมรับของผู้ใช้งานที่มีต่อเตาจรวดต้นแบบในด้านการออกแบบ การใช้งาน และประโยชน์ใช้สอย

3. ขอบเขตการวิจัย

เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาไว้ดังนี้

3.1 ขอบเขตด้านผลิตภัณฑ์ การวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบ สร้าง และประเมินผล เตาจรวดต้นแบบ (Prototype) จำนวน 1 รูปแบบ ที่สร้างขึ้นจากวัสดุหลักท่อเหล็กกล่อง ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องตลาด โดยไม่ได้รวมถึงการศึกษาเปรียบเทียบกับเตาจรวดรูปแบบอื่นหรือวัสดุประเภทอื่น

3.2 ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง การศึกษาการยอมรับของผู้ใช้จะดำเนินการกับ กลุ่มผู้ใช้งานที่มีศักยภาพ (Potential Users) ในพื้นที่บ้านนาขา ต.เขาขาว อ.ละงู จ.สตูล จำนวน 10 คน ซึ่งมีประสบการณ์ในการใช้เตาชีวมวลในครัวเรือน

3.3 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา การประเมินการยอมรับจะครอบคลุมเกณฑ์หลัก 5 ด้าน เช่น ด้านโครงสร้าง ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ด้านประโยชน์ใช้สอย และด้านศักยภาพในอนาคต

3.4 ขอบเขตด้านการทดสอบประสิทธิภาพ การทดสอบประสิทธิภาพเชิงเทคนิคจะดำเนินการในระดับเบื้องต้นเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการประเมินการยอมรับเท่านั้น โดยเปรียบเทียบกับอุณหภูมิและลักษณะควันกับเตาอั้งโล่ ไม่ได้รวมถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของควันหรือการวัดอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอย่างละเอียดด้วยเครื่องมือวัดมาตรฐาน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่ผสมผสานระหว่างการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการประเมินผลเชิงสังคม โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ 3 ระยะ ดังนี้

4.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาต้นแบบ

ขั้นตอนนี้มุ่งเน้นการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ตอบโจทย์ปัญหา ดังนี้

4.1.1 การศึกษาและกำหนดแนวคิด ด้วยการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับหลักการทำงานของเตาจรวด และวิเคราะห์ข้อจำกัดของเตาหุงต้มแบบดั้งเดิม เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบที่เน้นความมั่นคงแข็งแรง ความปลอดภัย และประสิทธิภาพการเผาไหม้

4.1.2 การออกแบบเชิงวิศวกรรม ดำเนินการออกแบบโครงสร้างเตาจรวดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) เพื่อกำหนดมิติและสัดส่วนที่เหมาะสมของชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น ช่องป้อนเชื้อเพลิง ห้องเผาไหม้ และปล่องไฟแนวตั้ง

4.1.3 การสร้างต้นแบบ สร้างเตาจรวดต้นแบบขึ้นตามแบบที่กำหนด โดยใช้วัสดุหลักเป็นเหล็กแป๊ปโปรง (ท่อเหล็กกล่อง) ผ่านกระบวนการตัดและเชื่อมโลหะ

4.2 ระยะที่ 2 การทดสอบสมรรถนะพื้นฐานของต้นแบบ
ก่อนการประเมินโดยผู้ใช้อย่างได้ มีการทดสอบประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเบื้องต้นเพื่อยืนยันว่าเตาสามารถทำงานได้ดีตามหลักการออกแบบ ดังนี้

4.2.1 การเตรียมการทดสอบ จัดเตรียมเตาจรวดต้นแบบและเตาอ่างไ้ (เป็นเตาเปรียบเทียบ) พร้อมทั้งเชื้อเพลิงชีวมวล (ฟืนไม้) ที่มีขนาดและชนิดเดียวกันในปริมาณที่เท่ากัน ที่ผ่านการควบคุมความชื้นให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกันเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการทดสอบ

4.2.2 การเก็บข้อมูล ดำเนินการทดสอบในสภาวะควบคุม โดยจุดไฟและเริ่มจับเวลา บันทึกข้อมูลอุณหภูมิที่บริเวณเหนือปากเตาของเตาทั้งสองชนิดด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อนเซ็นเซอร์อินฟราเรด ความละเอียด 640 x 480 พิกเซล และมีความไวต่อความร้อน (Thermal sensitivity) ที่ ≤ 0.05 องศาเซลเซียส โดยกล้องที่ใช้ได้ผ่านการสอบเทียบตามมาตรฐาน การบันทึกข้อมูลจะดำเนิน ทุก 5 นาที [5] เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 45 นาที [6] พร้อมทั้งบันทึกภาพนิ่งเพื่อเปรียบเทียบลักษณะและปริมาณควันที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้

4.3 ระยะที่ 3 การศึกษาการยอมรับของผู้ใช้ ขั้นตอนนี้เพื่อประเมินผลลัพธ์ในมุมมองของผู้ใช้งานจริง

4.3.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกกลุ่มผู้ใช้งานที่มีศักยภาพจำนวน 10 คน [7] โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) [8] จากครัวเรือนที่มีประสบการณ์การใช้เตาชีวมวลเป็นประจำและสมัครใจเข้าร่วมโครงการ ซึ่งอาศัยอยู่ในพื้นที่บ้านนาข่า ต.เขาขาว อ.ละงู จ.สตูล

4.3.2 การทดสอบโดยผู้ใช้อย่าง ผู้เข้าร่วมแต่ละคนได้รับคำแนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับวิธีการใช้งานเตาจรวด จากนั้นจึงให้ทดลองใช้งานจริงในการประกอบอาหาร เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรงกับผลิตภัณฑ์

4.3.3 การรวบรวมข้อมูล ภายหลังจากการทดลอง ผู้เข้าร่วมได้ทำการประเมินระดับการยอมรับต่อเตาจรวดต้นแบบผ่านเครื่องมือวิจัย ซึ่งเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ครอบคลุมเกณฑ์ 5 ด้านหลัก โดยใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ต (Likert scale) [9] 5 ระดับ โดย 5 คือ ยอมรับ

ในระดับสูงสุด และ 1 คือ ยอมรับในระดับต่ำที่สุด โดยข้อคำถามได้ดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ สุนทรารักษ์และสันติ ศรีงมี [10]

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่รวบรวมได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ ดังนี้

4.4.1 ข้อมูลทางสถิติ ข้อมูลคะแนนจากแบบสอบถามการยอมรับจะถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

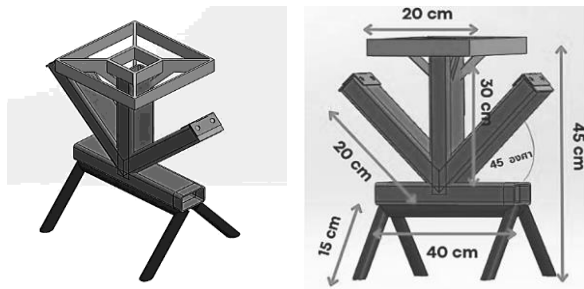
4.4.2 ข้อมูลเชิงสมรรถนะ เช่น ข้อมูลอุณหภูมิภาพถ่ายความร้อน และภาพเปรียบเทียบควันจะถูกนำมาใช้ในการอภิปรายผลเพื่อสนับสนุนข้อมูลเชิงปริมาณและอธิบายถึงสมรรถนะของเตาต้นแบบ

5. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้จากการดำเนินงานตามระเบียบวิธีวิจัยสามารถแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วนตามลำดับขั้นตอน ได้แก่ ผลลัพธ์จากการออกแบบต้นแบบ ผลการทดสอบสมรรถนะพื้นฐาน และผลการศึกษาการยอมรับของผู้ใช้ ดังนี้

5.1 ผลลัพธ์จากการออกแบบและพัฒนาต้นแบบ

จากการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมและแนวคิดการออกแบบที่เน้นความทนทานและความปลอดภัย โดยมีมิติสำคัญตามแบบร่าง ความสูงรวมของโครงสร้างเตา ความยาวของช่องป้อนเชื้อเพลิง และมุมเอียงของช่องป้อนเชื้อเพลิงที่ 45 องศาเซลเซียส ซึ่งออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการเติมเชื้อเพลิงและส่งเสริมการไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ การออกแบบฐานเตาให้มีความกว้างและใช้ขาตั้ง 4 ขา มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความมั่นคงและป้องกันการล้มระหว่างการใช้งาน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบเตาจรวด

จากภาพที่ 1 มีโครงสร้างหลักที่ทำจากเหล็กแป๊บโปร่ง ขนาด 4x4 นิ้ว และ 1x1 นิ้ว โดยมีมิติสำคัญตามแบบร่าง ประกอบด้วย ความสูงรวมของโครงสร้างเตาความยาวของช่องป้อนเชื้อเพลิง ผลลัพธ์ที่ได้ คือ เตาจรวดต้นแบบ จำนวน 1 รูปแบบ ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพที่ตอบโจทย์ปัญหาที่ตั้งไว้ ต้นแบบที่สร้างขึ้น ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เตาจรวดเสร็จสมบูรณ์

5.2 ผลการทดสอบสมรรถนะพื้นฐานของต้นแบบ

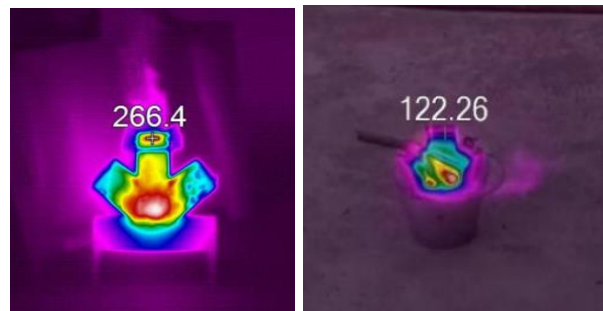
เพื่อยืนยันว่าต้นแบบที่ได้รับการออกแบบ มีสมรรถนะทางเทคนิคที่ดี ได้มีการทดสอบเปรียบเทียบกับเตาอั้งโล่ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างเตาจรวด และเตาแบบดั้งเดิม (องศาเซลเซียส)

เวลา (นาท)	อุณหภูมิเตาจรวด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเตาแบบดั้งเดิม (องศาเซลเซียส)	ความแตกต่าง (องศาเซลเซียส)
5	240.7	115.2	125.5

เวลา (นาท)	อุณหภูมิเตาจรวด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเตาแบบดั้งเดิม (องศาเซลเซียส)	ความแตกต่าง (องศาเซลเซียส)
10	265.3	122.3	143.0
15	266.4	108.9	157.5
20	262.3	100.3	162.0
25	256.8	94.3	162.5
30	240.0	98.7	141.3
35	239.2	102.1	137.1
40	194.3	105.0	89.3
45	190.2	97.4	92.8

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบเชิงความร้อนพบว่าเตาจรวดมีประสิทธิภาพในการให้ความร้อนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถทำอุณหภูมิได้สูงสุดที่ 266.4 องศาเซลเซียส ขณะที่เตาอั้งโล่ทำได้สูงสุดเพียง 122.3 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพถ่ายความร้อนของเตาจรวดต้นแบบและเตาอั้งโล่

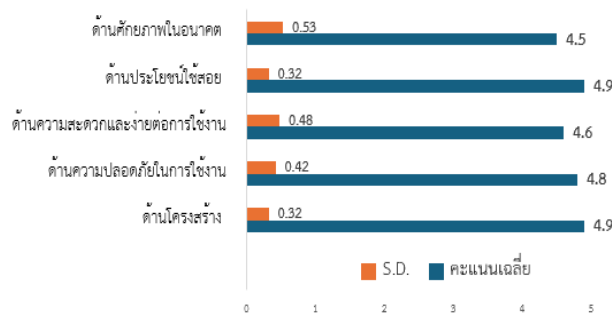


ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบปริมาณควันจากการเผาไหม้

จากภาพที่ 4 ผลการสังเกตการณ์เชิงคุณภาพ พบว่าเตาจรวดมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่า ส่งผลให้เกิดควันในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับเตาอั้งโล่

5.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้ใช้

ผลการประเมินการยอมรับจากกลุ่มผู้ใช้งานจำนวน 10 คน ซึ่งเป็นผลการวิจัยหลัก พบว่าผู้ใช้งานมีระดับการยอมรับต่อเตาจรวดต้นแบบโดยรวมอยู่ในระดับ สูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 4.74 จากคะแนนเต็ม 5 (S.D. = 0.43) ผลการประเมินในแต่ละด้าน ดังภาพที่ 5 และตารางที่ 2



ภาพที่ 5 แผนภูมิแสดงผลการประเมินการยอมรับของผู้ใช้ในแต่ละด้าน

ตารางที่ 2 ผลการประเมินระดับการยอมรับของผู้ใช้ต่อเตาจรวดต้นแบบ

เกณฑ์การประเมินการยอมรับ	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	ระดับการยอมรับ
ด้านโครงสร้าง (ความมั่นคงแข็งแรง)	4.9	0.32	สูงที่สุด
ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน	4.8	0.42	สูงที่สุด
ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.6	0.48	สูงที่สุด
ด้านประโยชน์ใช้สอย (ประกอบอาหารหลากหลาย)	4.9	0.32	สูงที่สุด
ด้านศักยภาพในอนาคต (ประกอบอาชีพ)	4.5	0.53	สูง
ระดับการยอมรับโดยรวม	4.74	0.43	สูงที่สุด

จากภาพที่ 5 กราฟแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ยการยอมรับในแต่ละด้าน ชี้ให้เห็นว่าด้านโครงสร้างและประโยชน์ใช้สอยเป็นปัจจัยที่ผู้ใช้ให้ความสำคัญสูงสุด เมื่อพิจารณาในรายด้าน

พบว่าปัจจัยที่ส่งต่อการยอมรับของผู้ใช้ในระดับสูงสุดคือ ด้านโครงสร้าง (ความมั่นคงแข็งแรง) และ ด้านประโยชน์ใช้สอย (ความสามารถในการประกอบอาหารที่หลากหลาย) ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันที่ 4.9 คะแนน ตามมาด้วยด้านความปลอดภัยในการใช้งาน 4.8 คะแนน และความสะดวกในการใช้งาน 4.6 คะแนน ตามลำดับ

6. สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและประเมินการยอมรับของผู้ใช้ที่มีต่อเตาจรวดต้นแบบสำหรับครัวเรือน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า เตาจรวดต้นแบบที่พัฒนาขึ้นประสบความสำเร็จทั้งในมิติทางเทคนิคและในมุมมองของผู้ใช้งาน โดยผลการทดสอบเชิงเทคนิคยืนยันว่าเตาจรวดมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าเตาั้งโล่อย่างมีนัยสำคัญ สามารถทำอุณหภูมิได้สูงสุด 266.4 องศาเซลเซียส และมีการปล่อยควันน้อยกว่ามาก ในขณะที่ผลการประเมินจากผู้ใช้งานจำนวน 10 คน พบว่าผู้ใช้งานมีระดับการยอมรับต่อเตาจรวดต้นแบบโดยรวมอยู่ในระดับสูงที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.74 โดยมีปัจจัยด้าน โครงสร้างที่แข็งแรงและประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลาย เป็นปัจจัยที่ได้รับการยอมรับสูงสุด ค่าเฉลี่ย 4.9

ผลการวิจัยเหล่านี้สามารถนำมาอภิปรายในเชิงลึกถึงความสำเร็จของการยอมรับเทคโนโลยีเตาจรวดต้นแบบนี้ไม่ได้เกิดขึ้นจากสมรรถนะที่เหนือกว่าเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากการที่การออกแบบสามารถตอบสนองต่อปัจจัยพื้นฐานที่ผู้ใช้ให้ความสำคัญได้อย่างตรงจุด การที่ผู้ใช้งานให้การยอมรับสูงสุดในด้านโครงสร้างที่มั่นคงแข็งแรง แสดงให้เห็นถึงความต้องการพื้นฐานของผู้บริโภคในเรื่องความทนทานและความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์เครื่องครัว ซึ่งการตัดสินใจเชิงออกแบบที่เลือกใช้วัสดุเหล็กที่แข็งแรงและมีโครงสร้างฐานที่มั่นคงสามารถตอบสนองความต้องการนี้ได้อย่างชัดเจน

ในขณะเดียวกัน การยอมรับในระดับสูงทางด้านประโยชน์ใช้สอย มีความเชื่อมโยงโดยตรงกับประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เหนือกว่าของเตาจรวดต้นแบบ สมรรถนะทางเทคนิคที่เตาร้อนเร็วและมีอุณหภูมิ

สูงได้ถูกนำไปสร้างเป็นประสบการณ์เชิงบวกที่จับต้องได้สำหรับผู้ใช้ ด้วยความสามารถในการประกอบอาหารได้หลากหลายและรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model-TAM) ที่ระบุว่า การรับรู้ถึงประโยชน์ใช้สอย (Perceived Usefulness) เป็นปัจจัยหลักที่ขับเคลื่อนความตั้งใจในการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ [11] ผลการวิจัยนี้จึงเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของเตาต้นแบบที่เหนือกว่าได้กลายเป็นประโยชน์ใช้สอยที่ผู้ใช้รับรู้ได้จริง ซึ่งนำไปสู่การยอมรับในที่สุด

นอกจากนี้ แม้จะไม่ใช่ว่าปัจจัยที่ได้คะแนนสูงสุดแต่ปัจจัยด้านความปลอดภัย ซึ่งได้รับการยอมรับในระดับสูงมาก 4.8 คะแนน ก็เป็นองค์ประกอบที่ขาดไม่ได้ การออกแบบปล่องไฟสูงและช่องป้อนเชื้อเพลิงที่จำกัดของเตาช่วยลดความเสี่ยงการสัมผัสควันและประกายไฟโดยตรง ซึ่งความรู้สึกปลอดภัยและความไว้วางใจให้กับผู้ใช้งาน รวมไปถึงการลดควันยังสอดคล้องกับความต้องการด้านสุขภาพที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับอันตรายของมลพิษทางอากาศ ซึ่งงานวิจัยจำนวนมากชี้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ใช้งานคำนึงถึงในการเลือกใช้เตาหุงต้ม [12] ดังนั้น การออกแบบที่คำนึงถึงความปลอดภัยจึงเป็นปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญซึ่งช่วยเสริมสร้างการยอมรับเทคโนโลยีให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

7. ข้อจำกัดของการวิจัย

อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยนี้ควรได้รับการพิจารณาภายใต้ข้อจำกัดบางประการ ดังนี้

7.1 การประเมินประสิทธิภาพเชิงเทคนิคเป็นการทดสอบเบื้องต้นในบริบทการใช้งานจริง แต่ยังไม่สามารถดำเนินการตามมาตรฐานสากล (WBT) ซึ่งทำให้การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเป็นตัวเลขกับงานวิจัยอื่นยังทำได้จำกัด

7.2 การวิจัยนี้ไม่ได้ทำการวัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในเชิงปริมาณ

7.3 การศึกษาการยอมรับเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพกับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (n=10) ดังนั้น ผลลัพธ์จึงมุ่งเน้นความเข้าใจเชิงลึกและไม่สามารถสรุปอ้างอิงไปยังประชากรทั้งหมดในเชิงสถิติได้

8. ข้อเสนอแนะ

จากผลการสรุปและอภิปรายผลการวิจัยทั้งหมดสามารถนำเสนอข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ข้อเสนอแนะจากการวิจัยและข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อยอดในอนาคต ดังนี้

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น โดยการบูรณาการหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเพิ่มประโยชน์ใช้สอย แม้ผู้ใช้จะพึงพอใจในความสะดวก แต่การใช้งานในระดับพื้นอาจทำให้เกิดความเมื่อยล้า จึงควรพัฒนาขาตั้งเตาให้มีความสูงขึ้นเพื่อความสะดวกสบายในการใช้งานระยะยาว ในขณะเดียวกัน เพื่อต่อยอดจากจุดแข็งที่ผู้ใช้ให้การยอมรับสูงสุดในด้านความสามารถในการประกอบอาหารที่หลากหลาย ควรมีการออกแบบส่วนประกอบเสริม เช่น ตะแกรงย่างหรือฝาครอบสำหรับอบ ซึ่งจะช่วยยกระดับเตาจรวดให้เป็นเครื่องมือในครัวที่สมบูรณ์และหลากหลายยิ่งขึ้น

8.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อยอดในอนาคต

เพื่อขยายองค์ความรู้และพัฒนาเตาจรวดให้มีความก้าวหน้าสูงขึ้น สามารถดำเนินงานวิจัยต่อยอดได้ใน 3 แนวทาง ประการแรก คือ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงปริมาณ โดยการวิจัยนี้ได้พิสูจน์สมรรถนะเบื้องต้นแล้ว แต่ควรมีการศึกษาต่อยอดโดยใช้เครื่องมือวัดมาตรฐานสากล เช่น การทดสอบตามมาตรฐานสากล เช่น WBT และ ISO IWA การวิเคราะห์อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน (Thermal Efficiency) และองค์ประกอบของควันไฟ เพื่อยืนยันประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานและการลดมลพิษเป็นตัวเลขที่ชัดเจน ประการที่สอง คือ การศึกษาวัสดุ

ทางเลือกและการออกแบบฉนวน โดยการทดลองใช้วัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อน เช่น เซรามิกไฟเบอร์หรือปูนทนไฟ มาบุภายในห้องเผาไหม้ ซึ่งคาดว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บความร้อนและลดอุณหภูมิที่ผิวเตาภายนอกเพื่อเพิ่มความปลอดภัย และประการสุดท้าย คือ การศึกษาการยอมรับในระยะยาว (Longitudinal Study) โดยการติดตามการใช้งานจริงในครัวเรือนเป็นระยะเวลาหลายเดือน เพื่อประเมินความทนทานของผลิตภัณฑ์และสำรวจการเปลี่ยนแปลงของระดับการยอมรับเมื่อเวลาผ่านไป

9. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม (ต่อเนื่อง) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งเป็นผู้ดำเนินโครงการสร้างเตาจรวดต้นแบบขึ้นนี้ขึ้นมาด้วยความมุ่งมั่นและตั้งใจ การทุ่มเทแรงกายแรงใจในการออกแบบ พัฒนา และสร้างสรรค์เตาจรวดต้นแบบของนักศึกษากลุ่มนี้ ถือเป็นรากฐานสำคัญที่ทำให้เกิดการวิจัยเพื่อประเมินผลในครั้งนี้ขึ้น ผู้วิจัยขอชื่นชมในความอุตสาหะและความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] Smith, K. R. and et al. 2014. “Millions Dead: How Do We Know and What Does It Mean? Methods Used in the Comparative Risk Assessment of Household Air Pollution,” *Annu. Rev. Public Health*, 35(1): pp. 185–206.
- [2] Khaokhaw Sub-district Administrative Organization. 2025. Basic Information. [Online]. Available: <https://www.khaokhaw.go.th/>. Accessed 24 August 2025. (in Thai)
- [3] Hanna, R., Duflo, E. and Greenstone, M. 2016. “Up in smoke: the influence of household behavior on the long-run impact of improved cooking stoves,” *American Economic Journal: Economic Policy*, 8(1): pp. 80–114.
- [4] Bekele, R. and et al. 2019. “User-Centered Design in Developing Countries: A Case Study of a Sustainable Intercultural Healthcare Platform in Ethiopia,” in *Proceedings of the 2019 IEEE/ACM Symposium on Software Engineering in Africa (SEIA)*, 27-28 May 2019, Montreal, Canada, pp. 11–15.
- [5] Jayanegara, S. and et al. 2020. “The Characterization of Thermoelectric Generator in Utilizing the Heat Waste of the Biomass Egg Drying Machine,” *EPI International Journal of Engineering*, 3(1): pp. 30–33.
- [6] Teotia, S. and et al. 2021. “Effect of porosity and loading height on the performance of household LPG gas stoves,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, 235(4): pp. 997–1004.
- [7] Nielsen, J. 2000. Why you only need to test with 5 users. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. Accessed 17 June 2025.
- [8] Robinson, R. S. 2023. “Purposive Sampling,” in *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*, F. Maggino, Ed. Cham, Switzerland: Springer, pp. 5645–5647.

- [9] Joshi, A. and et al. 2015. "Likert scale: Explored and explained," *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4): pp. 396–403.
- [10] Sunthornrarak, S. and Kruengmee, S. 2019. "The Development of Electric Jar Oven," *Journal of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University*, 4(3): pp. 21–28. (in Thai)
- [11] Davis, F. D. 1989. "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS Quarterly*, 13(3): pp. 319–340.
- [12] Mobarak, A. M. and et al. 2012. "Low demand for nontraditional cookstove technologies," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(27): pp. 10815–10820.