

การพัฒนาต้นแบบเครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
ของชุมชนบ้านนาโสม อำเภอยะบะดี จังหวัดลพบุรี*
DEVELOPING A PROTOTYPE OF AN AUTOMATIC CHARCOAL BRIQUETTE PRESS
USING SOLAR ENERGY OF BAN NA SOM COMMUNITY,
CHAI BADAN DISTRICT, LOPBURI PROVINCE

กฤษณ์ชาคริตส วัฒนประเสริฐ*, กุสุมา ผลาพรหม

Kritchakhris Nawattanaprasert*, Kusuma Palaprom

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Program in Industrial Management Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author E-mail: kritchakhris@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างเครื่องอัดถ่านแท่งของชุมชนระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของชุมชนในการผลิตถ่านแท่งจากผลผลิตทางการเกษตร และ 2) การทดลองใช้เครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการจัดรูปแบบการจัดการองค์ความรู้สู่ชุมชนและผู้ประกอบการชุมชน เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ในลักษณะการวิจัยและพัฒนา โดยกระบวนการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ การศึกษาความต้องการและสภาพแวดล้อมการผลิตของชุมชน การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งพลังงานแสงอาทิตย์ และการทดลองการใช้งานจริงพร้อมการประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องอัดถ่านแท่งต้นแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์ แบบบันทึกผลการทดลองด้านสมรรถนะการผลิต และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานระดับมาตรฐานลิเคิร์ต ผลการวิจัยพบว่า เครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 3,600 กรัมต่อนาที หรือประมาณ 20.4 แท่งต่อนาที โดยใช้เวลาเฉลี่ยต่อการอบการผลิต 1.65 นาที อัตราส่วนผสมที่ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด ประกอบด้วย ถ่าน 4 กิโลกรัม น้ำเปล่า 4 ลิตร และแป้งมัน 0.2 กิโลกรัม ซึ่งให้ความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งเฉลี่ย 141 กรัมต่อแท่ง ความยาวเฉลี่ย 14.1 เซนติเมตร และให้ค่าความร้อนเฉลี่ย 4,573.10 แคลอรีต่อกรัม โดยมีระยะเวลาในการไหม้เฉลี่ย 24.6 นาที ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานในชุมชนพบว่า มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.32 คะแนน สะท้อนให้เห็นว่าเครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อการใช้งานจริงของชุมชน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนพลังงาน และสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทน อันนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนในระดับชุมชน

คำสำคัญ: เครื่องอัดถ่านแท่ง, พลังงานแสงอาทิตย์, ชุมชน, การพัฒนาเครื่องจักร, ถ่านอัดแท่ง

Abstract

This research aimed to: 1) Develop an automatic charcoal briquette compression machine powered by solar energy for community use in producing charcoal briquettes from agricultural residues, and 2) Evaluate the performance of the developed machine under actual operating conditions.



The study was conducted as applied research with a research and development approach and was implemented in three phases: (i) assessment of community needs and production environment; (ii) design and development of a solar-powered automatic charcoal briquette compression machine; and (iii) field testing with performance evaluation. The research instruments included a prototype charcoal briquette compression machine integrated with solar energy system, a performance testing records form, and a user satisfaction questionnaire based on a five-point Likert scale. The results indicated that the developed machine achieved an average production capacity of 3,600 grams per minute, or approximately 20.4 briquettes per minute, with an average production cycle time of 1.65 minutes. The optimal mixture ratio consisted of 4 kilograms of charcoal, 4 liters of water, and 0.2 kilograms of cassava starch, yielding briquettes with an average density of 141 grams per briquette and an average length of 14.1 centimeters, with an average calorific value of 4,573.10 calories per gram, and an average burning of 24.6 minutes. User satisfaction evaluation revealed a high overall satisfaction level, with a mean score of 4.32. These findings demonstrate that the developed solar-powered automatic charcoal briquette compression machine effectively meets community production requirements by enhancing productivity, reducing energy costs, and promoting the utilization of renewable energy. The machine therefore has strong potential to support sustainable community-level development.

Keywords: Charcoal Briquetting Machine, Solar Energy, Community, Machinery Development, Charcoal Briquettes

บทนำ

“ประเทศไทย 4.0” หรือ “Thailand 4.0” มุ่งเน้นการพัฒนาสู่ “ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน” ด้วยการสร้างความเข้มแข็งของโครงสร้างทางเศรษฐกิจ มีกรอบแนวคิดในการผลักดันให้วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม รวมถึงสถานประกอบการชุมชนเป็นพลังขับเคลื่อนหลักของเศรษฐกิจไทย โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาศักยภาพวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเพื่อให้ดำเนินธุรกิจโดยใช้ความรู้ความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมและเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม ทั้งในระดับสาขาธุรกิจและระดับผู้ประกอบการ รวมทั้งยังมุ่งสนับสนุนตามระยะการเติบโตของธุรกิจ ซึ่งจะครอบคลุมมิติเชิงพื้นที่ทั้งระดับภาพรวมประเทศ กลุ่มจังหวัดและรายจังหวัด แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (2566 - 2570) ได้กำหนดเป็นยุทธศาสตร์สำคัญที่สอดคล้องกัน โดยเฉพาะเรื่องการสร้างความเข้มแข็งจากภายใน ขับเคลื่อนตามแนวคิด “ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” ผ่านกลไก “ไทยนิยม อย่างยั่งยืน” โดยเอาความต้องการของชุมชนเป็นตัวตั้งและร่วมกันบริหารกันเอง หรือการกระจายอำนาจ (Decentralization) โดยในส่วนของการพัฒนาผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชน โดยให้แนวทางนโยบายประชารัฐ จะสร้างความยั่งยืนให้กับผู้ประกอบการชุมชนได้อย่างยั่งยืน (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565)

ชุมชนอำเภอชัยบาดาล อาชีพเกษตรกรรมถือเป็นอาชีพหลักในคนในชุมชนโดยมีการปลูกพืชหลายชนิด เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย และเผ่าถ่านไม้ เป็นต้น คุณภาพชีวิตของคนในอำเภอชัยบาดาลยังถือว่ามียาได้อยู่ในระดับไม่มากนัก ส่วนหนึ่งมาจากปัญหาการขาดทุนจากการทำเกษตร เนื่องจากยังใช้ระบบการผลิตทางการเกษตรที่เป็นรูปแบบพึ่งพาแรงงานเข้มข้น การทำงานในแต่กิจกรรมยังคงอาศัยแรงงานของคน ทำให้มีต้นทุนการผลิตที่สูง อีกทั้งยังประสบปัญหาในการเข้าถึงเทคโนโลยี เนื่องจากเทคโนโลยีที่ใช้ในการเกษตรและการประกอบสัมมาชีพมีราคาแพง ทำให้เกษตรกรไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ และเกษตรกรดำเนินชีวิตตามวิถีชาวบ้าน

แบบดั้งเดิม (รังสรรค์ ช่างชนะ และคณะ, 2567) ปัญหาของชาวบ้านในอำเภอชัยบาดาล โดยเฉพาะตำบลนาโสม ยังนิยมที่จะใช้เศษไม้ตามธรรมชาติมาเผาเป็นถ่านไม้ แต่มีลักษณะของการแตกประทุ มีควัน มีกลิ่นและมีผงซีไฉ่ ฟูกระจาย ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ผลิตและเผาถ่าน ต่อมาได้มีการพัฒนากระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง ออกมาใช้งานแทนถ่านไม้ โดยมีคุณสมบัติให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอใช้งานได้นานกว่าถ่านไม้ ไม่แตกประทุ ไม่มีควัน เนื่องจากความชื้นน้อย ไม่มีกลิ่นเกิดซีไฉ่น้อยและไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติและ ผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งเป็นการนำถ่านใช้เพื่อใช้และจำหน่ายในราคาไม่สูงเทียบกับการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรม (พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น, 2563) มาใช้ในการเผาถ่าน

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า แม้จะมีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาถ่านอัดแท่งและใช้พลังงาน แสงอาทิตย์ในระดับชุมชนอย่างต่อเนื่องแต่ยังปรากฏช่องว่างของงานวิจัย (Research Gap) ในประเด็นสำคัญ หลายประการ ได้แก่ 1) งานวิจัยส่วนใหญ่ยังขาดการศึกษากระบวนการจัดการความรู้ (Knowledge Management) ที่เชื่อมโยงองค์ความรู้ท้องถิ่นของชุมชนเข้ากับการพัฒนาเครื่องอัดแท่งระบบอัตโนมัติ 2) ยังมีงานวิจัยจำนวนน้อย ที่ศึกษาการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอัตโนมัติ ในกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งอย่างครบวงจร ตั้งแต่การออกแบบ การใช้งานจริง ไปจนถึงผลลัพธ์ด้านต้นทุนและความยั่งยืน และ 3) ขาดการศึกษาที่มุ่งเน้น บริบทเฉพาะของชุมชนเกษตรกรรม โดยคำนึงถึงทรัพยากร วัสดุเหลือใช้ และศักยภาพของชุมชนในการนำเทคโนโลยี ไปใช้ได้จริง (วิฑูรย์ หงส์สุมาลย์ และคณะ, 2562)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างของงานวิจัย โดยการจัดการความรู้ในกระบวนการสร้างเครื่องอัด ถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาบนฐานรากทรัพยากรและบริบทของชุมชน ซึ่งคาดว่าจะ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน และสนับสนุนอาชีพของชุมชนอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องอัดถ่านแท่งของชุมชนระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของชุมชนในการผลิตถ่าน แท่งจากผลผลิตทางการเกษตร
2. เพื่อการทดลองใช้เครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการจัดรูปแบบการ จัดการองค์ความรู้สู่ชุมชนและผู้ประกอบการชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงประยุกต์แบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) เพื่อ ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยวิธีการ ดำเนินการแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ประชากรและแหล่งข้อมูลหลัก ประกอบด้วย ชาวบ้าน จำนวน 15 คน และผู้ประกอบการ จำนวน 5 คน ในชุมชนบ้านนาโสม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ที่ผลิตถ่านและใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็น ทรัพยากร รวมถึงข้อมูลทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบอัดถ่านและระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งใช้เป็นฐานใน การออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบ

ส่วนที่ 2 กระบวนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา (R&D) แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับ ข้อจำกัดของกระบวนการผลิตถ่านแท่งในชุมชน อาทิ ความไม่สม่ำเสมอของแรงอัด ประสิทธิภาพของเครื่องมือเดิม และข้อจำกัดด้านพลังงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดคุณลักษณะของเครื่องต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาหลักการออกแบบและพัฒนาจากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ การออกแบบระบบอัดถ่าน ห้องอัด ระบบส่งกำลัง และระบบควบคุมอัตโนมัติ ตลอดจนองค์ความรู้ด้านพลังงาน



แสงอาทิตย์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องอัดถ่านแท่งที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ได้ศึกษาข้อมูลด้านวัสดุและโครงสร้างเพื่อนำมาผสมผสานในการออกแบบต้นแบบให้เหมาะสมกับบริบทของชุมชน

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบและการสร้างต้นแบบ โดยดำเนินการออกแบบเชิงวิศวกรรมของเครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

การพัฒนาโครงสร้างเครื่องต้นแบบ

การคำนวณกำลังอัด ระบบควบคุม และการจัดการพลังงาน

การสร้างต้นแบบตามแบบวิศวกรรมและทดสอบฟังก์ชันเบื้องต้น

ส่วนที่ 3 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย โลหะโครงสร้างเหล็กกล้า สแตนเลส ชุดมอเตอร์ไฟฟ้า ชุดแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องช่างสำหรับประกอบและทดสอบต้นแบบ

ส่วนที่ 4 ขั้นตอนการทดสอบและประเมินผล หลังจากสร้างเครื่องต้นแบบเสร็จสมบูรณ์ ได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบอัดถ่าน ความต่อเนื่องของการควบคุมอัตโนมัติ และความเสถียรของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมทั้งประเมินความเหมาะสมของเครื่องต้นแบบในการใช้งานจริงในชุมชน และถ่ายทอดองค์ความรู้เทคโนโลยีตามแนวคิดการจัดการความรู้ (Knowledge Management: KM) ใช้กระบวนการปฏิบัติการชุมชนแบบมีส่วนร่วม ประกอบด้วย กิจกรรมหลัก 5 กิจกรรม ดังนี้ (Karchesy, J. & Koch, P., 1979)

กิจกรรมที่ 1: Education of Knowledge ผู้วิจัยจัดเวทีสนทนาเชิงวิชาการกับคณะทำงาน

นักวิจัยชุมชน ผู้นำชุมชน ผู้ประกอบการ และนักพัฒนาชุมชน เพื่ออธิบายกรอบแนวคิด วัตถุประสงค์ และประโยชน์ของโครงการพร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลเชิงเทคนิคเกี่ยวกับระบบเตาแยกก๊าซชีววมวลและการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ตามมาตรฐานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันก่อนเริ่มกระบวนการพัฒนา (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2562)

กิจกรรมที่ 2: Knowledge Work Rally ผู้เข้าร่วมปฏิบัติการร่วมกับเครื่องอัดถ่านและระบบอัด

เตาแยกก๊าซชีววมวลพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีการสาธิต ทดลองใช้ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์เพื่อให้ผู้เข้าร่วม เข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ตลอดจนสามารถวิเคราะห์ข้อจำกัดและศักยภาพของระบบในบริบทชุมชน (Nakanishi, Y. & Rueangwiset, A., 2013)

กิจกรรมที่ 3: Cooperative Work Shop คณะผู้วิจัยจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

โดยให้สมาชิกชุมชนระดมความคิดเห็น วิเคราะห์ปัญหา และออกแบบแนวทางการพัฒนาอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และการใช้งานจริงของชุมชน กระบวนการดังกล่าวช่วยเชื่อมโยงองค์ความรู้ท้องถิ่นกับหลักวิศวกรรมพื้นฐานเพื่อยกระดับประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งและระบบเตาแยกก๊าซชีววมวล

กิจกรรมที่ 4: Mind Mapping Work Shop ผู้เข้าร่วมทำแผนผังความคิดเพื่อวิเคราะห์ขั้นตอน

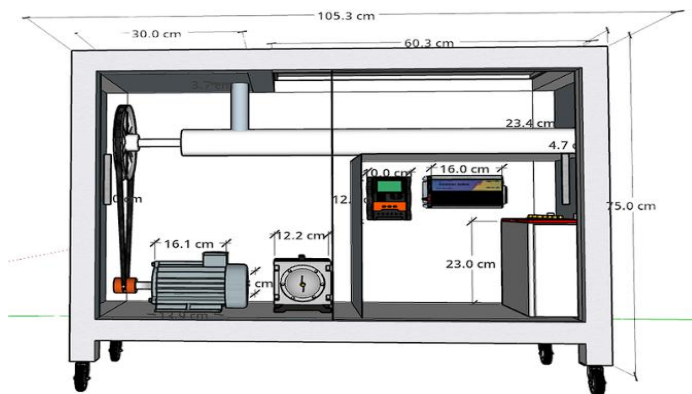
การผลิตถ่านอัดแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบ การปรับสภาพส่วนผสม การอัดก้อน ไปจนถึงกระบวนการอบแห้ง เพื่อจำแนกปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพถ่าน รวมถึงประเด็นปัญหาและแนวทางปรับปรุงที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชน

กิจกรรมที่ 5: Evaluation Program ดำเนินการประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีตามกรอบ KM

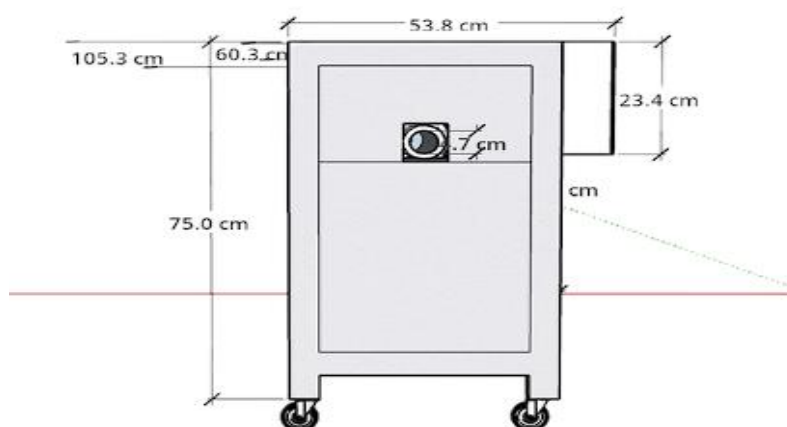
โดยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม การสนทนากลุ่ม และการสังเกตการณ์ภาคสนาม เพื่อประเมินผลลัพธ์โครงการทั้งในด้านความรู้ที่ได้รับ การพัฒนาทักษะการผลิตถ่านอัดแท่ง และศักยภาพในการนำระบบพลังงานแสงอาทิตย์ไปประยุกต์ใช้ในชุมชน รวมถึงประเมินความยั่งยืนของการนำเทคโนโลยีไปใช้จริง

ผลการวิจัย

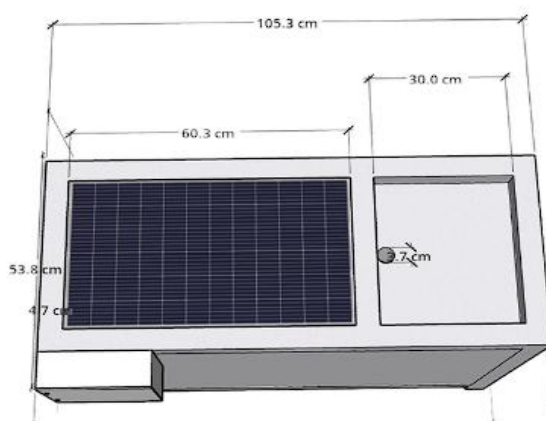
จากวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อ 1 การสร้างเครื่องอัดถ่านแท่งของชุมชนระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของชุมชนในการผลิตถ่านแท่งจากผลผลิตทางการเกษตร แสดงให้เห็นว่า การออกแบบและการสร้างต้นแบบเครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถตอบสนองความต้องการของชุมชนได้อย่างเป็นรูปธรรม ดังภาพที่ 1, 2 และ 3



ภาพที่ 1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องอัดถ่านพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 2 การออกแบบช่องอัดถ่านแท่งพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 3 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ด้านบนของเครื่องอัดถ่านแท่ง



จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 2 การทดลองใช้เครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ต้องการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของชุมชน คณะผู้วิจัย จึงทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดถ่าน ดังตารางที่ 1, 2 และ 3

ตารางที่ 1 ตารางทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดถ่านแท่งในการผลิตถ่านปริมาณวัตถุ 3,600 กรัมนาที

การทดสอบประสิทธิภาพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)
การผลิตถ่านในวัตถุดิบ 3,600 กรัม ได้ปริมาณถ่านอัด (แท่ง)	17	18	20	23	24	20.4
ระยะเวลาในการผลิต (นาที)	2.00	1.80	1.50	1.55	1.43	1.65

หมายเหตุ: เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547)

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดสอบครั้งที่ 1 ปริมาณถ่านอัดแท่งจำนวน 17 แท่ง ใช้เวลาในการผลิต 2.00 นาที การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ปริมาณถ่านอัดแท่งจำนวน 18 แท่ง ใช้เวลาในการผลิต 1.80 นาที การทดสอบครั้งที่ 3 ได้ปริมาณถ่านอัดแท่งจำนวน 20 แท่ง ใช้เวลาในการผลิต 1.50 นาที การทดสอบครั้งที่ 4 ได้ปริมาณถ่านอัดแท่งจำนวน 23 แท่ง ใช้เวลาในการผลิต 1.55 นาที การทดสอบครั้งที่ 5 ได้ปริมาณถ่านอัดแท่งจำนวน 24 แท่ง ใช้เวลาในการผลิต 1.43 นาที

สรุปได้ว่า การทดสอบทั้ง 5 ครั้ง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดถ่านแท่งในปริมาณวัตถุ 3,600 กรัมต่อนาที เท่ากับ 20.4 แท่ง ระยะเวลาในการผลิตมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 1.65 นาที

ตารางที่ 2 ตารางทดสอบประสิทธิภาพถ่านอัดแท่งตามขนาดและน้ำหนักของถ่านอัดแท่ง

ทดสอบประสิทธิภาพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)
ขนาดความยาวถ่านอัดแท่ง (เซนติเมตร)	17	10	13	15	15.5	14
น้ำหนักของถ่านอัดแท่ง (กรัม)	190	70	130	150	165	141

หมายเหตุ: เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547)

จากตารางที่ 2 พบว่าการทดสอบครั้งที่ 1 หาขนาดความยาวของถ่านอัดแท่งได้ขนาด 17 เซนติเมตร น้ำหนัก 190 กรัม การทดสอบครั้งที่ 2 หาขนาดความยาวของถ่านอัดแท่งได้ขนาด 10 เซนติเมตร น้ำหนัก 70 กรัม การทดสอบครั้งที่ 3 หาขนาดความยาวของถ่านอัดแท่งได้ขนาด 13 เซนติเมตร น้ำหนัก 130 กรัม การทดสอบครั้งที่ 4 หาขนาดความยาวของถ่านอัดแท่งได้ขนาด 15 เซนติเมตร น้ำหนัก 150 กรัม การทดสอบครั้งที่ 5 หาขนาดความยาวของถ่านอัดแท่งได้ขนาด 15.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 165 กรัม

สรุปได้ว่าการหาขนาดความยาวถ่านอัดแท่งและน้ำหนักของถ่านอัดแท่งทั้ง 5 ครั้ง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ความยาวถ่านอัดแท่งเท่ากับ 14.1 เซนติเมตร น้ำหนักของถ่านอัดแท่งมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 141 กรัม

ตารางที่ 3 ทดสอบประสิทธิภาพค่าความร้อนและระยะเวลาในการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง

ทดสอบประสิทธิภาพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	สรุปผล การทดสอบ
ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง (แคลอรี/กรัม)	4,540	4,860.50	4,380	4,385	4,700	4,573.10	ผ่านเกณฑ์
ระยะเวลาการเผาไหม้ (นาที)	20	30	24	24	25	24.6	ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ: เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547)

จากตารางที่ 3 พบว่า การทดสอบหาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งทั้ง 5 ครั้ง โดยการทดสอบครั้งที่ 1 หาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งได้ 4,540 แคลอรีต่อกรัม ระยะเวลาในการเผาไหม้ 20 นาที การทดสอบครั้งที่ 2 หาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งได้ 4,860.50 แคลอรีต่อกรัม ระยะเวลาในการเผาไหม้ 30 นาที การทดสอบครั้งที่ 3

หาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งได้ 4,380 แคลอรีต่อกรัม ระยะเวลาในการเผาไหม้ 24 นาที การทดสอบครั้งที่ 4 หาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งได้ 4,385 แคลอรีต่อกรัม ระยะเวลาในการเผาไหม้ 24 นาที และการทดสอบครั้งที่ 5 หาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งได้ 4,700 แคลอรีต่อกรัม ระยะเวลาในการเผาไหม้ 25 นาที

สรุปผลการทดสอบทั้ง 5 ครั้งเป็นตามเกณฑ์มาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่ง พบว่า การทดสอบทั้ง 5 ครั้ง ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4,573.10 แคลอรีต่อกรัม และใช้เวลาในการเผาไหม้เฉลี่ย ($\bar{X}$) 24.6 นาที ถ้าพิจารณาการทดสอบประสิทธิภาพรายครั้ง พบว่า การทดสอบครั้งที่ 2 มีค่าความร้อนสูงสุดเท่ากับ 4,860.50 และมีระยะเวลาในการเผาไหม้เท่ากับ 30 นาที รองลงมา คือ ครั้งที่ 5 ซึ่งมีค่าความร้อนเท่ากับ 4,700 และมีระยะเวลาในการเผาไหม้เท่ากับ 25 นาที

โดยสรุป การสร้างต้นแบบเครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรม สามารถตอบสนองความต้องการของชุมชนได้อย่างเป็นรูปธรรม และการจัดรูปแบบการจัดการองค์ความรู้ชุมชน มีศักยภาพในการเป็นผู้นำประกอบการชุมชนอย่างยั่งยืน ทั้งในมิติด้านเศรษฐกิจ พลังงาน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับชุมชน

อภิปรายผล

การวิจัยนี้ได้ศึกษาและวิจัยพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของชุมชน คณะผู้วิจัยได้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งมาประยุกต์ใช้ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น เป็นการพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงสามารถใช้งานในพื้นที่ที่มีพื้นที่จำกัดในการทำงาน ได้เป็นอย่างดีได้ทำการพัฒนาด้านขนาดและรูปร่างของเครื่องอัดถ่านและเป็นการลดชิ้นส่วนบางส่วนของเครื่องอัดถ่านแท่ง (พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น, 2563) อาทิเช่น ลดขนาดโครงสร้างฐาน ลดจำนวนของมู่เล่ และลดขนาดของช่องใส่ผงถ่าน ปรับใช้มอเตอร์ให้มีกำลังน้อยลงกว่าเดิม แต่ยังมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีเหมือนเดิม ซึ่งก่อนหน้านี้ เครื่องอัดถ่านแท่งเป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่ไม่เหมาะกับการเคลื่อนย้าย คณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาให้มีขนาดเล็กลงเหมาะกับการเคลื่อนย้ายที่สะดวก สามารถยกเคลื่อนที่ได้ง่าย โดยขั้นตอนการทำงานของเครื่องอัดถ่านนั้นด้วยการนำเศษถ่านที่เหลือใช้มาบดให้ละเอียดและผสมแป้งมันกับน้ำตามปริมาณที่กำหนดไว้จากนั้นเปิดสวิทช์ให้มอเตอร์ทำงานแล้วนำวัตถุดิบที่เตรียมไว้เทลงในช่องอัดจากนั้นเครื่องอัดถ่านจะทำการบดอัดถ่านออกมาเป็นแท่งตามขนาดที่กำหนด เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกระบวนการพัฒนาในการผลิตเครื่องจักรที่รวดเร็วและทันตามความต้องการทำให้เครื่องจักรที่ได้รับการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุดและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต เพื่อต่อยอดและพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปใช้กับวัตถุดิบเหลือใช้จากธรรมชาติได้หลากหลายชนิดขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้ของผู้เข้ามาศึกษางานวิจัยนี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทินกร พิริโยธา ได้ทำการศึกษาและนำเศษไม้ปลายไม้เมื่อเผาให้เป็นถ่านแล้วนำมาอัด โดยใช้เครื่องมือกลแรงดันต่ำ ช่วยเพิ่มความหนาแน่น สามารถทำให้เป็นแท่งเชื่อเพลิงได้ แต่ปัญหาสำคัญในการผลิตเชื่อเพลิงอัดแท่ง คือ เครื่องมือที่ใช้อัดมีราคาแพง ใช้กำลังไฟฟ้าสูง ดังนั้น การพัฒนาให้มีการออกแบบเครื่องมืออัดเชื่อเพลิงแท่งอย่างง่ายและราคาไม่แพงจะช่วยให้ชาวบ้านในชุมชนมีศักยภาพในการทำเชื่อเพลิงอัดแท่งใช้เองได้ (วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และคณะ, 2538) ผลการศึกษาพบว่า เครื่องมืออัดแท่งแบบเกลียวสกรูเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมกับการใช้ งานอัดแท่งถ่านปนมากที่สุด (บริษัทพีเอสพี เทคโนโลยี จำกัด, 2558); (ทินกร พิริโยธา, 2560) โดยสามารถออกแบบเครื่องอัดให้มีลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบ ภายในเครื่องเดียวคือ เครื่องอัดแท่งแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบมือหมุน แบบจักรยานปั่น และเครื่องอัดแบบ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยสามารถผลิตถ่านอัดแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ยาว 1 เมตร ในเวลา 2 นาที เมื่อนำเครื่องอัดแท่งเชื่อเพลิงที่ได้มาทดลองอัดด้วยอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบต่าง ๆ นั้น พบว่า เครื่องสามารถผลิตแท่งเชื่อเพลิงได้ทั้งสามแบบ ส่วนผสมที่นำมาผลิตเชื่อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสม คือ ผงถ่านปน



1,000 กรัม แป้งมัน 100 กรัม ผสมน้ำ 700 ซี.ซี. และเมื่อนำเชื้อเพลิงอัดแท่งมาทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน ต้มน้ำกับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง พบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่ง ต้มน้ำให้มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในเวลา 35 นาที เครื่องอัดที่ออกแบบได้ สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และปริมาณวัตถุดิบคือ การทำงานแบบใช้มือหมุนและแบบจักรยานนั้น เหมาะสมกับการผลิตเชื้อเพลิง ใช้ภายในครัวเรือน เนื่องจากมีกำลังผลิตต่ำ ส่วนการอัดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าความเหมาะสม ในการดำเนินงานเชิงพาณิชย์ เนื่องจากสะดวกต่อการใช้งานเครื่องอัดถ่านชีวมวลที่ผลิตขึ้นทำงานสูงสุดเฉลี่ย 32 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากนั้นลดความชื้นด้วยวิธีการตากแดดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (2 วัน) ทดสอบระยะเวลาการจุดติดไฟ ระยะเวลาการมอดดับ และปริมาณขี้เถ้า จากนั้นส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เข้าทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานของ ASTM ประกอบด้วย ความชื้นร้อยละ 10.33 เถ้าร้อยละ 22.02 คาร์บอนคงตัวร้อยละ 33.71 กำมะถัน ร้อยละ 3.52 ค่าความจุความร้อน 4,178 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และสารระเหยร้อยละ 33.94 ซึ่งผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่งจากงานวิจัยครั้งนี้ สามารถนำมาใช้ในการผลิตเพื่อจำหน่าย และใช้ประโยชน์ในครัวเรือนต่อไปได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งระบบอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริง ในบริบทของชุมชน และมีสมรรถนะการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการผลิตเชิงชุมชนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร กระบวนการออกแบบระบบอัตโนมัติร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากภายนอกและเพิ่มความยั่งยืนให้แก่กระบวนการผลิตถ่านแท่งในระดับท้องถิ่น ผลการทดลองใช้งานจริง พบว่าเครื่องอัดถ่านแท่งมีประสิทธิภาพการทำงานสม่ำเสมอ สามารถผลิตถ่านแท่งได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งในด้านอัตราการผลิต คุณภาพของถ่านแท่งและความเสถียรของระบบการทำงาน นอกจากนี้ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานในชุมชนอยู่ในระดับมาก สะท้อนให้เห็นว่าเครื่องอัดถ่านแท่งที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริง เข้าใจง่าย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างรายได้และเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชนได้อย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน ในส่วนของข้อเสนอแนะจากการวิจัย 1) ควรศึกษาการปรับปรุงโครงสร้างและระบบควบคุมของเครื่องอัดถ่านแท่งให้มีความยืดหยุ่นต่อวัตถุดิบทางการเกษตรที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อเพิ่มขอบเขตการประยุกต์ใช้งานในบริบทชุมชนที่แตกต่างกัน 2) ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพระยะยาวของพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเฉพาะความเสถียรของการจ่ายพลังงานและต้นทุนตลอดอายุการใช้งานของระบบเพื่อประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์อย่างละเอียด และ 3) งานวิจัยต่อไปอาจนำเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ระบบติดตามข้อมูลการผลิต หรือ Internet of Things (IoT) มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม วิเคราะห์ และวางแผนการผลิตในระดับชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้นำชุมชน ชาวบ้านหมู่บ้าน นาโสม ตำบลนาโสม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี รวมถึงผู้ผลิต ผู้ประกอบการชุมชน และพัฒนากรทุกท่านที่ให้การสนับสนุน และร่วมมือร่วมใจในการประสานงานพื้นที่ชุมชนเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2562). คู่มือการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์. เรียกใช้เมื่อ 18 พฤศจิกายน 2567 จาก <https://www.yotathai.com/yotanews/solar-energy2>
- ทินกร พิริโยธธา. (2560). การออกแบบเครื่องมืออัดแท่งสำหรับเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุชีวมวล. ใน รายงานการวิจัย. กลุ่มพัฒนาพลังงานจากไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.
- บริษัทพีเอสพี เทค จำกัด. (2558). ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือต่าง ๆ. เรียกใช้เมื่อ 25 กันยายน 2567 จาก <http://www.psptech.co.th>
- พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น. (2563). การพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งในรูปแบบเกลียวอัดเย็นสำหรับเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิตกาแฟชุมชนและการหาคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงจากผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่ง. วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, 9(1), 34-48.
- รังสรรค์ ช้างชนะ และคณะ. (16 ก.ค. 2567). บริบทและปัญหาของชุมชนตำบลนาโสม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี. (กฤษฎิ์ชาคริต วัฒนประเสริฐ และคณะ, ผู้สัมภาษณ์)
- วริทธิ์ อิงภากรณ์ และคณะ. (2538). การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วิฑูรย์ หงส์สุมาลย์ และคณะ. (2562). การผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 4(1), 47-53.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2565). แผนพัฒนาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (2566 - 2570). เรียกใช้เมื่อ 17 พฤศจิกายน 2566 จาก <https://shorturl.asia/R8ycA>
- Karchesy, J. & Koch, P. (1979). Energy Production from Hardwoods Growing on Southern Pine Sites. New Orleans: U.S Department of Agriculture.
- Nakanishi, Y. & Rueangwiset, A. (2013). Mechanical Design. Bangkok: SE-ED Publisher.