

การศึกษาคุณสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว Thermal Properties of Briquetted Charcoal from Rice Straw

คมสัน มุ่ยสี^{1*}, จุฑาทิพย์ นามวงษ์² และ กฤษณะ จันทสิทธิ์³

Komsan Muisee^{1,*}, Juthathip Namwong² and Krisana Janthasit³

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

² สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

³ สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติก คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Rambhaibarni Rajabhat University

² Department of Industrial Art, Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Rambhaibarni Rajabhat University

³ Department of Logistics Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Rambhaibarni Rajabhat University

Received : Jan 12, 2026

Revised : Mar 25, 2026

Accepted : Apr 4, 2026

บทคัดย่อ

การเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานและการลดลงของทรัพยากรเชื้อเพลิงฟอสซิล ส่งผลให้เกิดความสนใจในการพัฒนาพลังงานทดแทนจากวัสดุชีวมวล โดยเฉพาะเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ซึ่งมีปริมาณมากในประเทศไทย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว และศึกษาคุณสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) ในการทดลอง ฟางข้าวถูกนำไปผ่านกระบวนการเผาแบบไม่ใช้ออกซิเจน เพื่อผลิตถ่าน จากนั้นนำมาบดและร่อนให้มีความสม่ำเสมอ ก่อนผสมกับน้ำมันสำหรับหล่อในอัตราส่วนร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก เพื่อเป็นตัวประสาน อัดขึ้นรูปเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดถ่าน นำไปอบแห้งจนมีความชื้นคงที่ การทดสอบคุณสมบัติทางความร้อนประกอบด้วย การวัดค่าความร้อนด้วยเครื่อง Bomb Calorimeter การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และค่าความหนาแน่น ตามวิธีมาตรฐาน ผลการทดสอบพบว่าถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้มีค่าความร้อนเฉลี่ยที่ 3,522 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.44 และปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 41.53 ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าฟางข้าวสามารถนำมาผลิตถ่านอัดแท่งที่มีคุณสมบัติทางความร้อนอาจไม่เหมาะสมต่อการผลิตเชิงพาณิชย์ แต่มีศักยภาพในการเป็นพลังงานทดแทนที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของครัวเรือนและชุมชน รวมทั้งลดการพึ่งพาพลังงานฟอสซิลและส่งเสริมการใช้ทรัพยากรชีวมวลได้

คำสำคัญ : ถ่านอัดแท่ง, ฟางข้าว, พลังงานชีวมวล, เชื้อเพลิงทดแทน

Abstract

The increasing demand for energy and the depletion of fossil fuel resources have led to growing interest in the development of renewable energy from biomass, particularly agricultural residues such as rice straw, which is abundantly available in Thailand. This study aims to produce charcoal briquettes from rice straw and to investigate their thermal properties in accordance with the Thai Community Product Standard (TCPS 238/2004). In this study, rice straw was subjected to a pyrolysis process under oxygen-

limited conditions to produce charcoal. The resulting charcoal was then crushed and sieved to obtain a uniform particle size. Cassava starch at 3% by weight was used as a binder before the mixture was compressed into briquettes using a briquetting machine and subsequently dried until a constant moisture content was achieved. The thermal properties were evaluated by measuring the calorific value using a bomb calorimeter, along with analyses of moisture content, ash content, and density based on standard methods. The results showed that the produced briquettes had an average calorific value of 3,522 cal/g, an average moisture content of 8.44%, and an average ash content of 41.53%, which do not meet the requirements of the community product standard. Nevertheless, the findings indicate that rice straw can be utilized to produce charcoal briquettes. Although the thermal properties may not be suitable for commercial production, the briquettes demonstrate potential as an alternative energy source for households and communities, helping to reduce energy costs, decrease dependence on fossil fuels, and promote the utilization of biomass resources.

Keywords : Briquetted charcoal, rice straw, Biomass energy, Alternative fuel

*Corresponding author. E-mail : komsan.m@rbru.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลัก การผลิตข้าวนอกจากให้ผลผลิตหลักคือเมล็ดข้าวแล้วยังทำให้เกิดผลพลอยได้จำนวนมาก ได้แก่ ฟางข้าวและแกลบ ซึ่งในทางปฏิบัติส่วนใหญ่มักถูกจัดการอย่างไม่เหมาะสม เช่น การเผาทิ้งในพื้นที่การเกษตรหรือการกองทิ้งไว้โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ส่งผลให้เกิดปัญหาหมอกควัน มลพิษทางอากาศ การสูญเสียอินทรีย์วัตถุในดิน ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน อย่างไรก็ตาม ฟางข้าวและแกลบจัดเป็นวัสดุชีวมวลที่มีศักยภาพสูง สามารถนำมาแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มได้ โดยสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ซึ่งมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ลดของเสีย และส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน พื้นที่ตำบลบ่ออำเภอลำลูก จังหวัดจันทบุรี เป็นชุมชนเกษตรกรรมที่มีปริมาณฟางข้าวและแกลบจำนวนมาก แต่ยังขาดการนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นระบบ ผู้นำชุมชนร่วมกับคณะนักวิจัยจึงมีแนวคิดในการนำฟางข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่งและผลิตภัณฑ์หัตถกรรม เพื่อใช้ภายในชุมชน ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน สร้างรายได้เสริม และพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านการใช้ทรัพยากรชีวมวล ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจของชุมชนในระยะยาว จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุทางการเกษตรหลากหลายชนิด คมสัน มุ่ยสี และกฤษณะ จันทสิทธิ์ (2564) ศึกษาสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนหมอนทอง โดยใช้แบริ่งมันสำปะหลังร้อยละ 3 เป็นตัวประสานพบว่าถ่านอัดแท่งมีความคงรูปดี มีค่าความชื้น ปริมาณเถ้า และค่าความร้อนเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขณะที่วิลาสินี หอมระรื่น และวิสาชา ภูจินดา (2562) รายงานการนำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งซึ่งให้ค่าพลังงานความร้อนในระดับสูง จิราภรณ์ สอดจิตร์ และคณะ (2552) ศึกษาการพัฒนาถ่านอัดแท่งจากเปลือกกล้วยพบว่าสามารถให้พลังงานความร้อนในระดับเหมาะสมและมีต้นทุนการผลิตต่ำ นอกจากนี้ ลักษมี สุทธิวิไลรัตน์ และคณะ (2558) ยังรายงานว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกกล้วยน้ำว้ามีค่าพลังงานความร้อนค่อนข้างสูงและสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลได้

มีการศึกษาการนำฟางข้าวเหลือทิ้งมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง โดยใช้ตัวประสาน 3 ชนิด ได้แก่ แบริ่ง กระดาษ และแบริ่งฝือก ในอัตราส่วน 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ฟางข้าวถูกนำไปผ่านกระบวนการคาร์บอนไนซิ่งก่อนผสมกับตัวประสานและอัดขึ้นรูป จากนั้นทดสอบสมบัติทางกายภาพ เคมี การเผาไหม้ การใช้พลังงาน และการปล่อยมลพิษ ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณตัวประสานช่วยเพิ่มความหนาแน่น ความทนทาน และความต้านทานน้ำของถ่านอัดแท่ง โดยค่าความร้อนอยู่ในช่วง 24–28 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และมีค่าคาร์บอนคงที่สูงสุดประมาณ 37 เปอร์เซ็นต์ แบริ่งให้เสถียรภาพทางความร้อนดีที่สุด แต่มีข้อจำกัดด้านต้นทุนและการเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อาหาร ขณะที่แบริ่งฝือกเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากมีต้นทุนต่ำและให้คุณสมบัติใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ถ่านอัดแท่งมีการปล่อยมลพิษต่ำกว่าการเผาฟางโดยตรง และสามารถนำไปใช้เป็น

เชื้อเพลิงทดแทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Narzary *et al.*, 2023) จากงานวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าเศษเหลือใช้ทางการเกษตรมีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นวัสดุชีวมวลประเภทอื่น เช่น เปลือกทุเรียน เปลือกมังคุด และเปลือกกล้วย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว และเปรียบเทียบคุณสมบัติกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เพื่อประเมินศักยภาพของฟางข้าวในการเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่มีคุณภาพ และเป็นแนวทางในการใช้ทรัพยากรชีวมวลให้เกิดประโยชน์สูงสุดอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับชีวมวลประเภทไม้หรือเศษวัสดุทางการเกษตรที่มีปริมาณต่ำ เช่น แกลบ หรือเศษไม้ ในขณะที่ฟางข้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณมากในประเทศไทยยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำมาผลิตถ่านอัดแท่งและการประเมินคุณสมบัติทางความร้อนค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติทางความร้อนกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาและประเมินคุณสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาพลังงานชีวมวลในระดับชุมชนต่อไป

ถ่านอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลที่ผลิตจากผงถ่านซึ่งได้จากกระบวนการคาร์บอนในเซชันของวัสดุอินทรีย์ เช่น ไม้หรือเศษวัสดุทางการเกษตร โดยนำมาผสมกับตัวประสาน และอัดขึ้นรูปให้มีลักษณะเป็นแท่งหรือรูปทรงต่าง ๆ หลักการสำคัญ คือ การเพิ่มความหนาแน่น ของวัสดุเชื้อเพลิง ทำให้มีความสม่ำเสมอในการเผาไหม้ ติดไฟง่าย และสะดวกต่อการขนส่งและการใช้งาน กระบวนการไพโรไลซิส เป็นกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยความร้อนภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนจำกััดหรือไม่มีออกซิเจน ทำให้โครงสร้างของชีวมวล เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน แตกตัวและเปลี่ยนรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลัก ได้แก่ ถ่าน น้ำมันชีวภาพ และก๊าซเชื้อเพลิง โดยใช้ในงานวิจัยที่ประมาณ 700 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสลายตัวของลิกนินอย่างสมบูรณ์ และช่วยลดปริมาณสารระเหยในถ่าน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเสถียรทางความร้อนสูง อย่างไรก็ตาม หากใช้อุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้ผลผลิตถ่านลดลงเนื่องจากเกิดการสลายตัวเป็นก๊าซมากขึ้น โดยใช้อัตราส่วนตัวประสานร้อยละ 3 ถือเป็นค่าที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถให้ความแข็งแรงเพียงพอโดยไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความร้อนมากนัก อบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่สูงพอในการระเหยน้ำอิสระ และน้ำบางส่วนที่ยึดเกาะในโครงสร้าง โดยไม่ทำให้โครงสร้างของถ่านเสียหาย เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นในถ่านอัดแท่งเข้าสู่สภาวะคงที่ ซึ่งช่วยให้ค่าคุณสมบัติทางความร้อนมีความแม่นยำและสม่ำเสมอในการทดสอบ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การผลิตถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว

1.1 นำฟางข้าวทำความสะอาดคัดเอาสิ่งปะปนออกให้หมด และตากแห้งประมาณ 7-14 วัน เพื่อลดปริมาณความชื้น แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ฟางข้าวแห้ง

1.2 ทำให้เป็นถ่านโดยใช้เตาเผาชนิดไพโรไลซิสที่อุณหภูมิประมาณ 700 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 3 ชั่วโมง และนำมาบดละเอียดแสดงดังภาพที่ 2(ก) และ 2(ข)

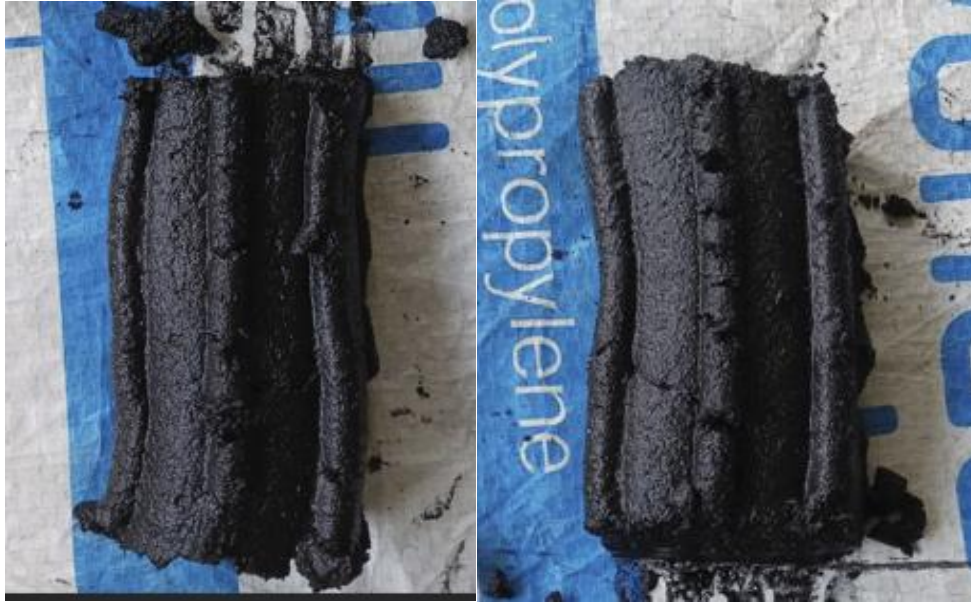


ภาพที่ 2 ถ่านและผงถ่านฟางข้าว (ก) ถ่านฟางข้าว (ข) ผงถ่านฟางข้าว

1.3 นำผงถ่านฟางข้าว ผสมกับแป้งมันร้อยละ 3 โดยน้ำหนักตาม คมสัน มุ่ยสี และกฤษณะ จันทสิทธิ์ (2564) และน้ำ คลุกเคล้าให้เข้ากัน

1.4 ใช้เครื่องอัดแท่งชนิดไข่มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลังผ่านเกลียวอัด

1.5 ตัดถ่านอัดแท่งให้ได้ขนาด 10 เซนติเมตร อบเพื่อไล่ความชื้น โดยใช้อุณหภูมิในการอบ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ตามวิลาสินี หอมระรื่น และวิสาชา ภูจินดา (2549) แสดงถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวดังภาพที่ 3 และเครื่องอบแห้ง รุ่น GE300-2G ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว



ภาพที่ 4 เครื่องอบแห้งโมเดล GE300-2G

2. การวิเคราะห์ถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว

การทดลองทั้งหมดดำเนินการซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ($n = 3$) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล และนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าเฉลี่ยสำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลอง

2.1 ปริมาณความชื้นทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3173 (ASTM International, 2017) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในวัสดุ โดยนำตัวอย่างมาวิเคราะห์และให้ความร้อนคงที่ในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อให้ไอน้ำระเหยออกจากตัวอย่าง ค่าความชื้นที่ได้สามารถคำนวณจากน้ำหนักของตัวอย่างที่ลดลงจากสมการที่ 1 และเครื่องวัดความชื้นรุ่น MOC63u แสดงดังภาพที่ 5

$$\text{ปริมาณความชื้น (\% dry basis)} = ((M1 - M2) \times 100) / M2 \dots\dots\dots (1)$$

$M1$ = มวลของเชื้อเพลิงอัดแท่งก่อนอบ (กรัม)

M2 = มวลของเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังอบ (กรัม)



ภาพที่ 5 เครื่องวัดความชื้นรุ่น MOC63u

2.2 ปริมาณถ่านเป็นการวิเคราะห์หาสารอินทรีย์ที่เหลือจากการเผาไหม้ ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3174 (ASTM International, 2018) โดยนำตัวอย่างไปเผาให้ความร้อนในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส แล้วค่อย ๆ เพิ่มความร้อนเป็น 700–750 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

นำถ่านและเถ้าที่สะอาดไปอบ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น 30 นาที จากนั้นนำไป ชั่งมวล (W1) ใส่สารตัวอย่าง 1 กรัม ในถ่าน จากนั้น นำไปชั่งมวลพร้อมเถ้า (W2) แล้วอุ่นในเตาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิจาก 450 - 600 องศาเซลเซียส จากนั้นให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และเก็บไว้ในเตาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้ว นำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้นจนถึงที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (W4) คำนวณค่าร้อยละความชื้น ตามสมการที่ (2) และเตาเผาแสดงดังภาพที่ 6

$$AC(\%) = ((W_4 - W_1) / (W_2 - W_1)) \times 100 \dots\dots\dots (2)$$



ภาพที่ 6 เตาเผา

2.3 ค่าความร้อนปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น เมื่อสารตัวอย่างถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Bomb Calorimeter ตามมาตรฐาน ASTM D3286 (ASTM International, 2019)



ภาพที่ 7 Bomb Calorimeter Model C5003 Control

ผลการวิจัย

พบว่ามีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.44 โดยน้ำหนัก เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซึ่งกำหนดไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 8 พบว่ามีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 41.53 โดยน้ำหนัก เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซึ่งกำหนดไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 8 และพบว่ามีความร้อนเฉลี่ยที่ 3,522 แคลอรีต่อกรัมโดยน้ำหนัก ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซึ่งกำหนดไว้ที่ไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม แสดงดังตารางที่ 1 - 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าปริมาณความชื้นถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว

การทดลองครั้งที่	ค่าปริมาณความชื้น (%)
1	8.15
2	8.75
3	8.42
ค่าเฉลี่ย	8.44 ± 0.29

Remark Values are expressed as mean ± S.D.

ตารางที่ 2 ค่าปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว

การทดลองครั้งที่	ค่าปริมาณเถ้า (%)
1	41.4
2	48.0
3	46.5
ค่าเฉลี่ย	45.3 ±0.04

Remark Values are expressed as mean ± S.D.

ตารางที่ 3 ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว

การทดลองครั้งที่	ค่าความร้อน (Cal/g)
1	3,643
2	3,510
3	3,413
ค่าเฉลี่ย	3,522 ±22.50

Remark Values are expressed as mean ± S.D.

จากผลการทดลองนำมาเปรียบเทียบค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวกับถ่านอัดแท่งชนิดอื่น แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าความร้อนถ่านอัดแท่งเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองกับถ่านอัดแท่งชนิดต่าง ๆ

ชนิดถ่านอัดแท่ง	ค่าความร้อน (Cal/g) (มผช. 238/2547 = 5,000 Cal/g)
ถ่านอัดแท่งเปลือกสับปะรด	5,241
ถ่านอัดแท่งเห้งน้ำมันสำประหลัง	4,307
ถ่านอัดแท่งเปลือกกล้วย	5,028
ถ่านอัดแท่งเศษถ่านที่เหลือจากกระบวนการผลิตกล้วยทอดกรอบ	5,493
ถ่านอัดแท่งเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง	5,735
ถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว	3,522

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองพบว่า ถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวที่ผลิตขึ้นมีค่าความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 3,522 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) ที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม แสดงให้เห็นว่าฟางข้าวเมื่อผ่านกระบวนการไพโรไลซิสและอัดแท่งแล้ว ยังให้พลังงานความร้อนในระดับต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเศษวัสดุทางการเกษตรชนิดอื่น สาเหตุสำคัญอาจเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวซึ่งมีปริมาณซิลิกาและแร่ธาตุอินทรีย์ค่อนข้างสูง ส่งผลให้ค่าพลังงานความร้อนลดลงและเกิดเถ้าในปริมาณมากหลังการเผาไหม้สอดคล้องกับ วิลาสินี หอมระรื่น และวิสาชา ภูจินดา (2562)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าพบว่ามีความเฉลี่ยร้อยละ 41.53 โดยน้ำหนัก ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสำหรับถ่านอัดแท่งอย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุสำคัญอาจเกิดจากองค์ประกอบของฟางข้าวที่มีปริมาณซิลิกาสูงตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของชีวมวลประเภทฟาง เมื่อผ่านกระบวนการเผาไหม้จึงทำให้เกิดปริมาณเถ้าสูง ส่งผลให้ค่าความร้อนของ

เชื้อเพลิงลดลงและไม่เหมาะสมต่อการใช้ในเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตาม ฟางข้าวยังคงมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นพลังงานชีวมวล เนื่องจากเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณมากและสามารถลดปัญหาการเผาในที่โล่งได้

ในด้านปริมาณความชื้น พบว่าถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเล็กน้อย ปริมาณความชื้นที่สูงส่งผลให้การจุดติดไฟทำได้ยากขึ้นและทำให้พลังงานส่วนหนึ่งถูกใช้ไปกับการระเหยของน้ำ ส่งผลให้ค่าความร้อนสุทธิที่ได้น้อยลง แม้ว่าจะมีการอบไล่ความชื้นหลังการอัดแท่งแล้วก็ตาม ทั้งนี้อาจต้องปรับเปลี่ยนการอบแห้ง เช่น อุณหภูมิหรือระยะเวลา เพื่อให้สามารถลดความชื้นลงให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ คมสัน มุ้ยสี และกฤษณะ จันทสิทธิ์ (2564) และ ลักขมี สุทธิวิไลรัตน์ (2558) พบว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียน เปลือกกล้วย และชีวมวลประเภทอื่นให้ค่าความร้อนสูงกว่าอย่างชัดเจน โดยมีค่าความร้อนมากกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ความแตกต่างดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าชนิดของวัตถุดิบมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่ง แม้ว่าการใช้แ่งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในอัตราร้อยละ 3 จะช่วยให้ถ่านอัดแท่งมีความคงรูปและความแข็งแรงดี แต่ไม่สามารถชดเชยข้อจำกัดด้านคุณสมบัติพื้นฐานของฟางข้าวได้ อย่างไรก็ตาม แม้ถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวจะไม่เป็นไปตามมาตรฐานสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์ แต่ยังมีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลในระดับครัวเรือนและชุมชน เนื่องจากสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบที่หาได้ง่าย มีต้นทุนต่ำ และช่วยลดการเผาฟางข้าวในที่โล่ง อันเป็นการลดปัญหามลพิษทางอากาศและส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ทั้งนี้การปรับปรุงกระบวนการผลิต เช่น การผสมชีวมวลชนิดอื่นร่วมกับฟางข้าว หรือการปรับสภาวะไฟโรไลซิส อาจช่วยเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่งให้เหมาะสมต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น และเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Narzary (2023) พบว่าผลการศึกษานี้มีแนวโน้มสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับชีวมวลที่มีปริมาณเถ้าสูง โดยเฉพาะฟางข้าว ซึ่งมีองค์ประกอบของซิลิกาในปริมาณสูง ส่งผลให้ค่าความร้อนต่ำและปริมาณเถ้าสูงหลังการเผาไหม้ โดยทั่วไปงานวิจัยต่างประเทศรายงานว่าถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวมีค่าความร้อนอยู่ในช่วงประมาณ 3,300–4,300 cal/g และมีปริมาณเถ้าสูงกว่า 15–30 % ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองในงานวิจัยนี้ ซึ่งมีเงื่อนไขของกระบวนการไฟโรไลซิส ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 3 ชั่วโมง ถูกกำหนดเป็นค่าคงที่ จึงอาจยังไม่ใช่อุปกรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตถ่านจากฟางข้าว เนื่องจากเตาเผาไม่สามารถปรับอุณหภูมิได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวโดยใช้แ่งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน และประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและทางความร้อนของถ่านอัดแท่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) ฟางข้าวถูกนำไปผ่านกระบวนการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิประมาณ 700 องศาเซลเซียส จากนั้นบดเป็นผง ผสมกับแ่งมันสำปะหลังร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก และอัดขึ้นรูปเป็นถ่านอัดแท่งทรงกระบอก ก่อนนำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า ถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวที่ผลิตได้มีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร และความยาว 10 เซนติเมตร มีความแข็งแรงในระดับหนึ่ง ไม่แตกหักง่ายระหว่างการจัดการและการขนย้าย อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางความร้อน พบว่าค่าความร้อนเฉลี่ยของถ่านอัดแท่งเท่ากับ 3,522 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม นอกจากนี้ ปริมาณความชื้นเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.44 โดยน้ำหนัก สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 8 และปริมาณเถ้าเฉลี่ยมีค่าสูงถึงร้อยละ 41.53 โดยน้ำหนัก ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอย่างมาก

ผลการทดลองดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า คุณสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวยังไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยเฉพาะในด้านค่าความร้อนและปริมาณเถ้า ส่งผลให้ไม่เหมาะสมต่อการผลิตและใช้งานในเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตาม การใช้แ่งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในอัตราร้อยละ 3 สามารถช่วยให้ถ่านอัดแท่งมีความคงรูปและความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานจริงในระดับหนึ่ง จากผลการศึกษานี้สามารถเสนอแนะแนวทางสำหรับการศึกษาต่อไปได้ดังนี้ ควรปรับปรุงกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งจากฟางข้าว โดยเฉพาะการลดปริมาณเถ้าและเพิ่มค่าความร้อน เช่น การปรับอุณหภูมิและระยะเวลาในกระบวนการไฟโรไลซิส การคัดแยกหรือปรับสภาพวัตถุดิบก่อนการเผา รวมถึงการผสมฟางข้าวกับชีวมวลชนิดอื่นที่มีค่าความร้อนสูงกว่า นอกจากนี้ควรศึกษาผลของสัดส่วนตัวประสานที่แตกต่างกันต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางความร้อนของถ่านอัดแท่งอย่างเป็นระบบ และยังมีข้อจำกัดในด้านชนิดของตัวประสานที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง รวมถึงการศึกษาเฉพาะคุณสมบัติทางความร้อนพื้นฐานเท่านั้น ในอนาคตควรมีการศึกษาปัจจัยอื่นเพิ่มเติม เช่น

อัตราส่วนตัวประสาน อุณหภูมิการไฟโรไลซิส และลักษณะทางกายภาพของถ่านอัดแท่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลจากฟางข้าวให้เหมาะสมต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

แม้ว่าถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวที่ผลิตได้จะไม่เป็นไปตามมาตรฐานสำหรับการจำหน่ายเชิงพาณิชย์ แต่ยังมีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลในระดับครัวเรือนและชุมชน ซึ่งช่วยลดการเผาฟางข้าวในที่โล่ง ลดปัญหามลพิษทางอากาศ และส่งเสริมการใช้ทรัพยากรชีวมวลอย่างคุ้มค่า อันเป็นแนวทางหนึ่งในการสนับสนุนการพัฒนาพลังงานทดแทนและการพัฒนาที่ยั่งยืนในระดับชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- คมสัน มุยสี และกฤษณะ จันทสิทธิ์. (2564). การศึกษาสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 5 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ (หน้า 55-62). มหาวิทยาลัยราชภัฏสุวรรณภูมิ.
- จิราภรณ์ สอดจิตร, เจริญทอง สิงห์จามรงค์, ปวีนา น้อยทัพ, กนกกานต์ วีระกุล, ไพศาล แคนตา, ดิเรก ยิ้มห้อย, และมาโนช วงศ์เมือง. (2552). การวิจัยและพัฒนาขยะจากเปลือกกล้วยเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร และพลังงาน การจัดการขยะและการพัฒนาตลาดของผลิตภัณฑ์ในจังหวัดพิษณุโลก. รายงานวิจัย : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นฤมล ภาณุภา. (2553). การหาค่าความร้อนของไม้และถ่าน. การจัดการองค์ความรู้ในองค์กรสำนักงานวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, 1 : 3-5.
- ลักขมี สุทธิวิไลรัตน์, ประภัสสร ภาคอรธ และขวัญพร ลิขิตศรีสาธิต. (2558). การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุชีวมวล. ใน รายงานฐานข้อมูลงานวิจัยฝ่ายพัฒนาพลังงานจากไม้ (หน้า 80-89) : กรมป่าไม้.
- วิลาลินี หอมระรื่น และวิสาชา ภูจินดา. (2562), แนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดเป็นเชื้อเพลิง เชื้ออัดแท่งและปุ๋ย : กรณีศึกษาอำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี. วารสารดุสิตบัณฑิตทางสังคมศาสตร์, 9 (2) : 452-466.
- Narzary, A., Brahma, J. and Das, A. K. Das. (2023). Utilization of waste rice straw for charcoal briquette production using three different binders. *Cleaner Energy Systems. ScienceDirect*, 5 (2023) : 100072.
- Syed Nuzul Fadzli, S. A., Jamil, H. M. A., Zainuddin, F. and Hamdan, Y. (2021). Processing and characterization of charcoal briquettes made from waste rice straw as a renewable energy alternative. *Journal of Physics : Conference Series*, 2080(1), 012014.