

การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนและถ่านใบहुกวาง

Charcoal Briquette Production from Charcoal Durian Shell and Charcoal Tropical Almond Leaves.

(Received: May 27,2025 ; Revised: June 4,2025 ; Accepted: June 5,2025)

ประยูกร์ เดชสุทธิกร¹ นพธีรา เพิ่มพูล² ทักษิณา แซ่ตัน² และ สิริण्या ผลสงเคราะห์²

Prayook Detsuttikorn¹ Nopteera Permpoon² Thaksina Saetan² and Sirinya Polsongkors²

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองครั้งนี้ใช้สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบहुกวางในการผลิตถ่านอัดแท่ง การวิจัยมีการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบहुกวางเท่ากับ 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0 ตามลำดับ

ผลการศึกษาคคุณภาพถ่านอัดแท่ง พบว่า อัตราส่วน 75 : 25 และ 100 : 0 มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) ได้แก่ คุณลักษณะทั่วไปและความชื้นที่กำหนดให้มีค่าไม่เกินร้อยละ 8 ยกเว้นค่าความร้อนที่กำหนดให้มีค่าไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งของถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบहुกวาง คือ อัตราส่วนเท่ากับ 100 : 0 โดยมีค่าความร้อนเท่ากับ $3,018.39 \pm 4.52$ แคลอรีต่อกรัม คาร์บอนคงตัวเท่ากับร้อยละ 42.25 ± 2.47 และอัตราการเผาไหม้เท่ากับ 39.95 ± 1.67 นาที โดยมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ

คำสำคัญ: ถ่านเปลือกทุเรียน ถ่านใบहुกวาง ถ่านอัดแท่ง

Abstract

This experimental research used descriptive statistics, including numbers, percentages, means, standard deviations, and content analysis. The objective of this research was to study the optimum ratio of Charcoal Durian Shell to Charcoal Tropical Almond Leaves for the production of Charcoal Briquettes. In the experiment, the variable the ratio of Charcoal Durian Shell to Charcoal Tropical Almond Leaves at 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 and 100 : 0, respectively.

The results of the study showed that the ratios of 75 : 25 and 100 : 0 passed the Thai Community Product Standard criteria (TCPS.238/2004) such as general characteristics and moisture content is not more than 8%, except for heating value is not less than 5,000 cal/g. The ratio of Charcoal Durian Shell to Charcoal Tropical Almond Leaves at 100 : 0 is the optimum ratio of Charcoal Briquette production. When compared with other ratios, it has the highest heating value is $3,018.39 \pm 4.52$ cal/g, fixed carbon is $42.25\% \pm 2.47$, and combustion rate is 39.95 ± 1.67 min.

Keywords: Charcoal Durian Shell, Charcoal Tropical Almond Leaves, Charcoal Briquettes

บทนำ

ปริมาณการใช้พลังงานในประเทศไทยใน ปี พ.ศ.2566 มีมากขึ้นทั้งในภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจ เมื่อเทียบกับปีก่อนคิดเป็นร้อยละ 3.6¹ กล่าวคือ มีผลโดยตรงทำให้ค่าใช้จ่ายในครัวเรือนมีค่ามากขึ้น การหาแหล่งพลังงานทดแทน เช่น พลังงานชีวมวล พลังงานหมุนเวียนในรูปแบบอื่นๆ จึงนับเป็นการลดการใช้

พลังงานในประเทศอีกได้แนวทางหนึ่ง พลังงานชีวมวล คือ เชื้อเพลิงที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น แกลบ ชี้เลื่อย วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เป็นรูปแบบหนึ่งของพลังงานทดแทนที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในประเทศไทย เนื่องจากนำมาทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับพลังงานรูปแบบอื่นๆ เช่นในปี พ.ศ. 2566 สามารถทดแทนได้ร้อยละ 30.2 คิดเป็นกำลัง

¹อาจารย์, สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Corresponding author, E-mail: prayook@go.buu.ac.th

²นักศึกษาระดับปริญญาตรี, สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

การผลิตไฟฟ้า 3,869.8 เมกะวัตต์² ภาคเกษตรกรรม เป็นภาคที่มีความสำคัญกับประเทศไทย วัสดุเหลือทิ้ง จากกิจกรรมทางการเกษตรในแต่ละปีมีเป็นจำนวนมาก เช่น เปลือกทุเรียน เปลือกมังคุด หากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อ สุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การนำวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มาใช้ประโยชน์เชิงพลังงานจึง นับว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้ง (Waste utilization) และการจัดการวัสดุเหลือทิ้ง (Waste management) ได้อย่างเหมาะสม

ทุเรียน นับว่าเป็นผลไม้ที่มีรสชาติอร่อยจึง ได้รับฉายาว่า ราชาแห่งผลไม้ (King of fruits) มีลักษณะเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ ในภูมิภาคที่มี อากาศร้อน จะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดี ภาค ตะวันออกและภาคใต้ของไทยนิยมปลูกเป็นพืช เศรษฐกิจโดยมีการส่งออกเป็นอันดับที่ 1 ของโลก สายพันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์หมอนทอง ก้านยาว ชะนี และกระดุมทอง การแปรรูปทุเรียนเพื่อการ ส่งออก เช่น ทุเรียนทอด ทุเรียนอบแห้ง และทุเรียน กวน ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีการบริโภคทุเรียน ภายในประเทศ 291,429 ตัน และมีการแปรรูปเพื่อ การส่งออก 81,346.69 ตัน³ องค์ประกอบของเปลือก ทุเรียนพบว่ามีเส้นใยสูง มีส่วนที่เป็นเซลลูโลสสูงถึง ร้อยละ 30 จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยในการ เฝ่าไหม้จนเกิดเป็นถ่าน ดังนั้นการบริโภคทุเรียนและ การนำไปแปรรูปจึงมีเปลือกทุเรียนเหลือทิ้งเป็น จำนวนมาก โดยเฉพาะเปลือกทุเรียนคิดเป็นน้ำหนัก ร้อยละ 30 ของทุเรียนทั้งผล การนำเปลือกทุเรียนไป ใช้ประโยชน์ในหลากหลายรูปแบบ เช่น การพัฒนา บรรจุภัณฑ์จากเส้นใยเปลือกทุเรียนแบบฟอกขาวและ ไม้ฟอกขาว⁴

ต้นหูกวางมีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นผลัดใบขนาด กลาง ลำต้นสูง 15-20 เมตร จัดอยู่ในวงศ์ combretaceae ประเทศไทยที่พบคือชนิด *Terminalia catappa L.* ใบของต้นหูกวางเป็นรูปไข่ กลับ มีความกว้าง 8-15 เซนติเมตร ยาว 12-25 เซนติเมตร ใบหูกวางมีองค์ประกอบที่สำคัญประกอบ ไปด้วย เซลลูโลส แทนนิน, ลิกนิน, เพนโทซาน และ

แอลคาร์ลอยด์ ร้อยละ 41.93, 12.67, 7.21, 3.79 และ 3.95 ตามลำดับ⁵ มีการนำเมล็ดหูกวางผสมกับมูลไก่ พบว่า ที่อัตราส่วนเมล็ดหูกวางต่อมูลไก่ 80:20 มีความร้อนและระยะเวลาการเผาไหม้ที่ยาวนานกว่า อัตราส่วนอื่นๆ⁶ และใบหูกวางมีการนำไปสกัดสาร แทนนิน เพื่อศึกษาการรอกของหางปลา กัด โดยพบว่า สารสกัดที่ความเข้มข้น 40 ppm ร่วมกับเกลือแกง ร้อยละ 1 มีผลทำให้หางปลากัดงอกเร็วที่สุด⁷

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา อัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบ หูกวางในการผลิตถ่านอัดแท่ง เพื่อเป็นการนำวัสดุ เหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งพลังงาน แทนการทิ้งที่อาจก่อปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม อีกทั้ง เป็นการลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิง ฟอสซิลที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ หากมีการส่งเสริมให้มี การผลิตในภาคครัวเรือนจะสามารถสร้างรายได้ให้กับ ชุมชน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่าน เปลือกทุเรียนต่อถ่านใบหูกวางในการผลิตถ่านอัดแท่ง

วิธีการศึกษา

รูปแบบงานวิจัย (Research design) ในการ วิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยทำการทดลองผลิตถ่านอัดแท่งจาก เปลือกทุเรียนและใบหูกวาง ณ ห้องปฏิบัติการคณะ สาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 เปลือกทุเรียนสายพันธุ์หมอนทอง นำมา จากสวนทุเรียนในเขตตำบลทุ่งควายกิน อำเภอกะเลง จังหวัดระยอง และจากร้านผลไม้แห่งหนึ่ง ในเขต ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

1.2 ใบหูกวาง นำมาจากสวนนันทนาการ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี และจากหาดพูน ตำบลบ้านฉาง อำเภอบ้าน ฉาง จังหวัดระยอง

1.3 นำเปลือกทุเรียนและใบหูกวาง ไปเผาใน

เตาเผาแบบไพโรไลซิส (Pyrolysis) ให้กลายเป็นถ่าน เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง จนกระทั่งเกิดเป็นถ่าน ไม้สีดำ จากนั้นไปบดให้ละเอียดด้วยครกหิน แล้ว นำมาร้อนผ่านตะแกรงร่อน 25 mesh (ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางช่อง 0.7 มิลลิเมตร)

1.4 กวนแป้งมันสำปะหลังกับน้ำกลั่น ที่ อัตราส่วนแป้ง 0.3 กิโลกรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร กวน จนกระทั่งหลังกลายเป็นแป้งเปียก จากนั้นนำไปผสม กับถ่านเปลือกทุเรียนและถ่านใบหูกวาง ที่อัตราส่วน ถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบหูกวางเท่ากับ 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0 โดยมีปริมาณ ถ่านเปลือกทุเรียน (กรัม) ต่อถ่านใบหูกวาง (กรัม) ต่อ แป้งเปียก (กรัม) เท่ากับ 0 : 300 : 200, 75 : 225 : 200, 150 : 150 : 200, 225 : 75 : 200 และ 300 : 0 : 200 ตามลำดับ

1.5 นำตัวอย่างในแต่ละอัตราส่วนไปอัดแท่งใน เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง จากนั้นใช้ค้อนตอกที่ด้ามจับ ด้านบนเพื่อให้ถ่านอัดแน่นเป็นก้อนจำนวน 50 ครั้ง โดยน้ำหนักในการตอกมีการควบคุมให้มีค่าใกล้เคียง กันในการตอกทุกครั้ง จากนั้นนำถ่านอัดแท่งออกจาก เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง แล้วนำไปตากแดดให้แห้งเป็น เวลา 4 วัน เมื่อพิจารณาลักษณะของถ่าน พบว่าเป็น รูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง x สูง = 3.5 x 7 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 1 (ก) และ (ข)



ภาพที่ 1 เครื่องมือและผลิตภัณฑ์ในการวิจัย

(ก) เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง

(ข) ผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่ง

1.6 นำตัวอย่างไปทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง ได้แก่ ความหนาแน่นรวม (Bulk density), อัตราการ เผาไหม้, ความชื้น (Moisture content), ปริมาณสาร ระเหย (Volatile matter), ปริมาณเถ้า (Ash) คาร์บอน คงตัว (Fixed carbon) และค่าความร้อน (Heating value) การทดลองในทุกตัวแปรได้ทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติ

2.1 ทางกายภาพ

2.1.1 ความหนาแน่นรวม (Bulk density, ρ) โดยนำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก (M) และวัดขนาด ตัวอย่างเพื่อคำนวณปริมาตร (V) และนำไปคำนวณดัง แสดงในสมการที่ 1 ตามมาตรฐาน ASTM D2974-14⁸

$$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{M}{V}$$

2.1.2 อัตราการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง โดยนำ ตัวอย่างหนัก 500 กรัม ไปเผาไหม้ในเตาถ่าน จน กลายเป็นเถ้า จากนั้นทำการบันทึกระยะเวลาในการ เผาไหม้⁹

2.2 ทางเคมี

2.2.1 ค่าความร้อน (Heating value, cal/g) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่องบอมบ์แคลอรี มิเตอร์ ตามมาตรฐาน ASTM D 5865¹⁰

2.2.2 ความชื้น (Moisture content, M) โดย นำตัวอย่างใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง แล้วชั่งน้ำหนัก (W1) จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 24 ชั่วโมง ปลดปล่อยให้เย็น และชั่งน้ำหนัก (W2) คำนวณร้อยละ ความชื้น (M) ดังแสดงในสมการที่ 2 ตามมาตรฐาน ASTM D 3173¹¹

$$M \text{ (\%)} = \frac{W1-W2}{W1} \times 100 \text{ (2)}$$

2.2.3 ปริมาณสารระเหย (Volatile matter, V) ชั่งตัวอย่างใส่ถ้วยกระเบื้องหนัก 1 กรัม และนำไปชั่ง

น้ำหนัก (W1) จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 750 °C นาน 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเตานาน 7 นาที ปล่อยให้เย็นนาน 30 นาที และชั่งน้ำหนัก (W2) คำนวณปริมาณสารระเหย (V) ดังแสดงในสมการที่ 3 ตามมาตรฐาน ASTM D 3175¹²

$$V (\%) = \frac{(W1-W2) \times 100}{W1} - M \quad (3)$$

2.2.4 ปริมาณเถ้า (Ash, A) โดยการนำถั่วยกระเบื้องไปอบเผาในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 30 นาที ปล่อยให้เย็นนาน 15 นาที จากนั้นชั่งตัวอย่างใส่ถ้วยกระเบื้องหนัก 1 กรัม และนำไปชั่งน้ำหนัก (W1) จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 950 °C นาน 30 นาที ปล่อยให้เย็นในเตานาน 20 นาที รอจนกระทั่งได้น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องรวมกับน้ำหนักของเถ้าที่เหลือคั่งที่แล้ว (W2) คำนวณร้อยละปริมาณเถ้า (A) ดังแสดงในสมการที่ 4 ตามมาตรฐาน ASTM D 3174¹³

$$A (\%) = \frac{W2}{W1} \times 100 \quad (4)$$

2.2.5 คาร์บอนคงตัว (Fixed carbon, C) คำนวณได้จากร้อยละปริมาณความชื้น (M) ร้อยละปริมาณสารระเหย (V) และร้อยละปริมาณเถ้า (A) ดังแสดงในสมการที่ 5 ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3172¹⁴

$$C (\%) = 100 - M - V - A \quad (5)$$

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพ

อัตราส่วนถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบหูกวาง	ความหนาแน่นรวม (g/cm ³)	อัตราการเผาไหม้ (นาที)
0 : 100	0.88 ± 0.03	30.95 ± 0.68
25 : 75	0.83 ± 0.01	34.96 ± 2.10
50 : 50	0.82 ± 0.00	35.26 ± 1.37
75 : 25	0.89 ± 0.02	37.20 ± 2.86
100 : 0	0.84 ± 0.01	39.95 ± 1.67

จากตารางที่ 1 ความหนาแน่นรวม พบว่า ทุกอัตราส่วนมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยอัตราส่วน 75 : 25 มีค่ามากที่สุด คือ 0.89 ± 0.02 g/cm³ และอัตราการเผาไหม้ พบว่า ที่อัตราส่วน 100 : 0 มีค่ามากที่สุด

ผลการศึกษา

การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบหูกวาง ที่อัตราส่วนเท่ากับ 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0 ดังแสดงผลการวิจัยดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป

การผลิตถ่านอัดแท่งโดยนำถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบหูกวาง มาผสมกันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน พบว่า อัตราส่วนถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบหูกวาง 100 : 0, 75 : 25 และ 50 : 50 ถ่านอัดแท่งประสานตัวเป็นเนื้อเดียวกันดี อัดแท่งง่าย ไม่เปราะแตกง่าย และมีสีดำสม่ำเสมอ ยกเว้นอัตราส่วน 50 : 50 ที่แตกง่าย แต่อัตราส่วน 25 : 75 และ 0 : 100 พบว่าถ่านอัดแท่งประสานเป็นเนื้อเดียวกันดี แต่เปราะแตกง่าย อัดแท่งยาก และมีสีดำที่ไม่สม่ำเสมอ

2. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติ

2.1 ทางกายภาพ

ถ่านอัดแท่งที่อัตราส่วนถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบหูกวางที่อัตราส่วนเท่ากับ 0 : 100 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0 เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ดังตารางที่ 1

ที่สุดคือ 39.95 ± 1.67 นาที

2.2 ทางเคมี

ถ่านอัดแท่งที่อัตราส่วนถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบหูกวางที่อัตราส่วน 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75

: 25 และ 100 : 0 เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมี

อัตราส่วน ถ่านเปลือกทุเรียน ต่อถ่านใบหูกวาง	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณสาร ระเหย (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	คาร์บอน คงตัว (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (cal/g)
0 : 100	2.26 ± 0.09	39.68 ± 0.91	25.98 ± 0.32	31.99 ± 0.80	2,711.26 ± 12.73
25 : 75	2.55 ± 0.87	36.62 ± 0.00	17.68 ± 0.34	39.57 ± 3.81	2,839.36 ± 8.92
50 : 50	2.14 ± 0.00	35.92 ± 0.18	18.92 ± 0.29	41.53 ± 1.50	2,864.13 ± 12.36
75 : 25	2.44 ± 0.00	33.02 ± 0.00	22.65 ± 0.14	41.89 ± 2.36	2,893.13 ± 0.04
100 : 0	3.13 ± 0.18	37.60 ± 0.98	17.02 ± 0.13	42.25 ± 2.47	3,018.39 ± 4.52
ถ่านเปลือกทุเรียน	1.29 ± 0.06	4.43 ± 0.00	18.93 ± 1.69	75.35 ± 1.36	-
ถ่านใบหูกวาง	0.47 ± 0.06	8.36 ± 0.43	28.83 ± 0.69	62.34 ± 0.40	-

จากตารางที่ 2 ค่าความร้อนและคาร์บอนคงตัว พบว่า อัตราส่วน 100 : 0 มีค่าที่มากที่สุด คือ 3,018.39 ± 4.52 cal/g และร้อยละ 42.25 ± 2.47 ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

ลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่ง พบว่า ที่อัตราส่วนถ่านเปลือกทุเรียนต่อถ่านใบหูกวางเท่ากับ 75 : 25 และ 100 : 0 มีลักษณะประสานตัวเป็นเนื้อเดียวกันดี อัดแท่งง่าย ไม่เปราะแตกง่าย มีสีดำสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547)¹⁵ ที่กล่าวว่า ลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่เปราะแตกง่าย แต่อัตราส่วน 50 : 50 เปราะแตกง่าย และ 25 : 75 และ 0 : 100 เปราะแตกง่าย อัดแท่งยาก และมีสีดำที่ไม่สม่ำเสมอ จึงมีคุณสมบัติที่ไม่ผ่านมาตรฐานอัตราส่วนที่มีปริมาณถ่านใบหูกวางที่เท่ากับหรือมากกว่าถ่านเปลือกทุเรียน ส่งผลให้มีคุณสมบัติที่ไม่ผ่านมาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิ้นเดิม ดีโต และคณะ¹⁶ ที่พบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตจากถ่านใบหูกวางผสมกับวัตถุดิบตัวประสาน เมื่อมีอัตราส่วนของใบหูกวางที่มากขึ้น ส่งผลให้การยึดเกาะกันไม่ดี และเกิดการแตกหักได้ง่าย

ความหนาแน่นรวมของถ่านอัดแท่งทุกอัตราส่วนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.82 - 0.89 g/cm³ ซึ่งมี

ค่าอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ถ่านจึงมีความแข็งแรง ไม่เปราะแตกง่าย ส่งผลให้เกิดลูกไหม้ที่ยาวนาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอัจฉรา อัครจุฑกุลชัย¹⁷ ได้กล่าวว่า ถ่านชีวภาพที่ดีควรมีค่าระหว่าง 0.42 - 0.74 g/cm³ หากมีค่าน้อยกว่า 0.42 g/cm³ จะส่งผลให้ความแข็งแรงมีค่าน้อยลง เนื่องจากเกิดช่องว่างจำนวนมากภายในเนื้อถ่าน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วงจันทร์ นุ่นคง และกัญญารัตน์ เมฆแก้ว¹⁸ ที่กล่าวว่า ถ่านที่มีความหนาแน่นมาก ส่งผลให้วัสดุมีการยึดเกาะกันได้ดี จึงสะดวกต่อการขนส่ง ไม่แตกหักง่าย จากการทดลองพบว่า ที่อัตราส่วน 75 : 25 มีความหนาแน่นมากที่สุด แสดงถึงการเพิ่มปริมาณถ่านเปลือกทุเรียนที่มากขึ้นส่งผลทำให้ความหนาแน่นมีค่ามากขึ้น

อัตราการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่งหากมีค่ามาก แสดงถึงเมื่อจุดติดไฟแล้วจะมีระยะเวลาในการลุกไหม้ที่ยาวนาน อีกทั้งมีค่าแปรผันโดยตรงกับคาร์บอนคงตัว¹⁹ จากการทดลองอัตราส่วน 100 : 0 ที่มีเปลือกทุเรียนเป็นวัตถุดิบเพียงอย่างเดียว พบว่าอัตราการเผาไหม้และคาร์บอนคงตัวมีค่าสูงที่สุด ดังนั้นแนวโน้มของอัตราส่วนที่มีถ่านเปลือกทุเรียนมากจึงส่งผลให้อัตราการเผาไหม้มีค่ามากขึ้นตามลำดับ

คาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งมีค่าสัมพันธ์กับความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหย หากถ่านอัดแท่งที่มีค่าคาร์บอนคงตัวมาก จะมี

ระยะเวลาการลุกไหม้ที่ยาวนาน จากการทดลองพบว่า ทุกอัตราส่วนมีค่าในช่วงร้อยละ 31.99 - 42.25 แสดงถึงมีค่าคาร์บอนคงตัวสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของอังศุมน สังขพันธ์²⁰ ที่กล่าวว่า เชื้อเพลิงของชีวมวลที่ดีควรมีค่าคาร์บอนคงตัวไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 จากการทดลอง พบว่า ถ่านเปลือกทุเรียนมีค่าคาร์บอนคงตัวที่มากกว่าถ่านใบหูกวาง คือมีค่าร้อยละ 75.35 ± 1.36 และ 62.34 ± 0.40 ตามลำดับ ดังนั้นอัตราส่วนที่มีถ่านเปลือกทุเรียนมากขึ้น ส่งผลให้คาร์บอนคงตัวมีค่ามากขึ้น เมื่อพิจารณาความชื้นพบว่า ทุกอัตราส่วนมีค่าผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547) ที่กำหนดไม่เกินร้อยละ 8

ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งมีค่าแปรผันตามอัตราส่วนของวัตถุดิบ กล่าวคือ อัตราส่วนที่มีถ่านเปลือกทุเรียนในปริมาณมากกว่าถ่านใบหูกวาง ส่งผลให้ค่าความร้อนมีค่ามากขึ้นตามลำดับ จากการทดลองพบว่า อัตราส่วน 100 : 0 ซึ่งมีการผสมถ่านเปลือกทุเรียนเพียงอย่างเดียวมีค่ามากที่สุด คือ $3,018.39 \pm 4.52$ cal/g ทั้งนี้เนื่องจากค่าความร้อนของเปลือกทุเรียนมีค่ามากกว่าใบหูกวาง คือมีค่า $3,901^{21}$ และ $3,103.82^{16}$ cal/g ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราส่วนดังกล่าว พบว่า ไม่มีการผสมถ่านใบหูกวางซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มถ่านใบไม้ จึงทำให้ค่าความร้อนมีค่ามากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ นนทพันธ์ จันทรธนูเดช²² ที่ได้กล่าวว่า ถ่านจากใบไม้อาจมีสารบางชนิดที่ทำให้กระบวนการเผาไหม้ ส่งผลให้ค่าความร้อนมีค่าน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งทุกอัตราส่วน พบว่ามีค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547)¹⁵ ที่กำหนดให้มีความร้อนไม่น้อยกว่า 5,000 cal/g แต่อัตราส่วน 100 : 0 ซึ่งมีค่ามากที่สุด พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ทำจากฟางข้าว²³ ที่มีค่า 3,673.33 cal/g จึงสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเกิดจากถ่านอัดแท่งมีการใช้แป้งเปียกจากมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน จึงส่งผลให้ค่าความร้อนมีค่าน้อยลง สอดคล้องกับงานวิจัยของอัจฉรา อัครจุฑกุลชัย และคณะ²⁴ และวัชรานนท์ จุฑาจันทร์²⁵ ที่พบว่า

อัตราส่วนของตัวประสานที่ทำจากแป้งเปียกจากมันสำปะหลังที่มากขึ้น ส่งผลให้ค่าความร้อนมีค่าน้อยลง ในเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนและถ่านอัดแท่งจากหญ้าแฝก ตามลำดับ

อัตราส่วนที่เหมาะสมของการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนและใบหูกวาง คือ อัตราส่วน 100 : 0 ที่มีถ่านเปลือกทุเรียนเป็นส่วนผสมเพียงอย่างเดียว เนื่องจากลักษณะทั่วไปและความชื้นผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547)¹⁵ และมีค่าความร้อน อัตราการเผาไหม้ และคาร์บอนคงตัวมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่น ๆ จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เผาไหม้ให้ความร้อนในกิจกรรมต่างๆ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการลดปริมาณแป้งเปียกที่ใช้เป็นตัวประสานถ่านอัดแท่งให้น้อยลง เนื่องจากมีผลทำให้ค่าความร้อนมีค่าน้อยลง หรือเลือกใช้ตัวประสานชนิดอื่นที่ช่วยเพิ่มค่าความร้อน เช่น กากน้ำตาล⁶ น้ำยางพารา²⁶
2. ควรมีการเปลี่ยนกระบวนการอัดถ่านเป็นกระบวนการอัดร้อน (Hot press process)⁶ ซึ่งไม่มีการใช้ตัวประสานในการอัดถ่าน จึงช่วยลดการใช้วัตถุดิบ และเพิ่มค่าความร้อนของถ่านให้มากขึ้น
3. การตากแดดถ่านอัดแท่งให้แห้ง ควรตากในที่โล่งแจ้ง มีการระบายของอากาศที่ดี และไม่ควรมีแสงแดดที่แรงมากจนเกินไป เนื่องจากที่ผิวด้านนอกของถ่าน น้ำจะมีการระเหยอย่างรวดเร็ว ทำให้บริเวณผิวถ่านเกิดการแตกร้าวได้ง่าย โดยที่เนื้อถ่านด้านในยังมีความชื้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ คุณเรวัตร์ แป้นสุวรรณ ที่ให้ความอนุเคราะห์เตาเผาไฟ



โรไลซิส และคำแนะนำในการบรรจุถ่านในเครื่องอัด
แท่งเชื้อเพลิงในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณร้านผลไม้
อติคุณ บางแสน และคุณจตุรงค์ สันทสันมงคล

เจ้าของสวนทุเรียนในเขตตำบลทุ่งควายกิน อำเภอก
แมลง จังหวัดระยอง ที่ให้ความอนุเคราะห์เปลือก
ทุเรียนเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน.(2566) รายงานสถิติพลังงานรายปี 2566. [อินเทอร์เน็ต]. 2566. [สืบค้นเมื่อ 8 พค.68]. เข้าถึงจาก: <https://www.eppo.go.th/index.php/th/component/k2/item/19566-energy-statistics-2566>.
2. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2566). รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2566. [อินเทอร์เน็ต]. 2566. [สืบค้นเมื่อ 9 พค.68]. เข้าถึงจาก: https://www.dede.go.th/uploads/2566_forweb_19e391041d.pdf?updated_at=2025-03-14T07:40:51.956Z
3. กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ.(2565). สินค้าทุเรียนและผลิตภัณฑ์. [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [สืบค้นเมื่อ 9 พค.68]. เข้าถึงจาก: <https://คิดค้า.com/wp-content/uploads/2022/04/Product-Profile-ทุเรียน-มี.ค.-65.pdf>.
4. วรวิชญ์ นิลนนท์, กุลพร พุทธิมี, จิรพร สวัสดิการ, คมสัน มุ่ยสี และประมวล ศรีกาหลง.(2564). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากเส้นใยเปลือกทุเรียนแบบฟอกขาวและไม่ฟอกขาว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 40(6): 422-429.
5. สมจินตนา พุทธมาตย์, วรวิทย์ สุวรรณสาร.(2550). การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบหูกวาง (Terminalia catappa L.) และผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและการยับยั้งแบคทีเรียในน้ำ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 จังหวัดกรุงเทพฯ. 579-585.
6. ญาณภพ พูลผล.(2560). ถ่านอัดแท่งเมล็ดหูกวางผสมมูลไก่ [ปริญญาานิพนธ์บัณฑิต]. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
7. พรพิมล พิมลรัตน์, สุพันธ์ณี สุวรรณภักดี และพัชราวลัย ศรียะศักดิ์.(2566). ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางต่อการงอกใหม่ของทางปลา กัด. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 40(3): 106-115.
8. American Society for Testing and Materials (ASTM).(2020). Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils: ASTM D2974-14. Pennsylvania: ASTM International.
9. รอกีเยาะ สา และฮาดีเมาะ ฮูลู.(2554). การศึกษาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น [รายงานการวิจัย]. ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
10. American Society for Testing and Materials (ASTM). (2019). Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke: ASTM D5865. Pennsylvania: ASTM International.
11. American Society for Testing and Materials (ASTM). (2017). Standard Test Method for Moisture in The Analysis Sample of Coal and Coke: ASTM D3173-11. Pennsylvania: ASTM International.
12. American Society for Testing and Materials (ASTM). (2020). Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke: ASTM D3175-20. Pennsylvania: ASTM International.
13. American Society for Testing and Materials (ASTM). Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal: ASTM D3174-12. Pennsylvania: ASTM International.
14. American Society for Testing and Materials (ASTM).(2021). Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke: ASTM D3172-13. Pennsylvania: ASTM International.
15. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.(2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง มผช. 238-2547. กรุงเทพฯ.
16. สิ้นเดิม ดีโต, สุรัสวดี ปิติโพธ, กฤษณา คุรุวิทย์, ปาจารย์ ชูประยูร, นฤมล กุลศิริศรีตระกูล และเพ็ญพร วินัยเรืองฤทธิ์.(2555). เชื้อเพลิงอัดแท่งจากใบไม้เพื่อเปลี่ยนพลังงานทดแทน. การประชุมวิชาการการพัฒนาชนบทที่ยั่งยืนประจำปี 2555 จังหวัดขอนแก่น. 940-946.
17. อัจฉรา อัครจุฑกุลชัย.(2554). การนำเปลือกทุเรียนและใช้ในรูปแบบเชื้อเพลิง [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
18. วงจันทร์ นุ่นคง และกัญญารัตน์ เมฆแก้ว.(2566). ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะพร้าว. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. 1(1): 1-12.

19. กรมโรงงานอุตสาหกรรม. คู่มือแนวทางและเกณฑ์คุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน. [อินเทอร์เน็ต]. 2555. [สืบค้นเมื่อ 11 กค.68]. เข้าถึงจาก http://webintra.diw.go.th/iwmb/form/iwd040_ผนวก%20ง_คู่มือนำร่อง.pdf
20. อังศุมน สังข์พันธ์. เชื้อเพลิงอัดแท่งร่วมจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน กรณีศึกษาโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนแห่งหนึ่งในเมืองพัทยา [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต]. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2560.
21. วาริษา วาแม และเอกชัย สิงหเดช. เชื้อเพลิงชีวจากเปลือกทุเรียนร่วมกับกากไขมันอุตสาหกรรมปลากะป๋อง [รายงานวิจัย]. ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา; 2565.
22. นนทพันธ์ จันทรธนูเดช. การหาและเปรียบเทียบพลังงานความร้อนระหว่างไบโไม้แห้ง 15 ชนิด และถ่านอัดแท่ง : กรณีศึกษา อำเภอนพพาน จังหวัดเชียงราย [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต]. เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย; 2550.
23. ชนิกันต์ ชำประไพ, ณัชชา บุญถนอม, ธัญชนก โรจนานนท์ และจากรุวรรณ วงศ์ทะเลตร. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2563; 16(3): 28-38.
24. อัจฉรา อัครจุฑกุลชัย, ชลันดา เสมสายัณห์, นัฐพร ประภักดี, ณัฐธิดา เปี่ยมสุวรรณศิริ และนิภาวรรณ ชูชาติ. การนำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบเชื้อเพลิงอัดแท่ง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 จังหวัดกรุงเทพฯ 2554: 162-168.
25. วิชรานนท์ จุฑาจันทร์. การศึกษากระบวนการเผาถ่านและสมบัติของถ่านอัดแท่งจากหญ้าแฝก. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี 2562; 9(2): 135-146.
26. วิชราภรณ์ ยุบลเขต และดาริวรรณ เศรษฐีธรรม. เปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขยะเศษไบโไม้ที่ได้จากการอัดด้วยเครื่องอัดและอัดด้วยมือ. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) 2560; 17(4): 85-96.