# การพัฒนาเครื่องอัดถ่านและถ่านอัดแท่งจากใบมังคุดผสมเปลือกทุเรียน

คมสัน มุ่ยสี[1*], กฤษณะ จันทสิทธิ์[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติก คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี
[*]Corresponding author email: komsanmuisee@gmail.com

ได้รับบทความ: 1 มีนาคม 2564
ได้รับบทความแก้ไข: 29 กรกฎาคม 2564
ยอมรับตีพิมพ์: 7 สิงหาคม 2564

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้ศึกษาความสามารถในการนำใบมังคุดมาเป็นเชื้อเพลิงในรูปแบบถ่านอัดแท่ง โดยมีถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นส่วนผสมเพื่อให้ได้ค่าความร้อนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ขึ้นรูปถ่านอัดแท่งด้วยวิธีอัดเย็น ผลการศึกษาพบว่าถ่านอัดแท่งจากใบมังคุดให้ค่าความร้อนที่ 4,708 แคลอรีต่อกรัม อัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านใบมังคุดกับถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองพบว่าที่อัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนักมีความเหมาะสม ให้ค่าความร้อน 5,078 แคลอรีต่อกรัม ค่าปริมาณความชื้นร้อยละ 4.63 โดยน้ำหนัก ค่าปริมาณเถ้าร้อยละ 7.4 โดยน้ำหนัก จากผลการทดลองสามารถนำใบมังคุดผสมเปลือกทุเรียนพันธ์หมอนทองมาผลิตถ่านอัดแท่งเพื่อใช้ประโยชน์ให้พลังงานความร้อนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนได้ และพัฒนาระบบกำหนดความยาวถ่านอัดแท่ง โดยใช้ลิมิตสวิทช์แทนระบบนิวเมติกส์ ควบคุมการเคลื่อนที่ของโซลินอยด์บังคับใบตัดถ่านให้เคลื่อนที่ขึ้นลงเพื่อตัดถ่าน พบว่ามีความแม่นยำสามารถใช้ทดแทนระบบนิวเมติกส์ได้เป็นอย่างดี

**คำสำคัญ:** ถ่านอัดแท่ง / ค่าความร้อน / ใบมังคุด / เปลือกทุเรียน

# Development of Briquettes Charcoal Machine and Briquettes Charcoal from Monthong Durian Peel

Komsan Muisee[1*], Krisana Janthasit[2]

[1]Department of Mechatronics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhaibarni Rajabhat University, Chanthaburi
[2]Department of Logistics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhaibarni Rajabhat University, Chanthaburi
[*]Corresponding author email: komsanmuisee@gmail.com

Received: 1 March 2021
Revised: 29 July 2021
Accepted: 7 August 2021

## Abstract

This research studies the ability of using mangosteen leaves as a fuel in briquettes charcoal form with a mixture of durian peel charcoal in Monthong durian peel species to obtain the heat value according to the community product standard, using tapioca starch as a binder for forming the briquettes charcoal. Pressed with cold pressing method, the results showed that the briquettes charcoal from the mangosteen leaves gave the heat value of 4,708 calories per gram. The optimum ratio of mangosteen leaves charcoal and Monthong durian peel charcoal was found that at the ratio of 60:40 by weight is appropriated, the heat value was 5,078 calories per gram, the moisture content of 4.63% by weight, 7.4% ash content by weight. Mangosteen leaves mixed with Monthong durian peel to produce briquettes charcoal for use in heating energy according to community product standards, and developed a system to determine the length of charcoal briquettes by using a limit switch instead of a pneumatic system that control the movement of the solenoid, forcing the cutter blade to

move up and down to cut the charcoal with accuracy, it is a good replacement for pneumatic systems.

**Keywords:** Briquettes / Heat / Mangosteen leaves / Durian peel

**บทนำ**

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นผู้ส่งออกมังคุดและทุเรียนมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก มังคุดมีลักษณะเป็นไม้ยืนต้น สูง 10-25 เมตร มีใบเดี่ยวรูปไข่ เนื้อใบหนาและเหนียว สีเขียวเข้มเป็นมัน ออกดอกเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกคู่ มีกลีบเลี้ยงสีเขียวอมเหลือง และกลีบดอกสีแดง ผลมังคุดเป็นทรงกลม มีเปลือกหนาสีม่วงอมแดงห่อหุ้มเมล็ด 6-8 เมล็ดภายในมีสีขาวนวล เนื้อนุ่มฉ่ำน้ำ รสหวานอมเปรี้ยว [1] ใบมังคุดเมื่อแก่จะมีสีเหลืองและเกิดการร่วงหล่นตลอดทั้งปี ชาวสวนมังคุดนิยมนำมากองรวมกันที่โคนต้นเพื่อให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ และประเทศไทยมีการผลิตทุเรียนกวนในปริมาณ 2,700 ตันคิดเป็นมูลค่า 165 ล้านบาท ราคาส่งออกจำนวน 61,000 บาทต่อตันและผลิตทุเรียนอบแห้งปริมาณ 500 ตัน [2] จะเห็นได้ว่ามีการแปรรูปทุเรียนเป็นจำนวนมากสิ่งที่เหลือจากการแปรรูปก็คือเปลือกและเมล็ดที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ประกอบกับปัจจุบันเชื้อเพลิงในการประกอบอาหารมีแนวโน้มราคาเพิ่มสูงขึ้นตลอดเวลา อาทิ แก๊สหุงต้ม หรือแม้กระทั่งถ่านไม้จากธรรมชาติ และได้มีการวิจัยศึกษาเกี่ยวกับการนำเอาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลายชนิดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง เช่น ชานอ้อย กะลามะพร้าว [3] กากกาแฟและกากชา [4] เปลือกสัปปะรด [5] ต้นข้าวโพดและขี้เลื่อยไม้มะขาม [6] มีการนำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่ง โดยนำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังแล้วอัดเป็นแท่งโดยวิธีอัดแบบเย็น ค่าความร้อนที่ได้จากเปลือกทุเรียนที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานมีค่าความร้อนสูงที่สุด 4,348 แคลลอลี่ต่อกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าความร้อนที่ได้จากฟืนไม้ เชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าความชื้นและปริมาณเถ้าต่ำ [7] จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนการผลิตถ่านอัดแท่ง พบว่าลงทุนปัจจัยกระบวนการผลิตจำนวน 125,000 บาท สามารถคืนทุนได้ใน 46 วันเมื่อเปรียบเทียบกับกำไรที่ได้จำนวน 2723.80 บาทต่อวันซึ่งเห็นได้ว่าการทำอาชีพผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนขายเป็นอาชีพที่สามารถทำกำไรได้ดีให้กับเกษตรกรในอำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี [8] จากการทดลองผลผลิตที่ได้รับจากเปลือกทุเรียนพบว่า การเผาในเตาเผาถ่านดินให้ถ่านเฉลี่ยร้อยละ 2.47 การเผาในตู้อบลมร้อนไฟฟ้าเมื่อหั่นเปลือกทุเรียนเป็นชิ้นให้ถ่านร้อยละ 10.03 ถึงร้อยละ 11.59 เปลือกทุเรียนอัดแบบก้อนกลมผสมขี้เลื่อยในระดับ 0, 20 และ 40 ให้ถ่านร้อยละ 12.81, 11.48 และ 15.54 ตามลำดับ การแปรรูปเปลือกทุเรียนเป็นผลิตภัณฑ์ถ่านควรลดความชื้นก่อนนำเข้าเผาจะทำให้ลดต้นทุนการผลิต [9] มีการนำเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองมาเป็นเชื้อเพลิงให้พลังงานความร้อนในรูปของถ่านอัดแท่งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วน 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พบว่าค่าได้ความร้อนที่ 5,735 แคลอรีต่อกรัม สามารถนำเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองมาผลิตถ่านอัดแท่งเพื่อใช้ประโยชน์ให้พลังงานความร้อนได้ [10]

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะเพิ่มมูลค่าเพิ่มจากใบมังคุดที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ มาผลิตให้อยู่ในรูปแบบของถ่านอัดแท่งโดยมีส่วนผสมของเปลือกทุเรียนพันธ์หมอนทองที่มีมากในจังหวัดจันทบุรี เพื่อสามารถให้ความร้อนได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนชุมชน (มผช.238/2547) เป็นทางเลือกหนึ่งในการทดแทนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากธรรมชาติได้เป็นอย่างดี และพัฒนาระบบตัดถ่านแท่งโดยใช้ระบบการใช้ลิมิตสวิทช์ควบคุมการเคลื่อนที่ของโซลินอยด์บังคับใบตัดถ่านให้เคลื่อนที่เพื่อตัดถ่านแทนระบบการตัดถ่านแท่งโดยใช้ระบบลมนิวเมติกส์ที่ต้องใช้อุปกรณ์การทำงานค่อนข้างมากและมีราคาสูง

## วัสดุและวิธีการ

แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน คือขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ขั้นตอนการอัดถ่านแท่ง และขั้นตอนการวิเคราะห์ถ่านอัดแท่ง โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นตอนการผลิตถ่านจากใบมังคุดผสมเปลือกทุเรียน

1.1 นำใบมังคุดตากแห้ง 7 วัน เพื่อลดปริมาณความชื้น

1.2 นำเปลือกทุเรียดสดทำความสะอาดเอาเนื้อทุเรียนออกให้หมด และนำไปตากแห้งประมาณ 7-14 วัน เพื่อลดปริมาณความชื้นในเปลือกทุเรียน จากการทดลองนำเปลือกทุเรียนสดชั่งน้ำหนักได้ 402 กรัม หลังจากการตากแห้งพบว่าน้ำหนักลดลงเหลือ 228 กรัม และเปลือกทุเรียนสดน้ำหนัก 204 กรัม หลังจากการตากแห้งลดลงเหลือ 103 กรัม พบว่าความชื้นลดลงประมาณ 50-56 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังภาพที่ 1

**ภาพที่ 1** การชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียน

1.3 นำใบมังคุดแห้ง และเปลือกทุเรียนแห้งเผาให้เป็นถ่านใช้เวลา 3 ชั่วโมง จะได้ถ่านใบมังคุด และถ่านเปลือกทุเรียนมีลักษณะสีดำล้วนแสดงดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3

**ภาพที่ 2** ถ่านใบมังคุด

**ภาพที่ 3** ถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

1.4 นำถ่านใบมังคุด และถ่านเปลือกทุเรียนย่อยด้วยเครื่องกวนให้มีขนาดเล็กลงจนละเอียดเป็นผง แสดงดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5

**ภาพที่ 4** ผงถ่านใบมังคุด

**ภาพที่ 5** ผงถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

2. ขั้นตอนการอัดถ่านแท่ง

2.1 นำผงถ่านใบมังคุดและผงถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก [10] และน้ำ คลุกเคล้าให้เข้ากัน

2.2 นำเข้าเครื่องอัดแท่งด้วยวิธีอัดเย็น เครื่องอัดถ่านแท่งในปัจจุบันการตัดถ่านแท่งแบบอัตโนมัติจะใช้ระบบนิวแมติกส์ควบคุมการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบทำงานทางเดียวเพื่อตัดถ่านแท่ง ซึ่งในระบบนิวเมติกส์มีอุปกรณ์ค่อนข้างเยอะและราคาสูง งานวิจัยนี้จึงพัฒนาขั้นตอนการตัดถ่านเป็นระบบการใช้ลิมิตสวิทช์กำหนดความยาวถ่านอัดแท่งและควบคุมการเคลื่อนที่ของโซลินอยด์ บังคับใบตัดถ่านให้เคลื่อนที่ขึ้นลงเพื่อตัดถ่าน สามารถลดการใช้อุปกรณ์ และลดค่าใช้จ่าย แสดงดังภาพที่ 6

**ภาพที่ 6** ระบบโซลินอยด์ควบคุมการตัดถ่าน

2.3 ตั้งระยะเครื่องตัดถ่านแท่งให้ได้ขนาดความยาวถ่านอัดแท่ง 5 และ 10 เซนติเมตร แล้วนำไปอบเพื่อไล่ความชื้น โดยใช้อุณหภูมิในการอบ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง [11] ถ่านอัดแท่งแสดงดังภาพที่ 7

**ภาพที่ 7** ถ่านอัดแท่งจากถ่านใบมังคุดผสมถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนัก

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์ถ่านอัดแท่ง

3.1 ค่าความร้อน ทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter ตามมาตรฐาน ASTM D3286

3.2 ปริมาณความชื้น ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3173 การหาปริมาณความชื้นสามารถหาได้ จากสมการที่ (1)

ปริมาณความชื้น (% Dry basis) = $((M1 - M2) \times 100) / M2$ (1)

เมื่อกำหนดให้ $M1$ = มวลของเชื้อเพลิงอัดแท่งก่อนอบ (กรัม)

$M2$ = มวลของเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังอบ (กรัม)

3.3 ปริมาณเถ้า เป็นการวิเคราะห์หาสารอินทรีย์ที่เหลือจากการเผาไหม้ ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3174

## ผลการศึกษา

ผลการศึกษาค่าความร้อน

จากการทดสอบหาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากถ่านใบมังคุดผสมถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่อัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนัก ได้ค่าความร้อนเฉลี่ยที่ 5,016 แคลอรีต่อกรัมโดยน้ำหนัก เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซึ่งกำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

| อัตราส่วน ใบมังคุดต่อเปลือกทุเรียน | ค่าความร้อนเฉลี่ย (Cal/g) |
|---|---|
| 100:0 | 4,719 |
| 80:20 | 4,911 |
| 60:40 | 5,016 |
| 40:60 | 5,190 |
| 20:80 | 5,417 |
| 0:100 | 5,735 |

ผลการศึกษาค่าปริมาณความชื้น

จากการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากถ่านใบมังคุดผสมถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่อัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนัก พบว่ามีค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยที่ 4.52 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซึ่งกำหนดไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 8 แสดงดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ค่าปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่ง

| อัตราส่วน ใบมังคุดต่อเปลือกทุเรียน | ค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ย (%) |
|---|---|
| 100:0 | 3.89 |
| 80:20 | 4.15 |
| 60:40 | 4.52 |
| 40:60 | 4.83 |
| 20:80 | 5.26 |
| 0:100 | 5.49 |

ผลการศึกษาค่าปริมาณเถ้า

จากการทดสอบหาค่าปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจากถ่านใบมังคุดผสมถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่อัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนัก พบว่ามีปริมาณเถ้าเฉลี่ยที่ร้อยละ 5.6 โดยน้ำหนัก ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งกำหนดไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 8 แสดงดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ค่าปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่ง

| อัตราส่วน ใบมังคุดต่อเปลือกทุเรียน | ค่าปริมาณเถ้าเฉลี่ย (%) |
|---|---|
| 100:0 | 5.1 |
| 80:20 | 5.3 |
| 60:40 | 5.6 |
| 40:60 | 6.0 |
| 20:80 | 6.1 |
| 0:100 | 6.4 |

จากผลการทดลองนำมาเปรียบเทียบค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากใบมังคุดผสมเปลือกทุเรียนพันธ์หมอนทองอัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนัก กับถ่านอัดแท่งชนิดอื่นแสดงดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** เปรียบเทียบค่าความร้อนถ่านอัดแท่งใบมังคุดผสมเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองอัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนัก กับถ่านอัดแท่งชนิด

| ชนิดถ่านอัดแท่ง | ค่าความร้อน (Cal/g) |
|---|---|
| ถ่านอัดแท่งเหง้ามันสำประหลัง | 4,307 |
| ถ่านอัดแท่งเปลือกกล้วย | 5,028 |
| ถ่านอัดแท่งเปลือกสัปปะรด | 5,241 |
| ถ่านอัดแท่งเศษถ่านที่เหลือจากกระบวนการผลิตกล้วยทอดกรอบ | 5,493 |
| ถ่านอัดแท่งเปลือกทุเรียน พันธุ์หมอนทอง | 5,735 |
| ถ่านอัดแท่งใบมังคุด | 4,719 |
| ถ่านอัดแท่งใบมังคุดผสมเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองอัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนัก | 5,078 |

ผลการศึกษาระบบตัดถ่าน

เครื่องอัดถ่านแท่งในปัจจุบันการตัดถ่านแท่งแบบอัตโนมัติจะใช้ระบบนิวแมติกส์ควบคุมการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบทำงานทางเดียวเพื่อตัดถ่านแท่ง ซึ่งในระบบนิวเมติกส์มีอุปกรณ์ค่อนข้างมากและราคาสูง โดยใช้ลิมิตสวิทช์เป็นตัวกำหนดความยาวถ่านอัดแท่งส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของโซลินอยด์ซึ่งต่อกับใบตัดถ่านให้เคลื่อนที่ลงเพื่อตัดถ่าน

ทดลองปรับขนาด 5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร พบว่าสามารถตัดถ่านได้ตามขนาดที่กำหนด

## วิจารณ์

จากการทดสอบคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงพบว่าค่าความร้อนเฉลี่ยของถ่านใบมังคุดอยู่ที่ 4,719 แคลอรีต่อกรัม ในขณะที่ค่าความร้อนจากถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองอยู่ที่ 5,735 แคลอรีต่อกรัม [10] ค่าความร้อนที่แตกต่างกันค่อนข้างมากเป็นผลมาจากความแตกต่างค่าคาร์บอนคงตัวซึ่งมีผลกับค่าความร้อนโดยตรง [7] จึงใช้ถ่านเปลือกทุเรียนพันธ์หมอนทองเป็นส่วนผสมให้กับถ่านใบมังคุดเพื่อให้ได้ค่าความร้อนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ที่อัตราส่วน 60:40 ได้ค่าความร้อนที่ 5,078 แคลอรีต่อกรัม

การใช้แป้งมันสำประหลังเป็นตัวประสานมีผลโดยตรงทำให้เกิดปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นและส่งผลให้ปริมาณความร้อนลดลง [4] ประกอบกับเปลือกทุเรียนพันธ์หมอนทองมีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 21.10-31.09 โดยน้ำหนัก [12] เมื่อมีปริมาณแป้งในเปลือกทุเรียนสูงจะมีผลโดยตรงทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ทำให้ปริมาณเถ้าสูงตามไปด้วย ดังนั้นจึงใช้แป้งมันสำประหลังเป็นตัวประสานให้มีปริมาณน้อยที่สุดที่ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จึงให้ผลค่าความเป็นเถ้าเฉลี่ย 6.4 เปอร์เซ็นต์ จากมาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ระบบตัดถ่านแท่งชนิดควบคุมการทำงานด้วยโซลินอยด์ สามารใช้ทดแทนระบบตัดถ่านแท่งชนิดควบคุมการทำงานด้วยระบบนิวเมติกส์ได้เป็นอย่างดี สามารถต้นทุนได้ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์

## สรุป

จากการศึกษา การขึ้นรูปถ่านอัดแท่งทรงกระบอกมีครีบด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางรูด้านใน 1 เซนติเมตร และความยาว 10 เซนติเมตร อบลดความชื้นที่อุณหภูมิในการอบ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ถ่านอัดแท่งยังคงรูปอยู่ตัวไม่ร่วนซุย เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งมีรูปทรงเดียวกันตลอดทั้งแท่งมีสีดำสม่ำเสมอไม่เปราะแตกหักง่าย ขณะติดไฟไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงพบว่าค่าความร้อนถ่านใบมังคุดต่ำกว่าค่าความร้อนถ่านเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง และอัตราส่วนใบมังคุดต่อเปลือกทุเรียนที่ 60:40 ได้ค่าความร้อน 5,078 แคลอรีต่อกรัม ค่าปริมาณความชื้น และค่าความเป็นเถ้าเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547) จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าใบมังคุดมีความเหมาะสมน้อยกว่าเปลือกทุเรียนในการทำถ่านอัด

แท่ง เนื่องจากถ่านจากเปลือกทุเรียนมีค่าความร้อนสูงกว่า และระบบตัดถ่านแท่งชนิดควบคุมการทำงานด้วยโซลินอยด์ สามารถใช้ทดแทนระบบตัดถ่านแท่งชนิดควบคุมการทำงานด้วยระบบนิวเมติกส์ได้เป็นอย่างดี

**กิตติกรรมประกาศ**

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน

**เอกสารอ้างอิง**

1. ระบบฐานข้อมูลท้องถิ่นจังหวัดจันทบุรี [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2563]. เข้าถึงได้จาก: http://www.eculture.rbru.ac.th/ID117-มังคุด
2. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2562]. เข้าถึงได้จาก: http://www.oae.go.th/view/ตารางแสดงรายละเอียดทุเรียน/TH-TH
3. วัฒนะจีระ ลดาวัลย์, ลาปัน ณรงค์ศักดิ์, ชัชวาลย์ วิภาวดี. การพัฒนาก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษฟางข้าวผสมเศษลำไยเหลือทิ้ง. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2559;39:239-55.
4. นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล, พัชรี ปรีดาสุริยะชัย. การศึกษากากกาแฟและกากชามาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2558;7:15-26.
5. ฐิติพร เจาะจง, โชติกา ยอดบุษดี. การใช้ประโยชน์ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด. Rajabhat J Sci Humanit Soc Sci 2561;19:280-6.
6. สุภาพร นางแย้ม, เสาวลักษณ์ ลำบอง, วราภรณ์ จังธนสมบัติ, กาญจนา อัจฉริยจิต. ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตจากต้นข้าวโพดและขี้เลื่อยไม้มะขามโดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี 2560;6:85-94.
7. อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย, ชลันดา เสมสายัณห์, นัฐพร ประภักดี, ณัฐธิดา เปี่ยมสุวรรณศิริ, นิภาวรรณ ชูชาติ. การนำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง. การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49; 1-4 กุมภาพันธ์ 2554; กรุงเทพฯ.

8. วิลาสินี หอมระรื่น, วิสาขา ภู่จินดา. แนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดเป็นเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่งและปุ๋ย: กรณีศึกษาอำเภอแก่งหางแมวจังหวัดจันทบุรี. วารสารดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร์ 2562;9:452-66.
9. วรวรรณ สังแก้ว. การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะคุณภาพต้นทุนการผลิตและความคิดเห็นของผู้ใช้ถ่านที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนและเปลือกทุเรียนผสมผงถ่าน. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี; 2551.
10. คมสัน มุ่ยสี, กฤษณะ จันทสิทธิ์. การศึกษาสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ 2564;5:55-62.
11. สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ, สิงห์แก้ว ป็อกเทิ่ง. การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้เพื่อทดแทนถ่านจากไม้. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ; 2549.
12. เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์, จักราวุธ ภู่เสม. การพัฒนาศักยภาพแป้งเปลือกทุเรียน. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร; 2561.