



คุณสมบัติทางด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากเปลือกมังคุด และ ไม้ยางพารา The Attribute of the Energy of Fuel Briquette from Mangosteen Peel and Rubberwood

วัฒนณรงค์ มากพันธ์, เกียรติชัย สุทธะระ, จุฑามาศ หนูแก้ว และ อุดม ทิพย์รักษ์
Wattanarong Markphan, Kiattichai Suttara, Jutamast Nukeaw and Udom Tiprungs
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
*Program in Environmental Science, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Si Thammarat Rajaphat University*

Received : 24 September 2020

Revised : 13 November 2020

Accepted : 23 November 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติทางด้านพลังงานและประเมินมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและไม้ยางพารา โดยมีอัตราส่วนผสม ดังนี้ 100:0 90:10 80:20 70:30 60:40 50:50 และ 0:100 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ซึ่งให้ปริมาณความร้อนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7,361.55 แคลอรีต่อกรัม คือ อัตราส่วน 80:20 โดยน้ำหนัก, ปริมาณคาร์บอนคงตัวเฉลี่ยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.67 คือ อัตราส่วน 100:0 โดยน้ำหนัก, ปริมาณสารระเหยได้เฉลี่ยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 95.73 คือ อัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนัก, ปริมาณเถ้าเฉลี่ยน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 10.68 คือ อัตราส่วน 60:40 โดยน้ำหนักและปริมาณความชื้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 5.32 คือ อัตราส่วน 50:50 โดยน้ำหนัก การวิเคราะห์มูลค่าทางด้านเศรษฐกิจของการผลิตถ่านอัดแท่ง เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิต โดยต้นทุนน้อยที่สุดต่อการผลิตถ่านอัดแท่ง 1 กิโลกรัมมีค่าเท่ากับ 9.22 บาทต่อกิโลกรัม คือ อัตราส่วน 80:20 โดยน้ำหนัก

คำสำคัญ : เชื้อเพลิงอัดแท่ง ; ถ่านเปลือกมังคุดและไม้ยางพารา ; คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง



Abstract

This research aims to study the attribute of the energy and an economic evaluation of fuel briquette from mangosteen peel and rubberwood which is the ratio 100:0 90:10 80:20 70:30 60:40 50:50 and 0:100 (% by weight) by giving the highest average heat equal to 7,361.55 cal/g, which is the ratio 80:20 by weight. The average carbon content of almost 96.67 %, the ratio of 100: 0 by weight. The average volatile substances 95.73 %, the ratio 60:40 by weight. The smallest average ash content Representing 10.68 %, which ratio 60:40 by weight and Average moisture content is minimal 50:50 ratio was 5.32 % by weight. An economic value analysis of briquette fuel production is analysis the cost per unit of production Which the least cost per 1 Kg of briquette fuel production is equal to 9.22 baht/Kg, which is the ratio 80:20 by weight.

Keyword : fuel briquettes ; mangosteen peel charcoal and rubberwood charcoal ;

fuel properties

บทนำ

พลังงานถือเป็นปัจจัยที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชนและเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญของระบบเศรษฐกิจ ที่นับวันความต้องการบริโภคพลังงานทวีจำนวนมากยิ่งขึ้นอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของประชาชน รวมถึงความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในขณะทีพลังงานจากแหล่งธรรมชาติกลับมามีปริมาณลดลงและมีแนวโน้มว่ากำลังจะหมดไป ดังนั้น จึงต้องมีการจัดหาพลังงานให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดีสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และสามารถตอบสนองความต้องการใช้ในกิจกรรมการผลิตต่าง ๆ ได้อย่างเพียงพอ (Thongem, 2004; Konchalat et al., 2015) ปัจจุบันสถานการณ์ด้านพลังงาน เป็นปัญหาที่วิกฤตต่อภาวะเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก ทุกหน่วยงานจึงพยายามหามาตรการลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมัน จึงมีการสนับสนุนให้ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติ และการหาแหล่งพลังงานทดแทน เนื่องจากประเทศไทยของเราเป็นประเทศเกษตรกรรมมีศักยภาพในการผลิตพืชผลทางการเกษตรที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้ พลังงานชีวมวลจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่รัฐบาลต้องหันมาให้ความสำคัญในการพัฒนาศักยภาพ และสร้างความเชื่อมั่นให้ประชาชนเห็นความสำคัญของการใช้พลังงานหมุนเวียนจากแหล่งพลังงานภายในประเทศ (Sawekwiharee, 2012)

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านทรัพยากรทางธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ทำให้จังหวัดนครศรีธรรมราชมีความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและประสบปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมและในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านทรัพยากรน้ำ ด้านทรัพยากรดิน ด้านทรัพยากรป่าไม้ ด้านมลพิษ ด้านปัญหาขยะที่เป็นปัญหาอย่างเร่งด่วน ซึ่งปัญหาด้านขยะนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากแหล่งชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ปัญหาขยะจากแหล่งเกษตรกรรมมีจำนวนมาก เนื่องจากประชาชนในจังหวัดนครศรีธรรมราชประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก ทำให้มีผลผลิต เช่น มังคุด ทุเรียน เงาะ ยางพารา และปาล์มน้ำมัน มากกว่าความต้องการของตลาด และมีผลผลิตที่ไม่ได้มาตรฐานเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากจึงทำให้เกิดปัญหาในการจัดการขยะ (Pollution Control Department, 2018)

เทศบาลตำบลพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้ประสบปัญหาในการจัดการกับขยะที่เป็นผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นปัญหาหลักเนื่องจากประชาชนในพื้นที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ มีผลผลิตทางการเกษตร เช่น มังคุด ยางพารา และผลไม้ต่าง ๆ และที่เป็นปัญหาคือ มังคุด เมื่อถึงฤดูกาลของมังคุดจะมีผลผลิตเป็นจำนวนมาก และไม่ได้มาตรฐาน

ในการส่งออกอาจเป็นผลที่ยังไม่สุก และเป็นผลที่แตก จึงทำให้ผู้ประกอบการหรือพ่อค้าคนกลางได้คัดมังคุดจำพวกนี้ทิ้ง จึงทำให้เกิดปัญหาในการจัดการและการกำจัด ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับการนำเปลือกมังคุดและไม้ยางพาราที่เหลือทิ้งและมังคุดที่ไม่ได้มาตรฐานมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาขยะลดปัญหามลภาวะ ลดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากแก๊สธรรมชาติ และลดปัญหาการใช้พื้นที่ การศึกษาคุณสมบัติทางด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและไม้ยางพารา มาเป็นพลังงานเชื้อเพลิง จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากขยะชีวมวลเหลือทิ้งทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม โดยการนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งเพื่อเป็นพลังงานทดแทนแทนการใช้เชื้อเพลิงจากไม้ และฟืนจากป่าธรรมชาติ เพื่อเป็นพลังงานทดแทนที่ยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาคุณสมบัติทางด้านพลังงานและประเมินมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและไม้ยางพารา

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วัสดุและเครื่องมือ ดังนี้

1.1 วัสดุ

1.1.1 มังคุด ได้จากร้านรับซื้อ-ส่งมังคุด ในเขตเทศบาลตำบลพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.1.2 ไม้ยางพารา ตัวแทนผู้ปลูกยางพาราจากพื้นที่ในเขตเทศบาลตำบลพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.1.3 แป้งมันสำปะหลัง

1.1.4 น้ำ

1.2 อุปกรณ์ในการทดลองที่ใช้แปรรูปวัตถุในการผลิตถ่านอัดแท่ง ประกอบด้วย

1.2.1 อุปกรณ์ซึ่ง ดวง วัด ประกอบด้วย กระบอกตวง บีกเกอร์ ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง และตะแกรง

1.2.2 ภาชนะใช้ผสมวัตถุดิบในการทำถ่านอัดแท่ง

1.2.3 ถัง 200 ลิตร มีฝาปิด

1.2.4 เครื่องบดแบบ อาร์ที ซีรีส์

2. การวางแผนการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการวิจัย ดังนี้

- 2.1 เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ และสถานที่ในการทดลอง
- 2.2 นำเปลือกมังคุด และไม้ยางพาราไปตากแดดให้แห้ง
- 2.3 นำเปลือกมังคุด ไม้ยางพาราไปเผา และปล่อยให้เย็น
- 2.4 นำเปลือกมังคุด และไม้ยางพาราไปบดด้วยเครื่องบด
- 2.5 ทำการร่อนแป้งมันสำปะหลังกับน้ำในอัตราส่วนที่กำหนดไว้จนแป้งมันสำปะหลังกลายเป็นแป้งเปียก
- 2.6 นำถ่านเปลือกมังคุดและถ่านไม้ยางพาราที่บดแล้วไปผสมกับแป้งเปียกในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ โดยการผสมด้วยมือให้เข้ากัน
- 2.7 นำถ่านเปลือกมังคุดและถ่านไม้ยางพาราที่บดแล้วไปผสมกับแป้งเปียกในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ ไปอัดแท่ง
- 2.8 นำถ่านที่อัดแท่งแล้วไปตากแดดหรืออบให้แห้งสนิท มีความชื้นไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์
- 2.9 นำถ่านที่ได้ไปทดลองหาคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง

3. ขั้นตอนในการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านเปลือกมังคุดและถ่านไม้ยางพารา

3.1 การศึกษาข้อมูลงานวิจัย

3.1.1 การศึกษาข้อมูลส่วนผสมของถ่านอัดแท่งเปลือกมังคุดและถ่านไม้ยางพารา

1) เปลือกมังคุดเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงได้ดี ไม่แตกปะทุ ไม่มีควัน มีเขี้ยวเล็กน้อย มีความร้อนสูง และยังมีคุณสมบัติดูดซับกลิ่นต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

2) ไม้ยางพาราเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เป็นเศษไม้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ ได้ แต่สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงได้ดี มีการแตกปะทุและมีควันเล็กน้อย มีเขี้ยวเล็กน้อย มีความร้อนสูง

3.1.2 วิธีการหาอัตราส่วนที่เหมาะสม

1) โดยการนำถ่านเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพาราที่ผ่านการบดแล้วมาทำการผสมเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้ ถ่านเปลือกมังคุด:ถ่านไม้ยางพารา (ร้อยละโดยน้ำหนัก) โดยมีอัตราส่วน ดังนี้ 100:0 90:10 80:20 70:30 60:40 50:50 และ 0:100



2) อัตราส่วนตัวประสาน โดยใช้แฉ่งมันสำปะหลัง 7 กรัม และน้ำ 50 มิลลิลิตรทำการผสมให้เข้ากันและให้ความร้อน 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จนกลายเป็นแป้งเปียก จากนั้นเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม

3.2 กรรมวิธีในการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา

3.2.1. เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ และสถานที่ในการทดลอง

3.2.2. นำเปลือกมังคุด และไม้ยางพาราไปตากแดดให้แห้งเป็นเวลา 6 วัน

3.2.3. นำเปลือกมังคุด และไม้ยางพาราไปเผา เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นเป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง

3.2.4. นำเปลือกมังคุด และไม้ยางพาราไปบดด้วยเครื่องบด

3.2.5. ทำการกวนแป้งมันสำปะหลังกับน้ำในอัตราส่วนที่กำหนดไว้จนแป้งมันสำปะหลังกลายเป็นแป้งเปียก

3.2.6. นำถ่านเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพาราที่บดแล้วไปผสมกับแป้งเปียกในอัตราส่วนที่กำหนดไว้โดยการผสมด้วยมือให้เข้ากัน

3.2.7. นำถ่านเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพาราที่บดแล้วไปผสมกับแป้งเปียกในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ไปอัดแท่ง

3.2.8. นำถ่านที่อัดแท่งแล้วไปตากแดดหรืออบให้แห้งสนิท มีความชื้นไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์

4. ตัวแปรในการวิเคราะห์ถ่านอัดแท่ง

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง เป็นการศึกษาพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพาราด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

Table 1 Parameter analysis

Number	Parameter	Unit	Reference
1	Heat value (DSCV, LSCV, HSCV)	cal/g (by weight)	(APHA, 2012)
2	Volatile substances	% by weight	
3	Ash	% by weight	
4	Moisture	% by weight	
5	Carbon Stable	% by weight	

Note: DSCV: Dry Solid Calorific Value
 HSCV: Higher Solid Caloric Value
 LSCV: Lower Solid Caloric Value

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง

คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพาราในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง ดังนี้ ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น

1.1 ปริมาณความชื้น

การศึกษาปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และไม้ยางพารา ได้ดำเนินการโดย หาปริมาณน้ำที่อยู่ในถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และไม้ยางพารา สำหรับน้ำหนักแห้งของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และไม้ยางพารานั้นต้องเป็นน้ำหนักหลังการอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผลการศึกษา พบว่าอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณความชื้นมากที่สุด คือ อัตราส่วน 80:20 รองลงมาคือ อัตราส่วน 90:10 และอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณความชื้นน้อยที่สุด คือ อัตราส่วน 50:50 ซึ่งมีค่าปริมาณความชื้น เฉลี่ยร้อยละ 7.67, 7.01 และ 5.32 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณความชื้นกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พบว่า ค่าปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยอัตราส่วน 50:50 มีค่าปริมาณความชื้นน้อยที่สุดและดีที่สุด รองลงมา 70:30 60:40 0:100 100:0 90:10 และมากที่สุด คือ อัตราส่วน 80:20 ซึ่งมีค่าปริมาณความชื้น เฉลี่ยร้อยละ 5.32 5.67 5.86 6.00, 6.02, 7.01 และ 7.67 ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณความชื้นในแต่ละอัตราส่วนที่ทำการวิเคราะห์หามีค่าปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกัน (Figure 1)

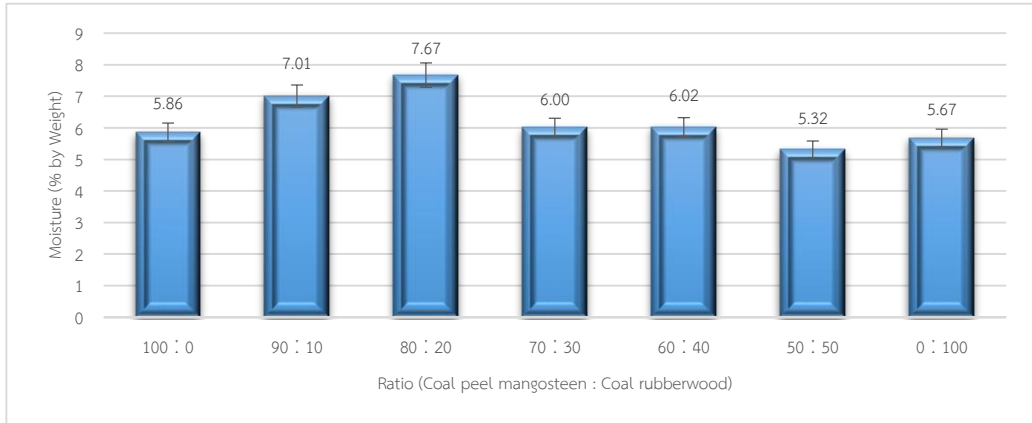


Figure 1 The moisture content of charcoal briquette from mangosteen peel and rubberwood

1.2 ปริมาณเถ้า

การศึกษาปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา ได้ดำเนินการโดย ศึกษาสิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้ซึ่งได้จากการนำเปลือกมังคุด และไม้ยางพาราไปเผาจนกลายเป็นถ่านนำไปบดให้ละเอียด และนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้ผลการศึกษา พบว่าอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ อัตราส่วน 100:0 รองลงมาคือ อัตราส่วน 50:50 และอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณเถ้าน้อยที่สุด คือ อัตราส่วน 60:40 ซึ่งมีค่าปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 14.23, 13.71 และ 10.68 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณเถ้ากับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สรุปว่า ค่าปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า อัตราส่วน 60:40 มีค่าปริมาณเถ้าน้อยที่สุด และดีที่สุด รองลงมา 80:20, 90:10, 0:100, 70:30, 50:50 และมากที่สุดคือ อัตราส่วน 100:0 ซึ่งมีค่าปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 10.68, 12.64, 12.73, 12.93, 13.7, 13.66 และ 14.23 ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณเถ้าในแต่ละอัตราส่วนที่ทำการวิเคราะห์มีค่าปริมาณเถ้าที่ไม่แตกต่างกันมาก (Figure 2)

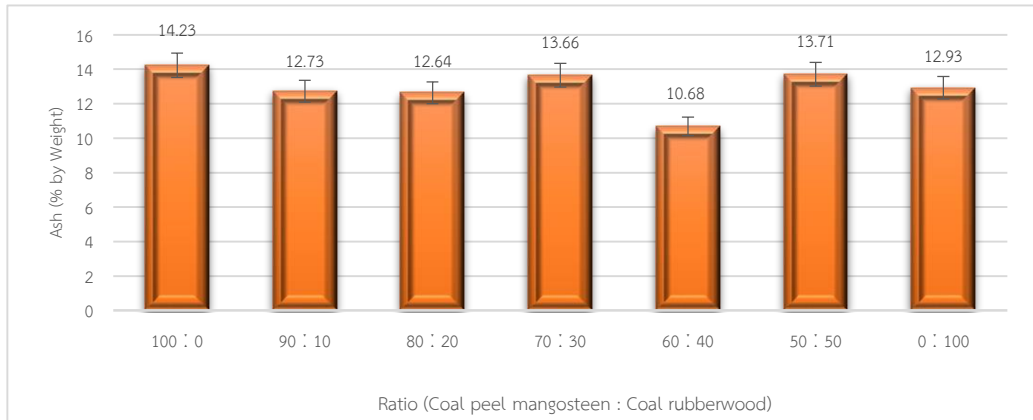


Figure 2 The ash content of charcoal briquette from mangosteen peel and Rubberwood

1.3 ปริมาณสารระเหยได้

การศึกษาปริมาณสารระเหยได้ของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา ได้ดำเนินการโดย ศึกษาสิ่งที่สามารถเผาไหม้ซึ่งได้จากการนำเปลือกมังคุด และไม้ยางพาราไปเผาจนกลายเป็นถ่านนำไปบดให้ละเอียด และนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้ผลการศึกษา พบว่าอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณสารระเหยได้มากที่สุด คือ อัตราส่วน 60:40, รองลงมาคือ อัตราส่วน 80:20 และอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณสารระเหยได้น้อยที่สุด คือ อัตราส่วน 50:50 ซึ่งมีค่าปริมาณสารระเหยได้ เฉลี่ยร้อยละ 95.73, 95.76 และ 91.92 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณสารระเหยได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สรุปว่า ค่าปริมาณสารระเหยได้ของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า อัตราส่วน 60:40 มีค่าปริมาณสารระเหยได้มากที่สุด และดีที่สุด รองลงมา 80:20, 90:10, 0:100, 70:30, 100:0 และน้อยที่สุดคือ 50:50 อัตราส่วน ซึ่งมีค่าปริมาณสารระเหยได้ เฉลี่ยร้อยละ 95.67, 95.73, 94.83, 93.10, 92.73, 92.00 และ 91.92 ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณสารระเหยได้ในแต่ละอัตราส่วนที่ทำกรวิเคราะห์หามีค่าปริมาณสารระเหยได้ที่ไม่แตกต่างกันมาก

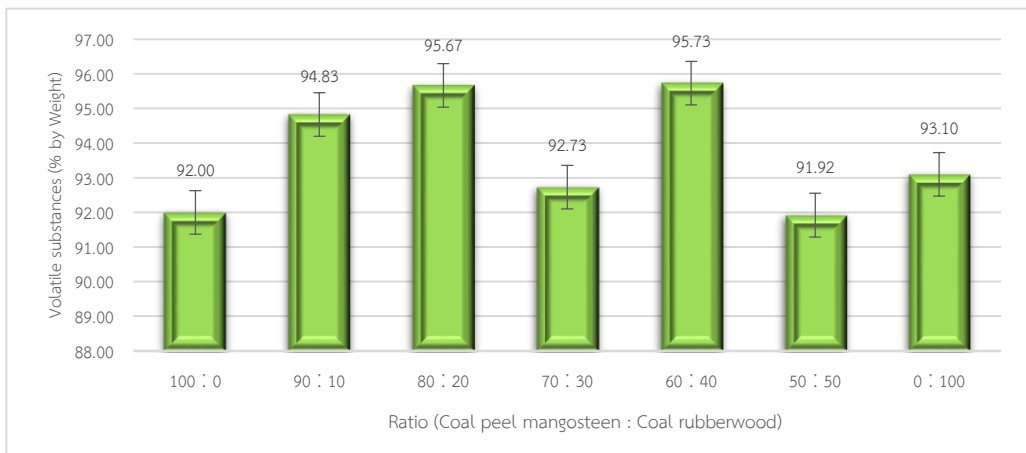


Figure 3 The Volatile substance content of charcoal briquette from mangosteen peel and rubberwood

1.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว

การศึกษาปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา โดยคิดคำนวณจากสูตร ในค่าปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหยได้ ผลการคำนวณพบว่าอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวมากที่สุด คือ อัตราส่วน 100:0รองลงมาคือ อัตราส่วน 70:30 และอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวน้อยที่สุด คือ อัตราส่วน 60:40 ซึ่งมีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัว เฉลี่ยร้อยละ 96.67, 96.63 และ 96.53 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สรุปว่า ปริมาณคาร์บอนคงตัว ของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า อัตราส่วน 100:0 มีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวมากที่สุด และดีที่สุด รองลงมา 70:30, 90:10, 80:20, 50:50, 0:100 และน้อยที่สุดคือ 60:40 อัตราส่วน ซึ่งมีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัว เฉลี่ยร้อยละ 96.67,

96.63, 96.62, 96.62, 96.61, 96.61 และ 96.53 ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณคาร์บอนคงตัว ในแต่ละอัตราส่วนที่ทำกรวิเคราะห์หามีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวที่ไม่แตกต่างกันมาก (Figure 4)

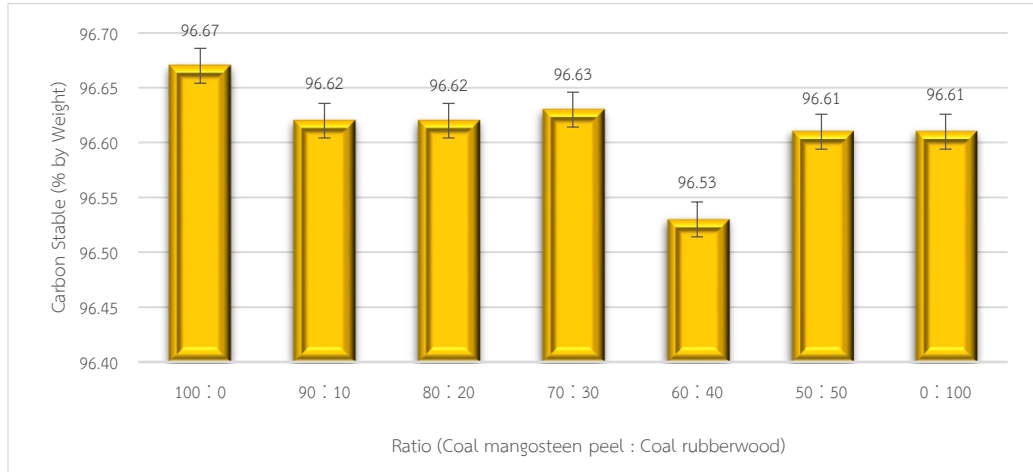


Figure 4 The Fixed carbon content of charcoal briquette from mangosteen peel and rubberwood

1.5 ปริมาณความร้อน

การศึกษาปริมาณความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา โดยใช้เครื่อง bomb calorimeter (GE-5055 Compensated Jacket Calorimeter, Parr) ผลการทดสอบพบว่าอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณความร้อนมากที่สุด คือ อัตราส่วน 80:20 รองลงมาคือ อัตราส่วน 70:30 และอัตราส่วนที่มีค่าปริมาณความร้อนน้อยที่สุด คือ อัตราส่วน 100:0 ซึ่งมีค่าปริมาณความร้อน (แคลอรีต่อกรัม) 7,361.55, 6,917.74 และ 6,660.71 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณความร้อน กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สรุปว่า ปริมาณความร้อน ของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า อัตราส่วน 80:20 มีค่าปริมาณความร้อนมากที่สุด และดีที่สุด รองลงมา 70:30, 0:100, 50:50, 60:40, 90:10 และน้อยที่สุด คือ 100:0 อัตราส่วน ซึ่งมีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัว ร้อยละ 96.62, 96.63, 96.61, 96.61, 96.53, 96.62 และ 96.67 ตามลำดับซึ่งค่าปริมาณความร้อน ในแต่ละอัตราส่วนที่ทำกรวิเคราะห์หามีค่าปริมาณความร้อน ที่ไม่แตกต่างกันมาก

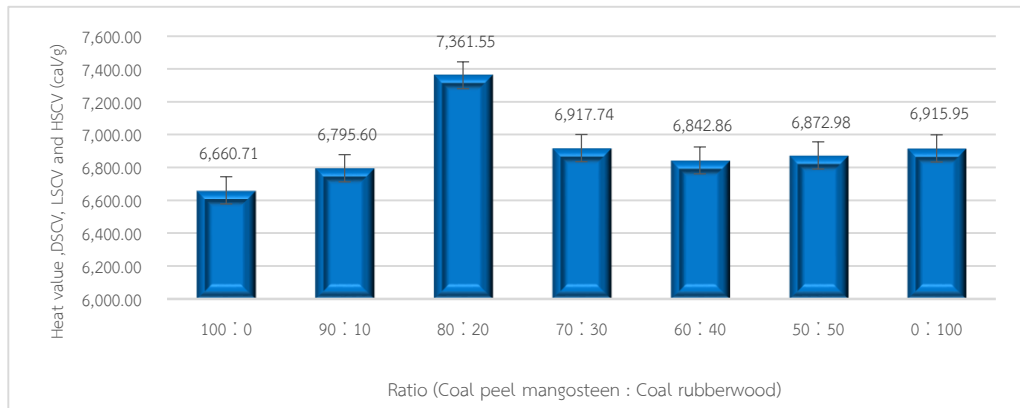


Figure 5 The Heat value, DSCV, LSCV and HSCV content of charcoal briquette from mangosteen peel and rubberwood

1.6 คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงโดยรวม

คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงโดยรวมของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพาราในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง ดังนี้ ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น พบว่าคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงโดยรวมของถ่านอัดแท่งคือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนทุกอัตราส่วน เมื่อเปรียบเทียบค่าของคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงโดยรวม กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สรุปว่า ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น ของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า ในแต่ละอัตราส่วนที่ทำการวิเคราะห์มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมาก

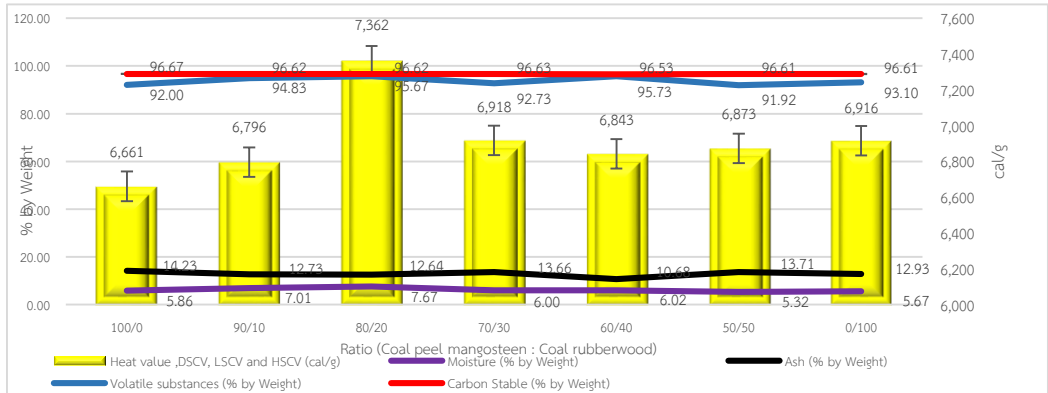


Figure 6 The fuel properties content of charcoal briquette from mangosteen peel and rubberwood

2. การวิเคราะห์มูลค่าทางด้านเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์มูลค่าทางด้านเศรษฐกิจของการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุดและไม้ยางพารา เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิต โดยคิดวิเคราะห์จากต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรในการผลิตถ่านอัดแท่ง ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดวัตถุดิบ และเครื่องมือในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และไม้ยางพารา โดยมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ ดัง Table 2 and Table 3

Table 2 The fixed cost price of briquette charcoal from mangosteen peel charcoal and rubberwood charcoal

List of machines and equipment	Price (THB)
Coal grinding machine model TS-02	80,000.00
Screw extruder, model K-001	31,000.00
Coal mixing machine	35,000.00
Coal kiln 200 liter	2,700.00
Coal production house measuring 6 × 8 m.	67,000.00
Total cost	215,700.00

**Table 3** The variable cost of producing coal briquettes and coal from timber, coal mangosteen peel

Raw materials and labor list	Price (THB)
Mangosteen peel /kg	0.50
Rubber wood/kg	1.00
Tapioca flour/kg	22.00
Water/liter	0.22
electricity charge/Unit	4.00
labor list/Day	300.00

ต้นทุนรวมของแต่ละอัตราส่วนผสม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แบบคิดต้นทุนชีวมวล และแบบไม่คิดต้นทุนชีวมวล ต้นทุนรวมของแต่ละอัตราส่วนผสม แบบไม่คิดต้นทุนชีวมวล คำนวณได้จากต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปรโดยไม่คิดต้นทุนชีวมวล มีค่าเท่ากับ 8.62 บาทต่อกิโลกรัม การคิดวิเคราะห์จากต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร พบว่า ต้นทุนรวมของแต่ละอัตราส่วนผสมแบบคิดต้นทุนชีวมวลมีต้นทุนเพิ่มขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนของไม้ยางพารา และแบบไม่คิดต้นทุนชีวมวล จะมีต้นทุนคงที่ทุกอัตราส่วนดัง Table 4

Table 4 The total cost of each ratio

Ratio Charcoal (mangosteen peel: rubberwood)	Cost per unit cost biomass (Baht/Kg)	Unit cost without costing biomass (Baht/Kg)
100:0	9.12	8.62
90:10	9.17	8.62
80:20	9.22	8.62
70:30	9.27	8.62
60:40	9.32	8.62
50:50	9.37	8.62
0:100	9.62	8.62



วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาวិเคราะห์คุณสมบัติด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านเปลือกมังคุดและถ่านไม้ยางพารา พบว่าอัตราส่วน (ถ่านเปลือกมังคุด:ถ่านไม้ยางพารา) 80:20 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม และมากที่สุด มีปริมาณความร้อน 7,361.55 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณคาร์บอนคงตัว 96.62 ร้อยละโดยน้ำหนัก ปริมาณสารระเหยได้ 95.67 ร้อยละโดยน้ำหนัก ปริมาณเถ้า 12.64 ร้อยละโดยน้ำหนัก และ ปริมาณความชื้น 7.67 ร้อยละโดยน้ำหนัก และอัตราส่วน (ถ่านเปลือกมังคุด:ถ่านไม้ยางพารา) 100:0 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม และน้อยที่สุดมีปริมาณความร้อน 6,660.71 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณคาร์บอนคงตัว 96.67 ร้อยละโดยน้ำหนัก ปริมาณสารระเหยได้ 92.00 ร้อยละโดยน้ำหนัก ปริมาณเถ้า 14.23 ร้อยละโดยน้ำหนัก และปริมาณความชื้น 5.86 ร้อยละโดยน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบของคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงโดยรวม กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สรุปว่า ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น ของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้อภิปรายผลตามประเด็นดังกล่าวข้างต้น จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีผลการวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง การวิเคราะห์หาอัตราส่วนที่เหมาะสม การวิเคราะห์หาจุดคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง

จากการศึกษาวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น โดยใช้แบริ่งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในการอัดแท่ง เป็นการนำแบริ่งมันสำปะหลังไปผ่านการต้มกับน้ำจนกลายเป็นแป้งเปียก เพื่อง่ายต่อการอัดแท่งของผงถ่าน ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Kitipattaworn *et al.*, 2013; Alireza Bazargan *et al.*, 2014; Tantisattayakul, T. *et al.*, 2015; Tangmankongworakoon *et al.*, 2015; Wattanachira, *et al.*, 2016 และ Youmune, 2016 พบว่ามีการกำหนดอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันและใช้แบริ่งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในการอัดขึ้นรูป เพื่อให้แท่งเชื้อเพลิงยึดติดกันมากขึ้นพร้อมทั้งนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น



2. การวิเคราะห์หาอัตราส่วนที่เหมาะสม

จากการศึกษาวิเคราะห์หาอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำการวิเคราะห์หาอัตราส่วนจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น โดยการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการให้พลังงาน และเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Kitipattaworn *et al.*, 2013; Alireza Bazargan *et al.*, 2014; Tantisattayakul, T. *et al.*, 2015; Tangmankongworakoon *et al.*, 2015; Wattanachira *et al.*, 2016 และ Youmune, 2016 พบว่ามีการกำหนดอัตราส่วนที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาอัตราส่วนจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น ใกล้เคียงกัน เพื่อวิเคราะห์หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่ง

3. การวิเคราะห์มูลค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์

จากการศึกษาวิเคราะห์หาจุดคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อหาอัตราส่วนที่ให้พลังงานมากที่สุดจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น และอัตราส่วนที่เหมาะสมในการให้พลังงานโดยใช้แ่งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในการอัดแท่ง เป็นการนำแ่งมันสำปะหลังไปผ่านการต้มกับน้ำจนกลายเป็นแ่งเปียก และโดยการคำนวณวิเคราะห์หาจุดคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อหาต้นทุนในการผลิตถ่านอัดแท่ง ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Kitipattaworn *et al.*, 2013; Tantisattayakul *et al.*, 2015 พบว่ามีการวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง ในการวิเคราะห์หาอัตราส่วนจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น ใกล้เคียงกัน กำหนดอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อวิเคราะห์หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่ง และการคำนวณวิเคราะห์หาจุดคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อหาต้นทุนในการผลิตถ่านอัดแท่ง



สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่าอัตราส่วน (ถ่านเปลือกมังคุด:ถ่านไม้ยางพารา) 80:20 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม และมากที่สุด มีปริมาณความร้อน 7,361.55 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณคาร์บอนคงตัว 96.62 ร้อยละโดยน้ำหนัก ปริมาณสารระเหยได้ 95.67 ร้อยละโดยน้ำหนัก ปริมาณเถ้า 12.64 ร้อยละโดยน้ำหนัก และ ปริมาณความชื้น 7.67 ร้อยละโดยน้ำหนัก และอัตราส่วน (ถ่านเปลือกมังคุด:ถ่านไม้ยางพารา) 100:0 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม และน้อยที่สุดมีปริมาณความร้อน 6,660.71 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณคาร์บอนคงตัว 96.67 ร้อยละโดยน้ำหนัก ปริมาณสารระเหยได้ 92.00 ร้อยละโดยน้ำหนัก ปริมาณเถ้า 14.23 ร้อยละโดยน้ำหนัก และปริมาณความชื้น 5.86 ร้อยละโดยน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบของคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงโดยรวม กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สรุปว่า ปริมาณความร้อน ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น ของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมังคุด และถ่านไม้ยางพารา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า ในแต่ละอัตราส่วนที่ทำการวิเคราะห์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมาก เพราะ เป็นอัตราส่วนที่อยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และยังเป็นอัตราส่วนที่ให้พลังงานที่สูงเหมาะแก่การนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง

การคิดวิเคราะห์ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร พบว่า อัตราส่วนผสม (ถ่านเปลือกมังคุด:ถ่านไม้ยางพารา) 80:20 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม เพราะเป็นอัตราส่วนที่ให้พลังงานสูง และมีต้นทุนทางการผลิตน้อย สามารถนำไปผลิตเป็นถ่านอัดแท่งที่ให้ผลตอบแทนสูง

เอกสารอ้างอิง

APHA, AWWA & WEF. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. (22 nd ed). Washington DC, USA, American Public Health Association.

Bazargan, A., Rough, S. L., & McKay, G. (2014). Compaction of palm kernel shell biochars for application as solid fuel. *Biomass and bioenergy*, 70, 489-497.



- Kitipattaworn, A., Reubroycharoen, P., & Uttamaprakorn, W. (2013). Briquette Fuel from co-production of Ethanol Industrial Wet Cake and Biomass. *Journal of Energy Research*, 10 (3), 43-56. (in Thai)
- Konchalat, P., Chutimun, N., & Goompol, B. (2014). The total energy consumption forecasting in Thailand by Box- Jenkins method and artificial neural network. *Research and Development Journal, Loei Rajabhat University*, 28, 31-38. (in Thai)
- Pollution Control Department. (2018). *Thailand State of Pollution Report 2018*. Pollution Control Department, Bangkok. (in Thai)
- Sawekwiharee, S. (2012). *Potential Energy of The Fuel Briquettes From Mangosteen Shell*. Bangkok, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)
- Tangmankongworakoon, N., & Preedasuriyachai, P. (2015). A Study on How to Utilize Coffee Residue and Tea Residue for the Production of Briquettes. *Journal of Srinakharinwirot university*, 7 (13), 15-26. (in Thai)
- Tantisattayakul, T., Phongkasem, S., Phooyar, P., & Taibangury, P. (2015). Community-Based Renewable Energy from Biomass Briquettes Fuel from Coconut Leaf. *Journal of Science and Technology*, 23(3), 418-431. (in Thai)
- Thongem, P. (2004). *Future Energy and Sustainable Development*. Bangkok, The Secretariat of The House of Representatives. (in Thai)
- Wattanachira, L., Laapan, N., Chatchavarn, V., & Thanyacharoen, A. (2016). Development of Biobriquettes from Mixed Rice-straw and Longan Waste Residues. *KMUTT Research and Development Journal*, 39(2), 239-255. (in Thai)



วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 26 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2564

BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 26 (No.3) September – December 2021

บทความวิจัย

Youmune, P. (2016). Development of a Cold Production Biomass Charcoal Briquette Machine to use Waste from Coffee Bean Processing. *Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal*, 9(1), 34-48. (in Thai)