รายงานการวิจัย

การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู

The Production of Charcoal from Sago Bark

เสริมศักดิ์ เกิดวัน Sermsak Kerdwan

รุ่งโรจน์ จีนด้วง Rungrote Jeendoung

สุธาพร เกตุพันธ์ Sutaporn Getpun

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการโครงการงานวิจัยเรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู ดำเนินงานสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ ด้วยความสนับสนุนทุนวิจัย ตามโครงการทุนสนับสนุนนักวิจัยงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย และได้รับการสนับสนุนสถานที่ปฏิบัติงาน สาธารณูปโภค ตลอดจนผู้ช่วยปฏิบัติงานสร้างและทดสอบเครื่องจากสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผู้ศึกษาวิจัยขอขอบคุณผู้บริหารหน่วยงานทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความสนับสนุน

ขอขอบคุณกลุ่มอนุรักษ์และแปรรูปสาคูบ้านกะโสม ตำบลกะปาง อำเภอทุ่งสง ซึ่งเป็นสถานที่ชุมชน เป้าหมายของการวิจัย โดยมีสมาชิกของกลุ่มให้การอนุเคราะห์ข้อมูล สนับสนุนวัตถุดิบในการทดสอบ ให้คำแนะนำ การมีส่วนร่วม และอำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ จนโครงการศึกษาวิจัยสำเร็จผลอย่างสมบูรณ์ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากความกรุณาของท่านและหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เสริมศักดิ์ เกิดวัน
รุ่งโรจน์ จีนด้วง
สุธาพร เกตุพันธ์
กันยายน 2562

การออกแบบสร้างเครื่องปั่นแห้งเพื่อลดเวลาในการตากแป้งสาคู

เสริมศักดิ์ เกิดวัน[1] รุ่งโรจน์ จีนด้วง[2] และสุธาพร เกตุพันธ์[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติความเหมาะสมของเปลือกต้นสาคูต่อการใช้เป็นวัสดุการผลิตและหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมต่อการอัดขึ้นรูปเป็นถ่านอัดแท่ง มีขั้นตอนหลักในการผลิต 3 ขั้นตอน คือ การเผาถ่าน การบดผงถ่าน และการอัดขึ้นรูปเป็นถ่านอัดแท่ง โดยนำเปลือกต้นสาคูที่เหลือจากการผลิตแป้งในชุมชนมาเผาให้เป็นถ่านด้วยเตา 200 ลิตร บดให้ละเอียดเป็นผงถ่าน นำตัวอย่างผงถ่านเข้าทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ASTM เพื่อหาคุณสมบัติความเหมาะสมเบื้องต้น ได้ผลดังนี้ ค่าความชื้น 6.03 % เถ้า 9.11 ปริมาณคาร์บอนคงตัว 66.61 % สารระเหยได้ 24.28 % จากนั้นนำผงถ่านไปหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ ระหว่างผงถ่านเปลือกต้นสาคู ตัวประสาน (แป้งมันสำปะหลัง) และน้ำ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมขององค์ประกอบที่ได้กำหนดไว้ ได้แก่ ผงถ่าน แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ คือ 1 : 1 : 0.50 (โดยน้ำหนัก) ถ่านอัดแท่งที่ได้มีลักษณะทางกายภาพตามรูปทรงที่ต้องการ หน้าตัดรูปหกเหลี่ยม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร อัดขึ้นรูปได้ง่าย เกาะตัวกันแน่น ไม่มีรอยแตกร้าว จากนั้นนำไปลดความชื้นด้วยการตากแดดเป็นเวลา 16 ชั่วโมง (2 วัน) ทดสอบระยะจุดติดไฟ ระยะการมอดดับ และปริมาณเถ้าถ่าน จากนั้นนำตัวอย่างถ่านอัดแท่งเข้าทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ASTM ได้ผลดังนี้ ค่าความชื้น 23.87 % เถ้า 13.68 ปริมาณคาร์บอนคงตัว 51.68 % ค่าความจุความร้อน 5,649 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม สารระเหยได้ 34.64 % ผลจากการทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคูเมื่อนำไปเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงกับวัสดุอื่นๆ ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นถ่านอัดแท่ง สรุปได้ว่าเปลือกต้นสาคูมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุในการผลิตถ่านอัดแท่ง สามารถทำการผลิตเพื่อใช้ในครัวเรือนและพัฒนาสู่การผลิตเพื่อสร้างรายได้แก่ชุมชนได้

คำสำคัญ : ถ่านอัดแท่ง , ถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู

[1,2,3]อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.นครศรีธรรมราช

The Production of Charcoal Briquette from Sago Tree Shell.

Sermsak Kerdwan[1] Rungrote Jeendoung[2] and Sutaporn Getpun[3]

Abstract

This research is to study and develop the production of charcoal briquette from sago tree shell. The objective is to study the properties, suitability of the sago tree shell for use as a production material and to find the appropriate mixture ratio for extrusion into charcoal briquettes. There are three main steps in the production process: charcoal burning, charcoal powder grinding and extrusion into charcoal bars. By bringing the remaining sago tree shell from the production of flour in the community to be burned into charcoal with a 200-liter stove, crushed thoroughly into charcoal powder Take the charcoal powder sample to test the properties in the laboratory according to ASTM standards to find the initial suitability properties. The results are as follows: moisture content 6.03% ash 9.11, fixed carbon content 66.61%, volatile matter 24.28%, then the charcoal powder to find the appropriate mixture rate for extrusion with various mixing rates Between sago charcoal powder Brazing (tapioca starch) and water, found that the optimum ratio of the specified composition is tapioca powder and water: 1: 1: 0.50 (by weight). The charcoal has the physical characteristics according to the desired shape. Hexagonal page area 5 cm in diameter, 10 cm long, easily extruded Stick together tightly No cracks then reduce moisture by sun exposure for 16 hours (2 days). Test the ignition point. Extinguishing period and the amount of ashes after that, the sample of the compressed charcoal will be tested in the laboratory according to ASTM standard. Moisture content 23.87% ash 13.68 fixed carbon 51.68% heating value 5,649 kcal / kg volatile matter 34.64% results from testing the properties of briquette charcoal from sago tree shell when comparing fuel properties with Other materials Popular to be processed into charcoal bars. It can be concluded that the sago tree shell has the appropriate properties for use as a material for the production of briquette charcoal able to produce for household use and develop into production to generate income for the community.

Keyword : Charcoal briquette , Charcoal briquette from Sago Tree shell

[1,2,3]Department of Industrial Technology, Faculty of Science and Technology

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 2 การดำเนินงานวิจัย	9
2.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเนินงานวิจัย	9
2.2 การการวิจัย	9
บทที่ 3 ผลการวิจัย และอภิปรายผล	20
3.1 ผลการวิจัย และอภิปรายผล	20
3.2 อภิปรายผล	23
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	24
4.1 สรุปผลการวิจัย	24
4.2 ข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 : ผลการทดสอบคุณสมบัติผงถ่านของตัวอย่างถ่านเปลือกต้นสาคู 20

ตารางที่ 3.2 : ผลการทดสอบคุณสมบัติถ่านแท่งของตัวอย่างถ่านอัดแท่งเปลือกต้นสาคู 21

ตารางที่ 3.3 : ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง 22

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 : ลักษณะเปลือกต้นสาคู 2

ภาพที่ 1.2 : ถ่านเปลือกต้นสาคู 3

ภาพที่ 1.3 : เตาเผาถ่านถัง 200 ลิตร 5

ภาพที่ 2.1 : การตากเปลือกต้นสาคู 9

ภาพที่ 2.2 : การจัดเปลือกต้นสาคูในเตา 10

ภาพที่ 2.3 : ลักษณะควันในขณะที่กำลังเผาไหม้ 10

ภาพที่ 2.4 : ควันและเปลวความร้อนเมื่อถ่านเผาไหม้จนสมบูรณ์ 11

ภาพที่ 2.5 : การปิดเตา 11

ภาพที่ 2.6 : ถ่านเปลือกต้นสาคู 12

ภาพที่ 2.7 : ผงถ่าน 13

ภาพที่ 2.8 : การผสมวัตถุดิบเพื่อผลิตถ่านอัดแท่ง 13

ภาพที่ 2.9 : เครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง 14

ภาพที่ 2.10 : ถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู 14

ภาพที่ 2.11 : การจุดถ่านด้วยเปลวแก๊ส 15

ภาพที่ 2.12 : นำถ่านที่ติดไฟมาใส่ในเตา 15

ภาพที่ 2.13 : การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 30 นาที 15

ภาพที่ 2.14 : การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 45 นาที 16

ภาพที่ 2.15 : การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 1 ชั่วโมง 16

ภาพที่ 2.16 : การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 1 ชั่วโมง 15 นาที 16

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2.17 : การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 1 ชั่วโมง 30 นาที 17

ภาพที่ 2.18 : การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 1 ชั่วโมง 45 นาที 17

ภาพที่ 2.19 : การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 2 ชั่วโมง 17

ภาพที่ 2.20 : ถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู 18

ภาพที่ 2.21 : การอบชิ้นทดสอบในเตา 18

ภาพที่ 2.22 : การทดสอบน้ำหนักชิ้นทดสอบ **19**

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ถ่านอัดแท่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนถ่านจากป่าไม้ธรรมชาติที่กาลังจะหมดไปได้อย่างสมบูรณ์ ถ่านอัดแท่งที่มีการผลิตในปัจจุบัน ได้แก่ การผลิตถ่านอัดแท่งจากไม้ทั่วๆ ไป กะลามะพร้าว เปลือกเหลือทิ้งจากพืชและผลไม้ เหง้ามันสาปะหลัง การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ การผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อย เพื่อใช้ในการอุปโภคเป็นจานวนมาก ลักษณะของถ่านอัดแท่งสำเร็จรูปมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีควัน ไม่แตกประทุ ขี้เถ้าน้อยไม่ฟุ้งกระจาย ไม่ทำลายสุขภาพ ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอและทนทาน ใช้งานได้มากกว่าถ่านไม้ธรรมดา

สาคูหรือปาล์มสาคู (ชื่อวิทยาศาสตร์: Metroxylon sago) เป็นพืชจำพวกปาล์มชนิดหนึ่ง ซึ่งมีแป้งในลำต้นและนำมาผลิตเป็นสาคู ภาษามลายูเรียก sago เป็นที่พบตามที่ชื้นแฉะ ถิ่นกำเนิดอยู่ที่นิวกินีและหมู่เกาะโมลุกกะประเทศอินโดนีเซีย และบริเวณใกล้เคียง กระจายพันธุ์ในอินโดนีเซีย มาเลเซีย ปาปัวนิวกินี และตอนใต้ของไทย ต้นสาคูที่อายุ 9 ปี ขึ้นไปจะสะสมแป้งในลำต้นจำนวนมาก เมื่อโค่นต้นจะแยกเอาแป้งที่มีลักษณะข้นเหนียวมาทำอาหารได้ เป็นอาหารที่ใช้ในยามขาดแคลนข้าวในเกาะบอร์เนียว โดยนำแป้งไปใส่ถุงเสื่อแขวนไว้ให้ลอดช่องออกมาเป็นเม็ดๆ นำไปตากแห้ง แล้วจึงนำไปทำอาหาร เมื่อเริ่มมีพ่อค้าจากจีนและตะวันตกเข้ามาค้าขายในบริเวณหมู่เกาะโมลุกกะ เมื่อได้ชิมอาหารที่ปรุงจากสาคูและมีความชื่นชอบ ทำให้แป้งสาคูกลายเป็นสินค้า ก่อนจะถูกแทนที่ด้วยเม็ดสาคูที่ทำจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาคูบริสุทธิ์มีอะไมโลส 27% อะไมโลเพกติน 73% แป้งจากปาล์มสาคูเป็นอาหารหลักในนิวกินี ส่วนในอินโดนีเซียและมาเลเซียใช้ทำเค้กและคุกกี้ เส้นก๋วยเตี๋ยวและขนมแห้งต่างๆ ในสหรัฐใช้ทำคัสตาร์ด ในทางอุตสาหกรรมใช้รักษารูปทรงในการผลิตกระดาษและเส้นใย ผสมในการผลิตไม้อัด ลำต้นอ่อนไส้กลวง และเศษน้ำที่เหลือจากการผลิตแป้งใช้เป็นอาหารสัตว์ เปลือกลำต้นใช้เป็นวัสดุก่อสร้างและเชื้อเพลิง ก้านใบใช้ทำฝาผนัง เพดาน และรั้ว ใบอ่อนใช้สานตะกร้า ยอดอ่อนรับประทานเป็นผัก หนอนของด้วงสาคูนำมารับประทานได้ ในหมู่เกาะโมลุกกะนิยมนำเห็ดฟางที่ขึ้นอยู่ในกากที่เหลือจากการผลิตแป้งมารับประทาน ใบสาคูนำมาเย็บเป็นตับใช้มุงหลังคาและฝาบ้าน ก้านใบนำมาลอกเปลือกนอกออกนำไปจักสานเป็นชะลอมหรือแผงวางของได้ ผลของต้นสาคูรับประทาน ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจและสังคม ลำต้น ใช้เนื้อในลำต้นทำแป้งสาคู ใช้ทำแป้ง ใช้เนื้อในลำต้นเป็นอาหารสัตว์ กากแป้งสาคูใช้ทำปุ๋ย เป็นการใช้ประโยชน์ทางอ้อม ใช้ลำต้นเลี้ยงด้วงสาคู ด้วงสาคูได้จาก 2 วิธีคือ จากธรรมชาติ การเลี้ยงด้วงสาคู ส่วนเปลือกนอกต้นสาคูใช้ทำวัสดุก่อสร้าง ทำคอกสัตว์ ใช้ทำเชื้อเพลิง

ภาพที่ 1.1 ลักษณะเปลือกต้นสาคู

จากเปลือกเหลือทิ้งที่มีจำนวนมาก และถูกนำมาใช้ทำเป็นเชื้อเพลิงนั้น เพื่อการใช้ประโยชน์จากสาคูแบบครบวงจรและเป็นการวิจัยแบบบูรณาการ ผู้วิจัยมีแนวคิดพัฒนาการใช้ประโยชน์โดยการนำเปลือกสาคูมาเผาถ่านและเพิ่มมูลค่าด้วยการผลิตเป็นถ่านแท่งก่อนนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง เพราะลักษณะของถ่านอัดแท่งสำเร็จรูปมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีควัน ไม่แตกประทุ ขี้เถ้าน้อยไม่ฟุ้งกระจาย ไม่ทำลายสุขภาพ ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอและทนทาน ใช้งานได้มากกว่าการใช้เปลือกต้นสาคูโดยตรง และที่สำคัญเป็นการออกแบบและพัฒนาเพื่อให้ชาวบ้านกลุ่มอนุรักษ์และแปรรูปสาคูบ้านกะโสม ได้ใช้งาน เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น สร้างรายได้ให้กับชุมชน สร้างความเข้มแข็งทางด้านเศรษฐกิจในครอบครัว และสอดคล้องกับนโยบายและพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัย คือพัฒนาส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน การวิจัย การบริการชุมชน สร้างงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรมสู่การผลิตและการบริการที่สามารถถ่ายทอดและสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ประเทศ และให้บริการวิชาการแก่สังคม ที่มีแนวคิดเชิงสร้างสรรค์ เพื่อการมีอาชีพอิสระและพัฒนาอาชีพ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู

2.2 เพื่อศึกษาสมบัติทางกายและทางเคมีของถ่านอัดแท่ง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ก.ศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวของเบื้องต้นเช่น เนื้อหาทางด้านทฤษฎีจากเอกสาร หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการผลิตและการดำเนินการวิจัย

ข. สร้างเตาถ่านแบบถัง 200 ลิตร

ค. พัฒนาเครื่องบดถ่าน (มีเครื่องผลงานนักศึกษา)

ง. พัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งอัตโนมัติ (มีเครื่องผลงานนักศึกษา)

จ. ทดลองหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม

ฉ. ผลิตถ่านแท่ง

ช. ทดสอบหาคุณสมบัติของถ่านแท่ง

ซ. สรุปและรายงานผลการวิจัย

ฌ. อบรม ส่งเสริมถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านแท่งจากเปลือกต้นสาคู

การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู มีขั้นตอนหลักในการผลิต 3 ขั้นตอน คือ การเผาถ่าน การบดผงถ่าน และการอัดขึ้นรูปเป็นถ่านอัดแท่ง โดยนำเปลือกต้นสาคูที่เหลือจากการผลิตแป้งในชุมชนมาเผาให้เป็นถ่านด้วยเตา 200 ลิตร บดให้ละเอียดเป็นผงถ่าน นำตัวอย่างผงถ่านเข้าทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ASTM เพื่อหาคุณสมบัติความเหมาะสมเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความชื้น เถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว สารระเหยได้ จากนั้นนำผงถ่านไปหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ ระหว่างผงถ่านเปลือกต้นสาคู ตัวประสาน(แป้งมันสำปะหลัง) และน้ำ เมื่อได้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมแล้วทำการอัดแท่งถ่านให้มีลักษณะทางกายภาพตามรูปทรงที่ต้องการ จากนั้นนำไปลดความชื้นด้วยการตากแดด แล้วทดสอบระยะจุดติดไฟ ระยะการมอดดับ และปริมาณเถ้าถ่าน จากนั้นนำตัวอย่างถ่านอัดแท่งเข้าทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ASTM อีกครั้ง ได้แก่ ค่าความชื้น เถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว ค่าความจุความร้อน สารระเหยได้ นำผลจากการทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคูเมื่อนำไปเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงกับวัสดุอื่นๆ ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นถ่านอัดแท่ง เพื่อสรุปว่าเปลือกต้นสาคูมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุในการผลิตถ่านอัดแท่งได้หรือไม่

ภาพที่ 1.2 ถ่านเปลือกต้นสาคู

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 ถ่านอัดแท่ง

1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนได้ให้ความหมายของถ่านอัดแท่ง หมายถึง “ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซังข้าวโพด มาเผาจนเป็นถ่านอาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน ถ่านอัดแท่งได้รับความนิยมใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม

โดยเฉพาะอาหารปิ้งย่าง เนื่องจากไม่มีควันเนื่องจากความชื้นน้อยมาก ให้ความร้อนสูงเนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่ ไม่แตกง่าย ไม่แตกประทุเหมือน อย่างถ่านไม้ทั่วไป ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอไม่วูบวาบเนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน และไม่มีกลิ่นเพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติอีกทั้งยังเผาได้นานกว่าถ่านไม้และราคาถูก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

2) ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือชีวมวล สามารถนำไปผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ ซึ่งจากที่มีการรายงานไว้พบว่าถ่านอัดแท่งจากวัสดุ ทางการเกษตรบางชนิดให้ถ่านคุณภาพสูง เช่น ถ่านจากแกลบ ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม และเปลือกไม้ยางพารา นอกจากถ่านอัดแท่งจากวัสดุที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีรายงานถ่านอัดแท่งที่ทำจากวัสดุทางการเกษตรอื่นๆ ได้แก่ ไม้ไผ่ ฟางข้าว ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น นอกจากวัสดุ ดังกล่าวมาแล้วยังมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ อีกมากที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง (บัญจรัตน์ โจลานันท์และคณะ, 2554)

3) การผลิตถ่านอัดแท่ง ถ่านอัดแท่งแบ่งการผลิตออกได้เป็น 2 วิธี ได้แก่ การอัดเย็น และ การอัดร้อน (ธารินี มหายศนันท์, 2548) 1) การอัดเย็น การผลิตถ่านโดยวิธีการอัดเย็น นิยมใช้กับถ่านที่เผาเสร็จเรียบร้อยแล้ว มักนำไม้ฟืนหรือท่อนไม้หรือวัสดุทางการเกษตรที่ต้องการนำมาทำเป็นถ่าน นำมาเผาให้เป็นถ่าน จากนั้นบดถ่านให้เป็นผง นำผงถ่านไปอัดให้เป็นแท่งด้วยเครื่องอัดแท่ง โดยใช้วัสดุผสาน เช่น แป้งเปียก หรือนำตาล เป็นตัวยึดประสานให้ผงถ่านยึดติดกันเป็นก้อนได้ แท่งถ่านที่ได้จะถูกตัดให้เป็นก้อนให้ได้ ขนาดตามความต้องการ แล้วนำไปทำให้แห้งโดยการตากแดดหรือเข้าตู้อบ ก่อนนำไปใช้งาน 2) การอัดร้อน ถ่านจากการอัดร้อนผลิตได้โดยนำวัสดุอินทรีย์ หรือวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร เช่น วัชพืช เศษไม้ ใบไม้ ชานอ้อย ฟาง ซังข้าวโพด แกลบ หรือขี้เลื่อย มาอัดให้เป็นแท่ง ก่อนการนำไปเผาด้วยเครื่องอัดภายใต้ความร้อน โดยวัสดุทางการเกษตรที่จะนำมาอัดให้เป็นก้อนนั้น จะต้องแห้งสนิทดี เมื่อถูกอัดด้วยกำลังสูงในกระบอกอัดที่ร้อน ความร้อนจะทำให้สารลิกนินในสารอินทรีย์หรือเศษไม้นั้นละลายทำให้เนื้อไม้จับตัวกันเป็นก้อนได้ เมื่อเศษวัสดุเหล่านั้นถูกอัด จะถูกดันให้ไหลออกจากเครื่องอัดเป็นแท่งฟืน ซึ่งแท่งนี้จะถูกตัดให้เป็นท่อนๆ ให้ได้ขนาดตามความต้องการก่อนที่จะนำไปเผาเป็นถ่านต่อไป ข้อดีของวิธีการอัดร้อนคือ สามารถใช้ได้กับวัสดุอินทรีย์ได้ทุกชนิด แม้ว่าจะเป็นเศษวัสดุชิ้นเล็กๆ ก็สามารถนำมาอัดให้เป็นแท่งได้ ซึ่งเป็นการลดปริมาณขยะจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้เป็นจำนวนมาก

1.2.2 เตาเผาถ่านถัง 200 ลิตร

เตาเผาถ่านด้วยถังน้ำมัน 200 ลิตร มี 2 แบบ คือแบบตั้งและแบบนอน ทั้ง 2 แบบเผาได้ถ่านที่ดี ได้ถ่านที่มีคุณภาพสูง และได้น้ำส้มควันไม้ไว้ใช้งานอีกด้วย เตาเผาถ่านถังน้ำมัน 200 ลิตรทั้งแบบนอนเหมาะสำหรับเผาถ่านใช้ในครัวเรือนการสร้างเตาเผาถ่านโดยใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร ควรอยู่ห่างจากบ้านเรือนอย่างน้อย 50 -100 เมตร เพื่อระบายควันได้ดี

ภาพที่ 1.3 เตาเผาถ่านถัง 200 ลิตร

ขั้นตอนการเผา

1. จุดไฟบริเวณหน้าเตา โดยค่อย ๆ ใส่เชื้อเพลิง ความร้อนจะกระจายเข้าสู่ตัวเตาเพื่อไล่อากาศเย็นและความชื้นที่อยู่ในเตา ในระยะแรกควันจะมีกลิ่นเหม็น ซึ่งเป็นกลิ่นกรดที่อยู่ในไม้

2. ค่อย ๆ ใส่เชื้อเพลิงเข้าไปเรื่อย ๆ ควันสีขาวตรงปล่องควันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 70 C อุณหภูมิภายในเตา 200 – 250 C ควันจะมีกลิ่นเหม็นฉุน (ช่วงนี้จะใช้เวลาประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง)

3. เมื่อเผาไปอีกระยะหนึ่ง ควันสีขาวจะเริ่มบางลงและเปลี่ยนเป็นสีเทา อุณหภูมิปากปล่องควัน 80 – 85 C อุณหภูมิภายในเตา 300 – 400 C ช่วงนี้จะต้องลดเชื้อเพลิงลง เนื่องจากเป็นช่วงที่สารที่อยู่ในเนื้อไม้ถูกขับออกมา สังเกตโดยบริเวณปากปล่องควัน จะมีสารสีดำที่เรียกว่ายางไม้ หรือ Tar ติดอยู่ ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมที่จะเริ่มเก็บน้ำควันไม้ได้ดีที่สุด (ใช้เวลาประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง)

4. จากนั้นควันจะเปลี่ยนจากสีเทาเป็นสีน้ำเงิน อุณหภูมิปากปล่องควันประมาณ 100 – 120 C อุณหภูมิภายในเตา 400 – 500 C (ช่วงนี้ใช้เวลา 2 – 3 ชั่วโมง)

5. ขั้นตอนต่อไป จะต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ ซึ่งเป็นช่วงที่ไม้จะเปลี่ยนเป็นถ่าน ให้เฝ้าสังเกตดูควันที่ปล่องควันจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีฟ้า แสดงว่าฟืนภายในเตาเริ่มจะกลายเป็นถ่าน จากนั้นควันสีฟ้าจะอ่อนลง ยางไม้ที่เกาะอยู่บริเวณปล่องควันด้านในจะแห้ง อุณหภูมิภายในเตาจะสูงมาก ประมาณ

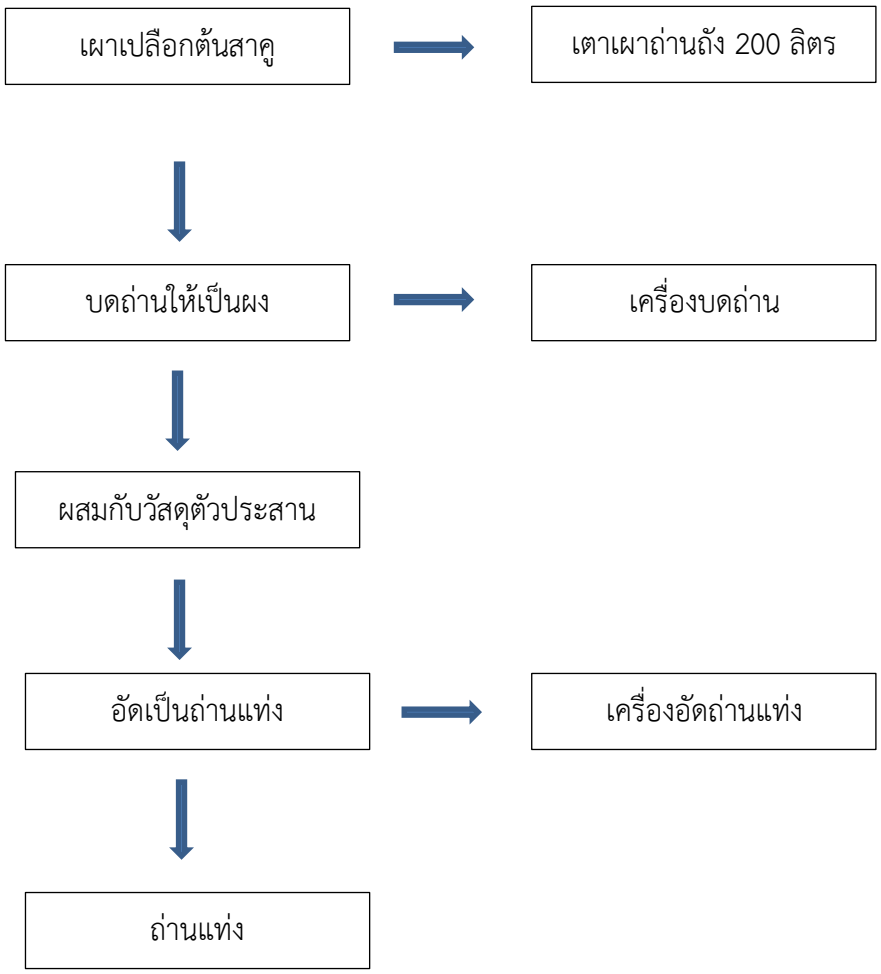
500 C ในที่สุดควันสีฟ้าก็จะหมดไป และเปลี่ยนเป็นควันใส ซึ่งแสดงว่าไม้ที่อยู่ในเตาได้กลายเป็นถ่านไปหมดแล้ว ให้เริ่มทำการปิดหน้าเตาก่อน โดยใช้ดินเหนียวปิดรอยรั่ว รอยต่อ จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ก็ปิดปล่องควันให้สนิท ก็ถือเป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการเผาถ่าน

จากนั้นทิ้งไว้หนึ่งคืน หรือประมาณ 10 ชั่วโมง เป็นอย่างน้อยเพื่อให้ถ่านดับสนิท แล้วจึงเปิดเตาเพื่อเอาถ่านออก วางเรียงในที่โล่งแจ้งก่อนประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อป้องกันไม่ให้ถ่านกลับติดลุกเป็นไฟ แล้วจึงบรรจุใส่ภาชนะหรือกระสอบ

กรอบแนวคิด

ถ่านอัดแท่งสามารถผลิตได้จากวัสดุที่มีอย่างหลากหลาย เปลือกต้นสาคูเป็นวัสดุเศษเหลือทิ้งอีกชนิด

หนึ่งที่สามารถนำมาผลิตได้ โดยมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้



ภาพที่ 1.4 แสดงกรอบแนวคิด

1.2 **งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

อนุชัย อาจไพริน และพิชิต ยิ้มแก้ว : 2558 ออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดตัดถ่านให้มีประสิทธิภาพและทำการตัดถ่านได้อย่างต่อเนื่อง โดยพัฒนาการตัดแท่งถ่านด้วยระบบนิวแมติกส์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ กระบอกสูบชนิดสองทาง วาล์วควบคุมกระบอกสูบ ๕/๒ มีลิมิตสวิตช์ควบคุมการตัดตามความยาวที่กำหนด ทำให้เครื่องมีอัตราการผลิตถ่านแท่งแบบต่อเนื่องเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ เครื่องอัดถ่านแท่งอัตโนมัติมีขนาด กว้าง ๕๕ เซนติเมตร ยาว ๙๕ เซนติเมตร สูง ๖๕เซนติเมตร ประกอบด้วย ๑) โครงเครื่อง ๒) ชุดเกลียวอัดถ่าน ๓) ชุดถาดรับผงถ่าน ๔) ชุดตัดถ่าน โดยใช้มอเตอร์ ๕ แรงม้า เป็นต้นกำลัง

ผลจากการทดสอบอัดถ่านด้วยเครื่องอัดถ่านอัตโนมัติ โดยใช้ในอัตราส่วนผสม ผงถ่าน ๒ กิโลกรัม แป้งมัน ½ กิโลกรัมน้ำ ๑ กิโลกรัม สามารถอัดถ่านได้จำนวน ๑๐ ก้อน ลักษณะเป็นแท่งหน้าตัดรูปหกเหลี่ยม ยาว ๑๐ เซนติเมตร โดยใช้เวลา ๑.๒๐ นาที จากการเปรียบเทียบกับเครื่องต้นแบบพบว่าใช้เวลาในการตัดถ่านน้อยกว่าและตัดถ่านได้อย่าง

ต่อเนื่อง ถ่านแท่งที่ได้มีลักษณะที่สมบูรณ์ รอยตัดเรียบ ขนาดและความยาวเท่ากันทุกก้อน เครื่องมีความสะดวกต่อการใช้งาน ช่วยลดการใช้แรงงานคนในการตัด เหมาะกับการผลิตสำหรับเศรษฐกิจในครัวเรือน

เอกลักษณ์ กิติภัทร์ถาวร และคณะ : 2556 ทำการศึกษาและพัฒนากากตะกอนเปียกจากน้ำ เสียของกระบวนการผลิตเอทานอลมาใช้ในรูปแบบเชื้อเพลิงอัดแท่งและทาการเพิ่มคุณภาพโดยการนาไปผสมกับชีวมวล 3 ชนิด (เปลือกมังคุด เปลือกทุเรียนและกะลามะพร้าว) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือการศึกษาและการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนเปียกผสมร่วมกับชีวมวลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ต่อไปทาการวิเคราะห์หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกที่มีคุณภาพมากที่สุดโดยที่มีกากตะกอนเปียกเป็นส่วนผสมหลักและสุดท้ายคือวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตของเชื้อเพลิงอัดแท่งและวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐ์ศาสตร์ โดยจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านพลังงานของเชื้อเพลิงจากตะกอนเปียกบริสุทธิ์ มีค่าความร้อน 3,851.3cal/g ปริมาณเถ้า 34.3% คาร์บอนคงตัว 30.2% สารที่ระเหยได้ 33.2% และมีความชื้น 5.3% ซึ่งถือว่ายังไม่อยู่ในเกณฑ์ที่จัดว่าเป็นคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงที่ดีจึงจาเป็นต้องมีการพัฒนาและเพิ่มคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกให้มากขึ้นเพื่อนาไปใช้ทดแทน ถ่านและฝืน โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำชีวมวล (เปลือกมังคุด เปลือกทุเรียนและกะลามะพร้าว)เข้ามาผสมร่วมเพื่อเพิ่มคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ใน 5 อัตราส่วน 9:1, 8:2, 7:3, 6:4 และ 5:5 ทั้ง 3 ตัวอย่าง โดยจากผลวิเคราะห์ทาให้ทราบว่าอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดโดยที่มีกากตะกอนเปียกเป็นตัวผสมหลักคือ 5:5 ทั้ง 3 ตัว โดยมีค่าความร้อนและปริมาณคาร์บอนคงตัวเพิ่มมากขึ้นนั้น แปรผันตรงตามอัตราส่วนผสมของชีวมวลที่

เพิ่มขึ้น และยังทำให้ปริมาณเถ้าและสารระเหยน้อยลงตามอันดับ โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมร่วมกับกะลา

มะพร้าวให้ค่าความร้อนสูงสุด เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน ตามลำดับ

วิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตของเชื้อเพลิงอัดแท่งและวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐ์ศาสตร์ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกผสมร่วมกับชีวมวลในอัตราส่วน 5:5 ที่เป็นอัตราส่วนที่เชื้อเพลิงอัดแท่งมีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงดีที่สุดทาให้ทราบว่าตะกอนเปียกมีความคุ้มค่าในการลงทุนสูงและสามารถคืนทุนในระยะเวลาอัน จากผลการวิจัยนี้สามารถนาไปส่งเสริมและพัฒนาการนำวัสดุของเสียเหลือทิ้ง จากการผลิตและการบริโภคทางการเกษตรนำมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและเป็นอีกหนึ่ง ทางที่ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในการออกแบบสร้างเครื่องปั่นแห้งเพื่อลดเวลาในการตากแป้งสาคูนั้นมีอยู่หลายทฤษฎีด้วยกัน ที่เป็นประโยชน์สำหรับการสร้างเครื่อง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษามี มีรายละเอียดและสามารถแบ่งได้ดังนี้

1) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับถ่านอัดแท่ง

2) หลักการออกแบบเตาเผาถ่าน 200 ลิตร

3) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเครื่องบดถ่าน

4) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอัดถ่านแท่ง

5) ทฤษฎีเกี่ยวกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

6) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบคุณสมบัติถ่านอัดแท่งมาตรฐาน ASTM

2.2 การดำเนินงานการวิจัย

2.2.1 การเผาถ่าน

การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นแป้งสาคู เริ่มต้นจากการนำเปลือกต้นสาคูที่ได้จากการปอกเปลือกต้นสาคูเพื่อนำเนื้อในต้นสาคูไปสกัดเอาแป้ง นำเปลือกสาคูมาตากให้แห้งประมาณ 1-3 วัน เพื่อให้สามารถเผาไหม้ได้ง่ายและลดลดเวลาการเผาในเตา

ภาพที่ 2.1 การตากเปลือกต้นสาคู

นำเปลือกต้นสาคูจัดเรียงในเตาถัง 200 ลิตร โดยจัดเรียงให้เป็นระเบียบในแนวตั้งเพื่อให้เปลวไฟที่จุดจากด้านล่างของเตาเผาไหม้ได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึงผ่านช่องว่างระหว่างแท่งเปลือกสาคูจากล่างขึ้นบน

ภาพที่ 2.2 การจัดเปลือกต้นสาคูในเตา

ระยะเวลาในการเผาใช้เวลาประมาณ 1.30 - 2 ชั่งโมง โดยให้สังเกตจากควันที่ลอยออกจากท่อควันเหนือเตาเผา ในขณะที่ไฟกำลังเผาไหม้ควันที่ลอยออกมาจะมีลักษณะเป็นสีขาวและมีความหนาแน่นมาก

ภาพที่ 2.3 ลักษณะควันในขณะที่กำลังเผาไหม้

เมื่อระยะเวลาในการเผาผ่านไปประมาณ 1.30 – 2 ชั่วโมง ให้สังเกตดูที่ท่อควันบนฝาเตา ถ้ามีควันออกมาเล็กน้อยสีจางๆ ผสมกับเปลวสีฟ้าอ่อนๆ แสดงว่าแท่งเปลือกสาคูเผาไหม้เป็นถ่านหมดแล้ว

ภาพที่ 2.4 ควันและเปลวความร้อนเมื่อถ่านเผาไหม้จนสมบูรณ์

ปิดประตูช่องจุดไปด้านล่างของเตาโดยการนำดินเหนียวมาผสมน้ำให้อ่อนนุ่มแล้งปิดตามช่องว่างและปิดท่อควันทั้ง 3 ท่อ เพื่อไม่ให้อากาศเข้าไปภายในเตาได้ ปล่อยทิ้งไว้ให้เตาเย็น

ภาพที่ 2.5 การปิดเตา

เปิดฝาเตาด้านบนเพื่อนำถ่านเปลือกต้นสาคูออกจากเตา

ภาพที่ 2.6 ถ่านเปลือกต้นสาคู

2.2.2 การบดผงถ่าน

นำถ่านเปลือกต้นสาคูมาบดให้เป็นผงถ่านละเอียดด้วยเครื่องบดถ่าน

ภาพที่ 2.7 เครื่องบดถ่าน

ได้ผงถ่านที่พร้อมนำไปทำถ่านอัดแท่ง

ภาพที่ 2.7 ผงถ่าน

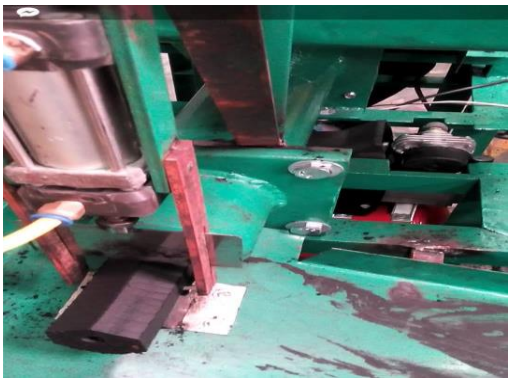
2.2.3 การผลิตถ่านอัดแท่ง

การผลิตถ่านอัดแท่งมีขั้นการผลิตดังนี้

1) ทดลองผสมวัตถุดิบ ได้แก่ ผงถ่าน แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ ในอัตราส่วนต่างๆ โดยอ้างอิงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จนได้อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด คือ คือ 1 : 1 : 0.50 (โดยน้ำหนัก)

ภาพที่ 2.8 การผสมวัตถุดิบเพื่อผลิตถ่านอัดแท่ง

2) นำวัตถุดิบใส่เครื่องอัดถ่านเพื่ออัดขึ้นรูป โดยสามารถเติมวัตถุดิบได้อย่างต่อเนื่อง วัตถุดิบจะถูกลำเลียงเข้าสู่กระบอกและอัดออกมาเป็นถ่านแท่งตามลักษณะช่องที่ออกแบบไว้ที่ปลายกระบอกอัด



ภาพที่ 2.9 เครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง

3) นำถ่านแท่งไปตากแดดให้แห้ง โดยใช้เวลาตากประมาณ 16 ชั่วโมง (2 วัน) ก็จะได้ถ่านอัดแท่งพร้อมนำไปใช้งาน

ภาพที่ 2.10 ถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู

2.2.3 ทดสอบการติดไฟ

นำถ่านแท่งจำนวน 6 แท่ง น้ำหนัก 580 กรัม มาจุดไฟด้วยเปลวแก๊สเป็นเวลา 1 นาที่ จากนั้นนำไปใส่ในเตาปล่อยให้ถ่านเผาไหม้จนหมด พบว่าว่าถ่านใช้เวลาเผาไหม้ 2 ชั่วโมง โดยสังเกตการเผาไหม้และปริมาณขี้เถ้า แล้วทำการบันทึกภาพการเปลี่ยนแปลงทุกๆ 10 นาที่ โดยเริ่มบันทึกภาพตั้งแต่นาที่ที่ 30 จนครบ 2 ชั่วโมง ซึ่งถ่านจะเผาไหม้จนหมดพอดี ปล่อยทิ้งไว้ให้เตาเย็นตัวแล้วเอาขี้เถ้ามาชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณ

- การจุดถ่านด้วยเปลวแก๊ส

ภาพที่ 2.11 การจุดถ่านด้วยเปลวแก๊ส

- นำถ่านที่ติดไฟมาใส่ในเตา

ภาพที่ 2.12 นำถ่านที่ติดไฟมาใส่ในเตา

- ลักษณะการเผาไหม้ที่ 30 นาที

ภาพที่ 2.13 การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 30 นาที

- ลักษณะการเผาไหม้ที่ 45 นาที

ภาพที่ 2.14 การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 45 นาที

- ลักษณะการเผาไหม้ที่ 1 ชั่วโมง

ภาพที่ 2.15 การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 1 ชั่วโมง

- ลักษณะการเผาไหม้ที่ 1ชั่วโมง 15 นาที

ภาพที่ 2.16 การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 1 ชั่วโมง 15 นาที

- ลักษณะการเผาไหม้ที่ 1 ชั่วโมง 30 นาที

ภาพที่ 2.17 การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 1 ชั่วโมง 30 นาที

- ลักษณะการเผาไหม้ที่ 1 ชั่วโมง 45 นาที

ภาพที่ 2.18 การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 1 ชั่วโมง 45 นาที

- ลักษณะการเผาไหม้ที่ 2 ชั่วโมง

ภาพที่ 2.19 การเผาไหม้ของถ่านแท่งที่ 2 ชั่วโมง

- เมื่อนำขี้เถ้ามาชั่งน้ำหนักพบว่าจากถ่านอัดแท่ง 580 กรัม เมื่อเผาไหม้จนหมดใช้เวลา 2 ชั่วโมง เหลือขี้เถ้า 80 กรัม หรือคิดเป็น 14 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 2.20 ถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู

2.2.3 ทดสอบคุณสมบัติของถ่านแท่ง

1) ทดสอบหาคุณสมบัติของผงถ่าน

ก่อนนำผงถ่านเปลือกต้นสาคูไปผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ผู้วิจัยได้นำผงถ่านไปทดสอบหาคุณสมบัติเบื้องต้นของวัตถุดิบหลักเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่งต่อไป โดยทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบของ ASTM ทดสอบโดยสาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จากการทดสอบได้ผลดังนี้

- ค่าความชื้น (Moisture) เท่ากับ 6.03 เปอร์เซ็นต์
- เถ้า (Ash) เท่ากับ 9.11 เปอร์เซ็นต์
- ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon) เท่ากับ 66.61 เปอร์เซ็นต์
- สารระเหยได้ (Volatile matter) เท่ากับ 24.28 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 2.21 การอบชิ้นทดสอบในเตา

2) ทดสอบหาคุณสมบัติของถ่านแท่ง

ก่อนนำผงถ่านเปลือกต้นสาคูไปผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ผู้วิจัยได้นำผงถ่านไปทดสอบหาคุณสมบัติเบื้องต้นของวัตถุดิบหลักเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่งต่อไป โดยทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบของ ASTM ทดสอบโดยสาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ส่วนค่าความจุความร้อน (Heating value) ส่งทดสอบที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จากการทดสอบได้ผลดังนี้

- ค่าความชื้น (Moisture) เท่ากับ 6.03 เปอร์เซ็นต์
- เถ้า (Ash) เท่ากับ 9.11 เปอร์เซ็นต์
- ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon) เท่ากับ 66.61 เปอร์เซ็นต์
- ค่าความจุความร้อน (Heating value) เท่ากับ 5,649 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม
- สารระเหยได้ (Volatile matter) เท่ากับ 24.28 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 2.22 การทดสอบน้ำหนักชิ้นทดสอบ

บทที่ 3 ผลการวิจัย และอภิปรายผล

โครงการวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและหาคุณสมบัติกายภาพและทางเคมีของถ่านอัดแท่ง เพื่อใช้ข้อมูลในการพิจารณาว่าเปลือกต้นสาคูมีความเหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นถ่านอัดแท่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการหรือไม่ โดยใช้วิธีการทดสอบและการวิเคราะห์ผลตามมาตรฐาน ASTM และพิจารณาการนำผลผลิตจากการศึกษาวิจัยนำไปใช้ในครัวเรือนกับกลุ่มเกษตรกรในชุมชนเป้าหมายด้วย

3.1 ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดลองหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม

นำผงถ่านไปหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ ระหว่างผงถ่านเปลือกต้นสาคู ตัวประสาน(แป้งมันสำปะหลัง) และน้ำ โดยทดสอบอัตราส่วนตามอัตราส่วนของผลการวิจัยการใช้วัสดุชนิดต่างๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทดสอบอัดขึ้นรูปจนได้อัตราส่วนที่ได้ถ่านแท่งมีลักษณะตามต้องการ อาทิ 2 : 1 : 0.50 , 1 : 1 : 0.50 , 1 : 2 : 0.50 จากการทดสอบอัตราส่วนต่างๆ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมขององค์ประกอบที่ได้กำหนดไว้ ได้แก่ ผงถ่าน แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ คือ 1 : 1 : 0.50 (โดยน้ำหนัก) สูตรที่ใช้ผงถ่าน 2 ส่วนไม่สามารถขึ้นรูปได้ ถ่านแท่งแตกกระจายหลังผ่านกระบอกอัดแท่ง ส่วนสูตรที่ใช้น้ำ 2 ส่วน ถ่านมีลักษณะเปียกอ่อนนุ่มไม่คงรูปหลังผ่านกระบอกอัดแท่ง

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติของผงถ่านจากเปลือกต้นสาคู ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบของ ASTM ทดสอบโดยสาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ดังตารางที่ 1 พบว่าผงถ่านเปลือกต้นสาคูมีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงอยู่ในเกณฑ์พิจารณาที่ดี ซึ่งมีค่าความชื้นน้อย มีปริมาณคาร์บอนคงตัวมาก และสารระเหยที่ส่งผลเสียต่อผู้ใช้งานมีปริมาณน้อย

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติผงถ่านของตัวอย่างถ่านเปลือกต้นสาคู

ที่	รายการ	มาตรฐานวิเคราะห์	หน่วย	ผลการทดสอบ
1	ค่าความชื้น (Moisture)	ASTM D 3173	%	6.03
2	เถ้า (Ash)	ASTM D 3174	%	9.11
3	ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon)	ASTM D 5142	%	66.61
4	สารระเหยได้ (Volatile matter)	ASTM D 3175	%	24.28

ภาพที่ 4 ผงถ่านเปลือกต้นสาคู

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบของ ASTM ดังตารางที่ 2 พบว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคูมีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลงไปจากคุณสมบัติของผงถ่านแต่ก็อยู่ในเกณฑ์พิจารณาที่ดี ทั้งค่าความชื้นน้อย มีปริมาณคาร์บอนคงตัว และสารระเหยที่ส่งผลเสียต่อผู้ใช้งาน โดยมีค่าความจุความร้อนอยู่ในกลุ่มปานกลางเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของวัสดุอื่นๆ ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นถ่านอัดแท่ง

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติถ่านแท่งของตัวอย่างถ่านอัดแท่งเปลือกต้นสาคู (อัตราส่วนผสม 1 : 1 : 0.50)

ที่	รายการ	มาตรฐาน วิเคราะห์	หน่วย	ผลการทดสอบ
1	ค่าความชื้น (Moisture)	ASTM D 3173	%	23.87
2	เถ้า (Ash)	ASTM D 3174	%	13.68
3	ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon)	ASTM D 5142	%	51.68 %
4	ค่าความจุความร้อน (Heating value)	ASTM D 5865	Kcal/Kg	5,649
5	สารระเหยได้ (Volatile matter)	ASTM D 3175	%	34.64

เมื่อนำผลการทดสอบและวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู ไปเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของวัสดุอื่นๆ ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นถ่านอัดแท่ง ดังตารางที่ 3 พบว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคูมีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงอยู่ในช่วงระดับค่าตามมาตรฐานกำหนด โดยมีค่าความจุความร้อน 5,649 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม อยู่ในกลุ่มวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนค่อนข้างสูง

ภาพที่ 5 ถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู

ตารางที่ 3.3 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง

ชนิดวัสดุเหลือใช้	สารระเหย (ร้อยละ)	คาร์บอนคงตัว (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	กำมะถัน (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี่ /กิโลกรัม)
ขี้เลื่อย*	75.4	22.4	2.0	0.20	4,500
กากอ้อย*	73.9	17.6	8.5	0.30	4,400
แกลบ*	62.7	17.4	20.0	0.14	3,600
ฟางข้าว*	74.4	18.3	7.3	-	4,000
ซังข้าวโพด*	76.1	21.8	2.1	-	4,400
ขุยมะพร้าว*	63.3	29.4	7.1	0.06	4,800
ต้นถั่วเหลือง*	72.5	19.1	8.4	-	4,500
ต้นมันสำปะหลัง*	76.2	19.1	4.7	1.30	4,000
เหง้ามันสำปะหลัง*	75.0	17.0	8.0	0.28	4,500
เศษหวาย*	70.5	23.7	5.7	-	4,800
ไมยราบยักษ์*	71.2	25.1	3.7	-	4,600
ผักตบชะวา*	58.9	15.3	25.8	1.19	3,100
กะลามะพร้าว**	73.7	25.5	0.7	0.03	4,830
ถ่านกะลามะพร้าว**	15.2	82.4	2.4	-	7,760

ตารางที่ 3.3 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง (ต่อ)

ชนิดวัสดุเหลือใช้	สารระเหย (ร้อยละ)	คาร์บอนคงตัว (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	กำมะถัน (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี่ /กิโลกรัม)
เส้นใยปาล์ม**	71.5	23.1	5.4	-	4,820
ไม้ยางพารา**	74.9	23.0	2.1	-	4,560
ชานอ้อย**	71.8	23.4	4.8	-	4,510
ขี้กบ**	72.4	25.1	2.5	-	4,990
เปลือกต้นสาคู***	34.64	51.68	13.68	-	5,649

(ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555 และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย)
หมายเหตุ : * ข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม
** ข้อมูลจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
*** ข้อมูลจากการวิจัย

3.2 อภิปรายผล

ผลการทดสอบอัดขึ้นรูปถ่านแท่ง พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมขององค์ประกอบที่ได้กำหนดไว้ ได้แก่ ผงถ่าน แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ คือ 1 : 1 : 0.50 (โดยน้ำหนัก) ถ่านอัดแท่งที่ผ่านการอัดเริ่มต้นจะมีรอยร้าวหรือแตกกระจาย(ประมาณ 3-5 แท่ง) ซึ่งต้องนำกลับไปใส่ในช่องเติมวัตถุดิบเพื่อทำการอัดใหม่อีกครั้ง สาเหตุเนื่องจากการเติมวัตถุดิบเริ่มต้นให้ไหลเข้าไปในกระบอกอัดยังมีปริมาณสะสมไม่เพียงพอให้สามารถอัดให้เป็นแท่งได้อย่างเต็มกำลัง เมื่อเติมวัตถุดิบอย่างต่อเนื่องทำให้วัตถุดิบสะสมในกระบอกมีปริมาณที่เหมาะสมกับกำลังอัด ก็จะได้ถ่านอัดแท่งที่มีลักษณะตามต้องการ นอกจากนั้นการผสมวัตถุดิบในปริมาณครั้งละมากๆ แล้วปล่อยทิ้งไว้เพื่อรอการผลิตโดยไม่มีการปิดให้มิดชิดทำให้เกิดการสูญเสียความชื้น เมื่อนำไปอัดแท่งก็จะทำให้ถ่านอัดแท่งมีลักษณะเกิดรอยร้าวไม่สวยงาม

บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

ในการทดสอบหาจากผลการวิจัยการและวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู โดยการทดลองหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมนำผงถ่านไปหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ ระหว่างผงถ่านเปลือกต้นสาคู ตัวประสาน(แป้งมันสำปะหลัง) และน้ำ โดยทดสอบอัตราส่วนตามอัตราส่วนของผลการวิจัยการใช้วัสดุชนิดต่างๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทดสอบอัดขึ้นรูปจนได้อัตราส่วนที่ได้ถ่านแท่งมีลักษณะตามต้องการ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมขององค์ประกอบที่ได้กำหนดไว้ ได้แก่ ผงถ่าน แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ คือ 1 : 1 : 0.50 (โดยน้ำหนัก) จากนั้นได้ทำการทดสอบหาจากผลการวิจัยการและวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบของ ASTM พบว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคูมีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลงไปจากคุณสมบัติของผงถ่านแต่ก็อยู่ในเกณฑ์พิจารณาที่ดี ทั้งค่าความชื้นน้อย มีปริมาณคาร์บอนคงตัว และสารระเหยที่ส่งผลเสียต่อผู้ใช้งาน โดยมีค่าความจุความร้อน 5,649 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม อยู่ในกลุ่มปานกลางค่อนไปทางด้านสูง เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของวัสดุอื่นๆ ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นถ่านอัดแท่ง

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของวัสดุอื่นๆ ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นถ่านอัดแท่ง พบว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคูมีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงอยู่ในช่วงระดับค่าตามมาตรฐานกำหนด เป็นวัสดุที่เหมาะสมต่อการใช้ทำถ่านอัดแท่ง โดยมีค่าความจุความร้อน 5,649 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ถึงแม้ว่ามีค่าความจุความร้อนไม่ได้โดดเด่นกว่าวัสดุชนิดอื่นๆ มากนัก แต่ก็มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และมีค่าความจุความร้อนสูงกว่าเกณฑ์ที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) กำหนด ที่สำคัญที่สุดคือการนำเปลือกต้นสาคูที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งมาแปรรูปเพื่อการใช้งาน จะช่วยให้ชุมชนได้เกิดจิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรจากธรรมชาติอย่างคุ้มค่า ลดการทิ้งเศษเหลือ และยังช่วยจุดประกายความคิดด้านการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า มีความสะดวกต่อการใช้งานและเป็นประโยชน์ในระดับชุมชนและพื้นที่แหล่งทรัพยากรป่าสาคู

4.2 ข้อเสนอแนะ

1. เปลือกต้นสาคูที่นำมาใช้ควรตากให้แห้งเพื่อลดเวลาและควันจากการเผาถ่าน
2. เมื่อผสมองค์ประกอบของถ่านเสร็จเรียบร้อยควรรีบทำการอัดแท่งทันที ถ้าทิ้งไว้นานอาจทำให้สูญเสียความชื้นจากการระเหยของน้ำอาจส่งผลให้การอัดถ่านได้ถ่านอัดแท่งที่มีลักษณะไม่ตรงกับความต้องการ
3. จัดอบรมเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิต ประโยชน์ และการใช้ถ่านอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงให้ชุมชนเข้าใจอย่างแพร่หลาย

เอกสารอ้างอิง

ทิพาวรรณ รักษ์วงศ์ และ อัญชริการ์ ไชยศรีหา. (2545). **การศึกษาเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านเปลือกทุเรียนผสมกับกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ**. สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล. (2553). **การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสาปะหลัง**.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น. (2559)**. การพัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งในรูปแบบเกลียวอัดเย็นสำหรับเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิตกาแฟชุมชนและการหาค่าคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงจากผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่ง.** วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

พนม อินทฤทธิ์และคณะ. **(**2550**). โครงการเครื่องผลิตแป้งสาคู**. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ลือพงษ์ ลือนาม, จรูญพงศ์ เทียบประทีบ. (2549). **การศึกษาต้นแบบเตาเผาถ่านกะลามะพร้าวโดยการเผาแบบกึ่งต่อเนื่อง.** กรุงเทพฯ. ม.ป.พ.

วรวรรณ สังแก้ว. (2554). **การแปรรูปเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุเชื้อเพลิง** : การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะคุณภาพต้นทุนการผลิตและความคิดเห็นของผู้ใช้ถ่านที่ผลิตจากเปลือกทุเรียน และเปลือกทุเรียนผสมผงถ่านและขี้เลื่อย ปีที่7 (มกราคม-มิถุนายน 2554)

อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย และคณะ. (2554). **การนำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง**" การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49

เอกลักษณ์ กิติภัทร์ถาวรและคณะ. (2556). **เชื้อเพลิงอัดแท่งจากการผลิตร่วมของตะกอนเปียกอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล**. วารสารวิจัยพลังงาน. สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพการจัดเปลือกสาคูในเตา

ภาคผนวก ข

ภาพการเผาถ่านด้วยเตาถัง 200 ลิตร

ภาคผนวก ค

ภาพการปิดเตา

ภาคผนวก ง

ภาพการเปิดเตาเพื่อเก็บถ่าน

ภาคผนวก จ

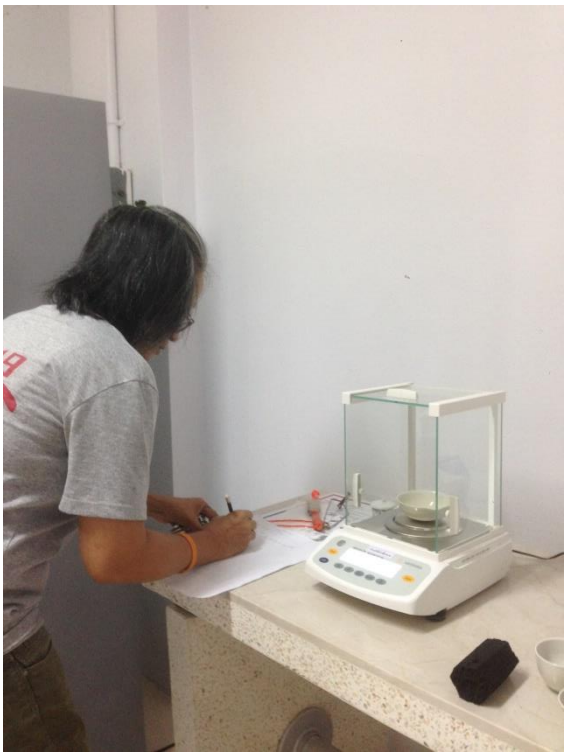
ภาพการผสมผงถ่าน

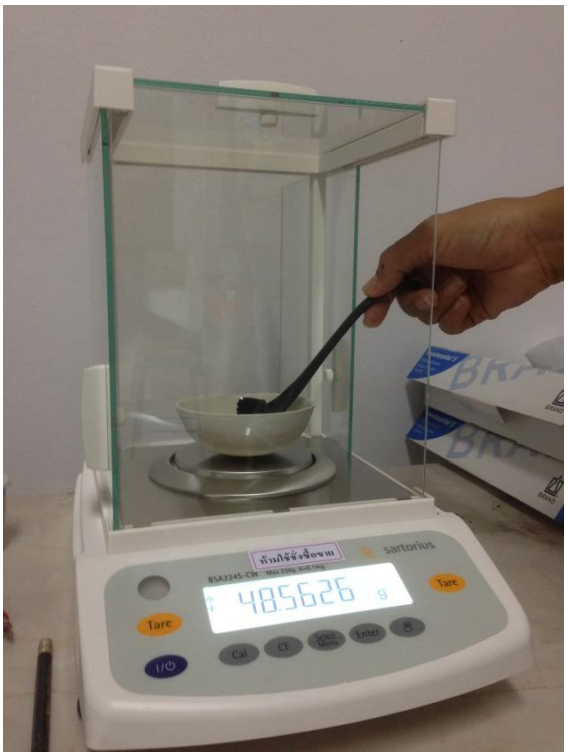
ภาคผนวก ฉ

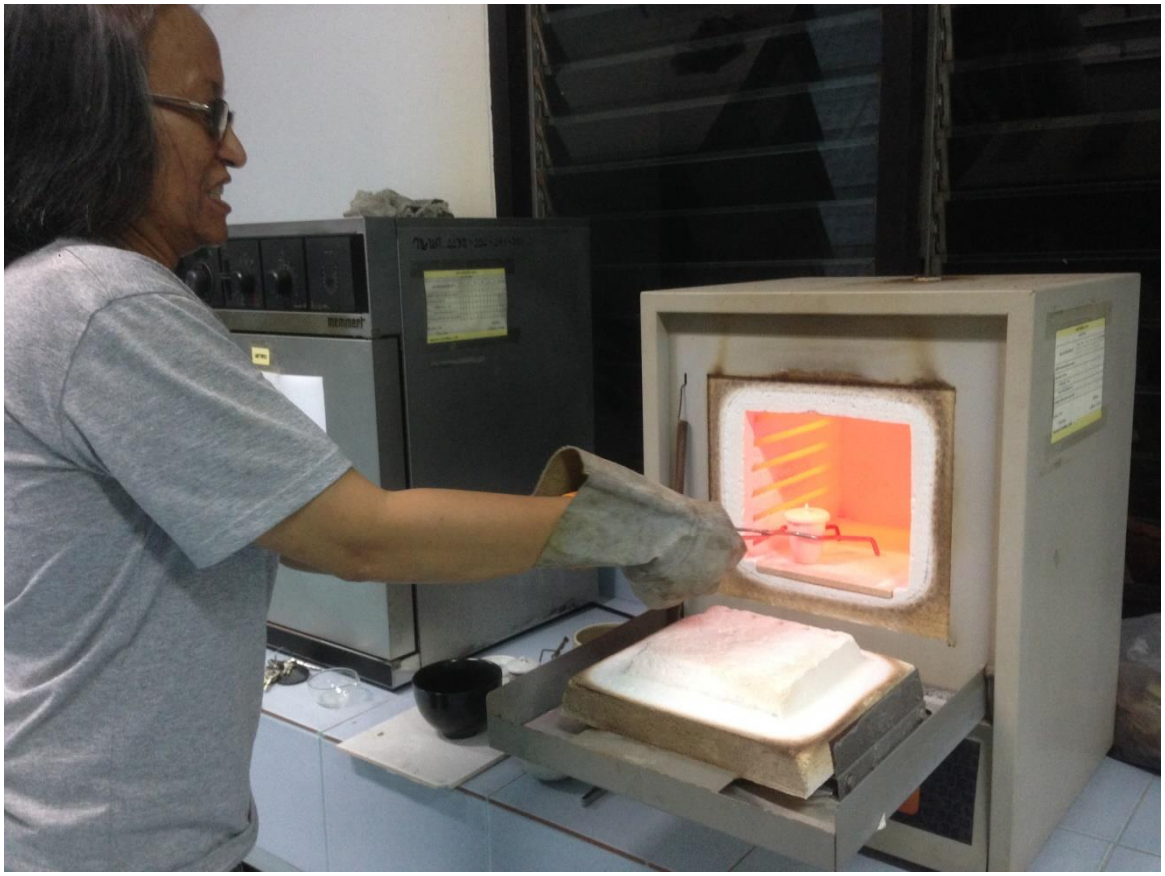
ภาพถ่านอัดแท่งจากเปลือกต้นสาคู

ภาคผนวก ช

ภาพการทดสอบคุณสมบัติถ่านอัดแท่ง




sartorius
Tare
Cal
Enter



ภาคผนวก ซ

การทดสอบค่าความร้อน

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์ 07428 6904-7, 07428 6910, 089734 2482, 084407 1732
อีเมล sec-all@group.psu.ac.th เว็บไซต์ http://www.sec.psu.ac.th

F-RES-033 ฉบับที่ 6 บังคับใช้ 03/04/62

รายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงาน:	R2642/62	**หน้า:**	1/1
วันที่ออกรายงาน:	16 สิงหาคม 2562	**วันที่รับตัวอย่าง:**	26 กรกฎาคม 2562
เลขที่ใบขอใช้บริการฯ:	3260/62		
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า:	คุณเสริมศักดิ์ เกิดวัน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 109 ม.2 ต.ถ้ำใหญ่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช 80110		
ชื่อตัวอย่าง:	ถ่านอัดแท่ง		
สภาพตัวอย่าง:	ของแข็ง		
รายละเอียดตัวอย่าง:	ถ่านอัดแท่ง		
วันที่ทำการทดสอบ:	1 สิงหาคม 2562 - 7 สิงหาคม 2562		

ผลการทดสอบ:

ลำดับที่	พารามิเตอร์	หน่วย	เครื่องมือ/วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ ± SD
1.	ความชื้น (As recieved basis)	% wt.	Gravimetric method	14.61 ± 0.11
2.	ค่าความร้อน (H.H.V.) (As dried basis)	kcal/kg	In-housed method based on BSEN14918	5,649 ± 54

- ผลการทดสอบอ้างอิงใบขอใช้บริการ (F-ASO-054) เลขที่ 3260/62
- H.H.V: Higher Heating Value (Gross heating value)
- ตัวอย่างไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
- SD = Standard Deviation

(นางรุสนี กุลวิจิตร)
หัวหน้าฝ่ายบริการเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์
16 สิงหาคม 2562

สิ้นสุดรายงานผลการทดสอบ

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพียงบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์