รายงานวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Pineapple Stopper

นงลักษณ์ อักษรพันธ์

รุ่งนิรันดร์ จิตดี

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2561

ใบรับรองงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด
The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Pineapple Stopper

ชื่อผู้ทำงานวิจัย นงลักษณ์ อักษรพันธ์ และรุ่งนิรันดร์ จิตดี

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

.....ประธานกรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

.....ประธานหลักสูตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชนะ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด
ชื่อผู้ทำงานวิจัย	นางสาวนงลักษณ์ อักษรพันธ์ รหัสนักศึกษา 584231014
	นายรุ่งนิรันดร์ จิตดี รหัสนักศึกษา 584231022
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นัดดา โปดำ
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำจุกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน แทนการใช้ฟืนและถ่านไม้ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยการนำจุกสับปะรดมาเผาให้เป็นถ่าน นำไปบดให้เป็นผงถ่านและผสมกับกาวแป้งเปียกในอัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 จากนั้นนำไปอัดขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดเย็นโดยใช้เครื่องอัดแรงคน นำมาทดสอบลักษณะทั่วไป การบีบและการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 และ 100 เซนติเมตร สมบัติด้านเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการใช้งาน ผลการศึกษาพบว่า ถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 มีคุณสมบัติดีที่สุด และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 เนื่องจากลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่ง มีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน และมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่เกิดการแตกหักจากการบีบและการตกกระแทก การทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงพบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 5.75 และมีปริมาณสารระเหย, ปริมาณเถ้า, ปริมาณคาร์บอนคงตัว และค่าการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเท่ากับร้อยละ 24.43, 2.63, 67.30 และ 19.75 ตามลำดับ โดยมีค่าความร้อน 5,241.33 แคลอรีต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) จะมีประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกัน และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) ดังนั้นจุกสับปะรดจึงสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาขยะที่เกิดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

เลข Bib# 111822
วันที่ 11 ก.พ. 2563
เลขเรียกหนังสือ

คำสำคัญ: ถ่านอัดแท่ง จุกสับปะรด พลังงานทดแทน

StudyTitle	The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Pineapple Stopper
Authors	Miss Nongluk Aksornpan Student Code 584231014 Mr Rungniran Jitdee Student Code 584231022
Advisor	Miss Natda Podam
Bachelor of Science	Environmental Science
Institution	Songkhla Rajabhat University
Academic year	2018

Abstract

This research is a feasibility study of the use of pineapple stopper an agricultural waste in order to produce a charcoal briquette. The briquette was used as an alternative energy source, instead of using firewood and charcoal from natural sources. Pineapple stopper was burned into the charcoal, crushed into charcoal powder and then mixed with wet powder glue in the ratio of 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 and 1:2. After that, it was extruded by the cold compression method using a compression machine. Testing criteria included the general characteristics, squeezing and falling test at a height of 50 and 100 centimeters, fuel properties and efficiency. The result indicated that 1:1 ratio of pineapple briquette charcoal provided the best properties and conform to the community product standards 238/2547, due to the general nature of charcoal briquette with the same shape, similar size, a uniform black color, and no breakage from the squeezing and falling test. The fuel properties show that the moisture content was percent 5.75 and volatile matter, ash content, stable carbon content, and performance test were percent 24.43, 2.63, 67.30, and 19.75 respectively. The heat value was 5,241.33 calories per gram. When compared with charcoal sticks and charcoal (bought from the market), it was found that they have a similar efficiency with the lower production costs than the charcoal briquette (bought from the market). Therefore, pineapple stopper can be used to produce a charcoal briquette. for use as an alternative energy. In addition, it reduced waste problems caused by agricultural waste.

Keyword: Charcoal briquette, Pineapple stopper, Alternative energy

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดจะลุล่วงไปได้ด้วยดีไม่ได้ หากไม่ได้รับความกรุณาจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ข้าพเจ้าขอขอบคุณบุคคลสำคัญดังนี้เป็นอย่างยิ่งที่ช่วยให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขปัญหา ตลอดจนช่วยในการทำวิจัยฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งได้แก่ อาจารย์นัดดา โปดำ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้ และรวมถึงคณะอาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิจัย รวมถึงเพื่อน ๆ หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่คอยช่วยเหลือ และร่วมมือกันดำเนินการทำวิจัยฉบับนี้ตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการ

ขอขอบคุณ นายอับดนหร้อซักส์ จันทการักษ์ ที่ให้คำแนะนำในการเผาถ่าน การอัดแท่งถ่านจากจุกสับปะรด และเอื้อเฟื้อสถานที่ และขอขอบคุณ ร้านขายผลไม้ ในตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์จุกสับปะรดที่ใช้ในงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนกำลังทรัพย์ และคอยเป็นกำลังใจในการฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ตลอดจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี

นงลักษณ์ อักษรพันธ์

รุ่งนิรันดร์ จิตดี

มิถุนายน 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ถ่านอัดแท่ง	4
2.2 คุณภาพของถ่านอัดแท่ง	4
2.3 คุณสมบัติโดยทั่วไปของถ่านอัดแท่ง	4
2.4 กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง	5
2.5 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแท่ง	9
2.6 ข้อมูลทั่วไปของสับปะรด	9
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	17
3.2 ขอบเขตการวิจัย	18

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 วัตถุดิบ วัสดุ และอุปกรณ์	18
3.4 วิธีการวิเคราะห์	19
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	25
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 การผลิตถ่านจุกสับปะรด	26
4.2 การทดสอบค่าความร้อนของผงวัตถุดิบ	27
4.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด	27
4.4 สมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด	31
4.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจาก จุกสับปะรด กับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	36
4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น	39
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	41
5.2 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบเสนอโครงร่างวิจัย	ผก-1
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการวิจัย	ผข-1
ภาคผนวก ค มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง	ผค-1
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม	ผง-1
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์สถิติ	ผจ-1
ภาคผนวก ฉ ประวัติผู้ทำวิจัย	ผฉ-1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.7-1	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	3
2.4-1	วิธีการเผาถ่านแบ่งตามประเภทของเตาเผา	5
2.7-1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
3.4-1	อัตราส่วนผงถ่านจุกสับปะรดต่อกาวแป้งเปียก	21
4.1-1	ผลการผลิตถ่านจุกสับปะรด	26
4.2-1	ผลการทดสอบค่าความร้อนของผงวัตถุดิบ	27
4.3-1	ผลการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด	28
4.3-2	ผลการทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านจุกสับปะรด	29
4.3-3	ผลการทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านจุกสับปะรด	30
4.4-1	การเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่ง	37
4.5-1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	38
4.5-2	ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่ง	38
4.6-1	ต้นทุนเบื้องต้นการผลิตถ่านจากจุกสับปะรด	39
4.6-2	ราคาถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	39

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.6-1	ลักษณะทั่วไปของสับปะรด	10
3.1-1	กรอบแนวคิดวิธีการศึกษา	17
4.3-1	ผลการทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านจุกสับปะรด	30
4.4-1	ปริมาณความชื้นของถ่าน	31
4.4-2	ปริมาณสารระเหยของถ่าน	32
4.4-3	ปริมาณเถ้าของถ่าน	33
4.4-4	ปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่าน	34
4.4-5	ค่าความร้อนของถ่าน	35
4.5-1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	37

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการของประชาชน และเป็นการผลิตในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม พลังงานในปัจจุบัน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พลังงานสิ้นเปลืองและพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสิ้นเปลือง คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ส่วนพลังงานหมุนเวียน คือ พลังงานที่ได้จากไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม และคลื่น (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2542) การใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยที่น้ำมันสำเร็จรูปเป็นพลังงานที่ใช้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 49.3 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด รองลงมาประกอบด้วย ไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียน ถ่านหิน/ลิกไนต์และก๊าซธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 18.5, 9.6, 8.5 และ 6.7 ตามลำดับ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2561) ปัจจุบันยังมีการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย เช่น ชนบทมีการใช้ไม้ฟืนหรือถ่านในการหุงต้มอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ป่าไม้ลดลง โดยมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่ 102.1 ล้านไร่ในพื้นดินทั้งหมดของประเทศ 323.5 ล้านไร่ (ศูนย์สารสนเทศ สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้, 2560) จึงต้องมีการหาแหล่งพลังงานเพื่อช่วยลดปัญหาการตัดไม้เพื่อนำมาทำฟืนใช้ในครัวเรือนวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นแหล่งพลังงานที่หาง่ายและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ การผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจึงได้รับความนิยม มีการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำถ่านอัดแท่ง เช่น การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียน มีค่าความร้อน 6,134 แคลอรีต่อกรัม (นริศ ชุดสว่าง, 2556) และการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง มีค่าความร้อน 6,580.10 แคลอรีต่อกรัม (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547

ปัจจุบันประเทศไทยมีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมาก และจุกสับปะรดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร สับประรดมีพื้นที่เพราะปลูกประมาณ 46,149 ไร่ และมีผลผลิตประมาณ 2 ล้านตัน จะมีเศษเหลือทิ้งจากจุกสับปะรดประมาณ 0.370 ล้านตัน (สมบัติ ตงเต๊า และคณะ, 2537) จุกสับปะรดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดหนึ่ง ที่อยู่ส่วนบนสุดของผลสับปะรดสามารถใช้ขยายพันธุ์ได้ แต่ให้ผลผลิตช้ากว่าการใช้หน่อปลูกจึงไม่นิยมใช้ในการขยายพันธุ์ เกษตรกรจะตัดทิ้งหลังจากการเก็บผลสด จุกสับปะรดจึงเป็นสิ่งเหลือทิ้งหรือผลพลอยได้ทางการเกษตร เศษเหลือทิ้งและ

ผลพลอยได้จะมีมากทุกปีระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายนและระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม ในช่วงเวลาอื่นจะมีน้อย (กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2538)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจ เลือกจุกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตถ่านอัดแท่ง เพราะหากปล่อยจุกสับปะรดทิ้งไว้อาจจะเป็นขยะและเน่าเสียทำให้เกิดก๊าซมีเทน ซึ่งจะส่งกลิ่นเหม็นรบกวน และส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน การนำจุกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งมาผลิตถ่านอัดแท่งยังช่วยทดแทนการใช้ฟืนที่ได้จากการตัดต้นไม้ และลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น	:	อัตราส่วนระหว่างผงถ่านจุกสับปะรดต่อกาวแป้งเปียก
ตัวแปรตาม	:	ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว ค่าความร้อน
ตัวแปรควบคุม	:	ขนาดและรูปร่างของถ่านอัดแท่ง วิธีการอัดแท่ง

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย

ถ่านอัดแท่ง (charcoal) ถ่านที่ผ่านกระบวนการอัดแท่ง โดยผสมส่วนต่างๆ ให้ถ่านจับตัวเป็นก้อนและอัดแท่งขึ้นมา

ตัวประสาน (synchronizer) แป้งมันสำปะหลังจะต้องมีลักษณะเป็นผงขาว เมื่อจับผิวสัมผัสของแป้งจะเนียน ลื่นมือ เมื่อทำให้สุกจะเหลวเหนียว หนืด และพักให้เย็นจะมีลักษณะเหนียวเหนอะคงตัว ซึ่งเป็นลักษณะของตัวผสานที่เหมาะสม (มณีรัตน์ ปัญญพงษ์, 2555)

จุกสับปะรด (pineapple stopper) ส่วนที่ติดอยู่บนผลสับปะรด สับปะรด 1 ผล จะมีจุก 1 จุก (สมบัติ ตงเต๊า และคณะ, 2537)

วิธีการอัดเย็น (cold compression method) การผลิตถ่านอัดแท่งจากการนำผงถ่านมาผสมกับตัวประสานให้เข้ากันและจับตัวเป็นก้อน และนำเข้ากระบวนการอัดแท่ง

1.5 สมมติฐาน

จุกสับปะรดสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือน

2) เพิ่มมูลค่าจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

3) ลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งและลดการตัดไม้ทำลายป่า

1.7 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด ใช้เวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2560 ถึง เดือนมิถุนายน 2562 รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 1.7-1**

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินการ																							
	พ.ศ. 2560							พ.ศ. 2561											พ.ศ. 2562					
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.
1) รวบรวมข้อมูลและทุติยภูมิ	—	—	—																					
2) สอบโครงร่างวิจัย				▲																				
3) เก็บและเตรียมตัวอย่างจุกสับปะรด					—	—	—	—																
4) ทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรด								—	—	—	—													
5) สอบรายงานความก้าวหน้า										▲														
6) วิเคราะห์ผลและสรุปผล											—	—	—											
7) จัดทำเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์														—	—	—	—	—						
8) สอบรายงานฉบับสมบูรณ์																		▲						
9) ปรับแก้ไขเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์																						—	—	—

หมายเหตุ — หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย ▲ หมายถึง ช่วงการสอบวิจัย

หมายถึง ช่วงการฝึกประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง (charcoal briquettes) หมายถึง ถ่านที่ใช้ในครัวเรือนเป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำไม้มาเผาเป็นถ่านและจากวัสดุเหลือใช้มาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง เช่น แกลบ ผักตบชวา เป็นต้น ซึ่งกระบวนการอัดแท่งประกอบด้วยการใช้แรงกับมวลของอนุภาคโดยมีตัวประสาน เพื่อให้มวลรวมตัวและเกาะกันได้ดี (ธารินี มหายศนันท์, 2548)

2.2 คุณภาพของถ่านอัดแท่ง

คุณภาพของถ่านอัดแท่งจะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย คือ ชนิดของวัสดุและกระบวนคาร์บอไนเซชั่น สำหรับระยะเวลาในกระบวนการคาร์บอไนเซชั่น หากการคาร์บอไนเซชั่นเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วปริมาณของก๊าซจากวัสดุจะเกิดขึ้นมาก และเนื้อถ่านจะมีความแกร่งน้อย ในทางกลับกันหากการคาร์บอไนเซชั่นเป็นไปอย่างช้า ๆ ก็จะมีปริมาณก๊าซจากวัสดุน้อย เนื้อถ่านก็จะแกร่งกว่า ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วก็จะมีการทำรูช่องอากาศขนาดเล็กของถ่านอัดแท่งเพื่อควบคุมการคาร์บอไนเซชันซึ่งจะช่วยให้กระบวนการคาร์บอไนเซชั่นค่อย ๆ ดำเนินไปอย่างช้า ๆ (คมกริช ภูเมืองปาน และคณะ, 2554)

2.3 คุณสมบัติทั่วไปของถ่านอัดแท่ง

คุณสมบัติทั่วไปของถ่านอัดแท่ง (สังเวย เสวกวิหารี, 2555) คือ

1) ให้ความร้อนสูง เนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่

2) ปลอดภัยไม่มีสารตกค้างและไม่ทำลายสุขภาพ เพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิเกิน 800 องศาเซลเซียส

3) ทนนาน สามารถใช้ได้นานกว่าถ่านไม้ธรรมดา 2.5 - 3 เท่า

4) ประหยัด เพราะใช้ได้นาน ไม่แตก และไม่ดับเมื่อติดแล้ว

5) ไม่แตกประทุ อย่างถ่านไม้ทั่วไป

6) ไม่มีควัน เนื่องจากความชื้นน้อยมาก

7) ไม่มีกลิ่น เพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ ไม่ผสมสารเคมีใด ๆ

8) ไม่ดับกลางคันแม้ว่าจะใช้ในที่ที่อากาศถ่ายเทน้อยทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนถ่านบ่อย ๆ

9) ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ ไม่วูบวาบเนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน

2.4 กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง

สำหรับกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.4.1 การเผาถ่าน

วิธีการเผาถ่านจากข้อมูลของ (วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย, 2556) ได้แบ่งประเภทของเตาไว้ 4 แบบ คือ เตาดินเหนียวก่อ เตาอิฐก่อ เตาอิวาเตะ เตาเผาถ่าน 200 ลิตร แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 2.4-1**

ตารางที่ 2.4-1 วิธีการเผาถ่านแบ่งตามประเภทของเตาเผา

วิธีการเผาถ่าน	ข้อดี	ข้อเสีย
1) เตาดินเหนียวก่อ	- เป็นเตาที่พบทั่วไปในชนบทของประเทศไทย - การลงทุนก่อสร้างต่ำมาก ใช้ดินเหนียวในการก่อสร้าง ซึ่งดินเหนียวหาได้ตามพื้นที่ต่างๆ - ถ่านที่ได้ก็ถือว่าคุณภาพดี	- สูญเสียความร้อนมากกว่าเตาแบบอื่น
2) เตาอิฐก่อ	- เตาเผาถ่านสร้างขึ้นจากอิฐมอญ - สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านได้ดี - การก่อสร้างเตาอิฐก่อไม่ใช้ปูนซีเมนต์	- การขยายตัวของอิฐกับปูนไม่เท่ากันเมื่อเตาร้อนจะทำให้เตาเผาถ่านแตก - ใช้ดินเหนียว ร้อยแตกของเตาก็จะน้อย และอายุการใช้งานนาน

ที่มา: วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย (2556)

ตารางที่ 2.4-1 วิธีการเผาถ่านแบ่งตามประเภทของเตาเผา (ต่อ)

วิธีการเผาถ่าน	ข้อดี	ข้อเสีย
3) เตาอิวาเตะ	- เป็นเตาเผาถ่านที่ใช้อิฐทนไฟ และปูนซีเมนต์ทนไฟเป็นวัตถุดิบในการสร้าง - มีการควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาถ่านเป็นอย่างดี - นำต้นแบบมาจากประเทศญี่ปุ่น - ให้ผลผลิตถ่านคุณภาพดี และถ่านได้ปริมาณมาก	- การลงทุนก่อสร้างสูงกว่าเตาดินและเตาอิฐก่อ - การก่อสร้างยุ่งยาก ต้องให้ผู้มีความเชี่ยวชาญในการก่อสร้างเป็นคนทำ
4) เตาเผาถ่านถังน้ำมัน 200 ลิตร	- เตาเผาถ่านจากถังน้ำมัน 200 ลิตร เหมาะสำหรับบ้านเรือน - สร้างและเผาถ่านได้ด้วยตัวเอง ใช้ระยะเวลาเพียง 1 - 2 วันในการเผาถ่าน	- การลงทุนก่อสร้างสูงกว่าเตาดินและเตาอิฐก่อ - การก่อสร้างยุ่งยาก ต้องให้ผู้มีความเชี่ยวชาญในการก่อสร้างเป็นคนทำ

ที่มา: วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย (2556)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีเผาด้วยเตาเผาถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร เนื่องจากสามารถหาได้ง่าย ทำได้รวดเร็ว จัดเก็บได้ง่าย และเป็นวิธีที่ประหยัด เหมาะกับผู้ที่มีต้นทุนน้อย

2.4.2 การบดย่อย

ผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี ขนาดของผงถ่านที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่ง วิธีการบดย่อย (grinding) สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้เครื่องบด เครื่องสับ และเครื่องป่นวัสดุ (อรุณรัตน์ วุฒิมงคลชัย, 2529)

2.4.3 ตัวประสาน

ตัวประสาน คือ สารที่ผสมลงไปในวัตถุดิบเพื่อทำให้วัตถุดิบนั้นเกาะติดกันได้ดีมากยิ่งขึ้น ในการพิจารณาที่จะทำการอัดแท่งโดยใช้ตัวประสานนั้นจะต้องคำนึงถึง (กานต์ วิรุณพันธ์ และคณะ, 2560)

1) ราคาต้องไม่แพง
2) ต้องใช้ในปริมาณที่น้อยที่สุดแต่ยังคงให้แท่งเชื้อเพลิงมีคุณภาพดี

3) ต้องทนน้ำ

4) ต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงและสามารถจะปกคลุมพื้นที่ของวัตถุดิบที่บดได้ทั่วถึงเพื่อให้การยึดเหนี่ยวเป็นไปได้ดียิ่งขึ้น

ตัวประสานที่นิยมใช้ คือ แป้งมันสำปะหลัง โดยนำแป้งมันสำปะหลังผสมกับน้ำกวนให้เข้ากัน อุ่นให้ความร้อนประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส จนมีความเหนียว เพื่อนำไปใช้เป็นตัวประสานในการขึ้นรูปถ่านอัดแท่ง (นิพนธ์ ตันไพบูลย์กุล และธรพร บุศย์น้ำเพชร, 2559)

2.4.4 การผสม

การผสมของผงถ่านที่บดย่อยแล้วผสมกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันในอัตราส่วนต่างๆ ที่เหมาะสม (ศิริชัย ต่อสกุล และคณะ, 2555)

2.4.5 การอัดแท่ง

จำแนกตามกระบวนการขึ้นรูปได้เป็น 2 ลักษณะ คือ กระบวนการอัดร้อน และกระบวนการอัดเย็น (นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล, 2557)

กระบวนการอัดร้อน (hot press process) เป็นการอัดวัสดุโดยให้ความร้อนตลอดเวลาที่ทำการอัด โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซลเซียส เหมาะสมกับวัสดุที่ได้รับความร้อนจะเกิดสารเคมีอินทรีย์ที่ช่วยยึดเนื้อวัสดุเข้าหากันจึงทำให้สามารถยึดเกาะขึ้นรูปเป็นแท่งได้โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสาน ตัวอย่างวัสดุที่สามารถนำมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยกระบวนการอัดร้อน คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ยอดอ้อยฟางข้าว เปลือกผลไม้ ซังข้าวโพด ชานอ้อย ฯลฯ วัชพืชบกและน้ำ และผลผลิตทางการเกษตรโดยเฉพาะพืชที่มีแป้งและน้ำตาล เช่น ข้าวโพดมันสำปะหลัง อ้อย ข้าวฟ่าง ฯลฯ

2) กระบวนการอัดเย็น (cold press process) เหมาะสำหรับวัสดุที่ไม่มีคุณสมบัติในการจับตัวได้ด้วยความร้อน มี 2 วิธี คือ

- การอัดเย็นชนิดเติมตัวประสาน เป็นการอัดเย็นที่ใช้กันอยู่ทั่วไปเนื่องจากเครื่องมือและวิธีการที่ง่าย และใช้พลังงานต่ำ ใช้วัสดุมาผสมกับตัวประสาน โดยทั่วไปจะเป็นแป้งมันสำปะหลัง หากวัสดุใดมีขนาดใหญ่ เช่น กะลามะพร้าว ต้องมีเครื่องบดให้ละเอียดก่อนแล้วจึงนำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังและน้ำในอัตราส่วนที่ต้องการ การอัดเย็นด้วยแรงอัดสูง

- การอัดเย็นระบบใหม่ที่ไม่ต้องใช้ตัวประสานแต่จะใช้แรงดันในการอัดสูงกว่าปกติอย่างมากเพื่อให้โมเลกุลของวัสดุเกิดการอัดตัวแน่นจนจับตัวเป็นก้อนได้ ซึ่งการอัดเย็นประเภทนี้จะใช้มอเตอร์ที่มีกำลังค่อนข้างสูง และยังใช้พลังงานไฟฟ้ามากแต่จะมีขั้นตอนในการอัดเพียงขั้นตอนเดียว

เพราะไม่ต้องผสมตัวประสาน และไม่จำเป็นที่จะต้องบดวัสดุก่อนเข้าอัดหากวัสดุไม่ได้มีขนาดใหญ่จนเกินไปนัก

เครื่องอัดแท่งถ่านโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1) เครื่องอัดแบบลูกสูบ (piston press) สามารถอัดได้ 40-1,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่มีปัญหาเรื่องการขัดสีของกระบอกสูบ และการแตกของลูกสูบ

2) เครื่องอัดแบบเกลียว (screw press) แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

- แบบเกลียวรูปกรวย (conical screw press) สามารถอัดได้ 500-1,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความชื้นร้อยละ 8-10

- แบบเกลียวคู่ (twin screw press) สามารถอัดได้ 2,800-3,600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีค่าความชื้นร้อยละ 25

- แบบเกลียวพร้อมขดลวดความร้อน (screw press with heated die) ที่มีอุณหภูมิประมาณ 3,500 องศาเซลเซียส สามารถอัดได้ 50-500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความชื้นวัสดุร้อยละ 8-12

3) เครื่องอัดแบบลูกกลิ้ง (roll press) การอัดแบบนี้ต้องการวัสดุที่มีขนาดเล็กกว่าใช้เครื่องอัดแบบอื่น และได้ความหนาแน่นน้อย จึงเหมาะกับการอัดที่ใช้ตัวประสานเครื่องอัดเม็ด หรืออัดเป็นแท่งเล็ก ๆ (palletizing Press) ประกอบด้วยพิมพ์ (matrix) และลูกกลิ้ง (roller) ซึ่งแรงเสียดสีของพิมพ์และลูกกลิ้งจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นและอัดวัสดุผ่านพิมพ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเม็ดขนาด 5-15 เซนติเมตร ยาวน้อยกว่า 30 มิลลิเมตร

2.4.6 การตากแห้ง

เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นสูง จึงต้องนำไปตากให้แห้งเพื่อเป็นการลดความชื้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ให้ไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่น วิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือ การนำไปผึ่งแดดจนกว่าถ่านจะแห้งสนิท (ธารินี มหายศนันท์, 2548)

2.4.7 การทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

1) ปริมาณความชื้น (moisture content) คือ น้ำที่คงเหลืออยู่หลังจากที่ตากแห้ง ความชื้นส่งผลต่อค่าความร้อนโดยตรง หากมีความชื้นมากจะทำให้มีการสูญเสียความร้อนไปกับการระเหย ความชื้นในระหว่างการเผาไหม้ทำให้ค่าความร้อนที่ได้ต่ำลง (นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล, 2557)

2) ปริมาณสารระเหย (volatile matters) คือ ของเสียที่สามารถระเหยได้เมื่อได้รับความร้อน ของเสียที่มีปริมาณสารระเหยสูงจะมีแนวโน้มที่มีค่าความร้อนสูงด้วย (นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล, 2557)

3) ปริมาณเถ้า (ash content) คือ ปริมาณที่จะมีค่าความร้อนต่ำทำให้ความสามารถในการเป็นเชื้อเพลิงต่ำ และต้องมีการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้นด้วย (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)

4) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) คือ ปริมาณที่แสดงถึงปริมาณสารประกอบคาร์บอนในเชื้อเพลิง ซึ่งเชื้อเพลิงที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจะติดไฟได้นาน (ธนาพล ตันติสัตยกุล และคณะ, 2558)

5) ค่าความร้อน (calorimetric value หรือ heating value) คือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง เป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพ (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)

2.5 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแท่ง

สำหรับข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแท่งตามความเห็นของ (นริศ ชุดสวาง, 2556) มีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 ข้อดีของถ่านอัดแท่ง

1) มีขนาดและรูปร่างแบบเดียวกัน สามารถใช้ป้อนเป็นเชื้อเพลิงได้อย่างสะดวกง่ายอย่างต่อเนื่อง

2) คุณสมบัติทางกายภาพ มีความร้อนที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้

3) ปราศจากมลภาวะ ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมมลภาวะที่มีราคาสูง

2.5.2 ข้อเสียของถ่านอัดแท่ง

การอัดแท่งใช้แรงอัดสูง เป็นต้นเหตุหนึ่งทำให้กระบอกอัดและสกรูสึกหรอได้ง่ายจากการขัดสี

2.6 ข้อมูลทั่วไปของสับปะรด

สับปะรดจัดเป็นผลไม้ในวงศ์บรอมมิเลียซิอี้ มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ได้แก่ บริเวณตอนกลางและตอนใต้ของประเทศบราซิล รวมทั้งตอนเหนือของประเทศอาร์เจนตินาและปารากวัย นอกจากนี้ยังปลูกกันตามบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกและมหาสมุทรแปซิฟิกของอเมริกา

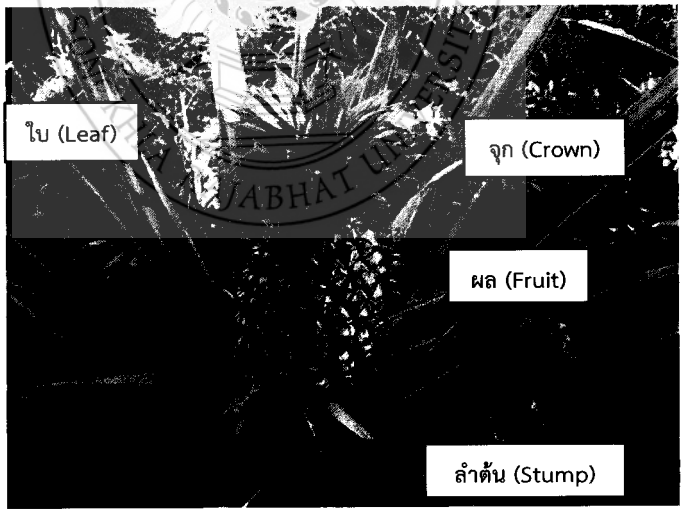
กลางตลอดจนหมู่เกาะต่าง ๆ ในแถบเวสท์อินดีส ต่อมาในปี 1493 คริสโตเฟอร์โคลัมบัส นักเดินเรือชาวสเปน ได้เดินทางไปพบสับปะรดเป็นครั้งแรกที่หมู่บ้านของชาวอินเดียพื้นเมืองและมีผู้นำกลับมายุโรปและเผยแพร่พันธุ์สับปะรดไปยังประเทศต่าง ๆ ในภาคตะวันออกไกล ในปี 1600 มีการปลูกกันมากในมาดากัสก้า อินเดีย ตอนใต้ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซียและประเทศอื่นๆ

สำหรับประเทศไทย พบว่ามีการปลูกสับปะรดในช่วงปี 2223–2243 ซึ่งพันธุ์ที่พบเป็นพันธุ์ที่ให้ผลขนาดเล็ก และคุณภาพไม่ดี ต่อมาในปี 2454 ได้มีการนำพันธุ์ใหม่จากเกาะปีนังเข้ามาปลูก ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีมีผลโต และรสชาติอร่อย จึงได้มีการขยายพันธุ์ปลูกออกไปทั่วทุกภาคของประเทศ (จิราพรรณ คล้ายกิจจา, 2548)

2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสับปะรด

ชื่อสามัญ	สับปะรด (Pineapple)
วงศ์	BROMELIACEAE
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Ananas comosus* (L) Merr

สำหรับลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสับปะรดซึ่งมีส่วนประกอบที่เป็น จุก ผล ลำต้น และใบ รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 2.6-1**



ภาพที่ 2.6-1 ลักษณะทั่วไปของสับปะรด

ที่มา: ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อนกลุ่มงานศูนย์วิจัย ฝ่ายวิจัยและบริการคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2554)

ลักษณะของจุก: เป็นส่วนบนสุดของผลจะเป็นกลุ่มของใบ ซึ่งจะเจริญไปพร้อม ๆ กับผลและพัฒนาเป็นจุกต่อไป แกนกลางของจุกและผลสับปะรดเป็นส่วนที่เจริญต่อเนื่องมาจากเนื้อเยื่อเจริญที่ปลายยอดของต้น

ลักษณะของผล: เป็นผลรวมเกิดจากผลย่อยแต่ละผลเชื่อมกับแกนของผลรวม ส่วนฐานของผลย่อยจะเชื่อมติดต่อกันทุกผล ลักษณะผลเป็นรูปกรวยกว้างโดยที่โคนผลจะมีขนาดโตกว่าส่วนปลายผล

ลักษณะของลำต้น: ลำต้นคล้ายกระบอง ยาวประมาณ 20-25 ซั่วโมง ข้อและปล้องของลำต้นเกิดจากรอยกาบแผ่นใบที่หลุดออกไป

ลักษณะของใบ: เรียงตัวหนาแน่นและเป็นระเบียบ การเรียงตัวของใบจะหมุนวนเป็นเกลียว ใบเป็นแผ่นเรียวเล็กจากส่วนโคนไปหาส่วนปลาย ปลายใบมีหนามแหลมค่อนข้างแข็ง ขอบใบสองข้างยกขึ้นทำให้แผ่นใบมีลักษณะเป็นร่องคล้ายรางน้ำ ผิวใบด้านหลังเรียบเป็นมันเนื่องจากมีสารพวกไขเคลือบอยู่รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 2.6-1**

2.6.2 สายพันธุ์สับปะรดในประเทศไทย

สายพันธุ์สับปะรดที่มีอยู่ 7 สายพันธุ์ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย)

1) พันธุ์ปัตตาเวีย (smooth cayenne) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า พันธุ์ศรีราชา มีผลใหญ่ที่สุดในบรรดาสับปะรดด้วยกัน เนื้อมีรสหวานฉ่ำ ใบมีสีเขียวเข้ม กลางใบเป็นร่องมีสีแดงอมน้ำตาล ปลายใบมีหนามเล็กน้อย เป็นพันธุ์เดียวที่ปลูกเพื่อส่งโรงงานสับปะรดกระป๋อง ปลูกมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี ระยอง และลำปาง

2) พันธุ์อินทรชิตหรืออินทรชิตแดง (singapore spanish) เป็นพันธุ์เก่าแก่ที่สุดของประเทศไทยปลูกมาตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา ต้นมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์ปัตตาเวียเล็กน้อย แต่มีหนามแหลมคมรูปโค้งงอ สีน้ำตาลอมแดงที่ขอบใบ ใบมีสีเขียวอ่อน ผลย่อยนูนเด่นชัด ตาลึกเมื่อแก่จัดเนื้อเป็นสีทอง รสไม่หวานจัด ภายในผลมีเส้นใยมากและผลค่อนข้างเล็ก จึงไม่นิยมปลูกเพื่อบรรจุกระป๋อง ปลูกมากที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

3) พันธุ์ขาว (selangor green) เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากในอำเภอบางคล้า มีทรงพุ่มเตี้ย มีใบสีเขียวอมเหลือง ใบสั้นและแคบกว่าอินทรชิต ขอบใบมีหนามแหลม ผลมีหลายจุก แต่เนื้อมีรสชาติและคุณภาพคล้ายคลึงกับพันธุ์อินทรชิตมาก จึงมีผู้สันนิษฐานว่าคงจะกลายพันธุ์มาจากพันธุ์ อินทรชิต

4) พันธุ์ภูเก็ตหรือพันธุ์สวี (malacca queen) เป็นพันธุ์ที่มีใบแคบและยาว ใบสีเขียวอ่อนและมีแถบสีแดงตอนกลางใบ ขอบใบเต็มไปด้วย หนามสีแดง ผลมีขนาดเล็ก ผลย่อยนูน ตาลึก เนื้อมีสีเหลือง รสหวานกรอบ และมีกลิ่นหอม นิยมปลูกกันมากในภาคใต้บริเวณจังหวัดภูเก็ตและชุมพร

5) พันธุ์นางแลหรือพันธุ์น้ำผึ้ง พันธุ์น้ำผึ้งนี้นำมาจากประเทศศรีลังกาบางท่านก็กล่าวว่านำมาจากมณฑลยูนนานของจีน ลักษณะต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะของต้น ใบ ดอก และผลจะคล้ายคลึงกันพันธุ์ปัตตาเวียมาก จึงอาจเป็นพันธุ์ย่อยหรือกลายพันธุ์มาจากพันธุ์ปัตตาเวีย มีปลูกมากที่ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เนื่องจากมีรส หวานจัดเป็นที่นิยมของตลาด จึงปลูกเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่ดังกล่าว

6) พันธุ์ตราดสีทอง สับปะรดพันธุ์นี้จะไม่เหมือนพันธุ์อื่นตรงที่มีรสชาติหวาน กรอบทั้งผล โดยเฉพาะผิวเป็นตา ๆ สีเหลือง เย็นฉ่ำน่ารับประทาน

7) พันธุ์ภูแล สับปะรดภูแลเชียงรายหรือในชื่อเรียก สับปะรดภูแล เป็นสับปะรดสายพันธุ์ในกลุ่มควีน ลูกเล็กและสามารถปลูกได้ตลอดปี ผลขนาดเล็ก เนื้อสีทอง กลิ่นหอม แกนสับปะรดกรอบ รับประทานได้ รสชาติหวานปานกลาง

2.6.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสับปะรดอยู่ระหว่าง 24-30 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนกระจายสม่ำเสมอระหว่าง 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี และมีแสงแดดจัด พื้นที่ควรเป็นพื้นที่ราบหรือที่ดอน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร ความลาดเอียงประมาณร้อยละ 1-3 แต่ไม่เกินร้อยละ 5-10 ไม่มีน้ำท่วมขัง ลักษณะดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกสับปะรดมีลักษณะเป็นดินร่วนหรือร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางมีอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่าร้อยละ 1.5 (จักราวุธ ศุขวัฒน์, 2552)

2.6.4 แหล่งที่ปลูกสับปะรดในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยมีแหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญ ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ระยอง ราชบุรี ชลบุรี พิษณุโลก และเพชรบุรีโดยปี 2560 พบว่า เนื้อที่เก็บเกี่ยวรวมทั้งประเทศ 0.527 ล้านไร่ ผลผลิต 2.175 ล้านตัน ผลผลิตต่อไร่ 4,129 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ 6.68 ร้อยละ 7.94 และร้อยละ 1.15 ตามลำดับ เนื่องจากช่วงปี 2558 ถึงปี 2559 ราคาอยู่ในเกณฑ์ดี เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกในพื้นที่รกร้างโดยผลผลิตจะออกมากในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม สำหรับช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2560 มีผลผลิต

ประมาณ 0.655 ล้านตัน หรือร้อยละ 30.11 ของผลผลิตทั้งหมด เพิ่มขึ้นจาก 0.409 ล้านตัน ในช่วงเดียวกันของปี 2559 ร้อยละ 16.31 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549)

2.6.5 ฤดูกาลเก็บเกี่ยวสับปะรด

ช่วงที่มีผลผลิตสับปะรดมากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนพฤษภาคม (บางปีมากถึงเดือนมิถุนายน) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

2.6.6 ประโยชน์ของสับปะรด

ประโยชน์ของสับปะรด มีรายละเอียดดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546)

1) ผลสับปะรด เป็นส่วนที่มีเนื้อและน้ำซึ่งมีประโยชน์มาก ผลสด ๆ สามารถรับประทานได้หรือนำมาแปรรูปเป็นสับปะรดกวน สับปะรดในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง แยมสับปะรด สับปะรดอบแห้ง คั้นเป็นเครื่องดื่มน้ำสับปะรด น้ำส้มสายชู

2) ใบสับปะรด เป็นเศษวัสดุที่มีมูลค่ามาก เนื่องจากเส้นใยที่เหนียวนั้นสามารถนำมาแปรรูปเป็นผ้าใยสับปะรด ซึ่งชาวฟิลิปปินส์จะนิยมนำมาทำเป็นผ้าพื้นเมืองและนำมาประยุกต์ใช้ทำเป็นกระดาษใบสับปะรดหรือเชือก

3) เปลือกสับปะรด มีประโยชน์มากเพราะตรงส่วนตาของสับปะรด อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าจึงนิยมนำมาแปรรูปเป็นอาหารของโค หรือจะอบแห้งเพื่อนำมาเป็นส่วนผสมหลักของอาหารสัตว์อื่น ๆ และนำมาทำเป็นน้ำหมัก ปุ๋ยชีวภาพ

4) แกนสับปะรด บางสายพันธุ์ที่มีแกนกลางใหญ่ ๆ นิยมนำมาแปรรูปเป็นแกนสับปะรดอบแห้งและแกนสับปะรด

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า มีวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง สามารถเป็นพลังงานทางเลือกที่สามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงใช้ในครัวเรือนแทนการใช้ถ่านไม้และฟืนได้ รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 2.7-1**

ตารางที่ 2.7-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้วิจัย
การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี	การผลิตถ่านอัดแท่ง จากเปลือกทุเรียนที่เหลือทิ้งและเพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียน ผลการวิเคราะห์ทางด้านสมรรถนะทางความร้อน สรุปได้ว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนที่ทางกลุ่มผลิตได้มีค่าความร้อนที่ 6,134 แคลอรีต่อกรัม สูงกวาเกณฑ์มาตรฐาน มีปริมาณเถ้าร้อยละ 6.2 โดยน้ำหนัก ซึ่งในด้านสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547)	นริศ ชุดสว่าง (2556)
พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่าเปลืองเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถนำมาเผาด้วยเตาเผาแบบโล่ เตาเผาแบบอุณหภูมิสูง และเตาเผาแผ่นเหล็กได้ถ่านเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์คงรูปร่างลักษณะเดิมนำมาเข้าเครื่องบดละเอียดได้เป็นผงถ่าน ผสมผงถ่านกับแป้งมัน ในอัตราส่วน 5:1 (โดยละลายแป้งมันในน้ำร้อน 1 ลิตร จนเป็นกาวแป้งเปียก) นำมาเข้าเครื่องอัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ ได้แท่งเชื้อเพลิงคงรูปไม่แตกหักเมื่อนำไปตากแดดจนแห้งสนิท แล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง พบว่าเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้ธรรมชาติ	สังเวย เสวกวิหาร ,วันดี มาตสถิ และ นิภาพร ปัญญา (2553)

ตารางที่ 2.7-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้วิจัย
การผลิตถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง	ผู้วิจัยได้ทำการทดลองนำวัสดุทั้ง 2 ชนิดมาผสมกัน 5 อัตราส่วน มีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนัก ทดสอบโดยการเผาไหม้เพื่อวัดผลในห้องปฏิบัติ ผลทางด้านสมรรถนะทางความร้อนสรุปได้ว่า ถ่านอัดแท่งในอัตราส่วน 9:1 เป็นอัตราส่วนที่ร้อนสูงสุดเท่ากับ 6,518.10 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และอัตราส่วน 1:9 เป็นอัตราส่วนที่ร้อนต่ำที่สุดเท่ากับ 4,514.13 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม	รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล (2553)
ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด	ผลการทดสอบศักยภาพด้านพลังงาน พบว่ามีค่าความ ร้อนเท่ากับ 5,920 แคลอรีต่อกรัม มีอัตราการเผาไหม้ 11.80 กรัมต่อนาที ปริมาณคาร์บอนเสถียรร้อยละ 61.7 ปริมาณเถ้าร้อยละ 7 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิง อัดแท่งจากเปลือกมังคุดสามารถใช้งานหุงต้มได้ดี ไม่มีการแตกปะทุ ติดไฟได้ดี ให้มีเขม่า ไม่มีควัน และไม่มีกลิ่นรบกวนขณะใช้งาน	สังเวย เสวกวิหาร (2555)

ตารางที่ 2.7-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

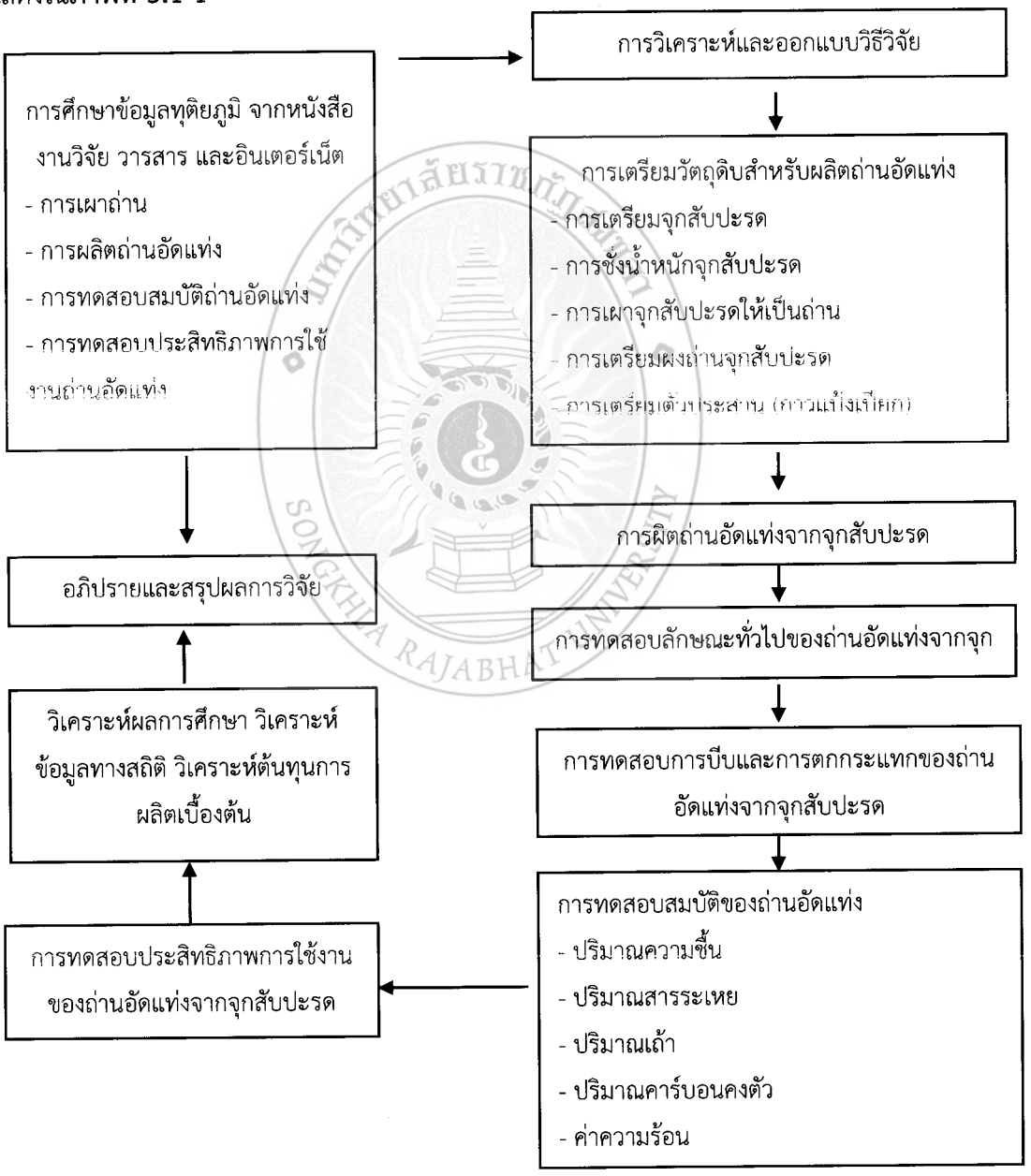
ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้วิจัย
ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขาม	การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขามและทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขามเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด โดยเริ่มจากการนำเปลือกมะขามซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะขามมาเผาด้วยกระบวนการคาร์บอนไนเซชั่นให้กลายเป็นถ่านนำมาทำการ บดย่อย แล้วนำไปผสมกับตัวประสานในอัตราส่วนถ่าน:แป้งมันสำปะหลัง:น้ำ ทั้งสิ้น 3 อัตราส่วน คือ 1:1:0.75, 2:1:0.50 และ 3:1:0.25 นำไปขึ้นรูปให้เป็นแท่งด้วยวิธีการอัดเย็น จากนั้นผู้วิจัยได้นำถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขามทั้ง 3 อัตราส่วนไปทำการทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขาม พบว่าอัตราส่วนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขามที่มี คุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุด คือ อัตราส่วน 2:1:0.50 โดยน้ำหนัก มีค่าความร้อน 5,730 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณความชื้นร้อยละ 6.1 ค่าดัชนีการแตกร่วน 0.97 และประสิทธิภาพการใช้งานสามารถให้ความร้อนได้ระยะเวลา 440 นาที	หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ (2561)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า มีวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม การเกษตรและครัวเรือน เช่น เปลือกทุเรียน เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ กะลามะพร้าว เหง้ามันสำปะหลัง เปลือกมังคุด และเปลือกมะขามสามารถนำมาเป็นพลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกที่สามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงใช้ในครัวเรือนแทนการใช้ถ่านไม้และฟืนได้ กระบวนการผลิตไม่ใช้สารเคมีจึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างดี โดยการนำวัสดุไปเผาในเตาเผาถ่านผสมกับตัวประสานขึ้นรูปผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุ ช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยและช่วยในการลดปัญหาการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาทำไม้ฟืนและถ่านไม้

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด มีรายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 3.1-1**



ภาพที่ 3.1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยใช้จุกสับปะรดในการผลิตถ่านอัดแท่ง เพื่อนำมาทดสอบสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

จุกสับปะรด ได้รับความอนุเคราะห์จากร้านขายผลไม้ในพื้นที่ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

3.2.2 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

1) สถานที่เผาถ่านและอัดแท่งถ่านจากจุกสับปะรด ณ ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน หมู่ที่ 5 ตำบลท่าข้าม อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2) สถานที่ทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม และห้องปฏิบัติการเคมี ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3) สถานที่ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด ณ หมู่บ้านผู้การ ถนนกาญจนวนิช ซอย 35 ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

3.3 วัตถุดิบ วัสดุ และอุปกรณ์

3.3.1 วัตถุดิบ

1) จุกสับปะรด
2) แป้งมันสำปะหลัง
3) น้ำสะอาด

3.3.2 วัสดุ

1) ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร
2) โกร่งบด
3) ตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร
4) กะละมัง
5) ถุงพลาสติก
6) บีกเกอร์
7) ถุงมือกันความร้อน

8) หม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 22

9) เตาอังโล่

10) กระสอบใส่จุกสับปะรด

11) เทอร์โมมิเตอร์

12) แท่งแก้ว

13) ถ้วย crusible

3.3.3 อุปกรณ์

1) ตู้อบ (hot air oven) รุ่น D-91126 Schwabach ยี่ห้อ Memmert

2) เตาเผา (furnace) รุ่น RWF1100 ยี่ห้อ CARBOLITE

3) เครื่องบอมบ์แคลิริมิเตอร์ (bomb calorimeter) รุ่น C5000 ยี่ห้อ IKA

4) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (analytical balance) รุ่น AL204 ยี่ห้อ METLER

5) โถดูดความชื้น (desiccators)

6) เครื่องอัดแท่งถ่าน (ใช้แรงคน)

3.4 วิธีการวิเคราะห์

การศึกษานี้ประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่ง การทดสอบค่าความร้อนก่อนนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง การเตรียมอัตราส่วน เพื่อผลิตถ่านอัดแท่ง การผลิตถ่านอัดแท่ง การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่ง การทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่ง การทดสอบสมบัติถ่านอัดแท่ง การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่ง

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่ง

1) การเตรียมจุกสับปะรด เก็บรวบรวมจุกสับปะรดที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง จากร้านขายผลไม้ในพื้นที่ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา นำมาตากแดดให้แห้งสนิทประมาณ 2-3 สัปดาห์

2) การเผาจุกสับปะรดให้เป็นถ่าน นำจุกสับปะรดที่ตากแดดแห้งสนิทเรียงลงในเตาเผาถ่านถังน้ำมัน 200 ลิตร จากนั้นจุดเชื้อเพลิงหน้าเตาประมาณ 2 ชั่วโมง ทำการปิดหน้าเตาให้เหลือ 1 ใน 4 แล้วทำการเผาจุกสับปะรดต่อ 2.30 ชั่วโมง หลังจากนั้นให้สังเกตสีของควัน ถ้าสีควันใสให้ทำการปิดปล่องควันและหน้าเตา และทิ้งให้เตาเย็นตัวลงใช้เวลาประมาณ 1 คืน ทำการเก็บถ่านจุกสับปะรด

3) การเตรียมผงถ่าน นำถ่านจุกสับปะรดที่ได้จากการเผา มาบดด้วยโกร่งบดจนเป็นผงถ่าน จากนั่นนำผงถ่านมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร

4) การคิดผลผลิตร้อยละ ผงถ่านจุกสับปะรดที่ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตรต่อมวลจุกสับปะรดของร้อยละ

5) การเตรียมตัวประสาน โดยเตรียมแป้งมันสำปะหลังและน้ำในสัดส่วน แป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร มาให้ความร้อนและกวนจนมีลักษณะเหนียวข้นเป็นกาวแป้งเปียก (สุดาไว หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

3.4.2 การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบก่อนนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง

ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง ได้แก่ ผงถ่านจุกสับปะรดซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก และแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานโดยทำการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบทั้งสอบตามมาตรฐาน ASTM 5865 (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

1) บดตัวอย่างเชื้อเพลิงจนละเอียดและต้องไม่มีความชื้น นำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลประมาณ 1 กรัม โดยใช้กระดาษชั่งสารรองรับตัวอย่าง

2) นำตัวอย่างมาอัดเป็นเม็ดโดยใช้เครื่องอัดเม็ด (pellet press) และชั่งน้ำหนัก

3) นำตัวอย่างใส่ลงในบอมบ์ โดยวางบนถ้วยบรรจุเชื้อเพลิงและติดตั้งลวดสำหรับจุดระเบิด โดยการติดตั้งลวดจุดระเบิดนั้นต้องให้ลวดสัมผัสตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

4) เปิดสวิทซ์เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที ก่อนการทดสอบตัวอย่าง เพื่อให้อุณหภูมิคงที่ตามที่ได้ตั้งค่าไว้

5) นำบอมบ์ที่ใส่ตัวอย่างประกอบเข้ากับฝาล็อคบอมบ์ที่ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์รวมถึงท่อออกซิเจนและไฟฟ้า ใส่หมายเลขตัวอย่าง น้ำหนักตัวอย่าง (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ตามลำดับจนครบ กดStart เครื่องจะเริ่มทำงานและหาอุณหภูมิคงที่ หลังจากนั้นจะมีสัญญาณเตือนและเริ่มมีการจุดระเบิด หลังจากมีการจุดระเบิดแล้วประมาณ 3-4 นาที เครื่องจะมีสัญญาณเตือนอีกครั้งซึ่งค่าความร้อนจะปรากฏขึ้นมาบนจอแสดงผล

3.4.3 การเตรียมอัตราส่วนเพื่อผลิตถ่านอัดแท่ง

นำผงถ่านจุกสับปะรดผสมกับตัวประสานที่เตรียมไว้ในข้อที่ 3.4.1 มาผสมตามอัตราส่วนต่างๆ รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 3.4-1** โดยการผสมด้วยมือ (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธ์, 2560)

ตารางที่ 3.4-1 อัตราส่วนผงถ่านจุกสับปะรดต่อกาวแป้งเปียก

ตัวอย่าง	อัตราส่วน	ผงถ่านจุกสับปะรด (กิโลกรัม)	กาวแป้งเปียก (กิโลกรัม)
1	1:0.5	0.500	0.250
2	1:0.75	0.500	0.375
3	1:1	0.500	0.500
4	1:1.5	0.500	0.750
5	1:2	0.500	1.000

3.4.4 การผลิตถ่านอัดแท่ง

นำผงถ่านจุกสับปะรดกับกาวแป้งเปียกที่เตรียมไว้ด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ ในข้อที่ 3.4.3 ไปอัดแท่งโดยเครื่องอัดแท่งถ่านอัดแท่ง (ใช้แรงคน) ซึ่งถ่านอัดแท่งที่ได้จะมีรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4.5 เซนติเมตร ความสูงประมาณ 8 เซนติเมตร และมีรูตรงกลาง เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร นำถ่านอัดแท่งที่ได้ไปตากแดดเพื่อลดความชื้น นำก้อนถ่านมาตากแดดประมาณ 2 สัปดาห์ จนก้อนถ่านแห้งสนิท จากนั้นเก็บใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่น

การตรวจสอบความชื้นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้อย่างง่าย โดยการนำถุงพลาสติกมาห่อแท่งถ่านเอาไว้และปิดให้สนิทนำไปตากแดดทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง สังเกตไอน้ำที่ถุงพลาสติกถ้ามีน้ำอยู่แสดงว่าถ่านอัดแท่งยังมีความชื้นสูงควรนำไปตากแดดต่อ (ธารินี มหายศนันท์, 2548)

3.4.5 การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่ง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มเลือกถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดที่ผลิตได้ในรุ่นเดียวกัน เพื่อนำมาตรวจสอบ รูปทรง ขนาด และสี โดยการตรวจพินิจ (สำนักงานมาตรฐานลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

3.4.6 การทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่ง

การทดสอบการบีบและการตกกระแทกเป็นการทดสอบเพื่อดูความสามารถของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดในการคงรูปเป็นแท่งและความแกร่งของถ่าน โดยมีรายละเอียดวิธีการทดสอบ (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560) ดังนี้

1) การทดสอบการบีบ ทำได้โดยการใช้มือบีบก้อนถ่านอัดแท่ง เพื่อดูว่าก้อนถ่านที่ทดสอบเกิดการแตกหักขึ้นหรือยังคงรูปเดิม

2) การตกกระแทก ทำได้โดยการปล่อยถ่านอัดแท่งที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เพื่อดูว่าก้อนถ่านอัดแท่งที่ปล่อยลงมามีการแตกหักหรือคงรูปเดิมของก้อนถ่าน จากนั้นเลือกถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสม (ยังคงรูปเดิมไม่แตกหัก) เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดและประสิทธิภาพการใช้งานต่อไป

3.4.7 การทดสอบสมบัติถ่านอัดแท่ง

การทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด โดยการนำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด มาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วนำไปทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่ง ประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

1) หาปริมาณความชื้น (Moisture) ASTM D 3173

1.1) วิธีการทดสอบ

- นำถ้วย (crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาทีที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (desiccators) 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

- ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก (W_1)

- นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccators) 20 นาทีจึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W_2)

1.2) สูตรการคำนวณ

$M = (W_1 - W_2) / W * 100$

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_1 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

2) หาปริมาณสารระเหย (Volatile Matter) ASTM D 3175

2.1) วิธีการทดสอบ

- เผา crucible พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียสประมาณ 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ใน โถดูดความชื้น (desiccators) 15 นาทีจึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W_5)

- ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ลงไปใน crucible แล้วปิดฝา

- นำใส่ลงในเตาเผา 7-10 นาทีแล้วปล่อยไว้ในเตา 7 นาที

- นำออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นใน โถดูดความชื้น (desiccators) 30 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก (W_6)

2.2) สูตรการคำนวณ

$V = (W_5 - W_6) / W * 100 - M$

V = ร้อยละของปริมาณสารระเหย

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_5= น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาและตัวอย่างก่อนเผา

W_6= น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาและตัวอย่างหลังเผา

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3) หาปริมาณเถ้า (Ash) ASTM D 3174

3.1) วิธีการทดสอบ

- นำถ้วย (crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาทีที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (desiccators) 15 นาทีจึงนำไปชั่งน้ำหนัก 74

- ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก (W_3)

- นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccators) 20 นาทีจึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W_4)

3.2) สูตรการคำนวณ

$M = (W_3 - W_4) / W * 100$

M = ร้อยละของปริมาณเถ้า

W_3= น้ำหนักถ้วยและเถ้าของตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W_4= น้ำหนักถ้วย (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

4) การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) ASTM D 3172

สูตรการคำนวณ

ร้อยละของคาร์บอนคงตัว = 100 - (ร้อยละของปริมาณความชื้น) - (ร้อยละของปริมาณสารระเหย) - (ร้อยละของปริมาณเถ้า)

5) การหาค่าความร้อน (Heating Value) ASTM D 5865

โดยมีขั้นตอนการทดสอบเหมือนขั้นตอนที่ 3.4.2

3.4.8 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่ง

ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากจุกสับปะรด นำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากจุกสับปะรดที่ตากแดดจนแห้งสนิท มาศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม โดยทดสอบการต้มน้ำ ซึ่งใช้หม้อต้มน้ำอะลูมิเนียมเบอร์ 20 พร้อมฝา กับเตาหุงต้มใช้น้ำ 1,500 กรัม (ปริมาตรของน้ำประมาณ 3 ใน 4 ของปริมาณความจุของหม้อ) และน้ำหนักเชื้อเพลิงอัดแท่งจากจุกสับปะรด 500 กรัม สังเกตการณ์แตกปะทุของเชื้อเพลิง ปริมาณควันของเชื้อเพลิงขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด แล้วบันทึกเวลาที่ใช้ไปพร้อมทั้งเปิดฝาหม้อ จากนั้นปล่อยให้น้ำเดือดต่อไปอีก 30 นาที

ในส่วนการคำนวณหางานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งตามสมการที่ (1), (2) และ (3) (จิระพงษ์ คูหากาญน์, 2550)

$$\text{งานที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}} \quad \text{——สมการที่ (1)}$$

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (กรัม)}} \quad \text{——สมการที่ (2)}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้งาน Hu} = \frac{\left[MC_p\left(T_2 - T_1\right)\right] + \left[\left(M - M_1\right)\right] \times 100}{\left(M_f H_1 + M_k H_2\right)} \quad \text{——สมการที่ (3)}$$

เมื่อ Hu = ประสิทธิภาพการใช้งาน (ร้อยละ)

M = น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)

M_1 = น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)

M_f = น้ำหนักเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง)

M_k = น้ำหนักเชื้อไฟ (เศษไม้ กิ่งไม้แห้ง)

C_p = ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัม

T_1 = อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)

T_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)

L = ความร้อนแฝงของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรีต่อกรัม

H_1 = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง)

H_2 = ค่าความร้อนของเชื้อไฟซึ่งมีค่า 4280 แคลอรีต่อกรัม

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนในการนำเสนอผลการศึกษาสมบัติและประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่ง

3.5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การศึกษาต้นทุนผลิตเบื้องต้นของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด ซึ่งวิเคราะห์การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการผลิต และต้นทุนดำเนินการ มาใช้ในการสรุปผลการศึกษาและเปรียบเทียบราคากับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ที่ขายตามท้องตลาด

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

11 ก.พ. 2563

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด โดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วนระหว่างผงถ่านจุกสับปะรดต่อกาวแป้งเปียก 5 อัตราส่วน คือ 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด จากนั้นนำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดมาทดสอบลักษณะทั่วไป การบีบและการตกกระแทก การทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดกับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) และวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

4.1 การผลิตถ่านจุกสับปะรด

การศึกษาการผลิตถ่านจากจุกสับปะรด โดยนำมาเผาด้วยถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร โดยใช้ระยะเวลาในการเผาเฉลี่ย 4 ชั่วโมง 30 นาที จำนวน 4 ครั้ง พบว่ามวลจุกสับปะรด 28 กิโลกรัม นำไปเผาเป็นถ่านได้มวลถ่านจุกสับปะรด 4.5 กิโลกรัม นำถ่านจุกสับปะรดไปบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ได้ผงถ่านจุกสับปะรด 3.78 กิโลกรัม ซึ่งในกระบวนการผลิตถ่านจากจุกสับปะรดได้ผลผลิตร้อยละ 13.85 รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 4.1-1**

ตารางที่ 4.1-1 ผลการผลิตถ่านจุกสับปะรด

ปริมาณ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย	S.D.
มวลจุกสับปะรด (กิโลกรัม)	8.00	8.00	5.00	7.00	7.00	1.41
มวลถ่านจุกสับปะรด (กิโลกรัม)	1.20	1.30	0.90	1.10	1.12	0.17
ผงถ่านจุกสับปะรดที่ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร (กิโลกรัม)	0.98	0.99	0.86	0.95	0.95	0.05
ผลผลิต (ร้อยละ)	12.25	12.37	17.20	13.57	13.85	2.31

4.2 การทดสอบค่าความร้อนของผงวัตถุดิบ

จากการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบ โดยทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 3286 พบว่าผงถ่านจุกสับปะรดมีค่าความร้อนสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง คือ มีค่าความร้อน 5,445.00 แคลอรีต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความร้อนกับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตถ่านอัดแท่งจากงานวิจัยอื่น พบว่าผงถ่านจุกสับปะรดมีค่าความร้อนสูงกว่าผงถ่านชานอ้อย ผงถ่านเหง้ามันสำปะหลัง แต่มีค่าความร้อนต่ำกว่าผงถ่านเปลือกสับปะรด และผงถ่านกะลามะพร้าว รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 4.2-1**

ตารางที่ 4.2-1 ผลการทดสอบค่าความร้อนของผงวัตถุดิบ

รายละเอียดสมบัติ	**ผงถ่านจุกสับปะรด***	**ผงแป้งมันสำปะหลัง***	**ผงถ่านชานอ้อย**	**ผงถ่านเหง้ามันสำปะหลัง**	**ผงถ่านเปลือกสับปะรด**	**ผงถ่านกะลามะพร้าว**
ค่าความร้อน (แคลอรีต่อกรัม)	5,445.00	3,600.60	3,172.00	4,307.90	5,645.80	7,159.60
อ้างอิง	-	-	ประลอง ดำรงไทย (2540)	รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล (2533)	สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์ (2560)	รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล (2533)

หมายเหตุ: * หมายถึง ค่าความร้อนของผงถ่านจุกสับปะรดและแป้งมันสำปะหลัง เป็นค่าที่ได้จากการศึกษางานวิจัยนี้

4.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

4.3.1 การผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

จากการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด โดยใช้อัตราส่วนผงถ่านจุกสับปะรดต่อกาวแป้งเปียก 5 อัตราส่วน คือ 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 นำมาขึ้นรูปโดยวิธี

อัดเย็น ถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้มีรูปทรงกระบอก และมีรูตรงกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่าถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดสามารถขึ้นรูปได้ทุกอัตราส่วน โดยมีจำนวนถ่านอัดแท่ง 8-15 ก้อน น้ำหนักก่อนตากแดด 88-140 กรัม เมื่อนำไปตากแดดมีน้ำหนัก 85-116 กรัม รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 4.3-1**

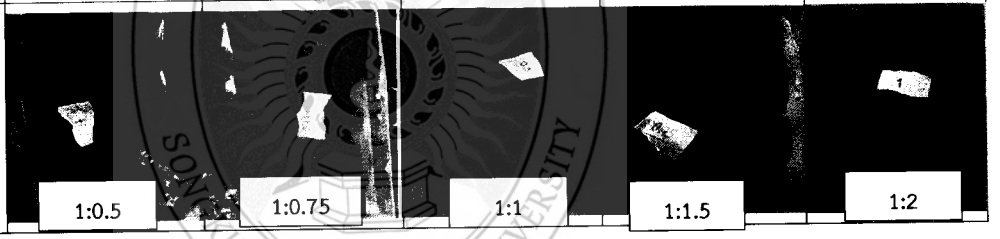
ตารางที่ 4.3-1 ผลการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

ถ่านจุกสับปะรด:กาวแป้งเปียก (กิโลกรัม:ลิตร)	จำนวนก้อนถ่านอัดแท่ง (ก้อน)	น้ำหนักก้อนถ่านก่อนตาก (กรัม)	น้ำหนักก้อนถ่านหลังตาก (กรัม)
1:0.5	8	88	85
1:0.75	9	90	86
1:1	10	98	89
1:1.5	12	120	94
1:2	15	140	116

4.3.2 ผลการทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านจุกสับปะรด

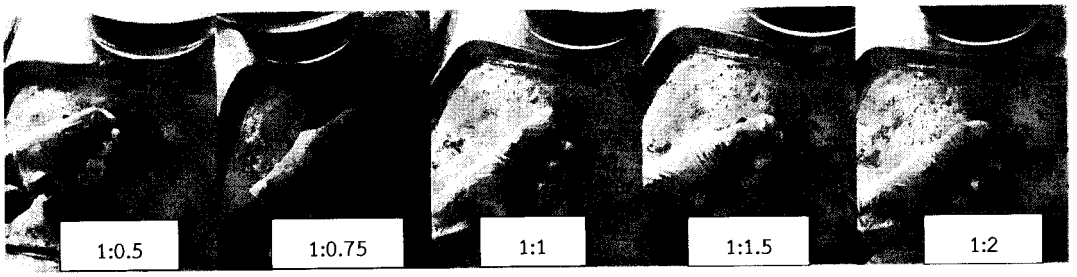
นำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดทั้ง 5 อัตราส่วน (ผงถ่านจุกสับปะรดต่อกาวแป้งเปียก อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2) มาทดสอบลักษณะทั่วไป ได้แก่ รูปทรง ขนาด และสี โดยการตรวจสอบด้วยสายตา พบว่าลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75 และ 1:1 มีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน และสีดำสม่ำเสมอกัน ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ที่กำหนดไว้ว่าลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน และสีดำสม่ำเสมอ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ส่วนอัตราส่วน 1:1.5 และ 1:2 มีสีดำสม่ำเสมอกัน แต่มีรูปร่างและขนาดเล็กกว่าปกติ ดังนั้นจึงเลือกถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75 และ 1:1 มาทดสอบการบีบและการตกกระแทก รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 4.3-2**

ตารางที่ 4.3-2 ผลการทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านจุกสับปะรด

การทดสอบ	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:0.5	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:0.75	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1.5	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:2
รูปทรง	รูปทรงเดียวกัน	รูปทรงเดียวกัน	รูปทรงเดียวกัน	รูปทรงต่างกัน	รูปทรงต่างกัน
ขนาด	ขนาดใกล้เคียงกัน	ขนาดใกล้เคียงกัน	ขนาดใกล้เคียงกัน	ขนาดต่างกัน	ขนาดต่างกัน
สี	สีดำสม่ำเสมอ	สีดำสม่ำเสมอ	สีดำสม่ำเสมอ	สีดำสม่ำเสมอ	สีดำสม่ำเสมอ
รูปถ่าน					

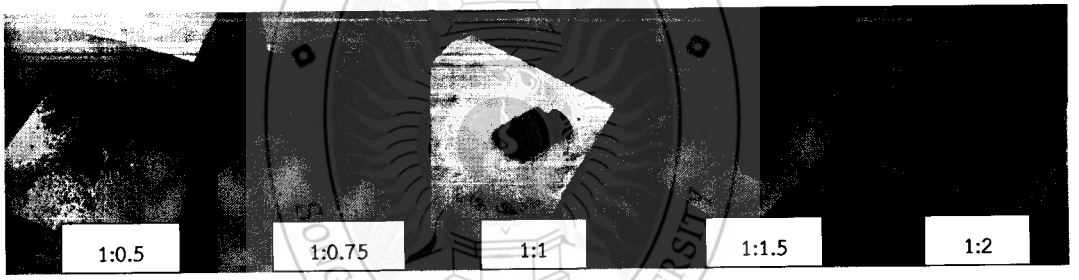
4.3.3 ผลทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

นำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 มาทดสอบการบีบและการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 และ 100 เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่าถ่านอัดแท่งจาก จุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 ผ่านการทดสอบการบีบและการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 และ 100 เซนติเมตร เนื่องจากไม่เกิดการแตกหักและยังคงรูปเดิม ส่วนถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:0.5 และ 1:0.75 เกิดการแตกหัก อัตราส่วน 1:1.5 และ 1:2 มีรูปทรงและขนาดเล็กกว่าปกติ รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.3-1** และ**ตารางที่ 4.3-3** ดังนั้นจึงเลือกถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ไปทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงต่อไป



ภาพ (ก) ผลการทดสอบการบีบถ่านจุกสับปะรด

ภาพ (ข) ผลการทดสอบการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร



ภาพ (ค) ผลการทดสอบการตกกระแทกที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ภาพที่ 4.3-1 ผลการทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านจุกสับปะรด

ตารางที่ 4.3-3 ผลการทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านจุกสับปะรด

ผงถ่านจุกสับปะรด: กาวแป้งเปียก	การใช้มือบีบ	การตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร	การตกกระแทกที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร
1.0:0.5	✗	✗	✗
1.0:0.75	✗	✗	✗
1.0:1.0	✓	✓	✓

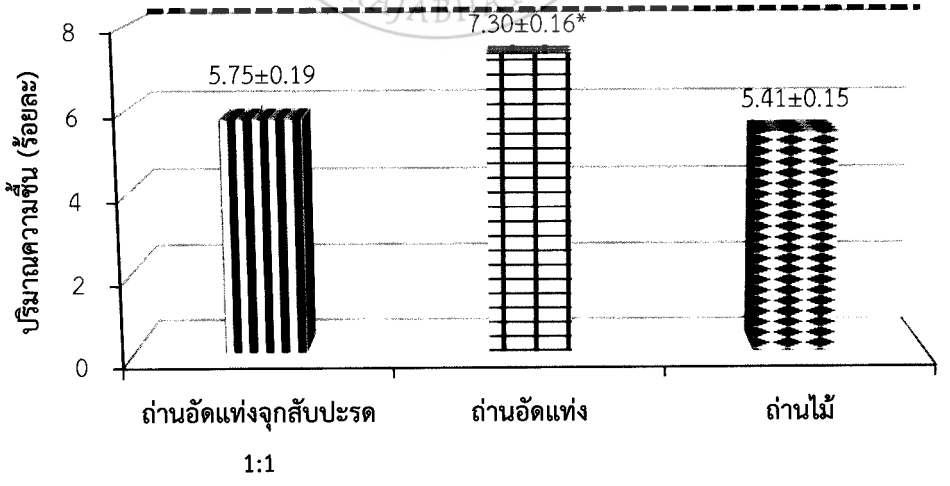
หมายเหตุ: ✓ผ่านการทดสอบ และ ✗ ไม่ผ่านการทดสอบ

4.4 สมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

จากการนำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 มาทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง วิธีการตามตามมาตรฐาน ASTM D 3173, D 3175, D 3174, D 3172 และ D 5665 ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว และค่าความร้อน ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.4.1 ปริมาณความชื้น

ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.75±0.19, 7.30±0.16 และ 5.41±0.15 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t-test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาคผนวก จ** และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ที่กำหนดให้ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 พบว่าถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ซึ่งปริมาณความชื้นในถ่านอัดแท่งเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เพราะมีผลต่อค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง หากถ่านอัดแท่งมีปริมาณความชื้นที่สูงค่าความร้อนของถ่านจะลดลง (ศิริชัย ต่อสกุล และคณะ, 2555) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-1**

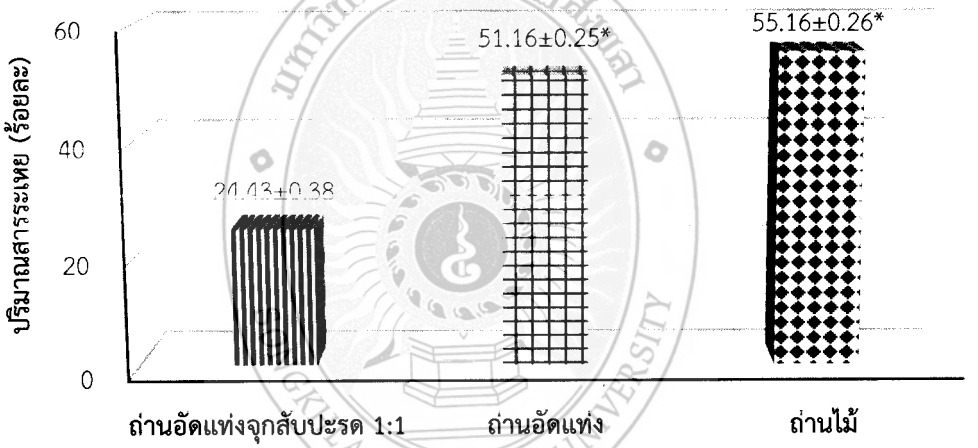


หมายเหตุ: * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) กับถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1

หมายถึง ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ที่กำหนดให้ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8

4.4.2 ปริมาณสารระเหย

ผลการศึกษาปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 24.43±0.38, 51.16±0.25 และ 55.26±0.26 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t-test พบว่าถ่านทุกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รายละเอียดดังแสดงใน**ภาคผนวก จ** ซึ่งปริมาณสารระเหยสูงจะมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน และการลุกติดไฟของถ่าน ถ้าถ่านมีปริมาณสารระเหยสูงจะลุกติดไฟได้เร็ว แต่จะติดไฟได้ไม่นาน ถ่านจะมอดเร็ว ทำให้สิ้นเปลืองถ่าน (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2552) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-2**

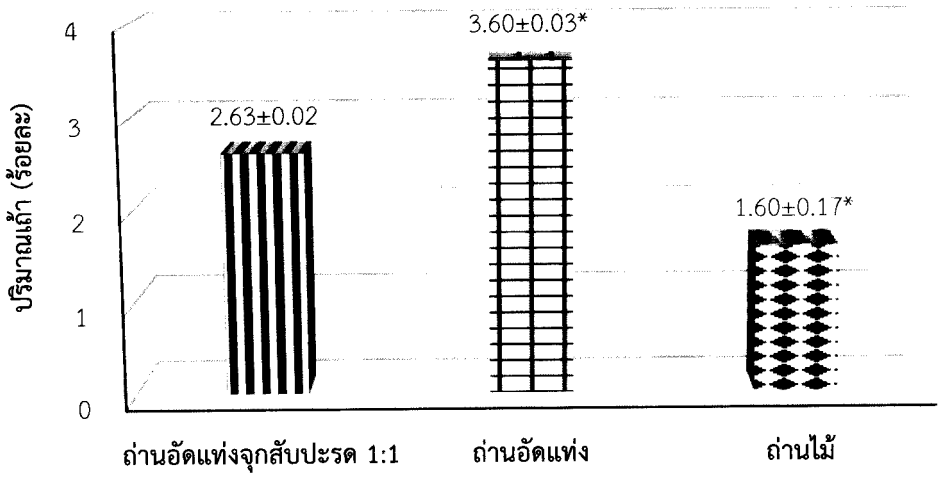


หมายเหตุ: * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) กับถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1

ภาพที่ 4.4-2 ปริมาณสารระเหยของถ่าน

4.4.3 ปริมาณเถ้า

ผลการศึกษาปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.63±0.02, 3.60±0.03 และ 1.60±0.17 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t-test พบว่าถ่านทุกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รายละเอียดดังแสดงใน**ภาคผนวก จ** ซึ่งถ่านที่มีปริมาณเถ้ามากจะมีค่าความร้อนต่ำ ทำให้ความสามารถในการเป็นเชื้อเพลิงต่ำ และต้องมีการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้น (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) ปริมาณเถ้าน้อยจะบอกถึงการเผาไหม้ที่ดี ทำให้ค่าความร้อนสูงขึ้น (ศุภลักษณ์ อำลอย และคณะ, 2557) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-3**

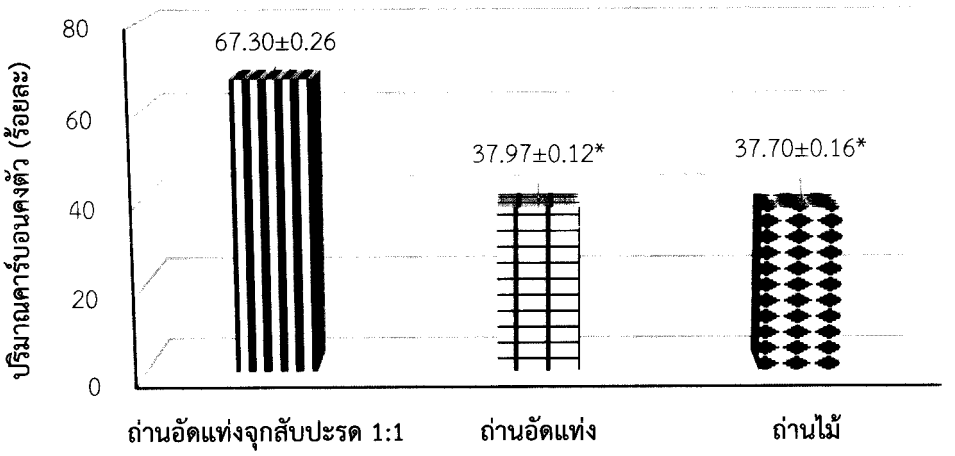


หมายเหตุ: * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) กับถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1

ภาพที่ 4.4-3 ปริมาณเถ้าของถ่าน

4.4.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว

ผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 67.30±0.26 37.97±0.12 และ 37.70±0.16 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t test พบว่าถ่านทุกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รายละเอียดดังแสดงใน **ภาคผนวก จ** ซึ่งถ่านที่ดีควรมีคาร์บอนคงตัวสูง เนื่องจากจะติดไฟได้นานกว่าถ่านที่มีคาร์บอนคงตัวต่ำ จึงสิ้นเปลืองถ่านน้อยกว่า (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) ปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจะสอดคล้องกับค่าความร้อนสูง (เอกลักษณ์ กิติภัทร์ และคณะ, 2556) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-4**

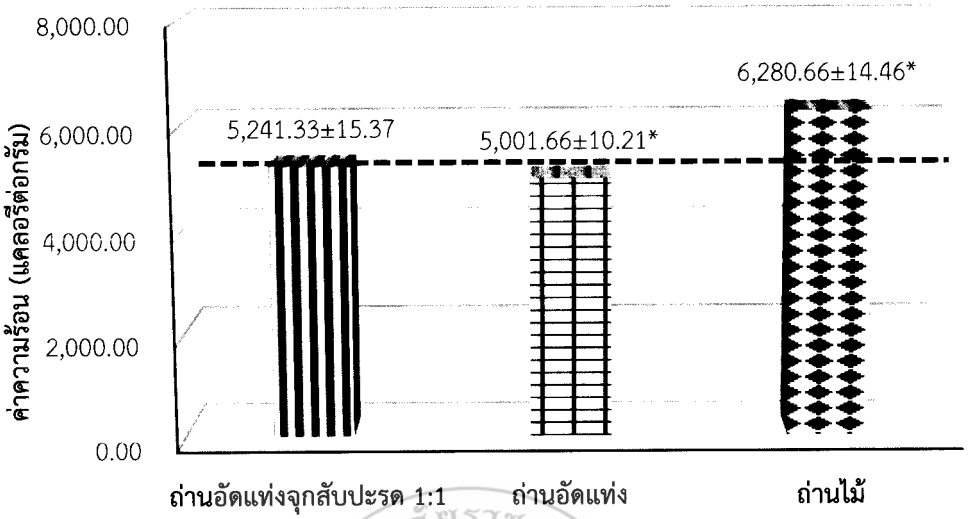


หมายเหตุ: * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P<0.05) กับถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1

ภาพที่ 4.4-4 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่าน

4.4.5 ค่าความร้อน

ผลการศึกษาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 5,241.33±15.37 5,001.66±10.21 และ 6,280.66±14.46 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t-test พบว่าถ่านทุกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รายละเอียดดังแสดงใน **ภาคผนวก จ** และเมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ที่กำหนดให้ค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม พบว่าถ่านทุกประเภทผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่ามีคุณภาพที่ดี (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-5**



หมายเหตุ: * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) กับถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1

หมายถึง ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ที่กำหนดให้ค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม

ภาพที่ 4.4-5 ค่าความร้อนของถ่าน

จากการทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) พบว่าถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 มีปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และค่าความร้อนมีค่าน้อยกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) แต่มากกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ส่วนปริมาณสารระเหย และปริมาณคาร์บอนคงตัว ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 มีค่ามากกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) แต่น้อยกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 พบว่าถ่านทุกประเภทผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งปริมาณความชื้นและค่าความร้อน แต่เมื่อสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่ทั่วโลกยอมรับ พบว่าเกือบทุกค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นปริมารเถ้า รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 4.4-1** ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าถ่านอัดแท่งจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปผลิตเชิงพาณิชย์เพื่อใช้เป็นถ่านอัดแท่ง

ตารางที่ 4.4-1 การเปรียบเทียบสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่ง

วัสดุ	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณสารระเหย (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	ปริมาณคาร์บอนคงตัว (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (แคลอรีต่อกรัม)	อ้างอิง
ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	5.75	24.43	2.63	67.30	5,241.33	งานวิจัยนี้
ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)	7.30	51.16	3.60	37.97	5,001.66	งานวิจัยนี้
ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	5.40	55.26	1.60	37.70	6,280.67	งานวิจัยนี้
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547	ไม่เกิน 8	-	-	-	ไม่น้อยกว่า 5,000	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547
ค่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่ทั่วโลกยอมรับ	ไม่เกิน 3	ไม่เกิน 24	ไม่เกิน 3	ไม่ต่ำกว่า 70	-	บริษัท รวยธนวัฒน์ จำกัด (2547)

4.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด กับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) โดยการนำมาจุดไฟและตรวจสอบด้วยสายตา พบว่าถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) ไม่มีการแตกประทุ ติดไฟดี ไม่มีควัน ไม่มีเขม่า และไม่มีกลิ่น แต่ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) เกิดการแตกประทุ ติดไฟดี มีควัน มีเขม่า และมีกลิ่น ดังนั้นถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) มีประสิทธิภาพการใช้งานโดยการทดสอบดีกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.5-1** และ**ตารางที่ 4.5-1**

ภาพที่ 4.5-1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ตารางที่ 4.5-1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

การทดสอบ	**ถ่านอัดแท่งจากจุก สับปะรด 1:1**	**ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)**	**ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)**
การแตกประทุ	ไม่เกิด	ไม่เกิด	เกิด
การติดไฟ	ดี	ดี	ดี
ควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	มีควัน
เขม่า	ไม่มีเขม่า	ไม่มีเขม่า	มีเขม่า
กลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	มีกลิ่น

ตารางที่ 4.5-2 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่ง

ค่าที่ใช้ในการคำนวณ	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)	1,500	1,500	1,500
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)	791.31	822.23	800.77
น้ำหนักที่เหลืออยู่ (กรัม)	708.69	677.77	699.23
น้ำหนักเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)	500	500	500
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด (นาที)	16.60	15.20	14.80
ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาที)	48	57	50
อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)	31	30	31
อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)	92	87	97
ค่าความร้อนจากการสันดาป (แคลอรีต่อกรัม)	4,280	4,280	4,280
งานที่ทำได้	1.58	1.64	1.60
อัตราการเผาไหม้ (กรัมต่อนาที)	10.41	8.77	10.00
ค่าประสิทธิภาพการใช้งาน (ร้อยละ)	19.75	21.12	16.89

เมื่อนำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) มาทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน โดยนำถ่านอัดแท่ง 500 กรัม ไปต้มน้ำ 1,500 กรัม ในหม้ออะลูมิเนียมเบอร์ 20 พบว่าถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดมีประสิทธิภาพการใช้งานร้อยละ 19.75 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ร้อยละ16.89 แต่ต่ำกว่าถ่านอัดแท่งไม้ (ซื้อจากตลาด) ร้อยละ 21.12

ดังนั้นจุกสับปะรดสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ โดยอัตราส่วน 1:1 เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุดเนื่องจากลักษณะทั่วไป มีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่แตกหักของก้อนถ่าน ปริมาณความชื้น และค่าความร้อน ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ทั้งยังมีประสิทธิภาพการใช้งานดีกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) เนื่องจากไม่มีการแตกประทุ ไม่มีควัน ไม่มีเขม่า ไม่มีกลิ่น เพราะฉะนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 มาเป็นเชื้อเพลิงแทนถ่านไม้

4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด จะพิจารณาต้นทุนค่าดำเนินการ และค่าวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งจะคำนวณที่อัตราส่วนผงถ่านจุกสับปะรดต่อกาวแป้งเปียกอัตราส่วน 1:1 (ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด) จำนวนก้อนถ่าน 10 ก้อน น้ำหนักถ่านอัดแท่ง 0.89 กิโลกรัม มีค่ากะลามะพร้าว (ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเผาถ่าน) 6 บาท ค่าแป้งมันสำปะหลัง 4 บาท ค่าเผาถ่านและขึ้นรูปถ่าน 50 บาท รวมมีต้นทุนการผลิตเบื้องต้น 60 บาท ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.6-1** ดังนั้นเมื่อต้องการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดปริมาณ 1 กิโลกรัม จะมีต้นทุนการผลิตเบื้องต้นสุทธิ 67 บาทต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4.6-1 ต้นทุนเบื้องต้นการผลิตถ่านจุกสับปะรดต่อ 0.89 กิโลกรัม

รายการ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ปริมาณที่ใช้ในการผลิต (กิโลกรัม)	ต้นทุนเบื้องต้น (บาท)
(1) ค่าดำเนินการ			
- ค่าเผาถ่านและขึ้นรูปถ่าน	50		50
(2) ค่าวัตถุดิบ			
- จุกสับปะรด	-	-	-
- กะลามะพร้าว (ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเผาถ่าน)	2	3	6
- แป้งมันสำปะหลัง	20	0.2	4
ราคาต้นทุนรวม	**(1) + (2) = 50 + 10 = 60 บาท**		

หมายเหตุ: จุกสับปะรดได้รับความอนุเคราะห์จากร้านขายผลไม้

ตารางที่ 4.6-2 ราคาถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ต่อ 1 กิโลกรัม

ชนิดของถ่าน	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)
ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด	67
ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)	75
ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	45

จากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด พบว่า ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดต่อ 1 กิโลกรัม มีราคาต้นทุนอยู่ที่ 67 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) มีราคาอยู่ที่ 75 และ 45 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดมีราคาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) 8 บาท แต่มีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) 22 บาท ถ้าหากต้องซื้อจุกสับปะรดจะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น แต่หากมีการผลิตเป็นจำนวนมากอาจจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดต่ำลง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง โดยนำไปผ่านกระบวนการเผา นำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งผสมกับตัวประสาน (กาวแป้งเปียก) ทั้งหมด 5 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 ซึ่งขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดเย็น ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดสามารถขึ้นรูปได้ทุกอัตราส่วน เมื่อนำมาทดสอบลักษณะทั่วไป (รูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน สีดำสม่ำเสมอ) การบีบและการตกกระแทก พบว่า ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 มีลักษณะทั่วไปดีที่สุด และไม่มีการแตกหักจากการทดสอบการบีบและการตกกระแทก จึงนำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 มาทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว และค่าความร้อน พบว่าถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 มีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 5.75 ปริมาณสารระเหยร้อยละ 33.34 ปริมาณเถ้าร้อยละ 2.63 ปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 67.3 และค่าความร้อน 5,241.33 แคลอรีต่อกรัม และผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดในอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) พบว่าถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 มีประสิทธิภาพการใช้งานร้อยละ 19.75 มีการติดไฟที่ดี ไม่เกิดการแตกประทุ ไม่มีควัน ไม่มีเขม่า และไม่มีกลิ่น ซึ่งประสิทธิภาพการใช้งานโดยรวมดีกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) และเมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตเบื้องต้นในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด พบว่ามีต้นทุนต่ำกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) 8 บาทต่อกิโลกรัม แต่มีต้นทุนสูงกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) 22 บาทต่อกิโลกรัม

ดังนั้นสรุปได้ว่า จุกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้เป็นการเพิ่มมูลค่า และลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้ง ลดการตัดไม้ทำลายป่า นอกจากนี้ยังลดค่าใช้จ่ายจากการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือนได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรนำวัสดุในการทำถ่านอัดแท่งมาตากแดดให้แห้งสนิทก่อนนำไปทำการเผา เพราะวัสดุมีความชื้นสูงทำให้ใช้เวลาในการเผาเพิ่มขึ้น

2) ถ่านอัดแท่งที่ได้ ต้องตากแดดให้แห้งสนิท เพราะถ้าแท่งถ่านไม่แห้งสนิทจะทำให้ค่าความชื้นสูง ซึ่งจะส่งผลทำให้การติดไฟของเชื้อเพลิงไม่ดี

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2561). **สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย** www.dede.go.th/ewt_news.php, 30 พฤษภาคม 2562.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2549). "การสำรวจและคาดการณ์ ผลผลิตสับปะรด โดยใช้เทคโนโลยี**การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์** เอกสารวิชาการเลขที่ 13/09/49 สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. (2538) **เทคนิคการให้อาหารโคนม**. 20,000. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กานต์ วิรุณพันธ์, ธนารักษ์ สายเปลี่ยน และภาคภูมิ ใจชมพู. (2560). **การผลิตเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ในการผลิตข้าวหลาม** สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม มิถุนายน 2560.

คมกริช ภูเมืองปาน, ทพกฤต ปัญญาวงค์ และนิกร สลิออน. (2554). **การศึกษาคุณสมบัติของถ่านจากกากกาแฟ**. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกวิศวกรรมอุตสาหกรรม. มหาวิทาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

จักราวุธ ศุขวัฒน์. (2552). **สับปะรดห้วยมุ่น** ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลห้วยมุ่น นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรประจำตำบลห้วยมุ่น สำนักงานเกษตรอำเภอน้ำปาด 4 ธันวาคม 2552.

จิราพรรณ คล้ายกิจจา. (2548). **สับปะรด**. ห้องสมุดศูนย์ความรู้ด้านการเกษตร พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เกษตรสยามบุ๊คส์.

ธนาพล ตันติสัตยกุล, กะชามาศ สายดา, สุจิตรา ภูส่งสี และศิวพร เงินเรืองโรจน์. (2558). **การศึกษาความเหมาะสมการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด** (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

ธารินี มหายศนันท์. (2548). **การศึกษาการอัดแท่งถ่านเหง้ามันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอัดถ่านแบบแม่แรงโฮโดรลิก**. ปริญญานิพพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ธารินี มหายศนันท์. (2548). **การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งสำหรับการผลิต ในระดับครัวเรือน**.ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นริศ ชุดสว่าง. (2556). **การศึกษาคุณภาพถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน** ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี. วารสารวิจัยรำไพพรรณี, ฉบับที่ 2. 107-115.

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล. (2557). **การผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรและครัวเรือน.** วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 6 (ฉบับที่ 11) มกราคม - มิถุนายน 2557, จาก https://www.tci-thaijo.org.

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล. (2557). **การผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรและครัวเรือน.** บทความวิจัย. สาขาเทคโนโลยีชนบท. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

นิพนธ์ ตันไพบูลย์กุล และธรพร บุศย์น้ำเพชร. (2559). **ลักษณะการขึ้นรูปและตัวประสานที่แตกต่างกันต่อสมบัติของเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผักตบชวา.** บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 3 ฉบับที่ 6 เดือนพฤศจิกายน–ธันวาคม 2559.

มณีรัตน์ ปัญญพงษ์. (2555). **ถ่านอัดแท่งจากกากมะพร้าว+กะลามะพร้าวฝีมือนักวิจัยราชมงคลธัญบุรี** https://www.rmutt.ac.th/content/27156, 9 สิงหาคม 2560.

รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล. (2553). **"การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลัง"** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ศิริชัย ต่อสกุล, กุณฑล ทองศรี และจงกล สุภารัตน. (2555). **การพัฒนาถ่านอัดแท่งจากกากมะพร้าวเป็นพลังงานทดแทน** การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม. ประจำปี พ.ศ. 2555 17-19 ตุลาคม 2555 ชะอำ เพชรบุรี ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ศุภลักษณ์ อำลอย, ทิพย์วรรณ ช่วยทอง และธเนศ ไชยชนะ. (2557). "สมบัติของถ่านเปลือกหมาก." **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**. 17 (3), 72.

ศูนย์สารสนเทศ สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้. (2560) **โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2559 – 2560** http://forest.go.th/Content.aspx, 30 พฤษภาคม 2562.

สมบัติ ตงเต๊า, ทวีศักดิ์ แสงอุดม และยุพิน กสินเกษมพงษ์. (2537). **สรุปผลงานกรมวิชาการเกษตรปี 2534-2535** เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการสับปะรด ครั้งที่ 1 โรงแรมไพน์พีช ระยอง.

สังเวย เสวกวิหาร. (2555**). ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด** (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. (2542) **"พลังงานและทางเลือกการใช้เชื้อเพลิงประเทศไทย"** www.eppo.go.th, 25 มิถุนา 2561.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง มผช 238-2547**. กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2546). สับปะรด สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ . www.acfs.go.th, 5 ตุลาคม 2561.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560) **สับปะรด เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต** http://www.oae.go.th, 20 กันยายน 2561.

สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์. (2560) **การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด** (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

หทัยนุช จันทร์ชัยภูม. (2561). **ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขาม.** สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ.

อรุณรัตน์ วุฒิมงคลชัย. (2529). **ตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพของถ่านหินอัดก้อน** วิทยานิพนธ์ปริญญา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกลักษณ์ กิติภัทร์ถาวร, ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ และวลัยรัตน์ อุตตมะปรากรม. (2556) “เชื้อเพลิงอัดแท่งจากการผลิตร่วมของตะกอนเปียกอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล ” **วารสารวิจัยพลังงาน**. 10 (กันยายน-ธันวาคม): 51

ภาคผนวก ก

แบบเสนอโครงร่างวิจัย

แบบเสนอโครงร่างวิจัย

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

1. **ชื่อโครงการ**

   การศึกษาความเป็นไปได้ในการทำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

2. **สาขาวิชา** **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม(การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)**

3. **ชื่อผู้วิจัย** นายรุ่งนิรันดร์ จิตดี รหัส 584231022
   นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
   คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

   นางสาวนงลักษณ์ อักษรพันธ์ รหัส 584231014
   นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
   คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. **คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง**

   อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นัดดา โปดำ
   วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. **ความสำคัญและที่มาของการวิจัย**

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการของประชาชน และเป็นการผลิต ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงต้องมีการจัดหาพลังงาน ให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และสามารถตอบสนองความต้องการใช้ ในกิจกรรมการผลิตต่าง ๆ ได้อย่างเพียงพอ พลังงานที่เราใช้อยู่ในปัจจุบัน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พลังงานสิ้นเปลือง และพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสิ้นเปลือง คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ซึ่งรวมถึงถ่านหิน หินน้ำมัน ทรายน้ำมัน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติ ส่วนพลังงาน

หมุนเวียน หมายความรวมถึง พลังงานที่ได้จากไม้ ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม และคลื่น ปัจจุบันการใช้พลังงานของโลก ประกอบด้วย เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและถ่านหินมีปริมาณรวมกันถึงร้อยละ 95 และอีกร้อยละ 2 มาจากพลังงานนิวเคลียร์ ส่วนที่เหลือร้อยละ 3 นำมาจากพลังงานประเภทอื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานจากคลื่นในมหาสมุทร และพลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น โดยปริมาณการใช้พลังงานของโลกในปี 2540 มีปริมาณเมื่อเทียบเท่า น้ำมันดิบรวมทั้งสิ้น 9,371 พันล้านลิตร (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2542) พลังงานชีวมวล พลังงานที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตที่เราสามารถนำมาใช้ทำงานได้ เช่น ต้นไม้ กิ่งไม้ หรือเศษวัสดุจากการเกษตรหรืออุตสาหกรรม เช่น แกลบ ฟาง ชานอ้อย ขี้เลื่อย เศษไม้ เปลือกไม้ มูลสัตว์ รวมทั้งของเหลือหรือขยะจากครัวเรือน ปัจจุบันยังมีการนำมาใช้ประโยชน์ในสัดส่วนที่ไม่น้อย โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย เช่น ตามชนบทก็ยังมีการใช้ไม้ฟืนหรือถ่านในการหุงหาอาหาร ชีวมวล ก็คือสารอินทรีย์ทั่ว ๆ ไปตามธรรมชาติ สารอินทรีย์เหล่านี้จะเก็บสะสมพลังงานเอาไว้ในตัวของมันเอง รอเวลาให้เรานำเอาไปใช้ผลิตพลังงาน หากต้องนำมันมาใช้งานก่อนที่มันจะเปลี่ยนสภาพเป็นเป็นถ่านหินหรือน้ำมันดิบ ซึ่งถ้าเปลี่ยนสภาพไปแล้วจะไม่นับว่าเป็นชีวมวล เพราะจะไม่นับน้ำมันหรือถ่านหินว่าเป็นสิ่งมีชีวิต (สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

จุกสับปะรด คือส่วนบนสุดของผลสับปะรด ใช้ขยายพันธุ์ได้แต่ให้ผลผลิตช้ากว่าการใช้หน่อปลูกจึงไม่นิยมใช้กัน เกษตรกรจะตัดทิ้งหลังจากการเก็บผลสด จุกสับปะรดจึงเป็นสิ่งเหลือทิ้งหรือผลพลอยได้ทางการเกษตร มีเกือบตลอดปีและจะมีมากในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมิถุนายน (กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2538)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจเลือกจุกสับปะรดที่เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำถ่านอัดแท่งเพราะมีจำนวนที่มากและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับจุกสับปะรด

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

2) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการทำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

6. สมมติฐาน

ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดสามารถนำมาทำถ่านอัดแท่งได้

7. ตัวแปร

ตัวแปรต้น อัตราส่วนระหว่างผงถ่านจุกสับปะรดต่อกาวแป้งเปียก

ตัวแปรตาม ค่าความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว

ตัวแปรควบคุม ขนาดของถ่านอัดแท่ง น้ำหนักผงถ่านจากจุกสับปะรด วิธีการอัดเย็น

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถนำส่วนที่เหลือทิ้งมาทำให้เกิดประโยชน์

2) สามารถทดแทนไม้ฟืนได้ ลดการตัดไม้ทำลายป่า

3) นำขยะเหลือทิ้งมาสร้างมูลค่าเพิ่ม

4) สามารถใช้ทดแทนถ่านอัดแท่งในท้องตลาดได้

9. ขอบเขตการวิจัย

การผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดเป็นงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ

1.วัสดุ

ได้รับความอนุเคราะห์จากร้านขายผลไม้หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

2.การอัดแท่งถ่าน

3.สถานที่ทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดตามค่ามาตรฐาน ASTM (ปริมาณความชื้น,ปริมาณสารระเหย,ปริมาณเถ้า,ปริมาณคาร์บอนคงตัว)

ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

10. นิยามศัพท์เฉพาะ

ถ่านอัดแท่ง (charcoal) ถ่านที่ผ่านกระบวนการอัดแท่ง โดยผสมส่วนผสมต่างๆ ให้ถ่านจับตัวเป็นก้อนและอัดแท่งขึ้นมา

ตัวประสาน (synchronizer) แป้งมันสำปะหลัง ซึ่งต้องมีลักษณะเป็นผงขาวเมื่อจับผิวสัมผัสของแป้งจะเนียน ลื่นมือเมื่อทำให้สุกจะเหลวเหนียว หนืด เมื่อพักให้เย็นจะมีมีลักษณะเหนียวเหนอะ

คงตัว ซึ่งเป็นลักษณะของส่วนผสานที่เหมาะสม(ถ่านอัดแท่งจากกากมะพร้าว+กะลามะพร้าวฝีมือนักวิจัย มทร.ธัญบุรี)

จุกสับปะรด (pineapple slices) ส่วนที่ติดอยู่บนผลสับปะรด โดยปกติสับปะรด 1 ผล จะมีจุก 1 จุก (บทเรียนเกี่ยวกับเกษตรกรรมบ้านนาแล)

วิธีการอัดเย็น (cold compression method) การผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด การนำส่วนที่ติดอยู่บนผลสับปะรดมาเข้ากระบวนการอัดแท่ง โดยผสมส่วนผสมต่างๆให้เข้ากันและจับตัวเป็นก้อนและอัดเป็นแท่ง

11. ตรวจเอกสาร

ธนาพล ตันติสัตยกุล, กะชามาศ สายดา, สุจิตรา ภูส่งสีและศิวพร เงินเรืองโรจน์ (2558) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเหมาะสมในการจัดการเปลือกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยวิธีอัดเย็นโดยใช้น้ำแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนในชุมชน การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) การศึกษาความเหมาะสมทางเทคนิคซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM และการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมในรูปของการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และ (2) การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งเพื่อประเมินความเป็นได้ในการบริหารจัดการโดยชุมชนในทางปฏิบัติ ผลการศึกษาพบว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนอยู่ในช่วง 3,235-3,389 แคลอรีต่อกรัม และมีค่าความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้าและคาร์บอนคงตัวอยู่ในช่วงร้อยละ 12.7-20.5, 56.0-68.9, 3.1-3.6 และ 9.9-20.7 ตามลำดับ การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งแทนฟืนไม้สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 13.13 kgCO2eq/kg เปลือกสับปะรดแห้งที่ใช้ ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 9.4 มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 12,551 บาท และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 6 ปี 6 เดือน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการลงทุน โดยปัจจัยที่เป็นความเสี่ยงในการบริหารจัดการและมีผลต่อผลตอบแทนของโครงการมากที่สุดคือจำนวนเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ต่อวัน รองลงมาคือค่าแรงคนงาน จำนวนวันที่ผลิต และราคาเครื่องจักร ตามลำดับ

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล (2557) ในปัจจุบันประเทศไทยมีวัตถุดิบหลายชนิดที่สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานชีวมวลโดยทั่วไปสามารถหาได้จากพืชและสัตว์ ตัวอย่างเช่น ไม้ ฟืน แกลบ ต้นอ้อย ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด และมูลสัตว์ต่างๆ รวมไปถึงของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตรและขยะ เช่น ขยะในชุมชน ขี้เลื่อย เป็นต้นการนำขยะเหล่านี้มาทำการแปรรูปเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนทั้งในครัวเรือนและอุตสาหกรรม โดยกระบวนการแปรรูปชีวมวลหรือของเหลือใช้ ต้องผ่านกระบวน

ทางกายภาพ ได้แก่ การสับย่อย อัด และทำให้แห้ง ส่วนกระบวนการทางความร้อนและเคมี เช่น การเพิ่มคาร์บอน (carbonization) การทำให้เป็นของเหลว (liquefaction) การแปรสภาพเป็นแก๊ส (gasifcation) และการแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis) และกระบวนการทางชีวภาพ ได้แก่ การหมัก แต่กรรมวิธีในการจะนำของเหลือใช้ทางการเกษตร และทางครัวเรือน มาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิง จะต้องมีการประเมินคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงอันได้แก่ค่าความร้อน ปริมาณสารระเหย เถ้า ความชื้น คาร์บอนคงตัว และต้องมีการประเมินการคัดเลือกรูปแบบขั้นตอนและเครื่องมือที่ต้องใช้ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิง และการนำไปใช้ประโยชน์ โดยพบว่าในประเทศไทยมีปริมาณของที่เหลือใช้จากภาคครัวเรือน และภาคเกษตรกรรมในปริมาณที่แตกต่างกันตามลักษณะชนิดของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ดังนั้นขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิงในแต่ละพื้นที่จึงแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นกับความหนาแน่นและความชื้นของการจับตัวกันของเนื้อวัสดุเหลือใช้ นอกจากนี้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตแท่งเชื้อเพลิงที่นำของเหลือใช้จากภาคอุตสาหกรรมเกษตรและครัวเรือนเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากของเหลือจากอุตสาหกรรมเกษตรและครัวเรือนก่อให้เกิดผลดีในด้านการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นทางเลือกของพลังงานทดแทนที่ดีทางหนึ่งของประเทศไทยได้อีกด้วย

สังเวย เสวกวิหาร (2555) การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเปลือกมังคุดที่เป็นของเหลือทิ้งจากภาคครัวเรือน มาผลิตเป็นเชื่อเพลิงอัดแท่ง เชื่อเพลิงนี้ใช้เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งแทนการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติโดยมีกาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ผ่านกระบวนการอัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ พบว่าเปลือกมังคุดสามารถนำมาเผาได้ถ่านเปลือกมังคุด มีสีดำน้ำหนักเบานำมาบดให้ละเอียดจนเป็นผงถ่านผสมผงถ่านเปลือกมังคุดกับกาวแป้งเปียก คลุกเคล้าให้เข้านำมาอัดให้เป็นแท่งเชื้อเพลิง ได้แท่งเชื้อเพลิงคงรูปไม่แตกหัก เมื่อนำไปตากแดดจนแห้ง ผลการทดสอบศักยภาพด้านพลังงาน พบว่ามีค่าความร้อนเท่ากับ 5920 แคลอรีต่อกรัม มีอัตราการเผาไหม้ 11.80 กรัมต่อนาที ปริมาณคาร์บอนเสถียรร้อยละ61.7 ปริมาณเถ้าร้อยละ 7 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด สามารถใช้งานหุงต้มได้ดี ไม่มีการแตกปะทุ ติดไฟได้ดี ให้มีเขม่า ไม่มีควันและไม่มีกลิ่นรบกวนขณะใช้งาน แท่งเชื้อเพลิงนี้ จึงเหมาะสำหรับการผลิตเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในครัวเรือน ชุมชน หรือผลิตเพื่อการค้า และในอุตสาหกรรม ด้วยอรรถประโยชน์เหล่านี้ เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืน และถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ ซึ่งเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

นริศ ชุดสว่าง (2556) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหักทำการผลิตถ่านอัดแท่ง จากเปลือกทุเรียนที่เหลือทิ้งและเพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหักลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ก๊าซหุงต้ม โดยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บ

รวบรวมข้อมูลจาก ประชากรเป้าหมาย คือ กลุ่มสมาชิกวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหัก จำนวน 30 คน ที่ร่วมกนผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนเหลือทิ้งไว้ใช้เองในครัวเรือน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหักพบว่ามีสมาชิก 30 คน ประกอบด้วยชาย 5 คน หญิง 25 คน มีอายุระหว่าง 20 – 70 ปี อาศัยอยู่ด้วยกันเป็นครอบครัวละ 3 – 4 คน ใช้ถ่านและก๊าซหุงต้มในการประกอบอาหาร ก๊าซหุงต้มที่ใช้จะเป็นขนาด 15 กิโลกรัม ใช้ได้นาน 31 – 40 วัน ราคาถังละ 320 บาท ผลการวิเคราะห์ทางด้านสมรรถนะทางความร้อน สรุปได้ว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนที่ทางกลุ่มผลิตได้มีค่าความร้อนที่ 6,134 แคลอรีต่อกรัม สูงกวาเกณฑ์มาตรฐาน มีปริมาณเถ้าร้อยละ 6.2 โดยน้าหนัก ซึ่งในด้านสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ผลการวิเคราะห์ด้านการลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ก๊าซหุงต้มพบวาถ้าสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจ ชุมชนตำบลเกวียนหักใช้ก๊าซหุงต้มเพียงอย่างเดียวในปริมาณถังละ 15 กิโลกรัม จะต้องเสียค่าใช้จ่าย 8.18 บาทต่อวัน เป็นค่าก๊าซหุงต้มที่ต้องใช้ในการประกอบอาหารแต่ละวัน ถ้าในหนึ่งเดือนจะเสียเงิน จำนวน 245.40 บาท แต่ถ้ามีการใช้ถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนควบคู่กนไปกับก๊าซหุงต้มจะเสีย ค่าใช้จ่ายเพียงวันละ 6.80 บาทต่อวัน ในหนึ่งเดือนจะเสียค่าใช้จ่ายเพียง 204 บาทเท่านั้น ผลของ การใช้ถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนที่ทางกลุ่มช่วยกันผลิตขึ้นเองนี้จะทำให้สมาชิกประหยัด ค่าใช้จ่ายลงไปได้ 41.40 บาทต่อเดือนต่อครอบครัว ใน 1 ปี จะลดรายจ่ายจากการใช้ก๊าซหุงต้ม ลงไปได้ 496.80 บาท ถ้ากลุ่มได้ทำการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนใส่ถุงที?มีฉลากสินค้าขาย โดยผลิตถ่านแห้งวันละ 300 กิโลกรัม จำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 10 บาท ทางกลุ่มจะมีระยะเวลาคืนทุน เท่ากบ 307 วัน

ศิริพร สุคนธ์, สุจิตรา ราศีรัตนะ และสมรัก คุ้มเนตร (2555) การวิจัยการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและถ่านแกลบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและถ่านแกลบโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ การนำไปใช้งาน ผลการทดลองพบว่าเชื้อเพลิงแข็งจากถ่านแกลบและกากกาแฟสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็งที่ผ่านค่าความทนทานihvp]t 90 โดยใช้เครื่องอัดแบบไฮดรอลิกที่แรงอัด 20 ตัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตรและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

12. วิธีการดำเนินการวิจัย

12.1 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

ศึกษาข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หนังสือ

อาทิเช่น การเตรียมตัวประสาน วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ASTM คุณสมบัติของจุกสับปะรด ขั้นตอนการทำถ่านอัดแท่ง

12.2 การเตรียมวัตถุดิบ

1) นำจุกสับปะรดมาตากให้แห้งประมาณ 7 วัน หรือจนกว่าได้จุกสับปะรดที่แห้ง

2) นำจุกสับปะรดที่ตากแห้งดีแล้วมาเผาด้วยเตาเผาถ่าน 200 ลิตร เป็นเตาที่มีประสิทธิภาพสูงโดยใช้ความร้อนไล่ความชื้น (ธเนศ ชัยชนะ) เผาจนควันเริ่มมีสีฟ้าจางลงจนเป็นควันใสแสดงว่าถ่านในเตาลุกติดไฟหมด อุณหภูมิเฉลี่ยในเตาประมาณ 450-500 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง เพื่อให้ถ่านดับสนิท (สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี (สถผ.) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน)

3) นำถ่านจุกสับปะรดออกจากเตา ถ่านจะมีลักษณะเป็นสีดำมาบดให้ละเอียดด้วยโกรงบดจนได้เป็นผงถ่านหลังจากนั้นนำไปร่อนด้วยตะแกรงร่อนเส้นผ่าสนศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร และเก็บผงถ่านไว้ในถุงซิบ

12.3 การเตรียมตัววัสดุประสาน

ใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน โดยใช้แป้งมันสำปะหลังผสมกับน้ำร้อนคนให้เข้ากัน โดยใช้แป้งมันสำปะหลัง 1.2 กิโลกรัม ในน้ำร้อน 6 ลิตร (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

12.4 การกำหนดอัตราส่วน

จำนวนครั้ง	ผงถ่านจุกสับปะรด (กิโลกรัม)	กาวแป้งเปียก (ลิตร)
1	1	0.50
2	1	0.75
3	1	1.00
4	1	1.50
5	1	2.00

12.5 การทำถ่านอัดแท่ง

1) นำผงถ่านที่ผสมกับกาวแป้งเปียกในอัตราส่วนต่างๆ มาอัดแท่งให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูกลวง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)

2) นำถ่านที่อัดแท่งแล้วมาตากแห้งประมาณ 7 วัน บนพื้นซีเมนต์ ทำให้แท่งถ่านแห้งเร็วที่สุด (อาทิตย์, 2532)

12.6 การทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

1) ค่าความร้อน โดยใช้วิธีการทดสอบ ASTM D 5865

วิธีการทดลอง

นำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดที่ตากแดดจนแห้งสนิท มาศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม โดยทดสอบการต้มน้ำ ซึ่งใช้หม้อต้มน้ำอะลูมิเนียมเบอร์ 20 พร้อมฝา กับเตาหุงต้มใช้น้ำ 1,500 กรัม (ปริมาณของน้ำ ประมาณ ¾ ของปริมาณความจุของหม้อ) และน้ำหนักเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด 500 กรัม ทำการทดลองในกลางแจ้ง สังเกตการณ์แตกประทุของเชื้อเพลิง ปริมาณควันของเชื้อเพลิง ขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด แล้วบันทึกเวลาที่ใช้ไปพร้อมทั้งเปิดฝาหม้อ

การคำนวณค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิ์ภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด ดังนี้ (ธีระพงษ์ คูหากาญน์,2550)

$$\text{งานที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ}}$$

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาที)}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้งานจากสูตร} = \frac{Hu = C_p[M\,(T_2-T_1)] + [(M-M_1)\,L\,] \times 100}{(Mf\,H_1 + Mk\,H_2)}$$

Hu = ประสิทธิภาพการใช้งาน (ร้อยละ)

M = น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)

H_1 = น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)

M_f = น้ำหนักเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด)

M_k – น้ำหนักเชื้อไฟ (เศษไม้ กิ่งไม้แห้ง)

C_p = ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัม

T_1 = อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)

T_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)

L = ความร้อนแฝงของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรีต่อกรัม

H_1 = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด)

H_2 = ค่าความร้อนของเชื้อไฟซึ่งมีค่า 4280 แคลอรีต่อกรัม

2) การหาปริมาณความชื้น โดยใช้วิธีทดสอบ ASTM D 3173

วิธีการทดลอง

-นำถ้วย (Crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วแล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่โถดูดความชื้น (Desiccators) 15 นาทีจึงนำไปชั่งน้ำหนัก

-ใส่ตัวอย่างประมาณ 1กรัม จากนั้น นำไปชั่ง น้ำ หนัก (W_1)

-นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมงแล้วทำ ให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccators) 20 นาทีจึงนำ ไปชั่งน้ำหนัก(W_2)

สูตรการคำนวณ

$M = (W_1 - W_2) / W * 100$

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_1 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3) การหาปริมาณเถ้า โดยใช้วิธีทดสอบ ASTM D 3174

วิธีการทดลอง

- นำถ้วย (crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (desiccators) 15 นาทีจึงนำ ไปชั่งน้ำ หนัก

- ใส่ตัวอย่างประมาณ 1กรัม จากนั้นนำไปชั่ง น้ำ หนัก (W_3)

-นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมงแล้วทำ ให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccators) 20 นาท จึงนำ ไปชั่งน้ำหนัก (W_4)

สูตรการคำนวณ

$M = (W_4 - W_3) / W * 100$

M = ร้อยละของปริมาณเถ้า

W_3 = น้ำหนักถ้วยและเถ้าของตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W_4 = น้ำหนักถ้วย (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

4) การหาปริมาณสารระเหย โดยใช้วิธีทดสอบ ASTM D 3175

วิธีการทดลอง

-เผา crucible พร้อมฝาที่ อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียสประมาณ 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูความชื้น (desiccators) 15 นาทีจึงนำ ไปชั่งน้ำหนัก (W_5)

- ชั่งตัวอย่างประมาณ 1กรัม ใส่ลงไปใน crucible แล้วปิดฝา

- นำใส่ลงในเตาเผา 7-10 นาทีแล้วปล่อยไว้ในเตา 7 นาที

- นำออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็น ใน โถดูดความชื้น (desiccators)30 นาทีแล้วนำไปชั่งน้ำ หนัก(W_6)

สูตรการคำนวณ

$V = (W_5 - W_6 / W*100 - M$

V = ร้อยละของปริมาณสารระเหย

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_5 = น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝาและตัวอย่างก่อนเผา

W_6 = น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝาและตัวอย่างหลังเผา

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

5) ปริมาณคาร์บอนเสถียร (คาร์บอนคงตัว) โดยวิธีทดสอบ ASTM D 3172

สูตรการคำนวณ

ร้อยละของคาร์บอนคงตัว = 100 – (ร้อยละของปริมาณความชื้น) – (ร้อยละของปริมาณสารระเหย) – (ร้อยละของปริมาณเถ้า)

13. วัตถุดิบ วัสดุ และอุปกรณ์

13.1 วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย

1) จุกสับปะรด

2) แป้งมัน

13.2 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1) เตาเผาจุกสับปะรด

2) โกร่งบด

3) เครื่องอัดแท่ง

4) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

5) ถาดอะลูมิเนียม

6) หม้ออะลูมิเนียมเบอร์20

7) ตะแกรงลวด

8) ตะแกรงตากสับปะรด

9) ถังพลาสติก

10) กะละมังอะลูมิเนียม

11) บีกเกอร์

12) เตาต้มน้ำ

13) เทอร์โมมิเตอร์

14) แท่งแก้ว

15) ถุงมือกันความร้อน

16) ถุงมือยาง

17) เข่งใส่จุกสับปะรด

18).ตะแกรงร่อน ขนาด 1,000 ไมครอน

19).ถังน้ำมัน ขนาด 200 ลิตร

14. วิเคราะห์ผลการทดลอง

15 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2560							2561		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ	มี.ค
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร										
สอบโครงร่างวิจัย										
ทำการทดลองภาคสนาม										
ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ										
สอบรายงานความก้าวหน้าวิจัย										
วิเคราะห์ผลและสรุปผล										
การเขียนเล่มวิจัย										
สอบและแก้ไขเล่มวิจัย										

16. งบประมาณ

รายการ	งบประมาณตลอดโครงการ
ค่าใช้สอย	
ค่าบริการสืบค้นข้อมูล	300
ค่าวัสดุ	
ค่าน้ำมันรถ	1,000
ค่าอุปกรณ์ในการวิจัย	500
ค่าวัสดุสำนักงาน/ค่าถ่ายเอกสาร	300
ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์ (แผ่นซดี)	200
รวม	2,300

17. เอกสารอ้างอิง

ธนาพล ตันติสัตยกุล, กะชามาศ สายดา, สุจิตรา ภูส่งสีและศิวพร เงินเรืองโรจน์. (2558). การศึกษาความเหมาะสมการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล. (2557). การผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรและครัวเรือน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ(สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), ปีที่ 6 (ฉบับที่ 11) มกราคม - มิถุนายน 2557, จากhttps://www.tci-thaijo.org

สังเวย เสวกวิหาร. (2555). ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด (รายงานผการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

นริศ ชุดสว่าง. (2556). การศึกษาคุณภาพถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุรียนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี. วารสารวิจัยรำไพพรรณี, ฉบับที่2, 107-115

ศิริพร สุคนธ์, สุจิตรา ราศีรัตนะ และสมรัก คุ้มเนตร. (2555). การขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและถ่านแกลบ สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ภาคผนวก ข

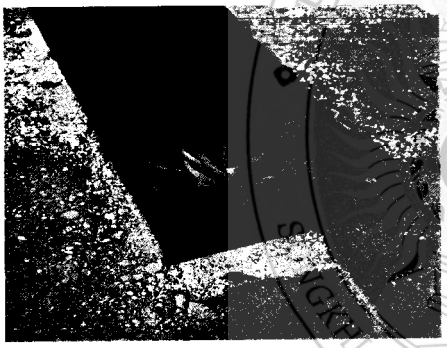
ภาพประกอบการวิจัย

ภาพประกอบการวิจัย

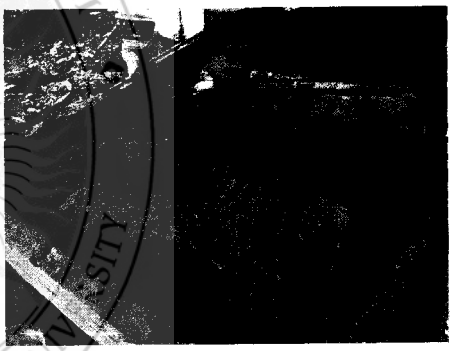
รวบรวมจุกสับปะรด

ตากจุกสับปะรดจนแห้งสนิท

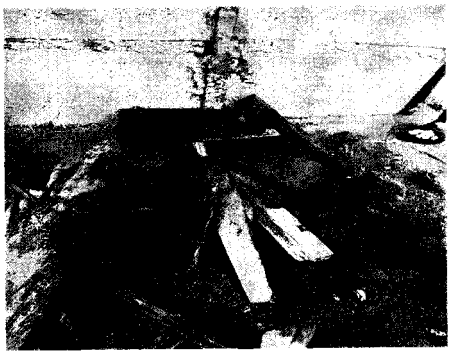
ภาพที่ ผง-1 การเตรียมจุกสับปะรด



เรียงจุกสับปะรดลงในถัง 200 ลิตร



ปิดเตาเผา



จุดเชื้อเพลิงหน้าเตาเผาประมาณ 2 ชั่วโมง

ลดหน้าเตาเหลือ ½ ของหน้าเตา

และเผาต่ออีก 2.30 ชั่วโมง

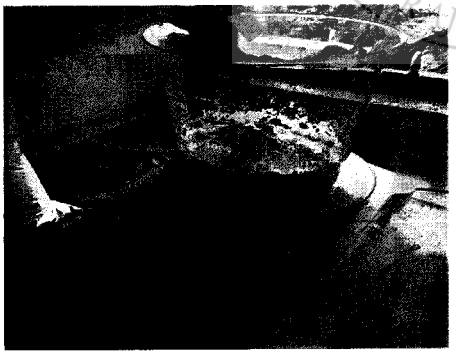
สังเกตจนควันหมด

ทำการปิดหน้าเตาและปล่องควัน

ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน

ถ่านจุกสับปะรด

ภาพที่ ผง-2 การเผาจุกสับปะรด



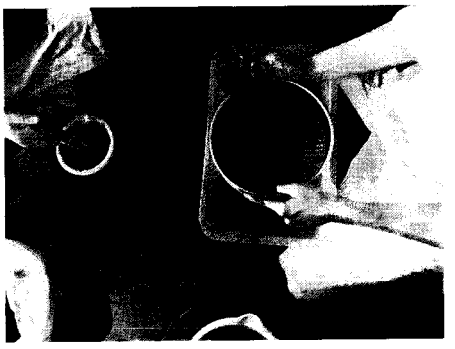
ชั่งแป้งมัน

นำมาให้ความร้อนกวนจนมีลักษณะ

เหนียวข้นเป็นกาวแป้งเปียก

ภาพที่ ผง-3 การเตรียมตัวประสาน (กาวแป้งเปียก)

บดถ่านจุกสับปะรดให้เป็นผงละเอียด



ร่อนด้วยตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร

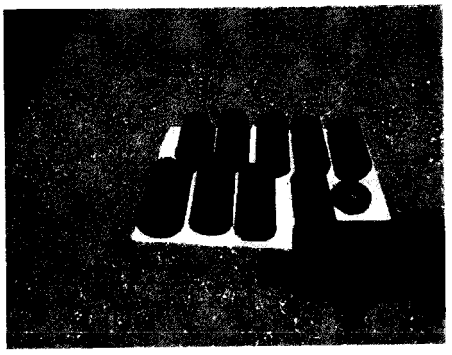
ชั่ง ผงถ่านจุกสับปะรด

ผสมกาวแป้งเปียกให้เข้ากับผงถ่านจุกสับปะรดในอัตราส่วนต่างๆ

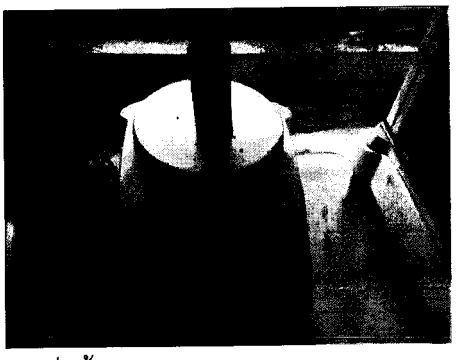
เครื่องอัดถ่านอัดแท่ง (ใช้แรงคน)

ชั่งน้ำหนักถ่านก่อนตากแดด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY



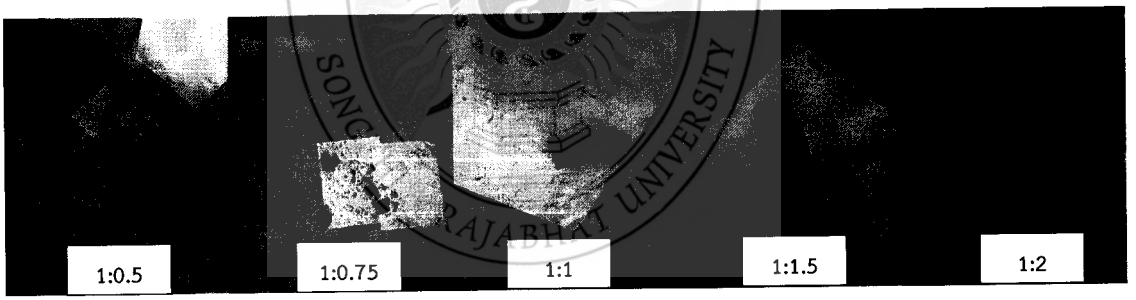
นำถ่านอัดแท่งไปตากแดด



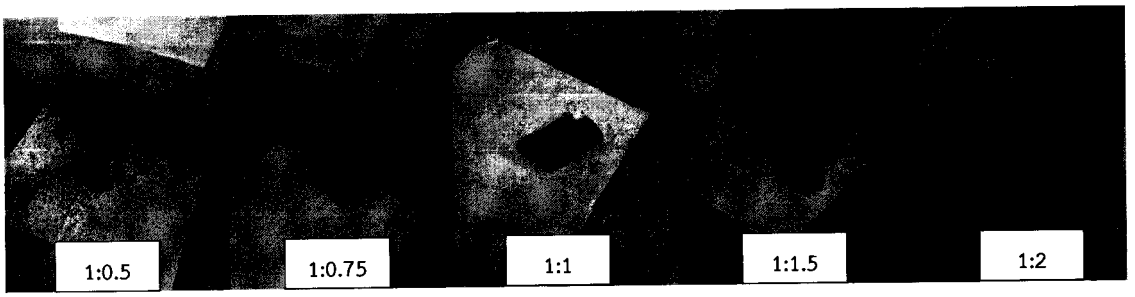
ชั่งน้ำหนักถ่านอัดแท่งหลังตากแดด

ภาพที่ ผง-4 การผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

ทดสอบการบีบ



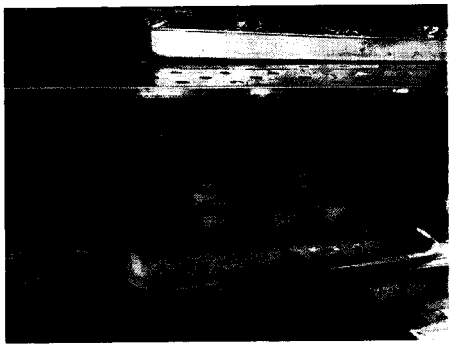
ทดสอบการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร



ทดสอบการตกกระแทกที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ภาพที่ ผง-5 ทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

ทดสอบปริมาณความชื้น (ตามมาตรฐาน ASTM D 3173)



นำถ้วย Crucible ที่สะอาดไป

อบที่อุณหภูมิ 105 องศา เวลา 30 นาที

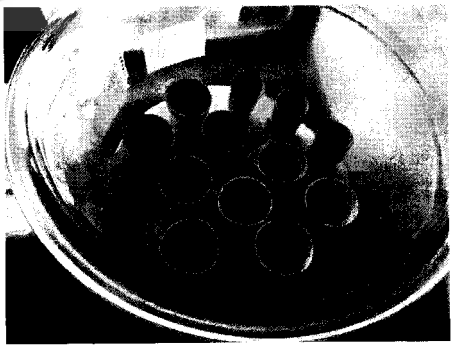
ใส่ในโถดูดความชื้น เวลา 1 ชั่วโมง

ชั่งน้ำหนักถ้วย

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W_1)

นำถ้วย Crucible ใส่ตัวอย่าง

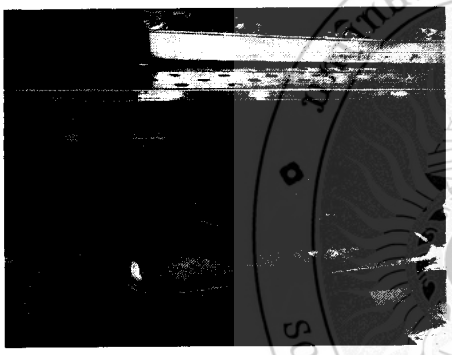
อบที่อุณหภูมิ 105 องศา เป็นเวลา 1 คืน



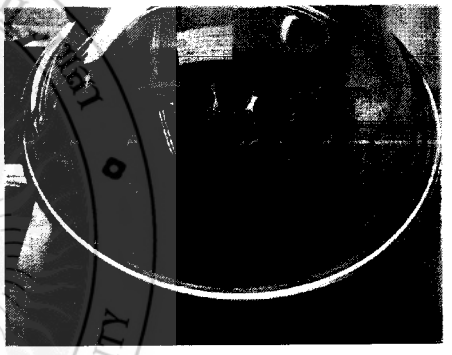
ใส่ในโถดูดความชื้นเวลา 3 ชั่วโมง

ชั่งน้ำหนัก (W_2)

ทดสอบปริมาณเถ้า (ตามมาตรฐาน ASTM D 3174)



นำถ้วย Crucible ที่สะอาดไป



ใส่ในโถดูดความชื้น เวลา 1 ชั่วโมง

อบที่อุณหภูมิ 105 องศา เวลา 30 นาที

ชั่งน้ำหนักถ้วย (W_3)

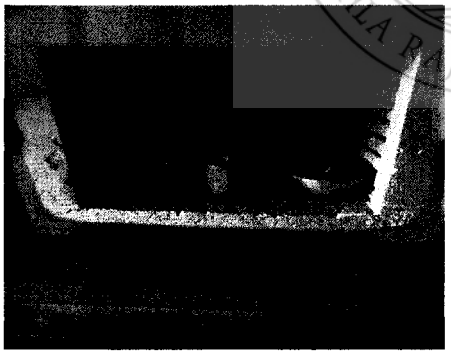
ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม

เผาที่อุณหภูมิ 750 องศา เวลา 4 ชั่วโมง

ใส่ในโถดูดความชื้นเวลา 1 ชั่วโมง

ชั่งน้ำหนัก (W_4)

ทดสอบปริมาณสารระเหย (ตามาตรฐาน ASTM D 3175)



เผา Crucible พร้อมฝา

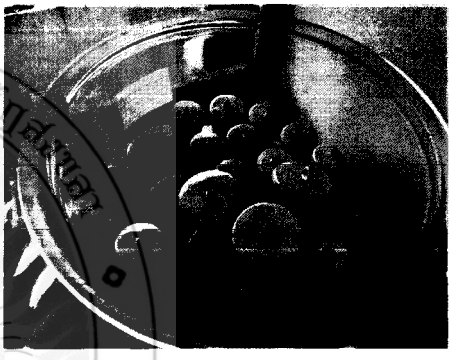
ที่อุณหภูมิ 950 องศา เวลา 30 นาที

ใส่ในโถดูดความชื้นเวลา 1 ชั่วโมง

ชั่งน้ำหนักถ้วย

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W_5)

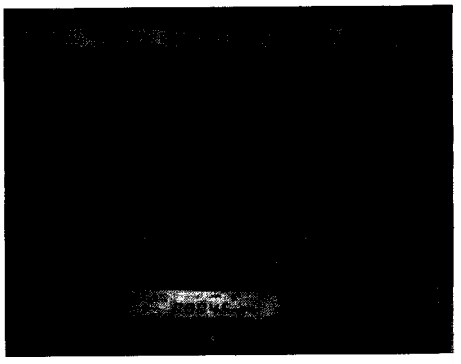
เผาที่อุณหภูมิ 950 องศา เวลา 7 นาที



ใส่ในโถดูดความชื้นเวลา 2 ชั่วโมง

ชั่งน้ำหนัก (W_6)

ทดสอบค่าความร้อน (ตามมาตรฐาน ASTM D 5865)

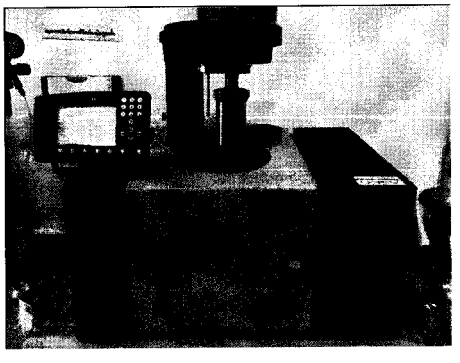


ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง

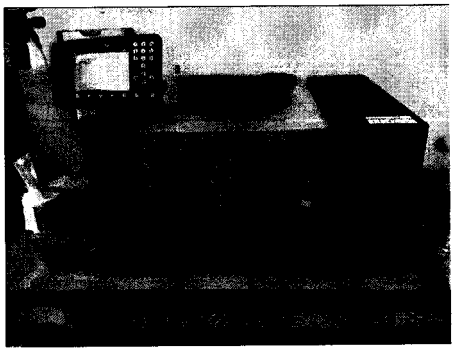
ทำการอัดเม็ด

นำตัวอย่างใส่ในถ้วยบรรจุเชื้อเพลิง

นำแท่นจุดระเบิดที่ได้จัดเตรียมไว้บรรจุลงในบอมบ์และติดลวดจุดระเบิด



ประกอบบอมบ์เข้ากับเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์

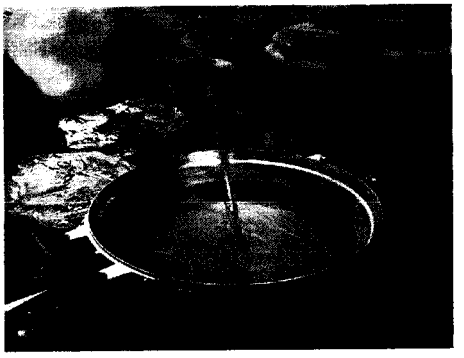


อ่านค่าความร้อน

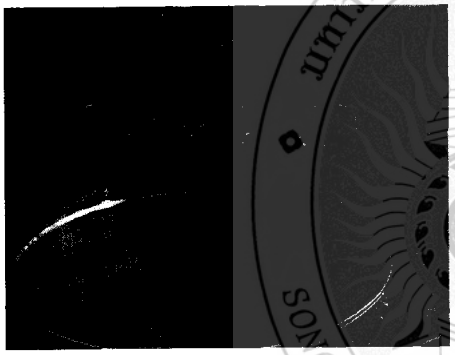
ภาพที่ ผง-6 การทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

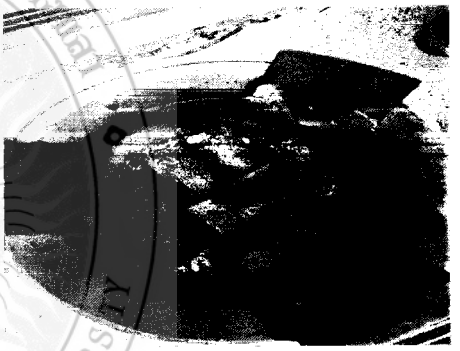
ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อเพลิงอัดแท่ง



วัดอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้ม



วัดอุณหภูมิของน้ำเดือด



ปล่อยเชื้อเพลิงดับเป็นเถ้า

ภาพที่ ผง-7 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547

มผช.๒๓๘/๒๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง

๑.ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาอัดเป็นแท่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ถ่านอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซังข้าวโพดมาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน

๒.๒ ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก ๑ กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง

๓.๒ การใช้งาน

เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น

๓.๓ ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก

๓.๔ ค่าความร้อน

ต้องไม่น้อยกว่า ๕ ๐๐๐ แคลอรีต่อกรัม

มผช.๒๓๘/๒๕๔๗

๔. การบรรจุ

๔.๑ หากมีการบรรจุ ให้บรรจุถ่านอัดแท่งในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแท่งได้

๔.๒ น้ำหนักสุทธิของถ่านอัดแท่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๕. เครื่องหมายและฉลาก

๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแท่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อผลิตภัณฑ์

(๒) ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ

(๓) น้ำหนักสุทธิ

(๔) เดือน ปีที่ทำ

(๕) ข้อแนะนำในการใช้

(๖) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๖. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๖.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ถ่านอัดแท่งที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

๖.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๖.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๔. และข้อ ๕. จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่ง รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

มผช.๒๓๘/๒๕๔๗

๖.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการใช้งาน ความชื้น และค่าความร้อน ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้ว จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๒ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่งรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างถ่านอัดแท่งต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๗. การทดสอบ

๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๗.๒ การทดสอบการใช้งาน

ให้ทดสอบโดยการจุดตัวอย่างถ่านอัดแท่ง แล้วตรวจพินิจ

๗.๓ การทดสอบความชื้น

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3173

๗.๔ การทดสอบค่าความร้อน

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 5865

๗.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม

มผช. ๖๕๗/๒๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านที่ได้จากการเผาไม้ใช้สำหรับหุงต้มอาหาร

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ถ่านไม้หุงต้ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำไม้ มาผ่านกระบวนการเผาจนกลายเป็นถ่าน เพื่อนำมาใช้ในการหุงต้มอาหาร

๒.๒ ความร้อน (calorific value) หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก ๑ กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรี่ (แคลอรี่ต่อกรัม)

๒.๓ เถ้า (ash) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารที่เหลือจากการเผาถ่านจนมีน้ำหนักคงที ทีอุณหภูมิ ๗๐๐ องศาเซลเซียสถึง ๗๕๐ องศาเซลเซียส

๒.๔ สารระเหย (volatile matter) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารระเหยที่ได้จากการเผาถ่านที่อุณหภูมิ ๙๕๐ องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา ๗ นาที

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีเศษดินและไม้ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่

๓.๒ ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก

๓.๓ ค่าความร้อน

ต้องไม่น้อยกว่า ๖๐๐๐ แคลอรี่ต่อกรัม

๓.๔ เถ้า

ต้องไม่เกินร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก

๓.๕ สารระเหย

ต้องไม่เกินร้อยละ ๒๔ โดยน้ำหนัก

๓.๖ การใช้งาน

เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย

๔. การบรรจุ

๔.๑ ให้บรรจุถ่านไม้หุงต้มในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้งสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านไม้หุงต้มได้

๔.๒ น้ำหนักสุทธิของถ่านไม้หุงต้มในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม้น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๕. เครื่องหมายและฉลาก

๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านไม้หุงต้มทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ถ่านไม้หุงต้ม ถ่านไม้สำหรับหุงต้ม

(๒) น้ำหนักสุทธิ

(๓) เดือน ปีที่ทำ

(๔) ข้อแนะนำในการใช้และการเก็บรักษา

(๕) ชื่อผู้ทำ หรือสารที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีเครื่องหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๖. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๖.๑ รุ่นในที่นี้หมายถึง ถ่านไม้หุงต้มที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขาย ในระยะเวลาเดียวกัน

๖.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๖.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน ๓ หน่วย ภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๔ และข้อ ๕ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น ค่าความร้อน เถ้า สารระเหย และการใช้งานให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๑ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๒ ถึงข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๓ เกณฑ์การตัดสิน

ตัวอย่างถ่านไม้หุงต้มต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

การทดสอบ

๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๗.๒ การทดสอบความชื้น

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3173

๗.๓ การทดสอบค่าความร้อน

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 5865

๗.๔ การทดสอบเถ้า

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3174

๗.๕ การทดสอบสารระเหย

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3175

๗.๖ การทดสอบการใช้งาน

ทำให้ตัวอย่างถ่านไม้หุงต้มติดไฟด้วยแก๊สหุงต้ม แล้วตรวจพินิจ

๗.๗ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก จ
ผลการวิเคราะห์สถิติ

ผลการวิเคราะห์สถิติ ปริมาณความชื้นถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง(ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)
Mean	5.75	7.3
Variance	0.03	0.02
Observations	3	3
df	2	2
F	1.33	
P(F<=f) one-tail	0.42	
F Critical one-tail	19	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจาตลาด)
Mean	5.75	7.3
Variance	0.03	0.02
Observations	3	3
Pooled Variance	0.03	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	-10.61	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.13	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.77	

ผลการวิเคราะห์สถิติ ปริมาณความชื้นถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	5.75	5.40
Variance	0.03	0.03
Observations	3	3
df	2	2
F	1.06	
P(F<=f) one-tail	**0.48**	
F Critical one-tail	19	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	5.75	5.40
Variance	0.03	0.03
Observations	3	3
Pooled Variance	0.03	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	2.28	
P(T<=t) one-tail	0.04	
t Critical one-tail	2.13	
P(T<=t) two-tail	**0.08**	
t Critical two-tail	2.77	

ผลการวิเคราะห์สถิติ ปริมาณสารระเหยถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาปริมาณสารระเหยที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)
Mean	24.43	51.16
Variance	0.14	0.06
Observations	3	3
df	2	2
F	2.29	
P(F<=f) one-tail	0.30	
F Critical one-tail	19	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)
Mean	24.43	51.16
Variance	0.14	0.06
Observations	3	3
Pooled Variance	0.10	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	-99.89	
P(T<=t) one-tail	3.01E-08	
t Critical one-tail	2.13	
P(T<=t) two-tail	**6.02E-08**	
t Critical two-tail	2.77	

หมายเหตุ: E- เท่ากับสิบยกกำลังลบ

ผลการวิเคราะห์สถิติ ปริมาณสารระเหยถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาปริมาณสารระเหยที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	24.43	55.26
Variance	0.14	0.07
Observations	3	3
df	2	2
F	2.12	
P(F<=f) one-tail	**0.31**	
F Critical one-tail	19	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	24.43	55.26
Variance	0.14	0.07
Observations	3	3
Pooled Variance	0.11	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	-113.84	
P(T<=t) one-tail	1.78E-08	
t Critical one-tail	2.13	
P(T<=t) two-tail	**3.56E-08**	
t Critical two-tail	2.77	

หมายเหตุ: E- เท่ากับสิบยกกำลังลบ

ผลการวิเคราะห์สถิติ ปริมาณเถ้าถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาปริมาณเถ้าที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)
Mean	2.63	3.6
Variance	0.00	0.00
Observations	3	3
df	2	2
F	0.41	
P(F<=f) one-tail	0.29	
F Critical one tail	0.05	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจาตลาด)
Mean	2.63	3.6
Variance	0.00	0.00
Observations	3	3
Pooled Variance	0.00	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	-39.10	
P(T<=t) one-tail	1.27E-06	
t Critical one-tail	2.13	
P(T<=t) two-tail	2.55E-06	
t Critical two-tail	2.77	

หมายเหตุ: E- เท่ากับสิบยกกำลังลบ

ผลการวิเคราะห์สถิติ ปริมาณเถ้าถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ F-Test Two-Sample for Variances โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาปริมาณเถ้าที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	2.63	1.6
Variance	0.00	0.02
Observations	3	3
df	2	2
F	0.018	
P(F<=f) one-tail	**0.01**	
F Critical one-tail	0.05	

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	2.63	1.6
Variance	0.00	0.02
Observations	3	3
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	10.37	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.91	
P(T<=t) two-tail	**0.00**	
t Critical two-tail	4.30	

ผลการวิเคราะห์สถิติ ปริมาณคาร์บอนคงตัวถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาปริมาณเถ้าที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะร อัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)
Mean	67.30	37.97
Variance	0.07	0.01
Observations	3	3
df	2	2
F	4.22	
P(F<=f) one-tail	**0.19**	
F Critical one tail	19	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)
Mean	67.30	37.97
Variance	0.07	0.01
Observations	3	3
Pooled Variance	0.04	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	172.36	
P(T<=t) one-tail	3.39E-09	
t Critical one-tail	2.13	
P(T<=t) two-tail	**6.79E-09**	
t Critical two-tail	2.77	

หมายเหตุ: E- เท่ากับสิบยกกำลังลบ

ผลการวิเคราะห์สถิติ ปริมาณคาร์บอนคงตัวถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนคงตัวที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	67.30	37.7
Variance	0.07	0.02
Observations	3	3
df	2	2
F	2.53	
P(F<=f) one-tail	**0.28**	
F Critical one-tail	19	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	67.30	37.7
Variance	0.07	0.02
Observations	3	3
Pooled Variance	0.04	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	163.86	
P(T<=t) one-tail	4.15E-09	
t Critical one-tail	2.13	
P(T<=t) two-tail	**8.31E-09**	
t Critical two-tail	2.77	

หมายเหตุ: E- เท่ากับสิบยกกำลังลบ

ผลการวิเคราะห์สถิติ ค่าความร้อนถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาค่าความร้อนที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)
Mean	5241.33	5001.66
Variance	236.33	104.33
Observations	3	3
df	2	2
F	2.26	
P(F<=f) one-tail	0.30	
F Critical one-tail	19	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)
Mean	5241.33	5001.66
Variance	236.33	104.33
Observations	3	3
Pooled Variance	170.33	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	22.49	
P(T<=t) one-tail	1.15E-05	
t Critical one-tail	2.13	
P(T<=t) two-tail	**2.31E-05**	
t Critical two-tail	2.77	

หมายเหตุ: E- เท่ากับสิบยกกำลังลบ

ผลการวิเคราะห์สถิติ ค่าความร้อนถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาค่าความร้อนที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	5241.33	6280.66
Variance	236.33	209.33
Observations	3	3
df	2	2
F	1.12	
P(F<=f) one-tail	**0.46**	
F Critical one-tail	19	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
Mean	5241.33	6280.66
Variance	236.33	209.33
Observations	3	3
Pooled Variance	222.83	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	-85.27	
P(T<=t) one-tail	5.66E-08	
t Critical one-tail	2.13	
P(T<=t) two-tail	**1.13E-07**	
t Critical two-tail	2.77	

หมายเหตุ: E- เท่ากับสิบยกกำลังลบ

ภาคผนวก ฉ
ประวัติผู้ทำวิจัย

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล นางสาวนงลักษณ์ อักษรพันธ์

วัน เดือน ปีเกิด 8 มิถุนายน 2539

ที่อยู่ 81 หมู่ที่ 8 ตำบลป่าบอน อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง 93170
เบอร์โทรศัพท์ 084-7977113

การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2. ชื่อ-สกุล นายรุ่งนิรันดร์ จิตดี

วัน เดือน ปีเกิด 6 กรกฎาคม 2539

ที่อยู่ 94 หมู่ที่ 4 ตำบลวังมะปรางเหนือ อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง 92220
เบอร์โทรศัพท์ 09-52764511

การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY