



รายงานวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Pineapple Stopper



รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

2561



ในรับรองงานวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย

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

ชื่อผู้ทำงานวิจัย

นางลักษณ์ อักษรพันธ์ และรุ่งนิรันดร์ จิตดี

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

อาจารย์ที่ปรึกษา

ประธานกรรมการสอบ

(อาจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอดรุ่อรอบ)

(อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

.....
.....กรรมการสอบ

(อาจารย์ Hirunyadee Sriburorn)

.....
.....กรรมการสอบ

(อาจารย์นัดดา โปคำ)

ประธานหลักสูตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกล ชุนพิทักษ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชนา)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำจุกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัծแห้งเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน แทนการใช้ฟืนและถ่านไม้ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยการนำจุกสับปะรดมาเผาให้เป็นถ่าน นำเบปตให้เป็นผงถ่านและผสมกับการแบ่งเปียกในอัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 จากนั้นนำไปอัดขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดเย็นโดยใช้เครื่องอัดแรงคน นำมาทดสอบลักษณะทั่วไป การบีบและการตកกระแทกที่ระดับความสูง 50 และ 100 เซนติเมตร สมบัติด้านเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการใช้งาน ผลการศึกษาพบว่า ถ่านอัծแห้งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 มีคุณสมบัติที่สุด และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัծแห้ง 238/2547 เนื่องจากลักษณะทั่วไปของถ่านอัծแห้ง มีรูปทรงเดียว ก้นขนาดใกล้เคียงกัน และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.75 และมีปริมาณสารระเหย, ปริมาณถ้า, ปริมาณคาร์บอนคงตัว และมีปริมาณความชื้นร้อยละ 24.43, 2.63, 67.30 และ 19.75 ตามลำดับ ค่าการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเท่ากับร้อยละ 5,241.33 แคลอริต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านอัծแห้งและถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) จะมีประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกัน และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าถ่านอัծแห้ง (ชื้อจากตลาด) ดังนั้นจุกสับปะรดจึงสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัծแห้งได้ เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาขยะที่เกิดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

เลข Bib#.....	11109420
วันที่.....	1.1.๗. 2563
เลขเรียกหนังสือ	๑๖๙.๑๔ ๑๖๙.๑๔

คำสำคัญ: ถ่านอัծแห้ง จุกสับปะรด พลังงานทดแทน

Study Title	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 การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัคแท่จากจุกสับปะรดจะลุล่วงไปได้ด้วยดีไม่ได้ หากไม่ได้รับความกรุณาจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ข้าพเจ้าขอขอบคุณบุคคลสำคัญดังนี้เป็นอย่างยิ่งที่ช่วยให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขปัญหา ตลอดจนช่วยในการทำวิจัยฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งได้แก่ อาจารย์นัดดา โปคำ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่เคยให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้ และรวมถึงคณะอาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิจัย รวมถึงเพื่อน ๆ หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่เคยช่วยเหลือ และร่วมมือกันดำเนินการทำวิจัย ฉบับนี้ตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการ

ขอขอบคุณ นายอุดนทร์ ห้อซักส์ จันทการักษ์ ที่ให้คำแนะนำในการเผาถ่าน การอัดแท่ถ่าน จากจุกสับปะรด และเอื้อเพื่อสถานที่ และขอขอบคุณ ร้านขายผลไม้ ในตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์จุกสับปะรดที่ใช้ในงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนกำลังทรัพย์ และเคยเป็นกำลังใจในการฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ตลอดจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี

นางลักษณ์ 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

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 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด	27
4.4 สมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด	31
4.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด กับถ่านอัดแห้งและถ่านไม้ (ซึ่งมาจากตลาด)	36
4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น	39
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	41
5.2 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบเสนอโครงการร่างวิจัย	ผก-1
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการวิจัย	ผข-1
ภาคผนวก ค มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง	ผค-1
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุ่งต้ม	ผง-1
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์สถิติ	ผจ-1
ภาคผนวก ฉ ประวัติผู้ทำวิจัย	ผฉ-1

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	3
2.4-1 วิธีการเฝ้าถ่านแบ่งตามประเภทของเตาเผา	5
2.7-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
3.4-1 อัตราส่วนผงถ่านจุกสับปะรดต่อการเปelingเปียก	21
4.1-1 ผลการผลิตถ่านจุกสับปะรด	26
4.2-1 ผลการทดสอบค่าความร้อนของผงวัตถุดิบ	27
4.3-1 ผลการผลิตถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด	28
4.3-2 ผลการทดสอบลักษณะหัวไปของถ่านจุกสับปะรด	29
4.3-3 ผลการทดสอบการบีบและการตอกกระแทกของถ่านจุกสับปะรด	30
4.4-1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแห้ง	37
4.5-1 การเบริกฯและใช้ประโยชน์ในการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1.1 ถ่านอัดแห้งและถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด)	38
4.5-2 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้ง	38
4.6-1 ต้นทุนเบื้องต้นการผลิตถ่านจากจุกสับปะรด	39
4.6-2 ราคาถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรดเปรียบเทียบกับถ่านอัดแห้งและถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด)	39

สารบัญภาพ

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

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการของประชาชน และเป็นการผลิตในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม พลังงานในปัจจุบัน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พลังงานสันเปลือยและพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสันเปลือย คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ส่วน พลังงานหมุนเวียน คือ พลังงานที่ได้จากไม้ฟืน แก๊ส กา๊กอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม และคลื่น (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2542) การใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยที่น้ำมันสำเร็จรูปเป็นพลังงานที่ใช้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 49.3 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด รองลงมาประกอบด้วย ไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียน ถ่านหิน/ถิกไนต์และก๊าซธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 18.5, 9.6, 8.5 และ 6.7 ตามลำดับ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2561) ปัจจุบันยังมีการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ ประจำอย่างเช่นพะเยาระเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย เช่น ชนบทมีการใช้ไม้ฟืนหรือถ่านในการหุงต้มอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ป่าไม้ลดลง โดยมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่ 102.1 ล้านไร่ในพื้นดินทั้งหมดของประเทศไทย 323.5 ล้านไร่ (ศูนย์สารสนเทศ สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้, 2560) จึงต้องมีการหาแหล่งพลังงานเพื่อช่วยลดปัญหาการตัดไม้เพื่อนำมาทำฟืนใช้ในครัวเรือนวัสดุ เหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นแหล่งพลังงานที่หาง่ายและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ การผลิตถ่านอัดแห้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจึงได้รับความนิยม มีการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำถ่านอัดแห้ง เช่น การผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกหุเรียน มีค่าความร้อน 6,134 แคลอรีต่อกรัม (นริศ ชุดสว่าง, 2556) และการผลิตถ่านอัดแห้งจากถ่านกระดาษพร้าวและถ่านเงามันสำปะหลัง มีค่าความร้อน 6,580.10 แคลอรีต่อกรัม (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553) วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้งได้ และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง 238/2547

ปัจจุบันประเทศไทยมีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมาก และจุกสับปะรดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร สับปะรดมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 46,149 ไร่ และมีผลผลิตประมาณ 2 ล้านตัน จะมีเศษเหลือทิ้งจากจุกสับปะรดประมาณ 0.370 ล้านตัน (สมบัติ คงเต้า และคณะ, 2537) จุกสับปะรดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดหนึ่ง ที่อยู่ส่วนบนสุดของผลสับปะรดสามารถใช้ขยายพันธุ์ได้ แต่ให้ผลผลิตข้ากกว่าการใช้หน่อปลูกจึงไม่นิยมใช้ในการขยายพันธุ์ เกษตรกรจะตัดทิ้งหลังจากการเก็บผลสต จุกสับปะรดจึงเป็นสิ่งเหลือทิ้งหรือผลพลอยได้ทางการเกษตร เศษเหลือทิ้งและ

ผลผลอยได้จะมีมากทุกปีระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายนและระหว่างเดือนพฤษจิกายนถึงเดือนมีนาคม ในช่วงเวลาอื่นจะมีน้อย (กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2538)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจ เลือกจุกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตถ่านอัดแห่ง เพราะหากปล่อยจุกสับปะรดทิ้งไว้อาจจะเป็นขยายและเน่าเสียทำให้เกิดก้ามมีเทน ซึ่งจะส่งกลิ่นเหม็นรบกวน และส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน การนำจุกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งมาผลิตถ่านอัดแห่งยังช่วยลดแทนการใช้ฟืนที่ได้จากการตัดต้นไม้ และลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น	: อัตราส่วนระหว่างผงถ่านจุกสับปะรดต่อการเป้าเปี๊ยก
ตัวแปรตาม	: ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว ค่าความร้อน
ตัวแปรควบคุม	: ขนาดและรูปร่างของถ่านอัดแห่ง วิธีการอัดแห่ง

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย

ถ่านอัดแห่ง (charcoal) ถ่านที่ผ่านกระบวนการอัดแห่ง โดยผสมส่วนต่างๆ ให้ถ่านจับตัวเป็นก้อนและอัดแห่งขึ้นมา

ตัวประสาน (synchronizer) แป้งมันสำปะหลังจะต้องมีลักษณะเป็นผงขาว เมื่อจับผิวสัมผัสของแป้งจะเนียน ลื่นเมื่อ เมื่อทำให้สุกจะเหลวเหนียว หนืด และพักให้เย็นจะมีลักษณะเหนียวเหนอะคงตัว ซึ่งเป็นลักษณะของตัวประสานที่เหมาะสม (มนีรัตน์ ปัญญาพงษ์, 2555)

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

วิธีการอัดเย็น (cold compression method) การผลิตถ่านอัดแห่งจากการนำผงถ่านมาผสมกับตัวประสานให้เข้ากันและจับตัวเป็นก้อน และนำเข้ากระบวนการอัดแห่ง

1.5 สมมติฐาน

จุกสับปะรดสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห่งได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห่ง 238/2547

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ก้าชหุงต้มในครัวเรือน
- 2) เพิ่มนูคล่าจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
- 3) ลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งและการตัดไม้ทำลายป่า

1.7 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห้งจากสับปะรด ใช้เวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2560 ถึง เดือนมิถุนายน 2562 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1.7-1

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินการ																							
	พ.ศ. 2560						พ.ศ. 2561						พ.ศ. 2562											
	มี.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มี.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1) รวบรวมข้อมูลและทุติยภูมิ																								
2) สอยบโครงสร้างวิจัย				▲																				
3) เก็บและเตรียมตัวอย่างจากสับปะรด																								
4) ทดสอบสมบัติของถ่านอัดแห้งจากสับปะรด																								
5) สอบรายงานความก้าวหน้า														▲										
6) วิเคราะห์ผลและสรุปผล																								
7) จัดทำเข็มรายงานฉบับสมบูรณ์																								
8) สอบรายงานฉบับสมบูรณ์																		▲						
9) ปรับแก้ไขเข็มรายงานฉบับสมบูรณ์																								

หมายเหตุ — หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย ▲ หมายถึง ช่วงการสอบวิจัย

■ หมายถึง ช่วงการฝึกประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง (charcoal briquettes) หมายถึง ถ่านที่ใช้ในครัวเรือนเป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำไม้มາเผาเป็นถ่านและจากวัสดุเหลือใช้มาอัดเป็นแท่งเชือเพลิง เช่น แกลบ ผักตบชวา เป็นต้น ซึ่งกระบวนการอัดแท่งประกอบด้วยการใช้แรงกับมวลของอนุภาคโดยมีตัวประสาน เพื่อให้มวลรวมตัวและเกาะกันได้ดี (ราชนี มหาศนันธ์, 2548)

2.2 คุณภาพของถ่านอัดแท่ง

คุณภาพของถ่านอัดแท่งจะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย คือ ชนิดของวัสดุและกระบวนการcarbbonization สำหรับระยะเวลาในการกระบวนการcarbbonization เช่น หากการcarbbonization เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วปริมาณของก๊าซจากวัสดุจะเกิดขึ้นมาก และเนื่องถ่านจะมีความเกร่งน้อย ในทางกลับกันหากการcarbbonization เผชิญกับอุณหภูมิที่ต่ำ ก็จะช่วยให้ริมฝีก๊าซจากวัสดุน้ำคาย เนื้อถ่านก็จะเกร่งกว่า ดังนั้นโดยทั่วไปแล้ว ก็จะมีการทำรูช่องอากาศขนาดเล็กของถ่านอัดแท่งเพื่อควบคุมการcarbbonization ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการcarbbonizationค่อยๆ ดำเนินไปอย่างช้าๆ (คงกริช ภูเมืองปาน และคณะ, 2554)

2.3 คุณสมบัติทั่วไปของถ่านอัดแท่ง

คุณสมบัติทั่วไปของถ่านอัดแท่ง (สังเวียน เสวกิหารี, 2555) คือ

- 1) ให้ความร้อนสูง เนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่
- 2) ปลดปล่อยไม่มีสารตกค้างและไม่ทำลายสุขภาพ เพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิเกิน 800 องศาเซลเซียส
- 3) ทนนาน สามารถใช้ได้นานกว่าถ่านไม้ธรรมชาติ 2.5 - 3 เท่า
- 4) ประหยัด เพราะใช้ได้นาน ไม่แตก และไม่ตับเมื่อติดแล้ว
- 5) ไม่แตกง่าย อย่างถ่านไม้ทั่วไป
- 6) ไม่มีควัน เนื่องจากความชื้นน้อยมาก
- 7) ไม่มีกลิ่น เพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ ไม่ผสมสารเคมีใด ๆ
- 8) ไม่ตับกล่างคันแม้ว่าจะใช้ในที่ที่อากาศถ่ายเทน้อยทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนถ่านบ่อย ๆ
- 9) ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ ไม่วุ่นวายเนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน

2.4 กระบวนการผลิตถ่านอัดแห้ง

สำหรับกระบวนการผลิตถ่านอัดแห้งประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.4.1 การเผาถ่าน

วิธีการเผาถ่านจากข้อมูลของ (วิทยาลัยโพธิวิชาลัย, 2556) ได้แบ่งประเภทของเตาไว้ 4 แบบ คือ เตาดินเหนียวก่อ เตาอิฐก่อ เตาอิว่าเตะ เตาเผาถ่าน 200 ลิตร แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสีย แตกต่างกัน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.4-1

ตารางที่ 2.4-1 วิธีการเผาถ่านแบ่งตามประเภทของเตาเผา

วิธีการเผาถ่าน	ข้อดี	ข้อเสีย
1) เตาดินเหนียวก่อ	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นเตาที่พับหัวไปในชนบทของประเทศไทย - การลงทุนก่อสร้างต่ำมาก - ใช้ดินเหนียวในการก่อสร้าง ซึ่งติดเหนียวหากได้ตามพื้นที่ต่างๆ - ถ่านที่ได้ก็ถือว่าคุณภาพดี 	<ul style="list-style-type: none"> - สูญเสียความร้อนมากกว่าเตาแบบอื่น
2) เตาอิฐก่อ	<ul style="list-style-type: none"> - เตาเผาถ่านสร้างขึ้นจากอิฐมูนญ - สามารถควบคุมอุณหภูมิภายใต้เตาเผาถ่านได้ดี - การก่อสร้างเตาอิฐก่อไม่ใช้ปูนซีเมนต์ 	<ul style="list-style-type: none"> - การขยายตัวของอิฐกับปูนไม่เท่ากันเมื่อเตาร้อนจะทำให้เตาแตก - ใช้ดินเหนียว ร้อยแตกของเตา ก็จะน้อย และอายุการใช้งานนาน

ที่มา: วิทยาลัยโพธิวิชาลัย (2556)

ตารางที่ 2.4-1 วิธีการเผาถ่านแบบตามประเภทของเตาเผา (ต่อ)

วิธีการเผาถ่าน	ข้อดี	ข้อเสีย
3) เตาอิว่าเตะ	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นเตาเผาถ่านที่ใช้อิฐทนไฟ และปูนซีเมนต์ทนไฟเป็นวัตถุดีบในการสร้าง - มีการควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาถ่านเป็นอย่างดี - นำต้นแบบมาจากการประทศญี่ปุ่น - ให้ผลผลิตถ่านคุณภาพดี และถ่านได้ปริมาณมาก 	<ul style="list-style-type: none"> - การลงทุนก่อสร้างสูงกว่าเตาดินและเตาอิฐก่อ - การก่อสร้างยุ่งยาก ต้องให้ผู้มีความเชี่ยวชาญในการก่อสร้างเป็นคนทำ
4) เตาเผาถ่านถังน้ำมัน 200 ลิตร	<ul style="list-style-type: none"> - เตาเผาถ่านจากถังน้ำมัน 200 ลิตร เหมาะสำหรับบ้านเรือน - สร้างและเผาถ่านได้ด้วยตัวเอง ใช้ระยะเวลาเพียง 1 - 2 วันในการเผาถ่าน 	<ul style="list-style-type: none"> - การลงทุนก่อสร้างสูงกว่าเตาดินและเตาอิฐก่อ - การก่อสร้างยุ่งยาก ต้องให้ผู้มีความเชี่ยวชาญในการก่อสร้างเป็นคนทำ

ที่มา: วิทยาลัยโพธิวิชาลัย (2556)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีเผาด้วยเตาเผาถ่านน้ำมันขนาด 200 ลิตร เนื่องจากสามารถหาได้ง่าย ทำได้รวดเร็ว จัดเก็บได้ง่าย และเป็นวิธีที่ประหยัด เหมาะกับผู้ที่มีทุนน้อย

2.4.2 การบดย่อย

ผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี ขนาดของผงถ่านที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่ง วิธีการบดย่อย (grinding) สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้เครื่องบด เครื่องสับ และเครื่องบันวัสดุ (อรุณรัตน์ วุฒิมคงชัย, 2529)

2.4.3 ตัวประสาน

ตัวประสาน คือ สารที่ผสมลงไปในวัตถุดีบเพื่อทำให้วัตถุดีบมีน้ำหนักติดกันได้ดีมากยิ่งขึ้น ในการพิจารณาที่จะทำการอัดแท่งโดยใช้ตัวประสานนั้นจะต้องคำนึงถึง (กานต์ วิรุณพันธ์ และ คณะ, 2560)

- 1) ราคาย่อมเยา
- 2) ต้องใช้ในปริมาณที่น้อยที่สุดแต่ยังคงให้แท่งเข็มเพลิงมีคุณภาพดี

3) ต้องทนน้ำ

4) ต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงและสามารถจะปักคลุมพื้นที่ของวัตถุดิบที่บดได้ทั่วถึงเพื่อให้การยึดเหนี่ยวเป็นไปได้ดียิ่งขึ้น

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

2.4.4 การผสม

การผสมของผงถ่านที่บดอย่างแล้วผสมกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกัน ในอัตราส่วนต่างๆ ที่เหมาะสม (ศิริชัย ต่อสกุล และคณะ, 2555)

2.4.5 การอัดแท่ง

จำแนกตามกระบวนการขึ้นรูปได้เป็น 2 ลักษณะ คือ กระบวนการอัดร้อน และกระบวนการอัดเย็น (ฤทธิ์ ตั้งมั่นคงวงศ์, 2557)

กระบวนการอัดร้อน (hot press process) เป็นการอัดวัสดุโดยใช้ความร้อนตลอดเวลาที่ทำการอัด โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซลเซียส เหมาะสมกับวัสดุที่ได้รับความร้อนจะเกิดสารเคมีอินทรีย์ที่ช่วยยึดเนื้อวัสดุเข้าหากันจึงทำให้สามารถยึดเกาะขึ้นรูปเป็นแท่งได้โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสาน ตัวอย่างวัสดุที่สามารถนำมาทำเชือกเพลิงอัดแท่งด้วยกระบวนการอัดร้อน คือ วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร เช่น แกลบ ขี้เลือย ยอดอ้อยพ่างข้าว เปลือกผลไม้ ซังข้าวโพด ชานอ้อย ฯลฯ วัชพืชบกและน้ำ และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรโดยเฉพาะพืชที่มีเปลือกและน้ำตาล เช่น ข้าวโพดมันสำปะหลัง อ้อย ข้าวฟ่าง ฯลฯ

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

- การอัดเย็นชนิดเติมตัวประสาน เป็นการอัดเย็นที่ใช้กันอยู่ทั่วไปเนื่องจากเครื่องมือและวิธีการที่ง่าย และใช้พลังงานต่ำ ใช้วัสดุมาผสมกับตัวประสาน โดยทั่วไปจะเป็นแป้งมันสำปะหลัง หากวัสดุใดมีขนาดใหญ่ เช่น กระ吝ะพร้าว ต้องมีเครื่องบดให้ละเอียดก่อนแล้วจึงนำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังและน้ำในอัตราส่วนที่ต้องการ การอัดเย็นด้วยแรงอัดสูง

- การอัดเย็นระบบใหม่ที่ไม่ต้องใช้ตัวประสานแต่จะใช้แรงดันในการอัดสูงกว่าปกติอย่างมากเพื่อให้มีเล็กน้อยของวัสดุเกิดการอัดตัวแน่นจับตัวเป็นก้อนได้ ซึ่งการอัดเย็นประเภทนี้จะใช้มอเตอร์ที่มีกำลังค่อนข้างสูง และยังใช้พลังงานไฟฟ้ามากแต่จะมีขั้นตอนในการอัดเพียงขั้นตอนเดียว

เพราะไม่ต้องผสมตัวประสาน และไม่จำเป็นที่จะต้องบดวัสดุก่อนเข้าอัดหากวัสดุไม่มีขนาดใหญ่ จนเกินไปนัก

เครื่องอัดแท่งถ่านโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

- 1) เครื่องอัดแบบลูกสูบ (piston press) สามารถอัดได้ 40-1,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่มีปัญหาเรื่องการขัดสีของระบบอกรสูบ และการแตกของลูกสูบ
- 2) เครื่องอัดแบบเกลียว (screw press) แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ
 - แบบเกลียวรูปกรวย (conical screw press) สามารถอัดได้ 500-1,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความชันร้อยละ 8-10
 - แบบเกลียวคู่ (twin screw press) สามารถอัดได้ 2,800-3,600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีค่าความชันร้อยละ 25
 - แบบเกลียวพร้อมเขตความร้อน (screw press with heated die) ที่มีอุณหภูมิประมาณ 3,500 องศาเซลเซียส สามารถอัดได้ 50-500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความชันวัสดุร้อยละ 8-12
- 3) เครื่องอัดแบบลูกกลิ้ง (roll press) การอัดแบบนี้ต้องการวัสดุที่มีขนาดเล็กกว่าใช้เครื่องอัดแบบอื่น และต้องมีขนาดหนาและแน่นมาก จึงเหมาะจะใช้ในการอัดที่ใช้ตัวประสานเครื่องอัดเม็ด หรือ อัดเป็นแท่งเล็ก 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 การนำไปเผาเผาเดดจนกว่าถ่านจะแห้งสนิท (ราธินี มหาศนันท์, 2548)

2.4.7 การทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

- 1) ปริมาณความชื้น (moisture content) คือ น้ำที่คงเหลืออยู่หลังจากที่ตากแห้ง ความชื้นส่วนผลต่อค่าความร้อนโดยตรง หากมีความชื้นมากจะทำให้มีการสูญเสียความร้อนไปกับการระเหย ความชื้นในระหว่างการเผาไหม้ทำให้ค่าความร้อนที่ได้ต่ำลง (นฤทธิ์ ตั้งมั่นคงวรกุล, 2557)

2) ปริมาณสารระเหย (volatile matters) คือ ของเสียที่สามารถระเหยได้เมื่อได้รับความร้อน ของเสียที่มีปริมาณสารระเหยสูงจะมีแนวโน้มที่มีค่าความร้อนสูงด้วย (นฤทธิ์ ตั้งมั่นคงรุ่ล, 2557)

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

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

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

2.5 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแท่ง

สำหรับข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแท่งตามความเห็นของ (นริศ อุดสวาสดิ์, 2556) มีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 ข้อดีของถ่านอัดแท่ง

- 1) มีขนาดและรูปร่างแบบเดียวกัน สามารถใช้ป้อนเป็นเชื้อเพลิงได้อย่างสะดวกง่ายอย่างต่อเนื่อง
- 2) คุณสมบัติทางกายภาพ มีความร้อนที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้
- 3) ปราศจากมลภาวะ ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมมลภาวะที่มีราคาสูง

2.5.2 ข้อเสียของถ่านอัดแท่ง

การอัดแท่งใช้แรงอัดสูง เป็นต้นเหตุหนึ่งทำให้ระบบอัดและสกรูสึกหรอได้ง่ายจาก การขัดสี

2.6 ข้อมูลทั่วไปของสับปะรด

สับปะรดจัดเป็นผลไม้ในวงศ์บรมมิเลียชิอี้ มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ได้แก่ บริเวณตอนกลางและตอนใต้ของประเทศบราซิล รวมทั้งตอนเหนือของประเทศคอร์เจนตินาและ巴拉圭 นอกจากนี้ยังปลูกกันตามบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกและมหาสมุทรแปซิฟิกของอเมริกา

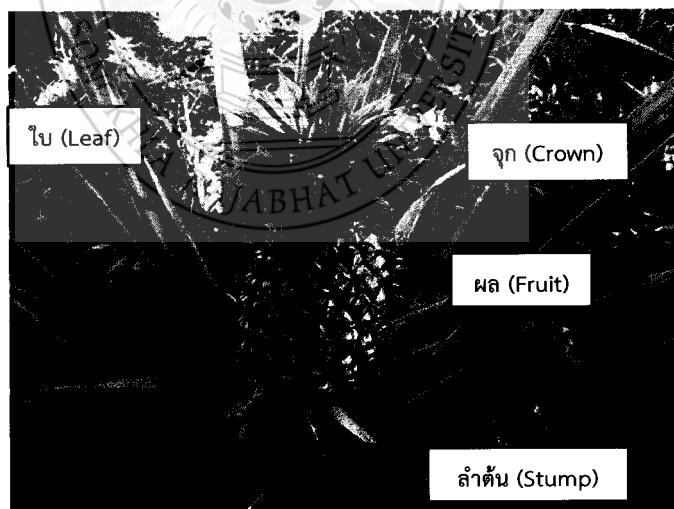
กลางตลอตจนหมู่ເກາະຕ່າງ ຈຸນໃນແຄບເວສທົອນດີສ ຕ້ອມາໃນປີ 1493 ຄຣິສໂຕເພອຣໂຄລັມບສ ນັກເດືອນເຮືອຈາວສເປັນ ໄດ້ເດີນທາງໄປເປັບສັບປະຣດເປັນຄຽງແຮກທີ່ໜູ້ບ້ານຂອງຈາວອິນເດີຍພື້ນເນື່ອງແລ້ວມີຜູ້ນຳກລັບມາຢູ່ໂຮປແລ້ວແພຍແພຣພັນຮູ່ສັບປະຣດໄປຍັງປະເທດຕ່າງ ຈຸນໃນການຕະວັນອອກໄກລ ໃນປີ 1600 ມີການປຸກກັນມາກໃນມາດກັກສັກ ອິນເດີຍ ຕອນເຕີ້ພິລິບປິນສ ອິນໂດນີເຊີຍແລ້ວປະເທດອື່ນໆ

ສໍາຮັບປະເທດໄຫຍ ພບວ່າມີການປຸກສັບປະຣດໃນຊ່ວງປີ 2223-2243 ຜຶ່ງພັນຮູ່ທີ່ພບ ເປັນພັນຮູ່ທີ່ເທົ່ານັດເລັກ ແລ້ວຄຸນພາໄມ້ຕີ ຕ້ອມາໃນປີ 2454 ໄດ້ມີການນຳພັນຮູ່ໃໝ່ຈາກເກາະປິນັງເຂົ້າມາປຸກ ຜຶ່ງເປັນພັນຮູ່ທີ່ເຈົ້າຍືເຕີບໂຕໄດ້ມີພິລິຕ ແລ້ວຮ່າຕິອ່ອຍ ຈຶ່ງໄດ້ມີການຂໍຍາຍພັນຮູ່ປຸກອອກໄປທົ່ວທຸກການຂອງປະເທດ (ຈິරາພຣຣນ ຄລ້າຍກິຈຈາ, 2548)

2.6.1 ລັກຂະນະທາງພຖກະສາສຕ່ຽວຂອງສັບປະຣດ

ຊື່ສາມັ້ນ	ສັບປະຣດ (Pineapple)
ວະສົ່ງ	BROMELIACEAE
ຊື່ວິທາສາສຕ່ຽວ	<i>Ananas comosus</i> (L) Merr

ສໍາຮັບລັກຂະນະທາງພຖກະສາສຕ່ຽວຂອງສັບປະຣດຜຶ່ງມີສ່ວນປະກອບທີ່ເປັນ ຈຸກ ພລ ລຳຕັ້ນ ແລ້ວໃນຮາຍລະເອີຍດັ່ງແສດງໃນກາພທີ 2.6-1



ກາພທີ 2.6-1 ລັກຂະນະທີ່ໄປຂອງສັບປະຣດ

ທີ່ມາ: ສູນຍົງຈັຍພື້ນຍືນດັນແລ້ວໄໝພລເມືອງຮອນກລຸ່ມຈານສູນຍົງຈັຍ ຝ່າຍວິຈັຍແລ້ວບຣິກຣຄະທຣັພຍາກຮຮມໝາດີ ມາວິທາລ້ຍສັງລານຄຣິນທີ (2554)

ลักษณะของจุก: เป็นส่วนบนสุดของผลจะเป็นกลุ่มของใบ ซึ่งจะเจริญไปพร้อม ๆ กับผลและพัฒนาเป็นจุกต่อไป แกนกลางของจุกและผลสับปะรดเป็นส่วนที่เจริญต่อเนื่องมาจากเนื้อเยื่อเจริญที่ปลายยอดของต้น

ลักษณะของผล: เป็นผลรวมเกิดจากผลย่อยแต่ละผลเชื่อมกับแกนของผลรวม ส่วนฐานของผลค่อนข้างเชื่อมติดต่อกันทุกผล ลักษณะผลเป็นรูปกรวยกว้างโดยที่โคนผลจะมีขนาดโตกว่าส่วนปลายผล

ลักษณะของลำต้น: ลำต้นคล้ายระบบของ ยาวประมาณ 20-25 ชั่วโมง ข้อและปล้องของลำต้นเกิดจากการอย่างแผ่นใบที่หลุดออกไป

ลักษณะของใบ: เรียงตัวหนาแน่นและเป็นระเบียบ การเรียงตัวของใบจะหมุนวนเป็นเกลียว ใบเป็นแผ่นเรียบเล็กจากส่วนโคนไปหาส่วนปลาย ปลายใบมีหนามแหลมค่อนข้างแข็ง ขอบใบสองข้างยกขึ้นทำให้แผ่นใบมีลักษณะเป็นร่องคล้ายรากน้ำ ผิวใบด้านหลังเรียบเป็นมันเนื่องจากมีสารพวกไขเคลือบอยู่รายละเอียดตั้งแสดงในภาพที่ 2.6-1

2.6.2 สายพันธุ์สับปะรดในประเทศไทย

สายพันธุ์สับปะรดที่มีอยู่ 7 สายพันธุ์ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย)

1) พันธุ์ปีตตาเวีย (smooth cayenne) หรือที่เรียกันทั่วไปว่า พันธุ์ศรีราช มีผลใหญ่ที่สุดในบรรดาสับปะรดด้วยกัน เนื้อมีรสหวานฉ่ำ ใบมีสีเขียวเข้ม กลางใบเป็นร่องมีสีแดงอมน้ำตาลปลายใบมีหนามเล็กน้อย เป็นพันธุ์เดียวที่ปลูกเพื่อส่งโรงงานสับปะรดกระป๋อง ปลูกมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี ระยอง และกำแพง

2) พันธุ์อินทรชิตหรืออินทรชิตแดง (singapore spanish) เป็นพันธุ์เก่าแก่ที่สุดของประเทศไทยปลูกมาตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา ต้นมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์ปีตตาเวียเล็กน้อย แต่มีหนามแหลมคมรูปโค้งงอ สีน้ำตาลอ่อนแดงที่ขอบใบ ใบมีสีเขียวอ่อน ผลยื่อยนูนเด่นชัด ตามีกเมื่อแก่จัดเนื้อเป็นสีทอง รสไม่หวานจัด ภายในผลมีเส้นใยมากและผลค่อนข้างเล็ก จึงไม่นิยมปลูกเพื่อบรรจุกระป๋อง ปลูกมากที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

3) พันธุ์ขาว (selangor green) เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากในอำเภอบางคล้า มีทรงพุ่มเตี้ย มีใบสีเขียวอมเหลือง ใบสั้นและแคบกว่าอินทรชิต ขอบใบมีหนามแหลม ผลมีหลายจุด แต่เนื้อมีรากช้ำติและคุณภาพคล้ายคลึงกับพันธุ์อินทรชิตมาก จึงมีผู้สันนิษฐานว่าคงจะกลายพันธุ์มาจากพันธุ์ อินทรชิต

4) พันธุ์กุเก็ตหรือพันธุ์สี (malacca queen) เป็นพันธุ์ที่มีใบแคบและยาว ใบสีเขียวอ่อนและมีแถบสีแดงตองกลางใบ ขอบใบเต็มไปด้วย หนามสีแดง ผลมีขนาดเล็ก ผลย่อยญูน ตาลีก เนื้อมีสีเหลือง รสหวานกรอบ และมีกลิ่นหอม นิยมปลูกกันมากในภาคใต้บริเวณจังหวัดภูเก็ตและชุมพร

5) พันธุ์นางแลหรือพันธุ์น้ำผึ้ง พันธุ์น้ำผึ้งนี้นำมายากประทัดครัวลังกาเบา เมท่านก้าว่า นำมายากมณฑลยูนนานของจีน ลักษณะต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะของต้น ใบ ดอก และผลจะคล้ายคลึงกันพันธุ์ปัตตาเวียมาก จึงอาจเป็นพันธุ์ย่อยหรือกล้ายพันธุ์รูมาจากพันธุ์ปัตตาเวีย มีปลูกมากที่ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เนื่องจากมีราก หัวนัดเป็นที่นิยมของตลาด จึงปลูกเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่ดังกล่าว

6) พันธุ์ตราดสีทอง สับปะรดพันธุ์นี้จะไม่เหมือนพันธุ์อื่นตรงที่มีรากติดหัว ครอบทั้งผล โดยเฉพาะผิวนเป็นตา ๆ สีเหลือง เย็นฉ่ำน่ารับประทาน

7) พันธุ์กุแล สับปะรดกุแลเป็นรายหรือในชื่อเรียก สับปะรดกุแล เป็นสับปะรดสายพันธุ์ในกลุ่มควิน ลูกเล็กและสามารถปลูกได้ตลอดปี ผลขนาดเล็ก เนื้อสีทอง กลิ่นหอม แกนสับปะรด กะรอกฯ รับประทานได้ รากติดหัวบานปานกลาง

2.6.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

อุณหภูมิที่เหมาะสมสมต่อการเจริญเติบโตของสับปะรดอยู่ระหว่าง 24-30 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนกระจาดจำสม่ำเสมอระหว่าง 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี และมีแสงแดดจัด พื้นที่ควรเป็นพื้นที่ราบหรือที่ดอน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร ความลาดเอียงประมาณร้อยละ 1-3 แต่ไม่เกินร้อยละ 5-10 ไม่มีน้ำท่วมขัง ลักษณะดินที่มีความเหมาะสมสมต่อการปลูกสับปะรดมีลักษณะเป็นดินร่วนหรือร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางมีอินทรีย์ต่ำกว่าร้อยละ 1.5 (จกราชุ ศุขวัฒน์, 2552)

2.6.4 แหล่งที่ปลูกสับปะรดในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยมีแหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญ ได้แก่ ประจำคีรีขันธ์ ระยะทางราชบุรี ชลบุรี พิษณุโลก และเพชรบุรีโดยปี 2560 พบร้า 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 เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกในพื้นที่กร้างโดยผลผลิตจะออกมากในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม 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 ตดุกผลเก็บเกี่ยวสับประด

ช่วงที่มีผลผลิตสับประดมากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤษภาคม (บางปีมากถึงเดือนมิถุนายน) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

2.6.6 ประโยชน์ของสับประด

ประโยชน์ของสับประด มีรายละเอียดดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546)

- 1) ผลสับประด เป็นส่วนที่มีเนื้อและน้ำซึ่งมีประโยชน์มาก ผลสด ๆ สามารถรับประทานได้หรือนำมาแปรรูปเป็นสับประดหวาน สับประดในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง แยมสับประด สับประดอบแห้ง คันเป็นเครื่องดื่มน้ำสับประด น้ำส้มสายชู
- 2) ใบสับประด เป็นเศษวัสดุที่มีมูลค่ามาก เนื่องจากเส้นใยที่เหนียวแน่นสามารถนำมาแปรรูปเป็นผ้าใบสับประด ซึ่งชาฟิลิปปินส์จะนิยมนำมาทำเป็นผ้าพื้นเมืองและนำมาประยุกต์ใช้ท้าเป็นกระดาษใบสับประดหรือเชือก
- 3) เปลือกสับประด มีประโยชน์มากเพราะตระส่วนตาของสับประด อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าจึงนิยมนำมาแปรรูปเป็นอาหารของโภค หรือจะอบแห้งเพื่อนำมาเป็นส่วนผสมหลักของอาหารสัตว์อื่น ๆ และนำมาทำเป็นน้ำหมัก ปุ๋ยชีวภาพ
- 4) แกนสับประด บางสายพันธุ์ที่มีแกนกลางใหญ่ ๆ นิยมนำมาแปรรูปเป็นแกนสับประดอบแห้งและแกนสับประด

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า มีวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้งและมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง สามารถเป็นพลังงานทางเลือกที่สามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงใช้ในครัวเรือนแทนการใช้ถ่านไม้และฟืนได้ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.7-1

ตารางที่ 2.7-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้วิจัย
การผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกหุ่นที่เหลือทิ้งและเพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียน ผลการวิเคราะห์ทางด้านสมรรถนะทางความร้อน สรุปได้ว่าถ่านอัดแห้งจากเปลือกหุ่นที่ทางกลุ่มผลิตได้มีค่าความร้อนที่ 6,134 แคลอรีต่อกรัม สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มีปริมาณถ้าร้อยละ 6.2 โดยน้ำหนัก ซึ่งในด้านสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง 238/2547)	นริศ ชุดสว่าง (2556)	
พลังงานเชื้อเพลิงอัดแห้งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงอัดแห้ง พบร่ว่าเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถนำมาย่างไฟเผาแบบโถเตาเผาแบบอุณหภูมิสูง และเตาเผาแผ่นเหล็กได้ถ่านเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์คงรูปร่างลักษณะเดิมนำมาเข้าเครื่องบดละเอียดได้เป็นผงถ่าน ผสมผงถ่านกับแป้งมัน ในอัตราส่วน 5:1 (โดยละลายแป้งมันในน้ำร้อน 1 ลิตร จะเป็นกาวแป้งเปียก) นำมาเข้าเครื่องอัดแห้งด้วยเครื่องอัดมือ ได้แห้งเชื้อเพลิงคงรูปไม่แตกหักเมื่อนำนำไปตากแดดจนแห้งสนิท และนำมาทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงพบว่าเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงอัดแห้งได้ แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้ธรรมชาติ	สังเวย เสา gwihar , วันดี มาตสติ และ นิภาพร ปัญญา (2553)

ตารางที่ 2.7-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้วิจัย
การผลิตถ่านอัดแท่งจากกระ吝ามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง	ผู้วิจัยได้ทำการทดลองนำวัสดุหั้ง 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 พุทธิสกุล (2553)
ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด	ผลการทดสอบศักยภาพด้านพลังงาน พบว่า มีค่าความร้อนเท่ากับ 5,920 แคลอรีต่อกิโลกรัม มีอัตราการเผาไหม้ร้อยละ 11.80 กรัมต่ำบخارที่ 1 ไรมานั่น ค่ารับอนเสถียรร้อยละ 61.7 ปริมาณถ้าร้อยละ 7 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิง อัดแท่งจากเปลือกมังคุด สามารถใช้งานหุ่งต้มได้ดี ไม่มีการแตกบะทุ ติดไฟได้ดี ให้มีเขม่า ไม่มีควัน และไม่มีกลิ่นรบกวนขณะใช้งาน	สังเวย เสวกвиหาร (2555)

ตารางที่ 2.7-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้วิจัย
ถ่านอัดแห่งจากเปลือกมะขาม	การผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกมะขามและทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแห่งจากเปลือกมะขามเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด โดยเริ่มจากการนำเปลือกมะขามซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะขามมาเผาด้วยกระบวนการคราร์บอนในเชื้นให้กลایเป็นถ่านนำมาทำการ บดย่อย แล้วนำไปผสมกับตัวประสานในอัตราส่วนถ่าน:แป้งมันสำปะหลัง:น้ำ ทั้งสิ้น 3 อัตราส่วน คือ 1:1:0.75, 2:1:0.50 และ 3:1:0.25 นำไปขีนรูปให้เป็นแท่งด้วยวิธีการอัดเย็น จากนั้นผู้วิจัยได้นำถ่านอัดแห่งจากเปลือกมะขามทั้ง 3 อัตราส่วนไปทำการทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแห่งจากเปลือกมะขามที่มี คุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุด คือ อัตราส่วน 2:1:0.50 โดยน้ำหนัก มีความร้อน 5,730 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณความชื้นร้อยละ 6.1 ค่าดัชนีการแตกร่วน 0.97 และประสิทธิภาพการใช้งานสามารถให้ความร้อนได้ระยะเวลา 440 นาที	หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ (2561)

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า มีวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม การเกษตรและครัวเรือน เช่น เปลือกทุเรียน เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ กระ廉มะพร้าว เหล้ามันสำปะหลัง เปลือกมังคุด และเปลือกมะขามสามารถนำมาเป็นพลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกที่สามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงใช้ในครัวเรือนแทนการใช้ถ่านไม้และฟืนได้ กระบวนการผลิตไม้ไชสารเคมีจึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างดี โดยการนำวัสดุไปเผาในเตาเผาถ่านผสมกับตัวประสานขีนรูปผลิตเป็นถ่านอัดแห่ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์และเพิ่มนูลค่าให้แก่วัสดุ ช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยและช่วยในการลดปัญหาการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาทำไม้ฟืนและถ่านไม้

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด มีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 3.1-1



ภาพที่ 3.1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยใช้จุกสับประดิษฐ์ในการผลิตถ่านอัดแห่ง เพื่อนำมาทดสอบสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดิษฐ์

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

จุกสับประดิษฐ์ ได้รับความอนุเคราะห์จากร้านขายผลไม้ในพื้นที่ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

3.2.2 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

- 1) สถานที่เผาถ่านและอัดแห่งถ่านจากจุกสับประดิษฐ์ ณ ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน หมู่ที่ 5 ตำบลท่าข้าม อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
- 2) สถานที่ทดสอบสมบัติของถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดิษฐ์ ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการเคมี ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
- 3) สถานที่ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดิษฐ์ ณ หมู่บ้านผู้การ ถนนกาญจนวนิช ซอย 35 ตำบลเขารูปช้าง อั่งาเมือง จังหวัดสงขลา

3.3 วัตถุประสงค์ วัสดุ และอุปกรณ์

3.3.1 วัตถุประสงค์

- 1) จุกสับประดิษฐ์
- 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) ถุงมีกันความร้อน

- 8) หม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 22
- 9) เตาอิงเล่
- 10) กระสอบใส่จุกสับปะรด
- 11) เทอร์โมมิเตอร์
- 12) แท่งแก้ว
- 13) ถ้วย crucible

3.3.3 อุปกรณ์

- 1) ตู้อบ (hot air oven) รุ่น D-91126 Schwabach ยี่ห้อ Memmert
- 2) เตาเผา (furnace) รุ่น RWF1100 ยี่ห้อ CARBOLITE
- 3) เครื่องบอมบ์แคลริเมตเตอร์ (bomb calorimeter) รุ่น C5000 ยี่ห้อ IKA
- 4) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (analytical balance) รุ่น AL204 ยี่ห้อ METTLER
- 5) โดดความชื้น (desiccators)
- 6) เครื่องอัดแท่งถ่าน (ใช้แรงคน)

3.4 วิธีการวิเคราะห์

การศึกษานี้ประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่ง การทดสอบค่าความร้อนก่อนนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง การเตรียมอัตราส่วน เพื่อผลิตถ่านอัดแท่ง การผลิตถ่านอัดแท่ง การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่ง การทดสอบการบีบและการตอก กระแทกของถ่านอัดแท่ง การทดสอบสมบัติถ่านอัดแท่ง การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่าน อัดแท่ง

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่ง

1) การเตรียมจุกสับปะรด เก็บรวมจุกสับปะรดที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง จากร้านขาย ผลไม้ในพื้นที่ตำบลเขารูปซ้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา นำมาตากแดดให้แห้งสนิทประมาณ 2-3 สัปดาห์

2) การเผาจุกสับปะรดให้เป็นถ่าน นำจุกสับปะรดที่ตากแดดแห้งสนิทเรียงลงในเตาเผา ถ่านถังน้ำมัน 200 ลิตร จากนั้นจุดเชื้อเพลิงหน้าเตาประมาณ 2 ชั่วโมง ทำการปิดหน้าเตาให้เหลือ 1 ใน 4 แล้วทำการเผาจุกสับปะรดต่อ 2.30 ชั่วโมง หลังจากนั้นให้สังเกตสีของควัน ถ้าสีค่อนข้างใสให้ทำการปิดปล่องควันและหน้าเตา และทิ้งให้เตาเย็นตัวลงใช้เวลาประมาณ 1 คืน ทำการเก็บถ่านจุก สับปะรด

3) การเตรียมผงถ่าน นำถ่านจุกสับประดิษฐ์ที่ได้จากการเผา มาบดด้วยกรงร่องดูดเป็นผงถ่าน จากนั้นนำผงถ่านมาร่อนผ่านตะแกรงร่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร

4) การคิดผลผลิตร้อยละ ผงถ่านจุกสับประดิษฐ์ที่ร่องผ่านตะแกรงร่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตรต่อมวลจุกสับประดิษฐ์ของร้อยละ

5) การเตรียมตัวประสาน โดยเตรียมแป้งมันสำปะหลังและน้ำในสัดส่วน แป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร มาให้ความร้อนและการจนเมล็ดขณะเหนียวข้นเป็นการแป้งเบิก (สุดาไว หลังจากน้ำย่าง และสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

3.4.2 การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบก่อนนำมาผลิตถ่านอัดแห้ง

ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแห้ง ได้แก่ ผงถ่านจุกสับประดิษฐ์ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก และแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานโดยทำการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบทั้งสองตามมาตรฐาน ASTM 5865 (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553) โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

1) บดตัวอย่างเชือเพลิงจนละเอียดและต้องไม่มีความชื้น นำไปปั่นน้ำหนักด้วยเครื่องปั่นชั่งดิจิตอลประมาณ 1 กรัม โดยใช้กระดาษซองรับตัวอย่าง

2) นำตัวอย่างมาอัดเป็นเม็ดโดยใช้เครื่องอัดเม็ด (pellet press) และชั่งน้ำหนัก

3) นำตัวอย่างใส่ลงในบอมบ์ โดยวางบนถ้วยบรรจุเชือเพลิงและติดตั้งลวดสำหรับจุดระเบิด โดยการติดตั้งลวดจุดระเบิดนั้นต้องให้ลวดสัมผัสด้วยตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

4) เปิดสวิตซ์เครื่องบอมบ์แคлотอร์มิเตอร์ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที ก่อนการทดสอบตัวอย่าง เพื่อให้อุณหภูมิคงที่ตามที่ได้ตั้งค่าไว้

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

3.4.3 การเตรียมอัตราส่วนเพื่อผลิตถ่านอัดแห้ง

นำผงถ่านจุกสับประดิษฐ์สมกับตัวประสานที่เตรียมไว้ในข้อที่ 3.4.1 มาผสมตามอัตราส่วนต่างๆ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.4-1 โดยการผสมด้วยมือ (สุ่วeda หลังจากน้ำย่าง และสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

ตารางที่ 3.4-1 อัตราส่วนผงถ่านจุกสับประดต่อการแป้งเบียก

ตัวอย่าง	อัตราส่วน	ผงถ่านจุกสับประดต (กิโลกรัม)	การแป้งเบียก (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 การผลิตถ่านอัดแห้ง

นำผงถ่านจุกสับประดตกับการแป้งเบียกที่เตรียมไว้ด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ ในข้อที่ 3.4.3 ไปอัดแห้งโดยเครื่องอัดแห้งถ่านอัดแห้ง (ใช้แรงคน) ซึ่งถ่านอัดแห้งที่ได้จะมีรูปทรงกรอบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4.5 เซนติเมตร ความสูงประมาณ 8 เซนติเมตร และมีรูตรงกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร นำถ่านอัดแห้งที่ได้ไปตากแดดเพื่อลดความชื้น นำก้อนถ่านมาตากแดดประมาณ 2 สัปดาห์ จนก้อนถ่านแห้งสนิท จากนั้นเก็บใส่ถุงพลาสติกมัดปิด严紧ให้แน่น

การตรวจสอบความชื้นของถ่านอัดแห้งที่ผลิตได้อย่างง่าย โดยการนำถุงพลาสติกมาห่อแห้งถ่านเอาไว้และปิดให้สนิทนำไปตากแดดทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง สังเกตใจน้ำที่ถุงพลาสติกถ้ามีน้ำอยู่แสดงว่าถ่านอัดแห้งยังมีความชื้นสูงควรนำไปตากแดดต่อ (ราธินี มหาศนันท์, 2548)

3.4.5 การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแห้ง

ให้ซักตัวอย่างโดยวิธีการสุมเลือกถ่านอัดแห้งจากจุกสับประดตที่ผลิตได้ในรุ่นเดียวกันเพื่อนำมาตรวจสอบ รูปทรง ขนาด และสี โดยการตรวจพินิจ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

3.4.6 การทดสอบการบีบและการตอกกระแทกของถ่านอัดแห้ง

การทดสอบการบีบและการตอกกระแทกเป็นการทดสอบเพื่อความสามารถของถ่านอัดแห้งจากจุกสับประดตในการคงรูปเป็นแท่งและความแกร่งของถ่าน โดยมีรายละเอียดวิธีการทดสอบ (สุ่วeda หลังจากน้ำยา และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธ, 2560) ดังนี้

- 1) การทดสอบการบีบ ทำได้โดยการใช้มือบีบก้อนถ่านอัดแห้ง เพื่อดูว่าก้อนถ่านที่ทดสอบเกิดการแตกหักขึ้นหรือยังคงรูปเดิม

2) การตอกกระแทก ทำได้โดยการปล่อยถ่านอัดแท่งที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เพื่อดูว่าถ่านถ่านอัดแท่งที่ปล่อยลงมานีการแตกหักหรือคงรูปเดิมของถ่านจากนั้นเลือกถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสม (ยังคงรูปเดิมไม่แตกหัก) เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดและประสิทธิภาพการใช้งานต่อไป

3.4.7 การทดสอบสมบัติถ่านอัดแท่ง

การทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด โดยการนำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด มาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร และนำไปทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่ง ประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

1) หาปริมาณความชื้น (Moisture) ASTM D 3173

1.1) วิธีการทดสอบ

- นำถ้วย (crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาทีที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส และนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโคลด์ความชื้น (desiccators) 15 นาที จึงนำไปซึ่งน้ำหนัก
- ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จำนวนน้ำหนักซึ่งน้ำหนัก (W_1)
- นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมง และนำไปทำให้เย็นในโคลด์ความชื้น (desiccators) 20 นาทีจึงนำไปซึ่งน้ำหนัก (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 พร้อมไฟที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียสประมาณ 30 นาที และนำไปทำให้เย็นโดยใส่ใน โคลด์ความชื้น (desiccators) 15 นาทีจึงนำไปซึ่งน้ำหนัก (W_5)

- ซึ่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ลงใน crucible และปิดฝา

- นำไปส่องไฟ 7-10 นาทีแล้วปล่อยไว้ในเตา 7 นาที

- นำออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นใน โคลด์ความชื้น (desiccators) 30 นาที

แล้วนำไปซึ่งน้ำหนัก (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) หาปริมาณถ้า (Ash) ASTM D 3174

3.1) วิธีการทดสอบ

- นำถ้วย (crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาทีที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เล็วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโคลด์ความชื้น (desiccators) 15 นาทีจึงนำไปซึ่งน้ำหนัก 74
- ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปซึ่งน้ำหนัก (W_3)
- นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโคลด์ความชื้น (desiccators) 20 นาทีจึงนำไปซึ่งน้ำหนัก (W_4)

3.2) สูตรการคำนวณ

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

M = ร้อยละของปริมาณถ้า

W_3 = น้ำหนักถ้วยและถ้าของตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W_4 = น้ำหนักถ้วย (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

4) การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) ASTM D 3172

สูตรการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของคาร์บอนคงตัว} = 100 - (\text{ร้อยละของปริมาณความชื้น}) - (\text{ร้อยละของปริมาณสารระเหย}) - (\text{ร้อยละของปริมาณถ้า})$$

5) การหาค่าความร้อน (Heating Value) ASTM D 5865

โดยมีขั้นตอนการทดสอบเหมือนขั้นตอนที่ 3.4.2

3.4.8 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่ง

ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากจุกสับประด นำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากจุกสับประดที่ตากแดดจนแห้งสนิท มาศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม โดยทดสอบการต้มน้ำ ซึ่งใช้หม้อต้มน้ำอะลูมิเนียมเบอร์ 20 พร้อมฝา กับเตาหุงต้มใช้น้ำ 1,500 กรัม (ปริมาตรของน้ำประมาณ 3 ใน 4 ของปริมาณความจุของหม้อ) และน้ำหนักเชื้อเพลิงอัดแท่งจากจุกสับประด 500 กรัม สังเกตการณ์แตกปะทุของเชื้อเพลิง ปริมาณควันของเชื้อเพลิงขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด แล้วบันทึกเวลาที่ใช้เพื่อรวมทั้งเปิดฝาหม้อ จากนั้นปล่อยให้น้ำเดือดต่อไปอีก 30 นาที

ในส่วนการคำนวณห่างงานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งตามสมการที่ (1), (2) และ (3) (จิระพงษ์ คุหาภรณ์, 2550)

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

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

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

เมื่อ	Hu	= ประสิทธิภาพการใช้งาน (ร้อยละ)
	M	= น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)
	M_1	= น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)
	M_f	= น้ำหนักเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกถั่วถิสง)
	M_k	= น้ำหนักเชื้อไฟ (เศษไม้ กิ่งไม้แห้ง)
	C_p	= ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรีต่อกิโลกรัม
	T_1	= อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)
	T_2	= อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)
	L	= ความร้อนแห้งของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรีต่อกิโลกรัม
	H_1	= ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกถั่วถิสง)
	H_2	= ค่าความร้อนของเชื้อไฟซึ่งมีค่า 4280 แคลอรีต่อกิโลกรัม

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนในการนำเสนอผลการศึกษาสมบัติและประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่ง

3.5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การศึกษาต้นทุนผลิตเบื้องต้นของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด ซึ่งวิเคราะห์การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการผลิต และต้นทุนดำเนินการ มาใช้ในการสรุปผลการศึกษาและเปรียบเทียบราคา กับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ที่ขายตามห้องตลาด



บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด โดยใช้การแบ่งเปียกเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วนระหว่างผงถ่านจุกสับปะรดต่อการแบ่งเปียก 5 อัตราส่วน คือ 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด จากนั้นนำถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรดมาทดสอบลักษณะทั่วไป การบีบและการตอกกระแทก การทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรดกับถ่านอัดแห่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) และวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

4.1 การผลิตถ่านจุกสับปะรด

การศึกษาการผลิตถ่านจากจุกสับปะรด โดยนำมาเผาด้วยถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร โดยใช้ระยะเวลาในการเผาเฉลี่ย 4 ชั่วโมง 30 นาที จำนวน 4 ครั้ง พบร่วมมวลจุกสับปะรด 28 กิโลกรัม นำไปเผาเป็นถ่านได้มวลถ่านจุกสับปะรด 4.5 กิโลกรัม นำถ่านจุกสับปะรดไปปูดและร่อนผ่านตะแกรงร่องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ได้ผงถ่านจุกสับปะรด 3.78 กิโลกรัม ซึ่งในกระบวนการผลิตถ่านจากจุกสับปะรดได้ผลผลิตร้อยละ 13.85 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 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
ผงถ่านจุกสับปะรดที่ร่อนผ่านตะแกรงร่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 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 การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบ

จากการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบ โดยทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 3286 พบว่าผลถ่านจุกสับปะรดมีค่าความร้อนสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง คือ มีค่าความร้อน 5,445.00 แคลอรี่ต่อกิรัม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความร้อนกับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตถ่านอัดแท่งจากงานวิจัยอื่น พบว่าผลถ่านจุกสับปะรดมีค่าความร้อนสูงกว่าผลถ่านชานอ้อย ผลถ่านเหง้ามันสำปะหลัง และมีค่าความร้อนต่ำกว่า ผลถ่านเปลือกสับปะรด และผลถ่านกะลามะพร้าว รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2-1

ตารางที่ 4.2-1 ผลการทดสอบค่าความร้อนของผงวัตถุดิบ

รายละเอียดสมบัติ	ผงถ่านจุกสับปะรด*	ผงแป้งมันสำปะหลัง*	ผงถ่านชานอ้อย	ผงถ่านเหง้ามันสำปะหลัง	ผงถ่านเปลือกสับปะรด	ผงถ่านกะลามะพร้าว
ค่าความร้อน (แคลอรี่ต่อกิรัม)	5,445.00	3,600.60	3,172.00	4,307.90	5,645.80	7,159.60
อ้างอิง	-	ประลอง ดำรงไทย (2540)	รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล (2533)	สุวดา หลังยา หน่าย และ เสาวลักษณ์ ลิ่มศรี พุทธิ (2560)	รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล (2533)	

หมายเหตุ: * หมายถึง ค่าความร้อนของผงถ่านจุกสับปะรดและแป้งมันสำปะหลัง เป็นค่าที่ได้จากการศึกษางานวิจัยนี้

4.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

4.3.1 การผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

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

อัดเย็น ถ่านอัดแห่งที่ผลิตได้มีรูปทรงกรวยบอก และมีรูตรองกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่าถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดสามารถขึ้นรูปได้ทุก อัตราส่วน โดยมีจำนวนถ่านอัดแห่ง 8-15 ก้อน น้ำหนักก้อนตากแฉะ 88-140 กรัม เมื่อนำไปตากแดด มีน้ำหนัก 85-116 กรัม รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.3-1

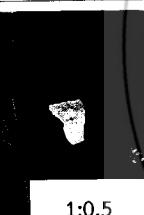
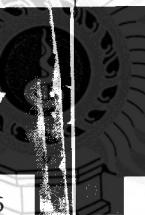
ตารางที่ 4.3-1 ผลการผลิตถ่านอัดแห่งจากจุกสับประด

ถ่านจุกสับประด:ภาวะแป้งเปียก (กิโลกรัม:ลิตร)	จำนวนก้อนถ่าน อัดแห่ง (ก้อน)	น้ำหนักก้อนถ่าน ก้อนตาก (กรัม)	น้ำหนักก้อนถ่าน หลังตาก (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 ผลการทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านจุกสับประด

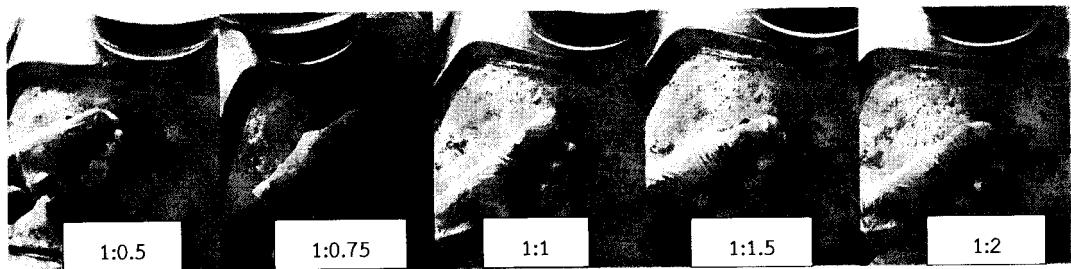
นำถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดทั้ง 5 อัตราส่วน (ผงถ่านจุกสับประดต่อภาวะแป้งเปียก อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2) มาทดสอบลักษณะทั่วไป ได้แก่ รูปทรง ขนาด และสี โดยการตรวจสอบด้วยสายตา พบว่าลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแห่งจากจุกสับประด อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75 และ 1:1 มีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน และสีดำสม่ำเสมอ กัน ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห่ง 238/2547 ที่กำหนดไว้ว่าลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแห่งต้องมีรูปทรง เดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน และสีดำสม่ำเสมอ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ส่วนอัตราส่วน 1:1.5 และ 1:2 มีสีดำสม่ำเสมอ กัน แต่มีรูปร่างและขนาดเล็กกว่าปกติ ดังนั้นจึงเลือก ถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดอัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75 และ 1:1 มาทดสอบการบีบและการตกลงกระแทก รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.3-2

ตารางที่ 4.3-2 ผลการทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดจากจุกสับปะรด

การทดสอบ	ถ่านอัดแท่ง จากจุก สับปะรด อัตราส่วน 1:0.5	ถ่านอัดแท่ง จากจุก สับปะรด อัตราส่วน 1:0.75	ถ่านอัดแท่ง จากจุก สับปะรด อัตราส่วน 1:1	ถ่านอัดแท่ง จากจุก สับปะรด อัตราส่วน 1:1.5	ถ่านอัดแท่ง จากจุก สับปะรด อัตราส่วน 1:2
รูปทรง	รูปทรง เดียวกัน	รูปทรง เดียวกัน	รูปทรง เดียวกัน	รูปทรงต่างกัน	รูปทรง ต่างกัน
ขนาด	ขนาด ใกล้เคียงกัน	ขนาด ใกล้เคียงกัน	ขนาด ใกล้เคียงกัน	ขนาดต่างกัน	ขนาดต่างกัน
สี	สีดำสม่ำเสมอ	สีดำสม่ำเสมอ	สีดำสม่ำเสมอ	สีดำสม่ำเสมอ	สีดำ สม่ำเสมอ
รูปถ่าน					
	1:0.5	1:0.75	1:1	1:1.5	1:2

4.3.3 ผลทดสอบการบีบและการตกระแทกของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด

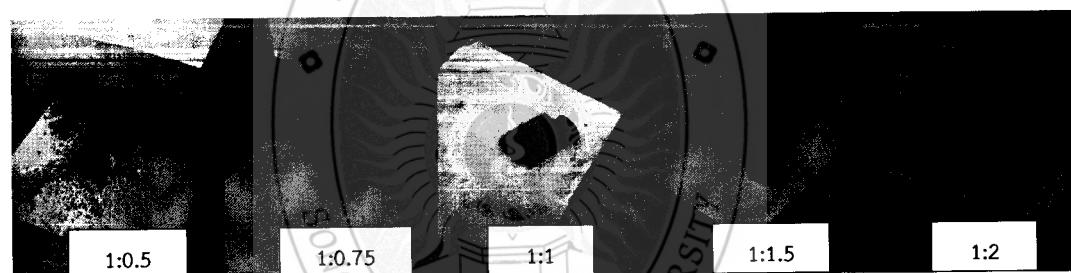
นำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 มาทดสอบการบีบและการตกระแทกที่ระดับความสูง 50 และ 100 เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่าถ่านอัดแท่งจาก จุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 ผ่านการทดสอบการบีบและการตกระแทกที่ระดับความสูง 50 และ 100 เซนติเมตร เนื่องจากไม่เกิดการแตกหักและยังคงรูปเดิม ส่วนถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:0.5 และ 1:0.75 เกิดการแตกหัก อัตราส่วน 1:1.5 และ 1:2 มีรูปทรงและขนาดเล็กกว่าปกติ รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.3-1 และตารางที่ 4.3-3 ดังนี้จึงเลือกถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ไปทดสอบสมบัติต้านเชื้อเพลิงต่อไป



ภาพ (ก) ผลการทดสอบการบีบถ่านจุกสับปะรด



ภาพ (ข) ผลการทดสอบการตอกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร



ภาพ (ค) ผลการทดสอบการตอกกระแทกที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ภาพที่ 4.3-1 ผลการทดสอบการบีบและการตอกกระแทกของถ่านจุกสับปะรด

ตารางที่ 4.3-3 ผลการทดสอบการบีบและการตอกกระแทกของถ่านจุกสับปะรด

ผงถ่านจุกสับปะรด: การแป้งเปียก	การใช้มือบีบ	การตอกกระแทกที่ระดับ ความสูง 50 เซนติเมตร	การตอกกระแทกที่ระดับ ความสูง 100 เซนติเมตร
1.0:0.5	✗	✗	✗
1.0:0.75	✗	✗	✗
1.0:1.0	✓	✓	✓

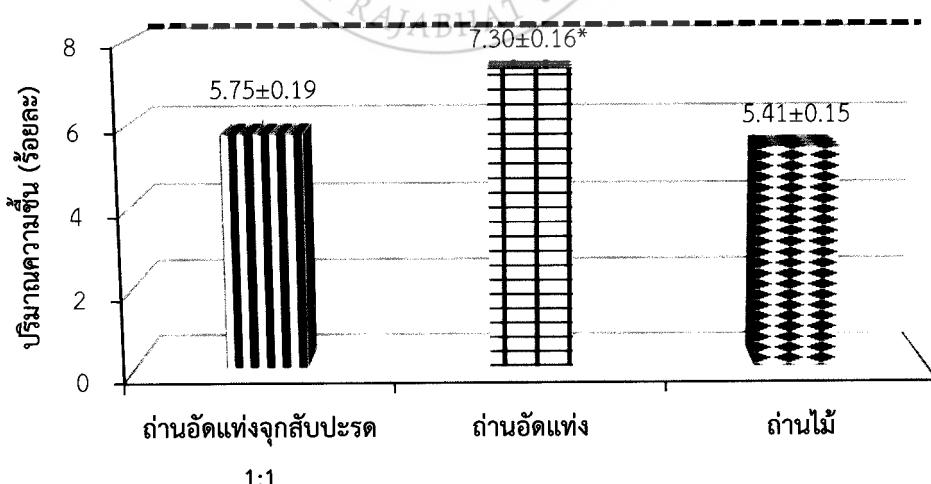
หมายเหตุ: ✓ ผ่านการทดสอบ และ ✗ ไม่ผ่านการทดสอบ

4.4 สมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด

จากการนำถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 มาทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง วิธีการตามมาตรฐาน ASTM D 3173, D 3175, D 3174, D 3172 และ D 5665 ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเหล้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว และค่าความร้อน ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.4.1 ปริมาณความชื้น

ผลการศึกษาปริมาณความชื้นของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแห้ง และถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.75 ± 0.19 , 7.30 ± 0.16 และ 5.41 ± 0.15 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแห้ง และถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t-test พบร่วมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับถ่านอัดแห้ง (ซึ่งจากตลาด) รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก จะและเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง 238/2547 ที่กำหนดให้ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 พบร่วมกับถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแห้ง และถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง 238/2547 ซึ่งปริมาณความชื้นในถ่านอัดแห้งเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เพราะมีผลต่อค่าความร้อนของถ่านอัดแห้ง หากถ่านอัดแห้งมีปริมาณความชื้นที่สูงค่าความร้อนของถ่านจะลดลง (ศิริชัย ต่อสกุล และคณะ, 2555) รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.4-1



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

----- 1:1

หมายถึง ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง 238/2547 ที่กำหนดให้ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8

4.4.2 ปริมาณสารระเหย

ผลการศึกษาปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแห้ง และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 24.43 ± 0.38 , 51.16 ± 0.25 และ 55.26 ± 0.26 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแห้ง และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t-test พบร่วมถ่านทุกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก จ ซึ่งปริมาณสารระเหยสูงจะมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน และการลูกติดไฟของถ่าน ถ้าถ่านมีปริมาณสารระเหยสูงจะลูกติดไฟได้เร็ว แต่จะติดไฟได้ไม่นาน ถ่านจะมอดเร็ว ทำให้สีนเปลืองถ่าน (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2552) รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.4-2

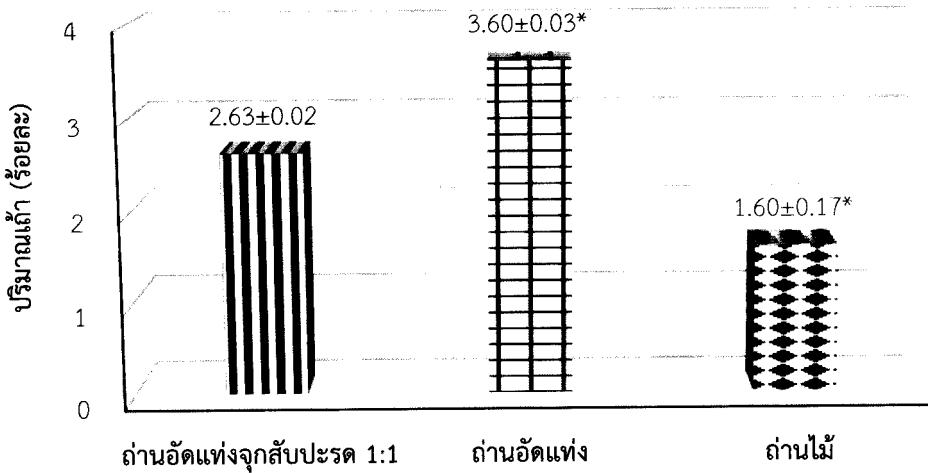


หมายเหตุ: * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$) กับถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด 1:1

ภาพที่ 4.4-2 ปริมาณสารระเหยของถ่าน

4.4.3 ปริมาณถ้า

ผลการศึกษาปริมาณถ้าของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแห้ง และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 2.63 ± 0.02 , 3.60 ± 0.03 และ 1.60 ± 0.17 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณถ้าของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแห้ง และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t-test พบร่วมถ่านทุกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก จ ซึ่งถ่านที่มีปริมาณถ้ามากจะมีค่าความร้อนต่ำ ทำให้ความสามารถในการเป็นเชื้อเพลิงต่ำ และต้องมีการกำจัดถ้าที่เกิดขึ้น (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553) ปริมาณถ้าน้อยจะบอกรถึงการเผาไหม้ที่ดี ทำให้ค่าความร้อนสูงขึ้น (ศุภลักษณ์ 野心อย และคณะ, 2557) รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.4-3

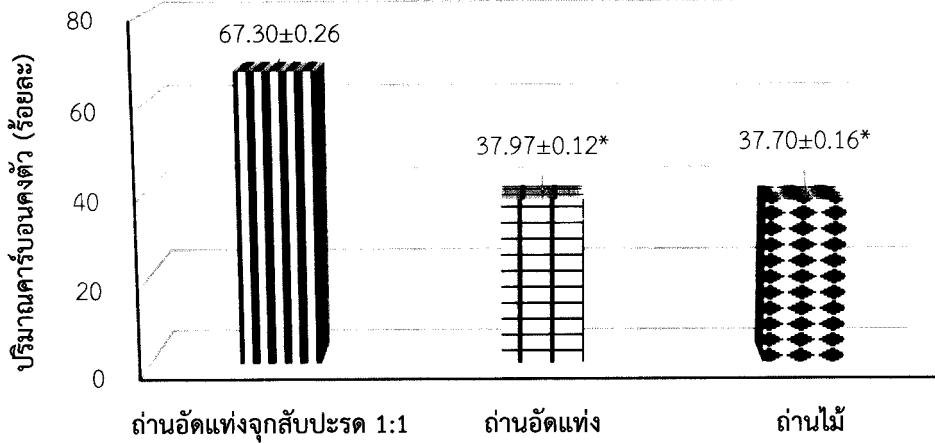


หมายเหตุ: * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($P<0.05$) กับถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1

ภาพที่ 4.4-3 ปริมาณเดักษ์ของถ่าน

4.4.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว

ผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ชี้อจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 67.30 ± 0.26 37.97 ± 0.12 และ 37.70 ± 0.16 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ชี้อจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t test พบร่วมถ่านทุกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก จ ซึ่งถ่านที่ดีควรมีคาร์บอนคงตัวสูง เนื่องจากจะติดไฟได้นานกว่าถ่านที่มีคาร์บอนคงตัวต่ำ จึงสินเปลือยถ่านน้อยกว่า (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553) ปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจะสอดคล้องกับค่าความร้อนสูง (เอกลักษณ์ กิติภัทร และคณะ, 2556) รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.4-4

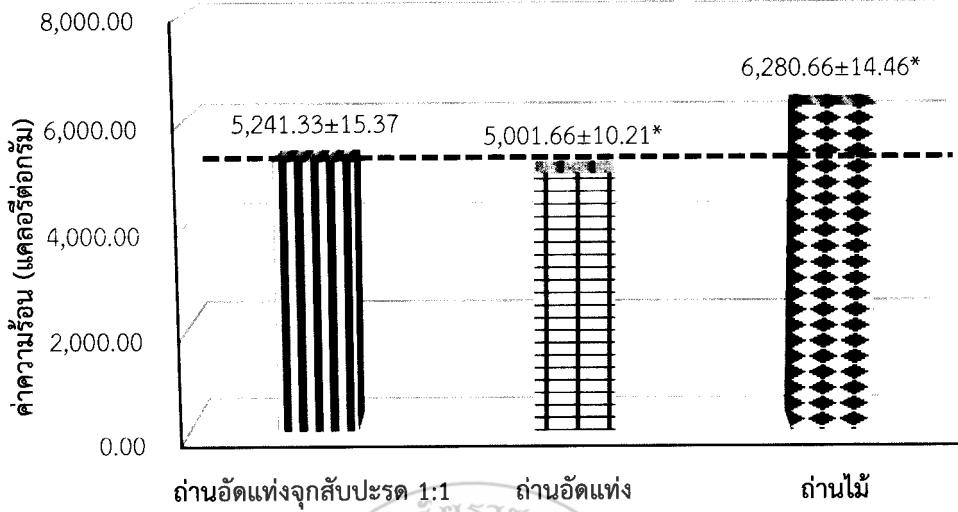


หมายเหตุ: * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) กับถ่านอัดแท่งจากจุกสับประด 1:1

ภาพที่ 4.4-4 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่าน

4.4.5 ค่าความร้อน

ผลการศึกษาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากจุกสับประด 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) มีค่าเท่ากับร้อยละ $5,241.33 \pm 15.37$, $5,001.66 \pm 10.21$ และ $6,280.66 \pm 14.46$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากจุกสับประด อัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) ด้วยสถิติแบบ Paired sample t-test พบว่าถ่านทุกประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก จ และเมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ที่กำหนดให้ค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกิโลกรัม พบว่าถ่านทุกประเภท ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่ามีคุณภาพที่ดี (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553) รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.4-5



หมายเหตุ: * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) กับถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1
 —— หมายถึง ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ที่กำหนดให้ค่าความรักorption ไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม

ภาพที่ 4.4-5 ค่าความร้อนของถ่าน

จากการทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด) พบร้าถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 มีปริมาณความชื้นปริมาณเล็ก และค่าความร้อนมีค่าน้อยกว่าถ่านอัดแท่ง (ซึ่งจากตลาด) แต่มากกว่าถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด) ส่วนปริมาณสารระเหย และปริมาณคาร์บอนคงตัว ถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 มีค่ามากกว่าถ่านอัดแท่ง (ซึ่งจากตลาด) แต่น้อยกว่าถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 พบร้าถ่านทุกประเภทผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งปริมาณความชื้นและค่าความร้อน แต่เมื่อสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่ห้าโลเกียอมรับ พบร้าเกือบทุกค่าไม่ผ่านเกณฑ์ มาตรฐาน ยกเว้นปริมาณเล็ก รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.4-1 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าถ่านอัดแท่งจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปผลิตเชิงพาณิชย์เพื่อใช้เป็นถ่านอัดแท่ง

ตารางที่ 4.4-1 การเปรียบเทียบสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแห้ง

วัสดุ	ปริมาณ ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณสาร ระเหย (ร้อยละ)	ปริมาณ เก้า (ร้อยละ)	ปริมาณ คาร์บอน คงตัว (ร้อยละ)	ค่าความ ร้อน (แคลอรีต่อ กรัม)	ข้างอิง
ถ่านอัดแห้งจาก จุกสับปะรด 1:1	5.75	24.43	2.63	67.30	5,241.33	งานวิจัยนี้
ถ่านอัดแห้ง (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
มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแห้ง 238/2547	ไม่เกิน 8				ไม่น้อยกว่า 5,000	มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ ชุมชนถ่านอัด แห้ง 238/ 2547
ค่ามาตรฐานของ ถ่านอัดแห้งที่หัว โลภยอมรับ	ไม่เกิน 3	ไม่เกิน 24	ไม่เกิน 3	ไม่ต่ำกว่า 70	-	บริษัท ราย ร่วมกัน จำกัด (2547)

4.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด กับถ่านอัดแห้งและ ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 ถ่านอัด
แห้ง และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) โดยการนำมาจุดไฟและตรวจสอบด้วยสายตา พบร้าถ่านอัดแห้งจาก
จุกสับปะรด และถ่านอัดแห้ง (ซื้อจากตลาด) ไม่มีการแตกประทุ ติดไฟดี ไม่มีควัน ไม่มีเขม่า และไม่มี
กลิ่น แต่ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) เกิดการแตกประทุ ติดไฟดี มีควัน มีเขม่า และมีกลิ่น ดังนั้นถ่านอัด
แห้งจากจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแห้ง (ซื้อจากตลาด) มีประสิทธิภาพการใช้งานโดย
การทดสอบดีกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.5-1 และตารางที่ 4.5-1



ภาพที่ 4.5-1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้ (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	ถ่านอัดแท่ง จากจุก สับปะรด 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซึ่งจาก ตลาด)	ถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด)
น้ำหนักน้ำเริมต้น (กรัม)	1,500	1,500	1,500
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)	791.31	822.23	800.77
น้ำหนักที่เหลืออยู่ (กรัม)	708.69	677.77	699.23
น้ำหนักเชือเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)	500	500	500
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด (นาที)	16.60	15.20	14.80
ระยะเวลาที่ใช้ทิ้งหมด (นาที)	48	57	50
อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)	31	30	31
อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)	92	87	97
ค่าความร้อนจากการสันดาป (แคลอรีต่อกรัม)	4,280	4,280	4,280
ราบที่ทำได้	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 (ซึ่งจากตลาด) มาทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน โดยนำถ่านอัดแท่ง 500 กรัม ไปต้มน้ำ 1,500 กรัม ในหม้ออะลูมิเนียมเบอร์ 20 พบร้าถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดมีประสิทธิภาพการใช้งานร้อยละ 19.75 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด) ร้อยละ 16.89 แต่ต่ำกว่าถ่านอัดแท่งไม้ (ซึ่งจากตลาด) ร้อยละ 21.12

ดังนั้นจุกสับปะรดสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ โดยอัตราส่วน 1:1 เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุดเนื่องจากกลักษณะทั่วไป มีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่แตกหักของก้อนถ่าน ปริมาณความชื้น และค่าความร้อน ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์มุชชนถ่านอัดแท่ง 238/2547 ทั้งยังมีประสิทธิภาพการใช้งานดีกว่าถ่านไม้ (ซึ่งจากตลาด) เนื่องจากไม่มีการแตกประทุ ไม่มีควัน ไม่มีเขม่า ไม่มีกลิ่น เพราะฉะนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะนำถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 มาเป็นเชือเพลิงแทนถ่านไม้

4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด จะพิจารณาต้นทุนค่าดำเนินการ และค่าวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งจะคำนวณที่อัตราส่วนผงถ่านจุกสับปะรดต่อการแป้งเปี๊ยกอัตราส่วน 1:1 (ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด) จำนวนก้อนถ่าน 10 ก้อน น้ำหนักถ่านอัดแห้ง 0.89 กิโลกรัม มีค่ากลางมาร์จิ้น 6 บาท ค่าแป้งมันสำปะหลัง 4 บาท ค่าเผาถ่านและขันรูปถ่าน 50 บาท รวมมีต้นทุนการผลิตเบื้องต้น 60 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.6-1 ดังนั้นเมื่อต้องการผลิตถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรดปริมาณ 1 กิโลกรัม จะมีต้นทุนการผลิตเบื้องต้น สูง 67 บาทต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4.6-1 ต้นทุนเบื้องต้นการผลิตถ่านจุกสับปะรดต่อ 0.89 กิโลกรัม

รายการ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ปริมาณ ที่ใช้ในการผลิต (กิโลกรัม)	ต้นทุน เบื้องต้น (บาท)
(1) ค่าดำเนินการ			
- ค่าเผาถ่านและขันรูปถ่าน	50		50
(2) ค่าวัตถุดิบ			
- จุกสับปะรด	-	-	-
- กลางมาร์จิ้น (ใช้เป็นเชื้อเพลิง สำหรับเผาถ่าน)	2	3	6
- แป้งมันสำปะหลัง	20	0.2	4
ราคารับรวม	$(1) + (2) = 50 + 10 = 60$ บาท		

หมายเหตุ: จุกสับปะรดได้รับความอนุเคราะห์จากร้านขายผลไม้

ตารางที่ 4.6-2 ราคาก้อนอัดแห้งจากจุกสับปะรดเปรียบเทียบกับถ่านอัดแห้งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
ต่อ 1 กิโลกรัม

ชนิดของถ่าน	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)
ถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด	67
ถ่านอัดแห้ง (ซื้อจากตลาด)	75
ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	45

จากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นในการผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด พบร่วมกันอัดแท่งจากจุกสับปะรดต่อ 1 กิโลกรัม มีราคาต้นทุนอยู่ที่ 67 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ถ่านอัดแท่ง และถ่านไม้มี (ซื้อจากตลาด) มีราคาอยู่ที่ 75 และ 45 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดมีราคาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) 8 บาท แต่มีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าถ่านไม้มี (ซื้อจากตลาด) 22 บาท ถ้าหากต้องซื้อจุกสับปะรดจะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น แต่หากมีการผลิตเป็นจำนวนมากอาจจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดต่ำลง



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปในการผลิตถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง โดยนำไปผ่านกระบวนการเผา นำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห่งผสมกับตัวประสาน (กาวแป้งเปียก) ทั้งหมด 5 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 ซึ่งขั้นรูปด้วยวิธีการอัดเย็น ถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดสามารถขึ้นรูปได้ทุกอัตราส่วน เมื่อนำมาทดสอบลักษณะทั่วไป (รูปทรง เดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน สีดำสม่ำเสมอ) การบีบและการตอกกระแทก พบว่า ถ่านอัดแห่งจากจุก สับประดอัตราส่วน 1:1 มีลักษณะทั่วไปดีที่สุด และไม่มีการแตกหักจากการทดสอบการบีบและการ ตอกกระแทก จึงนำถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดอัตราส่วน 1:1 มาทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว และค่าความร้อน พบร่ว่าถ่าน อัดแห่งจากจุกสับประดอัตราส่วน 1:1 มีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 5.75 ปริมาณสารระเหยร้อยละ 33.34 % ปริมาณถ้าร้อยละ 2.63 ปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 67.3 และค่าความร้อน 5,241.33 แคลอริตต่อกรัม และผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห่ง 238/2547

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดในอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแห่ง และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) พบว่าถ่านอัดแห่งจากจุกสับประดอัตราส่วน 1:1 มีประสิทธิภาพการใช้งานร้อยละ 19.75 มีการติดไฟที่ดี ไม่เกิดการแตกประทุ ไม่มีควัน ไม่มีไขม่า และ ไม่มีกลิ่น ซึ่งประสิทธิภาพการใช้งานโดยรวมดีกว่าถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) และเมื่อพิจารณาต้นทุนการ ผลิตเบื้องต้นในการผลิตถ่านอัดแห่งจากจุกสับประด พบร่วมต้นทุนต่ำกว่าถ่านอัดแห่ง (ชื้อจากตลาด) 8 บาทต่อกิโลกรัม แต่มีต้นทุนสูงกว่าถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) 22 บาทต่อกิโลกรัม

ดังนั้นสรุปได้ว่า จุกสับประดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถนำมาผลิตเป็นถ่าน อัดแห่งได้เป็นการเพิ่มมูลค่า และลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้ง ลดการตัดไม้ทำลายป่า นอกจากนี้ยังลด ค่าใช้จ่ายจากการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือนได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรนำวัสดุในการทำถ่านอัดแห่งมาตากแคนให้แห้งสนิทก่อนนำไปทำการเผา เพราะวัสดุ มีความชื้นสูงทำให้ใช้เวลาในการเผาเพิ่มขึ้น

2) ถ้านอัดแท่งที่ได้ ต้องหากಡดให้แห้งสนิท เพราะถ้าแห่งถ่านไม่แห้งสนิทจะทำให้ค่าความชื้นสูง ซึ่งจะส่งผลทำให้การติดไฟของเชื้อเพลิงไม่ดี



บรรณานุกรม

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

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2549). “การสำรวจและคาดการณ์ ผลผลิตสับปะรด โดยใช้เทคโนโลยี การสำรวจระยะใกล้และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เอกสารวิชาการเลขที่ 13/09/49 สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. (2538) เทคนิคการให้อาหารโコンม. 20,000. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กานต์ วิรุณพันธ์, ธนารักษ์ สายเปลี่ยน และภาควุฒิ ใจชุมพู. (2560). การผลิตเชื้อเพลิงถ่านอัดแห่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ในการผลิตข้าวหลาม สาขาวิชาระบบทุ่นปลูก คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม มิถุนายน 2560.

คุณกริช ภูเมืองไ Jian, พพกฤต ปัญญาวงศ์ และนิกร สลิอ่อน. (2554). การศึกษาคุณสมบัติของถ่านจากกาแฟ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกวิศวกรรมอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

จักราช ศุขวัฒน์. (2552). สับปะรดหัวymun ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลหัวymun นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรประจำตำบลหัวymun สำนักงานเกษตรอำเภอป่าต 4 ธันวาคม 2552.

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

ธนาพล ตันติสัตย์กุล, გษามาศ สายดา, สุจitra ภูส่งสี และศิวพร เงินเรืองโรจน์. (2558). การศึกษาความเหมาะสมการผลิตเชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

ราринี มหาศนันท์. (2548). การศึกษาการอัดแห่งถ่านเจ้ามันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอัดถ่านแบบแม่แรงไฮดรอลิก. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ราринี มหาศนันท์. (2548). การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแห่งสำหรับการผลิตในระดับครัวเรือน. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบทุ่นปลูก. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- นริศ ชุดสว่าง. (2556). การศึกษาคุณภาพถ่านอัตโนมัติที่เปลี่ยนรูปแบบของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ตำบลเกวียนหัก อำเภอชลุง จังหวัดจันทบุรี. วารสารวิจัยรำไพพรรณี, ฉบับที่ 2, 107-115.

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวงศ์. (2557). การผลิตแห่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร และครัวเรือน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิชาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 6 (ฉบับที่ 11) มกราคม - มิถุนายน 2557, จาก <https://www.tci-thaijo.org>.

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวงศ์. (2557). การผลิตแห่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร และครัวเรือน. บทความวิจัย. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวนิพัทธ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

นิพนธ์ ตันไฟบุญยกุล และธรพร บุศย์น้ำเพชร. (2559). ลักษณะการขึ้นรูปและตัวประสานที่แตกต่าง กันต่อสมบัติของเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผักกาดขาว. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร สาขาวิชาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 3 ฉบับที่ 6 เดือนพฤษภาคม-ธันวาคม 2559.

มนีรัตน์ ปัญญาพงษ์. (2555). ถ่านอัตโนมัติที่เปลี่ยนรูปแบบพลังงาน 9 สิงหาคม 2560. รัฐบุรี <https://www.rmutt.ac.th/content/27156>.

รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล. (2553). “การผลิตถ่านอัตโนมัติแห่งแรกในประเทศไทย” บริษัทฯ จำกัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ศิริชัย ต่อสกุล, กุณฑล ทองศรี และจงกล สุภารัตน. (2555). การพัฒนาถ่านอัตโนมัติที่เปลี่ยนรูปแบบพลังงาน จากการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2555 17-19 ตุลาคม 2555 ชะอำ เพชรบุรี ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ศุภลักษณ์ คำโลย, ทิพย์วรรณ ช่วยทอง และธนศิริ ไชยชนะ. (2557). “สมบัติของถ่านเปลือกหมาก.” วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 17 (3), 72.

ศุภลักษณ์ คำโลย, ทิพย์วรรณ ช่วยทอง และธนศิริ ไชยชนะ. (2557). “สมบัติของถ่านเปลือกหมาก.” โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2559 – 2560 <http://forest.go.th/Content.aspx>, 30 พฤษภาคม 2562.

สมบัติ คงเต้า, ทวีศักดิ์ แสงอุดม และยุพิน กสินเกษมพงษ์. (2537). สรุปผลงานการวิชาการเกษตรปี 2534-2535 เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการสับปะรด ครั้งที่ 1 โรงเรมไพบ్నีพิช ระยะอ. สังเวช เศวตวิหาร. (2555). ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัตโนมัติที่เปลี่ยนรูปแบบพลังงาน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รายงาน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. (2542) “พลังงานและทางเลือกการใช้เชื้อเพลิง ประเทศไทย” www.eppo.go.th, 25 มิถุนา 2561.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัตโนมัติที่เปลี่ยนรูปแบบพลังงาน มาตรฐาน 238-2547. กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2546). สัปบປະດສ. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . www.acfs.go.th, 5 ตุลาคม 2561.

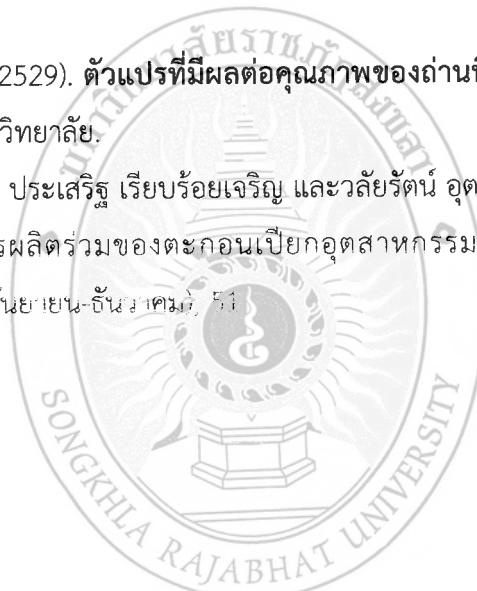
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560) สัปบປະດສ. เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต <http://www.rae.go.th>, 20 กันยายน 2561.

สุไวดา หลังยานหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ. (2560) การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ. (2561). ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขาม. สาขาวิชาศิวกรรมการผลิตและการจัดการคณฑ์เทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

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

เอกลักษณ์ กิติภารตavar, ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ และวัลยรัตน์ อุตมะปราการ. (2556) “เชื้อเพลิงอัดแท่งจากการผลิตร่วมของตระกอนเปียกอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล” วารสารวิจัย พลังงาน, 10 (กันยายน-ธันวาคม), 51





แบบเสนอโครงการร่างวิจัย

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

1. ชื่อโครงการ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการทำถ่านอัดแห่งจากกุกสับประด

2. สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม(การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

3. ชื่อผู้วิจัย นายรุ่งนิรันดร์ จิตดี รหัส 584231022

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นางสาวนุ่งลักษณ์ คักษรพันธ์ รหัส 584231014

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นัดดา โปคำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการของประชาชน และเป็น การผลิต ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงต้องมีการจัดหาพลังงาน ให้มีบริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้สามารถตอบสนอง ความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และสามารถตอบสนองความต้องการใช้ ในกิจกรรมการผลิต ต่าง ๆ ได้อย่างเพียงพอ พลังงานที่เราใช้อยู่ในปัจจุบัน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พลังงานสันเปลือง และพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสันเปลือง คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ซึ่ง รวมถึงถ่านหิน หินน้ำมัน ทรายน้ำมัน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติ ส่วนพลังงาน

หมุนเวียน หมายความรวมถึง พลังงานที่ได้จากไม้ ฟืน แกลบ กากร้อย ชีมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม และคลื่น ปัจจัยในการใช้พลังงานของโลก ประกอบด้วย เชือเพิงฟอสซิล ซึ่งได้แก่ น้ำมัน ก๊าซ ธรรมชาติและถ่านหินมีปริมาณรวมกันถึงร้อยละ 95 และอีกร้อยละ 2 มาจากพลังงานนิวเคลียร์ ส่วนที่เหลือร้อยละ 3 นำมายังงานประภากัน ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีมวล พลังงานจากคลื่นในมหาสมุทร และพลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น โดยปริมาณการใช้พลังงานของโลกในปี 2540 มีปริมาณเมื่อเทียบเท่า น้ำมันดิบรวมทั้งสิ้น 9,371 พันล้านลิตร (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2542) พลังงานชีมวล พลังงานที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตที่เราสามารถนำมาใช้ทำงานได้ เช่น ต้นไม้ กิ่งไม้ หรือเศษวัสดุจากการเกษตรหรืออุตสาหกรรม เช่น แกลบ ฟาง ชานอ้อย ขี้เลือย เศษไม้ เปลือกไม้ มูลสัตว์ รวมทั้งของเหลือหรือขยะจากครัวเรือน ปัจจุบันยังมีการนำมาราไซด์โดยใช้ประโยชน์ในสัดส่วนที่ไม่น้อย โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย เช่น ตามชนบทก็ยังมีการใช้ไม้ฟืนหรือถ่านในการหุงอาหาร ชีมวล ก็คือสารอินทรีย์ทั่ว ๆ ไปตามธรรมชาติ สารอินทรีย์เหล่านี้จะเก็บสะสมพลังงานเอาไว้ในตัวของมันเอง รอเวลาให้เรานำเอามาใช้ผลิตพลังงาน หากต้องนำมันมาใช้งานก่อนที่มันจะเปลี่ยนสภาพ เป็นเป็นถ่านหินหรือน้ำมันดิบ ซึ่งถ้าเปลี่ยนสภาพไปแล้วจะไม่นับว่าเป็นชีมวล เพราะจะไม่นับน้ำมันหรือถ่านหินว่าเป็นสิ่งมีชีวิต (สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

จุกสับปะรด คือส่วนบนสุดของผลสับปะรด ใช้ขยายพันธุ์ได้แต่ให้ผลผลิตซักว่าการใช้หน่อปลูกจึงไม่นิยมใช้กัน เกษตรกรจะตัดทิ้งหลังจากการเก็บผลสด จุกสับปะรดจึงเป็นสิ่งเหลือทิ้งหรือผลพลอยได้ทางการเกษตร มีเกือบตลอดปีและมีมากในช่วงเดือนพฤษจิกายนถึงมิถุนายน (กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2538)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจเลือกจุกสับปะรดที่เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำถ่านอัดแหง เพราะมีจำนวนที่มากและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับจุกสับปะรด

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำถ่านอัดแหงจากจุกสับปะรด
- 2) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการทำถ่านอัดแหงจากจุกสับปะรด

6. สมมติฐาน

ถ่านอัดแหงจากจุกสับปะรดสามารถนำมาทำถ่านอัดแหงได้

7. ตัวแปร

- ตัวแปรต้น อัตราส่วนระหว่างผงถ่านจุกสับปะรดต่อการเปลี่ยนแปลง
 ตัวแปรตาม ค่าความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเด็ก ปริมาณสารระเหย ปริมาณ
 คาร์บอนคงตัว
 ตัวแปรควบคุม ขนาดของถ่านอัดแท่ง น้ำหนักผงถ่านจากจุกสับปะรด วิธีการอัดเย็น

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถนำส่วนที่เหลือทิ้งมาทำให้เกิดประโยชน์
- 2) สามารถลดแทนไม้ฟืนได้ ลดการตัดไม้ทำลายป่า
- 3) นำขยะเหลือทิ้งมาสร้างมูลค่าเพิ่ม
- 4) สามารถใช้ทดแทนถ่านอัดแท่งในห้องต่อได้

9. ขอบเขตการวิจัย

การผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดเป็นงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ

1. วัสดุ

ได้รับความอนุเคราะห์จากร้านขายผลไม้หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

2. การอัดแท่งถ่าน

สถานที่ทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรดตามค่ามาตรฐาน ASTM
 (ปริมาณความชื้น, ปริมาณสารระเหย, ปริมาณเด็ก, ปริมาณคาร์บอนคงตัว)

ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมวิทยาศาสตร์และห้องปฏิบัติการเคมี มหาวิทยาลัย
 ราชภัฏสงขลา

10. นิยามศัพท์เฉพาะ

ถ่านอัดแท่ง (charcoal) ถ่านที่ผ่านกระบวนการอัดแท่ง โดยผสมส่วนผสมต่างๆ ให้ถ่านจับตัวเป็นก้อนและอัดแท่งขึ้นมา

ตัวประสาน (synchronizer) แป้งมันสำปะหลัง ซึ่งต้องมีลักษณะเป็นผงขาวเมื่อจับผิวสัมผัส
 ของแป้งจะเนียน ลื่น มีเมื่อทำให้สุกจะเหลวเหนียว หนืด เมื่อพักให้เย็นจะมีลักษณะเหนียวแน่นอยู่

คงตัว ซึ่งเป็นลักษณะของส่วนผสมที่เหมาะสม(ถ่านอัดแห้งจากกรรมพัร้าว+กลามพัร้าฟิมีอ นักวิจัย มทร.รัฐบุรี)

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

วิธีการอัดเย็น (cold compression method) การผลิตถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด การนำ ส่วนที่ติดอยู่บนผลสับปะรดมาเข้ากระบวนการอัดแห้ง โดยผสมส่วนผสมต่างๆให้เข้ากันและจับตัวเป็น ก้อนและอัดเป็นแท่ง

11. ตรวจเอกสาร

ธนาพล ตันติสัตย์กุล, ภราษฎร์ สายดา, สุจิตรา ภูส่งสีและศิวพร เงินเรืองโรจน์ (2558) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเหมาะสมในการจัดการเปลือกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทาง การเกษตร โดยนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยวิธีอัดเย็นโดยใช้น้ำแป้งมันสำปะหลังเป็นตัว ประสานเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนในชุมชน การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) การศึกษาความ เหมาะสมทางเทคนิคซึ่งฯ ระบุค่าเดียวการวิเคราะห์สมาร์ตด้านเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM และการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมในรูปของการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือน กระจก และ (2) การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเชื้อเพลิงอัดแห้งเพื่อประเมิน ความเป็นได้ในการบริหารจัดการโดยชุมชนในทางปฏิบัติ ผลการศึกษาพบว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่า ความร้อนอยู่ในช่วง 3,235-3,389 แคลอรี่ต่อกิโลกรัม และมีค่าความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณถ้า และคาร์บอนคงตัวอยู่ในช่วงร้อยละ 12.7-20.5, 56.0-68.9, 3.1-3.6 และ 9.9-20.7 ตามลำดับ การ ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแห้งแทนฟืนไม้สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 13.13 kgCO₂eq/kg เปเลือกสับปะรดแห้งที่ใช้ ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบร่วมกับ ผลกระทบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 9.4 มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 12,551 บาท และระยะเวลาคืนทุน เท่ากับ 6 ปี 6 เดือน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการลงทุน โดยปัจจัยที่เป็นความเสี่ยงในการบริหาร จัดการและมีผลต่อผลตอบแทนของโครงการมากที่สุดคือจำนวนเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ต่อวัน รองลงมาคือ ค่าแรงคนงาน จำนวนวันที่ผลิต และราคาเครื่องจักร ตามลำดับ

นภวัตร ตั้งมั่นคงวงศ์ (2557) ในปัจจุบันประเทศไทยมีวัตถุดิบหลายชนิดที่สามารถใช้เป็น แหล่งพลังงานชีวมวลโดยทั่วไปสามารถหาได้จากพืชและสัตว์ ตัวอย่างเช่น ไม้ ฟืน แกลบ ต้นอ้อย ซั้ง ข้าวโพด ต้นข้าวโพด และมูลสัตว์ต่างๆ รวมไปถึงของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตรและขยะ เช่น ขยะในชุมชน ขี้เลือย เป็นต้นการนำขยะเหล่านี้มาทำการแปรรูปเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน ทั้งในครัวเรือนและอุตสาหกรรม โดยกระบวนการแปรรูปชีวมวลหรือของเหลวใช้ ต้องผ่านกระบวนการ

ทางการเกษตร ได้แก่ การสับย่อย อัด และทำให้แห้ง ส่วนกระบวนการทางความร้อนและเคมี เช่น การเพิ่มคาร์บอน (carbonization) การทำให้เป็นของเหลว (liquefaction) การแปรสภาพเป็นแก๊ส (gasification) และการแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis) และกระบวนการทางชีวภาพ ได้แก่ การหมัก แต่กรรมวิธีในการจะนำของเหลวใช้ทางการเกษตร และทางครัวเรือน มาผลิตเป็นแห่งเชื้อเพลิง จะต้องมีการประเมินคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงอันได้แก่ค่าความร้อน ปริมาณสารระเหย เถ้า ความชื้น คาร์บอนคงตัว และต้องมีการประเมินการคัดเลือกรูปแบบขั้นตอนและเครื่องมือที่ต้องใช้ในการผลิตแห่งเชื้อเพลิง และการนำไปใช้ประโยชน์ โดยพบว่าในประเทศไทยมีปริมาณของที่เหลือใช้จากภาคครัวเรือน และภาคเกษตรกรรมในปริมาณที่แตกต่างกันตามลักษณะชนิดของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ดังนั้นขั้นตอนการผลิตแห่งเชื้อเพลิงในแต่ละพื้นที่จึงแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นกับความหนาแน่นและความชื้นของการจับตัวกันของเนื้อวัสดุเหลือใช้ นอกจากนี้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตแห่งเชื้อเพลิงที่นำของเหลวใช้จากภาคอุตสาหกรรมเกษตรและครัวเรือนเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการผลิตแห่งเชื้อเพลิงให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน ซึ่งแห่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากการเหลือจากอุตสาหกรรมเกษตรและครัวเรือนก่อให้เกิดผลดีในด้านการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นทางเลือกของพลังงานทดแทนที่ดีทางหนึ่งของประเทศไทยได้อีกด้วย

สังเวช เสวกิหาร (2555) การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเปลือกมังคุดที่เป็นของเหลวทิ้งจากภาคครัวเรือน มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแห่ง เชื้อเพลิงนี้ใช้เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งแทนการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติโดยมีการแบ่งเบี่ยงเป็นตัวประสาน ผ่านกระบวนการอัดแห่งด้วยเครื่องอัดมือ พบว่าเปลือกมังคุดสามารถนำมาเผาได้ถ่านเปลือกมังคุด มีสีดำน้ำหนึกเบาะນ้ำมاءดีให้ลักษณะเป็นผงถ่านผสมผงถ่านเปลือกมังคุดกับการแบ่งเบี่ยง คลุกเคล้าให้เข้ากันมากอัดให้เป็นแห่งเชื้อเพลิง ได้แห่งเชื้อเพลิงคงรูปไม่แตกหัก เมื่อนำไปตากแดดจนแห้ง ผลการทดสอบศักยภาพด้านพลังงาน พบว่ามีค่าความร้อนเท่ากับ 5920 แคลอรีต่อกิโลกรัม มีอัตราการเผาไหม้ 11.80 กรัมต่อนาที ปริมาณคาร์บอนเสถียร้อยละ 61.7 ปริมาณเถ้าร้อยละ 7 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงอัดแห่งจากเปลือกมังคุด สามารถใช้งานหุงต้มได้ดี ไม่มีการแตกປะทุ ติดไฟได้ดี ให้มีเขม่า ไม่มีควันและไม่มีกลิ่นรบกวนขณะใช้งาน แห่งเชื้อเพลิงนี้ จึงเหมาะสมสำหรับการผลิตเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในครัวเรือน ชุมชน หรือผลิตเพื่อการค้า และในอุตสาหกรรม ด้วยอัตราประโยชน์เหล่านี้ เชื้อเพลิงอัดแห่งจากเปลือกมังคุดมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืน และถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ ซึ่งเป็นการช่วยลดภาระโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

นริศ ชุดสว่าง (2556) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหักทำการผลิตถ่านอัดแห่ง จากเปลือกหุเรียนที่เหลือทิ้งและเพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหักลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ก๊าซหุงต้ม โดยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บ

รวบรวมข้อมูลจาก ประชากรเป้าหมาย คือ กลุ่มสมาชิกวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหัก จำนวน 30 คน ที่ร่วมกันผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกทุเรียนเหลือทึ้งไว้ใช้เองในครัวเรือน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหักพบว่ามีสมาชิก 30 คน ประกอบด้วยชาย 5 คน หญิง 25 คน มีอายุระหว่าง 20 – 70 ปี อัศัยอยู่ด้วยกันเป็นครอบครัวละ 3 – 4 คน ใช้ถ่านและก๊าซหุงต้มในการ ประกอบอาหาร ก๊าซหุงต้มที่ใช้จะเป็นขนาด 15 กิโลกรัม ใช้ได้นาน 31 – 40 วัน ราคาถังละ 320 บาท ผลการวิเคราะห์ทางด้านสมรรถนะทางความร้อน สรุปได้ว่าถ่านอัดแห่งจากเปลือกทุเรียนที่ทาง กลุ่มผลิตได้มีค่าความร้อนที่ 6,134 แคลอรีต่อกรัม สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มีปริมาณถ้าร้อยละ 6.2 โดยน้ำหนัก ซึ่งในด้านสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห่ง 238/2547 ผลการวิเคราะห์ด้านการลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ก๊าซหุงต้มพบร้าถ้าสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจ ชุมชนตำบล เกวียนหักใช้ก๊าซหุงต้มเพียงอย่างเดียวในปริมาณถังละ 15 กิโลกรัม จะต้องเสียค่าใช้จ่าย 8.18 บาท ต่อวัน เป็นค่าก๊าซหุงต้มที่ต้องใช้ในการประกอบอาหารแต่ละวัน ถ้าในหนึ่งเดือนจะเสียเงิน จำนวน 245.40 บาท แต่ถ้ามีการใช้ถ่านอัดแห่งจากเปลือกทุเรียนควบคู่กันไปกับก๊าซหุงต้มจะเสีย ค่าใช้จ่าย เพียงวันละ 6.80 บาทต่อวัน ในหนึ่งเดือนจะเสียค่าใช้จ่ายเพียง 204 บาทเท่านั้น ผลของ การใช้ถ่าน อัดแห่งจากเปลือกทุเรียนที่ทางกลุ่มช่วยกันผลิตขึ้นเองนี้จะทำให้สมาชิกประหยัด ค่าใช้จ่ายลงไปได้ 41.40 บาทต่อเดือนต่อครอบครัว ใน 1 ปี จะลดรายจ่ายจากการใช้ก๊าซหุงต้ม ลงไปได้ 496.80 บาท ถ้ากลุ่มได้ทำการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกทุเรียนใส่ถุงที่มีฉลากสินค้าขาย โดยผลิตถ่านแห้งวันละ 300 กิโลกรัม จำนวนอยู่ในราคากิโลกรัมละ 10 บาท ทางกลุ่มจะมีระยะเวลาคืนทุน เท่ากับ 307 วัน

ศิริพร สุคนธ์, สุจitra วงศ์รัตนะ และสมรักษ์ คุ้มเนตร (2555) การวิจัยการขึ้นรูปเข็อเพลิงแข็ง จากการกาแฟและถ่านแกลบ นิวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขึ้นรูปแห่งเข็อเพลิงแข็งจากการกาแฟและ ถ่านแกลบโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ การนำไปใช้งาน ผลการ ทดลองพบว่าเข็อเพลิงแข็งจากถ่านแกลบและการกาแฟสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นเข็อเพลิงแข็งที่ผ่าน ค่าความหนาแน่น 90 mg/cm^2 โดยใช้เครื่องอัดแบบไฮดรอลิกที่แรงอัด 20 ตัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตรและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

12. วิธีการดำเนินการวิจัย

12.1 ศึกษาข้อมูลทุกติ่งภูมิ

ศึกษาข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หนังสือ

อาทิเช่น การเตรียมตัวประสาน วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ASTM คุณสมบัติของจุกสีฯ กระดับขั้นตอนการทำถ่านอัดแท่ง

12.2 การเตรียมวัตถุดีบ

- 1) นำจุกสับปะรดมาตากให้แห้งประมาณ 7 วัน หรือจนกว่าได้จุกสับปะรดที่แห้ง

2) นำจุกสับปะรดที่ตากแห้งดีแล้วมาเผาด้วยเตาเผาถ่าน 200 ลิตร เป็นเตาที่มีประสิทธิภาพสูงโดยใช้ความร้อนไม่ถูกซึม (รเนค ชัยชนะ) เผาจนครันเริ่มมีสีฟ้าจากลงจนเป็นควันใสแสดงว่าถ่านในเตาลุกติดไฟหมด อุณหภูมิเฉลี่ยในเตาประมาณ 450-500 องศาเซลเซียส ทึ้งไว้ 6 ชั่วโมง เพื่อให้ถ่านดับสนิท (สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี (สพผ.) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน)

3) นำถ่านจุกสับปะรดออกจากเตา ถ่านจะมีลักษณะเป็นสีดำมาบดให้ละเอียดด้วยกรงบดจนได้เป็นผงถ่านหลังจากนั้นนำไปร่อนด้วยตะแกรงร่อนเส้นผาสานศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร และเก็บผงถ่านไว้ในถุงซิป

12.3 การเตรียมตัววัสดุประสาน

ใช้การแป้งเปียกเป็นตัวประสาน โดยใช้แป้งมันสำปะหลังผสมกับน้ำร้อนคนให้เข้ากันโดยใช้แป้งมันสำปะหลัง 1.2 กิโลกรัม ในน้ำร้อน 6 ลิตร (สุ่วๆ หลังจากน้ำเดือด และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพทธี, 2560)

12.4 การกำหนดอัตราส่วน

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

12.5 การทำถ่านอัดแห้ง

- 1) นำผงถ่านที่ผสมกับการแป้งเปียกในอัตราส่วนต่างๆ มาอัดแห้งให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูกลวง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)
- 2) นำถ่านที่อัดแห้งแล้วมาตากแห้งประมาณ 7 วัน บนพื้นซีเมนต์ ทำให้แห้งถ่านแห้งเร็วที่สุด (อาทิตย์, 2532)

12.6 การทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแห้งจากจุกสับปะรด

- 1) ค่าความร้อน โดยใช้วิธีการทดสอบ ASTM D 5865

วิธีการทดลอง

นำเชือเพลิงอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดที่ตากแห้งจนแห้งสนิท มาศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม โดยทดสอบการต้มน้ำ ซึ่งใช้หม้อต้มน้ำอะลูมิเนียมเบอร์ 20 พร้อมฝา กับเตาหุงต้มใช้薪 1,500 กรัม (ปริมาณของน้ำ ประมาณ ¾ ของปริมาณความจุของหม้อ) และน้ำหนักเชือเพลิงอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด 500 กรัม ทำการทดลองในกลางแจ้ง สังเกตการณ์แตกバラหุ่งของเชือเพลิง ปริมาณควันของเชือเพลิง ขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด และบันทึกเวลาที่ใช้เพื่อรับมือต่อไฟ

การคำนวณค่างานที่ได้อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของเชือเพลิงอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด ดังนี้ (ธีระพงษ์ คุหาภรณ์, 2550)

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

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

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้งานจากสูตร} = \frac{H_u = C_p [M(T_2 - T_1)] + [(M - M_1)L] \times 100}{(M_f H_1 + M_k H_2)}$$

H_u	= ประสิทธิภาพการใช้งาน (ร้อยละ)
M	= น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)
H_1	= น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)
M_f	= น้ำหนักเชือเพลิง (เชือเพลิงอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด)
M_k	= น้ำหนักเชือไฟ (เศษไม้ กิ่งไม้แห้ง)
C_p	= ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัม
T_1	= อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)
T_2	= อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)
L	= ความร้อนแห้งของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรีต่อกรัม
H_1	= ค่าความร้อนของเชือเพลิง (เชือเพลิงอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด)
H_2	= ค่าความร้อนของเชือไฟซึ่งมีค่า 4280 แคลอรีต่อกรัม

2) การหาปริมาณความชื้น โดยใช้วิธีทดสอบ ASTM D 3173

วิธีการทดลอง

-นำถ้วย (Crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วแล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่โดดความชื้น (Desiccators) 15 นาทีจึงนำไปซึ่งน้ำหนัก

-ใส่ตัวอย่างประมาณ 1กรัม จากนั้น นำไปซึ่ง น้ำหนัก (W_1)

-นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมงแล้วทำ ให้เย็น ในโดดความชื้น (Desiccators) 20 นาทีจึงนำไปซึ่งน้ำหนัก(W_2)

สูตรการคำนวณ

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

$$M = \text{ร้อยละของปริมาณความชื้น}$$

$$W_1 = \text{น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)}$$

$$W = \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}$$

3) การหาปริมาณถ้า โดยใช้วิธีทดสอบ ASTM D 3174

วิธีการทดลอง

- นำถ้วย (crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (desiccators) 15 นาทีจึงนำ ไปซึ่งน้ำ หนัก
- ใส่ตัวอย่างประมาณ 1กรัม จากนั้นนำไปซึ่ง น้ำ หนัก (W_3)
- นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมงแล้วทำ ให้เย็น ในโถดูดความชื้น (desiccators) 20 นาท จึงนำ ไปซึ่งน้ำหนัก (W_4)

สูตรการคำนวณ

$$\begin{aligned} M &= (W_4 - W_3) / W * 100 \\ M &= \text{ร้อยละของปริมาณถ้า} \\ W_3 &= \text{น้ำหนักถ้วยและถ้าของตัวอย่างหลังเผา (กรัม)} \\ W_4 &= \text{น้ำหนักถ้วย (กรัม)} \\ W &= \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \end{aligned}$$

4) การหาปริมาณสารระเหย โดยใช้วิธีทดสอบ ASTM D 3175

วิธีการทดลอง

- เผา crucible พร้อมฝ่าที่ อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียสประมาณ 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (desiccators) 15 นาทีจึงนำ ไปซึ่งน้ำหนัก (W_5)
- ซึ่งตัวอย่างประมาณ 1กรัม ใส่ลงใน crucible แล้วปิดฝ่า
- นำไปส่องในเตาเผา 7-10 นาทีแล้วปล่อยไว้ในเตา 7 นาที
- นำออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็น ใน โถดูดความชื้น (desiccators)30 นาทีแล้วนำไปซึ่งน้ำ หนัก(W_6)

สูตรการคำนวณ

$$\begin{aligned} V &= (W_5 - W_6) / W * 100 - M \\ V &= \text{ร้อยละของปริมาณสารระเหย} \\ M &= \text{ร้อยละของปริมาณความชื้น} \\ W_5 &= \text{น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝ่าและตัวอย่างก่อนเผา} \\ W_6 &= \text{น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝ่าและตัวอย่างหลังเผา} \\ W &= \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \end{aligned}$$

5) ปริมาณคาร์บอนสเตียร์ (คาร์บอนคงตัว) โดยวิธีทดสอบ ASTM D 3172

สูตรการคำนวณ

ร้อยละของคาร์บอนคงตัว = $100 - (\text{ร้อยละของปริมาณความชื้น}) - (\text{ร้อยละของปริมาณสารระเหย}) - (\text{ร้อยละของปริมาณเก้า})$

13. วัสดุดิบ วัสดุ และอุปกรณ์

13.1 วัสดุดิบที่ใช้ในงานวิจัย

1) จุกสับปะรด

2) แป้งมัน

13.2 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1) เตาเผาจุกสับปะรด

2) โกร่งบด

3) เครื่องอัดแท่ง

4) เครื่องซั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

5) ถุงอะลูมิเนียม

6) หน้าจออะลูมิเนียมเบอร์ 20

7) ตะแกรง漉ด

8) ตะแกรงตากสับปะรด

9) ถังพลาสติก

10) กระลังมังอะลูมิเนียม

11) บีกเกอร์

12) เตาต้มน้ำ

13) เทอร์โมมิเตอร์

14) แท่งแก้ว

15) ถุงมือกันความร้อน

16) ถุงมือยาง

17) ເປັນໄສ່ຈຸກສັບປະຮດ

18). ตະແກຮງຮ່ອນ ຂນາດ 1,000 ໡ີຄຣອນ

19).ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร

14. วิเคราะห์ผลการทดลอง

15 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

16. งบประมาณ

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

17. เอกสารอ้างอิง

ธนาพล ตันติสัตยกุล, 吉祥มาศ สายตา, สุจิตรา ภูสังสีและศิริพร เงินเรืองโรจน์. (2558).

การศึกษาความเห็นชอบสมการผลิตเชือเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวงศ์. (2557). การผลิตแท่งเชือเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร และครัวเรือน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ(สาขาวิชาศาสตร์และเทคโนโลยี), ปีที่ 6 (ฉบับที่ 11) มกราคม - มิถุนายน 2557, จาก <https://www.tci-thaijo.org>

สังเวย เสรวกวิหาร. (2555). ศักยภาพด้านพลังงานของเชือเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด (รายงานผู้วิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

นริศ ชุดสว่าง. (2556). การศึกษาคุณภาพถ่านอัดแท่งจากเปลือกหุรียนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ตำบลเกวียนหัก อำเภอชลุน จังหวัดจันทบุรี. วารสารวิจัยรำไพพรรณี, ฉบับที่ 2, 107-115

ศิริพร สุคนธ์, สุจิตรา ราศีรัตน์ และสมรักษ์ คุ้มเนตร. (2555). การขึ้นรูปเชือเพลิงแข็งจากการก่อไฟและถ่านแกลบ สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่



ภาควิชานวัตกรรม

ภาควิชาระบบทดลอง

ภาพประกอบการวิจัย

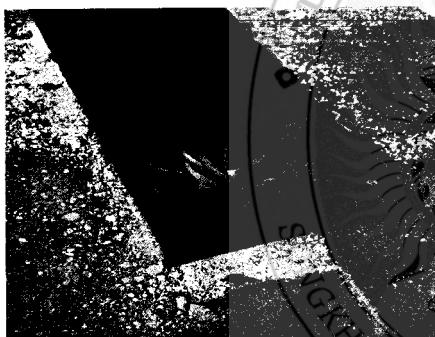


รวมจุกสับปะรด

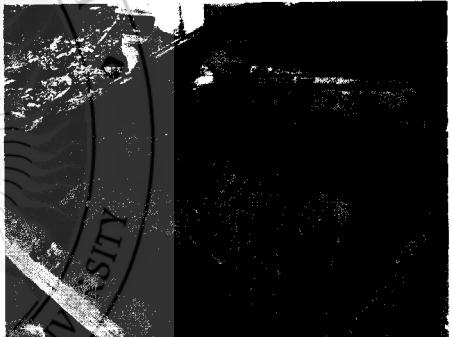


ตากจุกสับปะรดจนแห้งสนิท

ภาพที่ ผง-1 การเตรียมจุกสับปะรด



เรียงจุกสับปะรดลงในถัง 200 ลิตร



ปิดเตาเผา



จุดเชื้อเพลิงหน้าเตาเผาประมาณ 2 ชั่วโมง



ลดหน้าเตาเหลือ $\frac{1}{2}$ ของหน้าเตา
และเผาต่ออีก 2.30 ชั่วโมง



สังเกตจนควนหมด



ทำการปิดหน้าเตาและปล่องควัน

ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน



ภาพที่ ผง-2 การเผาจุกสับปะรด



ซึ่งแป้งมัน



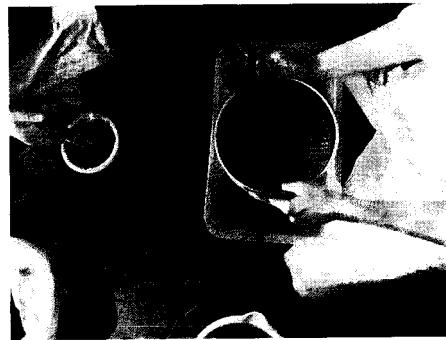
นำมาให้ความร้อนจนมีลักษณะ

เหนียวขึ้นเป็นการแป้งเปียก

ภาพที่ ผง-3 การเตรียมตัวประisan (การแป้งเปียก)



บดถ่านจุกสับปะรดให้เป็นผงละเอียด



ร่องด้วยตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

1 มิลลิเมตร



ชั้ง ผงถ่านจุกสับปะรด



ผสมการเปลี่ยนแปลงถ่านจุกสับปะรด

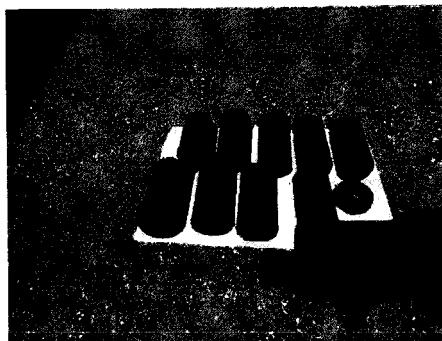
ในอัตราส่วนต่างๆ



เครื่องอัดถ่านอัดแท่ง (ใช้แรงคน)



ชั้นน้ำหนักถ่านก่อนตากแดด



นำถ่านอัดแท่งไปตากแดด

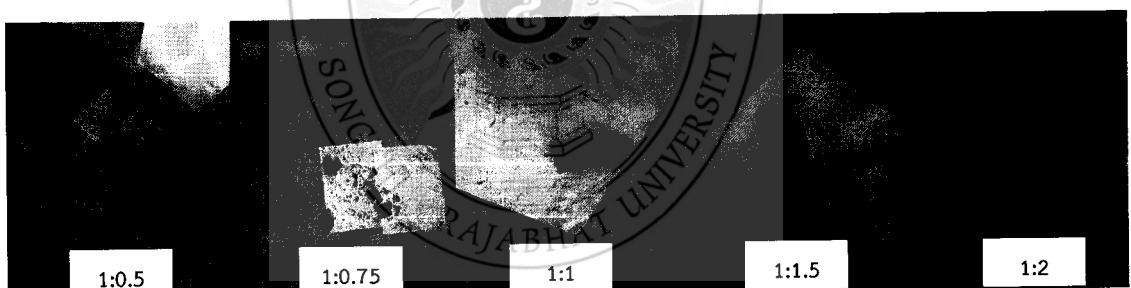


ซึ่งน้ำหนักถ่านอัดแท่งหลังตากแดด

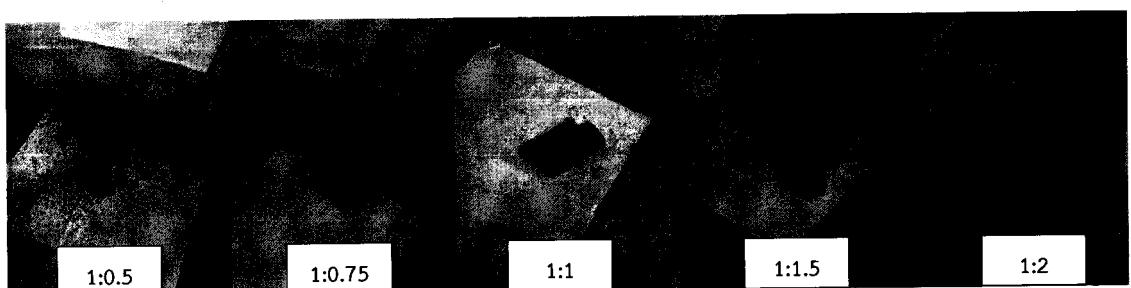
ภาพที่ ผง-4 การผลิตถ่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด



ทดสอบการบีบ



ทดสอบการตกราคาที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร



ทดสอบการตกราคาที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ภาพที่ ผง-5 ทดสอบการบีบและการตกราคาที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ทดสอบปริมาณความชื้น (ตามมาตรฐาน ASTM D 3173)



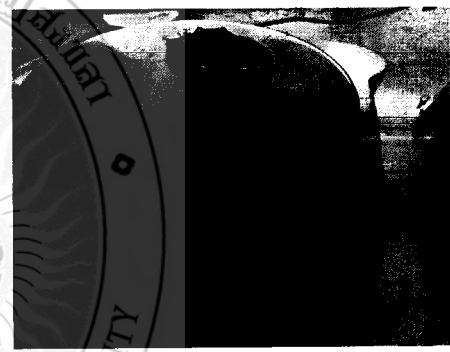
นำถ้วย Crucible ที่สะอาดไป
อบที่อุณหภูมิ 105 องศา เวลา 30 นาที



ใส่ในโถดูดความชื้น เวลา 1 ชั่วโมง



ชั่งน้ำหนักถ้วย



ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W₁)



นำถ้วย Crucible ใส่ตัวอย่าง
อบที่อุณหภูมิ 105 องศา เป็นเวลา 1 คืน



ใส่ในโถดูดความชื้นเวลา 3 ชั่วโมง



ชั้นน้ำหนัก (W₂)

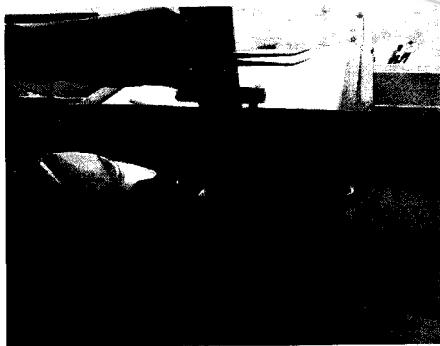
ทดสอบปริมาณถ้า (ตามมาตรฐาน ASTM D 3174)



นำถ้วย Crucible ที่สะอาดดีไป

ใส่ในโถดูดความชื้น เวลา 1 ชั่วโมง

อบที่อุณหภูมิ 105 องศา เวลา 30 นาที



ชั้นน้ำหนักถ้วย (W₃)

ชั้นน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม



เผาที่อุณหภูมิ 750 องศา เวลา 4 ชั่วโมง



ใส่ในเตาดูดความชื้นเวลา 1 ชั่วโมง



ทดสอบปริมาณสารระเหย (ตามมาตรฐาน ASTM D 3175)



เผา Crucible พร้อมฝ่า



ใส่ในเตาดูดความชื้นเวลา 1 ชั่วโมง

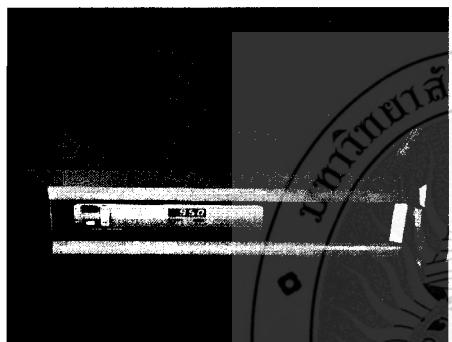
ที่อุณหภูมิ 950 องศา เวลา 30 นาที



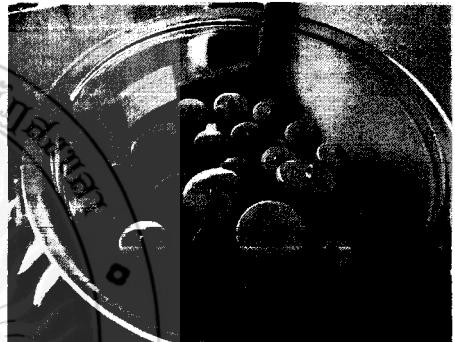
ชั้นน้ำหนักถ่วาย



ชั้นน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W₅)



เผาท่ออุณหภูมิ 950 องศา เวลา 7 นาที

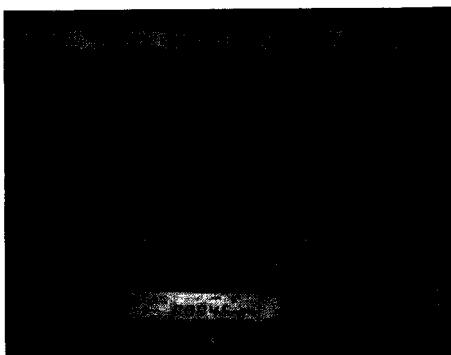


ใส่ในโคลด์ความชื้นเวลา 2 ชั่วโมง



ชั้นน้ำหนัก (W₆)

ทดสอบค่าความร้อน (ตามมาตรฐาน ASTM D 5865)



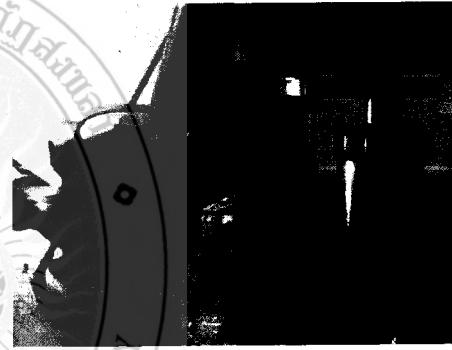
ชั้นน้ำหนักตัวอย่าง



ทำการอัดเม็ด

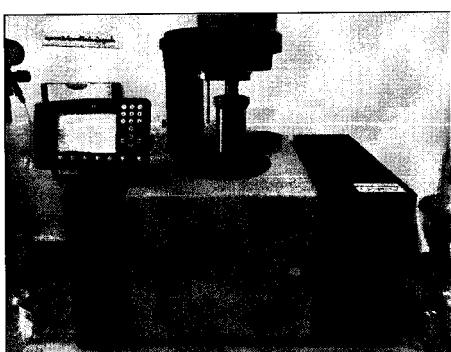


นำตัวอย่างใส่ในถ้วยบรรจุเข้าเพลิง

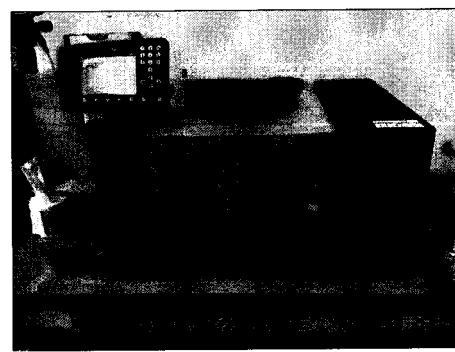


นำแท่นจุดระเบิดที่ได้จัดเตรียมไว้

บรรจุลงในบอมบ์และติดลวดจุดระเบิด



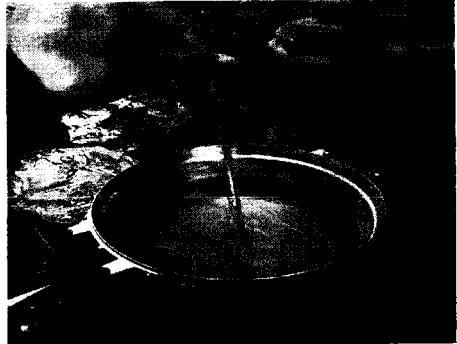
ประกอบบอมบ์เข้ากับเครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์



อ่านค่าความร้อน

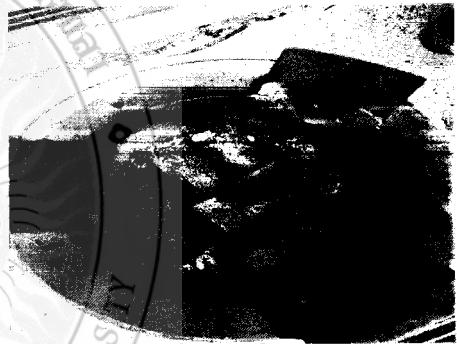
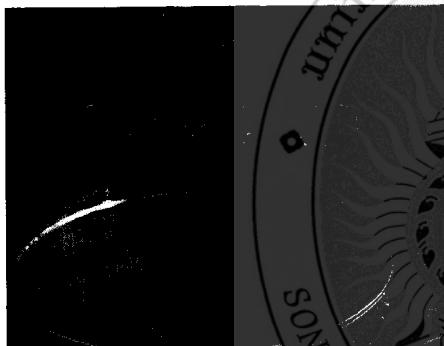
ภาพที่ พง-6 การทดสอบสมบัติของถ่านอัดแห้งจากสับปะรด

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัคแท่งจากจุกสับปะรด



ทดสอบประสิทธิภาพเชือเพลิงอัคแท่ง

วัดอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้ม



วัดอุณหภูมิของน้ำเดือด

ปล่อยเชือเพลิงดับเป็นเก้า

ภาพที่ ผง-7 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัคแท่งจากจุกสับปะรด



ภาคผนวก ค

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่ายอัดเทป 238/2547

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง

๑. ขอบข่าย

- ๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาอัดเป็นแท่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

- ๒.๑ ถ่านอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กระ吝ะพร้าว กระลาปาร์ม ซังข้าวโพดมาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำม้าบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน
- ๒.๒ ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก ๑ กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกิโลกรัม

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่ประกายแตกหักได้บ้าง
- ๓.๒ การใช้งาน
เมื่อติดไฟต้องไม่มีสายเกิดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น
- ๓.๓ ความชื้น
ต้องไม่เกินร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก
- ๓.๔ ค่าความร้อน
ต้องไม่น้อยกว่า ๕๐๐ แคลอรีต่อกิโลกรัม

๔. การบรรจุ

- ๔.๑ หากมีการบรรจุให้บรรจุถ่านอัดแห่งในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแห่งได้
- ๔.๒ นำ้นักสุทธิของถ่านอัดแห่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๕. เครื่องหมายและฉลาก

- ๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแห่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ชัด ชัดเจน

(๑) ชื่อผลิตภัณฑ์

(๒) ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ

(๓) นำ้นักสุทธิ

(๔) เดือน ปีที่ทำ

(๕) ข้อแนะนำในการใช้

(๖) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในการณ์ที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๖. การซักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๖.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ถ่านอัดแห่งที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

- ๖.๒ การซักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการซักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

- ๖.๒.๑ การซักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ซักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๔ และข้อ ๕. จึงจะถือว่าถ่านอัดแห่ง รุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

มพช.๒๓๘/๒๕๕๗

๖.๒.๒ การซักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการใช้งาน ความชื้น และค่าความร้อน ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้ว จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๒ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าถ่านอัดแห่งรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างถ่านอัดแห่งต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านอัดแห่งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้



๗. การทดสอบ

๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๗.๒ การทดสอบการใช้งาน

ให้ทดสอบโดยการจุดตัวอย่างถ่านอัดแห่ง แล้วตรวจพินิจ

๗.๓ การทดสอบความชื้น

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3173

๗.๔ การทดสอบค่าความร้อน

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 5865

๗.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม



มพช. ๖๕๗/๙๕๔๗

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 (แคลอรี่ต่อกิโลกรัม)
- ๒.๓ เศ้า (ash) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารที่เหลือจากการเผาถ่านจนมีน้ำหนักคงที่ ที่อุณหภูมิ ๗๐๐ องศาเซลเซียส ๗๕๐ องศาเซลเซียส
- ๒.๔ สารระเหย (volatile matter) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารระเหยที่ได้จากการเผาถ่านที่ อุณหภูมิ ๘๕๐ องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา ๗ นาที

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ต้องมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีเศษตินและไม้ที่เผาใหม่ไม่สมบูรณ์ปนอยู่
- ๓.๒ ความชื้น
ต้องไม่เกินร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก
- ๓.๓ ค่าความร้อน
ต้องไม่น้อยกว่า ๖๐๐๐ แคลอรี่ต่อกิโลกรัม
- ๓.๔ เศ้า
ต้องไม่เกินร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก

๓.๕ สาระเหย

ต้องไม่เกินร้อยละ ๒๔ โดยน้ำหนัก

๓.๖ การใช้งาน

เมื่อติดไฟต้องไม่มีเสียงกือไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย

๔. การบรรจุ

- ๔.๑ ให้บรรจุถ่านไม้หุงต้มในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้งสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านไม้หุงต้มได้
- ๔.๒ น้ำหนักสุทธิของถ่านไม้หุงต้มในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องมีน้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๕. เครื่องหมายและฉลาก

- ๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านไม้หุงต้มทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ชัดเจน
 - (๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ถ่านไม้หุงต้ม ถ่านไม้สำหรับหุงต้ม
 - (๒) น้ำหนักสุทธิ
 - (๓) เดือน ปีที่ทำ
 - (๔) ข้อแนะนำในการใช้และการเก็บรักษา
 - (๕) ชื่อผู้ทำ หรือสารที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีเครื่องหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๖. การซักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๖.๑ รุ่นในที่นี้หมายถึง ถ่านไม้หุงต้มที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขาย ในระยะเวลาเดียวกัน
- ๖.๒ การซักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการซักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
 - ๖.๒.๑ การซักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ซักตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน ๓ หน่วย ภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๔ และข้อ ๕ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนี้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๒.๒ การซักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น ค่าความร้อน เถ้าสารระเหย และการใช้งานให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้วจำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๑ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๒ ถึงข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนี้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๓ เกณฑ์การตัดสิน

ตัวอย่างถ่านไม้หุงต้มต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนี้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

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
ให้ใช้เครื่องซึ่งที่เหมาะสม



ผลการวิเคราะห์สถิติ ปริมาณความชื้นถ่านอัดแห้งจากสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแห้ง (ซึ่งจากการทดลอง)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษา ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของถ่านอัดแห้งจากสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแห้ง(ซึ่งจากการทดลอง) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแห้งจากสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแห้ง (ซึ่งจากการทดลอง)
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	1.9	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแห้งจากสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแห้ง (ซึ่งจากการทดลอง)
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 ปริมาณความชี้นถ่านอัดแท่งจุกสับประดอตตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

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

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับประด 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

	ถ่านอัดแท่งจากจุกสับประด 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 ปริมาณสารระเหยถ่านอัดแห่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแห่ง (ชี๊อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษา ปริมาณสารระเหยที่เหมาะสมของถ่านอัดแห่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแห่ง (ชี๊อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแห่ง (ชี๊อจากตลาด)
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

	ถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแห่ง (ชี๊อจากตลาด)
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 ปริมาณสารระเหยถ่านอัดแห่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)

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

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแห่งจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)
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

	ถ่านอัดแห่งจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)
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 ปริมาณถ้าค่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และค่านอัดแท่ง (ซึ่งจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษา ปริมาณถ้าที่เหมาะสมของค่านอัดแท่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และค่านอัดแท่ง (ซึ่งจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ค่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ค่านอัดแท่ง (ซึ่งจากตลาด)
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

	ค่านอัดแท่งจากจุกสับปะรด 1:1	ค่านอัดแท่ง (ซึ่งจากตลาด)
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 ปริมาณถ่านอัดแห่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้
(ชื่อจากตลาด)

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

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแห่งจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ชื่อจากตลาด)
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

	ถ่านอัดแห่งจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ชื่อจากตลาด)
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 ปริมาณคาร์บอนคงตัวถ่านอัดแห่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแห่ง (ชื้อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษา ปริมาณถ่านที่เหมาะสมของถ่านอัดแห่งจุกสับปะรด อัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแห่ง (ชื้อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแห่ง (ชื้อจากตลาด)
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

	ถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแห่ง (ชื้อจากตลาด)
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 ปริมาณcarbонคงตัวถ่านอัดแห่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)

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

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแห่งจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)
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	
t Critical one-tail	1.9	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ถ่านอัดแห่งจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)
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 ค่าความร้อนถ่านอัดแห่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแห่ง (ชี๊อจากตลาด)

ผลการวิเคราะห์สถิติ Paired sample t-test โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อศึกษาค่าความร้อนที่เหมาะสมของถ่านอัดแห่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแห่ง (ชี๊อจากตลาด) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแห่ง (ชี๊อจากตลาด)
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

	ถ่านอัดแห่งจากจุกสับปะรด 1:1	ถ่านอัดแห่ง (ชี๊อจากตลาด)
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 ค่าความร้อนถ่านอัดแห่งจุกสับปะรดอัตราส่วน 1:1 และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)

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

F-Test Two-Sample for Variances

	ถ่านอัดแห่งจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)
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

	ถ่านอัดแห่งจุกสับปะรด 1:1	ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)
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



ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล

วัน เดือน ปีเกิด

ที่อยู่

การศึกษา

นางสาวนงลักษณ์ อักขรพันธ์

8 มิถุนายน 2539

81 หมู่ที่ 8 ตำบลป่าบอน อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง 93170

เบอร์โทรศัพท์ 084-7977113

ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2. ชื่อ-สกุล

วัน เดือน ปีเกิด

ที่อยู่

การศึกษา

นายรุ่งนิรันดร์ จิตดี

6 กรกฎาคม 2539

94 หมู่ที่ 4 ตำบลวังมะปรางเนื้อ อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง 92220

เบอร์โทรศัพท์ 09-52764511

ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

