



รายงานการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Pineapple Peel



รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2560



ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด

The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Pineapple Peel

ผู้วิจัย นางสาวสุ่วดา หลังยานหน่าย รหัส 554232026

นางสาวสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์ รหัส 554232028

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ดร.สิริพร บริรักษ์วิสูฐศักดิ์)ประธานกรรมการ

.....กรรมการ
(ดร.สุริวรรณ யอยรุ่ง)กรรมการ

.....กรรมการ
(นางสาวนันดา โป๊ด้า)กรรมการ

.....กรรมการ
(นางสาว Hirunee Suwannarun)กรรมการ

.....กรรมการ
(ดร.สิริพร บริรักษ์วิสูฐศักดิ์)กรรมการ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศนา ศิริโชค)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เลข Bib#.....11A2482

วันที่.....17 ส.ค. 2561

เลขเรียกหน้าเล่ม 66288

ชื่อการวิจัยสิ่งแวดล้อม	การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด
ผู้วิจัย	นางสาวสุวิภา หลังยาหน่าย นางสาวสาวลักษณ์ ลิมศรีพุทธิ์
โปรแกรมวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สิริพร บริรักษ์สิริศักดิ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเปลือกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้ง เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนแทนการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ โดยนำเปลือกสับปะรดมาเผาให้เป็นถ่าน ผสมผงถ่านเปลือกสับปะรดกับการแบ่งเปียกในอัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 อัดให้เป็นแท่งด้วยวิธีการอัดเย็นโดยเครื่องอัดมือ จากนั้นนำถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดที่ได้มาทดสอบการบีบและการตกระแตก สมบัติการใช้งาน และประสิทธิภาพการใช้งาน ผลการทดสอบการบีบและการตกระแตกพบว่า ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1, 1:1.5 และ 1:2 ไม่เกิดการแตกหัก จึงนำถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตรนี้มาทดสอบสมบัติการใช้งานและประสิทธิภาพการใช้งานจากการทดสอบสมบัติการใช้งานโดยใช้วิธีเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM และทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานโดยการต้มน้ำ พบร้า ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1 มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด เนื่องจากมีค่าความชื้น ปริมาณสารระเหย และปริมาณเส้น้อยที่สุด ในขณะที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวและค่าความร้อนสูงที่สุด นอกจากนี้ ยังพบว่า ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:1 มีค่าความร้อนสูงกว่าถ่านอัดแห้งไม้ที่ซื้อมาจากตลาด และแม้จะมีค่าความร้อนต่ำกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) แต่เมื่อใช้งานถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1 จะไม่เกิดการแตกປะทุและไม่มีควัน ในขณะที่ถ่านไม้จะเกิดการแตกປะทุและมีควัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เปเลือกสับปะรดสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้งได้ใช้เป็นถ่านให้ความร้อนแทนการใช้ถ่านจากไม้และฟืน

StudyTitle	The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Pineapple Peel
Authors	Miss Suwaida Langyanay Miss Saowaluk Limsriphut
Major Program	Environmental Science
Faculty	Science and Technology
Academic year	2016
Advisor	Miss Siriporn Borrirukwisitsak

Abstract

This research aims to produce charcoal briquette from pineapple peels, which are agricultural residues, in order to use as renewable fuel instead of firewood and charcoal from natural forest. Pineapple peels were burned and grinded into charcoal fines, then mixing the charcoal fines with starch binder at the ratios of 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 and 1:2. The mixtures were briquetted by manual cold-press technique. After that, the pineapple peel charcoal briquettes were tested for durability, fuel properties and combustion efficiency. The results found that the pineapple peel charcoal briquettes at the ratios of 1:1, 1:1.5 and 1:2 were passed the durability test. As the result, these 3 ratios were test for the fuel properties following ASTM standards and the combustion efficiency by boiling water. The results indicated the pineapple peel charcoal briquette at the ratio of 1:1 is preferred due to its lower moisture content, volatile matter and ash content, but higher fixed carbon and calorific value. Additionally, the 1:1 ratio has higher calorific value than commercial wood charcoal briquettes. Although the calorific values of the 1:1 ratio is less than commercial firewood, the pineapple peel charcoal briquettes have no smoke and eruption during using, unlike firewood. In conclusion, pineapple peel can be used to produce the charcoal briquette in order to replacing firewood and charcoal.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาการวิจัยเฉพาะทาง (4453503) รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาจาก ดร. สิริพร บริรักษ์สิรุศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ค่อยให้คำปรึกษาและนำแนวทางการศึกษาวิจัย ปฏิบัติการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และแก้ไขข้อผิดพลาดจากปัญหาต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาวิจัยและการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ รวมทั้งขอขอบพระคุณ พศ. ชวัญกนก บุนพิทักษ์ ดร. สุชารณ์ ษอยรุ้งอบ ดร. สายศิริ ไชยชนะ อาจารย์ หรรษวดี สุวิบูลน์ อาจารย์นัดดา โภดนา และอาจารย์กมลนาวิน อินทนุจิตร อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ นายสอเหละ บางสัน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รวมถึงเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมเคมี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ ร้านขายผลไม้ ตำบลเขารูปซ้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างเปลือกสับปะรดที่ใช้ในงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวที่อุปถัมภ์กำลังทรัพย์ และค่อยเป็นกำลังใจและฝ่ายอุปสรรคต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิต ตลอดจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

นางสาวสุวีดา หลังยานน่าย
นางสาวเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์

กันยายน 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ถ่านอัดแห่ง	5
2.2 คุณสมบัติของถ่านอัดแห่ง	7
2.3 กระบวนการผลิตถ่านอัดแห่งจากวัสดุเหลือใช้	8
2.4 ข้อมูลทั่วไปของสับปะรด	12
2.5 ประโยชน์ของสับปะรด	15
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 ครอบแนวคิดวิธีการดำเนินงาน	20
3.2 ขอบเขตการวิจัย	21
3.3 วัสดุศึกษาและวัสดุอุปกรณ์	22
3.4 วิธีการวิเคราะห์	23
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	29
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 การผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด	30
4.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น	46
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห่ง	ก-1
ภาคผนวก ข มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม	ข-1
ภาคผนวก ค โครงสร้างวิจัย	ค-1
ภาคผนวก ง ภาพประกอบการวิจัย	ง-1
ภาคผนวก จ ประวัติผู้วิจัย	จ-1

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินโครงการ	4
2.1 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัตโนมัติที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ	7
2.2 วิธีการเผาถ่านแบ่งตามประเภทของเตาเผา	9
3.1 อัตราส่วนผงถ่านเปลือกสับปะรด: กาวแป้งเปียก (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)	24
3.2 การตรวจวิเคราะห์หาสมบัติต้านเชื้อเพลิงของถ่านอัตโนมัติ	25
4.1 น้ำหนักเปลือกสับปะรดที่ใช้ในการทดลอง	30
4.2 ค่าความร้อนของวัตถุดิบสำหรับการทำถ่านอัตโนมัติ	31
4.3 ลักษณะทางกายภาพของถ่านอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรด	32
4.4 ผลการทดสอบการบีบและการตอกกระแทกของถ่านอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรด	33
4.5 ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรด	39
4.6 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรด	39
4.7 สรุปผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการใช้งานและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรด	40
4.8 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรด ถ่านอัตโนมัติไม้ ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) และเชื้อเพลิงอัตโนมัติจากงานวิจัยอื่น	42
4.9 ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรด ถ่านอัตโนมัติไม้ (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	44
4.10 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัตโนมัติ	45
4.11 ราคายานหุนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตถ่านอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรด	46
4.12 วัตถุดิบในการผลิตถ่านอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรด	47
4.13 ต้นทุนการผลิตถ่านอัตโนมัติ	48
4.14 ราคายานหุนอัตโนมัติจากเปลือกสับปะรดเทียบกับราคายานหุนตามห้องตลาด	48

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ถ่านอัดแห่ง	5
2.2	ผลสับปะรดและเปลือกสับปะรด	13
3.1	กรอบแนวคิดวิธีการดำเนินงาน	20
3.2	เปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งจากร้านขายผลไม้ ตำบลเขารูปซ้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	21
4.1	ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดที่อัตราส่วนผงถ่านของเปลือกสับปะรด: กาว แป้งเปียก	32
4.2	ผลการทดสอบการปีบของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด	33
4.3	ผลการทดสอบการตกรยะหักที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร	33
4.4	ผลการทดสอบการตกรยะหักที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร	33
4.5	ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด	34
4.6	ปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด	35
4.7	ปริมาณถ้าของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด	36
4.8	ปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด	36
4.9	ค่าความร้อนของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด	37
4.10	ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด	38
4.11	ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด ถ่านอัดแห่งไม้ (ซึ้งจากตลาด) ถ่านไม้ (ซึ้งจากตลาด)	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

พลังงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งสิ้น 79,216 ktoe (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559) โดยเป็นการใช้พลังงานจากพลังงานทดแทนดั้งเดิม (ฟืนไม้และแกลบ) รวมทั้งสิ้นประมาณ 13.83% ของปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด การใช้ถ่านประเททฟืนไม้เป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ทรัพยากร้าไม้ลดลง โดยในปัจจุบันประเทศไทยมีฟืนที่ป่าไม้เหลืออยู่เพียง 102.3 ล้านไร่ หรือ 32% ของพื้นที่ดินทั้งหมด (มูลนิธิสืบนาคนะเสถียร, 2559) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานอย่างอื่นมาใช้ทดแทนเพื่อลดปัญหาดังกล่าว แหล่งพลังงานทดแทนที่หาได้ง่ายและมีศักยภาพสูงในประเทศไทย คือพลังงานถ่านจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งนอกจากจะสามารถลดการใช้ฟืนไม้ได้ ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยแก้ปัญหาการกำจัดของเสียและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งอย่างมากมาย เช่น เปลือกทุเรียน (ทองทิพย์ พลูกะษม, 2542) กิงสบูต์ (เกรียงไกร วงศารojน์, 2554) เปลือกมังคุด (สังเวีย เสารกวิหาร, 2555) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ส่วนมากนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและนำมาใช้ทดแทนการใช้ถ่านไม้ได้

เปลือกสับปะรดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมากในประเทศไทย ปัจจุบันประเทศไทยมีฟืนที่เพาะปลูกสับปะรดมากกว่า 6 แสนไร่ (สุมน โพธิ์จันทร์, 2554) และมีผลผลิตประมาณ 2 ล้านตันต่อปี ซึ่งจะเกิดเศษเหลือเป็นเปลือกสับปะรดประมาณ 30% ของผลสับปะรดหรือประมาณ 600,000 ตันต่อปี (กะชามาศ สายดำเน, 2558) ซึ่งหากปล่อยทิ้งไว้จะเกิดเป็นขยะและเน่าเสียเกิดเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งส่งกลิ่นรบกวนและยังเป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน การนำเปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งมาทำให้เกิดประโยชน์โดยนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยลดปัญหาขยะเหลือทิ้ง ลดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมัน และลดปัญหาการใช้ฟืนและถ่านไม้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเปลือกสับปะรด ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจาก การเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแห่ง โดยใช้การแบ่งเปียกเป็นตัวประสาน เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน ความร้อนทดแทนการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดกับ ถ่านอัดแห่งไม้ และถ่านไม้ที่ขายในท้องตลาด

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น : อัตราส่วนระหว่างผงถ่านเปลือกสับปะรดกับการแบ่งเปียก

ตัวแปรตาม : คุณสมบัติของถ่านและประสิทธิภาพการเผาไหม้ของถ่าน

ตัวแปรควบคุม : ปริมาณความชื้น ขนาดของถ่านอัดแห่ง เวลาที่ใช้ในการเผาถ่าน

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ถ่านอัดแห่ง (Charcoal Briquettes) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัสดุ ธรรมชาติ มาเผาจนเป็นถ่านและบดเป็นผงแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)

เปลือกสับปะรด หมายถึง เปลือกของผลสับปะรด ภายนอกมีลักษณะคล้ายตา ล้อมรอบผล (จินดารัตน์ วีระภูติ, 2539)

ประสิทธิภาพการเผาไหม้ หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม หาได้โดยการเอา น้ำหนักถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด 500 กรัม มาใช้ทดสอบการต้มน้ำ 1,500 กรัม (ธีระพงษ์ คุณาภรณ์, 2550)

การอัดเย็น หมายถึง การนำวัสดุที่เผาเป็นถ่านแล้วมาบดให้ละเอียด แล้วนำมาผสม กับแป้งมันหรือวัสดุประสานอื่นๆ ในอัตราส่วนที่ต้องการมาอัดให้เป็นแท่ง (ลักษณ์ วนิชย์, 2545)

คุณสมบัติของถ่านอัดแห่ง เป็นลักษณะที่สำคัญของถ่านใช้เป็นหลักในการประกัน คุณภาพของถ่านอัดแห่ง ได้แก่ คาร์บอนสีดำ (คาร์บอนคงตัว) ปริมาณเต้า ความชื้น และค่าความร้อน โดยถือว่าถ่านที่ให้ความร้อนสูงแสดงว่าเป็นถ่านที่ดี (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)

ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหัก 1 กรัม มีหน่วยเป็น แคลอรี/กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547:ก)

1.5 สมมติฐาน

เปลือกสับปะรดสามารถนำมำผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

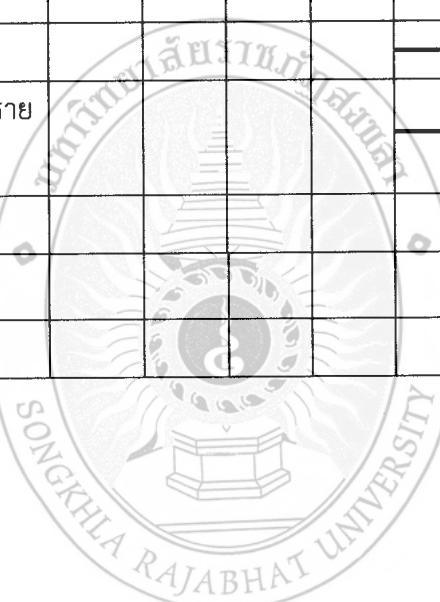
- 1.6.1 ลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานเชื้อเพลิงหุงต้ม
- 1.6.2 ลดปัญหามลภาวะจากขยายเหลือทิ้งและการตัดไม้ทำลายป่า
- 1.6.3 เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ขยายเหลือทิ้ง โดยการนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน ช่วยลดการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ

1.7 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด ใช้เวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 10 เดือน ได้เริ่มต้นทำการศึกษามาตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1.1 และโครงสร้างวิจัยในการศึกษาวิจัยนี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย									
	2559		2560							
	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบเอกสาร										
2. จัดทำโครงร่างและเสนอโครงร่างวิจัยเฉพาะทาง										
3. ดำเนินการวิจัยเฉพาะทาง			—————							
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง				—————						
5. สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล					—————					
6. สอนความก้าวหน้าวิจัย						—————				
7. สอบบุญวิจัยเฉพาะทาง							—————			
8. จัดทำเล่มวิจัยเฉพาะทาง								—————		



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถ่านอัดแท่ง (Charcoal Briquettes)

ในอดีตคนเรารู้จักและคุ้นเคยกับถ่านไม้ ซึ่งได้จากการนำแท่งฟืนไม้มาเผาเป็นถ่านเท่านั้น แต่ด้วยพระราชบัญญัติฯ กำหนดของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (รัชกาลที่ 9) ที่ทรงเล็งเห็นปัญหาการขาดแคลนไม้ในอนาคต รวมทั้งการขาดแคลนพลังงานในด้านต่างๆ จึงทรงมีพระราชดำริให้วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนในด้านต่างๆ รวมทั้งการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ เช่น ผักตบชวา จากนั้นได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้ชนิดต่างๆ มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งมากมาย เช่น ซังข้าวโพด กระลาມมะพร้าว แกลบ ขี้เสือย พางข้าวโพด กระลาปัล์ม กากทานตะวัน ชานอ้อย เหง้ามันสำปะหลัง เปลือกทุเรียน เปลือกสับปะรด และเศษถ่านหุงต้มที่เหลือใช้จากที่ใช้แล้ว (กรมพัฒนาและการส่งเสริมพลังงาน, 2535)

การใช้ถ่านอัดแท่งมาเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มแทนการใช้ถ่านไม้และฟืนโดยเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจะเป็นการช่วยเพิ่มนูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและลดปัญหาการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งถ่านอัดแท่งเหมาะสมสมสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนเนื่องจากไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น ไม่มีการแตกประทุ ติดไฟได้นาน และให้ความร้อนสูง นอกจากนี้ยังช่วยในการพัฒนาขีดความสามารถในการพัฒนาในด้านการแปรรูปถ่าน (เด่นภา จงใจ, 2544)



รูปที่ 2.1 ถ่านอัดแท่ง
ที่มา: อนุชา ชัยหาญ (2555)

2.1.1 คุณภาพของถ่านอัดแท่ง

คุณภาพของถ่านอัดแท่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ ชนิดของวัสดุที่ใช้และกระบวนการคาร์บอไนเซชัน โดยถ่านอัดแท่งที่ได้จากการบูรน้ำมันดิบจะมีคุณภาพแกร่งมากกว่าถ่านอัดแท่งที่เกิดจากกระบวนการคาร์บอไนเซชันที่เกิดอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีปริมาณก๊าซจากวัสดุที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ซึ่งระยะเวลาในกระบวนการคาร์บอไนเซชันที่เกิดอย่างรวดเร็วนี้จะส่งผลต่อความแกร่งของเนื้อถ่านอัดแท่ง โดยที่จะมีการทำการหั่นซ่องอากาศขนาดเล็กเพื่อใช้ควบคุมกระบวนการคาร์บอไนเซชันและช่วยให้กระบวนการคาร์บอไนเซชันค่อยๆ ดำเนินไปอย่างช้าๆ เพื่อให้ได้เนื้อถ่านอัดแท่งที่มีความแกร่ง (คมกริช ภูเมืองปาน, 2554)

2.1.2 คุณสมบัติโดยทั่วไปของถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่งมีคุณสมบัติตามเข็มเพลิงที่ดีกว่าถ่านไม้หlaysy ประการ เช่น ใช้ได้นานกว่าไม่มีการแตกหัก และไม่มีควัน ซึ่งคุณสมบัติโดยทั่วไปของถ่านอัดแท่ง (ณัฐรุณ อุตมหาราช, 2549) คือ

- 1) ให้ความร้อนสูงเนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้ที่เต็มที่
- 2) ทนนาน สามารถใช้ได้นานกว่าถ่านไม้ธรรมด้าถึง 2 – 3 เท่า
- 3) ประหยัด เพราะใช้ได้นาน ไม่แตกและไม่ดับเมื่อติดไฟแล้ว
- 4) ไม่แตกประทุขณะติดไฟอย่างถ่านไม้ทั่วไป ซึ่งถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพดี จะมีการแตกประทุเล็กน้อยในช่วงนาทีแรกที่ติดไฟเท่านั้น
- 5) ไม่มีควัน เนื่องจากความชื้นน้อยมาก
- 6) ไม่มีกลิ่น เพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ 100% ไม่ผสมสารเคมีใดๆ
- 7) ไม่ดับกลางคันแม้ว่าจะใช้ในที่ที่อากาศถ่ายเทน้อยทำให้มีต้องเปลี่ยนถ่านบ่อยๆ
- 8) ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ ไม่รุบราบ เนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน
- 9) ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้การขนส่งและการเก็บรักษา

2.1.3 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแห้ง

ถ่านอัดแห้งที่ทำมาจากสุดธรมชาติมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังแสดงในตารางที่ 2.1
(นริศ ชุดสว่าง, 2556)

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแห้งที่ทำจากสุดธรมชาติ

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> 1) มีขนาดและรูปร่างแบบเดียวกัน สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อย่างสะดวก 2) มีความร้อนที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง หุ่งต้มในครัวเรือนได้ 3) ปราศจากกลิ่น ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมกลิ่นที่มีราคาสูง 4) มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ 5) สะดวกต่อการเก็บรักษาและนำไปใช้งาน 	<ul style="list-style-type: none"> 1) การอัดแห้งใช้แรงอัดสูง เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระบบอัดและสกรูสึกหรอได้่ายจากการขัดสี และความร้อน 2) คุณสมบัติการเผาไหม้ยังไม่เป็นที่ต้องการ เช่น เมื่อยูกน้ำหรืออากาศที่ชื้นสูง

2.2 คุณสมบัติของถ่านอัดแห้ง

คุณสมบัติที่สำคัญของถ่านอัดแห้งประกอบไปด้วย (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)

2.2.1 ปริมาณความชื้น (Moisture Content) คือ ปริมาณของน้ำที่เหลืออยู่ในถ่านอัดแห้งหลังจากการตากแดด ซึ่งถ่านอัดแห้งที่มีความชื้นต่ำจะมีประสิทธิภาพการใช้งานสูง เนื่องจากสูญเสียความร้อนไปกับการระเหยของน้ำในระหว่างการใช้งานน้อย

2.2.2 ปริมาณสารระเหย (Volatile Matters) คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแห้งองแห้งที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน ปริมาณสารระเหยจะมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานของถ่าน ถ่านที่มีปริมาณสารระเหยมากจะติดไฟได้ไม่นาน 模ดเร็ว ทำให้สิ้นเปลืองถ่านมากกว่า

2.2.3 ปริมาณเถ้า (Ash Content) คือ ส่วนหนึ่งของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการเผาไหม้ภายในเตาเผาที่อุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมgnีเซียมออกไซด์ หรือเป็นส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ หากมีปริมาณเถ้ามากจะทำให้ค่าความร้อนต่ำรวมทั้งทำให้เกิดปัญหาในการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้น

2.2.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) คือ ปริมาณสารประกอบcarbonคงตัวซึ่งระเหยได้ยาก โดยจะคงเหลืออยู่หลังจากที่เผาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 950°C ถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจะติดไฟได้นานกว่าถ่านที่มีคาร์บอนคงตัวต่ำ ทำให้สีนเปลี่ยนถ่านน้อยกว่า

2.2.5 ค่าความร้อน (Calorimetric Value หรือ Heating Value) คือ ค่าความร้อนของการเผาไหม้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงอัดแห่ง ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มไม่ครัวเรือนนั้น ถ่านที่มีคุณภาพดีที่สุดนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีสมบัติที่ดีของถ่านด้านอื่นๆ ด้วย เช่น ไม่มีควันและไม่มีการแตกປะทุขณฑิติดไฟ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

2.2.6 ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้มน้ำ 1,500 กรัม ในหม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 20 จนกระทั่งน้ำเดือด

2.2.7 งานที่ทำได้ คำนวณจากน้ำหนักของน้ำที่ระเหยไปหารด้วยน้ำหนักของเชื้อเพลิงถ่านอัดแห่งที่ใช้สุทธิ โดยถ่านอัดแห่งที่มีค่างานที่ทำได้สูงจะมีประสิทธิภาพดีกว่าถ่านอัดแห่งที่มีค่างานที่ทำได้ต่ำ

2.2.8 อัตราการเผาไหม้ คำนวณจากน้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแห่งที่ใช้สุทธิหารด้วยระยะเวลาที่ใช้หุงหมด โดยถ่านอัดแห่งที่มีอัตราการเผาไหม้สูงจะมอดเร็ว

2.2.9 ประสิทธิภาพการใช้งาน คือ ความสามารถในการให้ความร้อนและระยะเวลาในการติดไฟของถ่าน โดยถ่านอัดแห่งที่มีค่าประสิทธิภาพการใช้งานสูงจะติดไฟได้เร็วและให้ความร้อนได้ดี (สุกัญญา จตุพรพงษ์, 2539)

2.3 กระบวนการผลิตถ่านอัดแห่งจากวัสดุเหลือใช้

การผลิตถ่านอัดแห่งจากวัสดุเหลือใช้ประกอบไปด้วยขั้นตอน การเตรียมวัตถุติด การเผาวัตถุติดให้เป็นถ่าน การผสมผงถ่านกับตัวประสาน การอัดแห่ง โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ เปลือกสับปะรด ทำโดยเก็บตัวอย่างเปลือกสับปะรด ซึ่งเป็นขยะเหลือทิ้งจากร้านขายผลไม้ ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา มาล้างทำความสะอาดแล้วนำเปลือกสับปะรดมาตากแดดให้แห้งสนิท เป็นเวลา 1 - 2 อาทิตย์ หรือจนได้เปลือกที่แห้งพร้อมสำหรับนำไปเผาในขั้นต่อไป

2.3.2 การเผาเปลือกสับปะรด

การเผาสุดเหลือทิ้งทางภาคการเกษตรให้เป็นถ่านทำได้หลายวิธี เช่น เตาดินเหนียว เตาอิฐก่อ เตาอิว่าเตะ เตาถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร โดยแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.2 (じระพงษ์ คุหาภรณ์, 2550)

ตารางที่ 2.2 วิธีการเผาถ่านแบ่งตามประเภทของเตาเผา

วิธีการเผาถ่าน	ข้อดี	ข้อเสีย
1) เตาดินเหนียว	เป็นเตาที่ใช้การลงทุนก่อสร้างจำนวนมากหรือไม่มีค่าวัสดุอุปกรณ์ เลยก็ได้ การก่อสร้างใช้ดินเหนียวมาก อีกทั้งดินเหนียวสามารถได้ตามพื้นที่อยู่แล้ว คุณภาพถ่านที่ได้ถือว่าคุณภาพดี	การสูญเสียความร้อน จำนวนมากกว่าเตาแบบอื่น
2) เตาอิฐก่อ	เป็นเตาเผาถ่านที่สร้างขึ้นจากอิฐมอญ โดยมีดินเหนียวทรายทำหน้าที่เป็นตัวยึดอิฐเข้าด้วยกัน (ตัวประสาน) สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านได้ดี การก่อสร้างเตาอิฐก่อไม่ใช้ปูนซีเมนต์	เนื่องจากสัมประสิทธิ์ การขยายตัวของอิฐกับปูนไม่เท่ากัน เมื่อเตาร้อนทำให้เตาเผาถ่านแตกหรือร้าวได้
3) เตาอิว่าเตะ	เป็นเตาเผาถ่านที่ใช้อิฐทนไฟและปูนซีเมนต์ทนไฟเป็นวัตถุดิบในการสร้างเตา มีการควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาถ่านได้เป็นอย่างดี ซึ่งรูปแบบเตาลักษณะนี้นำต้นแบบมาจากประเทศญี่ปุ่น ดังนั้นเตารูปทรงนี้เป็นรูปแบบที่พัฒนาจากเตาดินและเตาอิฐ ผลผลิตถ่านที่ได้มีจะคุณภาพดีและได้ปริมาณมาก	การลงทุนก่อสร้างจะสูง กว่าเตาดินและเตาอิฐ ก่อ เนื่องจากอิฐที่ใช้ก่อ มีปริมาณมากและการก่อสร้างยุ่งยากมาก
4) เตาถังน้ำมัน 200 ลิตร	การใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ที่มีฝาปิด เป็นเตาที่หาได้ง่าย ใช้งานง่าย สะดวก ประหยัด รวดเร็ว ใช้งานแล้วจัดเก็บได้ง่าย มีราคาถูกเหมาะสมกับผู้มีทันทุนต่ำ	หากถังน้ำมันมีค่าสูง จะทำให้ต้นทุนสูง

จากการที่ 2.2 ในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ที่มีฝาปิดเป็นเตาเผา เนื่องจากหาได้ง่าย เป็นวิธีที่ประหยัด ทำได้รวดเร็ว และจัดเก็บได้ง่ายเหมาะสมกับผู้มีต้นทุนต่ำ

2.3.3 การบดย่อย

ลักษณะของถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแห้งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี โดยขนาดของถ่านที่ใช้นั้นจะชี้บ่งถึงคุณภาพของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแห้ง วิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่อง หรือวิธีที่ง่ายที่สุด คือ การบดด้วยมือ โดยอาจใช้ครกและสากรเป็นอุปกรณ์ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานาน (รารินี มหาศนันท์, 2548)

2.3.4 ตัวประสาน

ตัวประสาน คือ วัสดุที่ทำให้ผงถ่านยืดติดกัน ซึ่งมีด้วยกันหลายชนิด เช่น แป้งมัน รำข้าวละเอียด ดินเหนียว โมลาส มูลสัตว์ ยางไม้ และอื่นๆ ซึ่งในแต่ละห้องถังก็จะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น การที่จะเลือกใช้วัสดุใดเป็นตัวประสานนั้นก็จะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติต่อไปนี้

- 1) ราคา
- 2) มีแรงยึดเกาะที่ดี
- 3) ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขมขมเผาไหม้
- 4) สามารถหาได้ง่าย
- 5) สามารถละลายน้ำได้ดี

นอกจากนี้ การเลือกใช้วัสดุเป็นตัวประสานนั้นควรเลือกใช้วัสดุที่มาจากภาคเกษตรหรือผลิตผลทางการเกษตรที่เหลือจากการแปรรูปทางอุตสาหกรรม เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าและลดต้นทุนของถ่านอัดแห้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง กาญัตala หรือเหงามันสำปะหลัง หากตัวประสานที่ใช้มีค่าความร้อนต่ำ เช่น ดินเหนียว สามารถนำมาใช้ร่วมกับตัวประสานอื่นที่มีค่าความร้อนสูงกว่าได้ ซึ่งจะช่วยยืดระยะเวลาในการเผาไหม้ของถ่านได้ดีขึ้น (รารินี มหาศนันท์, 2548)

ตัวประสานหนึ่งที่นิยมใช้ในการทำถ่านอัดแห้ง คือ แป้งมันสำปะหลัง ซึ่งทำจากมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงสีขาว โดยจะใช้ในรูปของภาวะแป้งเปียก โดยนำแป้งมันสำปะหลังมาผสมกับน้ำแล้วให้ความร้อนพร้อมทั้งคนจนแป้งมันสำปะหลังมีสีใส จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น แล้วจึง

นำมาใช้งาน การใช้การแป้งเปียกเป็นตัวประสานในการทำถ่านอัดแห่งมีข้อดีหลายประการ คือ ไม่มีความเป็นพิษเนื่องจากทำมาจากแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งสามารถนำมาบริโภคได้ หาได้ง่าย ราคาถูก สามารถทำให้ส่วนผสมยึดติดกันได้ และให้ความร้อนสูง (เจริญศักดิ์ โรจน์ฤทธิ์เชษฐ์, 2550)

2.3.5 การผสม

การผสมเป็นขั้นตอนการนำผงถ่านที่ผ่านการบดแล้วมาผสมกับตัวประสานเพื่อให้ผงถ่านยึดติดกัน พร้อมสำหรับการอัดเป็นแท่ง ซึ่งอัตราส่วนระหว่างผงถ่านกับตัวประสานเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลต่อคุณสมบัติของถ่านอัดแห่ง (ราชนี มหาศนันท์, 2548)

2.3.6 การอัดแห่ง

การอัดแห่งเป็นการอัดส่วนผสมตามอัตราส่วนที่ต้องการให้เป็นแท่งเพื่อให้ได้รูปร่างและความหนาแน่นของเนื้อถ่านอัดแห่งตามที่ต้องการ ถ่านอัดแห่งที่มีความหนาแน่นเหมาะสม จะช่วยให้เกิดการลูกใหม่ให้ความร้อนได้นาน หากถ่านอัดแห่งมีความหนาแน่นน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการลูกใหม่และมอดเร็ว ไม่สอดคล้องต่อการใช้งาน เพราะต้องเดิมถ่านบ่อยๆ ส่วนถ่านที่มีความหนาแน่นมากเกินไปจะทำให้การลูกใหม่เกิดไม่สอดคล้องและบางครั้งอาจทำให้ถ่านอัดแห่งดับอีกด้วย ซึ่งการอัดแห่งเพื่อทำถ่านอัดแห่งทำได้ 2 วิธีดังนี้ (ลักษมี วานิชย์, 2545)

1) การอัดร้อน เป็นการอัดวัสดุโดยที่วัสดุไม่จำเป็นต้องเผาให้เป็นถ่านมาก่อน เมื่ออัดเป็นแท่งเสร็จแล้วค่อยนำเข้าเตาให้เป็นถ่านอีกร้อนหนึ่ง วัสดุที่สามารถผลิตโดยวิธีการอัดร้อนนี้ มี 2 ชนิด คือ แกคลบและขี้เลือย เพราะวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้ เมื่อโดนอัดด้วยความร้อนจะมีสารในเนื้อของวัสดุยึดตัวมันเอง จึงทำให้สามารถยึดเกาะเป็นแท่งได้ โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสาน โดยที่เครื่องอัดต้องเป็นเครื่องอัดชนิดอัดร้อน ซึ่งราคาค่อนข้างสูง

2) การอัดเย็น เป็นการอัดวัสดุที่เผาถ่านมาแล้วนำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังหรือวัสดุประสานอื่นๆ โดยเมื่อเผาวัสดุนั้นแล้วต้องบดให้ละเอียดก่อนแล้วจึงนำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนที่ต้องการ

นอกจากนี้การอัดแห่งถ่านยังสามารถแบ่งเป็นวิธีการอัดแห่งด้วยมือและการอัดแห่งโดยใช้เครื่องจักร โดยแต่ละวิธีการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ลักษมี วานิชย์, 2545)

1) การอัดแห่งด้วยมือ การอัดแห่งด้วยวิธีนี้เหมาะสมเมื่อมีวัสดุติดบีที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห่งน้อย เหมาะสมกับการผลิตใช้ในครัวเรือน โดยวิธีการผลิตจะนำวัสดุติดบีทผ่านกระบวนการย่อยและร่อนแล้วมาผสมกับตัวประสาน นำมาใส่ลงในระบบอก ซึ่งระบบออกอาจทำด้วย

ท่อประปาหรือท่อเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ถึง 2.5 เซนติเมตร ส่วนความยาวของระบบท่อจะขึ้นกับความต้องการของผู้ใช้งาน แล้วจึงต้องห่อกระทุ้งด้วยเท่งเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ถึง 2.5 เซนติเมตร เหล็กกระทุ้งควรมีความยาวมากกว่าระบบท่อเล็กน้อย และปลายที่ใช้อิฐทำการทำเป็นตัว T เพื่อสะดวกในการจับ เมื่อต้องห่อกระทุ้งแล้วจึงควรปิดกระบวนการห่อลง แล้วใช้เท่งเหล็กดันเอาอ่อนออก ทางด้านล่างของระบบท่อ

2) การอัดแห้งด้วยเครื่องจักร เป็นวิธีที่สามารถผลิตถ่านอัดแห้งได้ในปริมาณมาก และถ่านอัดแห้งที่ได้จะมีคุณภาพเท่ากันทุกภัณฑ์ แต่จะมีต้นทุนในการผลิตถ่านอัดแห้งสูง และในกรณีที่ใช้เครื่องอัดแห้งจำเป็นจะต้องมีเครื่องจักรตัวอื่นเพิ่มขึ้นมาด้วยในกระบวนการผลิต เช่น เครื่องบด เครื่องผสม เครื่องอบ

2.3.7 การตากแห้ง

เนื่องจากถ่านอัดแห้งที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นสูงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน จึงต้องนำไปตากแดดให้แห้งเพื่อลดความชื้นให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 8% โดยน้ำหนัก และทำให้ถ่านอัดแห้งแข็งตัวเกาะกัน เพื่อให้ได้ถ่านอัดแห้งที่มีคุณภาพที่ดี ไม่มีคราฟ และมีความแข็งแกร่ง การทำให้แห้งอาจทำโดยการอบหรือตากแดด กรณีตากแดดสามารถทำการตรวจสอบอย่างง่ายโดยการนำถุงพลาสติกมาห่อแห้งถ่านเอาไว้ปิดให้สนิทนำไปตากแดดทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง สังเกตว่าถ้าที่ถุงพลาสติก ถ้ามีน้ำอยู่แสดงว่าถ่านอัดแห้งยังมีความชื้นสูงควรนำไปตากแดดต่อ (รารินี มหาสนันธ์, 2548)

2.4 ข้อมูลทั่วไปของสับปะรด

สับปะรดเป็นพืชเกษตรอุตสาหกรรมที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย สามารถส่งออกและบริโภคในประเทศในรูปของผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น สับปะรดกระป่อง น้ำสับปะรด ทำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นหลายพันล้านบาท และยังมีแนวโน้มที่จะขยายตัวออกไปอีก ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก โดยผลิตได้ถึง 1.78 ล้านตันในปี พ.ศ 2558 และศูนย์สารสนเทศการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจได้ประมาณการว่าในปี พ.ศ 2559 จะมีผลผลิตรวม 1.89 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

สับปะรดเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตหนาว สามารถทนต่อสภาพอุณหภูมิต่ำได้ แหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของโลก ได้แก่ ประเทศไทย อาร์กานา คีร์ เคนยา เม็กซิโก สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย พิลิปปินส์ ได้หวาน มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย พื้นที่ที่มี

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกมักจะเป็นบริเวณใกล้ทะเล ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นไม่
แปรปรวนมากนัก (จรุญ พรหมชุม, 2553)

2.4.1 ลักษณะทางพุกษาศาสตร์ของสับปะรด

ชื่อสามัญ:	สับปะรด (Pineapple)
ชื่อวงศ์:	Bromeliaceae
ชื่อวิทยาศาสตร์:	<i>Ananas Comosus</i> Merr.
ลักษณะของดอก:	ช่อดอกแบบ Spike ดอกสมบูรณ์เพศกลีบดอกสีม่วงอม น้ำเงิน
ลักษณะของผล:	เป็นทรงกระบอกโคนแหลมใหญ่ปลายเล็กเรียว น้ำหนักเฉลี่ย 2.3 - 3.6 กิโลกรัม ผลกว้างเฉลี่ย 11.9 เซนติเมตร ผลยาว เฉลี่ย 18.6 เซนติเมตร ตาตื้น
อายุการเก็บเกี่ยว:	178 วัน
สีเปลือก:	ผลแก่สีเขียวปนดำ ผลสุกสีเหลืองปนส้ม
สีเนื้อ:	สีเหลืองอ่อนถึงเหลืองทอง



รูปที่ 2.2 ผลสับปะรดและเปลือกสับปะรด

ที่มา: ศันสนีย์ เกษตรสินสมบัติ (2554)

2.4.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สับปะรดต้องการอากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกสับปะรดอยู่
ระหว่าง $23.9 - 29.4^{\circ}\text{C}$ ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการอยู่ในช่วง 1,001 - 1,500 มิลลิเมตรต่อปี แต่ต้องตก
กระจายสม่ำเสมอตลอดปี และมีความชื้นในอากาศสูง สับปะรดชี้น้ำในดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินปน

ลูกรัง ตินทร้ายชายะเล และขอบที่ลาดเท เช่น ลาดเชิงเขา สภาพความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินอยู่ในช่วง 4.5 - 5.5 แต่ไม่เกิน 6.0 (ศันสนีย์ เกษตรสินสมบัติ, 2554)

2.4.3 ฤทธิภาพเก็บเกี่ยวสับปะรด

สับปะรดสามารถให้ผลผลิตได้ทั้งปี แต่อย่างไรก็ตาม ในช่วงเก็บเกี่ยวในฤดู (ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - มกราคม และกลางเดือนเมษายน - กรกฎาคม) สับปะรดจะให้ผลผลิตมาก ในตลาดมีราคาถูก ในขณะที่ช่วงเก็บเกี่ยวออกฤดู (ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - ต้นเดือนเมษายน และเดือนสิงหาคม - ตุลาคม) สับปะรดจะให้ผลผลิตน้อย ราคาแพง (ศันสนีย์ เกษตรสินสมบัติ, 2554)

2.4.4 แหล่งที่ปลูกสับปะรดในไทย

สับปะรดสามารถปลูกได้ในแบบทุกพื้นที่ในประเทศไทย อย่างไรก็ตามแหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของไทยอยู่ในพื้นที่ใกล้ทะเล ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดจันทบุรี จังหวัดตราด และจังหวัดต่างๆ ในภาคใต้ เช่น จังหวัดภูเก็ต จังหวัดพังงา (ศันสนีย์ เกษตรสินสมบัติ, 2554)

2.4.5 สายพันธุ์สับปะรดในประเทศไทย

ประเทศไทยมีพันธุ์สับปะรดอยู่ 7 สายพันธุ์ (ณัจันท์ แก้วศรี, 2557) คือ

2.4.5.1 พันธุ์ปีตตาเวีย (Smooth Cayenne) หรือที่เรียกว่าหัวไปว่า พันธุ์ศรีราชา มีผลใหญ่ที่สุดในบรรดาสับปะรดด้วยกัน เนื่องมีรสหวานฉ่ำ ใบมีสีเขียวเข้ม กลางใบเป็นร่องมีสีแดง omn'aatal ปลายใบมีหนามเล็กน้อย ปลูกมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดลำปาง

2.4.5.2 พันธุ์อินทรชิต หรืออินทรชิตแดง (Singapore Spanish) เป็นพันธุ์เก่าแก่ที่สุดของประเทศไทยปลูกมานานนับตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา ต้นมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์ปีตตาเวีย เล็กน้อย แต่มีหนามแหลมคมรูปโค้งงอ สีน้ำตาลแดงที่ขอบใบ ใบมีสีเขียวอ่อน ผลยื่อยนูนเด่นชัด ตามีกเมื่อแก่จัด เนื้อเป็นสีทอง รสไม่หวานจัด ภายในผลมีเส้นใยมากและผลค่อนข้างเล็ก ปลูกมากที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

2.4.5.3 พันธุ์ขาว (Selangor Green) เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา มีทรงพุ่มเตี้ย มีใบสีเขียวอมเหลือง ใบสั้นและแคบกว่าอินทรชิต ขอบใบมีหนาม

แหลม ผลมีหล่ายจาก แต่เนื่องมีรัชชาติและคุณภาพคล้ายคลึงกับพันธุ์อินทรชิตมาก จึงมีผู้สันนิษฐานว่า คงจะคล้ายพันธุ์มาจากการพันธุ์อินทรชิต

2.4.5.4 พันธุ์ภูเก็ตหรือสวี (Malacca Queen) เป็นพันธุ์ที่มีใบแคบ และยาว ใบสีเขียวอ่อนและมีແບສีແಡงตอนกลางใบ ขอบใบเต็มไปด้วยหนามสีแดง ผลมีขนาดเล็ก ผลย่อยนูน ตาลีก เนื้อมีสีเหลือง รสหวานกรอบ และมีกลิ่นหอม นิยมปลูกกันมากในภาคใต้บริเวณจังหวัดภูเก็ต และจังหวัดชุมพร

2.4.5.5 พันธุ์นางแล หรือพันธุ์น้ำผึ้ง ลักษณะของต้น ใบ ดอก และผล จะคล้ายคลึงกับพันธุ์ปีตตาเวียมาก จึงอาจเป็นพันธุ์ย่อยหรือกล้ายพันธุ์มาจากการพันธุ์ปีตตาเวีย มีกลูมมากที่ ต่ำบานงอก และ开出เมือง จังหวัดเชียงราย ในปัจจุบันมีการปลูกสับปะรดชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีรสหวานจัดเป็นที่นิยมของตลาด

2.4.5.6 พันธุ์ราดสีทอง สับปะรดพันธุ์นี้จะไม่เหมือนพันธุ์อื่นตรงที่มีรัชชาติหวาน และกรอบทั้งผล โดยเฉพาะผิวเป็นตาๆ สีเหลือง

2.4.5.7 พันธุ์ภูแล จะมีผลขนาดเล็ก เนื้อสีทอง กลิ่นหอม แกนสับปะรดกรอบ รับประทานได้รัชชาติหวานปานกลาง สับปะรดภูแลเชียงรายหรือในชื่อเรียกสับปะรดภูแลเป็นสับปะรดสายพันธุ์กลุ่มควิน ลูกเล็ก และสามารถปลูกได้ตลอดปี

2.5 ประโยชน์ของสับปะรด

2.5.1 เนื้อสับปะรด

ใช้รับประทานสดหรือแปรรูปเป็นสับปะรดแข็ง อิ่ม สับปะรดหวาน สับปะรดแห้ง แยมสับปะรด สับปะรดกระป่อง และน้ำสับปะรด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้เนื้อสับปะรดกับปลา และเกลือหมักไว้ทำเป็นอาหารที่เรียกว่า “เค็มหมากนัด”

2.5.2 ใบสับปะรด

2.5.2.1 ใบสับปะรดสดสามารถนำมาห่อเป็นผ้าใบสับปะรด ในฟิลิปปินส์ เรียกว่า “ผ้าบารอง” ราคาแพงนิยมตัดเป็นชุดสากลประจำของชาติฟิลิปปินส์และไต้หวัน

2.5.2.2 เยื่อกระดาษจากใบสับปะรดกระดาษจากใบสับปะรดจะได้กระดาษที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เป็นมาก มีผิวนุ่มนวล สามารถบิดงอหรือเปลี่ยนรูปร่างได้ง่าย โดยไม่เสียหาย ในหลายประเทศใช้เป็นกระดาษสำหรับธนบัตร

2.5.3 เปลือกสับปะรด

เปลือกสับปะรดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมาก เป็นเปลือกสับปะรดหากปล่อยทิ้งไว้จะเกิดเป็นขยะและการเน่าเสียเกิดเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งส่งกลิ่นรบกวนและยังเป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน จึงนำเปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งมาทำประโยชน์ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาขยะเหลือทิ้ง (เกษตรศาสตร์ สายดำเนินการ, 2558)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะ สุทธิวิไลรัตน์ (2545) ได้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแห้งจากเปลือกล้วน โดยนำเปลือกล้วนมาเผาเป็นถ่านด้วยเตาถังเดียว พบร้า มีปรอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านเฉลี่ย 17.13% และมีพลังงานความร้อนเฉลี่ย 6,771.16 แคลอรี่/กรัม แต่ถ่านที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ไม่สะดวกต่อการนำไปใช้งาน และได้ทำฟืนอัดแห้งจากเปลือกล้วนโดยใช้เปลือกล้วนสับ 2,000 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 50, 100, 200 และ 300 กรัม พบร้า สามารถอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้แต่แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีความหนาแน่นน้อย เมื่อแห้งไม่เกราะติดกัน จึงยังไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน เช่นกัน เมื่อนำถ่านเปลือกล้วนมาทำถ่านอัดแห้ง โดยใช้ถ่านจากเปลือกล้วนบด 2,000 กรัม ผสมกับน้ำแป้งมันสำปะหลังที่มีความเข้มข้นของแป้งต่อน้ำโดยน้ำหนักเท่ากัน 3%, 5%, 8% และ 10% พบร้า ทุกรอบดับความเข้มข้นของความสามารถอัดเป็นแท่งถ่านได้ อัตราส่วนที่ได้ถ่านอัดแห้งที่มีคุณสมบัติดีที่สุด คือ อัตราส่วนที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเปลือกล้วนบด 2,000 กรัม กับน้ำแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้น 10% ซึ่งถ่านอัดแห้งมีค่างานที่ได้ 1.85 ประสิทธิภาพการใช้งาน 24.76% อัตราการเผาไหม้ 6.64 กรัม/นาที และพลังงานความร้อนเฉลี่ย 5,718.25 แคลอรี่/กรัม

สังเวช เสารกวิหาร (2553) ได้ทำการศึกษาผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหินพานต์ โดยนำเปลือกเมล็ดมะม่วงหินพานต์มาเผาด้วยเตาแบบอั่งโล่ เตาเผาแบบอุณหภูมิสูง และเตาเผาแบบแผ่นเหล็ก พบร้า ถ่านเปลือกเมล็ดมะม่วงหินพานต์ที่ได้ยังคงรูปร่างลักษณะเดิม จากนั้นนำมาเข้าเครื่องบดละเอียดให้เป็นผงถ่าน ผสมผงถ่านกับแป้งมันในอัตราส่วน 5:1 (โดยละลายแป้งมันในน้ำร้อน 1 ลิตร จนเป็นการแป้งเปียก) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำมาเข้าเครื่อง

อัดแห่งด้วย เครื่องอัดมือได้แห่งเชื้อเพลิงที่คงรูปไม่แตกหัก เมื่อนำไปตากแดดจนแห้งสนิทแล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง พบว่า เปลือกเมล็ดมะม่วงหินพานต์สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงอัดแห่งเพื่อใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในครัวเรือนได้

เกรียงไกร วงศารojน์ (2554) ได้ทำการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงชีวนวัฒนาจากสบู่ด้ำด้วยเทคนิคทรุหันแบบอัดรีดเย็น รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติของแห่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในรูปของค่าความร้อนต้านทานแรงกล วัตตุดิบหลักที่ใช้ในการทดลอง คือ ลำต้นและกิ่งสบู่คำโดยน้ำไปผสมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ ได้แก่ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และซังข้าวโพด สารเนี้ยวที่ใช้เป็นตัวประสานทำจากแป้งเปียกและโมลาส ก่อนทำการผสมตัวประสานลงไป วัตตุดิบจะถูกบดด้วยเครื่องจักรมีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้แห่งเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพ นำวัตตุดิบมาผสานกับตัวประสานในสัดส่วนต่างๆ พบว่า ค่าความร้อนของแห่งเชื้อเพลิงจะแปรผันตรงกับปริมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของสบู่ด้ำ และท่ออุตราช่าวันผสมเดียวกันแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าแห่งเชื้อเพลิงที่ใช้โมลาสเป็นตัวประสาน แต่อย่างไรก็ตามค่าความร้อนและค่าความต้านทานแรงกดของแห่งเชื้อเพลิงที่ผลิตโดยใช้ตัวประสานทั้ง 2 ชนิด มีค่าสูงพอที่จะใช้ผลิตแห่งเชื้อเพลิง โดยค่าความร้อนมีค่าอยู่ประมาณ 1,599 แคลอรี/กรัม ค่าความต้านทานแรงกดอยู่ที่ 0.46 - 2.46 เมกะปาสกาล

ธัญรัตน์ อินทร์เจริญ (2554) ได้ทำการศึกษาพลังงานเชื้อเพลิงอัดแห่งจากเปลือกทุเรียน โดยการนำเปลือกทุเรียนพันธุ์ชนิดน้ำเงินและหมอนทองที่เหลือทิ้งมาสับด้วยเครื่องหั่นย่อยให้มีขนาด 8 มิลลิเมตร นำไปตากแดดให้มีความชื้นพอดีเหมาะสมต่อการอัดแห่ง 2 แบบ คือ แบบอัดร้อนและอัดเย็น จากนั้นนำแห่งเชื้อเพลิงแข็ง (ทั้งชนิดอัดร้อนและอัดเย็นของเปลือกทุเรียนทั้ง 2 สายพันธุ์) มาวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณเก้า 5.5 - 8.0% ปริมาณสารระเหย 72.4 - 81.1% ค่าคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงอัดแห่งแบบอัดร้อนของเปลือกทุเรียนสายพันธุ์ชนิดน้ำเงินที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.3 - 7.6% ค่าความร้อนเปลือกทุเรียนอัดแห่งแบบอัดร้อนและแบบอัดเย็นอยู่ระหว่าง 3,609 - 3,844 แคลอรี/กรัม โดยแห่งเชื้อเพลิงแบบอัดร้อนจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าแบบอัดเย็นเล็กน้อย ค่าความหนาแน่นของถ่านเปลือกทุเรียนอัดแห่งแบบอัดร้อนจะมีค่า 2.9 และ 3.2 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่านอัดแห่งจากเปลือกทุเรียนทั้งสองสายพันธุ์มีค่าการทนแรงอัดต่ำโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.5 - 12.2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งการอัดร้อนจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าสูง คือ มีค่า率ระหว่าง 0.440 - 0.456 กิโลวัตต์/กิโลกรัม ในขณะที่การอัดเย็นจะสิ้นเปลือง

พลังงานไฟฟ้าเพียง 0.05 - 0.059 กิโลวัตต์/กิโลกรัม ซึ่งสรุปได้ว่า โดยทั่วไปเปลือกหุ้เรียนจะสามารถนำมาผลิตเป็นแห่งเชื้อเพลิงเพื่อใช้เป็นพลังงานความร้อนในครัวเรือนแทนฟืนและถ่านไม้ได้

สังเวย เสรกวิหาร (2555) ได้ทำการศึกษาศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแห่งจากเปลือกมังคุด โดยนำเปลือกมังคุดที่เป็นของเหลือทิ้งจากครัวเรือนมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแห่งแทนการใช้ฟืนและถ่านไม้ โดยใช้การแบ่งเปียกเป็นตัวประสานและอัดแห่งด้วยเครื่องอัดมือ พบว่า เมื่อนำเปลือกมังคุดมาเผาจะได้ถ่านเปลือกมังคุดที่มีสีดำและน้ำหนักเบา จากนั้นนำมาตากให้แห้งอีกจนเป็นผงถ่าน ผสมผงถ่านเปลือกมังคุดกับแป้งมัน (โดยละลายแป้งมัน 200 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร จนเป็นการแป้งเปียก) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และวนนำมาอัดได้แห่งเชื้อเพลิงที่คงรูปไม่แตกหัก เมื่อนำไปตากแดดจนแห้ง แล้วนำไปทดสอบศักยภาพด้านพลังงาน พบว่า มีค่าความร้อนเท่ากับ 5,920 แคลอรี/กรัม ปริมาณคาร์บอนคงตัว 61.7% ปริมาณเหล้า 7% อัตราการเผาไหม้ 11.80% สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงอัดแห่งจากเปลือกมังคุด สามารถใช้หุงต้มได้ดี ไม่มีการแตกປะทุ ติดไฟดี ไม่มีเขม่า ไม่มีควัน และไม่มีกลิ่นรบกวนขณะใช้งาน แห่งเชื้อเพลิงนี้จึงเหมาะสมสำหรับจะผลิตเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนและชุมชน หรือผลิตเพื่อการค้าและในอุตสาหกรรม แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้ซึ่งจะช่วยลดภาวะโลกร้อนได้

ธนาพล ตันติสัตย์กุล (2558) ได้ศึกษาความเหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด โดยนำเปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งมาเข้าเครื่องย่อยเป็นชิ้นและนำมาอัดแห่งแบบอัดเย็นโดยใช้น้ำแป้งเป็นตัวประสาน (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง 50 กรัม:น้ำ 1 ลิตร) อัตราส่วนเปลือกสับปะรด:น้ำแป้งมันสำปะหลัง (10:5, 10:6, 10:7, 10:8 และ 10:9) นำมาอัดเป็นแห่ง จากนั้นนำมาตากแดด 1 อาทิตย์ โดยการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาความเหมาะสมทางเทคนิคซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์สมบัติต้านเชื้อเพลิงของแห่งเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM และวิเคราะห์ผลประযุชน์ทางสิ่งแวดล้อมในรูปของการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่า แห่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนอยู่ในช่วง 3,235 - 3,389 แคลอรี/กรัม ค่าความชื้น 12.7- 20.5% ปริมาณสารระเหย 56 - 68.9% ปริมาณเหล้า 3.1 - 3.6% คาร์บอนคงตัว 9.9 - 20.7% รวมทั้งได้นำค่าที่ได้จากการศึกษาไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น โดยเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากกิ่งสบู่ดำ เปลือกมังคุด เปลือกหุ้เรียน และทางมะพร้าว ซึ่งเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด มีปริมาณสารระเหย ปริมาณเหล้า และคาร์บอนคงตัวดีกว่าเชื้อเพลิงชีมวลจากงานวิจัยอื่นแต่มีปริมาณความชื้นต้องกว่า และยังพบว่า การใช้เชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดแทนฟืนไม่สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ $13.13 \text{ kg CO}_2 \text{ eq/kg}$ เปเลือกสับปะรดแห่งที่ใช้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า วัสดุเหลือทิ้ง เช่น เป้าอကมังคุด เป้าอကสับปะรด เป้าอကทุเรียน เป้าอคเม็ดมะม่วงหินพานต์ และกิงสบู่ดำ สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห่งที่มีคุณภาพดีได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในครัวเรือนแทนการใช้ถ่านไม้และฟืนได้ รวมทั้งการผลิตถ่านอัดแห่งไม่มีการใช้สารเคมีใด ดังนั้น ถ่านอัดแห่งจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด ซึ่งเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาใช้ประโยชน์และเพิ่มนูลค่าให้แก่วัสดุเหลือทิ้งช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัด และช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาทำฟืนและถ่านได้



บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดวิธีการดำเนินงาน

กรอบแนวคิดการศึกษาเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด แสดงไว้ในรูปที่ 3.1



3.2 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากร้านขายผลไม้โดยมีรายละเอียดของขอบเขตการวิจัยดังนี้

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ เปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งจากร้านขายผลไม้ ตำบลเขารูปช้าง อําเภอเมือง จังหวัดสงขลา ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งจากร้านขายผลไม้ ตำบลเขารูปช้าง อําเภอเมือง จังหวัดสงขลา

3.2.2 สถานที่ดำเนินการวิจัย

1) สถานที่เฝ้าเปลือกสับปะรดและศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด บ้านเลขที่ 83/1 หมู่ที่ 1 ตำบลแปะ-ระ อําเภอท่าแพ จังหวัดสตูล

2) สถานที่ทำการทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด (ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเส้า คาร์บอนคงตัว) ณ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และห้องปฏิบัติการเคมี อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3) หาค่าความร้อน โดยเครื่อง Bomb Calorimeter ภาควิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.3 วัสดุดิบและวัสดุอุปกรณ์

3.3.1 วัสดุดิบ

- 1) เปปเล็กสับปะรด
- 2) แป้งมันสำปะหลัง
- 3) น้ำ世家าด

3.3.2 วัสดุและอุปกรณ์

- 1) ถังน้ำมัน ขนาด 200 ลิตร
- 2) ครากบด
- 3) ถาดอะลูมิเนียม
- 4) หม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 20
- 5) เตาอังโลง
- 6) ตะแกรงตากเปปเล็กสับปะรด
- 7) ตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร
- 8) ถังพลาสติก
- 9) ปีกเกอร์
- 10) ถุงมือกันความร้อน
- 11) เชิงใส่เปปเล็กสับปะรด
- 12) ระบบอักดัดสำหรับอัดถ่านอัดแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
ความสูง 4.5 เซนติเมตร
- 13) เทอร์โมมิเตอร์
- 14) แท่งแก้ว

3.3.3 เครื่องมือ

- 1) ตู้อบ (Hot Air Oven) รุ่น D-91126 Schwabach ยี่ห้อ Memmert
- 2) เตาเผา (Furnace) รุ่น RWF1100 ยี่ห้อ CARBOLITE
- 3) เครื่องชั่ง 4 ตัวแทน (Analytical Balance) รุ่น AL204 ยี่ห้อ METLER
TOLEDO
- 4) ถ้วย Crucible
- 5) โดดดความชื้น (Desiccators)

3.4 วิธีการวิเคราะห์

การศึกษานี้ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมเปลือกสับปะรด การเผาเปลือกสับปะรด การผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด (โดยวิธีการอัดเย็น) การทดสอบการบีบและการตัดกระแทกของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด การศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด และการศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่ง (สำหรับภาพประกอบการศึกษาแต่ละขั้นตอนแสดงไว้ในภาคผนวก ง)

3.4.1 การเตรียมเปลือกสับปะรด

เก็บเปลือกสับปะรดที่เป็นขยายเหลือทึ้งจากร้านขายผลไม้ บริเวณตำบลเขารูปซ้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา นำมาล้างทำความสะอาด นำเปลือกสับปะรดมาตากแดดให้แห้งสนิท เป็นเวลา 1-2 อาทิตย์ หรือจนได้เปลือกสับปะรดที่แห้ง

3.4.2. การเผาเปลือกสับปะรด

ใช้ถังน้ำมันที่มีขนาด 200 ลิตร ที่มีฝาปิดเป็นเตาเผา เพราะทำได้ง่าย สะดวก ประหยัด รวดเร็ว โดยการนำเปลือกสับปะรดตากแห้งใส่ในตะแกรง漉แล้วนำไปใส่ในเตาเผา จุดเชื้อไฟเผาให้เปลือกสับปะรดลุกไหม้ทั่วทั้งตะแกรงปิดฝาเผานาน 15 นาที แล้วปล่อยให้เตาเผาเย็น จึงเปิดฝาเตาจะได้ถ่านเปลือกสับปะรดที่มีลักษณะสีดำและมีน้ำหนักเบา

ข้อสังเกต ถ่านเปลือกสับปะรดที่นำไปอัดแห้งต้องคำนึง到 ใหม่หมด ชาวบ้านเรียกว่า “สุกได้ที่” หากมีสีน้ำตาล แสดงว่า ใหม่ไม่หมดต้องนำไปเผาใหม่ เนื่องจากหากนำไปใช้เป็นถ่านอัดแห้งแล้วจะทำให้มีคุณภาพน้อยลง (นายจงกล สุภารัตน์, 2555)

3.4.3 การศึกษาการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดโดยวิธีการอัดเย็น

นำถ่านเปลือกสับปะรดที่ได้จากการเผา มาบดด้วยครกบดจนเป็นผงถ่าน จากนั้นร่อนด้วยตะแกรงขนาด 1 ไมครอน นำผงถ่านเปลือกสับปะรดผสมกับการแป้งเปียกตามอัตราส่วนต่างๆ 5 อัตราส่วน ดังแสดงในตารางที่ 3.1 จากนั้นอัดเป็นแท่งด้วยวิธีอัดเย็น โดยใช้เครื่องอัดมือ ซึ่งเป็นแท่งทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตรและขนาดความสูง 4.5 เซนติเมตร

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผงถ่านเปลือกสับปะรด: การแป้งเปียก (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)

ตัวอย่าง	อัตราส่วน	ถ่านเปลือกสับปะรด (กิโลกรัม)	การแป้งเปียก (มิลลิลิตร)
1	1:0.5	1	500
2	1:0.75	1	750
3	1:1	1	1,000
4	1:1.5	1	1,500
5	1:2	1	2,000

* หมายเหตุ: การแป้งเปียกผสมด้วยสัดส่วน แป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร

3.4.4 การทดสอบการบีบและการตกรยะแทกของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

การทดสอบการบีบและการตกรยะแทกเป็นการทดสอบเพื่อความสามารถของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดในการคงรูปเป็นแท่งและความแกร่งของถ่าน โดยมีรายละเอียดวิธีการทดสอบดังนี้

- 1) การทดสอบการบีบ ทำได้โดยใช้มือบีบก้อนถ่านอัดแห่ง เพื่อถูว่าก้อนถ่านที่ทดสอบกีดการแตกหักขึ้นหรือยังคงรูปเดิม
- 2) การตกรยะแทก ทำได้โดยการปล่อยถ่านอัดแห่งที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เพื่อถูว่าก้อนถ่านอัดแห่งที่ปล่อยลงมานมีการแตกหักหรือยังคงรูปเดิมของก้อนถ่าน จากนั้นเลือกถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสม (ยังคงรูปเดิมไม่แตกหัก) มา 3 อัตราส่วน เพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดและประสิทธิภาพการใช้งานต่อไป

3.4.5 ศึกษาคุณสมบัติการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

จากการศึกษาคุณสมบัติการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด โดยนำถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดมาบดเป็นผงแล้วร่อนด้วยตะกรงขนาด 1 ไมครอน และนำไปตรวจวิเคราะห์หาสมบัติด้านเชื้อเพลิง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.2 (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)



ตารางที่ 3.2 การตรวจวิเคราะห์หาสมบัติด้านเชื้อเพลิงถ่านอัดแห่ง

พารามิเตอร์	วิธีการ
ความชื้น (Moisture Content; %)	ASTM D3173
ปริมาณเถ้า (Ash Content; %)	ASTM D3174
ปริมาณสารระเหย (Volatile Matter; %)	ASTM D3175
คาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon; %)	ASTM D3172
ค่าความร้อน (Heating Value; แคลอรี่/กรัม)	ASTM D5865

3.4.5.1 ค่าปริมาณความชื้น (Moisture Content): ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3173 โดยมีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

วิธีการทดลอง

- 1) นำถ้วย Crucible ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105°C
- 2) จากนั้นนำไปใส่ในโดดความชื้น (Desiccators) 1 ชั่วโมง จึงนำไป秤น้ำหนัก (W_1)
- 3) ซึ่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W) ใส่ในถ้วย Crucible ที่ซึ่งน้ำหนักแล้ว
- 4) นำไปอบที่อุณหภูมิ 105°C 1 คืน
- 5) นำไปใส่ในโดดความชื้น 2 ชั่วโมง จึงนำไป秤น้ำหนัก (W_2)

สูตรการคำนวณ

$$M = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 100$$

เมื่อ M = ปริมาณความชื้น (%)

W_1 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

Ⓐ
662.88
๕๔๗๙

3.4.5.2 ปริมาณเถ้า (Ash Content): ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3174 โดยมีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

วิธีการทดลอง

- 1) นำถ้วย Crucible ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105°C
- 2) จากนั้นนำไปใส่ในโคลุคความชื้น 1 ชั่วโมง จึงนำไปซึ่งน้ำหนัก (W_3)
- 3) ซึ่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W) ใส่ลงในถ้วย Crucible
- 4) นำไปเผาที่อุณหภูมิ 750°C 4 ชั่วโมง
- 5) ใส่ในโคลุคความชื้น 2 ชั่วโมง จึงนำไปซึ่งน้ำหนัก (W_4)

สูตรการคำนวณ

$$A = \frac{(W_3 - W_4)}{W} \times 100$$

เมื่อ A = ปริมาณเถ้า (%)

W_3 = น้ำหนักถ้วยและล้อของตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W_4 = น้ำหนักถ้วย (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3.4.5.3 ปริมาณสารระเหย (Volatile Matter): การวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3175 โดยมีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

วิธีการทดลอง

- 1) เผาถ้วย Crucible พร้อมฝาที่ อุณหภูมิ 950°C ประมาณ 30 นาที
- 2) จากนั้นนำไปใส่ในโคลุคความชื้น 1 ชั่วโมง จึงนำไปซึ่งน้ำหนัก (W_5)
- 3) ซึ่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W) ใส่ลงในถ้วย Crucible และปิดฝา
- 4) นำไปเผาที่อุณหภูมิ 950°C 7 นาที
- 5) นำออกจากเตาเผาทิ้งให้เย็นในโคลุคความชื้น 2 ชั่วโมง และนำไปซึ่งน้ำหนัก (W_6)

สูตรการคำนวณ

$$V = \left[\frac{W_5 - W_6}{W} \times 100 \right] - M$$

- เมื่อ V = ปริมาณสารระเหย (%)
 M = ปริมาณความชื้น (%)
 W_5 = น้ำหนักของถ้วย Crucible พร้อมฝาและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)
 W_6 = น้ำหนักของถ้วย Crucible พร้อมฝาและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)
 W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3.4.5.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon): ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3172 โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\% \text{ คาร์บอนคงตัว} = 100 - (\% \text{ ปริมาณความชื้น}) - (\% \text{ ปริมาณสารระเหย}) - (\% \text{ ปริมาณเส้า})$$

3.4.5.5 ค่าความร้อน (Heating Value) ส่งตรวจวิเคราะห์ค่าความร้อนที่ ภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D5865

3.4.6 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

นำถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดที่ตากแดดจนแห้งสนิทมาศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มโดยการต้มน้ำ 1,500 กรัม ด้วยถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด 500 กรัม สังเกตการแตกປะทุของเชื้อเพลิง ปริมาณครันของเชื้อเพลิง ขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำ และบันทึกเวลาที่ใช้จนกระทั่งน้ำเดือด

การคำนวณค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิง
อัดแห้งจากเปลือกสับปะรดมีรายละเอียดดังนี้ (ธีระพงษ์ คุหาภรณ์, 2550)

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

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแห้งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้หั่นหมด (กรัม)}}$$

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

- เมื่อ H_u = ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)
 M = น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)
 M_1 = น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)
 M_f = น้ำหนักเชื้อเพลิง (ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด) (กรัม)
 M_k = น้ำหนักเชื้อไฟ (เศษเม้ม กิ่งเม้มแห้ง) (กรัม)
 C_p = ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม
 T_1 = อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ ($^{\circ}\text{C}$)
 T_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
 L = ความร้อนแห้งของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรี/กรัม
 H_1 = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด)
 H_2 = ค่าความร้อนของเชื้อไฟซึ่งมีค่า 4,280 แคลอรี/กรัม

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ในการนำเสนอผลการศึกษา

3.5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

โดยใช้ค่าวัสดุและค่าดำเนินการผลิตมาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น เพื่อเปรียบเทียบราคาของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดกับราคาของถ่านอัดแห่งไม้กับถ่านไม้ที่ขายตามห้องตลาด



บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดโดยใช้กาแฟเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วนระหว่างเปลือกสับปะรด:กาแฟเป็น 5 อัตราส่วนคือ 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 จากนั้นนำถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดที่ได้มาทดสอบการบีบและการตกรยะห์ กการทดสอบคุณสมบัติต้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด และหาค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่ง จำนวนเลือกอัตราส่วนที่ดีที่สุดไปเบรียบเทียบกับถ่านอัดแห่งไม้และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

4.1 การผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

4.1.1 การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด นำเปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งจากการขายผลไม้ บริเวณตำบลเขaruปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา มาล้างทำความสะอาดและตากแดดจนแห้ง แล้วนำมาเผาด้วยถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักเปลือกสับปะรดที่ใช้ในการทดลอง

พารามิเตอร์	เปลือก สับปะรดสด	เปลือกสับปะรดแห้ง	ถ่านเปลือก สับปะรด (ແກ)	ถ่านที่ร่อนผ่าน ตะกรงขนาด 1 ไมครอน
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	120	85	10	8
ความชื้น (%)	85.03	-	-	2
ผลผลิต (%)	-	-	8.34	6.67

จากตารางที่ 4.1 พบร้า เปลือกสับปะรดสด 120 กิโลกรัม (ความชื้นเท่ากับ 85.03%) เมื่อนำไปตากแดดจนแห้งจะมีน้ำหนัก 85 กิโลกรัม จากนั้นนำมาเผาเป็นถ่านด้วยถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร เป็นเวลา 15 นาที ได้ถ่านเปลือกสับปะรด 10 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านเฉลี่ย 8.34% นำถ่านเปลือกสับปะรดมาบดและร่อนด้วยตะกรงขนาด 1 ไมครอน เหลือถ่านจากเปลือกสับปะรดอยู่ 8 กิโลกรัม และมีความชื้น 2% จากการทดลองพบว่าถ่านจากเปลือกสับปะรด

มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตค่อนข้างต่ำ (6.67%) เนื่องจากเปลือกสับปะรดซึ่งเป็นวัตถุดิบมีความชื้นค่อนข้างสูง (85.03%) ซึ่งหากใช้วัตถุดิบที่มีความชื้นต่ำกว่านี้หรือนำวัตถุดิบอีนมาผสมน้ำจะได้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่สูงขึ้น

4.1.2 ผลการวิเคราะห์วัตถุดิบในถ่านอัดแท่ง

จากการวิเคราะห์ค่าความร้อนของวัตถุดิบที่นำมาทำถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด (ผงถ่านเปลือกสับปะรดและแป้งมันสำปะหลัง) โดยทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3286 ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าความร้อนของวัตถุดิบสำหรับการทำถ่านอัดแท่ง

วัตถุดิบ	ค่าความร้อน (แคลอรี/กรัม)
ถ่านจากเปลือกสับปะรด	5,645.80
แป้งมันสำปะหลัง	3,563.91

จากการที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า ถ่านจากเปลือกสับปะรดมีค่าความร้อนสูงกว่าแป้งมันสำปะหลังประมาณ 36.88% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธนาพล ตันติสัตย์กุล (2558) ที่พบว่าเปลือกสับปะรดมีค่าความร้อนสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง และเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังมากกว่าจะมีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงต่ำกว่า

4.1.3 การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด

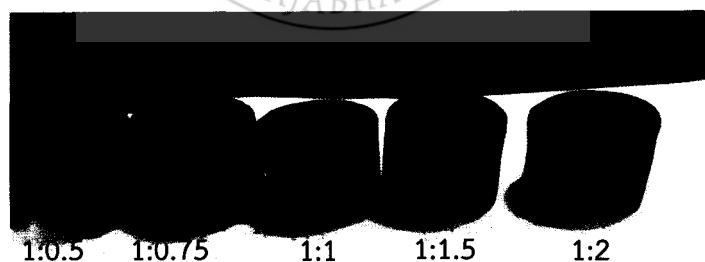
จากการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดโดยวิธีการอัดเย็น พบร่วมกับอัตราส่วนผงถ่านเปลือกสับปะรด: การแป้งเปียกที่ใช้ทดลองทั้ง 5 สูตร (1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2) สามารถอัดขึ้นรูปเป็นแท่งถ่านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร และความสูง 4.5 เซนติเมตรได้และไม่เกิดการแตกหัก ดังรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด

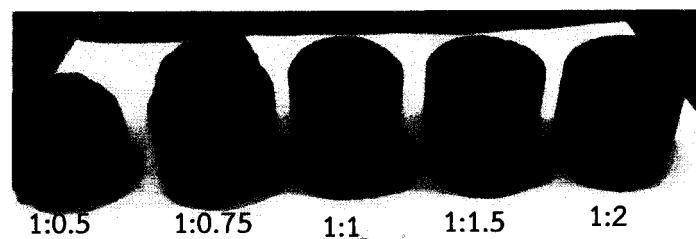
ถ่านเปลือก สับปะรด: กาวแป้ง เปียก (กิโลกรัม/ลิตร)	จำนวนก้อน ถ่านอัดแห้ง (ก้อน)	ขนาดความ สูง (เซนติเมตร)	ขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	น้ำหนัก ก้อนตาก (กรัม)	น้ำหนัก หลังตาก (กรัม)
1:0.5	41	4.5	2.5	49.08	27.66
1:0.75	39	4.5	2.5	45.59	28.40
1:1	47	4.5	2.5	57.76	25.22
1:1.5	48	4.5	2.5	46.88	25.57
1:2	53	4.5	2.5	54.11	23.61

จากตารางที่ 4.3 พบร้า จำนวนถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 5 สูตร ที่ได้อยู่ระหว่าง 39 - 53 ก้อน และมีน้ำหนักก้อนตากเฉลี่ย 45.59 - 57.76 กรัม และเมื่อตากแเดดให้แห้งเป็นเวลา 1 อาทิตย์ แล้วมีน้ำหนักถ่านอัดแห้งเฉลี่ย 23.61 - 28.40 กรัม

จากนั้นนำถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 5 สูตร (อัตราส่วนผงถ่านเปลือกสับปะรด: กาวแป้งเปียก สูตร 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2) มาทดสอบการบีบและการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.4 และสรุปผลการทดลองดังตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.1 ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดที่อัตราส่วนผงถ่านของเปลือกสับปะรด: กาวแป้งเปียก



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการบีบของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด



รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบการตอกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบการตอกกระแทกที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการบีบและการตอกกระแทกของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด

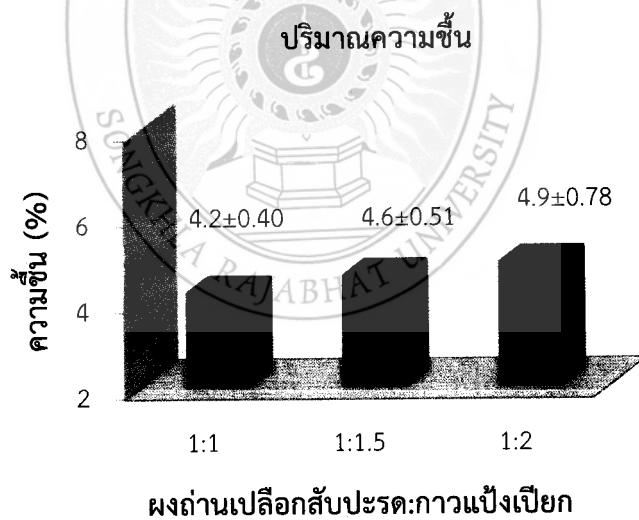
ผงถ่านเปลือกสับปะรด: กาวแป้งเปียก	การใช้ มือบีบ	การตอกกระแทกที่ระดับ ความสูง 50 เซนติเมตร	การตอกกระแทกที่ระดับ ความสูง 100 เซนติเมตร
1:0.5	✗	✗	✗
1:0.75	✗	✗	✗
1:1	✓	✓	✓
1:1.5	✓	✓	✓
1:2	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ ผ่านการทดสอบ, ✗ ไม่ผ่านการทดสอบ

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:1, 1:1.5 และ 1:2 ผ่านการทดสอบการบีบและตកกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เนื่องจากไม่เกิดการแตกหักและยังคงรูปเดิม ในขณะที่ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:0.5 และ 1:0.75 เกิดการแตกหักจากการทดสอบ ดังนั้นจึงเลือกถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดอัตราส่วน 1:1, 1:1.5 และ 1:2 มาทดสอบคุณสมบัติต้านเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด เพื่อหาอัตราส่วนระหว่างผงถ่านเปลือกสับปะรด: กาวแป้งเปียกที่ดีที่สุดในการทำถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

4.1.4 คุณสมบัติต้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

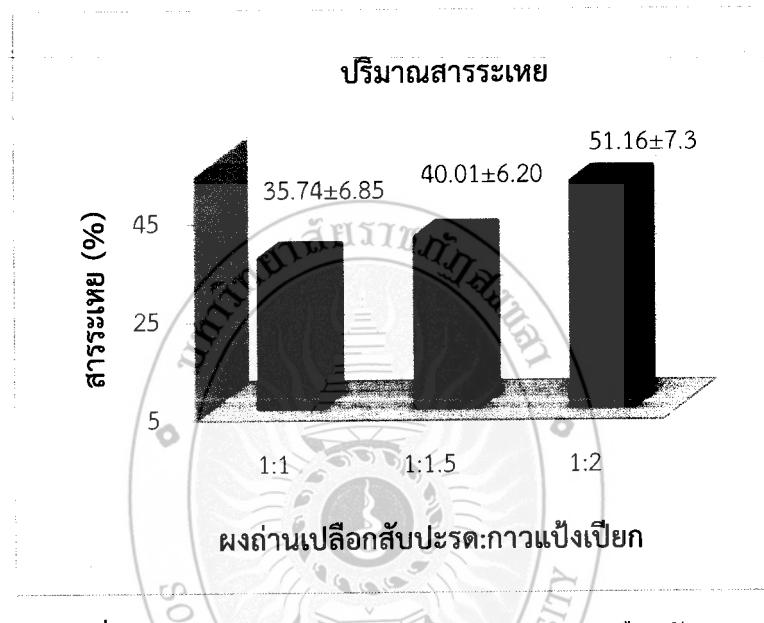
ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร ถูกนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติต้านเชื้อเพลิง ได้แก่ ปริมาณความชื้น (Moisture Content) ปริมาณสารระเหย (Volatile Matters) ปริมาณถ้า (Ash Content) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) และค่าความร้อน (Heating Value) ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.5 ลึกรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.5 ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

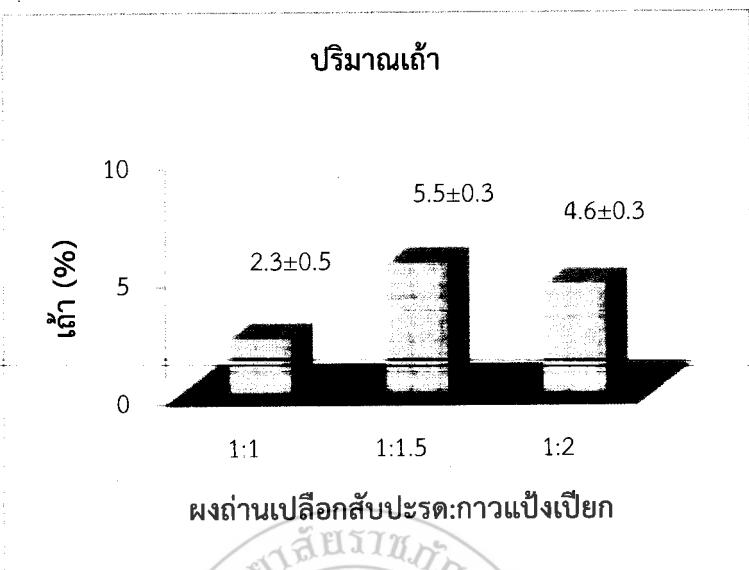
ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด พบว่า ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร มีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 4.2 ± 0.40 - $4.9 \pm 0.78\%$ โดยสูตร 1:1 ซึ่งใช้การแป้งเปียกน้อยที่สุดมีค่าความชื้นน้อยที่สุด คือ $4.2 \pm 0.40\%$ ในขณะสูตรที่มีส่วนผสมของการแป้งเปียกมากที่สุด (สูตร 1:2) มีค่าความชื้นมากที่สุด คือ $4.9 \pm 0.78\%$ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรณพล ตันติสัตยกุล (2558) ที่ได้ทำการทดลองการศึกษาความเหมาะสม

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเปลือกสับปะรด:น้ำแบ่งมันสำปะหลัง 5 อัตราส่วน (10:5, 10:6, 10:7, 10:8 และ 10:9) ซึ่งพบว่า เชื้อเพลิงอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดจะมีค่าความชื้นมากขึ้นตามปริมาณน้ำแบ่งมันสำปะหลังที่ใช้ หากถ่านมีความชื้นน้อยจะมีประสิทธิภาพการใช้งานสูงกว่า เนื่องจากไม่สูญเสียความร้อนไปกับการระเหยของน้ำในระหว่างการใช้งาน (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)



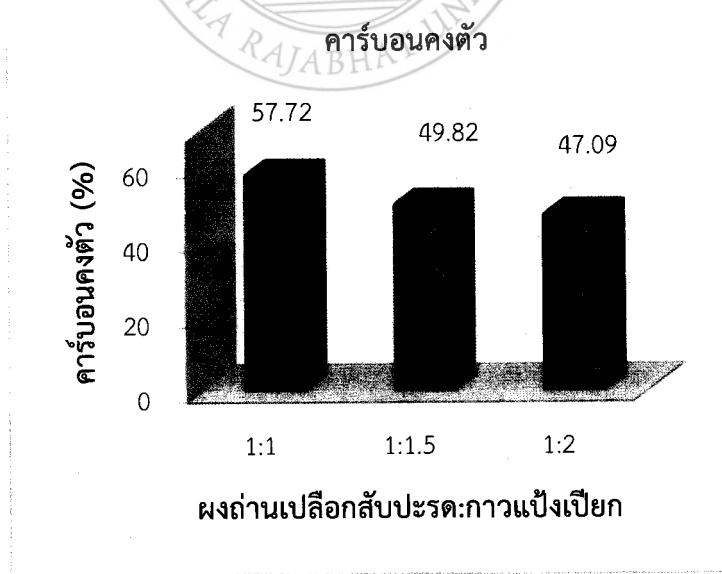
รูปที่ 4.6 ปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด

ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร 1:1, 1:1.5 และ 1:2 มีปริมาณสารระเหยอยู่ในช่วง $35.74 \pm 6.85\%$ - $51.16 \pm 7.3\%$ โดยสูตร 1:1 มีค่าปริมาณสารระเหยน้อยที่สุด คือ $35.74 \pm 6.85\%$ ส่วนสูตร 1:2 มีปริมาณสารระเหยมากที่สุด คือ $51.16 \pm 7.3\%$ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งปริมาณสารระเหยสูงจะมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานและการลูกติดไฟของถ่าน ถ้าถ่านมีปริมาณสารระเหยมากถ่านจะลูกติดไฟได้เร็ว แต่จะติดไฟได้เมนานถ่านจะมอดเร็ว ทำให้สิ้นเปลืองถ่าน (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)



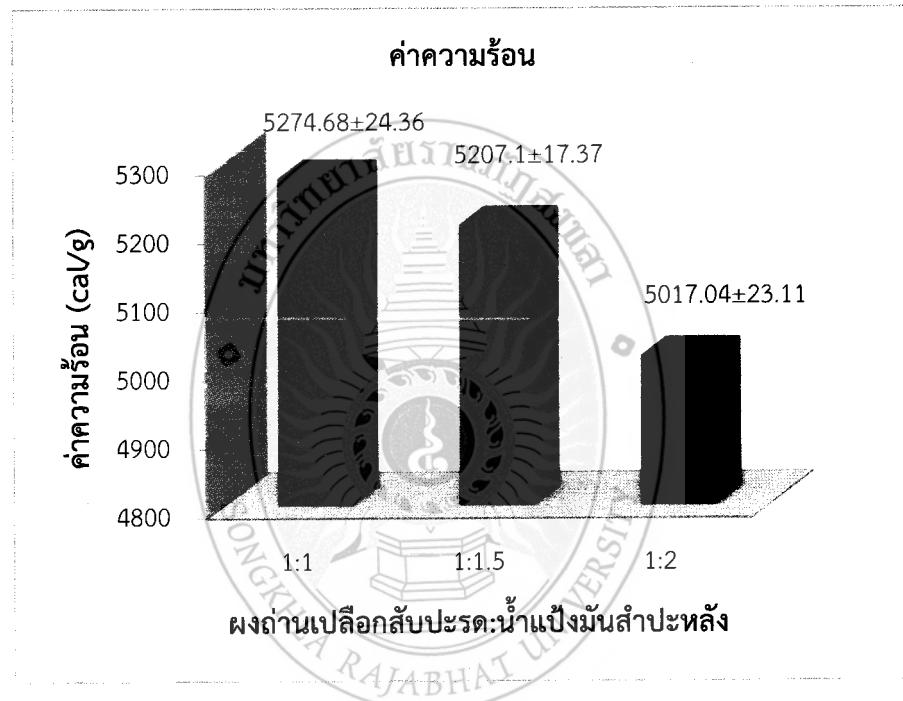
รูปที่ 4.7 ปริมาณเส้าของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด

ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร มีปริมาณเส้าอยู่ในช่วง 2.3 ± 0.5 - 4.6 ± 0.3 % โดยสูตร 1:1 มีปริมาณเส้าน้อยที่สุด คือ 2.3 ± 0.5 % ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ซึ่งถ่านที่มีปริมาณเส้ามากจะมีความร้อนต่ำทำให้ความสามารถในการเป็นเชื้อเพลิงต่ำ และต้องมีการกำจัดเส้าที่เกิดขึ้นด้วย (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)



รูปที่ 4.8 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด

ปริมาณคาร์บอนคงตัวเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยคำนวณจากปริมาณความชื้นปริมาณสารระเหย และปริมาณก๊าซในการทดลองนี้ พบว่า ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร มีค่าคาร์บอนคงตัวอยู่ในช่วง $47.09 - 57.72\%$ โดยสูตร 1:1 มีคาร์บอนคงตัวมากที่สุด (57.72%) ในขณะที่สูตร 1:2 มีคาร์บอนคงตัวต่ำสุด (47.09%) ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ซึ่งถ่านที่ได้ครั้งมีค่าคาร์บอนคงตัวสูง เนื่องจากจะติดไฟได้นานกว่าถ่านที่มีคาร์บอนคงตัวต่ำ จึงสิ้นเปลืองถ่านน้อยกว่า (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)



รูปที่ 4.9 ค่าความร้อนของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

โดยทั่วไปถ่านอัดแห่งที่ได้ครั้งมีค่าความร้อนสูง (ธนาพล ตันติสัตย์กุล, 2558) ในงานวิจัยนี้ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร มีค่าความร้อนอยู่ในช่วง $5,017.04 \pm 23.11 - 5,274.68 \pm 24.36$ แคลอรี/กรัม โดยสูตรที่มีค่าความร้อนสูงที่สุด คือ สูตร 1:1 ($5,274.68 \pm 24.36$ แคลอรี/กรัม) ส่วน สูตร 1:2 จะมีค่าความร้อนต่ำที่สุด ($5,017.04 \pm 23.11$ แคลอรี/กรัม) ดังแสดงในรูปที่ 4.9 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากการแบ่งเป็นก้อนมีค่าความร้อนน้อยกว่าถ่านเปลือกสับปะรด (ตารางที่ 4.2) ทำให้ค่าความร้อนของถ่านอัดแห่งมีค่าลดลงตามปริมาณการแบ่งเป็นก้อนที่ใช้มากขึ้น ดังนั้นถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1 จึงมีค่าความร้อนมากที่สุดรองลงมา คือ สูตร 1:1.5 และ 1:2 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธนาพล ตันติสัตย์กุล (2558) ที่ได้ทดลองนำเปลือกสับปะรดสดมาผสานกับน้ำเปลี่ยมน้ำมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ เพื่อทำเชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่ง ซึ่งพบว่า

เชือเพลิงชีมวลอัดแห่งสูตรที่ใช้แบ่งมันสำปะหลังมากกว่าจะมีค่าความร้อนต่ำกว่าสูตรที่ใช้แบ่งมันสำปะหลังน้อยกว่า

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านเชือเพลิงของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร (อัตราส่วนเปลือกสับปะรด: กาวแบ่งเปียก 1:1, 1:1.5 และ 1:2) สามารถสรุปได้ว่าถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:1 มีคุณสมบัติด้านเชือเพลิงของถ่านอัดแห่งดีที่สุด เนื่องจากมีค่าความชื้นปริมาณสารระเหย และปริมาณเก้าน้อยที่สุด ในขณะที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวและค่าความร้อนสูงที่สุด ในงานวิจัยนี้ยังได้นำถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร ไปทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานต่อ

4.1.5 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งทำได้โดยการต้มน้ำ 1,500 กรัมในหม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 20 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร (1:1, 1:1.5 และ 1:2) แสดงดังรูปที่ 4.10 และตารางที่ 4.5

ขณะใช้งาน



หลังใช้งาน



ถ่านอัดแห่งจากเปลือก
สับปะรด สูตร 1:1

ถ่านอัดแห่งจากเปลือก
สับปะรด สูตร 1:1.5

ถ่านอัดแห่งจากเปลือก
สับปะรด สูตร 1:2

รูปที่ 4.10 ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด

การทดสอบ	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1.5	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:2
การแตกประทุ	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด
การติดไฟ	ดี	ดี	ดี
ครัวน์	ไม่มีครัวน์	ไม่มีครัวน์	ไม่มีครัวน์
เขม่า	ไม่มีเขม่า	ไม่มีเขม่า	ไม่มีเขม่า

จากรูปที่ 4.10 และตารางที่ 4.5 พบว่า เมื่อนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร มาใช้ในการต้มน้ำ ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดสามารถลุกติดไฟได้ดี ไม่มีการแตกประทุ ไม่มีครัวน์ และไม่มีเขม่าขณะใช้งาน แสดงว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร มีคุณสมบัติที่ดี ตามคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง (ณัฐวุฒิ อุตมหาราช, 2549) จากการทดลองต้มน้ำสามารถหาค่าประสิทธิภาพการใช้งานได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด

ค่าที่ใช้ในการคำนวณ	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1.5	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:2
น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)	1,500	1,500	1,500
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)	814.90	794.63	814.23
น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)	685.10	709.88	658.77
น้ำหนักเชือเพลิงอัดแท่งที่ใช้สูตร (กรัม)	500	500	500
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด (นาที)	14.5	16	13
ระยะเวลาที่ใช้หุงหมด (นาที)	44.1	43.85	42.5
อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (°C)	33.5	33	33
อุณหภูมิของน้ำเดือด (°C)	95.25	95	93.5
ค่าความร้อนจากการสันดาป (แคลอรี/กรัม)	4,280	4,280	4,280
งานที่ทำได้	1.63	1.59	1.68
อัตราการเผาไหม้ (กรัม/นาที)	11.35	11.4	11.76
ค่าประสิทธิภาพการใช้งาน (%)	19.99	19.42	21.01

จากการที่ 4.6 พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร ใช้เวลาในการทำให้น้ำ 1,500 กรัมเดือดทั้งหมด 13 - 16 นาที งานที่ทำได้อยู่ในช่วง 1.59 - 1.68 อัตราการเผาไหม้ อยู่ในช่วง 11.35 - 11.76 กรัม/นาที และค่าประสิทธิภาพการใช้งานอยู่ในช่วง 19.74 - 21.01% จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร มีประสิทธิภาพการใช้งาน งานที่ทำได้ และอัตราการเผาไหม้ใกล้เคียงกัน ซึ่งถ่านที่ดีควรมีค่าประสิทธิภาพการใช้งานและงานที่ทำได้สูงแต่มีอัตราการเผาไหม้ต่ำ เพราะถ่านอัดแท่งที่มีอัตราการเผาไหม้สูงจะเผาไหม้หมดไปได้เร็วกว่า ทำให้สิ้นเปลืองถ่านมากกว่า (สิริลักษณ์และคณะ, 2538)

4.1.6 การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติต้านเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดและค่ามาตรฐาน

เมื่อทดสอบคุณสมบัติ (ตารางที่ 4.5) และประสิทธิภาพการใช้งาน (ตารางที่ 4.6) ของถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด แล้วจึงนำผลการทดสอบที่ได้มาเปรียบเทียบค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มพช.238/2547) และค่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่ห้าโลเกยอมรับ (บริษัท ราย ธนาวนน์ จำกัด, 2547) เพื่อเลือกอัตราส่วนระหว่างผงถ่านเปลือกสับปะรด: กาวแป้งเปียก ที่ดีที่สุด ซึ่งรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 สรุปผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการใช้งานและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด

วัสดุ	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:1	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:1.5	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:2	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มพช.238/2547)	ค่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่ห้าโลเกยอมรับ
ปริมาณความชื้น (%)	4.2	4.6	4.9	ไม่เกิน 8%	ไม่เกิน 3%
ปริมาณสารrey (%)	35.74	40.01	43.38	-	ไม่เกิน 25%
ปริมาณถ้า (%)	2.3	4.5	4.6	-	ไม่เกิน 3%
คาร์บอนคงตัว (%)	57.72	49.82	47.09	-	ไม่ต่ำกว่า 70%
ค่าความร้อน (แคลอรี่/กรัม)	5,274.68	5,207.1	5,017.04	ไม่น้อยกว่า 5,000	-

ตารางที่ 4.7 สรุปผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการใช้งานและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด (ต่อ)

วัสดุ	ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:1	ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:1.5	ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:2	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห่ง (มพช.238/2547)	ค่ามาตรฐานของถ่านอัดแห่งที่ท่าวโลเกียอมรับ
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด (นาที)	14.5	16	13	-	-
งานที่ทำได้	1.63	1.39	1.68	-	-
อัตราการเผาไหม้ (กรัม/นาที)	11.35	11.4	11.76	-	-
ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)	19.99	19.42	21.01	-	-
อ้างอิง	-	-	-	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547:ก	บริษัท ราย ธนาวัฒน์ จำกัด, 2547

จากการพิจารณาคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด (ตารางที่ 4.7) พบว่า ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดทั้ง 3 สูตร ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห่ง (มพช.238/2547) ซึ่งกำหนดให้มีค่าความชื้นไม่เกิน 8% และค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรี/กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547:ก) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ท่าวโลเกียอมรับ พบร้าทั้ง 3 สูตร มีปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว ไม่ผ่านเกณฑ์ ส่วนปริมาณเต้ามีเพียง สูตร 1:1 (2.3%) ที่ผ่านเกณฑ์ มาตรฐานที่ท่าวโลเกียอมรับที่กำหนดให้ไม่เกิน 3% เมื่อพิจารณาผลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้งาน (ตารางที่ 4.7) พบว่า ทั้ง 3 สูตร มีค่าประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกัน ไม่มีการแตกປະชาติ ไม่มีควัน และไม่มีเข้ม่าเกิดขึ้นในขณะใช้งาน ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่า ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1 มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด เนื่องจากมีค่าปริมาณความชื้น (4.2%) ปริมาณสารระเหย (35.74%) ปริมาณเต้า (2.3%) น้อยที่สุด และมีค่าคาร์บอนคงตัว (57.72%) และค่าความร้อน (5,274.68 แคลอรี/กรัม) สูงที่สุด จากนั้นจึงนำถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดสูตรที่ดีที่สุด (1:1) ไปเปรียบเทียบกับถ่านอัดแห่งไม้และถ่านไม้ที่ซื้อจากตลาด รวมทั้งเชื้อเพลิงจากงานวิจัยอื่นๆ

4.1.7 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด และถ่านอัดแห่งไม้ ถ่านไม้ (ซึ่งมาจากตลาด) และจากการวิจัยอื่น

เมื่อได้อัตราส่วนระหว่างถ่านเปลือกสับปะรด: การแป้งเปียกที่เหมาะสม (สูตร 1:1) แล้วจึงนำไปเปรียบเทียบคุณสมบัติเชื้อเพลิงกับถ่านอัดแห่งไม้ และถ่านไม้ (ซึ่งมาจากตลาด) รวมทั้งเชื้อเพลิงอัดแห่งจากการวิจัยอื่น ผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด ถ่านอัดแห่งไม้ ถ่านไม้ (ซึ่งมาจากตลาด) และเชื้อเพลิงอัดแห่งจากการวิจัยอื่น

วัสดุ	ปริมาณ ความชื้น (%)	ปริมาณ สาร ระเหย (%)	ปริมาณ เหล้า (%)	คาร์บอน คงตัว (%)	ค่าความ ร้อน (แคลอรี/ กรัม)	อ้างอิง
ถ่านอัดแห่งจากเปลือก สับปะรด สูตร 1:1	4.2	35.74	2.3	57.72	5,274.68	-
ถ่านอัดแห่งไม้ (ซึ่งมาจากตลาด)	7.3	51.16	3.6	37.97	5,001.80	-
ถ่านไม้ (ซึ่งมาจากตลาด)	5.4	55.26	1.6	37.7	6,280.46	-
เชื้อเพลิงอัดแห่งเชื้อมวล จากเปลือกสับปะรด	17.8	62.9	3.3	15.9	3,320	ธนาพล ตันติสัตย์กุล, 2558:ช
ถ่านจากเปลือกมังคุด	5.65	86.55	5.03	2.77	4,348	อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย, 2552
ถ่านจากเปลือกทุเรียน	6.68	88.37	4.57	0.37	3,901	อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย, 2552
ถ่านจากทางมะพร้าว	7.3	76.8	5.3	10.7	4,141	ธนาพล ตันติสัตย์กุล, 2558:ก
ถ่านจากกล้ามมะพร้าว	-	15.2	2.40	82.4	7,760	อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ, 2551
เชื้อเพลิงจากกิ่งสนบุต្រា	-	-	-	-	3,671	เกรียงไกร วงศารojน์, 2554
ถ่านเปลือกเมล็ดมะม่วง หินพานธ์	6.6	40.0	4.2	49.2	6,602	สังเวย เสาวกิหาร, 2553
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ชุมชนถ่านอัดแห่ง ¹ (มพช.238/2547)	ไม่เกิน 8	-	-	-	ไม่น้อยกว่า 5,000	สำนักงานมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547:ก
ค่ามาตรฐานของถ่านอัด แห่งที่ห่อโลกล้อมรับ	ไม่เกิน 3	ไม่เกิน 24	ไม่เกิน 3	ไม่ต่ำกว่า 70	-	บริษัท ราย ธนาวัฒน์ จำกัด, 2547

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด ถ่านอัดแห้งไม้ ถ่านไม้
(ชื้อจากตลาด) และเชื้อเพลิงอัดแห้งจากงานวิจัยอื่น (ต่อ)

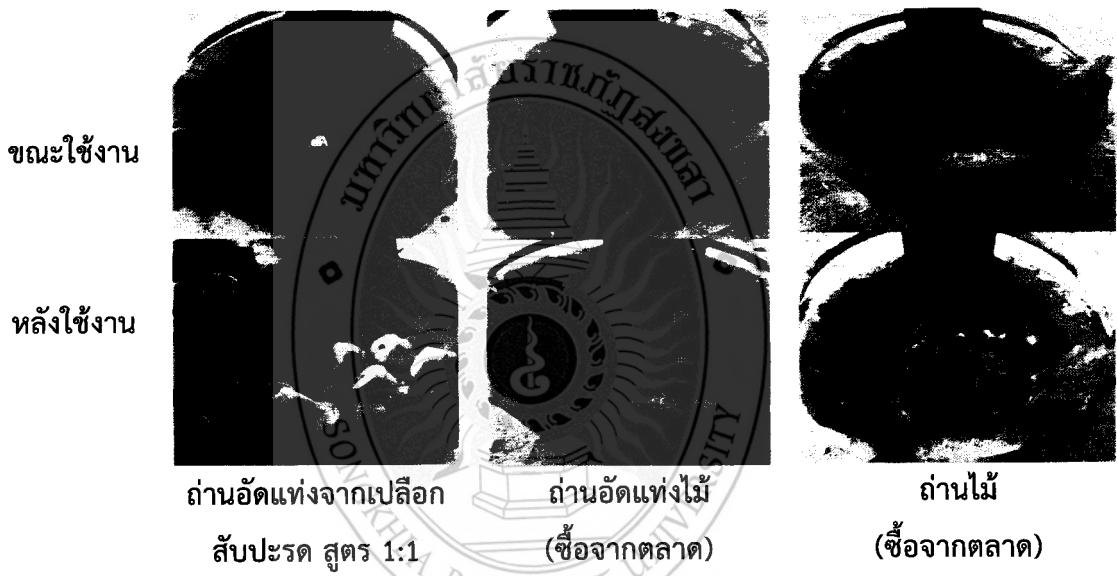
วัสดุ	ปริมาณ ความชื้น (%)	ปริมาณ สาร ระเหย (%)	ปริมาณ เต้า (%)	คาร์บอน คงตัว (%)	ค่าความ ร้อน (แคลอรี/ กรัม)	อ้างอิง
ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม (มพช.657/2547)	ไม่เกิน 10	ไม่เกิน 25	ไม่เกิน 8	-	ไม่น้อยกว่า 6,000	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม, 2547:ช

จากตารางที่ 4.8 พบว่า เชื้อเพลิงห้องหมอด ยกเว้นเชื้อเพลิงอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดสด (17.8%) มีค่าความชื้น (4.2% - 7.3%) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง (มพช.238/2547) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม (มพช.657/2547) ที่กำหนดให้ไม่เกิน 8% และไม่เกิน 10% ตามลำดับ แต่ไม่ผ่านค่ามาตรฐานของถ่านอัดแห้งที่ห้าโลกลยอมรับ (ไม่เกิน 3%) ส่วนปริมาณสารระเหยมีเพียงกระแสลมพัดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ถ่านไม้หุงต้ม มพช.657/2547 (ที่กำหนดให้ไม่เกิน 25%) และค่ามาตรฐานของถ่านอัดแห้งที่ห้าโลกลยอมรับ (ไม่เกิน 24%) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเต้าของเชื้อเพลิงกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง มพช.238/2547 (ไม่เกิน 8%) พบว่า เชื้อเพลิงทุกชนิดผ่านเกณฑ์ แต่มีเพียงถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1 ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) และกระแสลมพัดที่ห้าโลกลยอมรับ (ไม่เกิน 3%) สำหรับปริมาณคาร์บอนคงตัวมีเพียงถ่านกระแสลมพัดที่ผ่านเกณฑ์ค่ามาตรฐานของ ถ่านอัดแห้งที่ห้าโลกลยอมรับ (ไม่เกิน 70%) เมื่อพิจารณาค่าความร้อน พบว่า ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1 ถ่านอัดแห้งไม้ (ชื้อจากตลาด) ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) ถ่านจากกระแสลมพัด และถ่านจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ผ่านเกณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง มพช.238/2547 (ไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรี/กรัม) แต่มีเพียง ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) ถ่านจากกระแสลมพัดและถ่านจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านเกณฑ์ ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ถ่านไม้หุงต้ม มพช.657/2547 (ไม่น้อยกว่า 6,000 แคลอรี/กรัม) ซึ่งจากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงในตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าถ่านจากกระแสลมพัดมีคุณภาพด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1 ที่ได้จากการวิจัยนี้ ยังคงมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงที่ดี เนื่องจากมีปริมาณความชื้น ปริมาณเต้าน้อย มีปริมาณคาร์บอนคง

ตัวและค่าความร้อนค่อนข้างสูง รวมทั้งเมื่อนำมาใช้งานสามารถติดไฟได้ ไม่มีการแตกประทุ ไม่มีควัน และเขม่าขณะใช้งาน จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน

4.1.8 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดกับถ่านอัดแห้งไม้ (ชื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)

การทดสอบค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดสูตร 1:1 และถ่านอัดแห้งไม้ (ชื้อจากตลาด) กับถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด) โดยการต้มน้ำ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.11 และตารางที่ 4.9



รูปที่ 4.11 ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด ถ่านอัดแห้งไม้ (ชื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)

ตารางที่ 4.9 ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด ถ่านอัดแห้งไม้ (ชื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)

การทดสอบ	ถ่านอัดแห้งจากเปลือก สับปะรด สูตร 1:1	ถ่านอัดแห้งไม้ (ชื้อจากตลาด)	ถ่านไม้ (ชื้อจากตลาด)
การแตกประทุ	ไม่เกิด	ไม่เกิด	เกิด
การติดไฟ	ดี	ดี	ดี
ควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	มีเล็กน้อย
เขม่า	ไม่มีเขม่า	ไม่มีเขม่า	ไม่มีเขม่า

จากตารางที่ 4.9 พบร้า ถ่านอัดแห่ง (ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดและถ่านอัดแห่งไม้) ไม่มีการแตกປะทุ ติดไฟดี ไม่มีควัน และไม่มีเขม่าขณะใช้งาน ส่วนถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) เม็ดติดไฟดีและไม่มีเขม่า แต่มีการแตกປะทุและควันเล็กน้อย ดังนั้น ถ่านอัดแห่ง (ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดและถ่านอัดแห่งไม้) จึงมีคุณสมบัติที่ดีกว่าถ่านไม้

การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด ถ่านอัดแห่งไม้ (ซื้อจากตลาด) ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) และถ่านอัดแห่งจากเปลือกมังคุด (สังเวย เสรกวิหาร, 2555) แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่ง

ค่าที่ใช้ในการคำนวณ	ถ่านอัดแห่ง จากเปลือก สับปะรด สูตร 1:1	ถ่านอัดแห่งไม้ (ซื้อจากตลาด)	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	ถ่านอัดแห่ง จากเปลือก มังคุด
น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)	1,500	1,500	1,500	1,500
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)	814.90	847.70	819.22	768.19
น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)	685.10	652.30	680.78	731.82
น้ำหนักเชือเพลิงอัดแห่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)	500	500	500	500
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด (นาที)	14.5	14	14.5	12
ระยะเวลาที่ใช้ทึ่งหมด (นาที)	44.1	49	50	45.5
อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (°C)	35.5	33.75	33.75	31.1
อุณหภูมิของน้ำเดือด (°C)	95.25	96	96	96
ค่าความร้อนจากการสันดาป (แคลอรี/กรัม)	4,280	4,280	4,280	4,280
งานที่ทำได้	1.63	1.70	1.63	1.54
อัตราการเผาไหม้ (กรัม/นาที)	11.35	10.19	10	11.80
ค่าประสิทธิภาพการใช้งาน (%)	19.99	21.31	16.61	16.18
อ้างอิง				สังเวย เสรกวิหาร, 2555

จากตารางที่ 4.10 พบร้า ถ่านอัดแห่งไม้ (ข้อจากตลาด) มีค่าประสิทธิภาพการใช้งานดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ค่าที่ได้ของถ่านอัดแห่งไม้ (21.31%) กับถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด (19.99%) มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าถ่านไม้ (16.61%) และเชื้อเพลิงจากเปลือกมังคุด (16.18%) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เปลือกสับปะรดสามารถนำมารวบเป็นถ่านอัดแห่งเพื่อใช้งานในครัวเรือนได้ ซึ่งอัตราส่วนเปลือกสับปะรด: การแบ่งเบี่ยงที่ดีที่สุด คือ 1:1 ซึ่งถ่านอัดแห่งที่ได้มีประสิทธิภาพการใช้งานดีกว่าถ่านไม้ เนื่องจากไม่มีการแตกประชุ ไม่มีควัน ไม่มีเขม่า และมีความร้อนค่อนข้างสูง ดังนั้น ถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด สูตร 1:1 สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในการทดแทนถ่านไม้และพื้นได้

4.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

ในการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด 7 กิโลกรัม สามารถวิเคราะห์ได้จาก ราคาต้นทุนของอุปกรณ์และราคารวัตถุที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแห่ง จากเปลือกสับปะรด (ตารางที่ 4.11 ถึง ตารางที่ 4.14) โดยมีวิเคราะห์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 ราคาต้นทุนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

อุปกรณ์	ราคา (บาท)	จำนวน	ราคารวม (บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม)
ถังน้ำมัน ขนาด 200 ลิตร	150	1	150
เตาอังโล่	170	1	170
ตะแกรง漉ด	50	1	50
ที่บด (สำหรับดถ่านเปลือกสับปะรด)	100	1	100
ถังน้ำมันแบ่งมัน	70	1	70
ที่คันแบ่งมัน	20	1	20
ระบบอกรอัด	80	1	80
รวมราคาต้นทุน			640 บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม

ตารางที่ 4.12 วัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด

วัตถุดิบ	ราคา(บาท)	จำนวน (กิโลกรัม)	รวม (บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม)
เปลือกสับปะรด	-	126	-
ฟีน	30	2	60
แป้งมันสำปะหลัง	20	3	60
ค่าเดินทาง	70	-	70
รวมราคาก่าวัตถุดิบ			190 บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม

หมายเหตุ: ไม่มีต้นทุนค่าเปลือกสับปะรด เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์เปลือกสับปะรด

สุดจากร้านขายผลไม้ในตำบลเขaruปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ซึ่งต้นทุนการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด (ต้นทุนรวม) ในงานวิจัยนี้
สามารถคำนวณได้โดย

- ราคายาต้นทุนรวม (คิดค่าอุปกรณ์และค่าวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด)

$$\begin{aligned} \text{รวมอุปกรณ์ (บาท)} + \text{วัตถุดิบ (บาท)} &= 640 + 190 \text{ บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม} \\ &= 830 \text{ บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม} \\ &= 119 \text{ บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม} \end{aligned}$$

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดเท่ากับ 119 บาท/
ถ่าน 1 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามค่าอุปกรณ์ในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด
(ตารางที่ 4.11) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวเท่านั้น หากมีการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือก
สับปะรดต่อไปจะมีค่าใช้จ่ายเพียงค่าวัตถุดิบ ดังนั้น จึงคำนวณราคายาต้นทุนการผลิตโดยคิดเฉพาะ
ค่าวัตถุดิบ คือ

$$\begin{aligned} - \text{ราคายาต้นทุนคิดเฉพาะค่าวัตถุดิบ} &= 190 \text{ บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม} \\ &= 27 \text{ บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม} \end{aligned}$$

เนื่องจากทำวิจัยถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดได้รับความอนุเคราะห์
เปลือกสับปะรดสุดจากร้านขายผลไม้จึงไม่มีต้นทุนค่าเปลือกสับปะรดสุด แต่หากต้องการผลิตถ่าน
อัดแห้งเป็นจำนวนมากจะต้องซื้อเปลือกสับปะรดในราคายาเปลือกสับปะรดสุดละ 20 บาท
หนึ่งกระสอบหนัก 18 กิโลกรัม ซึ่งหากคำนวณต้นทุนการผลิตโดยนำค่ามาคิดจะได้

- ราคាដันทุนรวม (คิดค่าอุปกรณ์และค่าวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด)

ต้นทุนรวม + เปลือกสับปะรดสด

$$= 640 + 190 + 140 \text{ บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม}$$

$$= 970 \text{ บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม}$$

$$= 139 \text{ บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม}$$

- ราคាដันทุนคิดเฉพาะค่าวัตถุดิบ

$$= 190 + 140 \text{ บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม}$$

$$= 330 \text{ บาท/ถ่าน 7 กิโลกรัม}$$

$$= 47 \text{ บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม}$$

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด สามารถสรุปได้ดัง

ตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ต้นทุนการผลิตถ่านอัดแห้ง

ราคាដันทุน	ไม่มีค่าเปลือกสับปะรดสด	มีค่าเปลือกสับปะรดสด
ราคាដันทุนรวม (อุปกรณ์+วัตถุดิบ)	119 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม	139 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม
เฉพาะค่าวัตถุดิบ	27 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม	47 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม

จากนั้นจึงนำต้นทุนการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดมาเปรียบเทียบกับราคากล่องอัดแห้งไม้และถ่านไม้ที่ซื้อจากตลาดแสดงผลดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ราคากล่องอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดเทียบกับราคากล่องตามห้องตลาด

ชนิดของเชือพิง	ราคารวม (บาท/กล่อง 1 กิโลกรัม)
กล่องอัดแห้งไม้	40
กล่องไม้	50
กล่องอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด	27

จากการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดในงานวิจัยนี้ พบร่วมถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดมีราคาต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 27 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม ถ่านอัดแห่งไม้ตามห้องตลาด มีราคา 40 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม และราคาของถ่านไม้ตามห้องตลาด คือ 50 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม ซึ่งถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดมีราคาต้นทุนการผลิตถูกกว่าถ่านอัดแห่งไม้และถ่านไม้ 13 บาท (32.5%) และ 23 บาท (46%) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหากต้องซื้อเปลือกสับปะรดสดจะทำให้มีราคาต้นทุนการผลิตสูงขึ้น แต่หากมีการผลิตเป็นจำนวนมากอาจทำให้ราคาต้นทุนลดต่ำลงได้



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเปลือกสับปะรดที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้งโดยนำเปลือกสับปะรดมาเผาเป็นผงถ่านด้วยถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร จะได้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านเฉลี่ย 6.67% จากนั้นนำมาอัดด้วยวิธีการอัดเย็นโดยอัดด้วยมือ ใช้การแป้งเปียก (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม:น้ำ 1 ลิตร) เป็นตัวประสานตามอัตราส่วนที่ต้องการคือ $1:0.5$, $1:0.75$, $1:1$, $1:1.5$ และ $1:2$ จากการทดลองพบว่า ผงถ่านเปลือกสับปะรด:การแป้งเปียก สูตร $1:1$, $1:1.5$ และ $1:2$ เมื่อทดสอบการบีบและตកกระแทกแล้วยังคงรูปเดิมไม่มีการแตกหัก จึงเลือก 3 สูตรนี้ มาทำการทดสอบคุณสมบัติต้านเชื้อเพลิง 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณความชื้น (ASTM D3173) ปริมาณสารระเหย (ASTM D3174) ปริมาณเหล้า (ASTM D3175) คาร์บอนคงตัว (ASTM D3172) และค่าความร้อน (ASTM D5865) และทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด ซึ่งพบว่าถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดสูตร $1:1$ มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด เนื่องจากปริมาณความชื้นน้อยสุด คือ $4.2 \pm 0.40\%$ และค่าความร้อนสูงที่สุด คือ $5,274.68 \pm 24.36$ แคลอรี/กรัม มีปริมาณสารระเหย ($35.74 \pm 6.85\%$) และปริมาณเหล้า ($2.3 \pm 0.5\%$) น้อย และคาร์บอนคงตัวสูงสุด (57.72%) รวมทั้งติดไฟได้ดี ไม่เกิดการแตกประทุ ไม่มีควัน ไม่มีเขม่าขณะใช้งาน และพบว่าถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห้ง (มพช.238/2547) ดังนั้นเปลือกสับปะรดสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้งเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนได้

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด สูตร $1:1$ กับถ่านอัดแห้งไม้ และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) พบว่า ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด สูตร $1:1$ มีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการใช้งานที่ดีที่สุด เนื่องจากไม่มีการแตกประทุ ติดไฟดี ไม่มีควัน และไม่มีเขม่าในขณะใช้งาน มีค่าความร้อนและคาร์บอนคงตัวสูง แต่มีปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย และปริมาณเหล้าต่ำ ทำให้ไม่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเบื้องต้นในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด (27 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม) กับราคาถ่านอัดแห้งไม้ (40 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม) และถ่านไม้ (50 บาท/ถ่าน 1 กิโลกรัม) พบว่า ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดมีต้นทุนถูกกว่าถ่านอัดแห้งไม้และถ่านไม้

ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า เปเลือกสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถนำมายผลิตเป็นถ่านอัดแห่ง โดยใช้การแบ่งเปียกเป็นตัวประสาน เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ลดการตัดไม้เพื่อนำมาทำถ่านและฟืนรวมทั้งช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัดได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรนำวัสดุเหลือใช้ชนิดอื่นๆ ที่มีค่าความร้อนสูงกว่าหรือมีความชื้นต่ำกว่าเปลือกสับปะรด เช่น กะลามะพร้าว เปลือกเมล็ดมะม่วงหินพานต์ ที่สามารถนำไปเผาในชุมชนมาเป็นวัตถุดิบมาผสมร่วมกับเปลือกสับปะรดเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแห่ง
- 2) ควรทำครีบตัวแม่พิมพ์ให้มีความลึกเพื่อช่วยในการประคองให้แห้งถ่านที่ได้มีรูปทรงตามที่ต้องการและสวยงาม
- 3) อาจนำถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดไปใช้ทดสอบการทำจัดกลืน

บรรณานุกรม

กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2559. สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม - ธันวาคม 2559 แหล่งที่มา: <http://www.eppo.go.th/index.php/th/planning-policy/tieb/aedp>, วันที่ 12 พฤษภาคม 2559.

เกรียงไกร วงศโนรจน์, อนิตร สวัสดิ์เสวี, ประพินทอง และประฐาน วงศศรีวิช. 2554. “การผลิตแห่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากสบู่ด้ำ”. วิศวกรรมสาร มข. 38 (1):65-72.

กษามาศ สายดำเน. 2558. ประโยชน์ของสับปะรด. แหล่งที่มา: <https://medthai.com>, วันที่ 15 ตุลาคม 2559.

คงกริช ภูเมืองปาน, พพกฤต ปัญญาวงศ์ และนิกร สลิอ่อน. 2554. การศึกษาคุณสมบัติของถ่านจากกาแฟ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกวิศวกรรมอุตสาหกรรม. ราชมงคลล้านนา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

จรุณ พรหมชุม. 2553. ประวัติสับปะรดในประเทศไทย. แหล่งที่มา:

<https://sites.google.com/site/sabpard453/hna-raek>, วันที่ 20 ตุลาคม 2557.

เจริญศักดิ์ ใจฤทธิ์พิเชฐฐ. 2550. มันสำปะหลังการปลูกอุตสาหกรรมแปรรูปและการใช้ประโยชน์. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 444 หน้า.

จินดาวรัฐ วีระวุฒิ. 2539. “สับปะรดและสีริวิทยาการเจริญเติบโตของสับปะรด.” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถานการณ์การผลิตไม้ผล ปี 2554. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/main.php?filename=index>.

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2547. “การใช้เศษเหลือและผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง.” รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ รหัส 007-04-47 หน้า 567- 581.

ณัฐวุฒิ อุตมหาราช. 2549. คุณสมบัติโดยทั่วไปของถ่านอัดแห้ง. แหล่งที่มา:

<http://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/property.php>, วันที่ 24 พฤษภาคม 2558.

เด่นภา จงใจ. 2544. คู่มือการทำแห้งเชื้อเพลิง. แหล่งที่มา:

<http://www.clinctech.most.go.th>, วันที่ 22 ธันวาคม 2559.

ทองทิพย์ พลูกฤษณ์ 2542. การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแห่งจากเปลือกหุเรียนเพื่อทดแทนฟืน และถ่านในการหุงต้มในครัวเรือน. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล.

รารินี มหาศนันท์. 2548. การศึกษาการอัดแห่งถ่านเหง้ามันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอัดถ่านแบบแม่แรงไฮดรอลิก. ปริญญาบัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ธัญญารัตน์ อินทร์เจริญ. 2549. “การศึกษาวิจัยพลังงานเชื้อเพลิงอัดแห่งจากเปลือกหุเรียน”. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา.

ธนาพล ตันติสัตยกุล, สุริชาย พงษ์เกษณ์, ปริญปวิณ ภูทัญ และภาณุวัฒน์ ไถบ้านกวาย. 2558:ก. “พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากทางมะพร้าว.” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 กุมภาพันธ์ – กันยายน 2558.

ธนาพล ตันติสัตยกุล, ภราวดา สายดำเนิน, สุจิตรา ภูส่งสี และศิวพร เงินเรือนโรจน์. 2558:ช. “การศึกษาความเหมาะสมของการผลิตเชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด.” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 23 ฉบับที่ 5 (ฉบับพิเศษ) 2558.

ธีระพงษ์ คุหาภรณ์. 2550. ศักยภาพด้านพลังงานของถ่านตอรากยางพารา. สัมมนาทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 8 เทคโนโลยีวัสดุเพื่อจัดความยากจน. 6-8 มิ.ย. 2550. กรุงเทพฯ.

นริศ ชุดสว่าง. 2556 การผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกหุเรียนในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลเกวียนหัก อำเภอคลุง จังหวัดจันทบุรี. ปริญญาศิวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาจัดการวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

บริษัท ราย ธนาวัฒน์ จำกัด. 2547. ค่ามาตรฐานของถ่านอัดแห่งที่หัวโลกลยอมรับ. แหล่งที่มา: www.charcoalthais.com, วันที่ 15 มกราคม 2560.

มูลนิธิสีบ้าน cascade เสถียร. 2559. รายงานสถานการณ์ป่าไม้ไทย. แหล่งที่มา: <http://seub.or.th-index.phpoptioncom>, วันที่ 10 ตุลาคม 2559.

มาลี วราหกิจ. 2521. การใช้ประโยชน์ของเศษเหลือจากขบวนการแปรรูปสับปะรด. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 23 (6):44.

รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล. 2553. “การผลิตถ่านอัดแห่งจากถ่านกระ吝ะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง”. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

ลักษมี สุทธิวิไลรัตน์. 2545. ศักยภาพทางด้านพลังงานของเปลือกไม้สเม็ด. เอกสารทางวิชาการ กลุ่มพัฒนาพลังงานการป่าไม้กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

ศันสนีย์ เกษตรสินสมบัติ. 2554. การผลิตสินค้าเกษตร: สับปะรด. แหล่งที่มา:

http://www.oac.go.th/ewt_news.php?nid=13577, วันที่ 18 กันยายน 2559.

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2539. ถ่านหุ่งต้ม. แหล่งที่มา: www.dld.goth/inform/krice.html, วันที่ 20 ตุลาคม 2559

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547:ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแห้ง.

แหล่งที่มา: http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps238_47.pdf, วันที่ 7 มีนาคม 2560.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547:ช. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุ่งต้ม .

แหล่งที่มา: http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps657_47.pdf, วันที่ 7 มีนาคม 2560.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2554. สายพันธุ์สับปะรด. แหล่งที่มา:

<http://nutcnan.blogspot.com/2014/10/blog-post.html>, วันที่ 8 ธันวาคม 2559.

สังเวย เสรกวิหาร, วันดี มาตสกิต และนิภาพร ปัญญา. 2553. “พลังงานเชื้อเพลิงอัดแห้งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์.” “การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลครั้งที่ 3” วันที่ 24-26 พฤศจิกายน 2553 ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพ.

สังเวย เสรกวิหาร. 2555. “ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแห้งจากเปลือกมังคุด” การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3 วันที่ 23-26 ตุลาคม 2555 ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพ.

อนุชิต สวัสดิ์กิจ. 2554. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านเชื้อเพลิงอัดแห้งจากวัสดุเหลือใช้ของยางพารา. แหล่งที่มา:<http://www.scimath.org/project/show/1865>, วันที่ 19 มกราคม 2560.

อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย. 2552. การนำเปลือกหุเรียนมาใช้ประโยชน์ในรูปเชือเพลิงอัดแห่ง. ปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย. 2552. การนำเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชือเพลิงอัดแห่ง. ปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อภิรักษ์ สวัสดีกิจ. 2551. การผลิตเชือเพลิงอัดแห่งจากกลำมะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ.







มพช. ๒๓๘/๒๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแห่ง

๑. ขอบข่าย

- ๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแห่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาอัดเป็นแห่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแห่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนมีดังต่อไปนี้

- ๒.๑ ถ่านอัดแห่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กระลามะพร้าว กลากป่าล้ม ซังข้าวโพดมาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแห่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อยมาอัดเป็นแห่งตามรูปทรงที่ต้องการ แล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน
- ๒.๒ ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรี่ต่อกرام

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่ประกายแตกหักได้บ้าง
- ๓.๒ การใช้งาน
เมื่อติดไฟต้องไม่มีแสงเกิดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น
- ๓.๓ ความชื้น
ต้องไม่เกินร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก

๓.๔ ค่าความร้อน

ต้องไม่น้อยกว่า ๕๐๐๐ แคลอรีต่อกรัม

๔. การบรรจุ

- ๔.๑ หากมีการบรรจุให้บรรจุถ่านอัดแห่งในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้ง และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแห่งได้
- ๔.๒ น้ำหนักสิทธิของถ่านอัดแห่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๕.เครื่องหมายและฉลาก

- ๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแห่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (๑) ชื่อผลิตภัณฑ์
 - (๒) ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ
 - (๓) น้ำหนักสุทธิ
 - (๔) เดือน ปีที่ทำ
 - (๕) ข้อแนะนำในการใช้
 - (๖) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๖. การซักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๖.๑ รุ่นในที่นี้ หมายถึง ถ่านอัดแห่งที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ๖.๒ การซักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการซักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
- ๖.๒.๑ การซักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ซักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๔. และข้อ ๕. จึงจะถือว่าถ่านอัดแห่งรุ่นนี้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๒.๒ การซักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการใช้งาน ความชื้น และค่าความร้อน ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้ว จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๒ ถึง๓.๔ จึงจะถือว่าถ่านอัดแห่งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างถ่านอัดแห่งต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านอัดแห่งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๗. การทดสอบ

- ๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาคบูรณาญาภิเษก และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ
- ๗.๒ การทดสอบการใช้งาน
ให้ทดสอบโดยการจุตัวอย่างถ่านอัดแห่ง แล้วตรวจพินิจ
- ๗.๓ การทดสอบความชื้น
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D3173
- ๗.๔ การทดสอบค่าความร้อน
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D5865
- ๗.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม



มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านที่ได้จากการเผาไม้ ใช้สำหรับหุงต้มอาหาร

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

- ๒.๑ ถ่านไม้หุงต้ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำไม้ มาผ่านกระบวนการเผาจนกลายเป็นถ่าน เพื่อนำมาใช้ในการหุงต้มอาหาร
- ๒.๒ ความร้อน (calorific value) หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก ๑ กรัม มี หน่วยเป็นแคลอรี (แคลอรีต่อกิโลกรัม)
- ๒.๓ เถ้า (ash) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารที่เหลือจากการเผาถ่านจนมีน้ำหนักคงที่ที่ อุณหภูมิ ๗๐๐ องศาเซลเซียสถึง ๗๕๐ องศาเซลเซียส
- ๒.๔ สารระเหย (volatile matter) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารระเหยที่ได้จากการเผาถ่านที่ อุณหภูมิ ๘๕๐ องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา ๗ นาที

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ๓.๑ ลักษณะทั่วไป
 - ต้องมีสีดำ深色 ไม่มีเศษดินและไม่ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่
- ๓.๒ ความชื้น
 - ต้องไม่เกินร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก
- ๓.๓ ค่าความร้อน
 - ต้องไม่น้อยกว่า ๖๐๐๐ แคลอรีต่อกิโลกรัม
- ๓.๔ เถ้า
 - ต้องไม่เกินร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก

๓.๕ สาระเหย

ต้องไม่เกินร้อยละ ๒๕ โดยน้ำหนัก

๓.๖ การใช้งาน

เมื่อติดไฟต้องไม่มีเศษเกิดไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย

๔. การบรรจุ

- ๔.๑ ให้บรรจุถ่านไม้หุงต้มในภาชนะบรรจุที่สะอาดเห็นสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านไม้หุงต้มได้
- ๔.๒ น้ำหนักสุทธิของถ่านไม้หุงต้มในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

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 ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๖. การซักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๖.๑ รุ่น ในที่นี้หมายถึง ถ่านไม้หุงต้มที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขาย ในระยะเวลาเดียวกัน
- ๖.๒ การซักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการซักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
- ๖.๒.๑ การซักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ซักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน ๓ หน่วย
ภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๔. และข้อ ๕. จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ๖.๒.๒ การซักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความซึ้ง ค่าความร้อน เถ้า
สาระเหย และการใช้งานให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้ว

จำนวน ๓ หน่วยภาคบบرجุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๑ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๒ ถึงข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนี้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างถ่านไม้หุงต้มต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนี้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

การทดสอบ

- ๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาคบบرجุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ
- ๗.๒ การทดสอบความชื้น
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D3173
- ๗.๓ การทดสอบค่าความร้อน
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D5865
- ๗.๔ การทดสอบถ้า
ให้ใช้วิธีการทดสอบตาม ASTM D3174
- ๗.๕ การทดสอบสารระเหย
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3175
- ๗.๖ การทดสอบการใช้งาน
ทำให้ตัวอย่างถ่านไม้หุงต้มติดไฟด้วยแก๊สหุงต้ม แล้วตรวจพินิจ
- ๗.๗ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องซึ่งที่เหมาะสม



แบบเสนอโครงการร่างวิจัย

โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 4453503

1.ชื่อโครงการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด

The Feasibility Study of Production of Charcoal

Briquettes from Pineapple Peel

2.ปีการศึกษาที่ทำการวิจัย

2560

3.สาขาที่ทำการวิจัย

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

4.ประวัติของผู้วิจัย

4.1 นางสาวสุวิดา หลังยานน่วย รหัสนักศึกษา 554232026

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสิงขลา

4.2 นางสาวสาวลักษณ์ ลีมศรีพุทธิ์ รหัสนักศึกษา 554232028

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสิงขลา

5.อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. สิริพร บริรักษ์สิริศักดิ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสิงขลา

6. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พลังงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในปี พ.ศ 2559 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งสิ้น 79,216 ktoe (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2559) โดยเป็นการใช้พลังงานจากพลังงานทดแทนดั้งเดิม (ฟืนไม้และแกลบ) รวมทั้งสิ้นประมาณ 13.83% ของปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด การใช้ถ่านประเทฟนไม้มีเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ทรัพยากรป่าไม้ลดลง โดยในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่เพียง 102.3 ล้านไร่ หรือ 32% ของพื้นที่ดินทั้งหมด (มูลนิธิสีบนภาคเสือยร, 2559) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานอย่างอื่นมาใช้ทดแทนเพื่อลดปัญหาดังกล่าว แหล่งพลังงานทดแทนที่หาได้ง่ายและมีศักยภาพสูงในประเทศไทย คือพลังงานถ่านจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้งนอกจากจะสามารถช่วยลดการใช้ฟืนไม้ได้ ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยแก้ปัญหาการกำจัดของเสียและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การผลิตถ่านอัดแห้งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ มาผลิตเป็นถ่านอัดแห้งอย่างมากมาย เช่น เปลือกทุเรียน (ทองทิพย์ พลูกเกษตร, 2542) กิงสูตร์ด้า (เกรียงไกร วงศารожน์, 2554) เปลือกมังคุด (สังเวย เสรีวิหาร, 2555) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ส่วนมากนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้งและนำมาใช้ทดแทนการใช้ถ่านไม้ได้

เปลือกสับปะรดเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมากในประเทศไทย ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดมากกว่า 6 แสนไร่ (สุมน โพธิ์จันทร์, 2554) และมีผลผลิตประมาณ 2 ล้านตันต่อปี ซึ่งจะเกิดเศษเหลือเป็นเปลือกสับปะรดประมาณ 30% ของผลสับปะรดหรือประมาณ 600,000 ตันต่อปี (กะชำราศ สายด้า, 2558) ซึ่งหากปล่อยทิ้งไว้จะเกิดเป็นขยะและเน่าเสียเกิดเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งส่งกลิ่นรบกวนและยังเป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน การนำไปเปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งมาทำไฟเกิดประโยชน์โดยนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้งด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยลดปัญหาขยะเหลือทิ้ง ลดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมัน และลดปัญหาการใช้ฟืนและถ่านไม้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเปลือกสับปะรด ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแห้ง โดยใช้การแบ่งเบี่ยงเป็นตัวประสาน เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน ความร้อนทดแทนการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ

6. วัตถุประสงค์การวิจัย

6.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด

6.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดกับถ่านอัดแห่งไม้ และถ่านไม้ที่ขายในท้องตลาด

7. สมมติฐาน

เปลือกสับปะรดสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห่งได้

8. ตัวแปร

ตัวแปรต้น: อัตราส่วนระหว่างพงถ่านเปลือกสับปะรดกับการแบ่งเปียก

ตัวแปรตาม: คุณสมบัติของถ่านและประสิทธิภาพการเผาไหม้ของถ่าน

ตัวแปรควบคุม: ปริมาณความชื้น ขนาดของถ่านอัดแห่ง เวลาที่ใช้ในการเผาถ่าน

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

9.1 ลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานเชื้อเพลิงหุ่งต้ม

9.2 ลดปัญหามลภาวะจากยีห้อหึงและลดการตัดไม้ทำลายป่า

9.3 เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ชุมชนหึง โดยการนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน ช่วยลดการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ

10. ขอบเขตการวิจัย

10.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ เปลือกสับปะรด

10.2 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

10.2.1 พื้นที่เก็บตัวอย่าง เปลือกสับปะรดจากร้านขายผลไม้ ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

10.2.2 สถานที่เผาเปลือกสับปะรดและศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่าน อัดแห่งจากเปลือกสับปะรด บ้านเลขที่ 83/1 หมู่ที่ 1 ตำบลแปะ-ระ อำเภอท่าไฟ จังหวัดสตูล

10.2.3 สถานที่ทำการทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด (ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณถ้า คาร์บอนคงตัว) ณ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการเคมี อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

10.2.4 หาค่าความร้อน โดยเครื่อง Bomb Calorimeter ภาควิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

11.นิยามศัพท์เฉพาะ

11.3 ถ่านอัดแห่ง (charcoal briquettes) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัสดุธรรมชาติ มาเผาจนเป็นถ่านและبدเป็นผงแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)

11.4 เปเลือกสับปะรด หมายถึง เปเลือกของผลสับปะรด ภายนอกมีลักษณะคล้ายตาล้อmoropl (จินดารัฐ วีระวุฒิ, 2539)

11.5 ประสิทธิภาพการเผาไหม้ หมายถึง ประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม หาได้โดยการเอาน้ำหนักถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด 500 กรัม มาใช้ทดสอบการต้มน้ำ 1,500 กรัม (ธีระพงษ์ คุหาภรณ์, 2550)

11.6 การอัดเย็น หมายถึง การนำวัสดุที่เผาเป็นถ่านแล้วมาบดให้ละเอียด แล้วนำไปผสมกับแป้งมันหรือวัสดุประสานอื่นๆ ในอัตราส่วนที่ต้องการมาอัดให้เป็นแท่ง (ลักษณ์ วาณิชย์, 2545)

11.7 คุณสมบัติของถ่านอัดแห่ง เป็นลักษณะที่สำคัญของถ่านใช้เป็นหลักในการประกันคุณภาพของถ่านอัดแห่ง ได้แก่ คาร์บอนเสถียร (คาร์บอนคงตัว) ปริมาณถ้า ความชื้น และค่าความร้อน โดยถือว่าถ่านที่ให้ความร้อนสูงแสดงว่าเป็นถ่านที่ดี (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)

11.8 ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1 กรัม มีหน่วยเป็น แคลอรี/กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547:ก)

12 ตรวจสอบเอกสาร

12.1 ถ่านอัดแท่ง (Charcoal Briquettes)

ในอดีตคนเรารู้จักและคุ้นเคยกับถ่านไม้ ซึ่งได้จากการนำแท่งฟืนไม้มามาเผาเป็นถ่านเท่านั้น แต่ด้วยพระอัจฉริยภาพอันยาวไกลของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (รัชกาลที่ 9) ที่ทรงเล็งเห็นปัญหาการขาดแคลนไม้ในอนาคต รวมทั้งการขาดแคลนพลังงานในด้านต่างๆ จึงทรงมีพระราชดำริให้วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนในด้านต่างๆ รวมทั้งการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ เช่น ฝักตบชวา จากนั้นได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้ชนิดต่างๆ มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งมากมาย เช่น ซังข้าวโพด กระ吝ะพร้าว แกลบ ขี้เลื่อย พางข้าวโพด กะลาปัล์ม กาบทานตะวัน ชานอ้อย เหง้ามันสำปะหลัง เปลือกทุเรียน เปลือกสับปะรด และเศษถ่านหุงต้มที่เหลือใช้จากที่ใช้แล้ว (กรมพัฒนาและการสงเสริมพลังงาน, 2535)

การใช้ถ่านอัดแท่งมาเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มแทนการใช้ถ่านไม้และฟืนโดยเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจะเป็นการช่วยเพิ่มนูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและลดปัญหาการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งถ่านอัดแท่งเหมาะสมสมสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนเนื่องจากไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น ไม่มีการแตกประทุ ติดไฟได้งาน และให้ความร้อนสูง นอกจานนี้ยังช่วยในการพัฒนาขีดความสามารถในการพึ่งตนเองในด้านการแปรรูปถ่าน (เด่นภา จงใจ, 2544)



รูปที่ 2.1 ถ่านอัดแท่ง

ที่มา: อนุชา ชัยหาญ (2555)

12.1.1 คุณภาพของถ่านอัดแห่ง

คุณภาพของถ่านอัดแห่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ ชนิดของวัสดุที่ใช้และกระบวนการคาร์บอในเชื้อน โดยถ่านอัดแห่งที่ได้จากการบูรณาการคาร์บอในเชื้อนที่เกิดอย่างช้าๆ จะมีเนื้อถ่านที่มีความแกร่งมากกว่าถ่านอัดแห่งที่เกิดจากกระบวนการคาร์บอในเชื้อนที่เกิดอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีปริมาณก๊าซจากวัสดุที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ซึ่งระยะเวลาในกระบวนการคาร์บอในเชื้อนจะมีผลต่อความแกร่งของเนื้อถ่านอัดแห่ง โดยทั่วไปแล้วจะมีการทำรูซ่องอากาศขนาดเล็ก เพื่อใช้ควบคุมกระบวนการคาร์บอในเชื้อนและช่วยให้กระบวนการคาร์บอในเชื้อนค่อยๆ ดำเนินไปอย่างช้าๆ เพื่อให้ได้เนื้อถ่านอัดแห่งที่มีความแกร่ง (คมกริช ภูเมืองปาน, 2554)

12.1.2 คุณสมบัติโดยทั่วไปของถ่านอัดแห่ง

ถ่านอัดแห่งมีคุณสมบัติตามเชื้อเพลิงที่ดีกว่าถ่านไม้หlays ประการ เช่น ใช้ได้นานกว่าไม่มีการแตกประทุ และไม่มีควัน ซึ่งคุณสมบัติโดยทั่วไปของถ่านอัดแห่ง (ณัฐวุฒิ อุตมหาราช, 2549) คือ

- 1) ให้ความร้อนสูงเนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาใหม่ที่เต็มที่
- 2) ทนนาน สามารถใช้ได้นานกว่าถ่านไม้หlays ประมาณ 2 – 3 เท่า
- 3) ประหยัด เพราะใช้ได้นาน ไม่แตกและไม่ดับเมื่อติดไฟแล้ว
- 4) ไม่แตกประทุขณะติดไฟอย่างถ่านไม้หlays ซึ่งถ่านอัดแห่งที่มีคุณภาพดี จะมีการแตกประทุเล็กน้อยในช่วงนาทีแรกที่ติดไฟเท่านั้น
- 5) ไม่มีควัน เนื่องจากความชื้นน้อยมาก
- 6) ไม่มีกลิ่น เพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ 100% ไม่ผสมสารเคมีใดๆ
- 7) ไม่ดับกลางคันแม้ว่าจะใช้ในที่ที่อากาศถ่ายเทน้อยทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนถ่านบ่อยๆ
- 8) ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ ไม่รุบราบ เนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน
- 9) ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้การขนส่งและการเก็บรักษา

12.1.3 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแห่ง

ถ่านอัดแห่งที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังแสดงในตารางที่ 2.1

(นรศ ชุดสว่าง, 2556)

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแห่งที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ

ข้อดีของถ่านอัดแห่งที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ	ข้อเสียของถ่านอัดแห่งที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ
<ol style="list-style-type: none"> 1) มีขนาดและรูปร่างแบบเดียวกัน สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อย่างสะดวก 2) มีความร้อนที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง ทุกตัมในครัวเรือนได้ 3) ปราศจากมลภาวะ ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมมลภาวะที่มีราคาสูง 4) มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ 5) สะดวกต่อการเก็บรักษาและนำมาใช้งาน 	<ol style="list-style-type: none"> 1) การอัดแห่งใช้แรงอัดสูง เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระบบออกอัดและสกรูสึกหรอได้ง่ายจากการขัดสี และความร้อน 2) คุณสมบัติการเผาไหม้ยังไม่เป็นที่ต้องการ เช่น เมื่อถูกน้ำหรืออากาศที่ชื้นสูง

12.2 คุณสมบัติของถ่านอัดแห่ง

คุณสมบัติที่สำคัญของถ่านอัดแห่งประกอบไปด้วย (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)

12.2.1 ปริมาณความชื้น (Moisture Content) คือ ปริมาณของน้ำที่เหลืออยู่ในถ่านอัดแห่งหลังจากการตากแดด ซึ่งถ่านอัดแห่งที่มีความชื้นต่ำจะมีประสิทธิภาพการใช้งานสูง เนื่องจากสูญเสียความร้อนไปกับการระเหยของน้ำในระหว่างการใช้งานน้อย

12.2.2 ปริมาณสารระเหยได้ (Volatile Matters) คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแห่งอบแห้งที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน ปริมาณสารระเหยจะมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานของถ่าน ถ่านที่มีปริมาณสารระเหยมากจะติดไฟได้ไม่นาน มองเร็วทำให้สีเปลี่ยนถ่านมากกว่า

12.2.3 ปริมาณถ้า (Ash Content) คือ ส่วนหนึ่งของสารอินทรีย์ที่เหลือจากการเผาไหม้ภายใต้อุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ หรือเป็นส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ หากมีปริมาณถ้ามากจะทำให้ค่าความร้อนต่ำลงทำให้เกิดปัญหาในการกำจัดถ้าที่เกิดขึ้น

12.2.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) คือ ปริมาณสารประกอบคาร์บอนคงตัวซึ่งระเหยได้ยาก โดยจะคงเหลืออยู่หลังจากที่เผาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 950°C ถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจะติดไฟได้นานกว่าถ่านที่มีคาร์บอนคงตัวต่ำ ทำให้สีนเปลี่ยนถ่านน้อยกว่า

12.2.5 ค่าความร้อน (Calorimetric Value หรือ Heating Value) คือ ค่าความร้อนของการเผาไหม้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงอัดแห่ง ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่า เป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่มีคุณภาพดีที่สุดนั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีสมบัติที่ดีของถ่านด้านอื่นๆ ด้วย เช่น ไม่มีควันและไม่มีการแตกປะทุขณะติดไฟ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

12.2.6 ระยะเวลาที่ใช้จมน้ำเดือด คือ ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้มน้ำ 1,500 กรัม ในหม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 20 จนกระทั่งน้ำเดือด

12.2.7 งานที่ทำได้ คำนวณจากน้ำหนักของน้ำที่ระเหยไปหารด้วยน้ำหนักของเชื้อเพลิง ถ่านอัดแห่งที่ใช้สุทธิ โดยถ่านอัดแห่งที่มีค่างานที่ทำได้สูงจะมีประสิทธิภาพดีกว่าถ่านอัดแห่งที่มีค่างานที่ทำได้ต่ำ

12.2.8 อัตราการเผาไหม้ คำนวณจากน้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแห่งที่ใช้สุทธิหารด้วย ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด โดยถ่านอัดแห่งที่มีอัตราการเผาไหม้สูงจะมอดเร็ว

12.2.9 ประสิทธิภาพการใช้งาน คือ ความสามารถในการให้ความร้อน และระยะเวลาในการติดไฟของถ่าน โดยถ่านอัดแห่งที่มีค่าประสิทธิภาพการใช้งานสูงจะติดไฟได้เร็วและให้ความร้อนได้ดี (สุกัญญา จัตุพรพงษ์, 2539)

12.3 กระบวนการผลิตถ่านอัดแห่งจากวัสดุเหลือใช้

การผลิตถ่านอัดแห่งจากวัสดุเหลือใช้ประกอบไปด้วยขั้นตอน การเตรียมวัตถุดิบ การเผาวัตถุดิบให้เป็นถ่าน การผสมผงถ่านกับตัวประสาน การอัดแห่ง โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

12.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ เปลือกสับปะรด ทำโดยเก็บตัวอย่างเปลือกสับปะรดซึ่งเป็นขยายเหลือทิ้งจากร้านขายผลไม้ ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา มาล้างทำความสะอาด

สามารถแล้วนำเปลือกสับปะรดมาตากแಡดให้แห้งสนิท เป็นเวลา 1 - 2 อาทิตย์ หรือจนได้เปลือกที่แห้งพร้อมสำหรับนำไปเผาในขั้นต่อไป

12.3.2 การเผาเปลือกสับปะรด

การเผาสุดเหลือทิ้งทางภาคการเกษตรให้เป็นถ่านทำได้หลายวิธี เช่น เตาดินเหนียว เตาอิฐก่อ เตาอิว่าเตะ เตาถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร โดยแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.2 (จีระพงษ์ คุหากัญจน์, 2550)

ตารางที่ 2.2 วิธีการเผาถ่านแบ่งตามประเภทของเตาเผา

วิธีการเผาถ่าน	ข้อดี	ข้อเสีย
1) เตาดินเหนียว	เป็นเตาที่ใช้การลงทุนก่อสร้างต่ำมากหรือไม่มีค่าวัสดุอุปกรณ์ เหล็กได้ การก่อสร้างใช้ดินเหนียว ก่อ ซึ่งดินเหนียวสามารถหาได้ตามพื้นที่อยู่แล้ว คุณภาพถ่านที่ได้ถือว่าคุณภาพดี	การสูญเสียความร้อน จำนวนมากกว่าเตาแบบอื่น
2) เตาอิฐก่อ	เป็นเตาเผาถ่านที่สร้างขึ้นจากอิฐมอญ โดยมีดินเหนียวทราราย ทำหน้าที่เป็นตัวยึดอิฐเข้าด้วยกัน (ตัวประสาน) สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านได้ดี การก่อสร้างเตาอิฐก่อไม่ใช่ปุนซีเมนต์	เนื่องจากสัมประสิทธิ์ การขยายตัวของอิฐ กับปูนไม่เท่ากัน เมื่อเตาร้อนทำให้เตาเผาถ่านแตกหรือร้าวได้
3) เตาอิว่าเตะ	เป็นเตาเผาถ่านที่ใช้อิฐไฟและปูนซีเมนต์ทນไฟเป็นวัสดุดีบในการสร้างเตา มีการควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาถ่านได้เป็นอย่างดี ซึ่งรูปแบบเตาลักษณะนี้นำต้นแบบมาจากประเทศญี่ปุ่น ดังนั้นเตารูปทรงนี้เป็นรูปแบบที่พัฒนาจากเตาดินและเตาอิฐ ผลผลิตถ่านที่ได้มีจะคุณภาพดีและได้ปริมาณมาก	การลงทุนก่อสร้างจะสูงกว่าเตาดินและเตาอิฐก่อ เนื่องจากอิฐที่ใช้ก่อมีปริมาณมาก และการก่อสร้างยุ่งยากมาก
4) เตาถังน้ำมัน 200 ลิตร	การใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ที่มีฝาปิด เป็นเตาที่หาได้ง่าย ใช้งานง่าย สะดวก ประหยัด รวดเร็ว ใช้งานแล้วจัดเก็บได้ง่าย มีราคาถูกเหมาะสมกับผู้มีต้นทุนต่ำ	หากถังน้ำมันมีราคาสูงจะทำให้ต้นทุนสูง

จากตารางที่ 2.2 ในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ที่มีฝาปิด เป็นเตาเผา เนื่องจากหาได้ง่าย เป็นวิธีที่ประหยัด ทำได้รวดเร็ว และจัดเก็บได้ง่ายเหมาะสมกับผู้มีต้นทุนต่ำ

12.3.3 การบดย่อย

ลักษณะผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี โดยขนาดผงถ่านที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่ง วิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่อง หรือวิธีที่ง่ายที่สุด คือ การบดด้วยมือ โดยอาจใช้ครกและสากร เป็นอุปกรณ์ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานาน (รารินี มหาศนันท์, 2548)

12.3.4 ตัวประสาน

ตัวประสาน คือ วัสดุที่ทำให้ผงถ่านยึดติดกัน ซึ่งมีด้วยกันหลายชนิด เช่น แป้งมัน รำข้าวและเอียด ดินเหนียว โมลาส มูลสตอร์ ยางไม้ และอื่นๆ ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นก็จะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น การที่จะเลือกใช้วัสดุใดเป็นตัวประสานนั้นก็ควรจะพิจารณาถึงคุณสมบัติ ต่อไปนี้

- 1) ราคา
- 2) มีแรงยึดเกาะที่ดี
- 3) ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขณะเผาไหม้
- 4) สามารถหาได้ง่าย
- 5) สามารถละลายน้ำได้ดี

นอกจากนี้ การเลือกใช้วัสดุเป็นตัวประสานนั้นควรเลือกใช้วัสดุที่มาจากภาคเกษตร หรือผลิตผลทางการเกษตรที่เหลือจากการแปรรูปทางอุตสาหกรรม เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า และลดต้นทุนของถ่านอัดแท่ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง กากน้ำตาล หรือเหงามันสำปะหลัง หากตัวประสานที่ใช้มีค่าความร้อนต่ำ เช่น ดินเหนียว สามารถนำมาใช้ร่วมกับตัวประสานอื่นที่มีค่าความร้อนสูงกว่าได้ ซึ่งจะช่วยยืดระยะเวลาในการเผาไหม้ของถ่านได้ดีขึ้น (รารินี มหาศนันท์, 2548)

ตัวประสานหนึ่งที่นิยมใช้ในการทำถ่านอัดแท่ง คือ แป้งมันสำปะหลัง ซึ่งทำจากมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงสีขาว โดยจะใช้ในรูปของการแป้งเปียก โดยนำแป้งมันสำปะหลังมาผสมกับน้ำแล้วให้ความร้อนพร้อมทั้งคนจนแป้งมันสำปะหลังมีสีใส จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น แล้วจึงนำมาใช้งาน การใช้การแป้งเปียกเป็นตัวประสานในการทำถ่านอัดแท่งมีข้อดีหลายประการ คือ ไม่มีความเป็นพิษเนื่องจากทำมาจากแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งสามารถนำมาบริโภคได้ หากได้รับ ราคาถูก สามารถทำให้ส่วนผสมยึดติดกันได้ และให้ค่าความร้อนสูง (เจริญศักดิ์ โรจน์ฤทธิ์เชษฐ์, 2550)

12.3.5 การทดสอบ

การทดสอบเป็นขั้นตอนการนำผู้ถูกทดสอบที่ผ่านการทดสอบแล้วมาทดสอบกับตัวประสาน เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบยืนยันตัวตน พร้อมสำหรับการอัดเท่านั้ง ซึ่งอัตราส่วนระหว่างผู้ถูกทดสอบกับตัวประสานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณสมบัติของผู้ถูกทดสอบ (ราชินี มหาศนันท์, 2548)

12.3.6 การอัดเท่านั้น

การอัดเท่านั้นเป็นการอัดส่วนตามอัตราส่วนที่ต้องการให้เป็นเท่าเพื่อให้ได้รูปร่างและความหนาแน่นของเนื้อถ่านอัดเท่านั้นตามที่ต้องการ ถ่านอัดเท่านั้นมีความหนาแน่นเหมาะสมจะช่วยให้เกิดการลอกใหม่ให้ความร้อนได้ดีกว่า หากถ่านอัดเท่านั้นมีความหนาแน่นน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการลอกใหม่และมอดเร็ว ไม่สอดคล้องต่อการใช้งาน เพราะต้องเติมถ่านบ่อยๆ ส่วนถ่านที่มีความหนาแน่นมากเกินไปจะทำให้การลอกใหม่เกิดไม่สอดคล้องคงร่องอาจทำให้ถ่านอัดเท่านั้นดับอีกด้วย ซึ่งการอัดเท่านั้นเพื่อทำถ่านอัดเท่านั้นทำได้ 2 วิธีดังนี้ (ลักษณ์ วนิชย์, 2545)

1) การอัดร้อน เป็นการอัดวัสดุโดยที่วัสดุไม่จำเป็นต้องเผาให้เป็นถ่านมาก่อน เมื่ออัดเป็นเท่านั้นจะแล้วอยู่ในรูปแบบเดียวกัน ให้เป็นถ่านอีกรังหอง วัสดุที่สามารถผลิตโดยวิธีการอัดร้อนนี้ มี 2 ชนิด คือ แกลบและขี้เลือย เพราะวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้ เมื่อโดนอัดด้วยความร้อนจะมีสารในเนื้อของวัสดุถูกดึงออก จึงทำให้สามารถยึดเกาะเป็นเท่านั้น โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสาน โดยที่เครื่องอัดต้องเป็นเครื่องอัดชนิดอัดร้อน ซึ่งราคาค่อนข้างสูง

2) การอัดเย็น เป็นการอัดวัสดุที่เผาถ่านมาแล้วนำมาทดสอบกับแป้งมันสำปะหลังหรือวัสดุประสานอื่นๆ โดยเมื่อเผาวัสดุนั้นแล้วต้องบดให้ละเอียดก่อนแล้วจึงนำมาทดสอบกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนที่ต้องการ

นอกจากการอัดเท่านั้นยังสามารถแบ่งเป็นวิธีการอัดเท่านั้นด้วยมือและการอัดเท่านั้นโดยใช้เครื่องจักร โดยแต่ละวิธีการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ลักษณ์ วนิชย์, 2545)

1) การอัดเท่านั้นด้วยมือ การอัดเท่านั้นด้วยวิธีนี้เหมาะสมเมื่อมีวัตถุที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดเท่านั้นอย่าง เหมาะสมกับการผลิตใช้ในครัวเรือน โดยวิธีการผลิตจะนำวัตถุที่ผ่านกระบวนการย่อยและร่อนแล้วมาทดสอบกับตัวประสาน นำมาใส่ลงในระบบอก ซึ่งระบบออกอาจทำด้วยท่อประปาหรือท่อเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ถึง 2.5 เซนติเมตร ส่วนความยาวของระบบจะขึ้นกับความต้องการของผู้ใช้งาน แล้วจึงทำให้กระทุกด้วยแรงเหล็อกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ถึง 2.5 เซนติเมตร เหล็กกระทุกควรมีความยาวมากกว่าระบบออกเล็กน้อย และปลายที่ใช้อุปกรณ์ทำเป็นตัว T เพื่อสะท้อนในการจับ เมื่อทำให้กระทุกแล้วจึงคว้าปากกระบวนการกลงแล้วใช้เท่านั้นเหล็กดันเอาถ่านออก ทางด้านล่างของระบบออก

2) การอัดแห่งด้วยเครื่องจักร เป็นวิธีที่สามารถผลิตถ่านอัดแห่งได้ในปริมาณมาก และถ่านอัดแห่งที่ได้จะมีคุณภาพเท่ากันทุกภัณฑ์ แต่จะมีต้นทุนในการผลิตถ่านอัดแห่งสูง และในกรณีที่ใช้เครื่องอัดแห่งจำเป็นจะต้องมีเครื่องจักรตัวอื่นเพิ่มขึ้นมาด้วยในกระบวนการผลิต เช่น เครื่องบด เครื่องผสม เครื่องอบ

12.3.7 การตากแห้ง

เนื่องจากถ่านอัดแห่งที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นสูงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน จึงต้องนำไปตากแดดให้แห้งเพื่อลดความชื้นให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 8% โดยน้ำหนัก และทำให้ถ่านอัดแห่งแข็งตัวเกาะกัน เพื่อให้ได้ถ่านอัดแห่งที่มีคุณภาพที่ดี ไม่มีควัน และมีความแข็งแกร่ง การทำให้แห้งอาจทำโดยการอบหรือตากแดด กรณีตากแดดสามารถทำการตรวจสอบอย่างง่ายโดยการนำถุงพลาสติกมาห่อแห่งถ่านเอาไว้ปิดให้สนิทนำไปตากแดดทั้งวันจะมีความร้อนซึ่งส่งผลกระทบต่อตัวถ่าน ทำให้ถ่านอัดแห่งแข็งตัวและลดความชื้นลง แต่ถ้าหากตากแดดไม่สะดวก สามารถนำไปอบในเตาอบที่ตั้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง สังเกตว่าถ้าหากอบนานกว่านี้ ถ่านจะเสียหายได้ (ราวีนี มหาศนันธ์, 2548)

13 ข้อมูลทั่วไปของสับปะรด

สับปะรดเป็นพืชเกษตรอุตสาหกรรมที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย สามารถส่งออกและบริโภคในประเทศในรูปของผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น สับปะรดกระป่อง น้ำสับปะรด ทำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละหลายพันล้านบาท และยังมีแนวโน้มที่จะขยายตัวออกไปอีก ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก โดยผลิตได้ถึง 1.78 ล้านตันในปี พ.ศ. 2558 และศูนย์สารสนเทศการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจได้ประมาณการว่าในปี พ.ศ. 2559 จะมีผลผลิตรวม 1.89 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

สับปะรดเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตต้อน สามารถทนต่อสภาพอุณหภูมิต่ำได้ แหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของโลก ได้แก่ ประเทศไทย อาร์เจนตินา เคนยา เม็กซิโก สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย พลีบปินส์ ไต้หวัน มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย พื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกมักจะเป็นบริเวณใกล้ทะเล ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นไม่แปรปรวนมากนัก (จรุณ พรมชุม, 2553)

13.1 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของสับปะรด

ชื่อสามัญ:	สับปะรด (Pineapple)
ชื่อวงศ์:	Bromeliaceae
ชื่อวิทยาศาสตร์:	<i>Ananas Comosus</i> Merr.
ลักษณะของดอก:	ช่อดอกแบบ Spike ดอกสมบูรณ์เพศกลีบดอกสีม่วงอมน้ำเงิน
ลักษณะของผล:	เป็นทรงกระบอกโคนผลใหญ่ปุ Daly เล็กเรียว น้ำหนักเฉลี่ย 2.3 - 3.6 กิโลกรัม ผลกว้างเฉลี่ย 11.9 เซนติเมตร ผลยาว เฉลี่ย 18.6 เซนติเมตร ตาตื้น
อายุการเก็บเกี่ยว:	178 วัน
สีเปลือก:	ผลแก่สีเขียวปนดำ ผลสุกสีเหลืองปนส้ม
สีเนื้อ:	สีเหลืองอ่อนถึงเหลืองทอง



รูปที่ 3.2 ผลสับปะรดและเปลือกสับปะรด

ที่มา: ศันสนีย์ เกษตรสินสมบัติ (2554)

13.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สับปะรดต้องการอากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกสับปะรดอยู่ระหว่าง $23.9 - 29.4^{\circ}\text{C}$ ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการอยู่ในช่วง 1,001 - 1,500 มิลลิเมตรต่อปี แต่ต้องตกกระจายสม่ำเสมอตลอดปี และมีความชื้นในอากาศสูง สับปะรดชี้น์ในดินร่วนทราย ดินปน

ลูกรัง ดินทรายชายทะเล และขอบที่ลาดเท เช่น ลาดเชิงเขา สภาพความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินอยู่ในช่วง 4.5 - 5.5 แต่ไม่เกิน 6.0 (ศันสนีย์ เกษตรสินสมบัติ, 2554)

13.2.3 ถุงกาลเก็บเกี่ยวสับปะรด

สับปะรดสามารถให้ผลผลิตได้ทั้งปี แต่อย่างไรก็ตาม ในช่วงเก็บเกี่ยวในถุง (ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - มกราคม และกลางเดือนเมษายน - กรกฎาคม) สับปะรดจะให้ผลผลิตมาก ในตลาดมีราคาถูก ในขณะที่ช่วงเก็บเกี่ยวของถุง (ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - ต้นเดือนเมษายน และเดือนสิงหาคม - ตุลาคม) สับปะรดจะให้ผลผลิตน้อย ราคาก็แพง (ศันสนีย์ เกษตรสินสมบัติ, 2554)

13.2.4 แหล่งที่ปลูกสับปะรดในไทย

สับปะรดสามารถปลูกได้ในแบบทุกพื้นที่ในประเทศไทย อย่างไรก็ตามแหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของไทยอยู่ในพื้นที่ใกล้ทะเล ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดจันทบุรี จังหวัดตราด และจังหวัดต่างๆ ในภาคใต้ เช่น จังหวัดภูเก็ต จังหวัดพังงา (ศันสนีย์ เกษตรสินสมบัติ, 2554)

13.2.5 สายพันธุ์สับปะรดในประเทศไทย

ประเทศไทยมีพันธุ์สับปะรดอยู่ 7 สายพันธุ์ (ณัจันทร์ แก้วศรี, 2557) คือ

13.2.5.1 พันธุ์ปีตตาเวีย (Smooth Cayenne) หรือที่เรียกว่าพันธุ์ครีราชา มีผลใหญ่ที่สุดในบรรดาสับปะรดด้วยกัน เนื้อมีรสหวานฉ่ำ ใบมีสีเขียวเข้ม กลางใบเป็นร่องมีสีแดง omn น้ำตาล ปลายใบมีนามเล็กน้อย ปลูกมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดลำปาง

13.2.5.2 พันธุ์อินทรชิต หรืออินทรชิตแดง (Singapore Spanish) เป็นพันธุ์เก่าแก่ที่สุดของประเทศไทยปลูกมานานนับตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา ต้นมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์ปีตตาเวีย เล็กน้อย แต่มีนามแคลมคู่รูปโครงสร้าง สีน้ำตาลแดงที่ขอบใบ ใบมีสีเขียวอ่อน ผลยื่อยญูนเด่นชัด ตามีเมื่อแก่จัด เนื้อเป็นสีทอง รสไม่หวานจัด ภายในผลมีเส้นใยมากและผลค่อนข้างเล็ก ปลูกมากที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

13.2.5.3 พันธุ์ขา (Selangor Green) เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา มีทรงพุ่มเตี้ย มีใบสีเขียวอมเหลือง ใบสันและแคบกว่าอินทรชิต ขอบใบมีหนาม

แหลม ผลมีหอยาจุก แต่เนื้อมีรสชาติและคุณภาพคล้ายคลึงกับพันธุ์อินทรชิตมาก จึงมีผู้สั่งนิยมฐานว่า คงจะกล้ายกพันธุ์มาจากพันธุ์อินทรชิต

13.2.5.4 พันธุ์ภูเก็ตหรือสี (Malacca Queen) เป็นพันธุ์ที่มีใบแคบ และยาว ใบสีเขียวอ่อนและมีแถบสีแดงตอนกลางใบ ขอบใบเต็มไปด้วยหนามสีแดง ผลมีขนาดเล็ก ผลย่อยนูน ตาลีก เนื้อมีสีเหลือง รสหวานกรอบ และมีกลิ่นหอม นิยมปลูกกันมากในภาคใต้บริเวณจังหวัดภูเก็ต และจังหวัดชุมพร

13.2.5.5 พันธุ์นางแล หรือพันธุ์น้ำผึ้ง ลักษณะของต้น ใบ ดอก และผล จะคล้ายคลึงกับพันธุ์ปัตตาเวียมาก จึงอาจเป็นพันธุ์ย่อ衍หรือกล้ายกพันธุ์มาจากพันธุ์ปัตตาเวีย มีปลูกมากที่ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ในปัจจุบันมีการปลูกสับปะรดชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีหวานจัดเป็นที่นิยมของตลาด

13.2.5.6 พันธุ์ราดสีทอง สับปะรดพันธุ์นี้จะไม่เหมือนพันธุ์อื่นตรงที่มีรสชาติหวาน และกรอบทั้งผล โดยเฉพาะผิวเป็นตาๆ สีเหลือง

13.2.5.7 พันธุ์ภูแล จะมีผลขนาดเล็ก เนื้อสีทอง กลิ่นหอม แกนสับปะรดกรอบ รับประทานได้รสชาติหวานปานกลาง สับปะรดภูแลเชียงรายหรือในชื่อเรียกสับปะรดภูแลเป็นสับปะรดสายพันธุ์กลุ่มควิน ลูกเล็ก และสามารถปลูกได้ตลอดปี

14 ประโยชน์ของสับปะรด

14.1 เนื้อสับปะรด

ใช้รับประทานสดหรือแปรรูปเป็นสับปะรดแซวิ่ม สับปะรดหวาน สับปะรดแห้ง แยมสับปะรด สับปะรดกรอบป่อง และน้ำสับปะรด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือใช้เนื้อสับปะรดกับปลา และเกลือหมักไว้ทำเป็นอาหารที่เรียกว่า “เค็มหมากนัด”

14.2 ใบสับปะรด

14.2.1 ใบสับปะรดสดสามารถนำมาหอเป็นผ้าใบสับปะรด ในพิลิปปินส์ เรียกว่า “ผ้าบางรอง” ราคาแพงนิยมตัดเป็นชุดสากระยะของชาติพิลิปปินส์และไต้หวัน

14.2.2 เยื่อกระดาษจากใบสับปะรดกระดาษจากใบสับปะรดจะได้กระดาษที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เป็นมาก มีผิวนุ่มนวล สามารถบิดงอหรือเปลี่ยนรูปร่างได้ง่ายโดยไม่เสียหาย ในหลายประเทศใช้เป็นกระดาษสำหรับบันทึก

14.3 เปลือกสับปะรด

เปลือกสับปะรดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมาก เป็นเปลือกสับปะรดหากปล่อยทิ้งไว้จะเกิดเป็นขยะและการเน่าเสียเกิดเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งส่งก๊าซให้กับโลกและยังเป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน จึงนำเปลือกสับปะรดที่เหลือทิ้งมาทำประยะชั้น ซึ่งจะช่วยลดปัญหาขยะเหลือทิ้ง (กะชานาศ สายดำเนิน, 2558)

15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะ สุทธิวิไลรัตน์ (2545) ได้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแห้งจากเปลือกกล้วย โดยนำเปลือกกล้วยมาเผาเป็นถ่านด้วยเตาถังเดียว พบร้า มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านเฉลี่ย 17.13% และมีพลังงานความร้อนเฉลี่ย 6,771.16 แคลอรี/กรัม แต่ถ่านที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ไม่สะดวกต่อการนำไปใช้งาน และได้ทำฟืนอัดแห้งจากเปลือกกล้วย โดยใช้เปลือกกล้วยสับ 2,000 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 50, 100, 200 และ 300 กรัม พบร้า สามารถอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้แต่แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีความหนาแน่นน้อย เมื่อแห้งไม่เกาจะติดกัน จึงยังไม่เหมาะสมต่อการใช้งานเช่นกัน เมื่อนำถ่านเปลือกกล้วยมาทำถ่านอัดแห้ง โดยใช้ถ่านจากเปลือกกล้วยบด 2,000 กรัม ผสมกับน้ำแป้งมันสำปะหลังที่มีความเข้มข้นของแป้งต่อน้ำโดยน้ำหนักเท่ากับ 3%, 5%, 8% และ 10% พบร้า ทุกรอบดับความเข้มข้นของการสามารถอัดเป็นแท่งถ่านได้ อัตราส่วนที่ได้ถ่านอัดแห้งที่มีคุณสมบัติดีที่สุด คือ อัตราส่วนที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเปลือกกล้วยบด 2,000 กรัม กับน้ำแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้น 10% ซึ่งถ่านอัดแห้งมีค่างานที่ได้ 1.85 ประสิทธิภาพการใช้งาน 24.76% อัตราการเผาไหม้ 6.64 กรัม/นาที และพลังงานความร้อนเฉลี่ย 5,718.25 แคลอรี/กรัม

สังเวช เสวรวิหาร (2553) ได้ทำการศึกษาผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยนำเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาเผาด้วยเตาแบบอ่องโลง เตาเผาแบบอุณหภูมิสูง และเตาเผาแบบแผ่นเหล็ก พบร้า ถ่านเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ได้ยังคงรูปร่างลักษณะเดิมจากน้ำหนักที่เข้าเครื่องบดละเอียดให้เป็นผงถ่าน ผสมผงถ่านกับแป้งมันในอัตราส่วน 5:1 (โดยละเอียดแป้งมันในน้ำร้อน 1 ลิตร จะเป็นการแป้งเปียก) ผสมครุกเคล้าให้เข้ากัน นำมาเข้าเครื่องอัดแห้งด้วย เครื่องอัดมือได้แห้งเชื้อเพลิงที่คงรูปไม่แตกหัก เมื่อนำไปตากแดดจนแห้งสนิทแล้วนำมา

ทดสอบประสิทธิภาพของเชือเพลิง พบว่า เปลือกเมล็ดมะม่วงหินพานสามารถนำมาผลิตเป็น พลังงานเชือเพลิงอัดแห่งเพื่อใช้เป็นพลังงานเชือเพลิงในครัวเรือนได้

เกรียงไกร วงศารojน์ (2554) ได้ทำการศึกษาการผลิตเชือเพลิงชีวน้ำจากสบู่ด้า ด้วยเทคนิคทรูชันแบบอัตโนมัติ รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติของแห่งเชือเพลิงที่ผลิตได้ในรูปของค่าความร้อนต้านทานแรงกล วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการทดลอง คือ ลำต้นและกิ่งสบู่ด้าโดยนำมาผสมกับวัสดุ เหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ ได้แก่ แกลบ ชานอ้อย กา姆ันสำปะหลัง และซังข้าวโพด สารเหนียว ที่ใช้เป็นตัวประสานทำจากแป้งเปียกและโมล่าส ก่อนทำการผสมตัวประสานลงไป วัตถุดิบจะถูกบดด้วยเครื่องจัมมีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้แห่งเชือเพลิงที่มีคุณภาพ นำวัตถุดิบมาผสมกับตัวประสานในสัดส่วนต่างๆ พบว่า ค่าความร้อนของแห่งเชือเพลิงจะแปรผันตรงกับปริมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของสบู่ด้า และที่อัตราส่วนผสมเดียวกันแห่งเชือเพลิงที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าแห่งเชือเพลิงที่ใช้โมล่าสเป็นตัวประสาน แต่อย่างไรก็ตามค่าความร้อนและค่าความต้านทานแรงกดของแห่งเชือเพลิง โดยค่าความร้อนมีค่าอยู่ประมาณ 1,599 แคลอรี/กรัม ค่าความต้านทานแรงกดอยู่ที่ 0.46 - 2.46 เมกะปาสคัล

ธัญญารัตน์ อินทร์เจริญ (2554) ได้ทำการศึกษาพลังงานเชือเพลิงอัดแห่งจากเปลือกทุเรียน โดยการนำเปลือกทุเรียนพันธุ์ชนิดนี้และหมอนทองที่เหลือทิ้งมาสับด้วยเครื่องหั่นย่อยให้มีขนาด 8 มิลลิเมตร นำไปตากแดดให้มีความชื้นพอเหมาะสมต่อการอัดแห่ง 2 แบบ คือ แบบอัดร้อนและอัดเย็น จากนั้นนำแห่งเชือเพลิงแข็ง (ทั้งชนิดอัดร้อนและอัดเย็นของเปลือกทุเรียนหั่ง 2 สายพันธุ์) มาวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณเก้า 5.5 - 8.0% ปริมาณสารระเหย 72.4 - 81.1% ค่าคาร์บอนคงตัวของเชือเพลิงอัดแห่งแบบอัดร้อนของเปลือกทุเรียนสายพันธุ์ชนิดนี้และหมอนทอง มีค่าเท่ากับ 10.2% และ 7.2% ตามลำดับ ซึ่งจะสูงกว่าค่าคาร์บอนคงตัวของการอัดเย็นที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.3 - 7.6% ค่าความร้อนเปลือกทุเรียนอัดแห่งแบบอัดร้อนและแบบอัดเย็นอยู่ระหว่าง 3,609 - 3,844 แคลอรี/กรัม โดยแห่งเชือเพลิงแบบอัดร้อนจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าแบบอัดเย็นเล็กน้อย ค่าความหนาแน่นของถ่านเปลือกทุเรียนอัดแห่งแบบอัดร้อนจะมีค่า 2.9 และ 3.2 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่านอัดแห่งจากเปลือกทุเรียนหั่งสองสายพันธุ์มีค่าการทนแรงอัดต่ำโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.5 - 12.2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งการอัดร้อนจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าสูง คือ มีค่าระหว่าง 0.440 - 0.456 กิโลวัตต์/กิโลกรัม ในขณะที่การอัดเย็นจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพียง 0.05 - 0.059 กิโลวัตต์/กิโลกรัม ซึ่งสรุปได้ว่า โดยทั่วไปเปลือกทุเรียนจะสามารถนำมาผลิตเป็นแห่งเชือเพลิงเพื่อใช้เป็นพลังงานความร้อนในครัวเรือนแทนฟืนและถ่านไม้ได้

สังเวช เสวกิหาร (2555) ได้ทำการศึกษาศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัด แห่งจากเปลือกมังคุด โดยนำเปลือกมังคุดที่เป็นของเหลือทั้งจากครัวเรือนมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแห่ง แทนการใช้ฟืนและถ่านไม้ โดยใช้การแบ่งเปียกเป็นตัวประสานและอัดแห่งด้วยเครื่องอัดมือ พบว่า เมื่อนำเปลือกมังคุดมาเผาจะได้ถ่านเปลือกมังคุดที่มีสีดำและน้ำหนักเบา จากนั้นนำมาบดให้ละเอียด จนเป็นผงถ่าน ผสมผงถ่านเปลือกมังคุดกับแป้งมัน (โดยละลายแป้งมัน 200 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร จะ เป็นการแบ่งเปียก) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำมาอัดได้แห่งเชื้อเพลิงที่คงรูปไม่แตกหัก เมื่อนำไป ตากแดดจนแห้ง แล้วนำไปทดสอบศักยภาพด้านพลังงาน พบว่า มีค่าความร้อนเท่ากับ 5,920 แคลอรี/กรัม ปริมาณคาร์บอนคงตัว 61.7% ปริมาณถ้า 7% อัตราการเผาไหม้ 11.80% สำหรับการ ทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงอัดแห่ง จากเปลือกมังคุดสามารถใช้หุง ต้มได้ดี ไม่มีการแตกປะทุ ติดไฟดี ไม่มีเขม่า ไม่มีควัน และไม่มีกลิ่นรบกวนขณะใช้งานแห่งเชื้อเพลิงนี้ จึงเหมาะสมสำหรับจะผลิตเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนและชุมชน หรือผลิตเพื่อการค้าและใน อุตสาหกรรม แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้ซึ่งจะช่วยลดภาวะโลกร้อนได้

ธนาพล ตันติสัตยกุล (2558) ได้ศึกษาความเหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงชีมวล อัดแห่งจากเปลือกสับปะรด โดยนำเปลือกสับปะรดที่เหลือทั้งมาเข้าเครื่องย่อยเป็นชิ้นและนำมา อัดแห่งแบบอัดเย็นโดยใช้น้ำแป้งเป็นตัวประสาน (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง 50 กรัม:น้ำ 1 ลิตร) อัตราส่วนเปลือกสับปะรด:น้ำแป้งมันสำปะหลัง (10:5, 10:6, 10:7, 10:8 และ 10:9) นำมาอัดเป็น แห่ง จากนั้นนำมาตากแดด 1 อาทิตย์ โดยการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาความ เหมาะสมทางเทคนิคซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์สมบัติต้านเชื้อเพลิงของแห่งเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM และวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมในรูปของการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่า แห่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนอยู่ในช่วง 3,235 - 3,389 แคลอรี/กรัม ค่า ความชื้น 12.7- 20.5% ปริมาณสารระเหย 56 - 68.9% ปริมาณถ้า 3.1 - 3.6% คาร์บอนคงตัว 9.9 - 20.7% รวมทั้งได้นำค่าที่ได้จากการศึกษาไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น โดยเปรียบเทียบกับ เชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากกิงสบูดี เปเลือกมังคุด เปเลือกทุเรียน และทางมะพร้าว ซึ่งเมื่อพิจารณา องค์ประกอบของเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด มีปริมาณสารระเหย ปริมาณถ้า และคาร์บอนคงตัวดีกว่าเชื้อเพลิงชีมวลจากงานวิจัยอื่นแต่มีปริมาณความชื้นด้อยกว่า และยังพบว่า การใช้เชื้อเพลิงชีมวลอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดแทนฟืนไม้สามารถช่วยลดการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกได้ $13.13 \text{ kg CO}_2 \text{ eq/kg}$ เปเลือกสับปะรดแห่งที่ใช้

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า วัสดุเหลือทิ้ง เช่น เปเลือกมังคุด เปเลือกสับปะรด เปเลือกทุเรียน เปเลือกเมล็ดมะม่วงหินพานต์ และกิงสบูดี สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแห่งที่มี คุณภาพดีได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในครัวเรือนแทนการใช้ถ่านไม้และฟืนได้

รวมทั้งการผลิตถ่านอัดแห่งไม่มีการใช้สารเคมีใด ดังนั้น ถ่านอัดแห่งจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดซึ่งเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาใช้ประโยชน์และเพิ่มนูลค่าให้แก้วัสดุเหลือทิ้งช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัด และช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาทำฟืนและถ่านได้

16 วิธีการดำเนินการวิจัย

16.1 วิธีดำเนินการ

การศึกษานี้ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมเปลือกสับปะรด การเผาเปลือกสับปะรด การผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด (โดยวิธีการอัดเย็น) การทดสอบการบีบและการตกระแทกของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด การศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรด และการศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห่ง (สำหรับภาพประกอบการศึกษาแต่ละขั้นตอนแสดงไว้ในภาคผนวก ง)

ขั้นตอน 1 การเตรียมเปลือกสับปะรด

16.1.1 เก็บเปลือกสับปะรดที่เป็นขยะเหลือทิ้งจากร้านขายผลไม้ บริเวณตำบลเขากูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา นำมาล้างทำความสะอาด

16.1.2 นำเปลือกสับปะรดมาตากแดดให้แห้งสนิทเป็นเวลา 1 - 2 อาทิตย์ หรือจนได้เปลือกสับปะรดที่แห้ง

ขั้นตอนที่ 2 การเผาเปลือกสับปะรด

16.1.3 ใช้ถังน้ำมันที่มีขนาด 200 ลิตร ที่มีฝาปิดเป็นเตาเผา เพราะทำได้ง่ายสะดวก ประหยัด รวดเร็ว โดยการนำเปลือกสับปะรดตากแห้งใส่ในตะแกรงลวดนำไปใส่ในเตาเผา จุดเชื้อไฟเผาให้เปลือกสับปะรดลุกไหม้ทั่วทั้งตะแกรงปิดฝาเผานาน 15 นาที แล้วปล่อยให้เตาเผาเย็น จึงเปิดฝาเตาจะได้ถ่านเปลือกสับปะรดที่มีลักษณะสีดำและมีน้ำหนักเบา

ข้อสังเกต ถ่านเปลือกสับปะรดที่นำไปอัดแห่งต้องดำเนินการทำให้มีน้ำหนักเบา “สุกได้ที่” หากมีสีน้ำตาล แสดงว่า ใหม่ไม่หมดต้องนำไปเผาใหม่ เนื่องจากหากนำไปใช้เป็นถ่านอัดแห่งแล้วจะทำให้มีควันมาก (นายจงกล สุภารัตน์, 2555)

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาการผลิตถ่านอัดแห่งจากเปลือกสับปะรดโดยวิธีการอัดเย็น

16.1.4 นำถ่านเปลือกสับปะรดที่ได้จากการเผามาบดด้วยครกบดจนเป็นผงถ่าน จากนั้นร่อนด้วยตะแกรงขนาด 1 ไมครอน นำผงถ่านเปลือกสับปะรดผสมกับการแป้งเปียกตาม

อัตราส่วนต่างๆ 5 อัตราส่วน ดังแสดงในตารางที่ 3.1 จากนั้นอัดเป็นแท่งด้วยวิธีอัดเย็น โดยใช้เครื่องอัดมือ ซึ่งเป็นแท่งทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตรและขนาดความสูง 4.5 เซนติเมตร

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผ่านเปลือกสับปะรด: การแป้งเปียก (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก)

ตัวอย่าง	อัตราส่วน	ผ่านเปลือกสับปะรด (กิโลกรัม)	การแป้งเปียก (มิลลิลิตร)
1	1:0.5	1	500
2	1:0.75	1	750
3	1:1	1	1,000
4	1:1.5	1	1,500
5	1:2	1	2,000

*หมายเหตุ: การแป้งเปียกผสมด้วยสัดส่วน แป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบการบีบและการตอกกระแทกของผ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด

การทดสอบการบีบและการตอกกระแทกเป็นการทดสอบเพื่อถูกความสามารถของผ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดในการคงรูปเป็นแท่งและความแกร่งของผ่าน โดยมีรายละเอียด วิธีการทดสอบดังนี้

- 1) การทดสอบการบีบ ทำได้โดยใช้มือบีบก้อนผ่านอัดแท่ง เพื่อถูกว่าก้อนผ่านที่ทดสอบเกิดการแตกหักขึ้นหรือยังคงรูปเดิม
- 2) การตอกกระแทก ทำได้โดยการปล่อยผ่านอัดแท่งที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เพื่อถูกว่าก้อนผ่านอัดแท่งที่ปล่อยลงมา มีการแตกหักหรือยังคงรูปเดิมของก้อนผ่าน

จากนั้นเลือกผ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสม (ยังคงรูปเดิมไม่แตกหัก) มา 3 อัตราส่วน เพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติการใช้งานของผ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดและประสิทธิภาพการใช้งานต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 ศึกษาคุณสมบัติการใช้งานของผ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด

จากการศึกษาคุณสมบัติการใช้งานของผ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด โดยนำผ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดมาบดเป็นผงแล้วร่อนด้วยตะกรงขนาด 1 ไมครอน และนำไปตรวจวิเคราะห์หาสมบัติต้านเชื้อเพลิง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.2 (รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, 2553)

ตารางที่ 3.2 การตรวจวิเคราะห์หาสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแห้ง

พารามิเตอร์	วิธีการ
ความชื้น (Moisture Content; %)	ASTM D3173
ปริมาตรถ้า (Ash Content; %)	ASTM D3174
ปริมาณสารระเหย (Volatile Matter; %)	ASTM D3175
คาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon; %)	ASTM D3172
ค่าความร้อน (Heating Value; แคลอรี/กรัม)	ASTM D5865

ขั้นตอนที่ 6 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด

นำถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดที่ตากแดดจนแห้งสนิทมาศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มโดยการต้มน้ำ 1,500 กรัม ด้วยถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด 500 กรัม สังเกตการแตกປะทุของเชื้อเพลิง ปริมาณควันของเชื้อเพลิง ขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำ และบันทึกเวลาที่ใช้จนกระทั่งน้ำเดือด

การคำนวณค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิง อัดแห้งจากเปลือกสับปะรดมีรายละเอียดดังนี้ (ธีระพงษ์ คุหาภรณ์, 2550)

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

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

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

H_u	= ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)
M	= น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)
M_1	= น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)
M_f	= น้ำหนักเชื้อเพลิง (ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด) (กรัม)
M_k	= น้ำหนักเชื้อไฟ (เศษไม้ กิ่งไม้แห้ง) (กรัม)
C_p	= ความร้อนจำพายของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม
T_1	= อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ ($^{\circ}\text{C}$)
T_2	= อุณหภูมิของน้ำเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
L	= ความร้อน放ของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรี/กรัม
H_1	= ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (ถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด)
H_2	= ค่าความร้อนของเชื้อไฟซึ่งมีค่า 4,280 แคลอรี/กรัม

16.2 วัตถุดิบ

- 1) เปลือกสับปะรด
- 2) แป้งมันสำปะหลัง
- 3) น้ำสะอาด

16.3 วัสดุและอุปกรณ์

- 1) ถังน้ำมัน ขนาด 200 ลิตร
- 2) ครกabd
- 3) ถาดอะลูมิเนียม
- 4) หม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 20
- 5) เตาอังโลง
- 6) ตะแกรงตากเปลือกสับปะรด
- 7) ตะแกรงร้อนขนาด 1 ไมครอน
- 8) ถังพลาสติก
- 9) บีกเกอร์
- 10) ถุงมือกันความร้อน
- 11) เชือpeลือกสับปะรด

- 12) ระบบอัดสำหรับอัดถ่านอัดแห้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
ความสูง 4.5 เซนติเมตร
- 13) เทอร์โมมิเตอร์
- 14) แท่งแก้ว

16.3.1 เครื่องมือ

- 1) ตู้อบ (Hot Air Oven) รุ่น D-91126 Schwabach ยี่ห้อ Memmert
- 2) เตาเผา (Furnace) รุ่น RWF1100 ยี่ห้อ CARBOLITE
- 3) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance) รุ่น AL204 ยี่ห้อ METLER TOLEDO
- 4) ถ้วย Crucible
- 5) โดดดความชื้น (Desiccators)

17 การวิเคราะห์ข้อมูล

17.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ในการนำเสนอผลการศึกษา

17.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

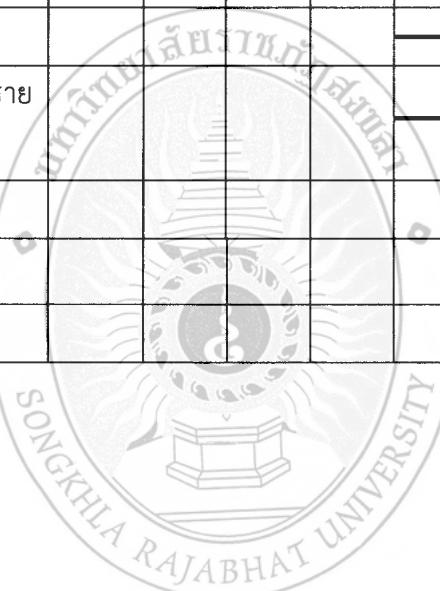
โดยใช้ค่าวัสดุและค่าดำเนินการผลิตมาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น เพื่อเปรียบเทียบราคาของถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรดกับราคาของถ่านอัดแห้งไม้กับถ่านไม้ที่ขายตามห้องตลาด

18 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแห้งจากเปลือกสับปะรด ใช้เวลาใน การศึกษาทั้งสิ้น 10 เดือน ได้เริ่มต้นทำการศึกษามาตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2560 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย									
	2559		2560							
	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบเอกสาร										
2. จัดทำโครงร่างและเสนอโครงร่างวิจัยเฉพาะทาง			---							
3. ดำเนินการวิจัยเฉพาะทาง			---	---						
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง										
5. สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล						---				
6. สอนความก้าวหน้าวิจัย							---			
7. สอนจบวิจัยเฉพาะทาง								---		
8. จัดทำเล่มวิจัยเฉพาะทาง										





ภาพประกอบการวิจัย



สับปะรด



เปลือกสับปะรดสด



ล้างทำความสะอาด



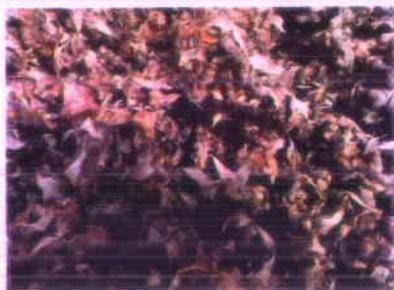
เปลือกสับปะรดนำไปในตะแกรง



เปลือกสับปะรดตากแดด 1-3 วัน



เปลือกสับปะรดตากแดด 4 วัน



เปลือกสับปะรดตากแดด 7-8 วัน

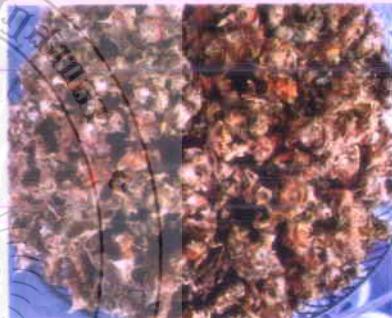


ใส่เปลือกสับปะรดในตะกรงลวด

รูปที่ ๗-๑ การเตรียมเปลือกสับปะรด



จุดเชื้อไฟเผาเปลือกสับปะรด



นำตะกรงลวดใส่เตาเผา



ปล่อยให้เย็นแล้วเปิดฝาเผา

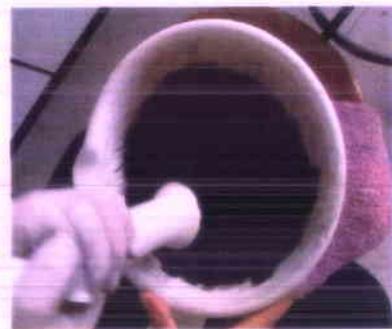


ถ่านเปลือกสับปะรด

รูปที่ ๗-๒ การเผาเปลือกสับปะรด



ถ่านเปลือกสับปะรดในโกร่งบด



บดถ่านให้เป็นผงละเอียด



ร่อนผงถ่านเปลือกสับปะรด



ชั่งผงถ่านเปลือกสับปะรด



ชั่งแป้งมัน



คนแป้งมันจนเป็นการแป้งเปียก



ผสมการแป้งเปียกลงในผงถ่าน



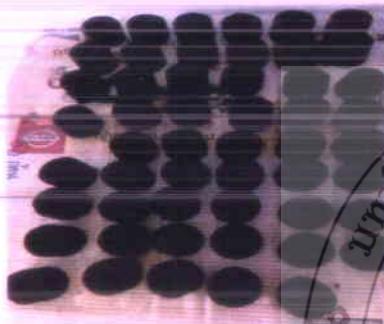
ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน



อัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ



อัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ



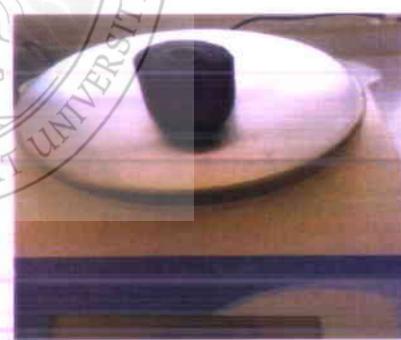
ถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด



ชั้นนำหนักถ่านก่อนตากแดด



นำถ่านอัดแท่งไปตากแดด



ชั้นนำหนักถ่านหลังตากแดด



วัดขนาดถ่านอัดแท่ง

บรรจุใส่ถุงเพื่อนำมายังเคราะห์

รูปที่ พง-3 การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด



ทดสอบการบีบ

ทดสอบการตกรยะแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร



ทดสอบการตกรยะแทกที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

รูปที่ พง-4 ทดสอบการบีบและการตกรยะแทกของถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด

ค่าปริมาณความชื้น (moisture content) ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3173



นำถ้วย Crcible ที่สะอาดไปอบ



ใส่โถดูความชื้น 1 ชั่วโมง

ที่อุณหภูมิ 105°C 30 นาที



นำมาซึ่งน้ำหนัก



ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W_1)



นำถ้วย Ceucible ที่ใส่ตัวอย่าง อบ 1 คืน



ใส่ในโถดูความชื้น 3 ชั่วโมง

อุณหภูมิ 105°C



ชั่งน้ำหนัก (W_2)

ปริมาณเถ้า (Ash content) ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3174



นำถ้วย Crucible ที่สะอาดไปอบ
ที่อุณหภูมิ 105°C 30 นาที

ใส่โดยดูดความชื้น 1 ชั่วโมง



ชั่งน้ำหนัก



ชั่งน้ำหนักสารตัวอย่าง (W_3)



เผาที่อุณหภูมิ 750°C 4 ชั่วโมง



ใส่ถอดความชื้น 1 ชั่วโมง



ปริมาณสารระเหย (Volatile Matter) ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3175



เผา crucible พร้อมเผาที่



ใส่ถอดความชื้น 1 ชั่วโมง

อุณหภูมิ 950°C เวลา 30 นาที



ชั้นน้ำหนักถ้วย



ชั้นน้ำหนักสารตัวอย่าง (W_5)



เผาที่อุณหภูมิ 950°C 7 นาที



ใส่โดดความชื้น 2 ชั่วโมง



ชั้นน้ำหนัก (W_6)

รูปที่ ผง-5 ศึกษาสมบัติการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเบล็อกสับปะรด



ทดสอบปรับสีทิวภาพถ่านอัดแท่ง



ต้มน้ำ 1,500 กรัม ในหม้ออุ่นไมเนี่ยน

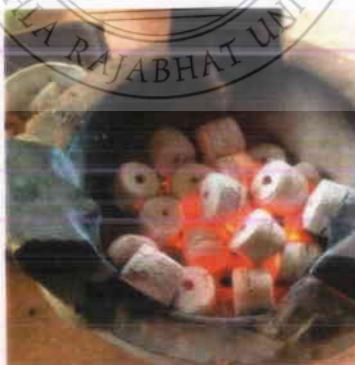
จากเปลือกสับปะรด 500 กรัม



วัดอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น (T_1)



วัดอุณหภูมิของน้ำเดือด (T_2)



ปล่อยเชื้อเพลิงดับเป็นถ่าน

รูปที่ พง-6 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิง



ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล นางสาวสุ่ว�다 หลังยานน่าယ
 วัน เดือน ปีเกิด 1 พฤษภาคม 2535
 ที่อยู่ 172 หมู่ที่ 2 ตำบลคุณโถน อำเภอโคน จังหวัดสตูล 91160
 093-6017503
- การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี
 ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
-
2. ชื่อ-สกุล นางสาวเสาวลักษณ์ อิ่มศรีพุทธ
 วัน เดือน ปีเกิด 9 ธันวาคม 2536
 ที่อยู่ 83/ 1 หมู่ที่ 1 ตำบลแปะ-ระ อำเภอท่าแพ จังหวัดสตูล 91150
 089-2949850
- การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี
 ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา