จำนวน 1 เล่ม
- 3 มี.ค. 2562

รายงานวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง
The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Peanut Shell

ชีวาพร บุญเพ็ชร์
ธนชาติ พูนเมือง
ปนัดดา แก้วมณี

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2561

ใบรับรองงานวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Peanut Shell

ชื่อผู้ทำงานวิจัย ชีวาพร บุญเพ็ชร์, ธนชาติ พูนเมือง และปนัดดา แก้วมณี

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

................................อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

................................อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร)

................................ประธานกรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

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

................................กรรมการสอบ
(อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์)

................................กรรมการสอบ
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

................................กรรมการสอบ
(อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร)

................................ประธานหลักสูตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

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

เมื่อวันที่..........เดือน......................พ.ศ. .... - 2 มค 2561

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง
ชื่อผู้ทำงานวิจัย	นางสาวชีวาพร บุญเพ็ชร์ รหัสนักศึกษา 564231011
	นายธนชาติ พูนเมือง รหัสนักศึกษา 564231017
	นางสาวปนัดดา แก้วมณี รหัสนักศึกษา 564231028
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นัดดา โปดำ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเปลือกถั่วลิสง ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง โดยนำเปลือกถั่วลิสงมาเผาให้เป็นถ่าน ผสมผงถ่านที่ได้กับตัวประสาน (กาวแป้งเปียก) ในอัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 นำไปอัดให้เป็นแท่งด้วยวิธีการอัดเย็นโดยใช้เครื่องอัดแรงคน จากนั้นนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงที่ได้มาทดสอบลักษณะทั่วไป การบีบและการตกกระแทก สมบัติด้านเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพการใช้งาน ผลการศึกษา พบว่าถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 ดีที่สุด ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) เนื่องจากลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน และมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่แตกหักจากการบีบและการตกกระแทก ส่วนการทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า มีปริมาณความชื้น 6.57 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย 23.91 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 2.55 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนคงตัว 66.97 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 5,591.82 แคลอรี่ต่อกรัม สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน พบว่า มีประสิทธิภาพการใช้งาน 19.94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านไม้และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) จะมีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงและมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเปลือกถั่วลิสงมีความเป็นไปได้ที่สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง เพื่อใช้ทดแทนถ่านไม้และฟืนจากธรรมชาติ นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหามลภาวะขยะเหลือทิ้ง และเป็นทางเลือกด้านพลังงานในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้กับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสงใช้แทนก๊าซหุงต้มได้

เลขทะเบียน 114309X
วันที่ 13 มิ.ย. 2562
เลขเรียกหนังสือ

Title	The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Peanut Shell
Authors	Miss Cheewaporn Bunphet Student Code 564231011
	Mr. Thanachat Poonmueang Student Code 564231017
	Miss Panadda Kaewmanee Student Code 564231028
Advisor	Miss Nadda Podam
Co-advisor	Mr. Kamonnawin Inthanuchit
Bachelor of Science	Environmental Science
Institute	Songkhla Rajabhat University
Academic year	2018

Abstract

This research was a study of the possibility in making charcoal briquettes from Peanut shell waste by the peanut processing group, Moo 4 Tambon Nam Noi, Hat Yai district, Songkhla province. Peanut shells were burnt and the charcoal gained was mixed with glue made from tapioca with the following ratios: 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5, and 1:2, they were pressed to form charcoal briquettes by using human labors. The briquettes were then tested by pressing forces, falling forces, fuel specifications, and their efficiency. The study result revealed that the peanut-shell charcoal briquettes made with the 1:1 ratio was the best of all. The result was consistent with the Thai Community Product Standard on charcoal briquettes (TCPS 238/2004) because the charcoal briquettes made from peanut shells had the same shape, similar size, equally black color, and they were not breakable by the pressing or falling forces. As for the test result on fuel specifications, it was found that the peanut-shell charcoal briquettes had 6.57 percent of moisture, 23.91 percent of volatile organic compounds, 2.55 percent of ash, 66.97 percent of fixed carbon, and the heat value of 5,591.82 calories/gram. On the test of efficiency in use, it was found that its efficiency was 19.94 percent. When compared to the normal charcoal and the charcoal briquettes (sold in the market), it was found that they had similar qualifications in terms of fuel specifications, and efficiency in use. It could, therefore,

be concluded that there was a possibility to make charcoal briquettes from peanut shells to replace general charcoal and firewood. This could help reduce the pollution problem caused by wastes and it could also serve as an alternative way for the peanut processing group by using peanut-shell charcoal briquettes instead of cooking gas.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง จะลุล่วงไปด้วยดีไม่ได้ หากไม่ได้รับความกรุณาจากบุคคลหลายๆ ท่าน ข้าพเจ้าขอขอบคุณบุคคลสำคัญดังนี้เป็นอย่างยิ่งที่ช่วยให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขปัญหา ตลอดจนช่วยในการทำวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งได้แก่ อาจารย์นัดดา โปดำ และอาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้ และยังรวมถึงคณาจารย์ในโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ให้คำปรึกษาต่างๆ ในการทำวิจัย และรวมถึงเพื่อนๆ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่คอยช่วยเหลือ และร่วมมือกันดำเนินการทำวิจัยฉบับนี้ตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการ

ขอขอบคุณกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง นางลั่น สินสาย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องของเปลือกถั่วลิสงที่ใช้ในงานวิจัย และขอขอบคุณ นายอับดนหร้อซักส์ จันทการักษ์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่เผาถ่านและผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

ขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนกำลังทรัพย์ และคอยเป็นกำลังใจในการฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีใดที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยฉบับนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอมอบให้กับบิดามารดาอันเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ทางคณะผู้จัดทำ

ชีวาพร บุญเพ็ชร์
ธนชาติ พูนเมือง
ปนัดดา แก้วมณี
ธันวาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
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 ข้อมูลทั่วไปของถั่วลิสง	5
2.2 กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง	10
2.3 การทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่ง	12
2.4 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแท่ง	13
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย	17
3.2 ขอบเขตการวิจัย	18
3.3 วัตถุดิบและอุปกรณ์	18
3.4 วิธีการวิเคราะห์	19
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	25

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 การผลิตถ่านเปลือกถั่วลิสง	26
4.2 การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบ	27
4.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	27
4.4 การทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	30
4.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง กับถ่านอัดแท่ง(ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	36
4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น	38
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	40
5.2 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบเสนอโครงร่างวิจัย	ผก-1
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการวิจัย	ผข-1
ภาคผนวก ค มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง	ผค-1
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม	ผง-1
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์สถิติ T-test	ผจ-1
ภาคผนวก ฉ ประวัติผู้ทำวิจัย	ผฉ-1

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
2.5-1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง	14
3.4-1	อัตราส่วนผงถ่านเปลือกถั่วลิสงต่อตัวประสาน	21
4.1-1	ผลการผลิตถ่านจากเปลือกถั่วลิสง	26
4.2-1	การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบ	27
4.3-1	ผลการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	28
4.3-3	การทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	30
4.4-1	การเปรียบเทียบสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงกับค่ามาตรฐาน	35
4.4-2	การเปรียบเทียบสมบัติด้านเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	36
4.5-1	ประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้(ซื้อจากตลาด)	37
4.5-2	ค่าประสิทธิการใช้งานถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้(ซื้อจากตลาด)	38
4.6-1	ต้นทุนเบื้องต้นการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	39
4.6-2	ราคาถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	39

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญรูป

ภาพที่		หน้า
2.1-1	ถั่วลิสง	5
3.3-1	กรอบแนวคิดการศึกษา	17
4.3-2	การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	28
4.3-3	ผลการทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	29
4.4-1	ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	31
4.4-2	ปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	32
4.4-3	ปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	32
4.4-4	ปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	33
4.4-5	ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	34
4.5-1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงกับถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	37

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

จากการสำรวจข้อมูลในพื้นที่ หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า ประชากรบางส่วนประกอบอาชีพปลูกถั่วลิสงและได้รวมตัวกันจัดตั้งกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง เช่น ขนมถั่วแผ่น ขนมถั่วกรอบแก้วโรยงา ขนมถั่วตัด และถั่วคั่วเกลือ เป็นต้น โดยกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสงทำให้มีวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ก็คือ เปลือกถั่วลิสง ซึ่งมีปริมาณเปลือกถั่วลิสงที่เหลือทิ้งเฉลี่ยวันละ 4 กิโลกรัม หรือเฉลี่ยมากกว่า 1 ตันต่อปี เปลือกถั่วลิสงดังกล่าวจะถูกนำมารวมกองไว้แล้วเผาทำลายในที่แจ้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ และส่งผลเสียต่อสุขภาพ

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยศึกษาคุณสมบัติของเปลือกถั่วลิสง ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้เพื่อนำมาใช้ประโยชน์จากการศึกษา พบว่า เปลือกถั่วลิสงสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ โดยการนำไปอัดแน่นเป็นเชื้อเพลิงแข็ง เปลือกถั่วลิสงแห้งอัดแท่งให้ความร้อนสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของถ่านโค้กที่มีคุณภาพดี และมีขี้เถ้าเหลือเพียงประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2560) นอกจากนี้ยังมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอีกหลายชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ เช่น เปลือกมังคุด เมื่อนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า สามารถให้ปริมาณความชื้น 9.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย 26.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนคงตัว 61.7 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 5,920 แคลอรี่ต่อกรัม (สังเวย เสวกวิหารี, 2555) กิ่งสบู่ดำ โดยนำมาผสมกับวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ เช่น แกลบ ชานอ้อน มันสำปะหลัง แล้วนำไปผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า สามารถให้ค่าความร้อนประมาณ 1,599 แคลอรี่ต่อกรัม (เกรียงไกร วงศาโรจน์, 2554) และทางมะพร้าว เมื่อนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า สามารถให้ปริมาณความชื้น 7.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย 76.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 5.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนคงตัว 10.7 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 4,141 แคลอรี่ต่อกรัม (ธนาพล ตันติสัตยกุล, 2558) จะเห็นได้ว่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เมื่อนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งสามารถให้สมบัติด้านเชื้อเพลิงที่ดีได้ นอกจากนี้การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง สามารถลดการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาทำถ่านไม้ และยังแก้ปัญหาการกำจัดของเสียได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำเปลือกถั่วลิสงซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มาศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง เพื่อลดปัญหาขยะเหลือทิ้งและยังเป็นทางเลือกด้านเชื้อเพลิงให้กับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเปลือกถั่วลิสง เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้มในกระบวนการแปรรูปถั่วลิสง

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น : อัตราส่วนระหว่างผงถ่านเปลือกถั่วลิสงกับตัวประสาน

ตัวแปรตาม : ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว ค่าความร้อน และประสิทธิภาพการใช้งาน

ตัวแปรควบคุม : วิธีการอัดแท่ง ขนาด และรูปร่างของถ่านอัดแท่ง

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ถ่านอัดแท่ง หมายถึง การนำเอาวัตถุดิบธรรมชาติมาเผาจนเป็นถ่านและบดจนเป็นผงแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ (สังเวย เสวกวิหาร, 2553)

ตัวประสาน (กาวแป้งเปียก) หมายถึง ตัวประสานเป็นวัสดุที่ใช้ติดวัสดุชนิดเดียวกันหรือวัสดุต่างชนิดกันเข้าด้วยกันให้แน่น ในงานวิจัยนี้ใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน โดยกาวแป้งเปียกเป็นของเหลวที่ได้จากการนำแป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร แล้วนำไปให้ความร้อนคนจนเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะเนื้อขาวใสละเอียดและหนืด (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

เปลือกถั่วลิสง หมายถึง ส่วนที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดถั่วลิสงเอาไว้ ลักษณะเปราะ มีสีขาวนวลหรือสีน้ำตาลอ่อนๆ

การอัดเย็น หมายถึง การนำวัสดุที่เผาเป็นถ่านแล้วมาบดให้ละเอียด แล้วนำมาผสมกับตัวประสาน ในอัตราส่วนที่ต้องการ แล้วนำมาอัดเป็นแท่ง (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

1.5 สมมติฐาน

เปลือกถั่วลิสงสามารถนำมาผลิตถ่านอัดแท่งได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นการนำสิ่งเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์

1.6.2 เพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร

1.6.3 ลดปัญหามลภาวะจากขยะเหลือทิ้งและลดการตัดไม้ทำลายป่า

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ใช้เวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รายละเอียดแสดงใน**ตารางที่ 1.1** และโครงร่างวิจัยแสดงใน**ภาคผนวก ก**

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย													
	2560		2561											
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบเอกสาร	—	—												
2. จัดทำโครงร่างและเสนอโครงร่างวิจัยเฉพาะทาง		▲												
3. ดำเนินการวิจัย		—	—	—										
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง				—	—									
5. สอบความก้าวหน้าวิจัย					▲									
6. สรุปผลการศึกษา และอภิปรายผล การจัดทำรูปเล่ม					—	—	—							
7. สอบจบวิจัยเฉพาะทาง												▲		
8. แก้ไขเล่มวิจัยเฉพาะทาง						—	—	—	—	—	—	—	—	
9. ส่งเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์														▲

หมายเหตุ : ▲ หมายถึง ช่วงดำเนินการสอบวิจัย

— หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย สำหรับโครงร่างวิจัยทางสิ่งแวดล้อมในการศึกษาครั้งนี้ แสดงรายละเอียดไว้ใน**ภาคผนวก ก**

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปของถั่วลิสง

ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถปลูกได้ตลอดปี ส่วนใหญ่มักจะปลูกกระจัดกระจายในพื้นที่ต่างๆ กัน ปลูกได้ทุกภาคของประเทศ แหล่งปลูกที่สำคัญ คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และตะวันออกเฉียงเหนือ เกษตรกรมักปลูกเป็นพืชหมุนเวียน ปลูกแซม และปลูกเหลื่อมกับพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ละหุ่ง ทานตะวัน เป็นต้น ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรแล้ว ยังเป็นพืชที่ให้ความอุดมสมบูรณ์แก่ดินด้วย ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วที่ประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์มีกรดไขมันที่มีคุณภาพดีและจำเป็นต่อร่างกาย มีโปรตีนที่มีคุณภาพสูงและยังประกอบด้วยวิตามินและเกลือแร่อย่างมากมายที่ร่างกายต้องการ ซึ่งสามารถนำถั่วลิสงมาบริโภคสด นำไปประกอบอาหาร และทำขนมต่างๆ นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง ได้แก่ กากถั่วลิสง ยังนำมาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ และใช้ทำปุ๋ยได้อีกด้วย ปัจจุบันการผลิตถั่วลิสงภายในประเทศมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงมีการนำเข้าถั่วลิสงจากต่างประเทศจีนและอินเดียเพิ่มมากขึ้น (วรยุทธ ศิริชุมพันธ์, 2558)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Arachis hypogaea L.*

ชื่อสามัญ : Gruondnut , Peanut , Monkeynut

ชื่อวงศ์ : Leguminosae

ภาพที่ 2.1-1 ถั่วลิสง

ที่มา: วรยุทธ ศิริชุมพันธ์ (2558)

2.1.1 ถิ่นกำเนิด

พืชตระกูลถั่วที่จัดเป็น Arachis จะมีถิ่นกำเนิดบริเวณที่ราบระหว่างกับแม่น้ำอเมซอนติดกับแม่น้ำ La Plata จากการค้นพบในแหล่งอารยธรรม ทราบวามถวลิสงเป็นที่รู้จักกันมาไม่น้อยกว่า 1,000 ปี ก่อนพุทธกาล ถั่วลิสงที่กลายเป็นพืชเพาะปลูกของชนเผ่าแถบนี้พบว่า นิยมปลูกกันแถบลุ่มน้ำ Parana ของอเมริกาใต้ อย่างไรก็ตามคนทั่วโลกรู้จักถั่วลิสงภายหลังจากที่นักล่าอาณานิคมชาวโปร์ตุเกสได้ออกไปเผยแพร่แถบแคริบเบียนสู่อัฟริกาทั้ง 2 ฝั่ง และยุโรป จากนั้นเป็นที่นิยมของชาวมังสวิรัติ ฮินดู และพุทธในเอเชีย และในระยะต่อมาชาวยุโรปได้นำเข้าไปปลูกในฝั่งอเมริกาเหนือเมื่อ 400 ปี มานี้

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วลิสงที่มีการปลูกในประเทศไทย พบเฉพาะพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์จีน และพันธุ์สเปนิช ซึ่งมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้ (จุฑามาศ ร่มแก้ว, 2542)

1) ราก ถั่วลิสงจะมีระบบรากแก้ว (tap root system) รากที่มีการพัฒนาจากแรดิเคิล เรียกว่า รากแก้ว และมีรากแขนงแตกออกมาจากรากแก้ว นอกจากนี้ยังมีราก adventitious root แตกจากข้อของลำต้นที่เลื้อยบนผิวดิน ถั่วลิสงมีรากขนอ่อนน้อยมากและบางพันธุ์ไม่มีเลย ที่รากแก้วและรากแขนงพบปมขนาดเล็กสีน้ำตาลอยู่ทั่วไปเกิดจากแบคทีเรียไรโซเบียมเข้าไปอาศัยอยู่แบบพึ่งพาซึ่งกันและกัน (symbiosis) กับรากของถั่วลิสง แบคทีเรียนี้สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาสะสมไว้และพืชนำมาใช้ในรูปไนเตรท

2) ลำต้น ถั่วลิสงเป็นพืชล้มลุกพวกไม้เนื้ออ่อน ลำต้นมีความสูง 15-70 เซนติเมตร การเจริญเติบโตของลำต้นแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

2.1) ลำต้นตั้งตรง ถั่วลิสงพวกนี้ลำต้นมีการแตกกิ่งก้านสาขามาก กิ่งเหล่านี้จะเจริญในแนวตั้งทำให้ต้นถั่วลิสงมีลักษณะเป็นพุ่ม ฝักจะเกิดเป็นกลุ่มที่บริเวณโคนต้น

2.2) ลำต้นเลื้อย ถั่วลิสงพวกนี้มีลำต้นสั้น กิ่งก้านที่แตกออกมามักเจริญในแนวนอนทอดไปตามผิวดิน ฝักเกิดกระจัดกระจายอยู่ตามกิ่งก้านที่เลื้อยไปตามผิวดิน บริเวณมุมใบเลี้ยงและมุมใบของข้อที่อยู่ถัดขึ้นไปเป็นที่เกิดของกิ่งแขนงที่มุมใบและกิ่งแขนงอาจเกิดกิ่งย่อย

3) ดอก ขึ้นกับชนิดของพันธุ์หรือประเภทของถั่วลิสง การแตกกิ่งของถั่วลิสงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1) การแตกแบบสลับ (alternate branching) ถั่วลิสงในกลุ่มนี้ จะไม่มีการออกดอกบนข้อของลำต้นหลัก แต่จะเกิดเป็นกิ่ง (vegetative branch) ที่มีการแตกตาอยู่ที่ตามบริเวณข้อ

โดยแตกเป็นกิ่ง 2 ข้อ แล้วสลับกับดอก 2 ข้อ และอาจมีการแตกกิ่ง และให้ดอกในลักษณะนี้ต่อไปอีก ถั่วลิสงในกลุ่มนี้จัดเป็นพวก Virginia type

3.2) การแตกแบบต่อเนื่อง (sequential branching) ถั่วลิสงพวกนี้ จะออกดอกบนข้อของลำต้นหลักด้วยข้อล่างๆ ของลำต้นหลักเกิดเป็นกิ่ง ตามข้อของกิ่งมักเกิดเป็นตาดอกยกเว้นข้อแรกๆ อาจแตกเป็นกิ่งอีกซึ่งเรียกว่า secondary branch จึงทำให้ฝักของถั่วลิสงพวกนี้มักอยู่เป็นกระจุกบริเวณใกล้ๆ รากแก้ว เช่น พวก Spanish type และ Valencia type

4) ใบ เป็นใบประกอบแบบ even-pinnate คือ ใบประกอบแต่ละใบจะมีใบย่อย 2 คู่ ใบเกิดสลับกันบนข้อของลำต้น ใบย่อยมีลักษณะเป็นรูปไข่ ขอบใบเรียบ ก้านใบยาว 3.7 เซนติเมตร ที่โคนก้านใบมีหูใบ 2 อัน มีลักษณะแหลมและยาวประมาณ 2 เซนติเมตร

5) ผลและเมล็ด ผลหรือฝักอาจเกิดเดี่ยวๆ หรือเกิดเป็นกลุ่มตามมุมใบ เมื่อฝักแก่เปลือกฝักจะแข็งและเปราะมีลายเส้นที่เปลือก ฝักมีสีขาวนวลหรือน้ำตาลอ่อน มี 1-4 เมล็ดต่อฝัก ขึ้นอยู่กับพันธุ์ เมล็ดถั่วลิสงมีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง มีสีม่วงแดง แดง หรือขาวนวล ขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์ ถัดเข้าไปเป็นใบเลี้ยงหนา 2 ใบประกบติดกัน ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารพวกไขมัน โปรตีน และสารอื่นๆ

2.1.3 การจำแนกชนิดของถั่วลิสง

ถั่วลิสงสามารถจำแนกได้ตามรูปร่างลักษณะทางพฤกษศาสตร์ โดยอาศัยตำแหน่งที่เกิดของช่อดอกเป็นเกณฑ์ แบ่งได้เป็น 3 แบบ (สมจินตนา ทุมแสน และคณะ, 2555) คือ

1) แบบเวอร์จีเนีย (Virginia type) มีลำต้นเป็นพุ่มหรือทอดเลื้อยไปตามบริเวณผิวดินที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม เมล็ดและฝักมีขนาดใหญ่ เปลือกของเมล็ดมีสีน้ำตาลแดงฝักหนึ่งๆ มี 2-3 เมล็ด เมล็ดมีการพักตัว (dormancy) สูง มีน้ำมันราว 38–47 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120-180 วัน เช่น พันธุ์ไทนาน 9 จะมีอายุประมาณ 110–130 วัน

2) แบบสเปนนิช (Spanish type) มีลำต้นตั้งตรง มีกิ่งก้านสาขามาก ใบจะมีสีเขียวจาง ฝักและเมล็ดมีขนาดเล็กป้อม เปลือกของเมล็ดมีสีจางหรือขาว เมล็ดไม่มีระยะพักตัวเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง 47-50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120–135 วัน

3) แบบวาเลนเซีย (Valencia type) มีลำต้นเป็นพุ่มกิ่งค่อนข้างโต แต่จะมีจำนวนน้อย ใบมีขนาดใหญ่สีเขียวเข้ม ฝักมีขนาดใหญ่เห็นลายบนฝักชัดเจน ฝักส่วนใหญ่มี 3 เมล็ด เมล็ดมีทั้งแบบป้อมและยาวรี เปลือกเมล็ดมีสีม่วง แดง น้ำตาลแดง และน้ำตาลอ่อน มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงเช่นเดียวกับแบบสเปนนิช (Spanish) ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นกว่าชนิดอื่นๆ เมล็ดไม่มีระยะพักตัว เช่น พันธุ์ สข.38 และลำปาง

2.1.4 ท้องถิ่นที่ปลูก

ถั่วลิสงสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย มีแหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีลักษณะดินเป็นดินปนทราย หรือดินน้ำไหลทรายมูล ไม่เหนียวจัด จังหวัดที่มีการปลูกมาก ได้แก่ เชียงใหม่ น่าน ลำปาง เพชรบูรณ์ พะเยา เชียงราย นครสวรรค์ กำแพงเพชร สุโขทัย อุตรดิตถ์ นครราชสีมา ศรีษะเกษ บุรีรัมย์ อุบลราชธานีกาฬสินธุ์ สุรินทร์ระยอง ปราจีนบุรี ชลบุรี และสระบุรี (สมจินตนา ทุมแทน และคณะ, 2555)

2.1.5 ลักษณะดิน

ถั่วลิสงเป็นพืชที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพของดินได้ในขอบเขตที่กว้างขวางกว่าพืชตระกูลถั่วอื่นๆ สามารถปลูกได้ตั้งแต่สภาพดินเหนียวในที่ลุ่มจนถึงดินทรายในที่ราบสูง แต่ลักษณะดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถั่วลิสงจริงๆ ควรเป็นดินร่วนซุยหรือดินปนทราย เพื่อเข็มจะสามารถแทงลงไปในดินได้สะดวก และเมื่อเก็บเกี่ยวก็สามารถดึงต้นถั่วและฝักขึ้นจากดินได้โดยง่าย มีการระบายน้ำได้ดี และหน้าดินไม่แน่นไม่แข็ง ซึ่งจะเป็นลักษณะที่ทำให้การผลิตถั่วลิสง มีคุณภาพดีและการสูญเสียในการเก็บเกี่ยวน้อย นอกจากนี้แล้วควรมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารอย่างเพียงพอ (อิสระ พุทธสิมมา และปราณี วรเนตรสุดาทิพย์, 2552)

2.1.6 ฤดูปลูก

ถั่วลิสงสามารถปลูกได้ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง ในพื้นที่ที่มีการชลประทาน ช่วงเวลาการปลูกถั่วลิสงไม่มีความสำคัญเท่ากับช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว เพราะช่วงของการเก็บเกี่ยวจะต้องมีความชื้นในดินพอสมควร จึงจะถอนฝักถั่วลิสงขึ้นจากดินได้ง่าย โดยทั่วไปฤดูปลูกที่เหมาะสม (อิสระ พุทธสิมมา และปราณี วรเนตรสุดาทิพย์, 2552) คือ

ต้นฤดูฝนทำการปลูกในระหว่างเดือนพฤษภาคม–มิถุนายน

ปลายฤดูฝนทำการปลูกในระหว่างเดือนกันยายน–ตุลาคม

ฤดูแล้งทำการปลูกในระหว่างเดือนมกราคม–กุมภาพันธ์

2.1.7 วิธีการปลูก

การเตรียมดินดำเนินการเช่นเดียวกับพืชไร่อื่นๆ คือ ทำดินร่วนซุยโดยการขุดหรือไถให้ลึกประมาณ 4 นิ้ว ซึ่งจะทำให้ดินอุ้มน้ำและเก็บน้ำได้ดีเมล็ดงอกได้ง่าย รากสามารถหาอาหารได้ไกลและลึก ทั้งยังเป็นการป้องกันกำจัดวัชพืชไม่ให้รบกวนต้นถั่วลิสงได้ วิธีการปลูกโดยทั่วไปมักจะกะเทาะฝักก่อนแล้วนำเมล็ดมาปลูก การหยอดเมล็ดลงหลุมควรทำเป็นแถวยาว โดยหยอดหลุมละ 1-2 เมล็ด อยู่ลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตร แล้วกลบในดินที่มีความชุ่มชื้นพอ เมล็ดจะงอกภายใน 5-7 วัน ถ้าหลุมไหนไม่งอกให้จัดการปลูกซ่อมทันที การปลูกซ่อมควรจะทำการปลูกซ่อมภายใน 7 วัน หลังปลูก เพื่อต้นถั่วลิสงจะได้เติบโตทันกันและเก็บเกี่ยวได้พร้อมกัน (อิสระ พุทธสิมมา และปราณี วรเนตรสุดาทิพย์, 2552)

2.1.8 ประโยชน์ของถั่วลิสง

1) ลำต้นและใบ นำมาใช้ทำปุ๋ยหรือใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ เช่น วัว แพะ แกะ เป็นต้น (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2556)

2) เมล็ดถั่วลิสง สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ถั่วลิสงคั่ว ถั่วลิสงทอด ถั่วลิสงต้ม ถั่วลิสงป่น ถั่วลิสงบด เนยถั่วลิสง และน้ำมันสกัดจากถั่วลิสง เป็นต้น (เดชา ศิริภัทร, 2556)

3) ประโยชน์จากเปลือกถั่วลิสง ได้มีผู้คิดค้นหาวิธีนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าจากคุณสมบัติพิเศษที่สำคัญของมันคือ สามารถดูดซับของเหลวได้ดี ยิ่งถูกบดให้ละเอียดเท่าไรจะยิ่งสามารถดูดซับได้มากขึ้นเท่านั้น และนอกจากนั้นยังมีความคงทนต่อสารเคมี เปลือกถั่วลิสงจึงให้ประโยชน์ได้หลายอย่าง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ดังต่อไปนี้

3.1) ใช้เพาะเห็ด จากการทดลองเพาะเห็ดด้วยเปลือกถั่วลิสง โดยเกษตรกรแห่งรัฐจอร์เจียสหรัฐอเมริกา พบว่า ได้ผลดีและประหยัดกว่าวิธีเก่า ๆ ที่ใช้มูลม้า แต่ก่อนนำไปใช้ควรผึ่งเปลือกถั่วไว้สักระยะหนึ่งก่อนเพื่อป้องกันการเน่าเสีย

3.2) ใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยการนำไปอัดแน่นเป็นเชื้อเพลิงแข็ง เปลือกถั่วลิสงแห้งอัดแท่งสามารถให้ความร้อนสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ของถ่านโค๊กที่มีคุณภาพดี และยังมีขี้เถ้าเหลือน้อยมากประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์

3.3) ใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง โดยสามารถนำมาใช้ผสมในพลาสติก คอนกรีต แผ่นผนังหรือแผ่นพื้นเช่นเดียวกับการใช้เศษไม้หรือขี้เลื่อยผสม

3.4) ใช้ผสมกับกากน้ำตาลเป็นอาหารวัว นำเปลือกถั่วลิสงบดผสมกับกากน้ำตาลที่เหลือจากการทำน้ำตาลทราย เป็นอาหารของวัวควายได้ดี มีคุณค่าทางอาหารสูง

3.5) ใช้คลุมดินปลูกต้นไม้ โดยใช้โรยรอบๆ โคนต้นไม้ให้ดูดซับความชื้นไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมลงดินเร็วเกินไปในกรณีที่เป็นดินทราย เป็นต้น

2.2 กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง

กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่งวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ต้องผ่านการแปรรูปให้เหมาะสมก่อนโดยมีกระบวนการแปรรูป ดังนี้

2.2.1 การเผาถ่าน

ถ่าน คือ ไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบางหรือกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดิน และสารประกอบอื่นๆ ออกจากไม้ ซึ่งถ่านที่ได้หลังการผลิตจะมีปริมาณของคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้น ทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูง โดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้ง สำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่านเรียกว่า carbonization ซึ่งสามารถแยกกระบวนการดังกล่าวออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คือ การเผาไหม้ (combustion) เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมาก ระหว่างการเกิดคาร์บอนไนเซชัน โดยให้ความร้อนกับวัสดุภายในเตาเผาถ่าน ส่วนในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อน เพื่อไล่ความชื้นออกจากเนื้อวัสดุ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้อุณหภูมิจนถึง 270 องศาเซลเซียส ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไป ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาทึบ และในขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการจะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อน โดยเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 250-300 องศาเซลเซียส ในระหว่างปฏิกิริยาคายความร้อนจะมีการเกิดก๊าซต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และนอกจากนี้ยังเกิดกรดอะซิติก เมทิลแอลกอฮอล์ และสารพวกน้ำมันดิน ในขั้นตอนนี้องค์ประกอบที่ระเหยได้ที่ยังคงอยู่ในกระบวนการจะถูกขับออกไป ซึ่งจะทำให้ปริมาณคาร์บอนของถ่านเพิ่มขึ้น สำหรับในขั้นตอนที่ 4 เป็นการนำผลิตภัณฑ์ถ่านมาทำให้เย็น ซึ่งจะใช้เวลาหลายชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผาที่ใช้ในการผลิต คุณภาพของถ่านที่ผู้ใช้ยอมรับได้ คือ ต้องมีปริมาณคาร์บอนคงตัว 70 เปอร์เซ็นต์ สารระเหยได้ต้องน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ขี้เถ้าประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และความหนาแน่นประมาณ 0.25-0.30 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งถ่านจะมีคุณสมบัติเปราะปานกลาง (กัญญา เม้ามีทรัพย์, 2544)

2.2.2 การบดย่อย (Grinding)

ผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี ขนาดของผงถ่านที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่ง วิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับ และเครื่องป่นวัสดุ จากการอัดขึ้นรูปผงถ่านหินขนาดต่างๆ พบว่า ในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันผงถ่านหินขนาดเล็กมีแนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่าและสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านหินอัดแท่งแตกหักได้ดีกว่าผงถ่านหินขนาดใหญ่ (อรุณรัตน์ วุฒิมงคลชัย, 2529)

2.2.3 การผสม

เป็นการผสมวัสดุที่ถูกป่นย่อยแล้วกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันง่ายขึ้น ลักษณะของตัวประสานที่ดีนั้นนอกจากจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงแล้ว ที่อุณหภูมิใช้งานยังต้องเปียกและสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวของถ่านได้ทั่วถึง (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)

2.2.4 การอัดแท่ง (Compaction)

หลักการผลิตถ่านอัดแท่งมี 2 วิธี (กรมพัฒนาและการส่งเสริมพลังงาน, 2535) ดังนี้

1) การอัดร้อน เป็นการอัดวัสดุโดยที่วัสดุไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านมาก่อน เมื่ออัดเป็นแท่งเสร็จแล้ว ค่อยนำเข้าเตาให้เป็นถ่านอีกครั้งหนึ่ง วัสดุที่สามารถผลิตโดยวิธีการอัดร้อน มี 2 ชนิด คือ แกลบ และขี้เลื่อย เพราะวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้ เมื่อโดนอัดด้วยความร้อน จะมีสารในเนื้อของวัสดุที่ยึดตัวมันเอง จึงทำให้สามารถยึดเกาะเป็นแท่งได้ โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสาน และเครื่องอัดต้องเป็นเครื่องอัดชนิดอัดร้อน ซึ่งราคาค่อนข้างสูง

2) การอัดเย็น เป็นการอัดวัสดุที่เผาถ่านมาแล้ว แล้วนำมาผสมกับแป้งมันหรือวัสดุประสานอื่นๆ โดยทั่วไปจะเป็นแป้งมัน ถ้าวัสดุใดมีขนาดใหญ่ เช่น กะลามะพร้าว เมื่อผ่านการเผาแล้วต้องมีเครื่องบดให้ละเอียดก่อน แล้วค่อยนำมาผสมกับแป้งมันและนำในอัตราส่วนตามที่ต้องการ

2.2.5 การตากแห้ง

เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูง จึงต้องไปตากให้แห้งเพื่อเป็นการลดความชื้นให้ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่น ซึ่งวิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือการนำไปผึ่งแดดประมาณ 3-4 วัน แต่หากใช้เป็นห้องอบโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ก็จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน ให้สั้นลง นอกจากนี้เราอาจใช้ความร้อนจากเตาเผามาไล่ความชื้นจากแท่งถ่านให้แห้งได้ ข้อควรระวังสำหรับวิธีนี้ ก็คือต้องรักษา

อุณหภูมิภายในห้องอบไม่ให้สูงเกินกว่าที่ทำให้ถ่านลุกไหม้ สำหรับเวลาที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของส่วนผสมและชนิดของห้องอบที่ใช้ (จิระ รัตนะ และศิริพร จิวรพันธ์, 2536)

2.3 การทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่ง

การทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิง วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM ดังนี้

2.3.1 สมบัติการวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate Analysis)

ของถ่านอัดแท่ง ประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ต่างๆ (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) ดังนี้

1) ปริมาณความชื้น (moisture content) คือ ปริมาณความร้อนชื้นต่อปริมาณของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งอบแห้ง ความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลง และทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งแตกร่วนได้ง่าย

2) ปริมาณเถ้า (ash content) คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปภายในเตาเผาที่มีอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย ซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์

3) สารที่ระเหยได้ (volatile matters) ปริมาณสารระเหย คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังจากที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจนและไฮโดรเจน

4) คาร์บอนคงตัว (fixed carbon) คือ มวลของคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังจากที่เอาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

5) ค่าความร้อน (calorific value or heating value) ค่าความร้อนที่เกิดจากการสันดาป จะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงอัดแท่ง (ประลอง ดำรงไทย (ออนไลน์), 2550)

2.3.2 สมบัติเฉพาะตัว

ค่าความร้อน (heating value) นำไปจัดแบ่งคุณภาพของเชื้อเพลิง และนอกจากนี้ยังเป็นตัวแปรสำคัญที่จะบ่งชี้ปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมา ถ่านอัดแท่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่งกำหนดให้มีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม และค่าความชื้นต้องไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดี

ไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีสมบัติที่ดีของถ่านทางด้านอื่นๆ ด้วย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ออนไลน์), 2547) ดังนี้

1) น้ำหนักถ่าน ถ่านหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน

2) ควัน ถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควัน และกลิ่นฉุนในขณะลุกไหม้

3) ความแข็งแรง ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือป่นเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้ การขนส่งและการเก็บรักษา

4) การแตกปะทุขณะติดไฟ ถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟผู้ใช้จะไม่ชอบ ไม่นิยมใช้ ดังนั้นถ่านที่มีคุณภาพดีจะไม่มีการแตกปะทุเลย หรือมีการแตกปะทุเล็กน้อยในช่วงนาทีแรกที่ติดไฟ

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งที่ดี สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ข้อหลักๆ ข้อแรก คือ คุณสมบัติด้านการจัดการ หมายถึง ถ่านอัดที่ได้ไม่ควรร่วน หรือแตกแยกออกเป็นส่วนๆ ในระหว่างการจัดการเก็บรักษาและการเคลื่อนย้าย และข้อที่ 2 คือ คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง โดยจะเกี่ยวเนื่องกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ รูปร่างและความหนาแน่นที่ได้ ซึ่งในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการจัดการโดยเพิ่มความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง จะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติการเผาไหม้ด้วย

2.4 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแท่ง

2.4.1 ข้อดีของถ่านอัดแท่ง

1) มีขนาดและรูปร่างแบบเดียวกัน สามารถใช้ป้อนเป็นเชื้อเพลิงได้อย่างสะดวกง่ายอย่างต่อเนื่อง

2) คุณสมบัติทางกายภาพ มีความร้อนที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้

3) ปราศจากมลภาวะ ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมมลภาวะที่มีราคาสูง

4) มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

5) สะดวกต่อการเก็บและนำมาใช้งาน

2.4.2 ข้อเสียของถ่านอัดแท่ง

1) การอัดแท่งใช้แรงอัดสูง เป็นต้นเหตุหนึ่งที่ให้กระบอกอัดและสกรูสึกหรอได้ง่ายจากการขัดสี

2) คุณสมบัติการเผาไหม้ยังไม่เป็นที่ต้องการ เช่น เมื่อถูกน้ำหรืออากาศที่ชื้นสูง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวัสดุเหลือใช้จากทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งมีรายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 2.5-1**

ตารางที่ 2.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
การศึกษาผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากสบู่ดำด้วยเทคนิคทรูชันแบบอัดรีดเย็น	เชื้อเพลิงชีวมวลจากสบู่ดำ โดยการนำลำต้น และกิ่งสบู่ดำมาบดให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร และนำไปผสมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ ได้แก่ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และซังข้าวโพด โดยใช้ตัวประสานจากแป้งเปียกและโมลาส อัตราส่วนต่างๆ แล้วนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดถ่านและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า สามารถให้ค่าความร้อนอยู่ที่ประมาณ 1,599 แคลอรี่ต่อกรัม	เกรียงไกร วงศาโรจน์ (2554)
พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์	เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ โดยการผสมผงถ่านไมยราบยักษ์ต่อแป้งมันร้อยละ 6 แล้วนำไปขึ้นรูปโดยเครื่องอัดถ่านและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ สามารถให้ปริมาณเถ้า 6.6-20.1±0.61-1.01 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความชื้น 7.0-8.6±0.52-0.84 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย 27.3-32.8±0.71-1.21 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนคงตัว 44.5-53.5±0.82-1.27 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 5,432±101.5 แคลอรี่ต่อกรัม	บัญจรัตน์ โจลานันท์ (2554)

ตารางที่ 2.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด	เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดโดยการนำผงถ่านจากเปลือกมังคุด 1 กิโลกรัม ผสมกับกาวแป้งเปียก (แป้งมัน 200 กรัม น้ำ 850 ลูกบาศก์เซนติเมตร) โดยนำมาอัดขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดมือ ตากแดดจนแห้งสนิทใช้เวลา 3-5 วัน และทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดมีปริมาณคาร์บอนคงตัว 61.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 7 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 9.7 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย 21.6 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 5,920 แคลอรี่ต่อกรัม	สังเวย เสวกวิหาร (2555)
พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว	เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว โดยการนำทางมะพร้าวมาเข้าเครื่องบดย่อยและผสมกับน้ำแป้ง (แป้งมันสำปะหลัง 50 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร) ในอัตราส่วนถ่านมะพร้าวย่อยต่อน้ำแป้งมันสำปะหลัง 5 อัตราส่วน ได้แก่ 1:1.25 1:1.50 1:1.75 1:2 และ 1:2.25 แล้วนำมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องอัดแบบเกลียวชนิดไม่มีขดลวดความร้อนและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากทางมะพร้าวที่อัตราส่วน 1:1.25 มีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด โดยมีปริมาณความชื้น 7.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย 76.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 5.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนคงตัว 10.7 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 4,141 แคลอรี่ต่อกรัม	ธนาพล ตันติสัตยกุล (2558)

ตารางที่ 2.5-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ตำบลเวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียน โดยการนำเปลือกทุเรียนไปเผาในเตาเผาแบบดิน และนำถ่านเปลือกทุเรียนที่ได้ไปบดด้วยเครื่องย่อยถ่าน หลังจากนั้นนำไปผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 3:1 และผสมน้ำลงไปเล็กน้อยเคล้าจนเข้ากันดี แล้วนำไปอัดเป็นแท่งถ่านด้วยเครื่องอัดถ่านและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนสามารถให้ปริมาณความชื้น 6.2 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 6,134 แคลอรี่ต่อกรัม	นริศ ชุดสว่าง (2556)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น สบู่ดำ ไมยราบยักษ์ เปลือกทุเรียน เปลือกมังคุด และทางมะพร้าว เมื่อนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง สามารถให้คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงที่ดี ซึ่งการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง สามารถช่วยลดการใช้ถ่านไม้และช่วยแก้ไขปัญหาการกำจัดของเสียได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำเปลือกถั่วลิสงซึ่งเป็นวัสดุที่มีปริมาณคาร์บอนที่สูง และเมื่อนำเปลือกถั่วลิสงแห้งอัดแท่งให้ความร้อนสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ของถ่านโค๊กที่มีคุณภาพดี และมีขี้เถ้าเหลือเพียงประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ โดยเปลือกถั่วลิสงที่ใช้ในการศึกษาเป็นวัสดุเหลือใช้จากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง เพื่อลดปัญหาขยะเหลือทิ้งและยังเป็นทางเลือกด้านเชื้อเพลิงให้กับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเปลือกถั่วลิสง ใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในกระบวนการแปรรูปถั่วลิสงได้

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย

กรอบแนวคิดการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงมีรายละเอียด ดังแสดงใน**ภาพที่ 3.1-1**

ภาพที่ 3.3-1 กรอบแนวคิดการศึกษา

3.2 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง โดยมีรายละเอียดขอบเขตการวิจัยดังนี้

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ คือ เปลือกถั่วลิสงสด

3.2.2 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

1) พื้นที่เก็บตัวอย่าง เปลือกถั่วลิสงได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2) สถานที่เผาถ่านและผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ณ ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน หมู่ที่ 5 ตำบลท่าข้าม อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

3) สถานที่ทดสอบสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3.3 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.3.1 วัตถุดิบ

1) เปลือกถั่วลิง
2) แป้งมันสำปะหลัง
3) น้ำสะอาด

3.3.2 อุปกรณ์

1) หม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 20
2) ตะแกรงตากเปลือกถั่วลิสง
3) ถาดอะลูมิเนียม
4) เตาเผาถ่าน ขนาด 200 ลิตร
5) ตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร
6) เตาถ่าน
7) ถังพลาสติก

8) โกร่ง

9) บีกเกอร์

10) ถุงมือกันความร้อน

11) เทอร์โมมิเตอร์

12) แท่งแก้ว

13) ถ้วย crucible

3.3.3 เครื่องมือ

1) เครื่องอัดถ่านอัดแท่ง (ใช้แรงคน)

2) เครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์ (bomb calorimeter) รุ่น C5000 ยี่ห้อ IKA

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

4) โถดูดความชื้น (desiccators)

5) เตาเผา (furnace) รุ่น RWF1100 ยี่ห้อ CARBOLITE

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

3.4 วิธีการวิเคราะห์

การศึกษานี้ประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่ง การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบก่อนนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง การเตรียมอัตราส่วนเพื่อผลิตถ่านอัดแท่ง การผลิตถ่านอัดแท่ง การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่ง การทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่ง การทดสอบสมบัติถ่านอัดแท่ง การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่ง ซึ่งมีภาพประกอบดังแสดงใน**ภาคผนวก ข**

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่ง

1) การเตรียมเปลือกถั่วลิสง เก็บรวบรวมเปลือกถั่วลิสงที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง จากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา นำมาผึ่งแดดให้แห้งสนิทเป็นเวลา 3-4 วัน

2) การเผาเปลือกถั่วลิสงให้เป็นถ่าน (ธเนศ ชัยชนะ, 2559) โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1) นำเปลือกถั่วลิสงที่ตากแดดจนแห้งสนิทมาใส่ลงในเตาเผาถ่าน ขนาด 200 ลิตร ทำการปิดฝาเตาให้สนิท

2.2) จุดเชื้อเพลิงบริเวณด้านหน้าเตาเผาประมาณ 2 ชั่วโมง

2.3) หลังจากจุดเชื้อเพลิงบริเวณด้านหน้าเตาครบ 2 ชั่วโมง ต้องควบคุมอากาศภายในเตาเผา โดยจะมีการปิดหน้าเตาให้เหลือเพียงประมาณ 1 ใน 4 แล้วทำการเผาเปลือกถั่วลิสงต่ออีก 2.30 ชั่วโมง

2.4) หลังจากควันเริ่มใส มีเฉพาะไอร้อนออกจากปล่องควัน ให้ปิดปล่องควันและหน้าเตา ทิ้งให้เตาเผาถ่านเย็นตัวลง ใช้เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ค้างคืน ในตอนเช้าสามารถเปิดเตาเก็บถ่านและเผาต่อในครั้งต่อไปได้

3) การเตรียมผงถ่าน

นำถ่านเปลือกถั่วลิสงที่ได้จากการเผาในข้อที่ 2 มาบดด้วยโกร่งจนกลายเป็นผงถ่าน จากนั้นร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วเก็บใส่ถุงซิป

4) การเตรียมตัวประสาน

การเตรียมตัวประสานโดยใช้แป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร นำมาให้ความร้อน และกวนจนมีลักษณะเหนียวข้นเป็นแป้งเปียก (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ้มศรีพุทธิ์, 2560)

3.4.2 การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบก่อนนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง

ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง ได้แก่ ผงถ่านเปลือกถั่วลิสงซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก และแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน โดยทำการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบทั้งสองตามมาตรฐาน ASTM D 5865 (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

1) นำตัวอย่างที่จะทดสอบค่าความร้อน (ผงถ่านเปลือกถั่วลิสงแป้งมันสำปะหลัง) นำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ประมาณ 1 กรัม

2) นำตัวอย่างในข้อที่ 1 มาอัดเป็นเม็ดโดยเครื่องอัดเม็ด (Pellet press) และทำการชั่งน้ำหนัก

3) จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้จากข้อที่ 2 มาวิเคราะห์ค่าความร้อนโดยใช้เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์

3.4.3 การเตรียมอัตราส่วนเพื่อผลิตถ่านอัดแท่ง

นำผงถ่านเปลือกถั่วลิสงผสมกับตัวประสานที่เตรียมไว้ในข้อที่ 3.4.1 มาผสมตามอัตราส่วนต่างๆ ดังแสดงใน**ตาราง 3.4-1** โดยการผสมด้วยมือ (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

ตารางที่ 3.4–1 อัตราส่วนผงถ่านเปลือกถั่วลิสงต่อตัวประสาน

ตัวอย่าง	อัตราส่วน	ถ่านเปลือกถั่วลิสง (กิโลกรัม)	ตัวประสาน (ลิตร)
1	1:0.5	1	0.50
2	1:0.75	1	0.75
3	1:1	1	1.00
4	1:1.5	1	1.50
5	1:2	1	2.00

3.4.4 การผลิตถ่านอัดแท่ง

นำผงถ่านเปลือกถั่วลิสงผสมกับตัวประสานที่เตรียมไว้ด้วยอัตราส่วนต่างๆ ในข้อที่ 3.4.3 ไปอัดแท่งโดยเครื่องอัดถ่านอัดแท่ง (ใช้แรงคน) ซึ่งถ่านอัดแท่งที่ได้จะมีรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4.5 เซนติเมตร ความสูงประมาณ 8 เซนติเมตร และมีรูตรงกลาง เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร นำถ่านอัดแท่งที่ได้ไปผึ่งแดดเพื่อลดความชื้นและทำให้เชื้อเพลิงประสานกัน โดยวางกลางแจ้งเพื่อรับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง ใช้เวลาผึ่งแดดประมาณ 1 สัปดาห์ ขึ้นกับสภาพอากาศจนแท่งถ่านที่ผลิตได้แห้ง จากนั้นเก็บใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่น

การตรวจสอบความชื้นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้อย่างง่าย โดยการนำถุงพลาสติกมาห่อแท่งถ่านเอาไว้ปิดให้สนิทนำไปตากแดดทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง สังเกตไอน้ำที่ถุงพลาสติก ถ้ามีน้ำอยู่แสดงว่าถ่านอัดแท่งยังมีความชื้นสูงควรนำไปตากแดดต่อ (ธารินี มหายศนันท์, 2548)

3.4.5 การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่ง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มเลือกถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงที่ผลิตได้ในรุ่นเดียวกัน เพื่อนำมาตรวจสอบ รูปทรง ขนาด และสี โดยการตรวจพินิจ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547 ; ก)

3.4.6 การทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่ง

การทดสอบการบีบและการตกกระแทกเป็นการทดสอบเพื่อดูความสามารถของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงในการคงรูปเป็นแท่งและความแกร่งของถ่าน โดยมีรายละเอียดวิธีการทดสอบ (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560) ดังนี้

1) การทดสอบการบีบ ทำได้โดยการใช้มือบีบก้อนถ่านอัดแท่ง เพื่อดูว่าก้อนถ่านที่ทดสอบเกิดการแตกหักขึ้นหรือยังคงรูปเดิม

2) การตกกระแทก ทำได้โดยการปล่อยถ่านอัดแท่งที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เพื่อดูว่าก้อนถ่านอัดแท่งที่ปล่อยลงมามีการแตกหักหรือคงรูปเดิมของก้อนถ่าน

จากนั้นเลือกถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสม (ยังคงรูปเดิมไม่แตกหัก) เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงและประสิทธิภาพการใช้งานต่อไป

3.4.7 การทดสอบสมบัติถ่านอัดแท่ง

การทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง โดยการนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่ว มาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วนำไปทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่ง ประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ต่างๆ

1) หาปริมาณความชื้น (moisture) ASTM D3173

1.1) วิธีการทดสอบปริมาณความชื้น

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

- ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก (W_1)

- นำไปอบในเตาที่อุณหภูมิ 105 เซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccators) 20 นาที จึงนำไปช่งน้ำหนัก (W_2)

1.2) สูตรการคำนวณปริมาณความชื้น

$$M = (W_1 - W_2) / W \times 100$$

เมื่อ M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_1 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

2) หาปริมาณสารระเหย (volatile matter) ASTM D3175

2.1) วิธีการทดสอบปริมาณสารระเหย

- เผา crucible พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียสประมาณ 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (desiccators) 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W_5)

- ชั่งตัวอย่างประมาณ 1กรัม ใส่ลงใน crucible แล้วปิดฝา

- นำใส่ลงในเตาเผา 7-10 นาที แล้วปล่อยไว้ในเตา 7 นาที

- นำออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccators) 30 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก (W_6)

2.2) สูตรการคำนวณปริมาณสารระเหย

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

เมื่อ V = ร้อยละของปริมาณสารระเหย

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_5 = น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝาและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W_6 = น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝาและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3) หาปริมาณเถ้า (ash) ASTM D3174

3.1) วิธีการทดสอบปริมาณเถ้า

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

- ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก (W_3)

- นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (desiccators) 20 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W_4)

3.2) สูตรการคำนวณปริมาณเถ้า

$M = (W_3 - W_4) / W \times 100$

เมื่อ M = ร้อยละของปริมาณเถ้า

W_3 = น้ำหนักถ้วยและเถ้าของตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W_4 = น้ำหนักถ้วย (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

4) การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ASTM D 3172

สูตรการคำนวณปริมาณคาร์บอนคงตัว

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

5) การหาค่าความร้อน (heating value) ASTM D 5865

โดยมีขั้นตอนการทดสอบเหมือนกับขั้นตอนที่ 3.4.2

3.4.8 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่ง

การทดสอบการนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงไปใช้งานจริง จะทดสอบโดยการนำไปต้มน้ำเพื่อจะสังเกต ระยะเวลาที่น้ำเดือด การเผาไหม้ทางกายภาพ เช่น กลิ่น ควัน เขม่า การแตกประทุ เป็นต้น และเพื่อที่จะเปรียบเทียบคุณสมบัตินี้กับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป โดยขั้นตอนในการทดสอบมี 9 ขั้นตอน (คมกริช ภูเมืองปาน, 2554) ดังนี้

1) จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สำหรับการทดสอบ ได้แก่ เตาถ่าน หม้อต้มน้ำ แท่งเชื้อเพลิงที่จะใช้ทดสอบ และเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ

2) เตรียมน้ำที่ใช้ทำการทดสอบ โดยจะใช้น้ำ 1,500 กรัม

3) เตรียมแท่งเชื้อเพลิงที่จะใช้สำหรับทำการทดสอบโดยควบคุมน้ำหนักของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบอยู่ที่ 500 กรัม

4) เริ่มทำการก่อไฟโดยใช้เชื้อเพลิงที่ชั่งน้ำหนักมาก่อน และใช้ไม้เป็นตัวช่วยจุดไฟ

5) ตั้งหม้อที่บรรจุน้ำแล้ว ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ

6) ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น และบันทึกเวลาที่อุณหภูมิของน้ำสูงสุด

7) ในระหว่างที่ทำการทดสอบอยู่นี้ให้สังเกตดูลักษณะการไหม้ กลิ่น ควัน เขม่า และการติดไฟที่เกิดขึ้นจากแท่งเชื้อเพลิงที่ทำการทดสอบ

8) บันทึกผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบ

9) ทำการทดสอบในอัตราส่วนที่เหลือ โดยควบคุมน้ำหนักของแท่งเชื้อเพลิงและควบคุมปริมาณของน้ำที่ใช้ในการทดสอบให้เท่ากันทั้งหมดทุกอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ

คำนวณหางานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่ง (จิระพงษ์ คูหากาญน์, 2543)

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

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

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

เมื่อ

- Hu = ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)
- M = น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)
- M_1 = น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)
- M_f = น้ำหนักเชื้อพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง)
- M_k = น้ำหนักเชื้อไฟ (เศษไม้ กิ่งไม้แห้ง)
- C_p = ความร้อนจำเพราะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี่/กรัม
- T_1 = อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)
- T_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)
- L = ความร้อนแฝงของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรี่/กรัม
- H_1 = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง)
- H_2 = ค่าความร้อนของเชื้อไฟซึ่งมีค่า 4280 แคลอรี่/กรัม

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จากการศึกษาในครั้งนี้จะเลือกใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ในการนำเสนอผลการศึกษาสมบัติและประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่ง

3.5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การศึกษาต้นทุนผลิตเบื้องต้นของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ซึ่งวิเคราะห์การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและค่าดำเนินการ มาใช้ในการสรุปผลการศึกษาและเปรียบเทียบราคากับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ที่ขายตามท้องตลาด

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง โดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ที่อัตราส่วนระหว่างผงถ่านเปลือกถั่วลิสงต่อกาวแป้งเปียก 5 อัตราส่วน คือ 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง จากนั้นนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงมาทดสอบลักษณะทั่วไป การบีบและการตกกระแทก การทดสอบด้านเชื้อเพลิง การหาค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งและเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่งไม้และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) และการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

4.1 การผลิตถ่านเปลือกถั่วลิสง

การศึกษาการผลิตถ่านเปลือกถั่วลิสงจากเตาเผาถ่านขนาดความจุ 200 ลิตร โดยใช้ระยะเวลาในการเผาเฉลี่ย 4 ชั่วโมง 30 นาที จำนวน 3 ครั้ง พบว่า มวลเปลือกถั่วลิสง 5.07 กิโลกรัม เมื่อนำมาเผาเป็นถ่านได้มวลถ่านเปลือกถั่วลิสง 2.47 กิโลกรัม หลังจากนั้นนำถ่านเปลือกถั่วลิสงมาบดและร่อนผ่านตะแกรง 1 มิลลิเมตร จะได้ผงถ่านเปลือกถั่วลิสง 2.06 กิโลกรัม ซึ่งในกระบวนการผลิตถ่านเปลือกถั่วลิสงได้ผลผลิตค่อนข้างสูง (40.69 เปอร์เซ็นต์) รายละเอียดแสดงใน**ตารางที่ 4.1-1** เนื่องจากเปลือกถั่วลิสงที่นำมาผลิตเป็นถ่านมีปริมาณความชื้นต่ำ และการเผาถ่านด้วยเตาเผาขนาด 200 ลิตรนั้น เป็นการอบเปลือกถั่วลิสงให้กลายเป็นถ่าน ซึ่งแตกต่างกับการเผาถ่านด้วยเตาเผาแบบชาวบ้านที่เป็นการเผาไหม้ให้กลายเป็นถ่านโดยตรง

ตารางที่ 4.1-1 ผลการผลิตถ่านจากเปลือกถั่วลิสง

ปริมาณ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	SD
มวลเปลือกถั่วลิสง (กิโลกรัม)	5.2	5.0	5.0	5.07	0.09
มวลถ่านเปลือกถั่วลิสง (กิโลกรัม)	2.5	2.4	2.5	2.47	0.05
มวลถ่านเปลือกถั่วลิสงที่ร่อนผ่านตะแกรง 1 มิลลิเมตร (กิโลกรัม)	1.98	2.15	2.05	2.06	0.07
ผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)	38.08	43.00	41.00	40.69	2.02

4.2 การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบ

จากการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบ โดยทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D5865 พบว่า ผงถ่านเปลือกถั่วลิสง มีค่าความร้อนสูงกว่าแป้งมันสำปะหลังประมาณ 38.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนกับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตถ่านอัดแท่งจากงานวิจัยอื่น พบว่า ผงถ่านเปลือกลิสงมีค่าความร้อนสูงกว่า ผงถ่านเหง้า มันสำปะหลัง ผงถ่านเปลือกทุเรียน และผงถ่านเปลือกมังคุด แต่มีค่าความร้อนต่ำกว่าผงถ่านรากยางพารา รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 4.2-1**

ตารางที่ 4.2-1 การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบ

รายละเอียดสมบัติ	แป้งมันสำปะหลัง	ผงถ่านเปลือกถั่วลิสง	ผงถ่านเหง้ามันสำปะหลัง	ผงถ่านเปลือกทุเรียน	ผงถ่านเปลือกมังคุด	ผงถ่านรากยางพารา
ค่าความร้อน (แคลอรี่/กรัม)	3,600	5,842	4,307	4,100	4,106	7,218
อ้างอิง	-	-	รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล (2553)	ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ (2556)	เอกลักษณ์ กิติภัทร์ถาวร (2556)	จิระพงษ์ คูหากาญจน์ (2555)

หมายเหตุ: ค่าความร้อนของแป้งมันสำปะหลังและผงถ่านเปลือกถั่วลิสง เป็นค่าที่ได้จากการศึกษางานวิจัยนี้

4.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

4.3.1 การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

จากการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง โดยใช้อัตราส่วนผงถ่านเปลือกถั่วลิสงต่อตัวประสาน 5 อัตราส่วน คือ 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 นำมาขึ้นรูปโดยวิธีการอัดเย็น (ใช้แรงคน) ถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้จะมีรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4.5 เซนติเมตร สูงประมาณ 8 เซนติเมตร และมีรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.6 เซนติเมตร ผลการศึกษา พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงสามารถขึ้นรูปได้ทุกอัตราส่วน โดยได้จำนวนถ่านอัดแท่ง 16-24 ก้อน น้ำหนักก่อนตากแดดเฉลี่ย 84.48-144.55 กรัม และเมื่อนำไปตากแดดเพื่อไล่ความชื้นเป็นเวลา 1 สัปดาห์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 58.21-75.22 กรัม รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 4.3-1**

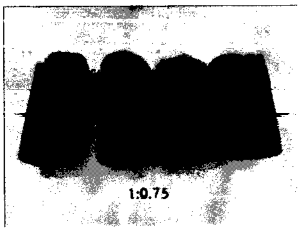
ตารางที่ 4.3-1 ผลการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

ผงถ่านเปลือกถั่วลิสง : ตัวประสาน (กิโลกรัม/ลิตร)	จำนวนก้อนถ่านอัดแท่ง (ก้อน)	น้ำหนักก่อนตาก (กรัม)	น้ำหนักหลังตาก (กรัม)
1:0.5	16	84.48	58.21
1:0.75	18	86.17	58.72
1:1	20	111.73	62.04
1:1.5	22	121.74	74.13
1:2	24	144.55	75.22

4.3.2 การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

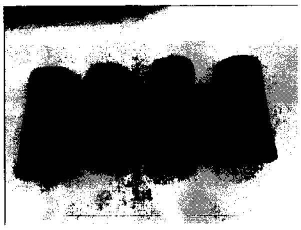
จากการนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงทั้ง 5 อัตราส่วน (อัตราส่วนผงถ่านเปลือกถั่วลิสงต่อตัวประสาน อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2) มาทดสอบลักษณะทั่วไปได้แก่ รูปทรง ขนาด และสี โดยการตรวจสอบด้วยสายตา พบว่า ลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1 และ 1:1.5 มีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน และมีสีดำสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช 238/2547) ที่กำหนดไว้ว่า ลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน และสีดำสม่ำเสมอ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ส่วนลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:2 มีสีดำสม่ำเสมอ แต่มีขนาดและรูปทรงแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1 และ 1:1.5 มาทดสอบการบีบและการตกกระแทก รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.3-2**

(ก) ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง อัตราส่วน 1:1.0.5

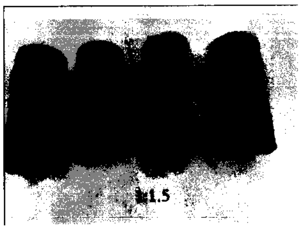


(ข) ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง อัตราส่วน 1:0.75

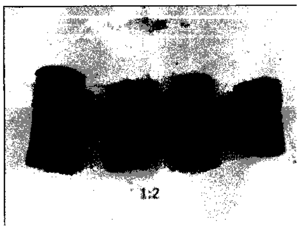
ภาพที่ 4.3-2 การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง



(ค) ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง อัตราส่วน 1:1



(ง) ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง อัตราส่วน 1:1.5



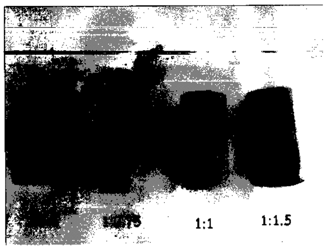
(จ) ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง อัตราส่วน 1:2

ภาพที่ 4.3-2 การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง (ต่อ)

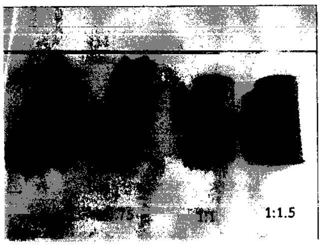
4.3.3 การทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

จากการนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง อัตราส่วน 1:0.5, 1:0.75, 1:1 และ 1:1.5 มาทดสอบการบีบและการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 และ 100 เซนติเมตร ผลการศึกษา พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 ที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบการบีบและการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เนื่องจากไม่เกิดการแตกหัก และยังคงรูปเดิม ส่วนที่ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:05 และ 1:0.75 เกิดการแตกหักจากการทดสอบรายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.3-3** และ**ตารางที่ 4.3-3** ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงเลือกถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 ไปทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง

(ก) ผลการทดสอบการบีบถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง



(ข) ผลการทดสอบการตกกระแทก ที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร



(ค) ผลการทดสอบการตกกระแทก ที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ภาพที่ 4.3-3 ผลการทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง (ต่อ)

ตารางที่ 4.3-3 การทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

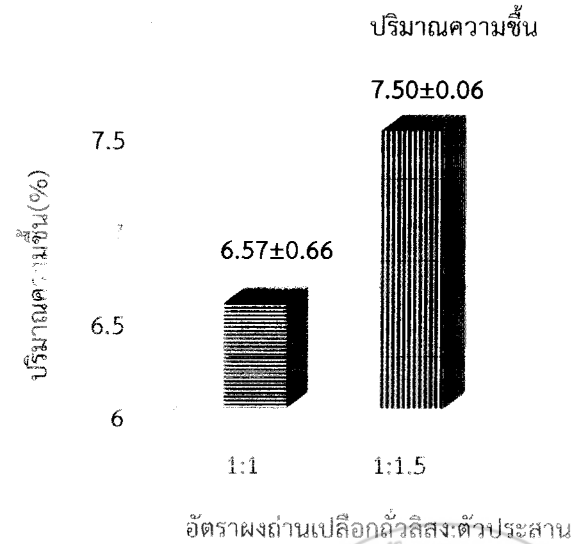
ผงถ่านเปลือกถั่วลิสงต่อตัวประสาน	**การใช้มือบีบ**	**การตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร**	**การตกกระแทกที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร**
1:0.5	✘	✘	✘
1:0.75	✘	✘	✘
1:1	✓	✓	✓
1:1.5	✓	✓	✓

4.4 การทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

จากการนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงทั้ง 2 อัตราส่วน (1:1 และ 1:1.5) นำมาทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM ได้แก่ ปริมาณความชื้น ประมาณสารระเหย ประมาณเถ้า ปริมาณคาร์บอน และค่าความร้อน ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.4.1 ปริมาณความชื้น

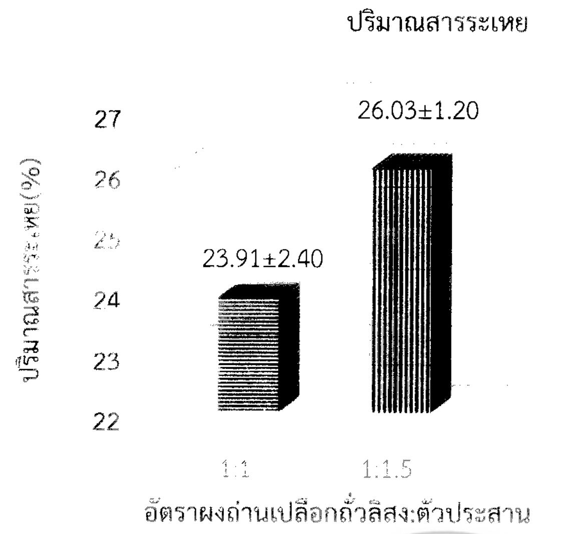
ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 มีค่าเท่ากับ 6.57±0.66 เปอร์เซ็นต์ และ 7.50±0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-1** และ**ภาคผนวก ค** โดยปริมาณความชื้นแสดงถึงปริมาณของน้ำที่คงเหลือในแท่งเชื้อเพลิง หลังจากการผึ่งแดด ดังนั้นเชื้อเพลิงที่ดีจึงควรมีปริมาณความชื้นต่ำ เพื่อให้ความร้อนไม่สูญเสียไปกับการระเหยของน้ำในแท่งเชื้อเพลิงระหว่างการเผาไหม้ (ธนาพล ตันติสัตยกุล และคณะ, 2558) ซึ่งความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลง และทำให้เชื้อเพลิงแตกร่วนได้ง่าย (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)



ภาพที่ 4.4-1 ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

4.4.2 ปริมาณสารระเหย

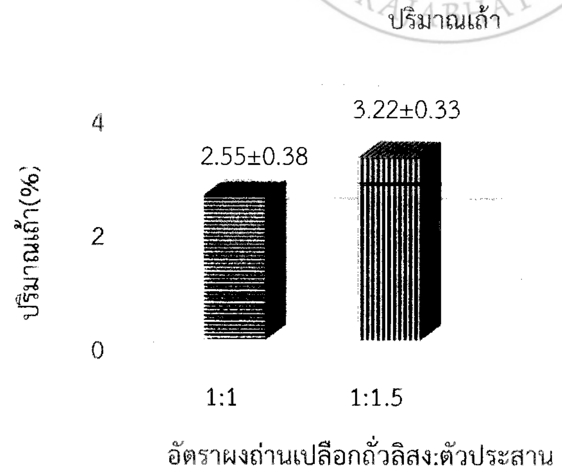
ปริมาณสารระเหยเป็นส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังจากที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) ในการศึกษา พบว่า ปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.91±2.40 เปอร์เซ็นต์ และ 26.03±1.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-2** และ**ภาคผนวก ค** ปริมาณสารระเหยจะมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน และการลุกติดไฟของถ่าน ถ้าถ่านมีปริมาณสารระเหยมากจะลุกติดไฟได้เร็ว แต่จะติดไฟไม่นานถ่านจะมอดเร็ว ทำให้สิ้นเปลืองถ่าน (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)



ภาพที่ 4.4-2 ปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

4.4.3 ปริมาณเถ้า

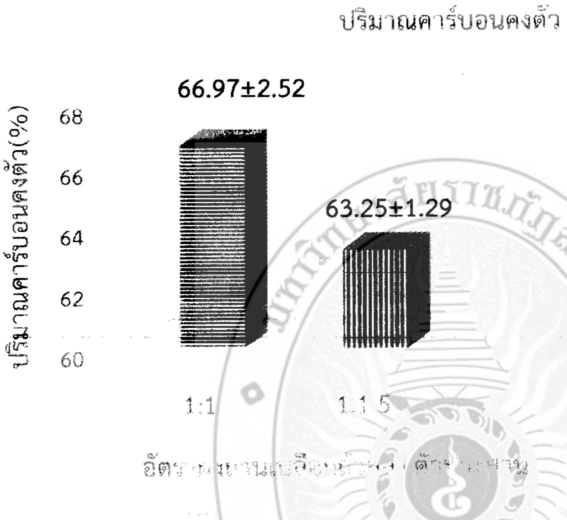
ปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 มีค่าเท่ากับ 2.55±0.38 เปอร์เซ็นต์ และ 3.22±0.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P>0.05) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-3** และ**ภาคผนวก ค** ซึ่งถ่านที่มีปริมาณเถ้ามากจะมีค่าความร้อนต่ำ ทำให้ความสามารถในการเป็นเชื้อเพลิงต่ำ และต้องมีการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้นด้วย (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)



ภาพที่ 4.4-3 ปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

4.4.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว

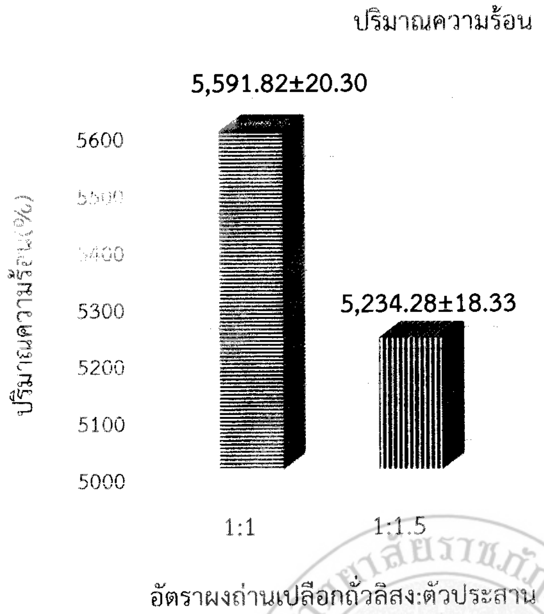
ปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 มีค่าเท่ากับ 66.97±2.52 เปอร์เซ็นต์ และ 63.25±1.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P>0.05) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-4** และ**ภาคผนวก ค** ซึ่งปริมาณคาร์บอนคงตัวแสดงถึงปริมาณสารประกอบคาร์บอนในเชื้อเพลิง ซึ่งเชื้อเพลิงที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจะติดไฟได้นาน (ธนาพล ตันติสัตยกุล และคณะ, 2558)



ภาพที่ 4.4-4 ปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

4.4.5 ค่าความร้อน

ค่าความร้อนของก้อนถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 มีค่าเท่ากับ 5,591.82±20.30 แคลอรี่ต่อกรัม และ 5,234.28±18.33 แคลอรี่ต่อกรัม ตามลำดับ โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P<0.05) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.4-5** และ**ภาคผนวก จ** ค่าความร้อนแสดงถึงพลังงานในแท่งเชื้อเพลิง ดังนั้นเชื้อเพลิงที่ดี ควรมีค่าความร้อนที่สูง (ธนาพล ตันติสัตยกุล และคณะ, 2558)



ภาพที่ 4.4-5 ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

จากการทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงทั้ง 2 อัตราส่วน (1:1 และ 1:1.5) จะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนคงตัว และค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงลดลง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบสมบัติด้านเชื้อเพลิงทั้ง 2 อัตราส่วน (1:1 และ 1:1.5) พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงที่อัตราส่วน 1:1 มีสมบัติด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด เนื่องจากมีปริมาณสารระเหย และปริมาณเถ้าที่น้อย มีปริมาณคาร์บอนคงตัว และค่าความร้อนสูง และเมื่อนำผลการทดสอบสมบัติมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) และค่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่ทั่วโลกยอมรับ (บริษัท รวยธนวัฒน์ จำกัด, 2547) พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือก ถั่วลิสงผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) ซึ่งกำหนดค่าความชื้นไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อนไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรี่/กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547:ก) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ทั่วโลกยอมรับ พบว่า ปริมาณสารระเหย (23.91 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณเถ้า (2.55 เปอร์เซ็นต์) ที่ผ่านมาตรฐานที่ทั่วโลกยอมรับ ซึ่งกำหนดปริมาณสารระเหยไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเถ้าไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณความชื้น ปริมาณคาร์บอนคงตัว และค่าความร้อนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ทั่วโลกยอมรับ รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 4.4-1**

ตารางที่ 4.4-1 การเปรียบเทียบสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงกับค่ามาตรฐาน

สมบัติ	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง อัตราส่วน 1 : 1	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง อัตราส่วน 1 : 1.5	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547)[1]	ค่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่ทั่วโลกยอมรับ[2]
ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	6.57	7.50	ไม่เกิน 8%	ไม่เกิน 3%
ปริมาณสารระเหย (เปอร์เซ็นต์)	23.91	26.03	-	ไม่เกิน 25%
ปริมาณเถ้า (เปอร์เซ็นต์)	2.55	3.22	-	ไม่เกิน 3%
ปริมาณคาร์บอนคงตัว (เปอร์เซ็นต์)	66.97	63.25	-	ไม่ต่ำกว่า 70%
ปริมาณความร้อน (แคลอรี่/กรัม)	5,591.82	5,234.28	ไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรี่/กรัม	ไม่น้อยกว่า 6,700 แคลอรี่/กรัม

ที่มา: 1 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547

2 บริษัท รวย ธนาวัฒน์ จำกัด, 2547

เมื่อนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงมาเปรียบเทียบสมบัติด้านเชื้อเพลิงกับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) พบว่า ปริมาณความชื้น ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงมีค่ามากกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) แต่น้อยกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ในขณะที่ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้ามีค่าน้อยกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ส่วนปริมาณคาร์บอนมีค่ามากกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.4-2**

ตารางที่ 4.4-2 การเปรียบเทียบสมบัติด้านเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

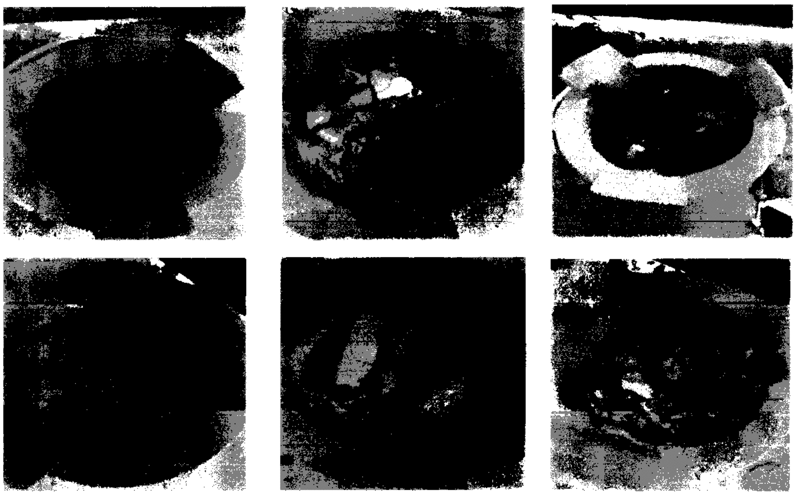
วัสดุ	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณสารระเหย (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณเถ้า (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณคาร์บอนคงตัว (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความร้อน (แคลอรี่/กรัม)
ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	6.57	23.91	2.55	66.97	5,591.82
ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)	6.46	35.39	4.04	53.56	5,207
ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	12.90	31.69	5.49	49.98	6,419

4.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงกับถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) โดยการนำมาจุดไฟและตรวจสอบด้วยสายตา พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) มีการติดไฟที่ดี ไม่เกิดสะเก็ดไฟ ไม่มีควัน และไม่มีกลิ่น ในขณะที่ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) แม้จะมีการติดไฟที่ดี แต่เกิดสะเก็ดไฟ มีควันและมีกลิ่น ดังนั้นถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 และถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) มีประสิทธิภาพการใช้งานโดยการตรวจสอบด้วยสายตาดีกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) รายละเอียดดังแสดงใน**ภาพที่ 4.5-1** และ**ตารางที่ 4.5-1**

ขณะใช้งาน

หลังใช้งาน



(ก) ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 (ข) ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) (ค) ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ภาพที่ 4.5-1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงกับถ่านอัดแท่ง(ซื้อจากตลาด)และถ่านไม้(ซื้อจากตลาด)

ตารางที่ 4.5-1 ประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

การทดสอบ	**ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง 1:1**	**ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)**	**ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)**
การติดไฟ	ดี	ดี	ดี
สะเก็ดไฟ	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด
ควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	มีควัน
กลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	มีกลิ่น

เมื่อนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) มาทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน โดยนำถ่านอัดแท่ง 500 กรัม ไปใช้ต้มน้ำ 1,500 กรัม ในหม้ออะลูมิเนียมเบอร์ 20 พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 มีประสิทธิภาพการใช้งาน 19.94 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้งานสูงกว่าถ่านแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้(ซื้อจากตลาด) โดยมีประสิทธิภาพการใช้งาน 15.64 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 4.5-2** ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเปลือกถั่วสามารถนำมาผลิตถ่านอัดแท่งได้ โดยอัตราส่วนผงถ่านเปลือกถั่วลิสง

ต่อกาวแป้งเปียกที่ดีที่สุด คือ 1:1 ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้งานดีกว่าถ่านไม้ เนื่องจากไม่เกิดสะเก็ดไฟ ไม่มีควัน ไม่มีกลิ่น และมีค่าความร้อนสูง ดังนั้นถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนถ่านไม้ได้

ตารางที่ 4.5-2 ค่าประสิทธิการใช้งานถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ประสิทธิภาพในการใช้งาน	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง 1:1	ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)	ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด(นาที)	12.05	18.50	12.21
งานที่ทำได้	1.64	1.17	1.46
อัตราการเผาไหม้(กรัม/นาที)	11.83	10.18	11.85
ค่าประสิทธิภาพการใช้งาน (%)	19.94	15.64	15.33

4.6 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง สำหรับการคำนวณต้นทุนเบื้องต้น จะพิจารณาต้นทุนเฉพาะ 2 ส่วน โดยประมาณจากค่าดำเนินการ และค่าวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งจะคำนวณที่อัตราส่วนผสมผงถ่านเปลือกถั่วลิสงต่อตัวประสาน อัตราส่วน 1:1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด จากน้ำหนักถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง 1.24 กิโลกรัม มีค่ากะลามะพร้าว (ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเผาถ่าน) 10 บาท ค่าแป้งมันสำปะหลัง 6 บาท ค่าเผาถ่านและขึ้นรูปถ่าน 50 บาท รวมมีต้นทุนการผลิตเบื้องต้น 66 บาท ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.6-1** ดังนั้นเมื่อต้องการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงปริมาณ 1 กิโลกรัม จะมีต้นทุนการผลิตเบื้องต้นสุทธิ 53.23 บาท/กิโลกรัม

ตารางที่ 4.6-1 ต้นทุนเบื้องต้นการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

รายการ	ราคา/หน่วย (บาท)	หน่วย	ปริมาณที่ใช้ในการผลิต	ต้นทุนเบื้องต้น (บาท)
(1) ค่าวัตถุดิบ				
- เปลือกถั่วลิสง	-	-	-	-
- กะลามะพร้าว (ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเผาถ่าน)	2	กิโลกรัม	5	10
- แป้งมันสำปะหลัง	30	กิโลกรัม	0.2	6
รวมค่าวัตถุดิบ (1)				**16 บาท**
(2) ค่าดำเนินการ				
- ค่าเผาถ่านและขึ้นรูปถ่าน	50	-		50
รวมค่าดำเนินการ (2)	50	-		**50 บาท**
ราคาต้นทุนรวมดังนี้ (1) + (2) = 50 + 16 = **66 บาท**				

ตารางที่ 4.6-2 ราคาถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ชนิดของถ่าน	ราคา (บาท/กิโลกรัม)
ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง	53.23
ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด)	75
ถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)	45

จากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้นในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงพบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงมีราคาต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 53.23 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) และถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) ซึ่งมีราคาอยู่ที่ 75 และ 45 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงมีราคาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าถ่านอัดแท่ง (ซื้อจากตลาด) 21.77 บาท แต่มีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) 8.23 บาท ถ้าหากต้องซื้อเปลือกถั่วลิสงจะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น แต่หากมีการผลิตเป็นจำนวนมากอาจจะทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงได้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง จากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยนำไป ผ่านกระบวนการเผาเป็นถ่านได้ผลผลิตถ่านเปลือกถั่วลิสงร้อยละ 40.69 โดยมวล และเมื่อนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งโดยผสมตัวประสาน (แป้งมันสำปะหลัง 200 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) มีทั้งหมด 5 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วน 1:05, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 ขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดเย็น ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงสามารถขึ้นรูปได้ทุกอัตราส่วน เมื่อพิจารณาลักษณะทั่วไปและทดสอบการบีบและการตกกระแทกซึ่งถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 มีลักษณะทั่วไปดีที่สุดและไม่แตกหักจากการทดสอบการบีบและการตกกระแทก จึงนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ทั้ง 2 อัตราส่วน (อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5) มาทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว และค่าความร้อน ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 มีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด ซึ่งมีปริมาณความชื้น 6.57 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย 23.91 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 2.55 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนคงตัว 66.97 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 5,591.82 แคลอรี่ต่อกรัม ซึ่งถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) และมีสมบัติด้านเชื้อเพลิงอยู่ในระดับใกล้เคียงกับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 กับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ที่ซื้อจากตลาด พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงอัตราส่วน 1:1 มีประสิทธิภาพการใช้งานร้อยละ 19.94 มีการติดไฟที่ดี ไม่เกิดสะเก็ดไฟ ไม่มีควัน และไม่มีกลิ่น ซึ่งประสิทธิภาพการใช้งานโดยรวมดีกว่าถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด) และมีระยะเวลาการต้มน้ำเดือดต่ำสุด 12.05 นาที เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเบื้องต้นในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง (53.23 บาท/กิโลกรัม) กับถ่านอัดแท่ง (75 บาท/กิโลกรัม) และถ่านไม้ (45 บาท/กิโลกรัม) พบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงมีต้นทุนที่ถูกกว่าถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ (ซื้อจากตลาด)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เปลือกถั่วลิสงมีความเป็นไปที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งสามารถนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง โดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน เพื่อลดปัญหาขยะเหลือทิ้งและเป็นทางเลือกด้านเชื้อเพลิงให้กับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ใช้เป็นทางเลือกทดแทนก๊าซหุงต้มในกระบวนการแปรรูปถั่วลิสงได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษามลภาวะทางสิ่งแวดล้อมที่ออกมาจากถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

5.2.2 ควรมีการผลิตถ่านอัดแท่งในรูปทรงอื่น เช่น วงกลม สามเหลี่ยมด้านเท่า ห้าเหลี่ยมด้านเท่า เพื่อศึกษาว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานหรือไม่

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กัญญา เม้ามีทรัพย์. 2544. การผลิตถ่านเชื้อเพลิงจากชีวมวลและกระบวนการ Pyrolysis. **วารสารประสิทธิภาพพลังงาน** ; 11(52): 42-48.

เกรียงไกร วงศาโรจน์, ธนิต สวัสดิ์เสวี, ประทินทอง และประธาน วงศ์ศิริเวช. 2554. **"การผลิตแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากสบู่ดำ".** วิศวกรรมสาร มข. 38(1):65-72.

คมกริช ภูเมืองปาน, ทพกฤต ปัญญาวงค์ และนิกร สลิอ่อน. 2554. **การศึกษาคุณสมบัติของถ่านจากกากกาแฟ.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกวิศวกรรมอุตสาหกรรม. ราชมงคลล้านนา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

จิระ รัตนะ และศิริพร จิวรพันธ์. 2536. **การใช้ถ่านแกลบอัดแท่งในการอบแห้งอาหาร**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิระพงษ์ คูหากาญจน์. 2543. **ศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านกะลามะพร้าว.** กรุงเทพฯ : สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

จุฑามาศ ร่มแก้ว. 2542. **ถั่วลิสง**, น. 87-90. ใน พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เดชา ศิริภัทร. 2556. **"ถั่วลิง คุณค่าและรสชาติจากใต้ดิน.** (Online). www.doctor.or.th, วันที่ 26 ตุลาคม 2556.

ธนาพล ตันติสัตยกุล, กะชามาศ สายดำ, สุจิตรา ภูส่งสี และศิวพร เงินเรือนโรจน์. 2558:ข. **การศึกษาความเหมาะสมการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 23 ฉบับที่ 5 (ฉบับพิเศษ) 2558.

ธนาพล ตันติสัตยกุล, สุริฉาย พงษ์เกษม, ปรีย์ปวีณ ภูหญ้า และภานุวัฒน์ ได้บ้านกวย. 2558:ก. **"พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว".** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2558.

ธเนศ ชัยชนะ. 2559. **เตาเผาถ่าน 200 ลิตร**. (Online). http://www.engineer.mju.ac.th/wtms_webpageDetail.aspx?wID=1260, วันที่ 14 มิถุนายน 2559.

ธารินี มหายศนันท์. 2548. **การศึกษาการอัดแท่งถ่านเหง้ามันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอัดถ่านแบบแม่แรงไฮโดรลิก.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ธารินี มหายศนันท์. 2548. **การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งสาหรับการผลิตในระดับครัวเรือน**. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นริศ ชุดสว่าง. 2556. **การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

บริษัท รวย ธนวัฒน์ จำกัด. 2547. **ค่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งที่ทั่วโลกยอมรับ**. (Online). www.charcoalthais.com, วันที่ 15 มกราคม 2560.

บัญจรัตน์ โจลานันท์, อาทิตย์ พุทธรักชาติ และจันสุดา คำตุ้ย. 2554. **พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์.** วารสารวิจัย มข.16(1): มกราคม 2554.

ประลอง ดำรงค์ไทย. **การศึกษาทดลองเปรียบเทียบวิธีการผลิตและคุณภาพของถ่านตามวิธีการเผาแบบท้องถิ่นกับวิธีการกรมป่าไม้.** กรุงเทพฯ : สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ. 2556. **เชื้อเพลิงอัดแท่งจากการผลิตร่วมของตะกอนเปียกอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล.** สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ

รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล. 2553. **การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะละมะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลัง.”** ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรยุทธ ศิริชุมพันธ์. 2558. **วิจัยและพัฒนาถั่วลิสง**. (Online). http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2248, 15 เมษายน 2558

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2560. **ประโยชน์จากเปลือกถั่วลิสง (เทคโนโลยีชนบท).** ไทยเกษตรศาสตร์. แหล่งที่มา: www.thaikasetsart.com, วันที่ 26 ตุลาคม 2556

สมจินตนา ทุมแสน. 2555. **ผลงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ถั่วสิสงและการเลือกผลิตให้เหมาะสมเฉพาะพื้นที่.** เอกสารวิชาการประกอบการประชุม โครงการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตถั่วลิสงเฉพาะพื้นที่ ปี 2556. วันที่ 22-23 พฤศจิกายน 2555 ณ ห้องประชุมอาคารฝึกอบรม สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 9 หน้า.

สังเวย เสวกวิหาร, วันดี มาตสถิต และนิภาพร ปัญญา. 2553. **"พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหินพานต์."** "การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคล ครั้งที่ 3 " วันที่ 24-26 พฤศจิกายน 2553 ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพ.

สังเวย เสวกวิหาร. 2555. **ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด.** การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3 วันที่ 23-26 ตุลาคม 2555 ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพ.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2556. **ถั่วลิสง**. (Online). www.thaihealth.or.th, วันที่ 26 ตุลาคม 2556.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547:ก. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง**. (Online). http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps238_47.pdf, วันที่ 7 มีนาคม 2560.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547:ข. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม**. (Online) http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps657_47.pdf, วันที่ 7 มีนาคม 2560.

สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์. 2560. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด.** ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

อิสระ พุทธสิมมา และปราณี วรเนตรสุดาทิพย์. 2552. **การควบคุมเพลี้ยไฟด้วยสารฆ่าแมลงเพื่อควบคุมการระบาดของโรคยอดไหม้ถั่วลิสง.** หน้า 458-462. ใน : รายงานผลงานวิจัยปี 2556 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

อรุณรัตน์ วุฒิมงคลชัย. 2529. **ตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพของถ่านหินอัดก้อน.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เคมีเทคนิค). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกลักษณ์ กิติภัทร์ถาวร. 2556. **เชื้อเพลิงอัดแท่งจากตะกอนเปียกอุตสาหกรรมผลิตเอธานอลและชีวมวล.** สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก ก

แบบเสนอโครงร่างวิจัย

แบบเสนอโครงร่างวิจัย
โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

1. **ชื่อโครงการวิจัย**

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

The Feasibility Study of Production of Charcoal Briquettes from Groundnut shell

2. **สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

3. **ชื่อผู้วิจัย** 3.1 นางสาวชีวาพร บุญเพ็ชร์ รหัสนักศึกษา 564231011

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3.2 นายธนชาติ พูนเมือง รหัสนักศึกษา 564231017

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3.3 นางสาวปนัดดา แก้วมณี รหัสนักศึกษา 564231028

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. **คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์นัดดา โปดำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

จากการสำรวจข้อมูลในพื้นที่ หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า มีชาวบ้านกลุ่มหนึ่งซึ่งประกอบอาชีพปลูกถั่วลิสง ได้รวมตัวกันจัดตั้งกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง เช่น ขนมถั่วแผ่น ขนมถั่วกรอบแก้วโรยงา ขนมถั่วตัด และถั่วคั่วเกลือ เป็นต้น โดยกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสงที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทำให้มีวัสดุเหลือทิ้ง จากกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์นั้นก็คือ เปลือกถั่วลิสง โดยมีปริมาณเปลือกถั่วลิสงที่เหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเฉลี่ยวันละ 4 กิโลกรัม หรือมีปริมาณเปลือกถั่วลิสงต่อปีเฉลี่ยมากกว่า 1 ตัน ซึ่งเปลือกถั่วลิสงดังกล่าวจะถูกนำมารวมกองไว้แล้วเผาทำลายในที่แจ้ง ทำให้เกิดควัน เขม่า ฝุ่นละออง ส่งผลเสียต่อสุขภาพร่างกายเป็นการทำลายชั้นบรรยากาศ และเป็นการทำลายทัศนียภาพอีกด้วย

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยศึกษาคุณสมบัติของเปลือกถั่วลิสง ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์โดยจากการศึกษา พบว่า เปลือกถั่วลิสงสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ โดยการนำไปอัดแน่นเป็นเชื้อเพลิงแข็ง เปลือกถั่วลิสงแห้งอัดแท่งให้ความร้อนสูงถึง 60% ของถ่านโค๊กที่มีคุณภาพดี และยังมีขี้เถ้าเหลือน้อยมากคือเหลือเพียงประมาณ 2-3% เท่านั้น (ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย) นอกจากนี้ยังมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอีกหลายชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ เช่น เปลือกมังคุด เมื่อนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า สามารถให้ปริมาณความชื้น 9.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย 26.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนคงตัว 61.7 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 5,920 แคลอรี่ต่อกรัม (สังเวย เสวกวิหารี, 2555) กิ่งสบู่ดำ โดยนำมาผสมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ เช่น แกลบ ชานอ้อน มันสำปะหลัง แล้วนำไปผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า สามารถให้ค่าความร้อนประมาณ 1,599 แคลอรี่ต่อกรัม (เกรียงไกร วงศาโรจน์, 2554) และทางมะพร้าว เมื่อนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า สามารถให้ปริมาณความชื้น 7.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย 76.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 5.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนคงตัว 10.7 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 4,141 แคลอรี่ต่อกรัม (ธนาพล ตันติสัตยกุล, 2558) จะเห็นได้ว่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง และสามารถให้สมบัติด้านเชื้อเพลิงที่ดีได้ ซึ่งการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง สามารถช่วยลดการใช้ถ่านไม้ และช่วยแก้ปัญหาการกำจัดของเสียได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำเปลือกถั่วลิสงซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มาศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต ถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง เพื่อลดปัญหาขยะเหลือทิ้งและยังเป็นทางเลือกด้านเชื้อเพลิงให้กับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเปลือกถั่วลิสง ใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในกระบวนการแปรรูปถั่วลิสงได้

6. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิวสง

7. สมมติฐาน

เปลือกถั่วลิสงสามารถนำมาผลิตถ่านอัดแท่งได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547)

8. ตัวแปร

ตัวแปรต้น	อัตราส่วนระหว่างผงถ่านเปลือกถั่วลิสงกับตัวประสาน
ตัวแปรตาม	ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว ค่าความร้อน และประสิทธิภาพในการใช้งาน
ตัวแปรควบคุม	วิธีการอัดแท่ง ขนาด และรูปร่างของถ่านอัดแท่ง

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการนำสิ่งเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์
2. เพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร
3. ลดปัญหามลภาวะจากขยะเหลือทิ้ง และลดการตัดไม้ทำลายป่า

10. ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง โดยมีรายละเอียดขอบเขตการวิจัยดังนี้

10.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ คือ เปลือกลิสงสด

10.2 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

1) พื้นที่เก็บตัวอย่าง เปลือกถั่วลิสงได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2) สถานที่เผาถ่านและผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ณ ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน หมู่ที่ 5 ตำบลท่าข้าม อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

3) สถานที่ทดสอบสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ณ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

11. นิยามศัพท์เฉพาะ

ถ่านอัดแท่ง หมายถึง การนำเอาวัตถุดิบธรรมชาติมาเผาจนเป็นถ่านและบดจนเป็นผงแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ (สังเวย เสวกวิหาร, 2553)

ตัวประสาน (กาวแป้งเปียก) หมายถึง ของเหลวที่ได้จากการนำแป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร แล้วนำไปให้ความร้อนคนจนเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะเนื้อขาวใสละเอียดและหนืด (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

เปลือกถั่วลิสง หมายถึง ส่วนที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดถั่วลิสงเอาไว้ ลักษณะเปราะ มีสีขาวนวลหรือสีน้ำตาลอ่อนๆ

การอัดเย็น หมายถึง การนำวัสดุที่เผาเป็นถ่านแล้วมาบดให้ละเอียด แล้วนำมาผสมกับตัวประสาน ในอัตราส่วนที่ต้องการ แล้วนำมาอัดเป็นแท่ง (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

12. ตรวจสอบเอกสาร

12.1 ข้อมูลทั่วไปของถั่วลิสง

ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถปลูกได้ตลอดปี ส่วนใหญ่ปลูกกระจัดกระจายในพื้นที่ต่างๆกัน ปลูกได้ทุกภาคของประเทศ แหล่งปลูกที่สำคัญ คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง เกษตรกรมักปลูกเป็นพืชหมุนเวียน ปลูกแซมและปลูกเหลื่อมกับพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ละหุ่ง ทานตะวัน เป็นต้น ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรแล้ว ยังเป็นพืชให้ความอุดมสมบูรณ์แก่ดินด้วย ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วที่ประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์มีกรดไขมันที่มีคุณภาพดีและจำเป็นต่อร่างกาย มีโปรตีนที่มีคุณภาพสูงและยังประกอบด้วยวิตามินและเกลือแร่อย่างมากมายที่ร่างกาย

ต้องการ ซึ่งสามารถจะนำถั่วลิสงมาบริโภคสดนำไปประกอบอาหารและทำขนมต่างๆนอกจากนั้น ผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง ซึ่งได้แก่ กากถั่วลิสง ยังนำมาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ และใช้ทำปุ๋ยได้อีกด้วย ปัจจุบันการผลิตถั่วลิสงภายในประเทศมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงมีการนำเข้าถั่วลิสงจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น (วรยุทธ ศิริชุมพันธ์, 2558)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Arachis hypogaea L.*

ชื่อสามัญ : Gruondnut , Peanut , Monkeynut

ชื่อวงศ์ : Leguminosae

ภาพที่ 2.1.1 ถั่วลิสง

ที่มา : วรยุทธ ศิริชุมพันธ์ (2558)

12.1.1 ถิ่นกำเนิด

พืชตระกูลถั่วที่จัดเป็น Arachis มีถิ่นกำเนิดบริเวณที่ราบระหว่างเทือกเขาแอนดีสกับแม่น้ำอเมซอนติดกับแม่น้ำ La Plata จากการค้นพบในแหล่งอารยธรรม ทราบว่ามีถั่วลิสงเป็นที่รู้จักกันมาไม่น้อยกว่า 1,000 ปี ก่อนพุทธกาล ถั่วลิสงที่กลายเป็นพืชเพาะปลูกของชนเผ่าแถบนี้พบว่านิยมปลูกกันแถบลุ่มน้ำ Parana ของอเมริกาใต้ อย่างไรก็ตามคนทั่วโลกรู้จักถั่วลิสงภายหลังจากที่นักล่าอาณานิคมชาวโปร์ตุเกสได้ออกไปเผยแพร่แถบแคริบเบียนสู่อัฟริกาทั้ง 2 ฝั่งและยุโรป จากนั้นเป็นที่นิยมของชาวมังสวิรัติ ฮินดู และพุทธ ในเอเชีย และในระยะต่อมาชาวยุโรปได้นำเข้าไปปลูกในฝั่งอเมริกาเหนือ เมื่อ 400 ปี มานี้

12.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วลิสงที่มีการปลูกในประเทศไทย พบเฉพาะพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์จีน และพันธุ์สเปนิช ซึ่งมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้ (จุฑามาศ ร่มแก้ว, 2542)

1) ราก ถั่วลิสงมีระบบรากแก้ว (tap root system) รากที่พัฒนาจากแรดิเคิล เรียกว่า รากแก้ว และมีรากแขนงแตกออกมาจากรากแก้ว นอกจากนี้ยังมีราก adventitious root แตกจากข้อของลำต้นที่เลื้อยบนผิวดิน ถั่วลิสงมีรากขนอ่อนน้อยมากและบางพันธุ์ไม่มีเลย ที่รากแก้วและรากแขนงพบปมขนาดเล็กสีน้ำตาลอยู่ทั่วไปเกิดจากแบคทีเรียไรโซเบียมเข้าไปอาศัยอยู่แบบ พึ่งพาซึ่งกันและกัน(symbiosis) กับรากของถั่วลิสง แบคทีเรียนี้สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาสะสมไว้และพืชนำมาใช้ในรูปไนเตรท

2) ลำต้น ถั่วลิสงเป็นพืชล้มลุกพวกไม้เนื้ออ่อน ลำต้นมีความสูง 15-70 เซนติเมตรการเจริญเติบโตของลำต้นแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

2.1) ลำต้นตั้งตรงถั่วลิสงพวกนี้ลำต้นมีการแตกกิ่งก้านสาขามาก กิ่งเหล่านี้จะเจริญในแนวตั้งทำให้ต้นถั่วลิสงมีลักษณะเป็นพุ่ม ฝักจะเกิดเป็นกลุ่มที่บริเวณโคนต้น

2.2) ลำต้นเลื้อยถั่วลิสงพวกนี้มีลำต้นสั้น กิ่งก้านที่แตกออกมามักเจริญในแนวนอนทอดไปตามผิวดิน ฝักเกิดกระจัดกระจายอยู่ตามกิ่งก้านที่เลื้อยไปตามผิวดิน บริเวณมุมใบเลี้ยงและมุมใบของข้อที่อยู่ถัดขึ้นไปเป็นที่เกิดของกิ่งแขนงที่มุมใบและกิ่งแขนงอาจเกิดกิ่งย่อย

3) ดอก ขึ้นกับชนิดของพันธุ์หรือประเภทของถั่วลิสง การแตกกิ่งของถั่วลิสง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1) การแตกแบบสลับ (alternate branching) ถั่วลิสงในกลุ่มนี้ไม่มีการออกดอกบนข้อของลำต้นหลักแต่จะเกิดเป็นกิ่ง (vegetative branch) ที่มีการแตกตาตามข้อ โดยแตกเป็นกิ่ง 2 ข้อ สลับกับดอก 2 ข้อและอาจมีการแตกกิ่งและให้ดอกในลักษณะนี้ต่อไปอีก ถั่วลิสงในกลุ่มนี้จัดเป็นพวกVirginia type

3.2) การแตกแบบต่อเนื่อง (sequential branching) ถั่วลิสงพวกนี้ มีการออกดอกบนข้อของลำต้นหลักด้วยข้อล่างๆ ของลำต้นหลักเกิดเป็นกิ่ง ตามข้อของกิ่งมักเกิดเป็นตาดอกยกเว้นข้อแรกๆอาจแตกเป็นกิ่งอีกซึ่งเรียกว่า secondary branch จึงทำให้ฝักของถั่วลิสงพวกนี้มักอยู่เป็นกระจุกบริเวณใกล้ๆรากแก้ว เช่น พวก Spanish type และ Valencia type

4) ใบ ของถั่วลิสงเป็นใบประกอบแบบ even-pinnate คือ ใบประกอบแต่ละใบ จะมีใบย่อย 2 คู่ ใบเกิดสลับกันบนข้อของลำต้น ใบย่อยมีลักษณะเป็นรูปไข่ ขอบใบเรียบ ก้านใบยาว 3.7 เซนติเมตร ที่โคนก้านใบมีหูใบ 2 อัน มีลักษณะแหลมและยาวประมาณ 2 เซนติเมตร

5) ผลและเมล็ด ผลหรือฝักอาจเกิดเดี่ยวๆ หรือเกิดเป็นกลุ่มตามมุมใบ เมื่อฝักแก่เปลือกฝักจะแข็งและเปราะมีลายเส้นที่เปลือก ฝักมีสีขาวนวลหรือน้ำตาลอ่อน มี 1-4 เมล็ดต่อฝักขึ้นอยู่กับพันธุ์เมล็ดถั่วลิสงมีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง มีสีม่วงแดง แดง หรือขาวนวล ขึ้นกับพันธุ์ ถัดเข้าไปเป็นใบเลี้ยงหนา 2 ใบประกบติดกัน ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารพวกไขมัน โปรตีน และสารอื่นๆ

12.1.3 การจำแนกชนิดของถั่วลิสง

ถั่วลิสงสามารถจำแนกได้ตามรูปร่างลักษณะทางพฤกษศาสตร์ โดยอาศัยตำแหน่งที่เกิดของช่อดอกเป็นเกณฑ์ แบ่งได้เป็น 3 แบบ (สมจินตนา ทุมแทน และคณะ, 2555) คือ

1) แบบเวอร์จีเนีย (Virginia type) มีลำต้นเป็นพุ่มหรือทอดเลื้อยไปตามผิวดินสีเขียวเข้ม เมล็ดและฝักมีขนาดใหญ่ เปลือกของเมล็ดมีสีน้ำตาลแดงฝักหนึ่งๆมี 2-3 เมล็ด เมล็ดมีการพักตัว (dormancy) สูง มีน้ำมันราว 38–47เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120-180 วัน เช่น พันธุ์ไทนาน 9 จะมีอายุประมาณ 110–130 วัน

2) แบบสเปนนิช (Spanish type) ลำต้นตั้งตรงมีกิ่งก้านสาขามาก ใบมีสีเขียวจาง ฝักและเมล็ดมีขนาดเล็กป้อม เปลือกของเมล็ดมีสีจางหรือขาว เมล็ดไม่มีระยะพักตัวเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง 47-50 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120–135 วัน

3) แบบวาเลนเซีย (Valencia type) มีลำต้นเป็นพุ่มกิ่งค่อนข้างโตแต่มีจำนวนน้อย ใบมีขนาดใหญ่สีเขียวเข้ม ฝักมีขนาดใหญ่เห็นลายบนฝักชัดเจน ฝักส่วนใหญ่มี 3 เมล็ด เมล็ดมีทั้ง แบบป้อมและยาวรี เปลือกเมล็ดมีสีม่วง แดง น้ำตาลแดง และน้ำตาลอ่อน มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงเช่นเดียวกับพวก สเปนนิช (Spanish) อายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าชนิดอื่นๆเมล็ดไม่มีระยะพักตัว เช่น พันธุ์ สข.38 และลำปาง

12.1.4 ท้องถิ่นที่ปลูก

ถั่วลิสงสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทยมีแหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีลักษณะดินเป็นดินปนทราย หรือดินน้ำไหลทรายมูล ไม่เหนียวจัด จังหวัดที่มีการปลูกมากได้แก่ เชียงใหม่ น่าน ลำปาง เพชรบูรณ์ พะเยา เชียงราย นครสวรรค์ กำแพงเพชร สุโขทัย อุตรดิตถ์ นครราชสีมา ศรีษะเกษ บุรีรัมย์ อุบลราชธานีกาฬสินธุ์ สุรินทร์ระยอง ปราจีนบุรี ชลบุรี และสระบุรี (สมจินตนา ทุมแทน และคณะ, 2555)

12.1.5 ลักษณะดิน

ถั่วลิสงเป็นพืชที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพของดินได้ ในขอบเขตที่กว้างขวางกว่าพืชตระกูลถั่วอื่นๆสามารถปลูกได้ตั้งแต่สภาพดินเหนียว ในที่ลุ่ม จนถึงดินทรายในที่ราบสูง แต่ลักษณะดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถั่วลิสงจริงๆควรเป็นดินร่วนซุยหรือดินปนทราย เพื่อเข็มจะสามารถแทงลงไปในดินได้สะดวก และเมื่อเก็บเกี่ยวก็สามารถดึงต้นถั่วและฝักขึ้นจากดินได้โดยง่าย มีการระบายน้ำได้ดี และหน้าดินไม่แน่นไม่แข็ง ซึ่งจะเป็นลักษณะที่ทำให้การผลิตถั่วลิสง

มีคุณภาพดีและการสูญเสียในการเก็บเกี่ยวน้อย นอกจากนี้แล้วควรมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารอย่างเพียงพอ (อิสระ พุทธสิมมา และปราณี วรเนตรสุดาทิพย์,2552)

12.1.6 ฤดูปลูก

ถั่วลิสงสามารถปลูกได้ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้งในที่ที่มีการชลประทาน ช่วงเวลาการปลูกถั่วลิสงไม่มีความสำคัญเท่ากับช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว เพราะช่วงของการเก็บเกี่ยวจะต้องมีความชื้นในดินพอสมควร จึงจะถอนฝักถั่วลิสงขึ้นจากดินได้ง่าย โดยทั่วไปฤดูปลูกที่เหมาะสม (อิสระ พุทธสิมมา และปราณี วรเนตรสุดาทิพย์, 2552) คือ

ต้นฤดูฝนทำการปลูกในระหว่างเดือนพฤษภาคม–มิถุนายน

ปลายฤดูฝนทำการปลูกในระหว่างเดือนกันยายน–ตุลาคม

ฤดูแล้งทำการปลูกในระหว่างเดือนมกราคม–กุมภาพันธุ์

12.1.7 วิธีการปลูก

การเตรียมดินดำเนินการเช่นเดียวกับพืชไร่อื่นๆ คือ ทำดินร่วนซุย โดยการขุดหรือไถให้ลึกประมาณ 4 นิ้ว ซึ่งจะทำให้ดินอุ้มน้ำและเก็บน้ำได้ดีเมล็ดงอกได้ง่าย รากสามารถหาอาหารได้ไกลและลึก ทั้งยังเป็นการป้องกันกำจัดวัชพืชไม่ให้รบกวนต้นถั่วลิสงได้ วิธีการปลูกโดยทั่วไปมักจะกะเทาะฝักก่อนแล้วนำเมล็ดมาปลูก การหยอดเมล็ดลงหลุม การหยอดควรทำเป็นแถวยาว โดยหยอดหลุมละ 1-2 เมล็ด อยู่ลึกประมาณ 3-5เซนติเมตร แล้วกลบในดินที่มีความชุ่มชื้นพอ เมล็ดจะงอกภายใน 5-7 วัน ถ้าหลุมไหนไม่งอกให้จัดการปลูกซ่อมทันที การปลูกซ่อมควรจะทำการปลูกซ่อมภายใน 7 วัน หลังปลูก เพื่อต้นถั่วลิสงจะได้เติบโตทันกันและเก็บเกี่ยวได้พร้อมกัน (อิสระ พุทธสิมมา และปราณี วรเนตรสุดาทิพย์, 2552)

12.1.8 ประโยชน์ของถั่วลิสง

1) ลำต้นและใบ นำมาใช้ทำปุ๋ยหรือใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ เช่น วัว แพะ แกะ เป็นต้น (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2556)

2) เมล็ดถั่วลิสง สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ถั่วลิสงคั่ว ถั่วลิสงทอด ถั่วลิสงต้ม ถั่วลิสงป่น ถั่วลิสงบด เนยถั่วลิสง และน้ำมันสกัดจากถั่วลิสง เป็นต้น (เดชา ศิริภัทร, 2556)

3) ประโยชน์จากเปลือกถั่วลิสง ได้มีผู้คิดค้นหาวิธีนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าจากคุณสมบัติพิเศษที่สำคัญของมันคือ สามารถดูดซับของเหลวได้ดียิ่งถูกบดให้ละเอียดเท่าไร

จะยิ่งสามารถดูดซับได้มากขึ้นเท่านั้น นอกจากนั้นยังมีความคงทนต่อสารเคมี เปลือกถั่วลิสงจึงให้ประโยชน์ได้หลายอย่าง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ดังต่อไปนี้

3.1 ใช้เพาะเห็ด จากการทดลองเพาะเห็ดด้วยเปลือกถั่วลิสง โดยเกษตรกรแห่งรัฐจอร์เจียสหรัฐอเมริกา พบว่าได้ผลดีและประหยัดกว่าวิธีเก่าที่ใช้มูลม้า แต่ก่อนนำไปใช้ควรผึ่งเปลือกถั่วไว้สักระยะหนึ่งก่อนเพื่อป้องกันการเน่าเสีย

3.2 ใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยการนำไปอัดแน่นเป็นเชื้อเพลิงแข็ง เปลือกถั่วลิสงแห้งอัดแท่งให้ความร้อนสูงถึง 60 % ของถ่านโค้กที่มีคุณภาพดี และยังมีขี้เถ้าเหลือน้อยมากคือเหลือเพียงประมาณ 2-3 % เท่านั้น

3.3 ใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง โดยใช้ผสมในพลาสติก คอนกรีต แผ่นผนังหรือแผ่นพื้นเช่นเดียวกับการใช้เศษไม้หรือขี้เลื่อยผสม

3.4 ใช้ผสมกากน้ำตาลเป็นอาหารวัว เปลือกถั่วลิสงบดผสมกับกากน้ำตาล ที่เหลือจากการทำน้ำตาลทราย เป็นอาหารของวัว-ควายได้ดี มีคุณค่าทางอาหารสูง

3.5 ใช้คลุมดินปลูกต้นไม้ ใช้โรยรอบโคนต้นไม้ดูดซับความชื้นไว้ ป้องกันไม่ให้น้ำซึมลงดินเร็วเกินไป ในกรณีที่เป็นดินทราย เป็นต้น

12.2 กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง

กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่งวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ต้องผ่านการแปรรูปให้เหมาะสมก่อนโดยมีกระบวนการแปรรูป ดังนี้

12.2.1 การเผาถ่าน

ถ่าน คือ ไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบางหรือกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดิน และสารประกอบอื่นๆ ออกจากไม้ ซึ่งถ่านที่ได้หลังการผลิตจะมีปริมาณของคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้น ทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูง โดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้ง สำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่านเรียกว่า Carbonization ซึ่งสามารถแยกกระบวนการดังกล่าวออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คือ การเผาไหม้ (Combustion) เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมาก ระหว่างการเกิดคาร์บอนไนเซชัน โดยให้ความร้อนกับวัสดุภายในเตาเผาถ่าน ในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อน เพื่อไล่ความชื้นออกจากเนื้อวัสดุ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้อุณหภูมิจนถึง 270 องศาเซลเซียส ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไป ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาทึบส่วนในขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการจะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อนโดยเกิดขึ้น

ในช่วงอุณหภูมิ 250-300 องศาเซลเซียส ในระหว่างปฏิกิริยาคายความร้อนจะเกิดก๊าซต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) นอกจากนี้ยังเกิดกรดอะซิติก เมทิลแอลกอฮอล์ และสารพวกน้ำมันดิน ในขั้นตอนนี้องค์ประกอบที่ระเหยได้ที่ยังคงอยู่ในกระบวนการจะถูกขับออกไป ซึ่งจะทำให้ปริมาณคาร์บอนของถ่านเพิ่มขึ้น สำหรับในขั้นตอนที่ 4 เป็นการนำผลิตภัณฑ์ถ่านมาทำให้เย็น ซึ่งจะใช้เวลาหลายชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผาที่ใช้ในการผลิต คุณภาพของถ่านที่ผู้ใช้ยอมรับได้ คือ ต้องมีปริมาณคาร์บอนคงตัว 70 เปอร์เซ็นต์ สารระเหยได้ต้องน้อยกวา 25 เปอร์เซ็นต์ ขี้เถ้าประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และความหนาแน่นประมาณ 0.25-0.30 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งถ่านจะมีคุณสมบัติเปราะปานกลาง (กัญญา เม้ามีทรัพย์, 2544)

12.2.2 การบดย่อย (Grinding)

ผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี ขนาดของผงถ่านที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่ง วิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับ และเครื่องป่นวัสดุ จากการอัดขึ้นรูปผงถ่านหินขนาดต่างๆ พบว่าในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันผงถ่านหินขนาดเล็กมีแนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่าและสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านหินอัดแท่งแตกหักได้ดีกว่าผงถ่านหินขนาดใหญ่ (อรุณรัตน์ วุฒิมงคลชัย, 2529)

12.2.3 การผสม

เป็นการผสมวัสดุที่ถูกป่นย่อยแล้วกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันง่ายขึ้น ลักษณะของตัวประสานที่ดีนั้นนอกจากจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงแล้ว ที่อุณหภูมิใช้งานยังต้องเปียกและสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวของถ่านได้ทั่วถึง (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)

12.2.4 การอัดแท่ง (Compaction)

หลักการผลิตถ่านอัดแท่งมี 2 วิธี (กรมพัฒนาและการส่งเสริมพลังงาน, 2535) ดังนี้

1) การอัดร้อน เป็นการอัดวัสดุโดยที่วัสดุไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านมาก่อน เมื่ออัดเป็นแท่งเสร็จแล้ว ค่อยนำเข้าเตาให้เป็นถ่านอีกครั้งหนึ่ง วัสดุที่สามารถผลิตโดยวิธีการอัดร้อน มี 2 ชนิด คือ แกลบ และขี้เลื่อย เพราะวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้ เมื่อโดนอัดด้วยความร้อน จะมีสารในเนื้อของวัสดุยึดตัวของมันเอง จึงทำให้สามารถยึดเกาะเป็นแท่งได้ โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสาน และเครื่องอัดต้องเป็นเครื่องอัดชนิดอัดร้อน ซึ่งราคาค่อนข้างสูง

2) การอัดเย็น เป็นการอัดวัสดุที่เผาถ่านมาแล้ว แล้วนำมาผสมกับแป้งมันหรือวัสดุประสานอื่นๆ โดยทั่วไปจะเป็นแป้งมัน ถ้าวัสดุใดมีขนาดใหญ่ เช่น กะลามะพร้าว เมื่อผ่านการเผาแล้วต้องมีเครื่องบดให้ละเอียดก่อน แล้วค่อยนำมาผสมกับแป้งมันและนำในอัตราส่วนตามที่ต้องการ

12.2.5 การตากแห้ง

เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูง จึงต้องไปตากให้แห้ง เพื่อเป็นการลดความชื้นให้ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่น ซึ่งวิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือการนำไปผึ่งแดดประมาณ 3-4 วัน แต่หากใช้เป็นห้องอบโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ก็จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานให้สั้นลง นอกจากนี้เราอาจใช้ความร้อนจากเตาเผามาไล่ความชื้นจากแท่งถ่านให้แห้ง ข้อควรระวังสำหรับวิธีนี้ก็คือต้องรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบไม่ให้สูงเกินกว่าที่ทำให้ถ่านลุกไหม้ สำหรับเวลาที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นนั้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของส่วนผสมและชนิดของห้องอบที่ใช้ (จิระ รัตนะ และศิริพร จิวรพันธ์, 2536)

12.3 การทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่ง

การทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิง วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM ดังนี้

12.3.1 สมบัติการวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate Analysis) ของถ่านอัดแท่งประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ต่างๆ (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) ดังนี้

1) ปริมาณความชื้น (Moisture Content) คือ ปริมาณความร้อนชื้นต่อปริมาณของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งอบแห้ง ความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลง และทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งแตกร่วนได้ง่าย

2) ปริมาณเถ้า (Ash Content) คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปภายในเตาเผาที่มีอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย ซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์

3) สารที่ระเหยได้ (Volatile Matters) ปริมาณสารระเหย คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังจากที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจนและไฮโดรเจน

4) คาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) คือ มวลของคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังจากที่เอาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

5) ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value) ค่าความร้อนของการสันดาปจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงอัดแท่ง (ประลอง ดำรงไทย, ออนไลน์. 2550)

12.3.2 สมบัติเฉพาะตัว

ค่าความร้อน (Heating Value) นำไปจัดแบ่งคุณภาพของเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังเป็นตัวแปรสำคัญที่จะบ่งชี้ปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมา ถ่านอัดแท่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่งกำหนดให้มีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม และค่าความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุดนั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีสมบัติที่ดีของถ่านทางด้านอื่นๆ ด้วย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ออนไลน์. 2547) ดังนี้

1) น้ำหนักถ่าน ถ่านหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน

2) ควัน ถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควัน และกลิ่นฉุนในขณะลุกไหม้

3) ความแข็งแรง ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือป่นเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้ การขนส่งและการเก็บรักษา

4) การแตกปะทุขณะติดไฟ ถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟผู้ใช้จะไม่ชอบ ไม่นิยมใช้ ดังนั้นถ่านที่มีคุณภาพดีจะไม่มีการแตกปะทุเลย หรือมีการแตกปะทุเล็กน้อยในช่วงนาทีแรกที่ติดไฟ

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งที่ดี สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ข้อหลักๆ ข้อแรก คือ คุณสมบัติด้านการจัดการ หมายถึง ถ่านอัดที่ได้ไม่ควรร่วน หรือแตกแยกออกเป็นส่วนๆ ในระหว่างการจัดการเก็บรักษาและการเคลื่อนย้าย และข้อที่ 2 คือ คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง โดยจะเกี่ยวเนื่องกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ รูปร่างและความหนาแน่นที่ได้ ซึ่งในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการจัดการโดยเพิ่มความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง จะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติการเผาไหม้ด้วย

12.4 ข้อดีและข้อเสียของถ่านอัดแท่ง

12.4.1 ข้อดีของถ่านอัดแท่ง

1) มีขนาดและรูปร่างแบบเดียวกัน สามารถใช้ป้อนเป็นเชื้อเพลิงได้อย่างสะดวกง่ายอย่างต่อเนื่อง

2) คุณสมบัติทางกายภาพ มีความร้อนที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้

3) ปราศจากมลภาวะ ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมมลภาวะที่มีราคาสูง

4) มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

5) สะดวกต่อการเก็บและนำมาใช้งาน

12.4.2 ข้อเสียของถ่านอัดแท่ง

1) การอัดแท่งใช้แรงอัดสูง เป็นต้นเหตุหนึ่งที่ให้กระบอกอัดและสกรูสึกหรอได้ง่ายจากการขัดสี

2) คุณสมบัติการเผาไหม้ยังไม่เป็นที่ต้องการ เช่น เมื่อถูกน้ำหรืออากาศที่ชื้นสูง

13. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวัสดุเหลือใช้จากทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง มีรายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 2.5-1**

ตารางที่ 13-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
การศึกษาผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากสบู่ดำด้วยเทคนิคทรูชันแบบอัดรีดเย็น	เชื้อเพลิงชีวมวลจากสบู่ดำ โดยการนำลำต้น และกิ่งสบู่ดำมาบดให้มีขนาดเล็กกว่า 3 มิลลิเมตร และนำไปผสมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ ได้แก่ แกลบ ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง และซังข้าวโพด โดยใช้ตัวประสานจากแป้งเปียกและโมลาส ในอัตราส่วนต่างๆ แล้วนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดถ่านและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงพบว่า สามารถให้ค่าความร้อนอยู่ที่ประมาณ 1,599 แคลอรี่ต่อกรัม	เกรียงไกร วงศาโรจน์ (2554)

ตารางที่ 13-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์	เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ โดยการผสมผงถ่านไมยราบยักษ์ต่อแป้งมันร้อยละ 6 แล้วนำไปขึ้นรูปโดยเครื่องอัดถ่านและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ สามารถให้ปริมาณเถ้า 6.6-20.1±0.61-1.01 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความชื้น 7.0-8.6±0.52-0.84 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย 27.3-32.8±0.71-1.21 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนคงตัว 44.5-53.5±0.82-1.27 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 5,432±101.5 แคลอรี่ต่อกรัม	บัญจรัตน์ โจลานันท์ (2554)
ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด	เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดโดยการนำผงถ่านจากเปลือกมังคุด 1 กิโลกรัม ผสมกับกาวแป้งเปียก (แป้งมัน 200 กรัม น้ำ 850 ลูกบาศก์เซนติเมตร) โดยนำมาอัดขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดมือ ตากแดดจนแห้งสนิทใช้เวลา 3-5 วัน และทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดมีปริมาณคาร์บอนคงตัว 61.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 7 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 9.7 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย 21.6 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 5,920 แคลอรี่ต่อกรัม	สังเวย เสวกวิหารี (2555)

ตารางที่ 13-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	ผู้แต่ง
พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว	เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว โดยการนำทางมะพร้าวมาเข้าเครื่องบดย่อยและผสมกับน้ำแป้ง (แป้งมันสำปะหลัง 50 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร) ในอัตราส่วนถ่านมะพร้าวย่อยต่อน้ำแป้งมันสำปะหลัง 5 อัตราส่วน ได้แก่ 1:1.25 1:1.50 1:1.75 1:2 และ 1:2.25 แล้วนำมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องอัดแบบเกลียวชนิดไม่มีขดลวดความร้อนและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากทางมะพร้าวที่อัตราส่วน 1:1.25 มีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด โดยมีปริมาณความชื้น 7.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย 76.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 5.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนคงตัว 10.7 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 4,141 แคลอรีต่อกรัม	ธนาพล ตันติสัตยกุล (2558)
การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ตำบลเวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี	ถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียน โดยการนำเปลือกทุเรียนไปเผาในเตาเผาแบบดิน และนำถ่านเปลือกทุเรียนที่ได้ไปบดด้วยเครื่องย่อยถ่าน หลังจากนั้นนำไปผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 3:1 และผสมน้ำลงไปเล็กน้อยเคล้าจนเข้ากันดี แล้วนำไปอัดเป็นแท่งถ่านด้วยเครื่องอัดถ่านและทดสอบสมบัติด้านเชื้อเพลิงพบว่า ถ่านอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนสามารถให้ปริมาณความชื้น 6.2 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 6,134 แคลอรี่ต่อกรัม	นริศ ชุดสว่าง (2556)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น สบู่ดำ ไมยราบยักษ์ เปลือกทุเรียน เปลือกมังคุด และทางมะพร้าว เมื่อนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง สามารถให้คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงที่ดี ซึ่งการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งสามารถช่วยลดการใช้ถ่านไม้และช่วยแก้ไขปัญหาการกำจัดของเสียได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำเปลือกถั่วลิสงซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มาศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง เพื่อลดปัญหาขยะเหลือทิ้งและยังเป็นทางเลือกด้านเชื้อเพลิงให้กับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเปลือกถั่วลิสง ใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในกระบวนการแปรรูปถั่วลิสงได้

14. วัตถุดิบและอุปกรณ์

14.1 วัตถุดิบ

1) เปลือกถั่วลิง
2) แป้งมันสำปะหลัง
3) น้ำสะอาด

14.2 อุปกรณ์

1) หม้ออะลูมิเนียม เบอร์ 20
2) ตะแกรงตากเปลือกถั่วลิสง
3) ถาดอะลูมิเนียม
4) เตาเผาถ่าน ขนาด 200 ลิตร
5) ตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร
6) เตาถ่าน
7) ถังพลาสติก
8) โกร่ง
9) บีกเกอร์
10) ถุงมือกันความร้อน
11) เทอร์โมมิเตอร์
12) แท่งแก้ว

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

13) เครื่องอัดถ่านอัดแท่ง (ใช้แรงคน)

14) ถ้วย Crucible

14.3 เครื่องมือ

1) เครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์ (Bomb Calorimeter) รุ่น C5000 ยี่ห้อ IKA

2) ตู้อบ (Hot Air Oven) รุ่น D-91126 Schwabach ยี่ห้อ Memmert

3) โถดูดความชื้น (Desiccators)

4) เตาเผา (Furnace) รุ่น RWF1100 ยี่ห้อ CARBOLITE

5) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance) รุ่น AL204 ยี่ห้อ METLER TOLEDO

15 วิธีการวิเคราะห์

การศึกษานี้ประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่ง การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบก่อนนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง การเตรียมอัตราส่วนเพื่อผลิตถ่านอัดแท่ง การผลิตถ่านอัดแท่ง การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่ง การทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่ง การทดสอบสมบัติถ่านอัดแท่ง การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่ง

15.1 การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่ง

1) การเตรียมเปลือกถั่วลิสง เก็บรวบรวมเปลือกถั่วลิสงที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง จากกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง หมู่ที่ 4 ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา นำมาผึ่งแดดให้แห้งสนิท เป็นเวลา 3-4 วัน

2) การเผาเปลือกถั่วลิสงให้เป็นถ่าน (ธเนศ ชัยชนะ, 2559) โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1) นำเปลือกถั่วลิสงมาเรียงลงในเตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร ทำการปิดฝาเตาให้สนิท

2.2) เริ่มทำการจุดไฟเตา บริเวณหน้าเตาที่ช่องเชื้อเพลิง โดยจุดที่จุดไฟอยู่บริเวณปากของช่องเชื้อเพลิง เติมฟืนเรื่อยๆ ช่วงนี้จะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

2.3) สังเกตควันที่ปล่องควัน ขณะทำการไล่ความชื้น ควันที่ออกมาจะมีสีขาว ถ้าความชื้นถูกไล่หมด และเปลือกถั่วลิสงในเตาเริ่มติดไฟ (ประมาณ 2 ชั่วโมง หลังจากจุดเตา) จะเห็นควันที่ปล่องควัน ลักษณะเป็นควันขาวขุ่นปนเทา พุ่งออกมาจำนวนมาก เรียกว่าควันบ้า

2.4) เมื่อเกิดควันบ้าให้หยุดป้อนเชื้อเพลิง หลังจากหยุดการป้อนเชื้อเพลิงหน้าเตาจะต้องควบคุมอากาศโดยการหรี่หน้าเตา ปิดหน้าเตาให้เหลือไว้ประมาณ 1 ใน 4

2.5) หลังจากควันเริ่มใส มีเฉพาะไอร้อนออกจากปล่องควัน ให้ปิดปล่องควันและหน้าเตาทิ้งให้เตาเผาถ่านเย็นตัวลง ประมาณ 3-4 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ค้างคืน ตอนเช้าสามารถเปิดเตาเก็บถ่านและเผาต่อในครั้งต่อไปได้

3) การเตรียมผงถ่าน

นำถ่านเปลือกถั่วลิสงที่ได้จากการเผาในข้อที่ 2 มาบดด้วยโกร่งจนเป็นผงถ่านจากนั้นร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร

4) การเตรียมตัวประสาน

โดยเตรียมแป้งมันสำปะหลังและน้ำในสัดส่วน แป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร มาให้ความร้อน และกวนจนมีลักษณะเหนียวข้นเป็นแป้งเปียก (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

15.2 การทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบก่อนนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง

ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งได้แก่ ผงถ่านเปลือกถั่วลิสงซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก และแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน โดยทำการทดสอบค่าความร้อนของวัตถุดิบทั้งสองตามมาตรฐาน ASTM D 5865 (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

1) บดตัวอย่างเชื้อเพลิงจนละเอียดและต้องไม่มีความชื้น นำไปชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลประมาณ 1 กรัม โดยใช้กระดาษชั่งสารรองรับตัวอย่าง

2) นำตัวอย่างมาอัดเป็นเม็ดโดยเครื่องอัดเม็ด (Pellet press) และชั่งน้ำหนัก

3) นำตัวอย่างใส่ลงในบอมบ์ โดยวางบนถ้วยบรรจุเชื้อเพลิงและติดตั้งลวดสำหรับจุดระเบิด โดยการติดตั้งลวดจุดระเบิดนั้นต้องให้ลวดสัมผัสตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

4) เปิดสวิทซ์เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที ก่อนการทดสอบตัวอย่าง เพื่อให้อุณหภูมิคงที่ตามที่ได้ตั้งค่าไว้

5) นำบอมบ์ที่ใส่ตัวอย่างประกอบเข้ากับฝาล็อคบอมบ์ที่ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ รวมถึงท่อออกซิเจนและไฟฟ้า ใส่หมายเลขตัวอย่าง น้ำหนักตัวอย่าง (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ตามลำดับจนครบ กด start เครื่องจะเริ่มทำงานและหาอุณหภูมิคงที่ หลังจากนั้นจะมีเสียงสัญญาณเตือนดังขึ้น

และเริ่มมีการจุดระเบิดหลังจากมีการจุดระเบิดแล้วประมาณ 3-4 นาที เครื่องจะมีสัญญาณเตือนอีกครั้ง ซึ่งค่าความร้อนจะปรากฏขึ้นมาบนจอแสดงผล

15.3 การเตรียมอัตราส่วนเพื่อผลิตถ่านอัดแท่ง

นำผงถ่านเปลือกถั่วลิสงผสมกับตัวประสานที่เตรียมไว้ในข้อที่ 15.1 มาผสมตามอัตราส่วนต่างๆ ดังแสดง**ตาราง 15-1** โดยการผสมด้วยมือ (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560)

ตารางที่ 15–1 อัตราส่วนผงถ่านเปลือกถั่วลิสงต่อตัวประสาน

ตัวอย่าง	อัตราส่วน	ถ่านเปลือกถั่วลิสง (กิโลกรัม)	ตัวประสาน (กิโลกรัม)
1	1:0.5	1	0.50
2	1:0.75	1	0.75
3	1:1	1	1.00
4	1:1.5	1	1.50
5	1:2	1	2.00

15.4 การผลิตถ่านอัดแท่ง

นำผงถ่านเปลือกถั่วลิสงผสมกับตัวประสานที่เตรียมไว้ด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ ในข้อที่ 3.4.3 ไปอัดแท่งโดยเครื่องอัดถ่านอัดแท่ง (ใช้แรงคน) ซึ่งถ่านอัดแท่งที่ได้จะมีรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4.5 เซนติเมตร ความสูงประมาณ 8 เซนติเมตร และมีรูตรงกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร นำถ่านอัดแท่งที่ได้ไปผึ่งแดดเพื่อลดความชื้นและทำให้เชื้อเพลิงประสานกัน โดยวางกลางแจ้งเพื่อรับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง ใช้เวลาผึ่งแดดประมาณ 1 สัปดาห์ ขึ้นกับสภาพอากาศจนแท่งถ่านที่ผลิตได้แห้ง จากนั้นเก็บใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่น

การตรวจสอบความชื้นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้อย่างง่าย โดยการนำถุงพลาสติกมาห่อแท่งถ่านเอาไว้ปิดให้สนิทนำไปตากแดดทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง สังเกตไอน้ำที่ถุงพลาสติก ถ้ามีน้ำอยู่แสดงว่าถ่านอัดแท่งยังมีความชื้นสูงควรนำไปตากแดดต่อ (ธารินี มหายศนันท์, 2548)

15.5 การทดสอบลักษณะทั่วไปของถ่านอัดแท่ง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มเลือกถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงที่ผลิตได้ ในรุ่นเดียวกัน เพื่อนำมาตรวจสอบ รูปทรง ขนาด และสี โดยการตรวจพินิจ (สำนักงานมาตรผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547 ; ก)

15.6 การทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่ง

การทดสอบการบีบและการตกกระแทกเป็นการทดสอบเพื่อดูความสามารถของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงในการคงรูปเป็นแท่งและความแกร่งของถ่าน โดยมีรายละเอียดวิธีการทดสอบ (สุไวดา หลังยาหน่าย และเสาวลักษณ์ ลิ่มศรีพุทธิ์, 2560) ดังนี้

1) การทดสอบการบีบ ทำได้โดยการใช้มือบีบก้อนถ่านอัดแท่ง เพื่อดูว่าก้อนถ่านที่ทดสอบเกิดการแตกหักขึ้นหรือยังคงรูปเดิม

2) การตกกระแทก ทำได้โดยการปล่อยถ่านอัดแท่งที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร เพื่อดูว่าก้อนถ่านอัดแท่งที่ปล่อยลงมามีการแตกหักหรือคงรูปเดิมของก้อนถ่าน

จากนั้นเลือกถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสม (ยังคงรูปเดิม ไม่แตกหัก) เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติการใช้งานของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงและประสิทธิภาพการใช้งานต่อไป

15.7 การทดสอบสมบัติถ่านอัดแท่ง

การทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง โดยการนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่ว มาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วนำไปทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่ง ประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังแสดงรายละเอียดใน**ตาราง ที่ 15.7-1** (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)

ตารางที่ 15.7–1 การทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่ง

พารามิเตอร์	วิธีการทดสอบ
ปริมาณความชื้น	ตามมาตรฐาน ASTM D 3173
ปริมาณสารระเหย	ตามมาตรฐาน ASTM D 3175
ปริมาณเถ้า	ตามมาตรฐาน ASTM D 3174
ปริมาณคาร์บอนคงตัว	ตามมาตรฐาน ASTM D 3172
ค่าความร้อน	ตามมาตรฐาน ASTM D 5865

1) หาปริมาณความชื้น (Moisture) ASTM D3173

1.1) วิธีการทดสอบ

นำถ้วย (Crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก (W_1)

นำไปอบในเตาที่อุณหภูมิ 105 เซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccators) 20 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W_2)

1.2) สูตรการคำนวณ

$M = (W_1 - W_2) / W \times 100$

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_1 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

2) หาปริมาณสารระเหย (Volatile Matter) ASTM D3175

2.1) วิธีการทดสอบ

เผา Crucible พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียสประมาณ 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W_5)

ชั่งตัวอย่างประมาณ 1กรัม ใส่ลงใน Crucible แล้วปิดฝา

นำใส่ลงในเตาเผา 7-10 นาที แล้วปล่อยไว้ในเตา 7 นาที

นำออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccators) 30 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก (W_6)

2.2) สูตรการคำนวณ

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

V = ร้อยละของปริมาณสารระเหย

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_5 = น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝาและตัวอย่างก่อนเผา

W_6 = น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝาและตัวอย่าง

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3) หาปริมาณเถ้า (Ash) ASTM D3174

3.1) วิธีการทดสอบ

นำถ้วย Crucible ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก (W_3)

นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) 20 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W_4)

3.2) สูตรการคำนวณ

$M = (W_3 - W_4) / W \times 100$

M = ร้อยละของปริมาณเถ้า

W_3 = น้ำหนักถ้วยและเถ้าของตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W_4 = น้ำหนักถ้วย (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

4) การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ASTM D 3172

สูตรการคำนวณ

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

5) การหาค่าความร้อน (Heating Value) ASTM D 5865

โดยมีขั้นตอนการทดสอบเหมือนกับขั้นตอนที่ 3.4.2

15.8 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่ง

การทดสอบการนำถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสงไปใช้งานจริง จะทดสอบโดยการนำไปต้มน้ำเพื่อจะสั่งเกต ระยะเวลาที่น้ำเดือด การเผาไหม้ทางกายภาพ เช่น กลิ่น ควัน เขม่า การแตกประทุ เป็นต้น และเพื่อที่จะเปรียบเทียบคุณสมบัตินี้กับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป โดยขั้นตอนในการทดสอบมี 9 ขั้นตอน (คมกริช ภูเมืองปาน, 2554) ดังนี้

1) จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สำหรับการทดสอบ ได้แก่ เตาถ่าน หม้อต้มน้ำ แท่งเชื้อเพลิงที่จะใช้ทดสอบ และเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ

2) เตรียมน้ำที่ใช้ทำการทดสอบ โดยจะใช้น้ำ 1,500 กรัม

3) เตรียมแท่งเชื้อเพลิงที่จะใช้สำหรับทำการทดสอบโดยควบคุมน้ำหนักของแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบอยู่ที่ 500 กรัม

4) เริ่มทำการก่อไฟโดยใช้เชื้อเพลิงที่ชั่งน้ำหนักมาก่อน และใช้ไม้เป็นตัวช่วยจุดไฟ

5) ตั้งหม้อที่บรรจุน้ำแล้ว ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ

6) ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น และบันทึกเวลาที่อุณหภูมิของน้ำสูงสุด

7) ในระหว่างที่ทำการทดสอบอยู่นี้ให้สังเกตดูลักษณะการไหม้ กลิ่น ควัน เขม่า และการติดไฟที่เกิดขึ้นจากแท่งเชื้อเพลิงที่ทำการทดสอบ

8) บันทึกผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบ

9) ทำการทดสอบในอัตราส่วนที่เหลือ โดยควบคุมน้ำหนักของแท่งเชื้อเพลิง และควบคุมปริมาณของน้ำที่ใช้ในการทดสอบให้เท่ากันทั้งหมดทุกอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ

คำนวณหางานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านอัดแท่ง (จิระพงษ์ คูหากาญน์, 2550)

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

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

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

เมื่อ Hu = ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)

M = น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)

M_1 = น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)

M_f = น้ำหนักเชื้อพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง)

M_k = น้ำหนักเชื้อไฟ (เศษไม้ กิ่งไม้แห้ง)

C_p = ความร้อนจำเพราะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี่/กรัม

T_1 = อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)

T_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)

L = ความร้อนแฝงของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรี่/กรัม

H_1 = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง)

H_2 = ค่าความร้อนของเชื้อไฟซึ่งมีค่า 4280 แคลอรี่/กรัม

16. การวิเคราะห์ข้อมูล

16.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ในการนำเสนอผลการศึกษาสมบัติและประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่ง

16.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเบื้องต้น

การศึกษาต้นทุนผลิตเบื้องต้นของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ซึ่งวิเคราะห์การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและค่าดำเนินการ มาใช้ในการสรุปผลการศึกษาและเปรียบเทียบราคากับถ่านอัดแท่งและถ่านไม้ที่ขายตามท้องตลาด

17. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ระยะที่ทำการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ใช้เวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 8 เดือน ได้เริ่มต้นทำการศึกษามาตั้งแต่เดือนธันวาค พ.ศ. 2560 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ดังแสดงรายละเอียดใน **ตารางที่ 17.1** และโครงร่างวิจัยในการศึกษาวิจัยนี้ได้แสดงไว้ใน **ภาคผนวก ค**

ตารางที่ 17.1 แผนการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย													
	2560		2561											
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบเอกสาร	—	—												
2. จัดทำโครงร่างและเสนอโครงร่างวิจัยเฉพาะทาง		▲												
3. ดำเนินการวิจัย		—	—	—										
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง				—	—									
5. สอบความก้าวหน้าวิจัย					▲									
6. สรุปผลการศึกษา และอภิปรายผล การจัดทำรูปเล่ม					—	—	—							
7. สอบจบวิจัยเฉพาะทาง												▲		
8. แก้ไขเล่มวิจัยเฉพาะทาง						—	—	—	—	—	—	—	—	
9. ส่งเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์														▲

หมายเหตุ : ▲ หมายถึง ช่วงดำเนินการสอบวิจัย

— หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย สำหรับโครงร่างวิจัยทางสิ่งแวดล้อม

18. งบประมาณ

รายการ	งบประมาณตลอดโครงการ
ค่าใช้สอย	
- ค่าบริการสืบค้นข้อมูล	200
ค่าวัสดุ	
- ค่าเอกสารในการเก็บรวบรวมข้อมูล	500
- ค่าวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย	300
- ค่าจัดทำรูปเล่ม	1,500
รวม	**2,500**

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

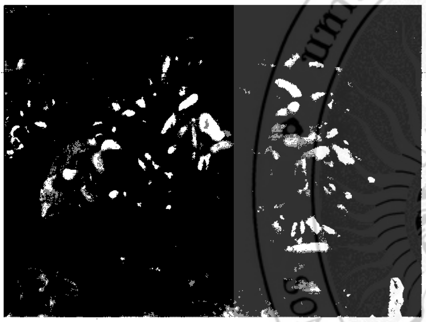
ภาพประกอบขั้นตอนการดำเนินวิจัย

ภาพประกอบการวิจัย

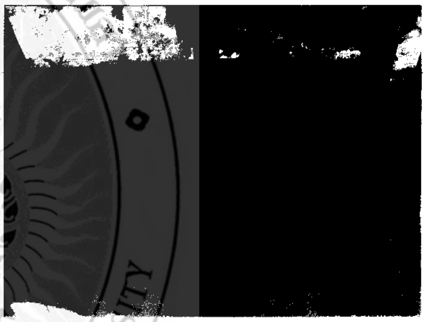
รวบรวมเปลือกถั่วลิสง

เปลือกถั่วลิสงตากแดดจนแห้งสนิท

ภาพที่ ผง-1 การเตรียมเปลือกถั่วลิสง



เรียงเปลือกถั่วลงในถัง 200 ลิตร



ปิดเตาเผา

จุดเชื้อเพลิงหน้าเตาเผาประมาณ 2 ชั่วโมง

ลดหน้าเตาเหลือ ½ ของหน้าเตา
และเผาต่ออีก 2.30 ชั่วโมง

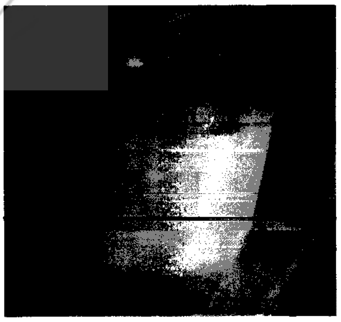
สังเกตจนควันหมด

ทำการปิดหน้าเตาและปล่องควัน ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน

ถ่านเปลือกถั่วลิสง

ภาพที่ ผง-2 การเผาเปลือกถั่วลิสง

ชั่งแป้งมัน



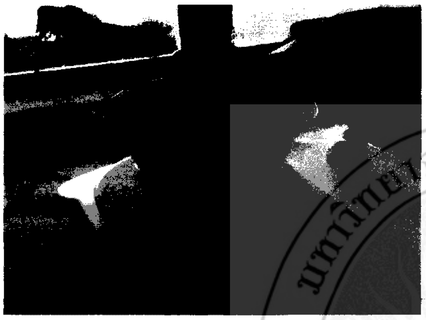
นำมาให้ความร้อนกวนจนมีลักษณะ เหนียวข้นเป็นแป้งเปียก

ภาพที่ ผง-3 การเตรียมตัวประสาน (กาวแป้งเปียก)

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บดถ่านเปลือกถั่วลิสงให้เป็นผงละเอียด

ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร.



ชั่งผงถ่านเปลือกถั่วลิสง

ผสมตัวประสานลงในผงถ่านแล้วผสมให้เข้ากัน

เครื่องอัดถ่านอัดแท่ง (ใช้แรงคน)

ชั่งน้ำหนักถ่านก่อนตากแดด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

นำถ่านอัดแท่งไปตากแดด

ชั่งน้ำหนักถ่านอัดแท่งหลังตากแดด

ภาพที่ ผง-4 การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

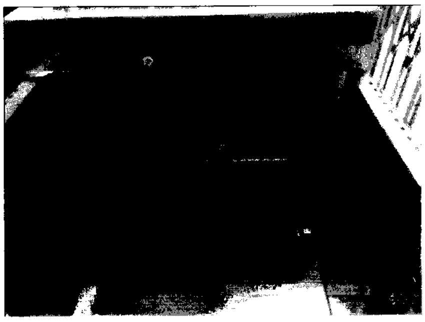
ทดสอบการบีบ

ทดสอบการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร

ทดสอบการตกกระแทกที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

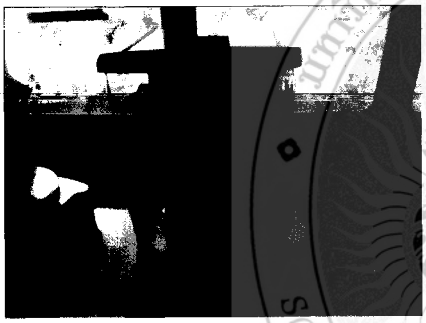
ภาพที่ ผง-5 ทดสอบการบีบและการตกกระแทกของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

ทดสอบปริมาณความชื้น (ตามมาตรฐาน ASTM D 3173)



นำถ้วย Crucible ที่สะอาดไป
อบที่อุณหภูมิ 105 องศา เวลา 30 นาที

ใส่ในโถดูดความชื้น เวลา 1 ชั่วโมง



ชั่งน้ำหนักถ้วย

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W_1)

นำถ้วย Crucible ใส่ตัวอย่าง
อบที่อุณหภูมิ 105 องศา เป็นเวลา 1 คืน

ใส่ในโถดูดความชื้นเวลา 3 ชั่วโมง

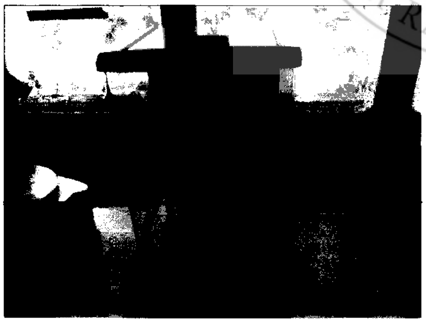
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ชั่งน้ำหนัก (W_2)

ทดสอบปริมาณเถ้า (ตามาตรฐาน ASTM D 3174)

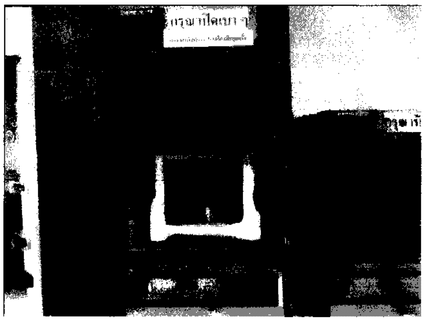
นำถ้วย Crucible ที่สะอาดไป อบที่อุณหภูมิ 105 องศา เวลา 30 นาที

ใส่ในโถดูดความชื้น เวลา 1 ชั่วโมง



ชั่งน้ำหนักถ้วย (W_3)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม

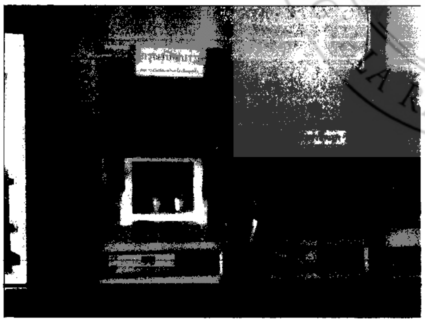


เผาที่อุณหภูมิ 750 องศา เวลา 4 ชั่วโมง

ใส่ในโถดูดความชื้นเวลา 1 ชั่วโมง

ชั่งน้ำหนัก (W_4)

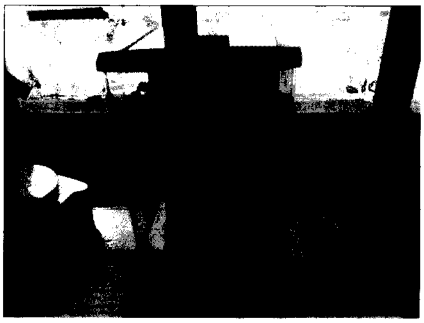
ทดสอบปริมาณสารระเหย (ตามาตรฐาน ASTM D 3175)



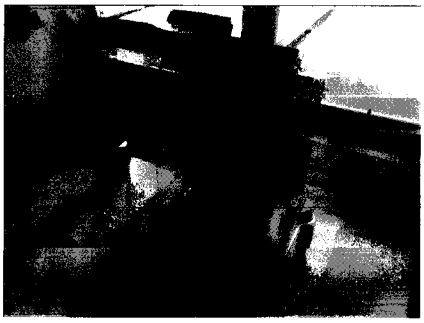
เผา Crucible พร้อมฝา

ที่อุณหภูมิ 950 องศา เวลา 30 นาที

ใส่ในโถดูดความชื้นเวลา 1 ชั่วโมง



ชั่งน้ำหนักถ้วย



ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (W_5)

เผาที่อุณหภูมิ 950 องศา เวลา 7 นาที

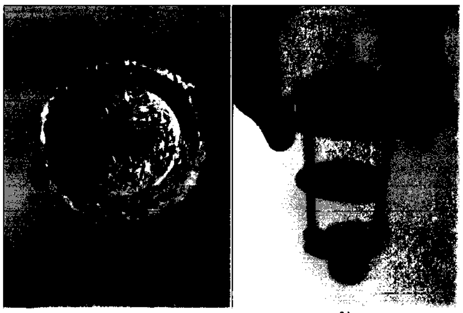
ใส่ในโถดูดความชื้นเวลา 2 ชั่วโมง

ชั่งน้ำหนัก (W_6)

ทดสอบค่าความร้อน (ตามมาตรฐาน ASTM D 5865)

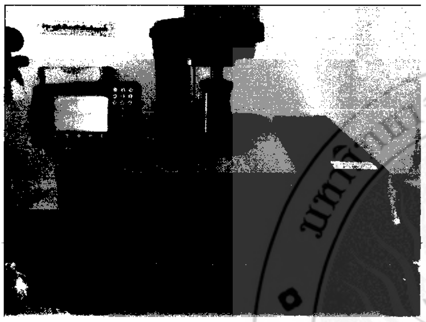
ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง

ทำการอัดเม็ด



นำตัวอย่างใส่ในถ้วยบรรจุเชื้อเพลิง

นำแท่นจุดระเบิดที่ได้จัดเตรียมไว้
บรรจุลงในบอมบ์และติดลวดจุดระเบิด



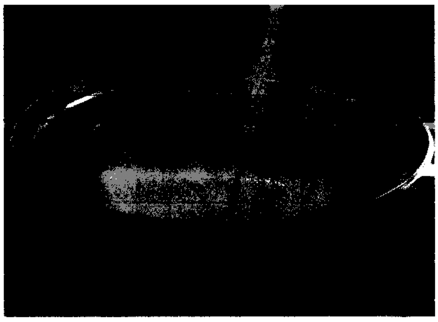
ประกอบบอมบ์เข้ากับเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์

อ่านค่าความร้อน

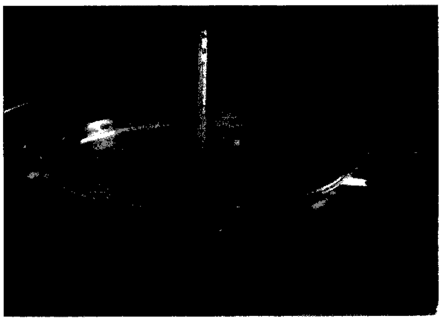
ภาพที่ ผง-6 การทดสอบสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อเพลิงอัดแท่ง



วัดอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้ม



วัดอุณหภูมิของน้ำเดือด

ปล่อยเชื้อเพลิงดับเป็นเถ้า

ภาพที่ ผง-7 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง

ภาคผนวก ค
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง

มผช.๒๓๘/๒๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง

๑.ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาอัดเป็นแท่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

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

๒.๒ ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก ๑ กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง

๓.๒ การใช้งาน

เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น

๓.๓ ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก

๓.๔ ค่าความร้อน

ต้องไม่น้อยกว่า ๕ ๐๐๐ แคลอรีต่อกรัม

มผช.๒๓๘/๒๕๔๗

๔. การบรรจุ

๔.๑ หากมีการบรรจุ ให้บรรจุถ่านอัดแท่งในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแท่งได้

๔.๒ น้ำหนักสุทธิของถ่านอัดแท่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๕. เครื่องหมายและฉลาก

๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแท่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อผลิตภัณฑ์

(๒) ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ

(๓) น้ำหนักสุทธิ

(๔) เดือน ปีที่ทำ

(๕) ข้อแนะนำในการใช้

(๖) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

๖. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๖.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ถ่านอัดแท่งที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

๖.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

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

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

๖.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างถ่านอัดแท่งต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๗. การทดสอบ

๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๗.๒ การทดสอบการใช้งาน

ให้ทดสอบโดยการจุดตัวอย่างถ่านอัดแท่ง แล้วตรวจพินิจ

๗.๓ การทดสอบความชื้น

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3173

๗.๔ การทดสอบค่าความร้อน

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 5865

๗.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม

มผช. ๖๕๗/๒๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้หุงต้ม

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านที่ได้จากการเผาไม้ใช้สำหรับหุงต้มอาหาร

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ถ่านไม้หุงต้ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำไม้ มาผ่านกระบวนการเผาจนกลายเป็นถ่าน เพื่อนำมาใช้ในการหุงต้มอาหาร

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

๒.๓ เถ้า (ash) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารที่เหลือจากการเผาถ่านจนมีน้ำหนักคงที่ ที่อุณหภูมิ ๗๐๐ องศาเซลเซียสถึง ๗๕๐ องศาเซลเซียส

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

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีเศษดินและไม้ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่

๓.๒ ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก

๓.๓ ค่าความร้อน

ต้องไม่น้อยกว่า ๖๐๐๐ แคลอรี่ต่อกรัม

๓.๔ เถ้า

ต้องไม่เกินร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก

๓.๕ สารระเหย

ต้องไม่เกินร้อยละ ๒๔ โดยน้ำหนัก

๓.๖ การใช้งาน

เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย

๔. การบรรจุ

๔.๑ ให้บรรจุถ่านไม้หุงต้มในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้งสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านไม้หุงต้มได้

๔.๒ น้ำหนักสุทธิของถ่านไม้หุงต้มในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๕. เครื่องหมายและฉลาก

๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านไม้หุงต้มทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ถ่านไม้หุงต้ม ถ่านไม้สำหรับหุงต้ม

(๒) น้ำหนักสุทธิ

(๓) เดือน ปีที่ทำ

(๔) ข้อแนะนำในการใช้และการเก็บรักษา

(๕) ชื่อผู้ทำ หรือสารที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีเครื่องหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๖. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๖.๑ รุ่นในที่นี้หมายถึง ถ่านไม้หุงต้มที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขาย ในระยะเวลาเดียวกัน

๖.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๖.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน ๓ หน่วย ภาชนะ

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๔ และข้อ ๕ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

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

๖.๓ เกณฑ์การตัดสิน

ตัวอย่างถ่านไม้หุงต้มต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านไม้หุงต้มรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

การทดสอบ

๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๗.๒ การทดสอบความชื้น

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3173

๗.๓ การทดสอบค่าความร้อน

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 5865

๗.๔ การทดสอบเถ้า

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3174

๗.๕ การทดสอบสารระเหย

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3175

๗.๖ การทดสอบการใช้งาน

ทำให้ตัวอย่างถ่านไม้หุงต้มติดไฟด้วยแก๊สหุงต้ม แล้วตรวจพินิจ

๗.๗ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์สถิติ T-test

การวิเคราะห์สถิติปริมาณความชื้นที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5

ผลการวิเคราะห์ Independent-Sample T Test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ร้อยละ 95 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Group Statistics

	อัตราส่วน	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ปริมาณความชื้น	อัตราส่วน1:1	3	6.5733	.65775	.37975
	อัตราส่วน1:1.5	3	7.5000	.06000	.03464

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ค่าความชื้น	Equal variances assumed	9.510	.037	-2.430	4	.072	-.92667	.38133	-1.98540	.13207
	Equal variances not assumed			-2.430	2.033	.134	-.92667	.38133	-2.54192	.68859

การวิเคราะห์สถิติปริมาณสารระเหยที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5

ผลการวิเคราะห์ Independent-Sample T Test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ร้อยละ 95 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Group Statistics

	อัตราส่วน	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ปริมาณสารระเหย	อัตราส่วน1:1	3	23.9100	2.39518	1.38286
	อัตราส่วน1:1.5	3	26.0267	1.19968	.69264

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ปริมาณสารระเหย	Equal variances assumed	2.823	.168	-1.369	4	.243	-2.11667	1.54662	-6.41078	2.17745
	Equal variances not assumed			-1.369	2.944	.266	-2.11667	1.54662	-7.09203	2.85870

การวิเคราะห์สถิติปริมาณเถ้าที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5

ผลการวิเคราะห์ independent-Sample T Test โดยใช้โปรแกรม SPSS V 11.5 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ร้อยละ 95 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Group Statistics

	อัตราส่วน	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ปริมาณเถ้า	อัตราส่วน1:1	3	2.5500	.37987	.21932
	อัตราส่วน1:1.5	3	3.2233	.33126	.19125

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ปริมาณเถ้า	Equal variances assumed	.183	.691	-2.314	4	.082	-.67333	.29099	-1.48126	.13460
	Equal variances not assumed			-2.314	3.927	.083	-.67333	.29099	-1.48720	.14053

การวิเคราะห์สถิติปริมาณคาร์บอนคงตัวที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5

ผลการวิเคราะห์ Independent-Sample T Test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ร้อยละ 95 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Group Statistics

	อัตราส่วน	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ปริมาณคาร์บอนคงตัว	อัตราส่วน1:1	3	66.9667	2.51953	1.45465
	อัตราส่วน1:1.5	3	63.2500	1.29047	.74505

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ปริมาณคาร์บอนคงตัว	Equal variances assumed	2.146	.217	2.274	4	.085	3.71667	1.63435	-.82103	8.25436
	Equal variances not assumed			2.274	2.982	.108	3.71667	1.63435	-1.50261	8.93595

การวิเคราะห์สถิติค่าความร้อนที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5

ผลการวิเคราะห์ Independent-Sample T Test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.11.5 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งจากเปลือกถั่วลิสง ร้อยละ 95 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Group Statistics

อัตราส่วน		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ค่าความร้อน	อัตราส่วน1:1	3	5591.8233	20.30178	11.72124
	อัตราส่วน1:1.5	3	5234.2767	18.33227	10.58414

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ค่าความร้อน	Equal variances assumed	.057	.823	22.640	4	.000	357.54667	15.79277	313.69892	401.39442
	Equal variances not assumed			22.640	3.959	.000	357.54667	15.79277	313.51951	401.57383

ภาคผนวก ฉ
ประวัติผู้ทำวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล	นางสาวชีวาพร บุญเพ็ชร์
วัน เดือน ปีเกิด	14 กุมภาพันธ์ 2538
ที่อยู่	353 หมู่ที่ 2 ตำบลคลองขุด อำเภอเมือง จังหวัดสตูล 91000 เบอร์โทรศัพท์ 083-1847347
การศึกษา	ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2. ชื่อ-สกุล	นายธนชาติ พูนเมือง
วัน เดือน ปีเกิด	15 กุมภาพันธ์ 2537
ที่อยู่	57 หมู่ที่ 3 ตำบลเขาพระบาท อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80190 เบอร์โทรศัพท์ 088-7814145
การศึกษา	ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
3. ชื่อ-สกุล	นางสาวปนัดดา แก้วมณี
วัน เดือน ปีเกิด	12 สิงหาคม 2537
ที่อยู่	2/6 หมู่ที่ 7 ตำบลคลองทราย อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา 90160 เบอร์โทรศัพท์ 093-7348703
การศึกษา	ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY