รายงานฉบับสมบูรณ์

การผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วและเปลือกผลไม้

The production of charcoal briquette by used mushroom loaf and fruit rinds

โดย ผศ.ดร.กิตติภูมิ ศุภลักษณ์ปัญญา และคณะ
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

28 สิงหาคม 2561

สัญญาเลขที่ RDG60T0116

รายงานฉบับสมบูรณ์

การผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วและเปลือกผลไม้
The production of charcoal briquette by used mushroom loaf and fruit rinds

	คณะผู้วิจัย	สังกัด
1.	ผศ.ดร.กิตติภูมิ ศุภลักษณ์ปัญญา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
2.	ดร.รวมพร นิคม	มหาวิทยาลัยทักษิณ
3.	นายสุวัฒนา นิคม	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2560

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) การผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วและเปลือกผลไม้

(ภาษาอังกฤษ) The production of charcoal briquette by used mushroom loaf and fruit rinds:

1.2 รายชื่อคณะผู้วิจัย

ผศ.ดร.กิตติภูมิ ศุภลักษณ์ปัญญา คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ดร.รวมพร นิคม มหาวิทยาลัยทักษิณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง

นายสุวัฒนา นิคม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีโยธา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทาวิจัย

ได้รับงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2560 งบประมาณที่ได้รับ 350,000 บาท

ระยะเวลาทำวิจัย 12 เดือน ตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2560 ถึง 30 พฤษภาคม 2561

2. ความสำคัญที่มาและปัญหาของการทาวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งมีวัสดุเหลือทิ้งจากการทำเกษตรกรรมอยู่มาก และยังมิได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง เช่น แกลบ กากอ้อย มูลสัตว์ ซังข้าวโพด เป็นต้น โดยการเพาะเห็ดเป็นอาชีพหนึ่งที่มีผู้ประกอบการเพิ่มขึ้นอย่างมาก หลังจากเก็บดอกเห็ดแล้วจะมีก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วถูกนำมาทิ้งจำนวนมาก ซึ่งขยะเหล่านี้มีความชื้นสูงไม่เหมาะที่จะนำไปเผา จึงถูกนำไปทิ้งตามที่ต่างๆ ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาการใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดเพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อให้ผู้เพาะเห็ดสามารถนำเชื้อเพลิงดังกล่าวกลับมาใช้เป็นพลังงานทดแทน และผลไม้สำคัญของประเทศไทยซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากในภาคใต้ ได้แก่ มังคุด และทุเรียน การพัฒนาเปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนเพื่อเป็นพลังงานทดแทนจึงมีความน่าสนใจอย่างยิ่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว ซึ่งเป็นชีวมวลราคาถูก เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนซึ่งเป็นของเสียทางเกษตรกรรม ซึ่งมีมากในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้พัฒนาวัตถุดิบอื่นๆ ในท้องถิ่นให้มีคุณค่าเกิดประโยชน์ในด้านเชื้อเพลิงต่อไป

3. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง และศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน

4. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการทดลองได้ทำการผลิตถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน ด้วยเตาแบบถัง 200 ลิตร เนื่องจากเป็นการใช้เทคโนโลยีแบบง่าย ราคาถูก ถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนที่ได้จากการเผามาบด ทำการผสมถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ นำมาผสมกับกาวแป้งเปียก เพื่อช่วยให้ยึดเกาะกันได้ดี ทำการอัดแท่งแบบเย็น นำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอัดแท่งทั่วไป ทำการศึกษาหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยจัดเก็บเชื้อเพลิงอัดแท่งในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ พลาสติก และกล่องกระดาษ เป็นเวลา 3 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างมาวัด ปริมาณความชื้น และปริมาณความร้อน ทุกๆ 1 เดือน เพื่อหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน

5. ผลการวิจัย

ผลจากการทดลอง พบว่า ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน สามารถนำมาเผาให้เป็นถ่านได้ถ่าน มีสีดำ น้ำหนักเบา นำมาบดให้เป็นผงละเอียด ผสมกับกาวแป้งเปียกแล้วอัดเป็นแท่งตากแดดให้แห้งสนิท สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงได้ ในด้านคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว ร่วมกับเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุด เนื่องด้วยองค์ประกอบของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีปริมาณเถ้าสูง ดังนั้นเมื่อทำการเผาถ่าน ถ่านที่ได้จึงมีเถ้าสูงเช่นกัน ดังนั้นเมื่อนำมาผสมกับถ่านจากเปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด พบว่า สามารถผสมระหว่างถ่านก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว 40 เปอร์เซ็นต์ กับถ่านจากเปลือกมังคุด 60 เปอร์เซ็นต์ และ ถ่านก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถผสมกับถ่านจากเปลือกทุเรียน 80 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณเถ้า และค่าอื่นๆ ที่ได้ทำการทดสอบแล้ว ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ในส่วนของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เนื่องจากถ่านอัดแท่งสามารถดูดความชื้นได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณความร้อนของถ่านอัดแท่งโดยตรง ดังนั้นการเลือกบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุถ่านอัดแท่งจึงมีความสำคัญ อย่างไรก็ตามการเลือกชนิดบรรจุภัณฑ์ควรคำนึงถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นด้วย โดยจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าพลาสติกฟิล์มหดสามารถใช้ในการบรรจุถ่านอัดแท่ง แต่ถ้าถ่านอัดแท่งที่มีน้ำหนักมาก พลาสติกฟิล์มหดอาจไม่เหมาะสม ซึ่งสามารถเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์เป็นกล่องกระดาษที่สามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้น การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า การผลิตถ่านก้อนเห็ด 20% เปลือกทุเรียน 80% มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงที่สุด เนื่องจากเปลือกทุเรียนไม่มีมูลค่า และมีปริมาณความร้อนสูง ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณก้อนเชื้อเห็ดจะทำให้มูลค่าของถ่านลดลง เนื่องจากปริมาณความร้อนของถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีค่าต่ำ และส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนเพิ่มขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาของผู้วิจัย มีความเห็นว่าก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว ไม่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง เนื่องจากมีปริมาณความร้อนต่ำ มีปริมาณเถ้าสูง แตกร่อนได้ง่าย มีความชื้นเริ่มต้นในปริมาณสูง ซึ่งควรจะนำไปใช้ผลิตเป็นปุ๋ย น่าจะมีความเหมาะสม และความเป็นไปได้มากกว่าการผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง

7. การนำไปใช้ประโยชน์

จากการศึกษา พบว่า วัตถุดิบที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง คือ เปลือกทุเรียน เนื่องจาก เปลือกทุเรียนไม่มีมูลค่า ถ่านที่ได้มีความร้อนสูง และมีปริมาณเถ้าต่ำ และสามารถนำวัสดุเหลือทิ้งในพื้นที่อื่น เช่น เศษไม้จากการตัดแต่งพืชผลทางการเกษตร มาทำเป็นถ่าน ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องทำการอัดแท่ง ถ้าขนาดไม้มีขนาดใหญ่เพียงพอในการใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานแก่ชุมชน หรือครัวเรือนได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทคัดย่อภาษาไทย

การผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว และเปลือกผลไม้ได้แนวคิดจากการใช้ประโยชน์จากของเสียทางเกษตรกรรม เช่น ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน ซึ่งมีมากในจังหวัดนครศรีธรรมราช งานวิจัยนี้จึงศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกทุเรียนในอัตราส่วนผสมที่ 0:10, 2:8, 4:6, 6:4 8:2 และ 10:0 โดยน้ำหนัก ทำการอัดแท่งถ่าน และมีการทดสอบคุณสมบัติค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM และเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ผลการทดสอบ พบว่า ถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกมังคุด ในอัตราส่วนผสม 4:6 และ ถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกทุเรียนในอัตราส่วนผสม 2:8 มีค่าความร้อนใกล้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มผช. ที่กำหนดไว้ว่าถ่านอัดแท่งจะต้องมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกทุเรียนในอัตราส่วน 2:8 มีต้นทุนการผลิต เท่ากับ 9.92 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อมีกำลังการผลิตที่ 54.5 กิโลกรัม/วัน จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 2.77 ปี ซึ่งผลการศึกษาวิจัยสามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าได้

Abstract

The production of charcoal briquette from used mushroom loaf and fruit rinds was the idea derived the utilization of agricultural waste such as mushroom loaf, durian peel and mangosteen peel which are abundant in the Nakhon Si Thammarat Province. This research studied the production of charcoal briquette by mixing the mushroom loaf, which was an ingredient with durian peel and mangosteen peel at the mixing ratio of 0:10, 2:8, 4:6, 6:4, 8:2 and 10:0 by weight. The properties of briquette were analyzed according to ASTM to be in accordance with Thai Community Product Standard as well as humidity test, and the extinguish duration were tested. The test result revealed that charcoal briquette from mushroom loaf mixed with durian peel at the mixing ratio of 2:8 and the charcoal briquette mixed with mangosteen peel at the mixing ratio of 4:6 had similar calorific value which was higher than Thai Community Product Standard which stated that charcoal briquette shall not have less calorific value lower than 5,000 kilocalories per kilogram. The results of economics analysis found that the production cost of the charcoal briquette from mushroom loaf mixed with durian peel at the mixing ratio of 2:8 was 9.92 Baht/kg of charcoal, when the productivities are 54.5 kg/day, the payback period is approximately 2.77 years. The results of study should be encourage the utilization of agricultural wastes such as mushroom loaf and durian peel to increase wastes value added that would be conformed to the main objectives of the research.

สารบัญ

หัวข้อ			หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย			6
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ			7
สารบัญ			8
สารบัญตาราง			9
สารบัญภาพ			10
บทที่ 1	**บทนำ**		11
	1.1	ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	12
	1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	13
	1.3	ขอบเขตของการวิจัย	13
	1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	13
	1.5	กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย	13
	1.6	การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	14
	1.7	วิธีการดำเนินการวิจัย	17
	1.8	แผนงานโครงการ	24
บทที่ 2	**ผลการทดลอง**		25
	2.1	อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	26
	2.2	บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเชื้อเพลิงอัดแท่ง	30
	2.3	ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน	31
บทที่ 3	**สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ**		37
บรรณานุกรม			40
ภาคผนวก (ประกอบด้วย)			
	ก	การคำนวณ NPV และ IRR	44
	ข	บทความสำหรับเผยแพร่	45
	ค	ภาพกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี	53
	ง	ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ	54
ตารางเปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและได้จริง			55

สารบัญตาราง

หัวข้อ			หน้า
บทที่ 1			
ตารางที่	1.1	ปัจจัยที่วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง	21
บทที่ 2			
ตารางที่	2.1	คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด	26
ตารางที่	2.2	ร้อยละของผลผลิตถ่านที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ	27
ตารางที่	2.3	คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด	28
ตารางที่	2.4	คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน	28
ตารางที่	2.5	ปริมาณความชื้น และปริมาณความร้อนของถ่านอัดแท่ง ซึ่งเก็บด้วยบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ	30
ตารางที่	2.6	รายการราคาต้นทุนของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน	31
ตารางที่	2.7	รายการราคาต้นทุนผันแปรของการผลิตถ่านอัดแท่ง	32
ตารางที่	2.8	น้ำหนักของถ่านที่ได้จากการเผาต่อครั้ง	32
ตารางที่	2.9	ค่าวัตถุดิบในการผลิตถ่านต่อกิโลกรัม	33
ตารางที่	2.10	ค่าน้ำ และค่าแป้งมันในการผลิตถ่านต่อกิโลกรัม	33
ตารางที่	2.11	รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตถ่านต่อกิโลกรัม	33
ตารางที่	2.12	ปริมาณถ่าน รายรับ และค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตถ่านต่อปี	34
ตารางที่	2.13	ผลการวิเคราะห์การคำนวณหา NPV	35

สารบัญภาพ

หัวข้อ			หน้า
บทที่ 1			
ภาพที่	1.1	การบรรจุชีวมวลลงในเตาเผาถ่าน	17
ภาพที่	1.2	การจุดไฟเตาเผาถ่าน	17
ภาพที่	1.3	ลักษณะควันขณะไล่ความชื้นและควันบ้า	18
ภาพที่	1.4	ลักษณะควันใสก่อนทำการปิดหน้าเตาให้เหลือประมาณ 1 ใน 4	18
ภาพที่	1.5	ลักษณะควันใสก่อนทำการเปิดหน้าเตา	19
ภาพที่	1.6	การปิดปล่องทุกปล่อง และปิดหน้าเตา	19
ภาพที่	1.7	การอัดถ่านแท่ง	20
บทที่ 2			
ภาพที่	2.1	ลักษณะถ่านที่ได้จากการศึกษา	26
ภาพที่	2.2	ถ่านอัดแท่ง และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง	30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาด้านพลังงาน เนื่องจากแหล่งพลังงานธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งานในประเทศ จึงเป็นประเด็นสำคัญที่มีผลต่อการแข่งขันของประเทศในเวทีโลก จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมทางด้านพลังงาน จัดหาแหล่งพลังงานธรรมชาติเพิ่มขึ้น โดยพลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทนเป็นมาตรการสำคัญต่อเศรษฐกิจ และความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศ รวมถึงปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม โดยประเทศไทยยังมีวัสดุเหลือทิ้งจากการทำเกษตรกรรมอยู่มาก และยังมิได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง เช่น แกลบ กากอ้อย มูลสัตว์ ซังข้าวโพด เป็นต้น โดยการเพาะเห็ดเป็นอาชีพหนึ่งที่มีผู้ประกอบการเพิ่มขึ้นอย่างมาก หลังจากเก็บดอกเห็ดแล้วจะมีก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วถูกนำมาทิ้งจำนวนมาก ซึ่งขยะเหล่านี้มีความชื้นสูง ไม่เหมาะที่จะนำไปเผา จึงถูกนำไปทิ้งตามที่ต่างๆ ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาการใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดเพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อให้ผู้เพาะเห็ดสามารถนำเชื้อเพลิงดังกล่าวกลับมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในการหุงต้ม หรือนำมาใช้เพื่อการนึ่งฆ่าเชื้อถุงเห็ดเพื่อการผลิตก้อนเชื้อเห็ดใหม่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตเห็ด เพิ่มมูลค่าสิ่งที่ไม่ใช้แล้ว และที่สำคัญที่สุดเพื่อลดปริมาณขยะซึ่งอาจก่อให้เกิดมลพิษตามมา

ผลไม้สำคัญของประเทศไทยซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากในภาคใต้ และภาคตะวันออกโดยเฉพาะในจังหวัดจันทบุรี ชุมพร และนครศรีธรรมราช ได้แก่ มังคุด และทุเรียน โดยมังคุดจะออกผลผลิตเป็นจำนวนมากในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง สิงหาคม และจากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรพบว่าในปี พ.ศ.2553 (กรมพัฒนาสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 25531) มีผลผลิตมังคุดออกมาเท่ากับ 250,508 ตัน มังคุดเป็นพืชที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง เมื่อพิจารณาถึงส่วนประกอบที่จะนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ก็จะประกอบด้วย ใบ และเปลือกของมังคุด โดยเฉพาะเปลือกมังคุด โดยประมาณว่าในมังคุดสด 1 กิโลกรัมจะมีเปลือกประมาณ 50% ของน้ำหนัก อย่างไรก็ตามเปลือกมังคุดมีอัตราส่วนของน้ำที่สูง และมีความเป็นรูพรุนสูง ดังนั้นเมื่อทำให้แห้งก็พบว่าน้ำหนักจะลดลงเป็นจำนวนมาก และทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เปลือกทุเรียนเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการบริโภค จากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เช่น ทุเรียนทอดกรอบ ทุเรียนกวน ผลผลิตทุเรียนในแต่ละปีประมาณ 686,478 ตันต่อปี เมื่อคิดเป็นปริมาณเปลือกเท่ากับ 462,688.2 ต่อปี ดังนั้นการพัฒนาเปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนเพื่อเป็นพลังงานทดแทนจึงมีความน่าสนใจอย่างยิ่ง

เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นแนวทางหนึ่งที่นำเอาวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยนำมาทดแทนไม้ฟืนและถ่าน วัสดุเหลือใช้พวกชีวมวลจากพืช หรือของเหลือทิ้งจากการเกษตรสามารถเปลี่ยนรูปให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณค่าด้วยกระบวนการอัดแท่ง ทำให้มีความหนาแน่นสูงขึ้น เนื่องจากวัสดุทางการเกษตรก่อนการอัดแท่งมีความหนาแน่นต่ำ ไม่สะดวกในการขนส่งและเก็บรักษา วัสดุทางการเกษตรก่อนการอัดแท่งมีค่าความร้อนเท่ากับ 1/3 ของถ่านหินโดยน้ำหนัก แต่เมื่ออัดแท่งแล้วสามารถเพิ่มค่าความร้อนเป็น 2/3 ของถ่านหินโดยน้ำหนัก อีกทั้งเชื้อเพลิงอัดแท่งมีคุณสมบัติทางกายภาพ และความร้อนที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้ ปราศจากมลภาวะ เนื่องจากไม่มีกำมะถัน ฟอสฟอรัส และขี้เถ้า ปล่อยออกมา

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว ซึ่งเป็นชีวมวลราคาถูก เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน ซึ่งเป็นของเสียทางเกษตรกรรม ซึ่งมีมากในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อใช้แทนไม้ฟืน และมีประสิทธิภาพในการให้ความร้อนเพียงพอต่อการประกอบอาหาร มีราคาประหยัด และเป็น

แนวทางในการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้พัฒนาวัตถุดิบอื่นๆ ในท้องถิ่นให้มีคุณค่าเกิดประโยชน์ในด้านเชื้อเพลิงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1.2.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน

1.3.2 ศึกษากระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยวิธีอัดแท่งแบบไม่ใช้ความร้อน โดยใช้เครื่องอัดแบบเกลียว

1.3.3 ทดลองทำเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วน 0:10, 2:8, 4:6, 6:4 8:2 และ 10:0 โดยน้ำหนัก เพื่อหาอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติทางความร้อนดีที่สุด

1.3.4 ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วและเปลือกมังคุด โดยพิจารณาจากงบกระแสเงินสดสุทธิระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายใน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1.4.1 สามารถนำก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์และลดค่าใช้จ่ายในการกำจัด

1.4.2 สามารถนำเศษวัสดุธรรมชาติมาเป็นพลังงานทดแทน

1.4.3 ทำให้ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัยในภาพรวม

งานวิจัยนี้มีแนวความคิดในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว ซึ่งเป็นชีวมวลราคาถูก ร่วมกับเปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน ซึ่งเป็นของเสียทางเกษตรกรรม ซึ่งมีมากในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อใช้แทนไม้ฟืน โดยจะทำการศึกษาเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง รวมทั้งความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมดังกล่าว

1.6 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

Owen และคณะ (2001) ได้ศึกษาการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร เช่น ต้นข้าวโพด ฟาง หญ้า ใบไม้เป็นต้น โดยบดเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด cornflake เติมน้ำแล้วนำมาอัดเป็นแท่ง โดยแท่งเชื้อเพลิงจะมีลักษณะคล้ายโดนัท นำไปตากให้แห้ง สามารถนำไปใช้แทนฟืนและถ่านไม้ได้ โดยให้ความร้อนสูงและติดไฟได้นาน นอกจากนี้ยังได้ทดลองทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษใบไม้กิ่งไม้และขยะจากจดหมายเก่า พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งนี้สามารถจุดติดไฟได้ง่ายโดยใช้เวลาเพียง 2 นาที และให้อุณหภูมิสูงสุดถึง 816°C ในขณะที่ฟืนไม้ใช้เวลาในการจุดติดไฟนานกว่าและให้อุณหภูมิสูงสุดที่ 733°C

สุริยา (2544) ได้ศึกษาการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากส่วนผสม กากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียและเศษชิ้นไม้สับของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ โดยการนำกากตะกอนจากระบบบำบัด น้ำเสียของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษมาผสมกับเศษชิ้นไม้สับจากการสับไม้ก่อนเข้าขบวนการผลิตเยื่อกระดาษจำนวน 11 อัตราส่วนผสม ได้แก่ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 และ 0:100 โดยน้ำหนัก แล้วอัดเป็นแท่งเผาให้เป็นถ่านเชื้อเพลิง ทำการศึกษา คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง และศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตและการลงทุน พบว่าอัตราส่วนผสมระหว่างกากตะกอนและชิ้นไม้สับตั้งแต่ 100:0 ถึง 40:60 โดยน้ำหนัก สามารถอัดเป็นรูปแท่งได้ โดยส่วนผสมที่มีเศษชิ้นไม้สับเพิ่มขึ้นจะอัดเป็นรูปได้ยากขึ้น ใช้เวลาในการอัดมากขึ้น เมื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง คือ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหย คาร์บอนคงตัว กำมะถันรวม และค่าความร้อน แล้วพบว่า อัตราส่วนผสม 70:30 มีคุณสมบัติดีที่สุด โดยมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับฟืนแกลบ เมื่อศึกษาด้านการลงทุนพบว่า อัตราผลตอบแทนการลงทุนอยู่ที่ร้อยละ 30.73 ณ ราคาขาย 9 บาท/กิโลกรัม และหากนำไปผลิตเป็นถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจะให้ค่า ตอบแทนสูงกว่าการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในเตาเผา

เจิดจันทร์ และวิมลวรรณ (2553) ได้ทำการศึกษาศักยภาพของถ่านอัดแท่งจากก้อนเพาะเห็ดที่ใช้แล้ว พบว่า การใช้ถ่านก้อนเพาะเห็ด 3000 กรัม ใช้แป้งมันสำปะหลัง 300 กรัม และน้ำ 250 มิลลิลิตร เป็นตัวประสาน เป็นสภาวะการทดลองที่เหมาะสมที่สุด โดยให้ความร้อน 4104 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และมีเถ้าร้อยละ 31.77 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พบว่าค่าดังกล่าวไม่ผ่านเกณฑ์ โดยเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่งต้องมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5000 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ค่าเถ้า ไม่เกินร้อยละ 10 จึงควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของถ่านอัดแท่งจากก้อนเพาะเห็ดที่ใช้แล้วต่อไป

จารุณี แสงสุวรรณวาว (2530) ได้ศึกษาการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุเกษตรผสมกากส่าเหล้าและกากน้ำตาล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนฟืนและถ่านโดยเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตทำจากเศษวัสดุเกษตร 3 ชนิด คือ กากอ้อย แกลบ และซังข้าวโพด ที่สับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับกากส่าเหล้าและกากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานแล้วอัดแท่งด้วยเครื่องอัด นำแท่งเชื้อเพลิงที่ยังมีความชื้นสูงมาตากให้แห้งโดยเปรียบเทียบ 3 วิธีคือ (1) อบในตู้อบไฟฟ้า อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน (2) ตากในตู้อบแสงอาทิตย์ อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 3-4 วัน และ (3) ตากบนแผ่นสังกะสีใช้เวลา 3-4 วัน แท่งเชื้อเพลิงจะมีความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 5-6 สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการ หุงต้มและกิจกรรมในครัวเรือนได้ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและคุณสมบัติทั่วไปของเชื้อเพลิงเขียวเปรียบเทียบกับฟืนและถ่านไม้ มะขามเทศ ปรากฏว่าเชื้อเพลิงเขียวมีองค์ประกอบและคุณสมบัติคล้ายกับฟืน คือให้ค่าความร้อนเฉลี่ยประมาณ 4,000 kcal/kg แต่มีค่าความร้อนน้อยกว่าถ่านไม้มะขามเทศซึ่งให้ค่าความร้อนเฉลี่ย 7,390 kcal/kg ส่วนประสิทธิภาพในการใช้งานของความร้อนเมื่อใช้กับเตาเชื้อเพลิงเขียว

ธเนศ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกมังคุด พบว่า ถ่านเปลือกมังคุดมีค่าความร้อน 26,745.75±1,076.64 kJ/kg และเถ้าร้อยละ 3.02±0.94

อัจฉรา และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยนำมาผสมกับแป้งมันสาปะหลังหรือโมลาสซึ่งเป็นตัวประสานที่อัตราส่วนต่างๆ กันแล้วอัดเป็นแท่งโดยวิธีอัดแบบเย็น พบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าความร้อนอยู่ในช่วง 3,400-4,348 cal/g และค่าความร้อนที่ได้จากเปลือกทุเรียนที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานมีค่าความร้อนสูงที่สุด 4,348 cal/g ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าความร้อนที่ได้จากฟืนไม้ เชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าความชื้นและปริมาณเถ้าต่ำ

ปัจจุบันมีการวิจัยพัฒนาคุณภาพของถ่านให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์โดยการนำวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตร เช่น ขี้เลื่อย เปลือกไม่กะลามะพร้าว นำมาเผาให้เป็นผงถ่านหรือคาร์บอน แล้วผสมกับตัวประสาน นำไปอัดแท่งอบให้แห้งจะได้ถ่านอัดแท่ง (ศูนย์วิจัยการผลิตถ่านป่าไม้เขตสระบุรี. 2546) ที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ไมมีควัน ไมมีกลิ่น ไมแตกประทุ เถ้าน้อยไมเกิดการฟุ้งกระจายไม่ทำลายสุขภาพ ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ และทนทานกว่าการใช้ถ่านไม้ถึง 2.5 เทา สารตกค้างที่ถูกปลดปล่อยออกมาในขณะเผาถ่านและหลังการเผาถ่าน เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์เกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การหายใจของสิ่งมีชีวิต หรือการเผาไหม้ของสารประกอบอินทรีย์ก๊าซนี้เป็นวัตถุดิบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเพื่อใช้คาร์บอน และออกซิเจนในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้พืชจะปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาสู่บรรยากาศ อย่างไรก็ตามถ่านอัดแท่งจากเศษวัตถุดิบธรรมชาติจะไม่ส่งผลกระทบทางด้านสุขภาพของผู้ใช้ถ่านอัดแท่ง ไมมีสารตกค้างกับผู้ใช้ถ่านอัดแท่งปลอดภัยไม่มีสารตกค้าง และไมทำลายสุขภาพ เพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิมากกว่า 800 องศาเซลเซียส และไม่มีสารก่อมะเร็ง ถ่านอัดแท่งได้ผ่านกระบวนการทำให้สุกแล้วจึงทำการอัดแท่ง (สามารถทดสอบกับถ่านทั่วไปได้โดยการนำไปต้มน้ำร้อน หากก้นหม้อเป็นเขม่าสีดำ แสดงว่าถ่านที่ใช้ถูกเผามาไมสุกและมีสารก่อมะเร็ง) (กิติพงษ, 2547)

ปัจจัยเสี่ยงด้านมลพิษทางอากาศที่มีผลต่อสุขภาพ

ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่สุด คือ การเกิดมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้ของไม้ ได้แก่ เขม่าควัน ฝุ่นละออง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ

1. สารทาร์ (Tar) เกิดจากถ่านที่มีคุณภาพไม่ดี คือ ถูกเผาในที่อุณหภูมิไม่สูงพอ มีปริมาณถ่าน (Fixed carbon) ไม่ถึง 85% จึงมีสารระเหยปะปนออกมาในขณะติดไฟ ทาร์ หรือน้ำมันดิน ประกอบด้วย สารอินทรีย์หลายชนิด เกาะกันเป็นสีน้ำตาลเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งของอวัยวะต่าง ๆ ได้ เช่น มะเร็งปอด กล่องเสียง หลอดลม หลอดอาหาร ไต กระเพาะ ปัสสาวะ โดยร้อยละ 50 ของทาร์จะไปจับที่ปอด ทำให้เกิดการระคายเคือง อันเป็นสาเหตุของการไอเรื้อรัง มีเสมหะ

2. เบนโซไพรีน (Benzopyrene) และ ไดเบนซานทราซีน (Dibenzanthracene) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ในกลุ่มโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbons :PAH) มักพบในเขม่าที่เกิดจากการเผาชีวมวล ได้แก่ ไม้ ถ่านหิน น้ำมันเชื้อเพลิง คนที่ทำงานสัมผัส กับเขม่าควันจากการเผาไม้ และถ่านเป็นเวลานาน เช่น อาชีพเผาถ่านทำความสะอาดปล่องไฟ หรือแม้แต่ผู้จำหน่าย และผู้บริโภคอาหารปิ้งย่างด้วยเตาถ่าน เป็นต้น จะได้สัมผัสกับเขม่าซึ่งมีสารเบนโซไพรีน และสารไดเบนซานทราซีน ก็จะมีโอกาสทำให้เกิดมะเร็งในอวัยวะหลายชนิด

3. ฝุ่นละออง สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการ

คมนาคมขนส่ง ฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีผลกระทบต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก เมื่อหายใจเข้าไปในปอดจะเข้าไปอยู่ในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ผู้ที่ได้รับฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในระดับหนึ่งจะทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ (Asthma) ส่วนผู้ที่ได้รับฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จะทำให้มีผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจและโรคปอด และเกี่ยวโยงกับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรโดยเฉพาะผู้ป่วยที่เป็นผู้สูงอายุ ผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคหืดหอบ และเด็กจะมีอัตราเสี่ยงสูงกว่าคนปกติด้วย

4. โลหะหนัก ในการเผาถ่านไม้ มักพบสารแคดเมียมในสถานะเป็นไอ เมื่อมีการเผาไม้ถึงอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า แต่ไอตะกั่วจากการเผาไม้ จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่าโรคที่เกิดจากแคดเมียมมักเป็นชนิดเรื้อรัง โดยการได้รับแคดเมียมติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น โรคปอดเรื้อรัง โรคหัวใจ โรคไตอักเสบ โรคกระดูก โรคความดันโลหิตสูง และโรคมะเร็ง เป็นต้น

5. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เกิดขณะการเผาถ่านถึงขั้นตอนการไล่สารระเหิด ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เมื่อเข้าสู่ร่างกายทางระบบทางเดินหายใจจะเป็นพิษต่อร่างกาย เพราะเข้าแทนที่ออกซิเจนในกระแสโลหิต ทำให้ร่างกายไม่สามารถใช้ก๊าซออกซิเจนได้ การหายใจเอาก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าไปในร่างกายทีละน้อยๆ เป็นประจำ จะทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ ตาพร่า ความคิดสับสน ประสาทหลอนร่างกายอ่อนแอ หัวใจเต้นถี่ การหายใจถี่ขึ้น และเป็นลมหมดสติถ้ามีอาการมาก ๆ จะมีอาการชักกระตุก หัวใจเต้นอ่อนแรง การหายใจช้าลง และมีโอกาสเสียชีวิตได้ กรณีที่ได้รับก๊าซพิษนี้ปริมาณสูงในทันทีทันใด จะทำให้มีอาการเริ่มแรกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ก่อนที่จะหมดสติ และเสียชีวิตโดยไม่สามารถช่วยตัวเองได้ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มิได้เป็นก๊าซที่สะสมในร่างกายเหมือนพวกโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียม หรือแมงกานีส เป็นต้นดังนั้น หลังจากที่ได้รับก๊าซนี้ในปริมาณไม่มากร่างกายสามารถกำจัดออกจากกระแสโลหิตได้ภายใน 8-10 ชั่วโมง

แนวทางการควบคุมปัจจัยเสี่ยงด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม

ในการแก้ไขปัญหา หรือควบคุมปัจจัยเสี่ยงด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประเภท การเผาถ่าน หรือการสะสมถ่าน มีหลักการสำคัญคือ

1. การควบคุมปัจจัยเสี่ยงจากกลิ่น และควันไฟ การเลือกใช้เตาเผาที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการผลิต คือ การเลือกวัตถุดิบที่สำคัญ ได้แก่ ไม้ โดยไม้ที่นำมาทำถ่านต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 20 ต่อมาเป็นการเลือกเตาที่มีความหนาแน่น และต้องสามารถเก็บรักษาความร้อนได้คงที่ จะทำให้การเผามีอุณหภูมิสูงและเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่า ซึ่งจะเป็นผลให้การเผาถ่านมีควันน้อยมาก หรือพัฒนาไปในระดับไม่มีควันเลย

2. การควบคุมปัจจัยเสี่ยงจากฝุ่นละออง ฝุ่นละอองถือว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของการประกอบกิจการประเภทนี้ พนักงานผู้ปฏิบัติงานและประชาชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงย่อมได้รับผลกระทบจากปัญหาดังกล่าว ดังนั้นเจ้าหน้าที่ ต้องพิจารณาเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพสถานประกอบกิจการเช่น กรณีที่เป็นโรงงานผลิตถ่านขนาดใหญ่มีกำลังการผลิตสูง จำเป็นต้องเลือกวิธีการจัดการฝุ่นละอองที่มีคุณภาพ เป็นต้น (กรมอนามัย, 2555)

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

1.7.1 ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

- ทำการคัดแยกสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ออกจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน นำไปตากแดดจนแห้งสนิท แล้วนำไปเผาให้เป็นถ่าน ด้วยเตาแบบถัง 200 ลิตร เนื่องจากเป็นการใช้เทคโนโลยีแบบง่าย ราคาถูก โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำชีวมวลชั่งน้ำหนัก เรียงชีวมวลลงไปในเตาเผาถ่านประมาณ 3 ใน 4 ของเตา หลังจากจุดไฟหน้าเตา

ภาพที่ 1.1 การบรรจุชีวมวลลงในเตาเผาถ่าน

2. เริ่มทำการจุดไฟเตา บริเวณหน้าเตาที่ช่องเชื้อเพลิง โดยจุดที่จุดไฟอยู่บริเวณปากของช่องเชื้อเพลิงเติมฟืนเรื่อยๆ ช่วงนี้จะใช้เวลาประมาณ 2-4 ชั่วโมง ขึ้นกับความชื้นของวัสดุที่นำมาเผา

ภาพที่ 1.2 การจุดไฟเตาเผาถ่าน

3. สังเกตควันที่ปล่องควัน และท่อเร่งไฟ ขณะทำการไล่ความชื้น ควันที่ออกมาจะมีสีขาว ควันจะมีกลิ่นเหม็น ซึ่งเป็นกลิ่นกรดประเภท เมทานอล ที่อยู่ในเนื้อ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 55-60 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 150 องศาเซลเซียส ถ้าความชื้นถูกไล่หมด และไม้ในเตาเริ่มติดไฟ (ประมาณ 2-4 ชั่วโมง หลังจากจุดเตา) จะเห็นควันที่ปล่องควัน ลักษณะเป็นควันขาวขุ่นปนเทาพุ่งออกมาจำนวนมาก เรียกว่าควันบ้า

ลักษณะควันขณะไล่ความชื้น ลักษณะของควันบ้า

ภาพที่ 1.3 ลักษณะควันขณะไล่ความชื้นและควันบ้า

4. เมื่อเกิดควันบ้าให้ หยุดป้อนเชื้อเพลิง รอจนกระทั่งควันใส ทำการปิดหน้าเตาให้เหลือไว้ประมาณ 1 ใน 4

ลักษณะควันใส ทำการปิดหน้าเตาให้เหลือไว้ประมาณ 1 ใน 4

ภาพที่ 1.4 ลักษณะควันใสก่อนทำการปิดหน้าเตาให้เหลือประมาณ 1 ใน 4

5. หลังจากควันเริ่มใส มีเฉพาะไอร้อนออกจากปล่องควัน (ปล่องสุดท้าย) ให้เปิดหน้าเตา เพื่อให้อากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับถ่านซึ่งจะทำให้ถ่านบริสุทธิ์ขึ้น ลดสารก่อมะเร็ง โดยขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 30 นาที

ลักษณะควันใส

เปิดหน้าเตา เพื่อให้อากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับถ่าน

ภาพที่ 1.5 ลักษณะควันใสก่อนทำการเปิดหน้าเตา

6. เมื่อครบ 30 นาที ให้ปิดปล่องทุกปล่อง ปิดหน้าเตาพร้อมใช้ดินเหนียวยาหน้าเตาป้องกันอากาศเข้า (หากมีรอยรั่ว ณ จุดอื่นต้องปิดรอยรั่วทั้งหมด) ทิ้งให้เตาเผาถ่านเย็นตัวลง ประมาณ 3-4 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ค้างคืน ตอนเช้าสามารถเปิดเตาเก็บถ่านและเผาต่อในครั้งต่อไปได้

ภาพที่ 1.6 การปิดปล่องทุกปล่อง และปิดหน้าเตา

8. นำถ่านทั้งหมดไปชั่งน้ำหนัก ทำการอัดแท่ง (ประริญา, 2546)

- นำถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนที่ได้จากการเผามาบดด้วยเครื่องบดละเอียดจนเป็นผงถ่านนำไปร่อนด้วยเครื่องร่อนคัดขนาดโดยใช้ขนาดตะแกรงเบอร์ 30 mesh ให้ได้ขนาดอนุภาคของผงถ่านน้อยกว่า 30 mesh

- ผสมถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วน 0:10, 2:8, 4:6, 6:4 8:2 และ 10:0 โดยน้ำหนัก โดยถ่านทุกชนิดนำมาผสมกับน้ำและแป้งมันในอัตราส่วน ถ่าน:น้ำ:แป้งมัน 10:8:2 โดยน้ำหนักเพื่อช่วยให้ยึดเกาะกันได้ดี ทำการอัดแท่งแบบเย็น และตัดเชื้อเพลิงออกเป็นท่อน ๆ

ภาพที่ 1.7 การอัดถ่านแท่ง

- นำเชื้อเพลิงที่อัดแท่งแล้วไปทำการตากบนแผ่นสังกะสี โดยทำการตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อลดความชื้น และทำให้แข็งตัวเกาะกันแน่น และในขณะตากแท่งเชื้อเพลิงให้ทำการกลับแท่งเชื้อเพลิง เพื่อให้แท่งเชื้อเพลิงแห้งสม่ำเสมอ และไม่เกิดการบิดงอ เมื่อเชื้อเพลิงแห้งดีแล้วบรรจุลงพลาสติกปิดให้แน่น

- นำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอัดแท่งทั่วไป ได้แก่ ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว ค่าความร้อน และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1.7.2 ศึกษาหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเชื้อเพลิงอัดแท่ง

- นำเชื้อเพลิงอัดแท่งในสภาวะที่ดีที่สุด จัดเก็บในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ พลาสติก และกล่องกระดาษ ขนาด 1 kg จัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างมาวัด ปริมาณความชื้น และปริมาณความร้อน ทุกๆ 1 เดือน เพื่อหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง

ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง $= m/V = m/[\pi(D^2-d^2)h/4]$

เมื่อ m = มวลของเชื้อเพลิงอัดแท่ง (กรัม)

V = ปริมาตรของเชื้อเพลิงอัดแท่ง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของแท่งเชื้อเพลิง (เซนติเมตร)

d = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของแท่งเชื้อเพลิง (เซนติเมตร)

h = ความยาวของแท่งเชื้อเพลิง (เซนติเมตร)

2. ผลผลิตสุทธิ (Yield)

$$\text{ผลผลิตสุทธิ} = \frac{\text{น้ำหนักถ่าน}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบแห้ง} - \text{น้ำหนักถ่าน}} \times 100$$

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง จะทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1.1 ปัจจัยที่วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง

ปัจจัย	วิธีวิเคราะห์
ปริมาณความชื้น (Moisture content)	ASTM D5142
ปริมาณสารระเหย (Volatile matter)	ASTM D5142
ปริมาณเถ้า (Ash content)	ASTM D5142
ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon)	จากการคำนวณ
ค่าความร้อน (Heating value)	Bomb calorimeter

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนของถ่านเชื้อเพลิง ที่ได้ทดสอบแล้วว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมในการเป็นเชื้อเพลิงหรือไม่ (ธารินี, 2548) โดยมีขั้นตอนดังนี้

- นำน้ำสะอาด 4000 กรัม ใส่ในหม้อหุงต้มเบอร์ 24 พร้อมฝาปิด ทำการวัดอุณหภูมิน้ำ
- เสียบเทอร์โมมิเตอร์ไว้ในหม้อมิให้สัมผัสกับก้นหม้อ
- นำถ่านอัดแท่ง 500 กรัม ชุบน้ำมันก๊าดปริมาณ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อเป็นเชื้อไฟ
- จุดเชื้อเพลิงในเตา บันทึกอุณหภูมิน้ำในหม้อทุกๆ 3 นาที เมื่อน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส ให้เปลี่ยนหม้อใหม่ บันทึกอุณหภูมิทุกๆ 3 นาที จนกระทั่งน้ำสุดท้ายไม่เพิ่มขึ้นอีก

การคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนจากสมการ

$$u = \frac{(ms\sum_{i=1}^{n}(t_{2i}-t_{1i})+ms(t_3-t_1))\ x\ 100}{Wq}$$

เมื่อ u = ประสิทธิภาพการใช้ความร้อนของเชื้อเพลิง (*ร้อยละ*)

W = น้ำหนักของเชื้อเพลิง (กรัม)

q = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (แคลอรีต่อกรัม)

m = น้ำหนักน้ำในหม้อ (กรัม)

s = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ 1 แคลอรีต่อกรัม องศาเซลเซียส

t_{1i} = อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นในหม้อที่ I (องศาเซลเซียส)

t_{2i} = อุณหภูมิของน้ำเดือดในหม้อที่ I (องศาเซลเซียส)

t_1 = อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำหม้อแรก (องศาเซลเซียส)

t_3 = อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำหม้อสุดท้าย (องศาเซลเซียส)

1.7.3 ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด เพื่อประเมินความเหมาะสมในทางปฏิบัติ โดยวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการเพื่อประเมินว่าผลประโยชน์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบดังกล่าวมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งมีความคุ้มค่ากับต้นทุนการลงทุนและการบริหารจัดการหรือไม่ สามารถเป็นทางเลือกให้เกษตรกรใช้เป็นแนวทางจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและสามารถดาเนินการได้อย่างยั่งยืนหรือไม่ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ การวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการตัวชี้วัดผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value, NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return, IRR) และระยะเวลาคืนทุน (payback period, PB) การคำนวณตัวชี้วัดแต่ละตัวมีรายละเอียด
ดังต่อไปนี้

1.7.3.1 ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (Cost of Production) ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตถ่านอัดแท่ง คือ การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตถ่านอัดแท่ง แม้จะมีการลงทุนสูงแต่การอัดเย็นจะมีต้นทุนเครื่องจักรต่ำกว่าการอัดแบบร้อนมาก แต่การอัดแบบเย็นจะมีเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตที่มากกว่า ได้แก่ เครื่องบดถ่าน ถังผสมวัสดุ เครื่องอัดแท่ง ถัง 200 ลิตร ในครั้งแรกต้นทุนสูง ในการคิดจุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านอัดแท่งจะทำการเปรียบเทียบระหว่างรายได้และกำไรที่ได้รับต่อ 6 ปีในการผลิตถ่านอัดแท่ง โดยพิจารณาจากสมรรถนะ และต้นทุนการผลิตต่อหน่วย ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดระยะเวลาในการวิเคราะห์ระยะเวลาที่สามารถใช้เครื่องจักร เท่ากับ 6 ปีหรือ 1,560 วัน

1. ต้นทุนในการผลิตถ่านอัดแท่ง ได้แก่

- เครื่องบด ถังผสมวัสดุ เครื่องอัดแท่ง

อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ผลิตถ่านพร้อมกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ ดังนี้

- ถัง 200 ลิตร มีฝาปิด
- ถังผสมวัสดุ
- วัตถุดิบ ได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกมังคุด เปลือกทุเรียน
- แป้งมันสำปะหลัง
- ค่าแรงงาน ค่าไฟ ค่าน้ำ เป็นต้น

1.7.3.2 ระยะคืนทุน (Payback Period) ได้แก่ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการ โดยจะพิจารณาจำนวนปีที่จะได้รับผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุนกรณีกระแสเงินสดเข้าสุทธิเท่ากันทุกปี สามารถคำนวณได้ดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน = เงินสดจ่ายลงทุนสุทธิเริ่มโครงการ / เงินสดรับสุทธิรายปี

1.7.**3.3 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV)** คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสตอบแทนสุทธิหรือกระแสเงินสดของโครงการ ซึ่งคำนวณได้ด้วยการทำส่วนลดกระแสผลตอบแทนสุทธิตลอดชั่วอายุของโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน หรืออาจคำนวณหาจากความแตกต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนรวม และมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนรวม สามารถคำนวณได้ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ = ผลต่างของมูลค่ากระแสผลตอบแทนรวมกับต้นทุนรวม

$$= \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1-i/100)^t}$$

โดยที่ n คือ อายุของโครงการ (ปี)

t คือ ดัชนีชี้เลขปีในช่วงเวลาของโครงการ (ปี) t = 1, 2, 3,…,n

CF_t คือ กระแสเงินสดสุทธิของโครงการในปีที่ t เท่ากับ กระแสเงินสดรับในปีที่ t - กระแสเงินสดจ่ายในปีที่ t (บาท)

I คือ อัตราคิดลด หรือ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (%)

เกณฑ์ในการตัดสินใจ

ก. ในกรณีที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่า 0 หมายความว่า มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่าย แสดงว่า โครงการนั้นให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน

ข. ในกรณีที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 หมายความว่า มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับน้อยกว่าหรือเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่าย แสดงว่า โครงการนั้นให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ควรนำเงินที่จะลงทุนไปฝากธนาคารเพื่อรับดอกเบี้ยหรือนำเงินไปลงทุนในโครงการอื่นที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากว่า (กิติพงษ์, 2547)

1.7.3.4 อัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return, IRR) หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิตลอดอายุโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ แสดงถึงอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของโครงการตลอดอายุโครงการ IRR สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+IRR/100)^t}$$

โดยที่ n คือ อายุของโครงการ (ปี)

t คือ ดัชนีชี้เลขปีในช่วงเวลาของโครงการ (ปี) t = 1, 2, 3,…,n

CF_t คือ กระแสเงินสดสุทธิของโครงการในปีที่ t เท่ากับ กระแสเงินสดรับในปีที่ t - กระแสเงินสดจ่ายในปีที่ t (บาท)

IRR คือ อัตราผลตอบแทนภายใน (%)

ซึ่งมีเกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ การลงทุนโครงการให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าเมื่อ IRR ≥ ต้นทุนของเงินทุนของโครงการ โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้ต้นทุนเงินลงทุนของโครงการเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของธนาคารพาณิชย์

1.8 แผนงานโครงการ

กิจกรรม/ขั้นตอนการดำเนินงาน	เดือนที่					
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
1.รวบรวมเอกสารและวางแผนการทดลอง						
2.จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์						
3. กิจกรรมที่ 1 ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง						
4. กิจกรรมที่ 2 ศึกษาหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเชื้อเพลิงอัดแท่ง						
5. กิจกรรมที่ 3 ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน						
6.ประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูล						
7.จัดทำรายงานและเผยแพร่						

ปีที่	เดือนที่	ผลงานที่คาดว่าจะสำเร็จ
1	1 – 2	1. ข้อมูลจากการสืบเอกสาร วัสดุ อุปกรณ์ ที่พร้อมดำเนินการ 2. ได้รายงานความก้าวหน้าระยะ 2 เดือน
	3– 6	1. ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง พร้อมข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอัดแท่งทั่วไป 2. ได้รายงานความก้าวหน้าระยะ 6 เดือน
	7-12	1. ข้อมูลความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน 2. ได้บรรจุภัณฑ์ 1 รูปแบบ 3. ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน 4. ผลการประเมินและวิเคราะห์ข้อมูล 5. ได้รายงานฉบับสมบูรณ์

บทที่ 2

ผลการทดลอง

คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของวัตถุดิบในการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุดก่อนที่จะนำมาทำการเผา ซึ่งได้แสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด

คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว	เปลือกมังคุด	เปลือกทุเรียน
ความชื้น	12.40±1.15	7.57±0.68	8.57±0.78
สารระเหย	60.60±2.72	82.9±3.06	79.30±3.90
คาร์บอนคงตัว	14.83±0.94	5.33±0.45	7.54±0.66
เถ้า	13.27±1.15	4.54±0.44	4.07±0.39
ค่าความร้อน (cal/g)	1,701±86.5	4,240±335.7	3,945±508.7

จากตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของวัตถุดิบต่างๆ ที่ทำการศึกษา พบว่า ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีค่าความชื้น และเถ้าในปริมาณสูง ซึ่งส่งผลต่อค่าความร้อน ทำให้มีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน โดยเปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด มีค่าความร้อนซึ่งใกล้เคียงกับฟืนไม้ทั่วไปที่ 4,390 cal/g (เอกลักษณ์ และคณะ, 2556) ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพของถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว จึงมีความเป็นไปได้ด้วยการผสมถ่านจากเปลือกมังคุด หรือถ่านจากเปลือกทุเรียนเพื่อเพิ่มปริมาณความร้อน และลดปริมาณเถ้าลง

2.1 อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

จากการเผาถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว ถ่านเปลือกมังคุด และถ่านเปลือกทุเรียน ได้ถ่านแสดงดังภาพที่ 2.1 และผลผลิตถ่านสุทธิ (Yield, %) แสดงดังตารางที่ 2.2

ก. ข. ค.

ภาพที่ 2.1 ลักษณะถ่านที่ได้จากการศึกษา (ก. ถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว ข.ถ่านจากเปลือกมังคุด ค. ถ่านจากเปลือกทุเรียน)

ตารางที่ 2.2 ร้อยละของผลผลิตถ่านที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

ชนิดวัตถุดิบ	น้ำหนักเฉลี่ยของวัตถุดิบ/การเผา 1 ครั้ง (kg)	น้ำหนักเฉลี่ยถ่านที่เกิดขึ้น/การเผา 1 ครั้ง (kg)	ผลผลิตถ่านสุทธิ (Yield, %)
ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว	16.98±1.09	5.25±0.44	44.70±3.57
เปลือกมังคุด	31.67±1.25	11.93±1.02	60.47±5.24
เปลือกทุเรียน	16.17±0.85	5.50±0.48	51.56±4.95

จากตารางที่ 2.2 ซึ่งแสดงร้อยละของผลผลิตถ่านที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ พบว่า ในการเผาวัตถุดิบแต่ละชนิด น้ำหนักการป้อนของวัตถุดิบแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน เนื่องจากมีความแตกต่างในส่วนของความหนาแน่น โดยก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว และเปลือกทุเรียนจะมีน้ำหนักเฉลี่ยของการป้อนวัตถุดิบก่อนการเผาใกล้เคียงกัน แต่เปลือกมังคุดจะสามารถป้อนได้น้ำหนักมากที่สุด และเมื่อทำการเผาจนเป็นถ่าน พบว่าเปลือกมังคุดให้ผลผลิตถ่านสุทธิมากที่สุด แต่ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วให้ผลผลิตถ่านสุทธิน้อยที่สุด ซึ่งอาจเนื่องมาจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วที่ใช้ในการเผาเมื่อใส่ลงไปในเตาเผา และในระหว่างการเคลื่อนย้ายเกิดการแตกหักของก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งบางส่วนหลุดกลายเป็นเศษขี้เลื่อย หรือก้อนเห็ดขนาดเล็ก เมื่อนำมาใส่เตาเผา เศษขี้เลื่อยดังกล่าวจะตกลงที่ก้นถัง และในระหว่างการเผาไหม้เศษเหล่านั้นก็จะติดไฟอย่างรวดเร็ว โดยไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นถ่านได้ ดังนั้นการเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้ว จึงให้ค่าผลผลิตถ่านสุทธิน้อยที่สุด

จากการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยวิธีอัดเย็น จากถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน ในอัตราส่วนต่างๆ 6 อัตราส่วน พบว่า ทุกอัตราส่วนผสมสามารถอัดแท่งได้ และเมื่อนำไปตากแดดแล้วไม่แตกหักง่าย โดยตารางที่ 2.3 และ 2.4 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน ตามลำดับ

ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดแท่งมีผลต่อการนำมาใช้งาน โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีความหนาแน่นสูงจะทำให้มีความสะดวก ประหยัดเนื้อที่ในการเก็บ และประหยัดแรงงานในการขนย้าย เพราะในปริมาตรที่เท่ากันจะทำให้ได้ความร้อนและระยะเวลาในการเผาไหม้สูงกว่า จึงไม่จำเป็นต้องคอยเติม เชื้อเพลิงบ่อยๆ แต่จะมีปัญหาในการจุดติดไฟ ซึ่งถ้าแท่งเชื้อเพลิงมีความหนาแน่นสูงจะจุดติดไฟได้ยาก และถ้าแท่งเชื้อเพลิงมีความหนาแน่นต่ำจะทำให้มีการเผาไหม้อย่างรวดเร็วจนไม่เหมาะกับการใช้งาน (นารา, 2541) จากผลการทดลองในตารางที่ 2.3 และ 2.4 พบว่าความหนาแน่นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกมังคุดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.51-0.79 g/cm^3 และเชื้อเพลิงอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกทุเรียนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.51-0.54 g/cm^3 โดยความหนาแน่นเฉลี่ยของถ่านเปลือกมังคุดมีค่าสูงสุด ดังนั้นการเพิ่มอัตราส่วนปริมาณถ่านเปลือกมังคุดจึงส่งผลต่อความหนาแน่นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงอัดแท่งทำให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

การทดลองเพื่อหาปริมาณความชื้นจากถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกทุเรียน ทั้ง 6 อัตราส่วนผสม ตามมาตรฐาน ASTM D 3173 โดยวัดค่าความชื้นที่ยังเหลือ อยู่หลังจากการนำไปตากแห้งตามขั้นตอนการทดลอง ซึ่งผลการทดลองที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด

คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราส่วนถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด					
	0:10	2:8	4:6	6:4	8:2	10:0
ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.79±0.04	0.74±0.04	0.67±0.04	0.62±0.05	0.56±0.05	0.51±0.02
ความชื้น	6.47±0.48	6.37±0.30	6.46±0.36	6.29±0.19	6.51±0.21	6.68±0.27
สารระเหย	44.70±2.34	46.59±2.44	47.80±1.73	51.30±1.80	51.12±1.85	52.24±4.95
เถ้า	5.32±0.44	9.12±1.03	13.49±0.74	18.64±1.10	22.07±1.32	26.68±1.99
คาร์บอนคงตัว	43.51±1.78	37.63±2.04	30.31±2.33	24.85±1.83	19.33±1.49	14.13±1.73
ค่าความร้อน (cal/g)	6,378±30.6	5,756±46.9	5,110±44.9	4,438±94.6	3,831±65.5	3,211±122.9
ประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง	34.57±0.74	31.47±0.46	27.53±0.82	24.73±0.63	26.25±0.66	24.83±0.33

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน

คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราส่วนถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน					
	0:10	2:8	4:6	6:4	8:2	10:0
ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.53±0.02	0.54±0.02	0.51±0.01	0.54±0.02	0.52±0.02	0.51±0.02
ความชื้น	6.21±0.49	6.25±0.29	6.41±0.14	6.23±0.20	6.44±0.16	6.68±0.27
สารระเหย	56.72±4.90	56.01±3.29	54.93±3.57	54.48±2.76	52.44±2.59	52.24±4.95
เถ้า	7.97±0.51	12.57±0.74	15.04±0.97	20.58±1.11	22.13±1.35	26.68±1.99
คาร์บอนคงตัว	29.09±4.78	26.71±1.96	23.36±1.85	20.06±1.72	16.13±1.16	14.13±1.73
ค่าความร้อน (cal/g)	5,880±21.6	5,303±43.6	4,763±35.7	4,253±65.3	3,726±64.1	3,211±122.9
ประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง	32.52±0.55	29.55±0.55	27.44±1.07	25.69±0.97	25.26±0.69	24.83±0.33

จากค่าข้อมูลในตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่าค่าความชื้น (Moisture content) ในทุกอัตราส่วน มีค่าความชื้นใกล้เคียงกัน โดยมีค่าชื้นต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ่านจากทุกอัตราส่วนผสมนั้นมีปริมาณความชื้นตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ที่ได้กำหนดไว้ว่าความชื้นของถ่านอัดแท่งควรมีค่าไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก

จากค่าข้อมูลในตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4 แสดงค่าสารระเหย (Volatile matters) ของถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกทุเรียน ในทุกอัตราส่วน โดยถ่านจากเปลือกมังคุดมีปริมาณสารระเหยน้อยที่สุดเท่ากับ 44.70 เปอร์เซ็นต์ และถ่านจากเปลือกทุเรียนมีปริมารสารระเหยมากที่สุด เท่ากับ 56.72 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ถ่านที่ดีนั่นปริมาณสารระเหยควรมีค่าน้อยที่สุด เพราะสารระเหยในถ่านนั้น รวมไปถึงปริมาณควันที่ออกมาจากถ่านแต่ละอัตราส่วนด้วย อย่างไรก็ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ของถ่านอัดแท่งไม่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของค่าสารระเหยไว้

จากค่าข้อมูลในตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4 แสดงค่าปริมาณเถ้า (Ash content) ในทุกส่วนผสมโดยถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีค่าปริมาณเถ้าสูงถึง 26.68 เปอร์เซ็นต์ และถ่านจากเปลือกมังคุดมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด 5.32 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547 (ข)) ต้องมีปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ซึ่งการเพิ่มปริมาณก้อนเชื้อเห็ดส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มปริมาณเถ้า ซึ่งอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกมังคุด ต้องไม่เกิน 2 : 8 โดยปริมาณเถ้ายังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในกรณีของถ่านอัดแท่งจากของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วและเปลือกทุเรียนมีค่าปริมาณเถ้าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งค่าปริมาณเถ้าจะต้องมีค่าน้อย เพราะปริมาณเถ้าจะมีผลต่อการลุกไหม้ของไฟและความร้อนที่ได้จึงต้องมีการควบคุมปริมาณเถ้าให้น้อยที่สุด

การทดสอบค่าคาร์บอนคงตัวตามมาตรฐาน ASTM D 3172 ซึ่งการหาค่าคาร์บอนคงตัวนั้นหาได้จากเอาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น, เปอร์เซ็นต์สารระเหย และ เปอร์เซ็นต์ปริมาณเถ้า นำไปลบ 100 ก็จะได้เปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงตัว ซึ่งผลการทดลองที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon) ในทุกอัตราส่วนผสม โดยถ่านจากเปลือกมังคุดมีค่าคาร์บอนคงตัวสูงสุดเท่ากับ 43.51 เปอร์เซ็นต์ และถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้ามีค่าคาร์บอนคงตัวต่ำที่สุด เท่ากับ 14.13 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการเพิ่มอัตราส่วนของถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าส่งผลให้ค่าคาร์บอนคงตัวมีแนวโน้มลดลง ซึ่งถ่านที่ดีต้องมีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงเพราะค่าคาร์บอนคงตัวที่อยู่ในถ่านนั่นจะทำให้การติดไฟดีขึ้น อย่างไรก็ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ของถ่านอัดแท่งไม่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของค่าคาร์บอนคงตัวไว้

จากค่าข้อมูลในตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4 แสดงค่าปริมาณความร้อน (Heating value) โดยถ่านจากเปลือกมังคุดมีค่าปริมาณความร้อนสูงที่สุด เท่ากับ 6,378 cal/g และถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีปริมาณความร้อนต่ำที่สุด 3,211 cal/g ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่งควรมีค่าไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ซึ่งการเพิ่มปริมาณถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดส่งผลโดยให้ปริมาณความร้อนของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกมังคุด ต้องไม่เกิน 4 : 6 และอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกทุเรียน ต้องไม่เกิน 2 : 8 โดยค่าปริมาณความร้อนยังไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งค่าปริมาณความร้อนจะต้องมีค่าสูง เพื่อให้ได้ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้นๆ ในปริมาณที่สูง เมื่อมีมวลของเชื้อเพลิงที่เท่ากัน

2.2 บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเชื้อเพลิงอัดแท่ง

นำเชื้อเพลิงอัดแท่งในอัตราส่วนของก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว:เปลือกมังคุด 4 : 6 จัดเก็บในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ พลาสติก (ฟิล์มหด) และกล่องกระดาษ ขนาด 1 kg จัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง แสดงดังภาพที่ 2.2 เป็นเวลา 3 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างมาวัด ปริมาณความชื้น และปริมาณความร้อน ทุกๆ 1 เดือน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2.5

ก

ข

ค

ภาพที่ 2.2 ถ่านอัดแท่ง และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง (ก. ไม่ใส่บรรจุภัณฑ์ ข.ใส่กล่องกระดาษ ค.ใส่ในฟิล์มหด)

จากการทดลอง พบว่า การเก็บถ่านไว้เป็นระยะเวลานาน จะส่งผลให้ปริมาณความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น และทำให้ปริมาณความร้อนของถ่านอัดแท่งลดลง เนื่องจากถ่านมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น โดยถ่านอัดแท่งซึ่งไม่มีบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้ม จะมีปริมาณความชื้นสูงสุด และถ่านอัดแท่งภายในกล่องกระดาษจะมีความชื้นต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามการเลือกบรรจุภัณฑ์มีผลต่อต้นทุนที่เกิดขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วถ่านอัดแท่งที่มีการจำหน่ายในท้องตลาดจะเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีราคาถูก เช่น ถุงปุ๋ยบรรจุถ่านอัดแท่ง 20 กก. ถุงกระดาษบรรจุถ่านอัดแท่ง 3 กก. หรือถุงพลาสติกบรรจุถ่านอัดแท่ง 1 กก. เป็นต้น

ตารางที่ 2.5 ปริมาณความชื้น และปริมาณความร้อนของถ่านอัดแท่ง ซึ่งเก็บด้วยบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ

	คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิง					
	ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			ปริมาณความร้อน (cal/g)		
	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน
พลาสติก	7.45±0.26	7.65±0.20	8.07±0.28	4,709±157	4,561±120	4,417±147
กล่องกระดาษ	7.21±0.08	7.43±0.11	7.55±0.08	4,735±123	4,632±91	4,566±135
ไม่บรรจุ	7.73±0.28	8.47±0.19	8.88±0.33	4,532±117	4,424±171	4,181±179

หมายเหตุ โดยถ่านอัดแท่งจากการทดลองมีความชื้นเริ่มต้น 6.46% และปริมาณความร้อน 5,110 cal/g

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ขอเลือกบรรจุภัณฑ์พลาสติกฟิล์มหดเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าการไม่ใส่บรรจุภัณฑ์ มีราคาถูก และสะดวกในการใช้งานเมื่อเปรียบเทียบกับกล่องกระดาษ

2.3 ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน

การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่เรียกว่า เครื่องชี้คุณค่าทางเศรษฐกิจของโครงการ ซึ่งได้แก่ งบกระแสเงินสดสุทธิ (Net cash flow) ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback period) มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน (Net present value) โดยต้องคำนวณหาต้นทุนในการผลิตซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ต้นทุนคงที่ และต้นทุนแปรผัน ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าก่อสร้างอาคารโรงงาน ค่าเครื่องอัด ค่าเครื่องบดหยาบ และค่าเตาเผาถ่าน ส่วนต้นทุนแปรผัน ได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าแรงงาน ค่าบำรุงรักษา ค่าขนส่ง ค่าเกลียวอัด ค่าเผาถ่าน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (Cost of Production)

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย พิจารณาจากราคาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ในการผลิตถ่านอัดแท่งดังแสดงในตารางที่ 4.6 และราคาต้นทุนผันแปรของการผลิตถ่านอัดแท่งดังแสดงในตารางที่ 4.7

ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตถ่านอัดแท่ง ทางผู้วิจัยจึงได้กำหนด ระยะเวลาในการวิเคราะห์ระยะเวลาที่สามารถใช้เครื่องจักร เท่ากับ 5 ปี หรือ 1,300 วัน มีรายละเอียดในการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 2.6 รายการราคาต้นทุนของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน

รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์ถ่านอัดแท่ง	ราคา (บาท)
1. เครื่องบด จำนวน 1 เครื่อง* (150-200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง 3 hp)[ก]	25,000
2. เครื่องอัดแบบเกลียวตัวหนอนจำนวน 1 เครื่อง* (62.5-250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง 3 hp)[ข]	20,000
3. ถัง 200 ลิตร มีฝาปิด จำนวน 50 ใบ / 5 ปี (ใบละ 2,100 บาท)	105,000
4. ถังผสมวัสดุ (Mixing Tank) 5 ใบ / 5 ปี (ใบละ 1,000 บาท)	5,000
5. ค่าบำรุงรักษา / 5 ปี	5,000
ราคาต้นทุนรวม	160,000

ก https://www.gotoknow.org/posts/269478

ข https://www.nanagarden.com/tag/เครื่องอัดถ่านแท่ง

ตารางที่ 2.7 รายการราคาต้นทุนผันแปรของการผลิตถ่านอัดแท่ง

รายการวัสดุและแรงงาน	ราคา (บาท)
1. ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วแห้ง กิโลกรัมละ (เฉพาะค่าขนส่ง)	1.00
2. เปลือกมังคุดแห้ง กิโลกรัมละ (รวมค่าขนส่ง)	4.00
3. เปลือกทุเรียนแห้ง กิโลกรัมละ (เฉพาะค่าขนส่ง)	1.00
3. แป้งมัน กิโลกรัมละ	10
4. ค่าน้ำ ลิตรละ	0.02
5. ค่าไฟฟ้า หน่วยละ	3.5
6. ค่าแรงงาน วันละ (6 ชั่วโมง ทำงาน)	240
7. ค่าไม้ฟืนในการจุดเตา ถังละ	2.0
8. ค่าบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุถ่าน คิดราคาต่อน้ำหนักถ่านกิโลกรัม ละ	1.5

หมายเหตุ

กำหนดให้ ค่าเปลือกมังคุดสด 3 บาท/กก. เปลือกทุเรียน และก้อนเชื้อเห็ด ไม่มีต้นทุน

ค่าขนส่ง กก. ละ 1 บาท

ราคากิ่งไม้ทำฟืนราคา 700 บาท/ตัน (https://www.yangpalm.com/2017/02/1000.html)

การคำนวณต้นทุนแปรผัน

จากตารางที่ 2.8 – 2.12 แสดงวิธีการคำนวณต้นทุนของค่าวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่ง ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าเชื้อเพลิง และค่าบรรจุภัณฑ์

ตารางที่ 2.8 น้ำหนักของถ่านที่ได้จากการเผาต่อครั้ง

ถ่าน	ค่าวัตถุดิบ /กก.	น้ำหนักวัตถุดิบ (กก.) /ครั้ง/ถัง	ได้ถ่าน (กก.) /ครั้ง/ถัง
ก้อนเห็ดใช้แล้ว	1.00	16.98	5.25
เปลือกมังคุด	4.00	31.67	11.93
เปลือกทุเรียน	1.00	16.17	5.50

กำหนดให้เผา 10 ถัง/วัน

- ถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้ว 100%

ใช้ถังเผาเห็ด 10 ถัง ได้ถ่าน 10*5.25 = 52.5 กก.

- ถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้ว 40% เปลือกมังคุด 60% (ถ่านเปลือกมังคุด 60%)

ใช้ถังเผาเห็ด 6 ถัง ได้ถ่าน 6*5.25 กก./ถัง = 31.5 กก. เผาเปลือกมังคุด 4 ถัง ได้ถ่าน 4*11.93 กก./ถัง = 47.72 กก. รวมได้ถ่าน 79.22 กก./วัน

- ถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้ว 20% เปลือกทุเรียน 80% (ถ่านเปลือกทุเรียน 80%)

ใช้ถังเผาเห็ด 2 ถัง ได้ถ่าน 2*5.25 = 10.5 กก. เผาเปลือกทุเรียน 8 ถัง ได้ถ่าน 8*5.5 กก./ถัง = 44.0 กก. รวมได้ถ่าน 54.5 กก./วัน

ตารางที่ 2.9 ค่าวัตถุดิบในการผลิตถ่านต่อกิโลกรัม

	ค่าวัตถุดิบรวม/วัน	ได้ถ่าน/วัน	ค่าวัตถุดิบ/กก.
ถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้ว	1.0*16.98*10 = 169.8	52.5	3.23
ถ่านเปลือกมังคุด 60%	1.0*16.98*6 + 4.0*31.67*4 = 608.6	79.22	7.68
ถ่านเปลือกทุเรียน 80%	1.0*16.98*2 + 1.0*16.17*8 = 163.3	54.5	2.99

หมายเหตุ ตัวอย่างการคำนวณ

ถ่านเปลือกมังคุด 60%	ใช้ก้อนเห็ด 6 ถัง	1.0 บาท/กก. * 16.98 กก./ถัง * 6 ถัง +
	ใช้เปลือกมังคุด 4 ถัง	4.0 บาท/กก. * 31.67 กก./ถัง * 4 ถัง

อัตราส่วนถ่าน:น้ำ:แป้งมัน = 10:8:0.5

ตารางที่ 2.10 ค่าน้ำ และค่าแป้งมันในการผลิตถ่านต่อกิโลกรัม

	ใช้แป้งมัน (กก.) /วัน	ใช้น้ำ (ลิตร) /วัน	ค่าน้ำ+แป้งมัน/กก.
ถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้ว	52.5/10*0.5 = 2.63	52.5/10*8 = 42	0.52
ถ่านเปลือกมังคุด 60%	79.22/10*0.5 = 3.96	79.22/10*8 = 63.4	0.52
ถ่านเปลือกทุเรียน 80%	54.5/10*0.5 = 2.72	54.5/10*8 = 43.6	0.52

การคำนวณค่าไฟฟ้า

กำหนดให้ทุกอัตราส่วนใช้เวลาในการบด และการอัด อย่างละ 0.5 ชั่วโมง เท่ากันทุกอัตราส่วน

เครื่องบด และเครื่องอัดใช้พลังงาน 3 แรงม้า 1 ชั่วโมง = 2237 วัตต์-ชั่วโมง = 2.237 หน่วย

ค่าไฟ หน่วยละ 3.5 บาท คิดเป็นค่าไฟฟ้า = 7.83 บาท/วัน

กำหนดให้ค่าแรงวันละ 240 บาท/วัน ใช้คนงาน 1 คน ค่าบรรจุภัณฑ์ 1.5 บาท/กก.

ตารางที่ 2.11 รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตถ่านต่อกิโลกรัม

	ค่าไฟฟ้า/กก.	ค่าไม้ฟืน/กก.	ค่าแรงงาน/กก.	รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด /กก.
ถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้ว	0.15	0.38	4.57	10.35
ถ่านเปลือกมังคุด 60%	0.10	0.25	3.03	13.08
ถ่านเปลือกทุเรียน 80%	0.14	0.37	4.40	9.92

ตัวอย่างการคำนวณ

ถ่านเปลือกมังคุด 60%

ค่าไฟ	7.83 บาท /79.22 กก.	=	0.10 บาท/กก.
ค่าไม้ฟืน	20 บาท / 79.22 กก.	=	0.25 บาท/กก.
ค่าแรงงาน	160 บาท / 79.22 กก.	=	3.03 บาท/กก.

รวมค่าใช้จ่าย = ค่าวัตถุดิบ+(ค่าน้ำ+แป้งมัน)+ค่าไฟฟ้า+ค่าไม้ฟืน+ค่าแรงงาน+ค่าบรรจุภัณฑ์

= 7.68 + 0.52 + 0.1 +0.25 + 3.03 + 1.5 = 13.08 บาท

จากตาราง 2.10 และ 2.11 มาคำนวณหาต้นทุนต่อหน่วย คำนวณต้นทุนรวมได้ดังนี้

อัตราส่วนที่ 1 ก้อนเห็ดใช้แล้ว 100%	ต้นทุนต่อหน่วยอยู่ที่ 10.35 บาท/กิโลกรัม
อัตราส่วนที่ 2 ก้อนเห็ดใช้แล้ว 40% เปลือกมังคุด 60%	ต้นทุนต่อหน่วยอยู่ที่ 13.08 บาท/กิโลกรัม
อัตราส่วนที่ 3 ก้อนเห็ดใช้แล้ว 20% เปลือกทุเรียน 80%	ต้นทุนต่อหน่วยอยู่ที่ 9.92 บาท/กิโลกรัม

โดยกำหนด 1 ปี ทำงาน 260 วัน กำหนดราคาขายถ่านอัดแท่งที่มีปริมาณความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 cal/g เท่ากับ 14 บาท/กก.ในกรณีถ่านจากก้อนเห็ดมีปริมาณความร้อน 3,211 cal/g จึงกำหนดให้มีราคาขายเท่ากับ 3,211*14/5,000 = 9 บาท/กก.

ตารางที่ 2.12 ปริมาณถ่าน รายรับ และค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตถ่านต่อปี

	ถ่าน (กก.)	รายรับ	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด
ถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้ว	13,650	122,850	141,277
ถ่านเปลือกมังคุด 60%	20,597	288,358	269,409
ถ่านเปลือกทุเรียน 80%	14,170	198,380	140,566

ตัวอย่างการคำนวณ

ถ่านเปลือกมังคุด 60% ได้ถ่านวันละ 79.22 กก./วัน * 260 วัน = 20,597 กก.

รายรับ ขาย กก. ละ 14 บาท = 20597*14 = 288,358 บาท

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ค่าใช้จ่าย กก. ละ 13.08 บาท = 20597*13.08 = 269,409 บาท

การวิเคราะห์การคำนวณหา NPV โดยคำนวณจากต้นทุน รายจ่าย และรายรับในแต่ละปีโดยกำหนดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6 บาท/ปี เป็นอัตราดอกเบี้ยคงทีตลาดระยะเวลาของโครงการ ดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ผลการวิเคราะห์การคำนวณหา NPV (โดยคำนวณจากต้นทุน รายจ่าย และรายรับในแต่ละปี โดยกำหนดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6 บาท/ปี เป็นอัตราดอกเบี้ยคงที่ตลาดระยะเวลาของโครงการ)

อัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่ง	ต้นทุนเครื่องจักร (บาท)	รายจ่าย (บาท/ปี)	รายรับ (บาท/ปี)	Rt (1-5)	NPVรายปี					NPVt=1-5	คืนทุน(ปี)	IRR
					t=1	t=2	t=3	t=4	t=5			
ถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้ว	160,000	141,277	122,850	-18,247	-17,137	-15,547	-14,557	-13,635	-12,530	-233,708	-	-
ถ่านเปลือกมังคุด 60%	160,000	269,409	288,358	18,949	17,622	16,296	14,969	14,022	12,885	-84,204	8.44	-15.26
ถ่านเปลือกทุเรียน 80%	160,000	140,566	198,380	57,814	43,767	49,720	45,673	42,482	39,313	71,256	2.77	23.62

หมายเหตุ รายจ่าย = รายจ่ายต่อปี + ดอกเบี้ยร้อยละ 6

จากตารางที่ 2.13 จะเห็นได้ว่า ค่า NPV ของถ่านเปลือกทุเรียน 80% มีค่า NPV > 0 แสดงว่าการลงทุนโครงการมีความคุ้มค่า ในกรณีของถ่านเปลือกมังคุด 60% และถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้วมีค่า NPV < 0 แสดงว่าการลงทุนโครงการไม่มีความคุ้มค่า ค่า IRR ของถ่านเปลือกทุเรียน 80% มีค่า IRR > อัตราดอกเบี้ย 6 % แสดงว่าการลงทุนโครงการมีความคุ้มค่า และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี ซึ่งมีค่าน้อยกว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักร แสดงว่าโครงการมีความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับได้ ในกรณีของของถ่านเปลือกมังคุด 60% และถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้วมีค่ามีค่า IRR < อัตราดอกเบี้ย 6% แสดงว่าการลงทุนโครงการไม่มีความคุ้มค่า และระยะเวลาคืนทุนขอของถ่านเปลือกมังคุด 60% มีค่าเท่ากับ 8.44 ปี และค่ามากกว่ากว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักร แสดงว่าโครงการมีความเสี่ยงสูง โดยถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้วไม่สามารถคำนวณค่า IRR ได้ เนื่องจากผลดำเนินการขาดทุน จึงทำให้ไม่มีระยะเวลาคืนทุนเช่นกัน เนื่องจากถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้วมีค่าพลังงานต่ำที่สุด เมื่อเทียบค่าวัตถุดิบและค่าดำเนินการต่างๆ กับปริมาณความร้อน ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูง ในกรณีของถ่านจาก เปลือกมังคุด 60% มีค่า IRR และระยะคืนทุน อยู่ตรงกึ่งกลางของถ่านทั้งสามชนิด โดยค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นมา คือ ค่าเปลือกมังคุด ซึ่งปัจจุบันมีความต้องการของตลาดนำเปลือกมังคุดไปสกัดสาร ส่งผลให้เปลือกมังคุดมีมูลค่าเพิ่มขึ้น และมีราคาสูงกว่าก้อนเห็ดใช้แล้ว และเปลือกทุเรียน ดังนั้นถ่านที่ผสมเปลือกมังคุดจึงมีต้นทุนที่สูงขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีค่าการให้ความร้อนที่สูงก็ตาม ในกรณีของถ่านจากเปลือกทุเรียน 80% มีค่า IRR สูงสุด และระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด เนื่องจากเปลือกทุเรียนไม่มีมูลค่า และไม่มีการใช้ประโยชน์ แต่ปริมาณความร้อนของเปลือกทุเรียนมีค่าสูง ส่งผลให้เมื่อนำมาผลิตถ่านต้นทุนในการผลิตจึงมีค่าต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของถ่านที่ได้ลดลง และมูลค่าของถ่านลดลงด้วยเช่นกัน

บทที่ 3

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาศักยภาพการผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว และเปลือกผลไม้เพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว และเปลือกผลไม้ โดยผู้ทำการวิจัยได้เลือกใช้เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการศึกษา ซึ่งเป็นขยะเหลือทิ้งจากครัวเรือน มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้ ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

- ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน สามารถนำมาเผาให้เป็นถ่านได้ถ่าน มีสีดำ น้ำหนักเบา นำมาบดให้เป็นผงละเอียด ผสมกับกาวแป้งเปียกในอัตราส่วน 5: 1 แล้วอัดเป็นแท่ง ตากแดดให้แห้งสนิท สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงได้

- คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว ร่วมกับเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุด เนื่องด้วยองค์ประกอบของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีปริมาณเถ้าสูง ดังนั้นเมื่อทำการเผาถ่าน ถ่านที่ได้จึงมีเถ้าสูงเช่นกัน ดังนั้นเมื่อนำมาผสมกับถ่านจากเปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด พบว่า สามารถผสมระหว่างถ่านก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว 40 เปอร์เซ็นต์ กับถ่านจากเปลือกมังคุด 60 เปอร์เซ็นต์ และ ถ่านก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถผสมกับถ่านจากเปลือกทุเรียน 80 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณเถ้า และค่าอื่นๆ ที่ได้ทำการทดสอบแล้วผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

- เนื่องจากถ่านอัดแท่งสามารถดูดความชื้นได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณความร้อนของถ่านอัดแท่งโดยตรง ดังนั้นการเลือกบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุถ่านอัดแท่งจึงมีความสำคัญ อย่างไรก็ตามการเลือกชนิดบรรจุภัณฑ์ควรคำนึงถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นด้วย โดยจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าพลาสติกฟิล์มหดสามารถใช้ในการบรรจุถ่านอัดแท่ง แต่ถ้าถ่านอัดแท่งที่มีน้ำหนักมาก พลาสติกฟิล์มหดอาจไม่เหมาะสม ซึ่งสามารถเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์เป็นกล่องกระดาษที่สามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้น

- จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า การผลิตถ่านก้อนเห็ด 20% เปลือกทุเรียน 80% มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงที่สุด เนื่องจากเปลือกทุเรียนไม่มีมูลค่า และมีปริมาณความร้อนสูง ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณก้อนเชื้อเห็ดจะทำให้มูลค่าของถ่านลดลง เนื่องจากปริมาณความร้อนของถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีค่าต่ำ และส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

- เนื่องด้วยเปลือกผลไม้ และก้อนเชื้อเห็ดมีความชื้นสูง การตากแดดเพียงอย่างเดียว อาจใช้เวลานานในการลดความชื้น และอาจทำให้เกิดราขึ้นได้

- ก้อนเชื้อเห็ดค่อนข้างแตกหักง่าย ซึ่งจะส่งผลการร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เนื่องจากเศษ หรือผงที่แตกออกมาจะล่วงลงสู่ก้นเตาเผา และเกิดการเผาไหม้ ไม่เกิดเป็นถ่าน

- ถึงแม้ว่าการใช้ถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้ว สามารถผสมได้เพียงร้อยละ 20 อย่างไรก็ตามการผลิตถ่านอัดแท่งเพื่อใช้ในชุมชน อาจไม่ต้องคำนึงถึงเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จึง

สามารถผสมถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้วในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นได้ และไม่มีผลกระทบทางด้านสุขภาพต่อผู้ผลิต และผู้ใช้งาน ตลอดจนสิ่งแวดล้อม

- ในช่วงนอกฤดูกาลมังคุด และทุเรียน ชุมชนสามารถนำวัสดุทางธรรมชาติอื่นๆ ที่มีในท้องถิ่น มาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เช่น ฟางข้าว เศษไม้ยางพารา และกาลาปาล์ม เป็นต้น เนื่องจากในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช มีพื้นที่การปลูกยางพารามากที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่ปลูกข้าว และปลูกปาล์มน้ำมัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามอัตราส่วนในการผสม จำเป็นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

- จากข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ โดยการถ่านเปลือกทุเรียน 80% จะมีการใช้ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วประมาณ 10.5 กิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง/วัน (ประมาณ 50 ก้อนต่อวัน) ซึ่งเพียงพอต่อปริมาณการปลูกเห็ดในชุมชน อย่างไรก็ตามอาจมีปริมาณก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว คงเหลือสะสมในแต่ละวัน ซึ่งอาจนำก้อนเชื้อเห็ดเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น เช่น การทำปุ๋ย หรือการผสมลงในดินเพื่อช่วยปรับปรุงสภาพดิน เป็นต้น

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. รายงานข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจ การเกษตร ปี 2553.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2555. แนวทางการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประเภทการเผาถ่าน หรือการสะสมถ่าน.สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 110 หน้า.

กิติพงษ์ ถือสัตย์. 2547. การศึกษาศักยภาพทางการตลาดและความเป็นไปได้ของธุรกิจถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา. นครราชสีมา: ม.ป.พ.

เจิดจันทร์ จันทร์ดี และวิมลวรรณ จำชาติ (2553) การศึกษาศักยภาพของถ่านอัดแท่งจากก้อนเพาะเห็ดที่ใช้แล้ว. http://ecrc-lpru.wixsite.com/energylpru/work1

จารุณี แสงสุวรรณวาว. 2530. การศึกษาการทำเชื้อเพลิงเขียวจากจากเศษวัสดุเกษตรผสมกากส่าเหล้าและกากน้ำตาลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนฟืนและถ่าน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธเนศ ไชยชนะ จอมภพ แววศักดิ์ จตุพร แก้วอ่อน และอุษา อ้นทอง. 2557. สมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของถ่านเปลือกมังคุด. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 17: 3 ฉบับพิเศษ, 29-36.

ธารินี มหายศนันท์. 2548. การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งสาหรับการผลิตในระดับครัวเรือน. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นารา พิทักษ์อรรณพ, 2541, “การผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ทาง อุตสาหกรรม”, เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้, โครงการวิจัยที่ ภ. 31-05, รายงานฉบับที่ 2.

ประริญา ลำไพ. 2546. การศึกษาศักยภาพกากตะกอนน้ำเสียอุตสาหกรรมประเภทอนินทรีย์สารเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2549. ชีวมวล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ :คิว พรินท แมเนจเม้นท์.

สุริยา ชัยเดชทยากูล, 2544, การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากส่วนผสมกากตะกอนของระบบบำบัด น้ำเสียและเศษชิ้นไม้สับของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อัจฉรา อัศวรุจิกุลชัย, ชลันดา เสมสายัณห์, นัฐพร ประภักดี, ณัฐธิดา เปี่ยมสุวรรณศิริ และนิภาวรรณ ชูชาติ. 2554. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 หน้า 162-168

เอกลักษณ์ กิติภัทร์ถาวร, ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ และ วลัยรัตน์ อุตตมะปรากรม. 2556. เชื้อเพลิงอัดแท่งจากการผลิตร่วมของตะกอนเปียกอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล. วารสารวิจัยพลังงาน 10: 43-56.

Owen McDougal, Richard Stanley and Seth C. Holstein, 2001. A unique approach to conservation. Chemical Innovation 31: 22-28.

https://www.gotoknow.org/posts/269478
https://www.nanagarden.com/tag/เครื่องอัดถ่านแท่ง
https://www.yangpalm.com/2017/02/1000.html

ภาคผนวก

ก. การคำนวณ NPV และ IRR

ก้อนเห็ดใช้แล้ว 100%

IRR #NUM! หน่วย : พันบาท

ปี	รายได้ (1)	รายจ่าย (2)	%อัตราส่วนลด 8	ผลตอบแทนสุทธิ	รายได้ปัจจุบัน	รายจ่ายปัจจุบัน	ผลตอบแทนปัจจุบัน (3)	ผลการวิเคราะห์		ผลตอบแทนสุทธิ	%ลดสูง #NUM!	ผลตอบแทนสุทธิ(%ลดสูง)	%ลดต่ำ #NUM!	ผลตอบแทนสุทธิ(%ลดต่ำ)
0	0.00	160,000.00	1.00	-160,000.00	0.00	160,000.00	-160,000.00	B/C	0.68	-160,000.00	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
1	122,850.00	141,277.00	0.93	-18,427.00	114,250.50	131,387.61	-17,137.11	NPV	-233,708.00	-18,427.00	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
2	122,850.00	141,277.00	0.86	-18,427.00	105,651.00	121,498.22	-15,847.22	IRR	#NUM!	-18,427.00	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
3	122,850.00	141,277.00	0.79	-18,427.00	97,051.50	111,608.83	-14,557.33			-18,427.00	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
4	122,850.00	141,277.00	0.74	-18,427.00	90,909.00	104,544.98	-13,635.98			-18,427.00	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
5	122,850.00	141,277.00	0.68	-18,427.00	83,538.00	96,068.36	-12,530.36			-18,427.00	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
6	0.00	0.00									#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
7	0.00	0.00									#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
8	0.00	0.00									#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
	614,250.00	866,385.00	5.00	-252,135.00	491,400.00	725,108.00	-233,708.00			-252,135.00	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!

เปลือกมังคุด 60%

IRR -15.25 หน่วย : พันบาท

ปี	รายได้ (1)	รายจ่าย (2)	%อัตราส่วนลด 8	ผลตอบแทนสุทธิ	รายได้ปัจจุบัน	รายจ่ายปัจจุบัน	ผลตอบแทนปัจจุบัน (3)	ผลการวิเคราะห์		ผลตอบแทนสุทธิ	%ลดสูง -15	ผลตอบแทนสุทธิ(%ลดสูง)	%ลดต่ำ -16	ผลตอบแทนสุทธิ(%ลดต่ำ)
0	0.00	160,000.00	1.00	-160,000.00	0.00	160,000.00	-160,000.00	B/C	0.93	-160,000.00	1.00	-160,000.00	1.00	-160,000.00
1	288,358.00	269,409.00	0.93	18,949.00	268,172.94	250,550.37	17,622.57	NPV	-84,204.00	18,949.00	1.18	22,359.82	1.19	22,549.31
2	288,358.00	269,409.00	0.86	18,949.00	247,987.88	231,691.74	16,296.14	IRR	-15.26	18,949.00	1.38	26,149.62	1.42	26,907.58
3	288,358.00	269,409.00	0.79	18,949.00	227,802.82	212,833.11	14,969.71			18,949.00	1.63	30,886.87	1.69	32,023.81
4	288,358.00	269,409.00	0.74	18,949.00	213,384.92	199,362.66	14,022.26			18,949.00	1.92	36,382.08	2.01	38,087.49
5	288,358.00	269,409.00	0.68	18,949.00	196,083.44	183,198.12	12,885.32			18,949.00	2.25	42,635.25	2.39	45,288.11
6	0.00	0.00												
7	0.00	0.00												
8	0.00	0.00												
	1,441,790.00	1,507,045.00	5.00	-65,255.00	1,153,432.00	1,237,636.00	-84,204.00			-65,255.00	9.36	-1,586.36	9.70	4,856.30

เปลือกทุเรียน 80%

IRR 23.61 หน่วย : พันบาท

ปี	รายได้ (1)	รายจ่าย (2)	%อัตราส่วนลด 8	ผลตอบแทนสุทธิ	รายได้ปัจจุบัน	รายจ่ายปัจจุบัน	ผลตอบแทนปัจจุบัน (3)	ผลการวิเคราะห์		ผลตอบแทนสุทธิ	%ลดสูง 24	ผลตอบแทนสุทธิ(%ลดสูง)	%ลดต่ำ 23	ผลตอบแทนสุทธิ(%ลดต่ำ)
0	0.00	160,000.00	1.00	-160,000.00	0.00	160,000.00	-160,000.00	B/C	1.10	-160,000.00	1.00	-160,000.00	1.00	-160,000.00
1	198,380.00	140,566.00	0.93	57,814.00	184,493.40	130,726.38	53,767.02	NPV	71,256.00	57,814.00	0.81	46,829.34	0.81	46,829.34
2	198,380.00	140,566.00	0.86	57,814.00	170,606.80	120,886.76	49,720.04	IRR	23.62	57,814.00	0.65	37,579.10	0.66	38,157.24
3	198,380.00	140,566.00	0.79	57,814.00	156,720.20	111,047.14	45,673.06			57,814.00	0.52	30,063.28	0.54	31,219.56
4	198,380.00	140,566.00	0.74	57,814.00	146,801.20	104,018.84	42,782.36			57,814.00	0.42	24,281.88	0.44	25,438.16
5	198,380.00	140,566.00	0.68	57,814.00	134,898.40	95,584.88	39,313.52			57,814.00	0.34	19,656.76	0.36	20,813.04
6	0.00	0.00												
7	0.00	0.00												
8	0.00	0.00												
	991,900.00	862,830.00	5.00	129,070.00	793,520.00	722,264.00	71,256.00			129,070.00	3.74	-1,589.64	3.81	2,457.34

หมายเหตุ

1. ให้กรอกเฉพาะตัวเลขข้อมูลรายได้และรายจ่ายในแต่ละปี ลงในช่องรายได้(1) และรายจ่าย (2) เท่านั้น ส่วนที่เหลือโปรแกรมจะคำนวณให้เองโดยอัตโนมัติ
2. การหาระยะเวลาคืนทุน หาได้จากผลรวมของผลตอบแทนปัจจุบัน (3) ตั้งแต่ปีที่ 1 ไปจนถึงปีที่ผลรวมของ (3) มีค่าสูงกว่าค่าลงทุนในปีที่ 0 จะได้ระยะเวลาคืนทุนภายในปีนั้น
3. ตารางคำนวณ IRR, NPV, และ B/C ratio สามารถ download ได้จาก website ของสำนักพัฒนาระบบการบริหารการจัดการสหกรณ์

ข. บทความสำหรับเผยแพร่

การผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วและเปลือกผลไม้

กิตติภูมิ ศุภลักษณ์ปัญญา*[1] รวมพร นิคม[2] สุวัฒนา นิคม[3]
1 คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

การผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว และเปลือกผลไม้ได้แนวคิดจากการใช้ประโยชน์จากของเสียทางเกษตรกรรม เช่น ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน ซึ่งมีมากในจังหวัดนครศรีธรรมราช งานวิจัยนี้จึงศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกทุเรียนในอัตราส่วนผสมที่ 0:10, 2:8, 4:6, 6:4 8:2 และ 10:0 โดยน้ำหนัก โดยทำการอัดแท่ง และทดสอบคุณสมบัติค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ผลการทดสอบ พบว่า ถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกมังคุด ในอัตราส่วนผสม 4:6 และ ถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกทุเรียนในอัตราส่วนผสม 2:8 มีค่าความร้อนใกล้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มผช. ที่กำหนดไว้ว่าถ่านอัดแท่งจะต้องมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วผสมเปลือกทุเรียนในอัตราส่วน 2:8 มีต้นทุนการผลิต เท่ากับ 9.92 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อมีกำลังการผลิตที่ 54.5 กิโลกรัม/วัน จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 2.77 ปี ซึ่งผลการศึกษาวิจัยสามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว และเปลือกทุเรียนมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าได้

คำสำคัญ : ถ่านอัดแท่ง ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกมังคุด เปลือกทุเรียน

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาด้านพลังงาน เนื่องจากแหล่งพลังงานธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งานในประเทศ จึงเป็นประเด็นสำคัญที่มีผลต่อการแข่งขันของประเทศในเวทีโลก จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมทางด้านพลังงาน จัดหาแหล่งพลังงานธรรมชาติเพิ่มขึ้น ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม โดยประเทศไทยยังมีวัสดุเหลือทิ้งจากการทำเกษตรกรรมอยู่มาก และยังมิได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง เช่น แกลบ กากอ้อย มูลสัตว์ ซังข้าวโพด เป็นต้น โดยการเพาะเห็ดเป็นอาชีพหนึ่งที่มีผู้ประกอบการเพิ่มขึ้นอย่างมาก หลังจากเก็บดอกเห็ดแล้วจะมีก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วถูกนำมาทิ้งจำนวนมาก ซึ่งขยะเหล่านี้มีความชื้นสูงไม่เหมาะที่จะนำไปเผา จึงถูกนำไปทิ้งตามที่ต่างๆ ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาการใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดเพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อให้ผู้เพาะเห็ดสามารถนำเชื้อเพลิงดังกล่าวกลับมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในการหุงต้ม หรือนำมาใช้เพื่อการนึ่งฆ่าเชื้อถุงเห็ดเพื่อการผลิตก้อนเชื้อเห็ดใหม่

จะช่วยลดต้นทุนการผลิตเห็ด เพิ่มมูลค่าสิ่งที่ไม่ใช้แล้ว และที่สำคัญที่สุดเพื่อลดปริมาณขยะซึ่งอาจก่อให้เกิดมลพิษตามมา

เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นแนวทางหนึ่งที่นำเอาวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยนำมาทดแทนไม้ฟืนและถ่าน วัสดุเหลือใช้พวกชีวมวลจากพืช หรือของเหลือทิ้งจากการเกษตรสามารถเปลี่ยนรูปให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณค่าด้วยกระบวนการอัดแท่ง ทำให้มีความหนาแน่นสูงขึ้นอย่างไรก็ตามถ่านอัดแท่งจากก้อนเพาะเห็ดที่ใช้แล้ว มีค่าความร้อน และปริมาณเถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ โดยเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จึงควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของถ่านอัดแท่งจากก้อนเพาะเห็ดที่ใช้แล้วต่อไป (เจิดจันทร์ และวิมลวรรณ, 2553)

ผลไม้สำคัญของประเทศไทยซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากในภาคใต้ และภาคตะวันออกโดยเฉพาะในจังหวัดจันทบุรี ชุมพร และนครศรีธรรมราช ได้แก่ มังคุด และทุเรียน จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรพบว่าในปี พ.ศ.2553 (กรมพัฒนาสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2531) มีผลผลิตมังคุดออกมาเท่ากับ 250,508 ตัน โดยประมาณว่าในมังคุดสด 1 กิโลกรัมจะมีเปลือกประมาณ 50% ของน้ำหนัก อย่างไรก็ตามเปลือกมังคุดมีอัตราส่วนของน้ำที่สูง และมีความเป็นรูพรุนสูง ดังนั้นเมื่อทำให้แห้งก็พบว่าน้ำหนักจะลดลงเป็นจำนวนมาก และทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เปลือกทุเรียนเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการบริโภค จากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เช่น ทุเรียนทอดกรอบ ทุเรียนกวน ผลผลิตทุเรียนในแต่ละปีประมาณ 686,478 ตันต่อปี เมื่อคิดเป็นปริมาณเปลือกเท่ากับ 462,688.2 ต่อปี ดังนั้นการพัฒนาเปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนเพื่อเป็นพลังงานทดแทนจึงมีความน่าสนใจอย่างยิ่ง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว ซึ่งเป็นชีวมวลราคาถูก เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน ซึ่งเป็นของเสียทางเกษตรกรรม ซึ่งมีมากในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อใช้แทนไม้ฟืน และมีประสิทธิภาพในการให้ความร้อนเพียงพอต่อการประกอบอาหาร มีราคาประหยัด และเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้พัฒนาวัตถุดิบอื่นๆ ในท้องถิ่นให้มีคุณค่าเกิดประโยชน์ในด้านเชื้อเพลิงต่อไป

วิธีการวิจัย

ทำการคัดแยกสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ออกจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน นำไปตากแดดจนแห้งสนิท แล้วนำไปเผาให้เป็นถ่าน ด้วยเตาแบบถัง 200 ลิตร เนื่องจากเป็นการใช้เทคโนโลยีแบบง่าย ราคาถูก นำถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนที่ได้จากการเผามาบดด้วยเครื่องบดละเอียดจนเป็นผงถ่านนำไปร่อนด้วยเครื่องร่อนคัดขนาดโดยใช้ขนาดตะแกรงเบอร์ 30 mesh ให้ได้ขนาดอนุภาคของผงถ่านน้อยกว่า 30 mesh ทำการผสมถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วน 0:10, 2:8, 4:6, 6:4 8:2 และ 10:0 โดยน้ำหนัก โดยในทุกอัตราส่วนนำมาผสมกับกาวแป้งเปียกในอัตราส่วน 5: 1 เพื่อช่วยให้ยึดเกาะกันได้ดี ทำการอัดแท่งแบบเย็น และตัดเชื้อเพลิงออกเป็นท่อน ๆ ละ 10 เซนติเมตร

นำเชื้อเพลิงที่อัดแท่งแล้วไปทำการตากบนแผ่นสังกะสี เพื่อลดความชื้น และทำให้แข็งตัวเกาะกันแน่น เมื่อเชื้อเพลิงแห้งดีแล้วบรรจุลงพลาสติกปิดให้แน่น นำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอัดแท่งทั่วไป ได้แก่ ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว ค่าความร้อน และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ทำการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ การวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการตัวชี้วัดผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value, NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return, IRR) และระยะเวลาคืนทุน (payback period, PB)

ผลการทดลองและอภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุดก่อนที่จะนำมาทำการเผา ซึ่งได้แสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด

คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว	เปลือกมังคุด	เปลือกทุเรียน
ความชื้น	12.40±1.15	7.57±0.68	8.57±0.78
สารระเหย	60.60±2.72	82.9±3.06	79.30±3.90
คาร์บอนคงตัว	14.83±0.94	5.33±0.45	7.54±0.66
เถ้า	13.27±1.15	4.54±0.44	4.07±0.39
ค่าความร้อน (cal/g)	1,701±86.5	4,240±335.7	3,945±508.7

จากตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของวัตถุดิบต่างๆ ที่ทำการศึกษา พบว่า ก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีค่าความชื้น และเถ้าในปริมาณสูง ซึ่งส่งผลต่อค่าความร้อน ทำให้มีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน โดยเปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด มีค่าความร้อนซึ่งใกล้เคียงกับฟืนไม้ทั่วไปที่ 4,390 cal/g (เอกลักษณ์ และคณะ, 2556) ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพของถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว จึงมีความเป็นไปได้ด้วยการผสมถ่านจากเปลือกมังคุด หรือถ่านจากเปลือกทุเรียนเพื่อเพิ่มปริมาณความร้อน และลดปริมาณเถ้าลง

จากการเผาถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว ถ่านเปลือกมังคุด และถ่านเปลือกทุเรียน ได้ถ่านแสดงดังภาพที่ 1 และผลผลิตถ่านสุทธิ (Yield, %) แสดงดังตารางที่ 2

ก. ข. ค.

ภาพที่ 1 ลักษณะถ่านที่ได้จากการศึกษา (ก. ถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว ข.ถ่านจากเปลือกมังคุด ค. ถ่านจากเปลือกทุเรียน)

ตารางที่ 2 ร้อยละของผลผลิตถ่านที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

ชนิดวัตถุดิบ	น้ำหนักเฉลี่ยของวัตถุดิบ/การเผา 1 ครั้ง (kg)	น้ำหนักเฉลี่ยถ่านที่เกิดขึ้น/การเผา 1 ครั้ง (kg)	ผลผลิตถ่านสุทธิ (Yield, %)
ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว	16.98±1.09	5.25±0.44	44.70±3.57
เปลือกมังคุด	31.67±1.25	11.93±1.02	60.47±5.24
เปลือกทุเรียน	16.17±0.85	5.50±0.48	51.56±4.95

จากตารางที่ 2 ซึ่งแสดงร้อยละของผลผลิตถ่านที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ พบว่า ในการเผาวัตถุดิบแต่ละชนิด น้ำหนักการป้อนของวัตถุดิบแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน เนื่องจากมีความแตกต่างในส่วนของความหนาแน่น โดยก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว และเปลือกทุเรียนจะมีน้ำหนักเฉลี่ยของการป้อนวัตถุดิบก่อนการเผาใกล้เคียงกัน แต่เปลือกมังคุดจะสามารถป้อนได้น้ำหนักมากที่สุด และเมื่อทำการเผาจนเป็นถ่าน พบว่าเปลือกมังคุดให้ผลผลิตถ่านสุทธิมากที่สุด แต่ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วให้ผลผลิตถ่านสุทธิน้อยที่สุด ซึ่งอาจเนื่องมาจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วที่ใช้ในการเผาเมื่อใส่ลงไปในเตาเผา และในระหว่างการเคลื่อนย้ายเกิดการแตกหักของก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งบางส่วนหลุดกลายเป็นเศษขี้เลื่อย หรือก้อนเห็ดขนาดเล็ก เมื่อนำมาใส่เตาเผา เศษขี้เลื่อยดังกล่าวจะตกลงที่ก้นถัง และในระหว่างการเผาไหม้เศษเหล่านั้นก็จะติดไฟอย่างรวดเร็ว โดยไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นถ่านได้ ดังนั้นการเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้ว จึงให้ค่าผลผลิตถ่านสุทธิน้อยที่สุด

จากการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยวิธีอัดเย็น จากถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน ในอัตราส่วนต่างๆ 6 อัตราส่วน พบว่า ทุกอัตราส่วนผสมสามารถอัดแท่งได้ และเมื่อนำไปตากแดดแล้วไม่แตกหักง่าย โดยตารางที่ 3 และ 4 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด และก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน ตามลำดับ

จากผลการทดลองในตารางที่ 3 และ 4 พบว่า ความหนาแน่น ความชื้น และค่าสารระเหย ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกมังคุด และเชื้อเพลิงอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกทุเรียนมีค่าใกล้เคียงกัน โดยถ่านจากทุกอัตราส่วนผสมนั้นมีปริมาณความชื้นตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ที่ได้กำหนดไว้ว่าความชื้นของถ่านอัดแท่งควรมีค่าไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก แต่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ของถ่านอัดแท่งไม่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของค่าสารระเหยไว้

จากตารางที่ 3 และ 4 พบว่า การทดสอบค่าคาร์บอนคงตัว และประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง เมื่อทำการเพิ่มอัตราส่วนของถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าส่งผลให้ค่าคาร์บอนคงตัว และประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งมีแนวโน้มลดลง ซึ่งถ่านที่ดีต้องมีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงเพราะค่าคาร์บอนคงตัวที่อยู่ในถ่านนั้นจะทำให้การติดไฟดีขึ้น อย่างไรก็ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ของถ่านอัดแท่งไม่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของค่าคาร์บอนคงตัว และประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งไว้

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด

คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราส่วนถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกมังคุด					
	0:10	2:8	4:6	6:4	8:2	10:0
ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.79±0.04	0.74±0.04	0.67±0.04	0.62±0.05	0.56±0.05	0.51±0.02
ความชื้น	6.47±0.48	6.37±0.30	6.46±0.36	6.29±0.19	6.51±0.21	6.68±0.27
สารระเหย	44.70±2.34	46.59±2.44	47.80±1.73	51.30±1.80	51.12±1.85	52.24±4.95
เถ้า	5.32±0.44	9.12±1.03	13.49±0.74	18.64±1.10	22.07±1.32	26.68±1.99
คาร์บอนคงตัว	43.51±1.78	37.63±2.04	30.31±2.33	24.85±1.83	19.33±1.49	14.13±1.73
ค่าความร้อน (cal/g)	6,378±30.6	5,756±46.9	5,110±44.9	4,438±94.6	3,831±65.5	3,211±122.9
ประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง	34.57±0.74	31.47±0.46	27.53±0.82	24.73±0.63	26.25±0.66	24.83±0.33

ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน

คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	อัตราส่วนถ่านก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วต่อเปลือกทุเรียน					
	0:10	2:8	4:6	6:4	8:2	10:0
ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.53±0.02	0.54±0.02	0.51±0.01	0.54±0.02	0.52±0.02	0.51±0.02
ความชื้น	6.21±0.49	6.25±0.29	6.41±0.14	6.23±0.20	6.44±0.16	6.68±0.27
สารระเหย	56.72±4.90	56.01±3.29	54.93±3.57	54.48±2.76	52.44±2.59	52.24±4.95
เถ้า	7.97±0.51	12.57±0.74	15.04±0.97	20.58±1.11	22.13±1.35	26.68±1.99
คาร์บอนคงตัว	29.09±4.78	26.71±1.96	23.36±1.85	20.06±1.72	16.13±1.16	14.13±1.73
ค่าความร้อน (cal/g)	5,880±21.6	5,303±43.6	4,763±35.7	4,253±65.3	3,726±64.1	3,211±122.9
ประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง	32.52±0.55	29.55±0.55	27.44±1.07	25.69±0.97	25.26±0.69	24.83±0.33

ในกรณีของค่าปริมาณเถ้าในทุกส่วนผสม โดยถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีค่าปริมาณเถ้าสูงถึง 26.68 เปอร์เซ็นต์ และถ่านจากเปลือกมังคุดมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด 5.32 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม, 2547 (ข)) ต้องมีปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ซึ่งการเพิ่มปริมาณก้อนเชื้อเห็ดส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มปริมาณเถ้า ซึ่งอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกมังคุด ต้องไม่เกิน 2 : 8 โดยปริมาณเถ้ายังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในกรณีของถ่านอัดแท่งจากของก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วและเปลือกทุเรียนมีค่าปริมาณเถ้าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งค่าปริมาณเถ้าจะต้องมีค่าน้อย เพราะปริมาณเถ้าจะมีผลต่อการลุกไหม้ของไฟและความร้อนที่ได้จึงต้องมีการควบคุมปริมาณเถ้าให้น้อยที่สุด และค่าปริมาณความร้อน (Heating value) โดยถ่านจากเปลือกมังคุดมีค่าปริมาณความร้อนสูงที่สุด เท่ากับ 6,378 cal/g และถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีปริมาณความร้อนต่ำที่สุด 3,211 cal/g ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่งควรมีค่าไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ซึ่งการเพิ่มปริมาณถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดส่งผลโดยให้ปริมาณความร้อนของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกมังคุด ต้องไม่เกิน 4 : 6 และอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วผสมกับเปลือกทุเรียน ต้องไม่เกิน 2 : 8 โดยค่าปริมาณความร้อนยังไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งค่าปริมาณความร้อนจะต้องมีค่าสูงเพื่อให้ได้ปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้นๆ ในปริมาณที่สูง เมื่อมีมวลของเชื้อเพลิงที่เท่ากัน

ตารางที่ 8 สมมติฐานในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

รายการ	คำอธิบาย
ผลประโยชน์ของโครงการ	กำหนดราคาขายถ่านอัดแท่งที่มีปริมาณความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 cal/g เท่ากับ 14 บาท/กก
เงินลงทุน	เครื่องบดวัตถุดิบขนาดราคา 35,000 บาท เครื่องอัดแท่งแบบเกลียวราคา 20,000 บาท กำลังการลิต 62.5 กิโลกรัม/ชั่วโมง ถัง 200 ลิตร มีฝาปิด จำนวน 50 ใบ 105,000 บาท ถังผสมวัสดุ 5 ใบ 5,000 บาท ค่าบำรุงรักษา 5,000 บาท
ค่าใช้จ่าย	ค่าแรง = 3.03 บาท/กิโลกรัม (ถ่านเปลือกมังคุด) = 4.40 บาท/กิโลกรัม (ถ่านเปลือกทุเรียน) ค่าไฟฟ้า = 0.10 บาท/กิโลกรัม (ถ่านเปลือกมังคุด) = 0.14 บาท/กิโลกรัม (ถ่านเปลือกทุเรียน) ค่าน้ำประปา + ค่าแป้งมัน = 0.52 บาท/กิโลกรัม แท่งเชื้อเพลิง ค่าวัตถุดิบ = 7.68 บาท/กิโลกรัม (ถ่านเปลือกมังคุด) = 2.99 บาท/กิโลกรัม (ถ่านเปลือกทุเรียน) ค่าเชื้อเพลิง = 0.25 บาท/กิโลกรัม (ถ่านเปลือกมังคุด) = 0.37 บาท/กิโลกรัม (ถ่านเปลือกทุเรียน)
จำนวนเชื้อเพลิงที่ผลิต	ถ่านเปลือกมังคุด = 79.22 กิโลกรัม ถ่านเปลือกทุเรียน = 54.5 กิโลกรัม
จำนวนวันที่ผลิต	260 วัน/ปี (รวบรวมวัตถุดิบในชุมชนและผลิต 1 ครั้งต่อสัปดาห์)
อายุของโครงการ	5 ปี

หมายเหตุ ถ่านเปลือกมังคุด คือ ถ่านก้อนเห็ด 40% เปลือกมังคุด 60%
ถ่านเปลือกทุเรียน คือ ถ่านก้อนเห็ด 20% เปลือกทุเรียน 80%

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า NPV ของถ่านเปลือกทุเรียน 80% มีค่า NPV > 0 แสดงว่าการลงทุนโครงการมีความคุ้มค่า ในกรณีของถ่านเปลือกมังคุด 60% และถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้วมีค่า NPV < 0 แสดงว่าการลงทุนโครงการไม่มีความคุ้มค่า ค่า IRR ของถ่านเปลือกทุเรียน 80% มีค่า IRR > อัตราดอกเบี้ย 6 % แสดงว่าการลงทุนโครงการมีความคุ้มค่า และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี ซึ่งมีค่าน้อยกว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักร แสดงว่าโครงการมีความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับได้ ในกรณีของของถ่านเปลือกมังคุด 60% และถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้วมีค่ามีค่า IRR < อัตราดอกเบี้ย 6% แสดงว่าการลงทุนโครงการไม่มีความคุ้มค่า และระยะเวลาคืนทุนขอของถ่านเปลือกมังคุด 60% มีค่าเท่ากับ 8.44 ปี และค่ามากกว่ากว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักร แสดงว่าโครงการมีความเสี่ยงสูง โดยถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้วไม่สามารถคำนวณค่า IRR ได้ เนื่องจากผลดำเนินการขาดทุน จึงทำให้ไม่มีระยะเวลาคืนทุนเช่นกัน เนื่องจากถ่านจากก้อนเห็ดใช้แล้วมีค่าพลังงานต่ำที่สุด เมื่อเทียบค่าวัตถุดิบและค่าดำเนินการต่างๆ กับปริมาณความร้อนส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูง ในกรณีของถ่านจาก เปลือกมังคุด 60% มีค่า IRR และระยะคืนทุน อยู่ตรงกึ่งกลางของถ่านทั้งสามชนิด โดยค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นมา คือ ค่าเปลือกมังคุด ซึ่งปัจจุบันมีความต้องการของตลาดนำเปลือกมังคุดไปสกัดสาร ส่งผลให้เปลือกมังคุดมีมูลค่าเพิ่มขึ้น และมีราคาสูงกว่าก้อนเห็ดใช้แล้ว และเปลือกทุเรียน ดังนั้นถ่านที่ผสมเปลือกมังคุดจึงมีต้นทุนที่สูงขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีค่าการให้ความร้อนที่สูงก็ตาม ในกรณีของถ่านจากเปลือกทุเรียน 80% มีค่า IRR สูงสุด และระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด เนื่องจากเปลือกทุเรียนไม่มีมูลค่า และไม่มีการใช้ประโยชน์ แต่ปริมาณความร้อนของเปลือกทุเรียนมีค่าสูง ส่งผลให้เมื่อนำมาผลิตถ่านต้นทุนในการผลิตจึงมีค่าต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของถ่านที่ได้ลดลง และมูลค่าของถ่านลดลงด้วยเช่นกัน

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาศักยภาพการผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว และเปลือกผลไม้เพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว และเปลือกผลไม้ โดยผู้ทำการวิจัยได้เลือกใช้เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการศึกษา พบว่า ถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วจะมีปริมาณเถ้าสูง และมีปริมาณความร้อนที่ต่ำ ซึ่งสามารถลดปัญหาดังกล่าวด้วยการผสมกับถ่านจากเปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด โดยจากถ่านก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว 40 เปอร์เซ็นต์ สามารถผสมกับถ่านจากเปลือกมังคุด 60 เปอร์เซ็นต์ และ ถ่านก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถผสมกับถ่านจากเปลือกทุเรียน 80 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณเถ้า และค่าอื่นๆ ที่ได้ทำการทดสอบแล้ว ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า การผลิตถ่านก้อนเห็ด 20% เปลือกทุเรียน 80% มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงที่สุด เนื่องจากเปลือกทุเรียนไม่มีมูลค่า และมีปริมาณความร้อนสูง ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี ซึ่งการเพิ่มปริมาณก้อนเชื้อเห็ดจะทำให้มูลค่าของถ่านลดลง เนื่องจากปริมาณความร้อนของถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วมีค่าต่ำ และส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย วิสาหกิจชุมชุมกลุ่มเพาะเห็ดนางฟ้าขุนทะเล อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช ที่ได้ร่วมในโครงการวิจัยครั้งนี้ และคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้อนุเคราะห์พื้นที่ อุปกรณ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีโยธา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่ได้อนุเคราะห์นักวิจัยในการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. รายงานข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจ การเกษตร ปี 2553.

เจิดจันทร์ จันทร์ดี และวิมลวรรณ จำชาติ (2553) การศึกษาศักยภาพของถ่านอัดแท่งจากก้อนเพาะเห็ดที่ใช้แล้ว. http://ecrc-lpru.wixsite.com/energylpru/work1.

เอกลักษณ์ กิติภัทร์ถาวร, ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ และ วลัยรัตน์ อุตตมะปรากรม. 2556. เชื้อเพลิงอัดแท่งจากการผลิตร่วมของตะกอนเปียกอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล. วารสารวิจัยพลังงาน 10: 43-56.

ค. ภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยี

การผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วและเปลือกผลไม้ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เพาะเห็ดขุนทะเล อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช ในวันที่ 25 พฤษภาคม 2561

ภาพแสดงการจุดไฟหน้าเตาเผา

ภาพแสดงลักษณะการจุดไฟ และการผสมถ่าน

ภาพแสดงการอัดแท่ง และถ่านอัดแท่งที่ได้

ง. ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
1. ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	นำวัตถุดิบแต่ละชนิดมาทำการเผาเพื่อให้เป็นถ่าน แล้วนำมาทำการบดให้ละเอียด และอัดแท่งด้วยเครื่องอัดไฟฟ้า นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการศึกษาคุณสมบัติทางเชื้อเพลิง	ดำเนินการตามกิจกรรมที่วางแผนไว้ แต่มีการเพิ่มการอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแรงกล	ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วกับ เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด ตลอดจนความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตถ่านอัดแท่ง
2. ศึกษาหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเชื้อเพลิงอัดแท่ง 3. ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน	นำเชื้อเพลิงอัดแท่งในสภาวะที่ดีที่สุดจัดเก็บในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ พลาสติก และกล่องกระดาษ ขนาด 1 kg จัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างมาวัด ปริมาณความชื้น และปริมาณความร้อน ทุกๆ 1 เดือน เพื่อหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม	ดำเนินการตามกิจกรรมที่วางแผนไว้ แต่เปลี่ยนบรรจุภัณฑ์จากพลาสติกเป็นฟิล์มหด เพื่อให้มีความแข็งแรง และสะดวกในการเคลื่อนย้าย	
	การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่เรียกว่าเครื่องชี้คุณค่าทางเศรษฐกิจของโครงการ	ดำเนินการตามกิจกรรมที่วางแผนไว้	

สัญญาเลขที่ RDG60T0116

การผลิตถ่านอัดแท่งจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้วและเปลือกผลไม้

สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3

ตาราง เปรียบเทียบผลผลิต (Output) ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 12 เดือน

ผลผลิต (Output)		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	**ผลสำเร็จ (%)**	
1. ข้อมูลจากการสืบเอกสาร วัสดุ อุปกรณ์ ที่พร้อมดำเนินการ **รายละเอียด** จัดเตรียมวัตถุดิบ ได้แก่ รวบรวมวัตถุดิบต่างๆ ในการวิจัย ได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน มาทำการตากแดด เพื่อลดความชื้น	100%	-
2. กิจกรรมที่ 1 ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง **รายละเอียด** ได้ทำการทดลองเผาถ่านจากก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุด ทำการผสมและอัดแท่งตามอัตราส่วนต่างๆ ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเชื้อเพลิง	100%	
3. กิจกรรมที่ 2 ศึกษาหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเชื้อเพลิงอัดแท่ง	100%	
4. กิจกรรมที่ 3 ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งผสมระหว่างก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ใช้แล้ว เปลือกมังคุด และเปลือกทุเรียน	100%	
5. ประเมินผล วิเคราะห์ข้อมูล และถ่ายทอดเทคโนโลยี	100%	
6. จัดทำรายงานและเผยแพร่	80%	

ลงนาม...

(นายกิตติภูมิ ศุภลักษณ์ปัญญา)

วันที่ 28 สิงหาคม 2561

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.

-

ลงนาม...

(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)

วันที่ 28 สิงหาคม 2561

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย