



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การผลิตถ่านอัดแท่งโดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง
The Charcoal Briquettes Production Using Corn Waste from Nakae, Ngao, Lampang

โดย

วีระ พันอินทร์

พิภพ แซ่ตั้ง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย มณีวรรณ ที่เสียสละเวลาอันมีค่ามาเป็นทีปรักษา พร้อมทั้งให้ความรู้แนวคิดและคำแนะนำต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยฉบับนี้ และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริสุข จินดารักษ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัยนี้ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพลังงานทางด้านความร้อนและส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ถ่ายทอดวิชาความรู้และให้ความช่วยเหลือเอื้อเฟื้อเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการ “หนึ่งคณะ หนึ่งโมเดล” ประจำปีงบประมาณ 2557 สนับสนุนทางด้านงบประมาณเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปางที่ให้ความช่วยเหลือเอื้อเฟื้อข้อมูล สถานที่ ตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ รวมทั้งสาขาวิชาฟิสิกส์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ลุล่วงอย่างสมบูรณ์ เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้อำนาจสนับสนุนให้ทุนการศึกษา และส่งเสริมให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมาจนถึงทุกท่านที่ได้กล่าวนาม และผู้ที่มีได้กล่าวนาม สำหรับความช่วยเหลือ คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนกระทั่งงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจเป็นอย่างดียิ่ง

คณะผู้จัดทำ
9 เมษายน 2558

ชื่อเรื่อง	การผลิตถ่านอัดแท่งโดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง
ผู้วิจัย	วีระ พันอินทร์ และพิภพ แซ่ตั้ง
ประเภทสารนิพนธ์	โครงการวิจัย “หนึ่งคณะ หนึ่งโมเดล” มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557
คำสำคัญ	ถ่านอัดแท่ง วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด แป้งมัน

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการผลิตถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพสูงจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดและการนำมาใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นสำหรับการพัฒนาเป็นเชื้อเพลิงหุงต้ม ประกอบอาหารอย่างยั่งยืน กรณีศึกษานี้ถ่านอัดแท่งผลิตจากส่วนผสมระหว่างเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลัง เศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดถูกทำให้เป็นถ่านด้วยกระบวนการไพโรไลซิสในเตาเผา 200 ลิตรแบบแนวตั้ง หลังจากนั้นถ่านจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดถูกนำมาสับ-ย่อยให้มีขนาดประมาณ 1.5 มิลลิเมตรด้วยเครื่องสับ-ย่อยถ่าน แป้งมันสำปะหลังถูกนำมาผสมกับถ่านจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด ซึ่งแป้งมันสำปะหลังช่วยให้การจับตัวกันของอัตราส่วนเชื้อเพลิงเป็นเนื้อเดียวกันหลังจากทำการอัดแท่งขึ้นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร และยาว 7.0 เซนติเมตรด้วยเครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง โดยทำการศึกษาอัตราส่วนของถ่านจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังที่อัตราส่วนคือ 80:20 75:25 70:30 65:35 และ 60:40 ร้อยละโดยน้ำหนัก ตามลำดับ หลังจากกระบวนการอัดแท่งขึ้นรูปถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ถูกนำไปตากแดดเพื่อลดความชื้นเป็นระยะเวลา 1-3 วัน สมบัติทางกายภาพและทางความร้อนของถ่านอัดแท่งถูกตรวจสอบภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งเลขที่ 238/2547 วิเคราะห์อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างถ่านจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลัง โดยทำการทดสอบค่าความร้อนตามมาตรฐาน ASTM D 5865 ค่าความชื้นตามมาตรฐาน ASTM E 3173 ปริมาณเถ้าตามมาตรฐาน ASTM E 3174 และค่าความหนาแน่นตามมาตรฐาน ASTM E 75 ตามลำดับ สมบัติทางกายภาพและความร้อนของถ่านอัดแท่งถูกตรวจสอบต่อไปในบริบทของตัวแปรที่ต้องการระหว่างการผลิตถ่านอัดแท่งและความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่าอัตราส่วนร้อยละโดยน้ำหนักที่เหมาะสมของถ่านเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังคืออัตราส่วนที่ 80:20 มีค่าความร้อนเท่ากับ 5,403 kcal/kg ค่าความชื้นร้อยละ 7.68 และค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2,970 kg/m³ ค่าความร้อนสูงเกินกว่าค่าความร้อนมาตรฐานของการผลิตถ่านอัดแท่งที่ 5,000 kcal/kg ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 และค่าความหนาแน่นมากกว่าหรือเท่ากับ 600 kg/m³ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง นอกจากนี้ถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ผลิตได้มีความแข็งแรงต่อแรงอัดทำให้มีความเหมาะสมต่อการจัดเก็บและการขนส่ง จากวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตของถ่านอัดแท่งและวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของถ่านอัดแท่งจากเศษ

วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังที่อัตราส่วนคือ 80:20 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ถ่านอัดแท่งมีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงที่ดีทำให้ทราบว่าถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดมีความคุ้มค่าในการลงทุนและสามารถคืนทุนในระยะเวลา 1.78 ปี จากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปส่งเสริมและพัฒนาการนำวัสดุของเหลือทิ้งจากการผลิตและการบริโภคทางการเกษตรนำมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและเป็นอีกหนี่งทางที่ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง

Title	The Charcoal Briquettes Production Using Corn Waste from Nakae, Ngao, Lampang
Author	Weera Punin Phiphop Saetung
Academic Paper	Research Project of Lampang Rajabhat University in the form of “one faculty, one model”, 2014
Keywords	charcoal briquettes corn waste tapioca flour

Abstract

The project is aimed to promote charcoal briquettes production with high-quality from corn waste and more efficiency usage for development as a sustainable cooking fuel. In this case study, the formation of charcoal briquettes was done by mixing corn waste with the tapioca flour. The corn waste was made into charcoal through pyrolysis process by using 200-Liter-Oil Drum. After that, charcoal corn waste was shredded into small pieces (about 1.5 mm) by a charcoal shredding machine. The tapioca flour was mixed with charcoal. The tapioca flour helped holding the charcoal particles together in briquette form (4.5×7.0 cm in size) after being compressed by charcoal briquetting machines. The ratios of charcoal to tapioca flour were 80:20 75:25 70:30 65:35 and 60:40 (% by weight ratio) respectively. After the material had been held at the charcoal briquetting machines, charcoal briquettes were moved out of the block and laid out on a concrete slab to dry under the sun in periods of 1-3 days. The physical and thermal properties of charcoal briquettes were examined by the Thai Community Product Standard (238/2547). Analysis of the optimal mixing ratios between charcoal to tapioca flour were undertaken by testing the thermal value based on ASTM D 5865, moisture contents was based on ASTM D 3173, ash was based on ASTM D 3174, and density value was based on ASTM E 75 respectively. The properties were further investigated in the context of the parameters required during production and the possibility economics for charcoal briquettes. Results showed that the optimal weight ratio of charcoal corn waste and tapioca flour for transformation into charcoal briquettes was found to be 80:20. With this optimum ratio, the average calorific values of the charcoal briquettes were determined to be 5,403 kcal/kg, with moisture contents and density value of 7.68 % and 2970 kg/m³ respectively. The characteristics of the produced charcoal briquettes could meet the specified the Thai Community Product Standard (238/2547) in terms of calorific value (5000 kcal/kg), and moisture contents and density value. In addition, the compressive strength of the produced charcoal briquettes was also found to be suitable for compact storage and

transportation without any damage. From the economic analyze the charcoal briquettes at ration 80:20 that it have the value of investment and a payback period of 1.78 years. The results of this research can contribute to the promotion and development of the waste materials from the production and consumption of agricultural utilized cost-effectively and is another way to reduce the environmental problems the other way.

สารบัญ

บทที่	หน้า
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
พลังงานชีวมวล.....	6
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสถานอัดแท่ง (มผช. 238/2547).....	13
กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของพลังงานชีวมวล.....	19
สมบัติของถ่าน.....	20
ขั้นตอนการผลิตถ่านซังข้าวโพด.....	21
วิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง.....	21
ชนิดเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง.....	23
ตัวประสาน.....	27
แก๊สปิโตรเลียมเหลว.....	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	35
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	37
ทำการศึกษาและสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ อ.งาว จ.ลำปาง.....	37
การเตรียมซังข้าวโพด.....	37
การเตรียมตัวประสาน.....	38
การเตรียมเตาเผา.....	43
การผลิตถ่านจากซังข้าวโพด.....	44
การบดถ่านซังข้าวโพด.....	49
การร่อนถ่านซังข้าวโพด.....	51
การผสมผงถ่านซังข้าวโพดกับแป้งมัน.....	51
การอัดถ่านอัดแท่ง.....	52
การหาค่าปริมาณความชื้น.....	52

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บทที่ 3 การหาค่าความร้อน.....	53
การทดสอบหาค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัด.....	53
การทดสอบหาค่าความหนาแน่น.....	53
การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์.....	54
บทที่ 4 ผลและอภิปรายผลการวิจัย.....	55
ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวประสาน.....	55
การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนถ่านอัดแท่งจากขี้ข้าวโพด.....	56
การประเมินผลการผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้ข้าวโพด.....	59
ผลจากอัตราส่วนผสมต่อสมบัติทางด้านกายภาพและความร้อนของถ่านอัดแท่ง.....	62
อัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการนำไปผลิตถ่านอัดแท่ง.....	66
ผลวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์.....	68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....	72
ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวประสาน.....	72
การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนถ่านอัดแท่งจากขี้ข้าวโพด.....	72
การประเมินผลการผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้ข้าวโพด.....	73
สมบัติทางความร้อนและสมบัติทางด้านกายภาพของถ่านอัดแท่ง.....	74
วิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์.....	76
บรรณานุกรม.....	77
ภาคผนวก.....	80
ภาคผนวก ก ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านอัดแท่ง.....	81
ภาคผนวก ข ใบลงทะเบียนผู้เข้าร่วมอบรม.....	83
ภาคผนวก ค ภาพกิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านอัดแท่ง.....	87
บทสรุปผู้บริหาร.....	90
ประวัติผู้วิจัย.....	92

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
ภาพ 2.1	ชีวมวลในประเทศไทย.....	6
ภาพ 2.2	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดไร่.....	10
ภาพ 2.3	ข้าวโพดหวาน.....	10
ภาพ 2.4	เมล็ดข้าวโพดคั่ว.....	11
ภาพ 2.5	ข้าวโพดแปง.....	11
ภาพ 2.6	ข้าวโพดเทียน.....	12
ภาพ 2.7	ข้าวโพดและการปลูกข้าวโพดในประเทศไทย.....	13
ภาพ 2.8	กระบวนการเผาไหม้โดยตรง.....	15
ภาพ 2.9	กระบวนการไพโรไลซิส.....	15
ภาพ 2.10	กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Updraft gasification.....	17
ภาพ 2.11	กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Downdraft gasification.....	18
ภาพ 2.12	กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Cross draft gasification.....	18
ภาพ 2.13	เครื่องอัดถ่านแท่งแบบอัดร้อน.....	22
ภาพ 2.14	เครื่องอัดถ่านแท่งแบบอัดเย็น.....	22
ภาพ 2.15	เครื่องอัดถ่านแท่งแบบอัดร้อน.....	23
ภาพ 2.16	เครื่องอัดแบบลูกสูบ.....	24
ภาพ 2.17	เครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวย.....	24
ภาพ 2.18	เครื่องอัดแบบเกลียวพร้อมด้วยขดลวดความร้อนที่กระบอกอัด.....	25
ภาพ 2.19	เครื่องอัดแบบลูกกลิ้ง.....	26
ภาพ 2.20	เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์แผ่นกลม.....	26
ภาพ 2.21	เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์วงแหวน.....	27
ภาพ 2.22	แป้งมันสำปะหลัง.....	27
ภาพ 2.23	ปุนขาว.....	28
ภาพ 2.24	โมลาสหรือกากน้ำตาล.....	29
ภาพ 3.1	แผนผังวิธีดำเนินการวิจัย.....	36
ภาพ 3.2	เศษวัสดุเหลือทิ้งจากต้นข้าวโพดที่ทับถมกันจนเกิดน้ำเสียและส่งกลิ่นเหม็น....	34
ภาพ 3.3	ซังข้าวโพด.....	38
ภาพ 3.4	แป้งมันสำปะหลัง 80 กรัม.....	39
ภาพ 3.5	ปุนขาว 80 กรัม.....	39
ภาพ 3.6	โมลาส 80 กรัม.....	39
ภาพ 3.7	แป้งมันสำปะหลังที่ผสมกับน้ำ.....	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
ภาพ 3.8	ปูนขาวที่ผสมกับน้ำ.....	40
ภาพ 3.9	โมลาสที่ผสมกับน้ำ.....	40
ภาพ 3.10	การจัดเตรียมตัวประสานทั้ง 3 ชนิด.....	41
ภาพ 3.11	เครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น Visco Basic H.....	41
ภาพ 3.12	การต่อหัววัดเข้ากับเครื่อง Brookfield Viscometer.....	42
ภาพ 3.13	การหาค่าความหนืดจากปูนขาว.....	42
ภาพ 3.14	ค่าความหนืดจากปูนขาวที่ทำการวัดได้.....	43
ภาพ 3.15	ค่าความหนืดจากโมลาสที่ทำการวัดได้.....	43
ภาพ 3.16	องค์ประกอบของเตาเผาถ่านแบบตั้ง ขนาด 200 ลิตร.....	44
ภาพ 3.17	การวางเตาให้ได้ระดับ.....	45
ภาพ 3.18	ขั้นตอนการเตรียมเตา.....	45
ภาพ 3.19	ขั้นตอนการนำขี้ข้าวโพดมาใส่ในเตาเผา.....	46
ภาพ 3.20	ขั้นตอนการปิดเตาเพื่อเตรียมการเผา.....	46
ภาพ 3.21	ขั้นตอนการจุดไฟอยู่บริเวณปากของช่องเชื้อเพลิง.....	47
ภาพ 3.22	ขั้นตอนการไล่ความชื้น โดยควันที่ออกมาจะมีสีขาว.....	47
ภาพ 3.23	กระบวนการคายความร้อนจะมีควันสีเหลืองและการระเหยของไอน้ำเกิดขึ้น.....	48
ภาพ 3.24	ขั้นตอนการนำผ้ามาปิดปากท่อทั้งสามและปล่องใส่ฟืน.....	48
ภาพ 3.25	ขั้นตอนการเปิดเตาเป็นกระบวนการลดความร้อนภายในเตา.....	49
ภาพ 3.26	ถ่านจากขี้ข้าวโพดที่ได้จากการเผาในเตาเผาแบบตั้ง ขนาด 200 ลิตร.....	49
ภาพ 3.27	ขั้นตอนการตรวจสอบสภาพทั่วไปของเครื่อง.....	50
ภาพ 3.28	ช่องที่ใช้ใส่ถ่านเพื่อทำการบด.....	50
ภาพ 3.29	ถ่านที่ผ่านการบดจากเครื่องบด.....	51
ภาพ 3.30	การล่อนถ่านผ่านในล่อนตาข่ายขนาด 1.44 ตารางมิลลิเมตร.....	51
ภาพ 3.31	เครื่องอัดถ่านที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย.....	52
ภาพ 4.1	ผงถ่านขี้ข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 80:20.....	56
ภาพ 4.2	ผงถ่านกะลามะพร้าวผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 75:25.....	57
ภาพ 4.3	ผงถ่านขี้ข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 70:30.....	57
ภาพ 4.4	ผงถ่านขี้ข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 65:35.....	58
ภาพ 4.5	ผงถ่านขี้ข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 60:40.....	58
ภาพ 4.6	ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 80:20.....	59
ภาพ 4.7	ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 75:25.....	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
ภาพ 4.8	ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 70:30.....	60
ภาพ 4.9	ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 65:35.....	61
ภาพ 4.10	ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 60:40.....	61
ภาพ 4.11	ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง.....	62
ภาพ 4.12	ค่าความชื้นของถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง.....	63
ภาพ 4.13	ปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง.....	64
ภาพ 4.14	ค่าความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง.....	65
ภาพ 4.15	ค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง..	66

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตาราง 2.1	พื้นที่ปลูก ผลผลิตพืชหลัก ปี 2555.....	9
ตาราง 2.2	พื้นที่ปลูก ผลผลิตพืชหลัก ปี 2556.....	9
ตาราง 4.1	ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของตัวประสาน.....	56
ตาราง 4.2	เครื่องจักรที่ใช้ผลิตถ่านอัดแท่ง.....	69
ตาราง 4.3	สมมติฐานทางด้านเศรษฐศาสตร์ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 80:20.....	49
ตาราง 4.4	การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันถ่านอัดแท่ง.....	71

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

พลังงานถือเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตไม่ว่าจะเป็นพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อน ทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคการคมนาคมขนส่ง ภาคการเกษตร และภาคครัวเรือนมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทรัพยากรด้านพลังงานมีจำกัด ประเทศไทยได้จัดทำแผนพลังงานทดแทน 15 ปี หรือ Renewable Energy Development Plan : REDP (พ.ศ. 2552-2566) โดยตั้งเป้าหมายในการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนทุกชนิดร้อยละ 20 ภายในปี 2566 เพื่อผลักดันให้เกิดการพัฒนาพลังงานทดแทนและรองรับการขยายตัวในการใช้พลังงานทดแทนระยะยาว แผนการพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี จะส่งผลให้ประเทศไทยกลายเป็นผู้นำในด้านพลังงานทดแทน สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ถึง 22.5 ล้านตัน ลดการนำเข้าพลังงานได้ 3.2 แสนล้านบาทต่อปี (จากฐานราคาน้ำมัน 50 ดอลลาร์ต่อบาร์เรล) และลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกได้ 42 ล้านตันต่อปี (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2552) จึงมีการตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีการนำทรัพยากรที่เหลือใช้กลับมาแปรสภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเกษตรประมาณ 5.97 ล้านไร่ โดยผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตทางการเกษตรก็คือ “ชีวมวล (Biomass)” หรือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อาทิ ชี้เลี้ยง เศษไมยางพารา ปลายไมยูคาลิปตัส กะลามะพร้าว ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ชังข้าวโพดกลบ ชี้เลี้ยง ฟางข้าว ชานอ้อย เป็นต้น จึงมีการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร มาแปรสภาพโดยเข้ากระบวนการอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงหลักสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนเพื่อใช้ประโยชน์ตามลักษณะการใช้งาน เช่น การประกอบอาหาร การให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายในฤดูหนาว เป็นต้น ตามที่ได้มีผู้ศึกษาวิจัยการทำถ่านอัดแท่ง เช่น พรเทพ หอมผกา (2555) ทำการศึกษาถ่านอัดแท่งจากกระดาศและมวลชีวภาพโดยอาศัยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชัน (extrusion) แบบอัดรีดเย็นและใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานแล้วผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยมีอัตราส่วนของกระดาศและเศษวัชพืช ที่ 40:60 20:80 50:50 60:40 80:20 ตามลำดับ จากการศึกษาทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ รวมถึงการทดสอบทางกลและความร้อน ในแต่ละอัตราส่วนการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน แล้วพบว่าถ่านอัดแท่งที่อัตราส่วน 40:60 สามารถให้ค่าความร้อนดีที่สุดที่ 5,350 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โดยมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน อีกทั้งค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงอยู่ที่ 1.54 เมกะปาสคาล มีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ และมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 2.54 บาทต่อกิโลกรัม ธารินี มหายศนันท์ (2548) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการอัดแท่งถ่านแบบใช้แรงกด โดยสร้างเครื่องอัดถ่านสำหรับการผลิตในระดับครัวเรือนมีขนาดเท่ากับ กว้าง 345 มิลลิเมตร ยาว 345 มิลลิเมตร และสูง 405 มิลลิเมตร มีน้ำหนักรวม 47 กิโลกรัม ทำการทดสอบอัตราส่วนตัวประสานระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับน้ำในน้ำแป้งเปียก 0.15 : 1 พบว่า

ตัวแปรที่เหมาะสมในการอัดแท่งถ่านคือ อัตราส่วนผสมระหว่างแป้งเปียกและผงถ่านที่ 1:1 โดยน้ำหนัก โดยใช้อัดที่แรงดัน 100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากเศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตร จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนถ่านจากป่าไม้ธรรมชาติที่กำลังจะหมดไปได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้อย่างคุ้มค่า โดยเริ่มต้นในภาคครัวเรือนที่กำลังประสบปัญหาด้านราคาค่าใช้จ่ายแก๊สหุงต้ม LPG ที่นับวันยังมีราคาสูงขึ้น โดยราคาแก๊สหุงต้ม 15 กิโลกรัม เดือนมีนาคม 2550 มีราคา 263.21 บาท ปัจจุบันราคาแก๊สหุงต้ม 15 กิโลกรัม เดือนมีนาคม 2557 มีราคา 359.11 บาท ราคาสูงขึ้นเกือบ 100 บาท (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2557) จากราคาดังกล่าวทำให้ชาวเกษตรกรซึ่งมีรายได้น้อย ทนแบกรับภาระค่าใช้จ่ายไม่ไหวจะเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงเป็นผืนหรือถ่านไม้ แต่ก็ประสบปัญหาในด้านป่าไม้จากธรรมชาติกำลังจะหมดไป จึงต้องหันมาใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น กะลามะพร้าว เปลือกถั่วลิสง ชังข้าวโพด เป็นต้น มาเป็นพลังงานเชื้อเพลิงทดแทน โดยการแปรรูปให้เป็นถ่านอัดแท่ง ซึ่งในปี 2556 จังหวัดลำปางมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 205,722 ไร่ โดยมีผลผลิต 184,396 ตัน มีวัสดุเหลือใช้จากข้าวโพดมากถึง 79,027 ตัน ถ่านอัดแท่งจากชังข้าวโพดจะทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่เปลี่ยนวิธีการกำจัดชังข้าวโพดมาเป็นผลิตถ่านอัดแท่งเพื่อลดค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือน ซึ่งจะเป็นการลดการก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและเพื่อสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกร งานวิจัยนี้ได้เน้นการศึกษาในเขตตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง เนื่องจากเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดสำหรับเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมาก

ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำชังข้าวโพดมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง เพื่อใช้ทดแทนการใช้แก๊สหุงต้ม LPG เพื่อลดต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายในครัวเรือนและทดแทนในการใช้เชื้อเพลิงจากผืนหรือถ่านไม้ รวมทั้งลดการเผาทำลายเศษชังข้าวโพดในที่โล่งแจ้งซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะหมอกควันในจังหวัดลำปาง อย่างไรก็ตามการนำวัสดุเหลือใช้มาเป็นเชื้อเพลิงนั้นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติเฉพาะตัว อาทิ ค่าความร้อน ค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัด ค่าความหนาแน่น ค่าความชื้นและปริมาณเถ้า เป็นต้น รวมทั้งสมบัติของถ่านอัดแท่งที่ผลิตขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาศักยภาพของชังข้าวโพดในการนำมาใช้เป็นวัสดุหลักสำหรับทำถ่านอัดแท่ง
2. ศึกษาสมบัติทางความร้อนและสมบัติทางกายภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ ตลอดจนหาจุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านอัดแท่งจากชังข้าวโพด
3. เผยแพร่ความรู้ให้เกษตรกรทราบถึงกรรมวิธีการผลิต สมบัติถ่านอัดแท่ง และสอบถามความพึงพอใจของการใช้ถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้

ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการเพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านจากชังข้าวโพดกับตัวประสาน โดยวัสดุหลักที่ใช้ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง คือ ชังข้าวโพดที่เหลือจากการปลูกข้าวโพดของเกษตรกรตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง และวัสดุที่ใช้เป็นตัวประสานคือ แป้งมันสำปะหลัง ปูนขาว และโมลาส ตามลำดับ โดยกระบวนการวิจัยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ทำการศึกษาจากเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง โดยทำการสำรวจพื้นที่การเพาะปลูกรวมไปถึงผลผลิตและเศรษฐกิจที่เหลือจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในปี 2555-2556

2. ศึกษาขั้นตอนการผลิตถ่านอัดแท่งและศึกษาคุณสมบัติของตัวประสาน 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง ปูนขาว และโมลาส ตามลำดับ

3. ขั้นตอนการผลิต

3.1 เริ่มจากการเผาซึ่งข้าวโพดให้เป็นถ่านแบบวิถีภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยนำถังน้ำมัน ขนาด 200 ลิตร เจาะรูข้างถึง 3 รู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว วิธีเผาหันถังให้ช่องลมตรงทางลม แล้วจึงเริ่มจุดไฟในถังด้วยเศษไม้เล็กๆ ก่อน เมื่อไฟลุกดีแล้วจึงค่อยๆ เติมซึ่งข้าวโพดลงไป 1 ส่วน (ซึ่งข้าวโพดที่จะเผาให้แบ่งเป็น 3 ส่วน) จนซึ่งข้าวโพดไหม้หมด สังเกตได้จากมีเปลวไฟขึ้นรอบๆ ถังโดยไม่มีควันไฟ แล้วจึงเติมซึ่งข้าวโพดส่วนต่อไปจนเต็มถัง เมื่อซึ่งข้าวโพดมีปริมาณถึงรูที่อุดรูนั้น จากนั้นก็ปิดฝาถัง แล้วคว่ำลงบนดิน หรือทรายทิ้งไว้หนึ่งคืน วันรุ่งขึ้นเมื่อถังเย็นดีแล้วจึงเทถ่านออกมา

3.2 นำถ่านที่ได้จากการเผาแล้วนำไปบด โดยบดเป็นผงถ่าน หลังจากบดถ่านเสร็จแล้ว นำเข้าเครื่องผสม โดยใช้ตัวประสาน 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง ปูนขาว และโมลาส ตามลำดับ ในอัตราส่วนตามต้องการและเติมน้ำสะอาดเพื่อที่จะให้ส่วนผสมทุกส่วนเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

3.3 นำถ่านที่ผสมแล้วในอัตราส่วนผงถ่านต่อตัวประสานอัตราส่วนร้อยละโดยน้ำหนัก ดังนี้ อัตราส่วนที่ 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 ตามลำดับ ไปเข้าเครื่องอัดแท่งขึ้นรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร

3.4 นำถ่านที่ตัดเป็นท่อน ตากแดดประมาณ 7 วัน เป็นการไล่ความชื้นในขั้นสุดท้าย การตรวจสอบคุณภาพ โดยการสังเกตจากการใช้มือบีบถ่าน ถ้าวางสนิทจะบีบไม่แตก หรือถ้าวานอัดแท่งที่วางสนิทแล้ว ถ้าวานเคาะจะเกิดเสียงดังกังวาน

4. นำถ่านอัดแท่งที่ได้มาทำการทดสอบหาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางความร้อน ให้ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.238/2547) ได้แก่

4.1 การหาปริมาณความชื้น ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 3173 นำตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยให้ความร้อนคงที่ในตู้อบ (Drying Oven) ที่อุณหภูมิประมาณ 104-110 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ให้น้ำระเหย ค่าความชื้น (M, เปอร์เซ็นต์) มาตรฐานเปียก

4.2 การหาค่าความร้อนสูง ทำการวิเคราะห์ค่าความร้อนสูงตามมาตรฐาน ASTM D 240 ซึ่งสามารถวิเคราะห์โดยตรงทำได้โดยการนำตัวอย่างเชื้อเพลิงไปทดสอบหาค่าความร้อนจากเครื่อง Bomb Calorimeter มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

4.3 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น นำตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยนำถ่านอัดแท่งไปซึ่งน้ำหนัก และวัดความสูงของถ่านอัดแท่งจากซึ่งข้าวโพด ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM E 75

4.4 หาค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัด ด้วยการทดสอบความทนทานต่อการทนแรงกดของถ่านอัดแท่งที่ได้ โดยการนำแท่งถ่านใส่เครื่องทดสอบครั้งละ 1 ก้อนตามแนวนอน โดยเพิ่มแรงกดอัดขึ้นเรื่อยๆ สังเกตผล จนกระทั่งแท่งถ่านแตกหรือหักและบันทึกผล

4.5 การหาปริมาณเถ้า ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 3174 นำตัวอย่างไปเผาให้ความร้อนในเตาเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และค่อยๆ เพิ่มความ

ร้อนเป็น 700-750 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่ของถั่วทนไฟรวมกับน้ำหนักของเถาที่เหลือพร้อมฝาปิด จำนวนร้อยละของปริมาณเถา (N, %)

5. วิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านอัดแท่ง โดยจุดคุ้มทุนคือจุดที่ไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนในการดำเนินการผลิต พิจารณาจากความสัมพันธ์ค่าใช้จ่ายในการผลิตและรายได้จากการขายถ่าน การผลิตถ่านอัดแท่งจากผงถ่านซึ่งข้าวโพดร่วมกับแป้งมันมีต้นทุนการผลิตถ่านอัดแท่ง เป็นการลงทุนจัดหาเครื่องจักร อีกทั้งค่าไฟฟ้า ค่าแรงงาน และค่าการบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง เมื่อทำการผลิตในช่วงแรกจะอยู่ในสภาวะขาดทุนแต่เมื่อผ่านไประยะหนึ่งก็จะเริ่มมีผลกำไรจากการผลิต ซึ่งเรียกว่าระยะเวลาคืนทุน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการนำไปใช้ในครัวเรือนตลอดจนถึงการได้พัฒนากระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
2. เป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาก่อประโยชน์ในด้านพลังงานความร้อน เพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเหลือใช้ เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาการผลิตเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่นๆ ต่อไป
3. สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของครัวเรือนในชุมชนตำบลนาแก อำเภอกวาง จังหวัดลำปางได้
4. จัดอบรมเชิงปฏิบัติ เพื่อให้ความรู้และเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านอัดแท่งจากข้าวโพดสำหรับครัวเรือนให้กับประชาชนในชุมชนทราบ

นิยามคำศัพท์

1. ถ่านอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ข้าวโพด มาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปแบบที่ต้องการหรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ชี้เลื้อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วนำมาเผาเป็นถ่าน
2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) หมายถึง ข้อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยชุมชน เป็นการรับรองมาตรฐานโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาอัดเป็นแท่งหรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน
3. ความหนาแน่น เป็นการวัดมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ยิ่งวัดภูมิความหนาแน่นมากขึ้น มวลต่อหน่วยปริมาตรก็ยิ่งมากขึ้น กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือวัตถุที่มีความหนาแน่นสูงจะมีปริมาตรน้อยกว่าวัตถุความหนาแน่นต่ำที่มีมวลเท่ากัน
4. ความชื้น หมายถึง อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำภายในผลิตภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์ โดยมีไม่เกิดร้อยละ 8 โดยใช้วิธีทดสอบ ASTM D 3173
5. ความแข็งแรงในการรับแรงอัด หมายถึง ความสามารถในการรับแรงในขณะที่เกิดความเค้น ขึ้นภายในวัสดุ การศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงของวัสดุจะศึกษาเกี่ยวกับแรงภายในวัสดุกับการ

เปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดของวัสดุนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่าความแข็งคือความสามารถที่จะต้านทานแรงที่มากกระทำโดยไม่เกิดการแตกหักนั่นเอง

6. ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1 กรัม มีหน่วยเป็น แคลลอรี่ต่อกรัม

7. ระยะเวลาในการเผาไหม้ คือระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง 1 กิโลกรัม ตั้งแต่เริ่มติดไฟจนไฟดับหรือเชื้อเพลิงหมด หน่วยที่ใช้เป็นนาที

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยการผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง เพื่อใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับครัวเรือนทดแทนการใช้แก๊สหุงต้ม LPG ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมแนวคิดทฤษฎีและหลักการต่างๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

พลังงานชีวมวล

1. พลังงานชีวมวล มวลชีวภาพหรือชีวมวล (Biomass) คือสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ ชีวมวลสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ เพราะในขั้นตอนของการเจริญเติบโตนั้น พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ออกมาเป็นแป้งและ น้ำตาลแล้ว กักเก็บไว้ตามส่วนต่างๆ ของพืช ดังนั้นเมื่อนำพืชมาเป็นเชื้อเพลิงก็จะได้พลังงานออกมา การใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวลสามารถใช้ได้ทั้งในรูปของพลังงานความร้อน ไอน้ำ หรือผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า สรุปได้ว่าพลังงานชีวมวล หมายถึง พลังงานที่ได้จากพืชและซากสัตว์หรืออินทรีย์สารต่างๆ โดยที่สามารถนำไปใช้ในรูปของพลังงานได้ พลังงานที่ได้จากชีวมวลจะอาศัยกระบวนการที่ทำให้เกิดการแตกตัวของอินทรีย์สารที่อยู่ในชีวมวลและผลิตพลังงานออกมา



กากปาล์ม



เหง้ามันสำปะหลัง



ซังข้าวโพด



เปลือกมะพร้าว

ภาพที่ 2.1 ชีวมวลในประเทศไทย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

2. ความสำคัญของพลังงานจากชีวมวล จากปัญหาของทรัพยากรประเภทใช้แล้วหมดไป เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติและถ่านหิน ซึ่งเป็นแหล่ง พลังงานที่ใช้กันมาก ประกอบกับการเกิดวิกฤตการณ์ พลังงานทำให้นักอุตสาหกรรมหาทางประหยัดการใช้พลังงานและพัฒนาพลังงานรูปอื่นขึ้นมาทดแทนโดยเฉพาะ ประเภทที่ไม่มีวันหมดสิ้นไปหรือเรียกว่า พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) เช่น พลังงาน แสงอาทิตย์ พลังงานจากแหล่งน้ำ พลังงานลมและพลังงานจากชีวมวล เป็นต้น ปัจจุบันโลกของเราใช้ พลังงานสิ้นเปลืองกันมากขึ้นยิ่งใช้มากก็จะเกิดแก๊สเรือนกระจกมากซึ่งก่อปัญหาหลายๆ ด้าน เช่น น้ำแข็งจากขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ละลาย ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เป็นต้นแก๊สเรือนกระจก ประกอบด้วยแก๊สหลายชนิด เช่นคาร์บอนไดออกไซด์มีเทน เป็นต้น คาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการ เผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนมีเทนเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ เช่น มูลสุกร น้ำเสียจากโรงงาน แป้งมัน เป็นต้น ซึ่งมีมนุษย์มีส่วนช่วยลดแก๊สเหล่านี้ได้โดยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์กันให้มากขึ้น ใช้ พลังงานชีวมวลให้มากขึ้น เช่น ใช้ฟืนและถ่านไม้แทนแก๊สสูงถึงแม้จะทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ก็จะถูกต้นไม้ดูดซับไปใช้ในการสังเคราะห์แสงตอนกลางวันยังมีชีวมวลอีกมาก เช่น ใบโอติเซลจาก น้ำมันที่ใช้แล้ว เอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลังและกากน้ำตาล เป็นต้นดังนั้นถ้าเราหันมาใช้พลังงาน ทดแทนให้มากขึ้น นอกจากจะทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นแล้วยังเกิดวิถีชีวิตตามแนวพระราชดำริเศรษฐกิจ พอเพียง

3. แหล่งกำเนิดพลังงานชีวมวล หมายถึง วัสดุที่ได้จากธรรมชาติซึ่งอาจเป็นสิ่งมีชีวิตหรือ ส่วนประกอบของธรรมชาติรวมทั้งสิ่งเหลือทิ้งจากสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างทดแทนได้ ชีวมวลที่นำไป แปรรูปเป็นพลังงานส่วนใหญ่เป็นพืชหรือส่วนประกอบของพืชโดยพืชจะนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อผลิตแก๊สออกซิเจน (O_2) ดังนั้น เมื่อนำชีวมวลที่ได้จาก พืชมาใช้ในการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงโดยการนำไปเผาจึงทำให้ไม่มีการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนได ออกไซด์ (CO_2) เพิ่มสูงขึ้นบรรยากาศชีวมวลที่ได้จากธรรมชาติมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน สามารถจำแนก แหล่งที่มาของชีวมวลได้ดังนี้

3.1 พืชเกษตรกรรม (Agricultural crop) เช่นอ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ฯลฯ ซึ่งเป็น แหล่งสำคัญของคาร์โบไฮเดรต แป้งและน้ำตาล สามารถปลูกเป็นพืชที่ให้พลังงานและผลิตเป็นน้ำมัน พืช (vegetable oil) ได้นอกจากนี้ยังมีพืชที่ปลูกเพื่อนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ เช่น ปาล์ม น้ำมัน และสบู่ดำ

3.2 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural residues) เช่นฟางข้าว รากมัน สำปะหลัง ชังข้าวโพดและกากถั่วเหลือง เป็นต้น

3.3 ไม้และเศษเหลือทิ้งของไม้ (wood and wood residues) เช่นไม้โตเร็วและ ไม้ยืนต้นทั่วไป เศษเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตไม้ รวมทั้งเศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ เป็นต้น

3.4 เศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม (waste streams) เช่นแกลบจากโรงสีข้าว กากน้ำตาล ขานอ้อยจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลและเศษเหลือทิ้งจากการสกัดปาล์มน้ำมันหรือขยะ มูลฝอยและมูลสัตว์ เช่นขยะที่เป็นของสดและมูลสัตว์ต่างๆ

3.6 สิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่นสาหร่ายนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ ได้แก่ การย่อย สลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ไบโอดีเซลจากสาหร่ายและการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรเจน

4. วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร กระบวนการผลิตทางการเกษตรของประเทศไทยอันได้มาซึ่งผลผลิตต่างๆ ที่ส่งออกไปยังต่างประเทศมีมูลค่าปีละหลายพันล้านบาท เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสามารถนำมาผลิตพลังงานทดแทนยังได้จากอุตสาหกรรมเกษตร อาทิ แกลบจากโรงสี กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล กากปาล์ม เปลือกปาล์ม และกะลาปาล์มจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม กาบและกะลามะพร้าวจากโรงงานแปรรูปเนื้อมะพร้าว ชี้เลื่อย จากโรงงานแปรรูปไม้ เป็นต้น ประเมินว่าศักยภาพในการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จากรายงานการใช้เชื้อเพลิงในปี 2542 ปริมาณการใช้ฟืน 6.7 ล้านตัน ถ่านไม้ 3.3 ล้านตัน โดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำในอุตสาหกรรมอาหารอบแห้งใช้กับเตาในอุตสาหกรรมเซรามิค การผลิตอิฐและการผลิตปูนขาว ส่วนใหญ่ใช้หุงต้มประกอบอาหารในครัวเรือนชนบท ส่วนถ่านไม้ใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือนหุงต้มประกอบอาหารทั้งครัวเรือนชนบทและในเมือง รายงานกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานในปี 2539 มีแหล่งผลิตฟืนและถ่านเหลือเพียงร้อยละ 25.6 โดยปริมาณการใช้ฟืนและถ่านคิดเป็นร้อยละ 16.7 เทียบกับการใช้พลังงานอื่นๆ ดังนั้นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนสำหรับการหุงต้มประกอบอาหารหรือในอุตสาหกรรมครัวเรือน ซึ่งเป็นสิ่งที่หาได้ง่ายมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าหรือแก๊สธรรมชาติยังก่อให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าต่อชุมชนช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน การแปรรูปจากซังข้าวโพดเป็นถ่านจึงเป็นรูปแบบหนึ่งที่เกษตรกรสามารถทำได้เอง โดยอาศัยความรู้พื้นฐานทางธรรมชาติของวัสดุเหลือใช้และกระบวนการเผาถ่านที่เป็นเทคโนโลยีจากนักวิชาการที่ภาครัฐส่งเสริมเพื่อนำไปสู่ชุมชนที่เข้มแข็งและพึ่งตนเองได้ในที่สุด

5. คุณสมบัติของชีวมวล ชีวมวลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะอย่าง โดยแต่ละคุณสมบัติ ก็มีทั้งจุดเด่นและจุดด้อย ได้แก่

5.1 ขนาดของชีวมวล เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ต้องพิจารณาก่อนชีวมวลมีขนาดใหญ่ เช่น เศษไม้หรือปลายไม้จากสวนปาล์มหรือจากสวนปาล์มและปึกไม้ที่ได้จากโรงเลื่อยไม้ยางพารา เป็นต้นจะมีขนาดใหญ่เกินไปจึงไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงเพราะประสิทธิภาพการเผาไหม้จะต่ำดังนั้นควรจะนำมาตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร จะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น แต่ก็มีค่าใช้จ่ายในการย่อยเพิ่มขึ้นเช่นกัน

5.2 ความชื้นของชีวมวลเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการนำมาเป็นเชื้อเพลิง ถ่านชีวมวลมีความชื้นสูงมาก เช่น กากมันสำปะหลังหรือสำเหล้า ซึ่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 80-90 ไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้แต่อาจจะนำมาผ่านกระบวนการบดอัด (Dewatering) เพื่อลดความชื้นก่อนนำไปเผาหรือนำมาผ่านกระบวนการบำบัดแบบไร้อากาศเพื่อผลิตแก๊สชีวภาพ ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน ในกรณีของเศษไม้มีความชื้นประมาณร้อยละ 50-60 ถ้านำมาเก็บไว้ล่วงหน้าระยะหนึ่งความชื้นจะลดลงโดยธรรมชาติ แต่มีข้อเสีย คือ เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ และถ้าเก็บไว้นานไปมีโอกาสน้ำได้

5.3 สิ่งเจือปนในชีวมวลมีหลายอย่าง เช่น เศษดิน หิน กรวดทราย และคราบน้ำมันปาล์ม เป็นต้น สิ่งเจือปนที่ต้องระมัดระวังให้มากคือ คราบน้ำมันปาล์มที่ติดอยู่ในทะลายปาล์ม และกะลาปาล์ม เพราะเมื่อคราบน้ำมันปาล์มถูกความร้อนจะกลายเป็นยางเหนียวเกาะติดในห้องเผาไหม้ ดังนั้นในการออกแบบห้องเผาไหม้ต้องพิจารณาจุดนี้เป็นพิเศษ

6. ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย ประเทศไทยนับเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตทางการเกษตรก็คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย กากไยและทะลายปาล์ม เป็นต้น ปริมาณชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศจะแปรผันและขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ

ตารางที่ 2.1 พื้นที่ปลูก ผลผลิตพืชหลัก ปี2555

ชนิด	พื้นที่เก็บเกี่ยว (พันไร่)	ผลผลิต(พันตัน)
ข้าว	66,772	31,651
อ้อย	6,588	73,502
ข้าวโพด	7,013	4,612
ปาล์มน้ำมัน	2,885	9,271
มันสำปะหลัง	7,397	25,156

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2556

ตารางที่ 2.2 พื้นที่ปลูก ผลผลิตพืชหลัก ปี2556

ชนิด	พื้นที่เก็บเกี่ยว (พันไร่)	ผลผลิต(พันตัน)
ข้าว	68,519	31,508
อ้อย	6,023	66,816
ข้าวโพด	6,905	4,616
ปาล์มน้ำมัน	3, 189	8,162
มันสำปะหลัง	8,584	30,088

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2557

ชนิดของข้าวโพด

1. ข้าวโพด คือ พืชจำพวกหญ้า มีลำต้นตั้งตรงแข็งแรง เนื้อภายในคล้ายฟองน้ำสูงประมาณ 1.4 เมตร ใบจะเป็นเส้นตรงปลายแหลมยาวประมาณ 30-100 เซนติเมตร เส้นกลางของใบจะเห็นได้ชัด ตรงขอบใบมีขนอ่อนๆ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในต้นเดียวกัน ช่อดอกตัวผู้อยู่ส่วนยอดของลำต้น ช่อดอกตัวเมียอยู่ต่ำลงมาอยู่ระหว่างกาบของใบ

2. ชนิดของข้าวโพด โดยทั่วไปข้าวโพดจัดออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

2.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดไร่ (Field Corn) ที่รู้จักในปัจจุบันเช่นข้าวโพดหัวบุม (Dent Coorn) และข้าวโพดหัวแข็ง (Fint Corn) ซึ่งเป็นการเรียกตามลักษณะเมล็ดข้าวโพดหัวบุมหรือหัวบุม ข้าวโพดชนิดนี้เมื่อเมล็ดแห้งแล้วตรงส่วนหัวบนสุดจะมีรอยบุมลงไป ซึ่งเป็นส่วนของแป้งสีขาว สีของเมล็ดมีตั้งแต่ขาวไปจนถึงเหลือง ดังภาพที่ 2.2 เนื่องจากมีหลายสายพันธุ์มีโปรตีนน้อยกว่าพวกข้าวโพดหัวแข็ง ข้าวโพดหัวแข็ง ข้าวโพดพันธุ์นี้ส่วนบนสุดของเมล็ดมีสีเหลืองจัดและเมื่อแห้งจะแข็ง



ภาพที่ 2.2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดไร่

2. ข้าวโพดหวาน (Sweet Corn) เป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทาน ไม่มีการแปรรูป เมล็ดมักจะใสและเหี่ยวเมื่อแก่เต็มที่ ดังภาพที่ 2.3 เพราะมีน้ำตาลมาก ก่อนที่จะสุกจะมีรสหวานมากกว่าชนิดอื่นๆ จึงเรียกข้าวโพดหวาน มีหลายสายพันธุ์



ภาพที่ 2.3 ข้าวโพดหวาน

3. ข้าวโพดคั่ว (Pop Corn) เป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทาน ไม่มีการแปรรูป เมล็ดค่อนข้างแข็ง สีดีและขนาดแตกต่างกัน ดังภาพที่ 2.4 สำหรับต่างประเทศ ถ้าเมล็ดมีลักษณะแหลมเรียกว่า ข้าวโพดข้าว (Rice Corn) ถ้าเมล็ดกลม เรียกว่า ข้าวโพดไข่มุก (Pearl Corn)



ภาพที่ 2.4 เมล็ดข้าวโพดคั่ว

4. ข้าวโพดแป้ง (Flour Corn) เมล็ดมีสีหลายชนิด เช่น ขาว (ขุ่นๆ หรือปนเหลืองนิดๆ) หรือสีน้ำเงินคล้ำ หรือมีทั้งสีขาวและสีน้ำเงินคล้ำในฝักเดียวกัน เนื่องจากกลายพันธุ์ พวกที่มีเมล็ดสีคล้ำและพวกกลายพันธุ์เรียกว่าข้าวโพดอินเดียนแดง (Squaw Corn) หรือเรียกได้อีกชื่อว่าข้าวโพดพันธุ์พื้นเมือง (Native Corn) พวกข้าวโพดสีคล้ำนี้จะมีในอาซีน สูงกว่าข้าวโพดที่มีแป้งสีขาว



ภาพที่ 2.5 ข้าวโพดแป้ง

5. ข้าวโพดเทียน (Waxy Corn) เป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทาน จะมีแป้งที่มีลักษณะเฉพาะคือ นุ่มเหนียว เพราะในเนื้อแป้งจะประกอบด้วยแป้งพวกแอมมิโลเปคติน (Amylopectin) ส่วนข้าวโพดอื่นๆ มีแป้งแอมมิโลส (Amylose) ประกอบอยู่ด้วย จึงทำให้แป้งค่อนข้างแข็ง



ภาพที่ 2.6 ข้าวโพดเทียน

3. การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3.1 ฤดูปลูกข้าวโพดเป็นพืชไร่ที่ค่อนข้างทนทาน ปลูกง่ายในสภาพดินฟ้าอากาศของเมืองไทย ส่วนใหญ่อาศัยน้ำจากน้ำฝนธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ดังนั้นฤดูปลูกข้าวโพดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำฝนและการกระจายตัวของฝนในแต่ละเดือนนั่นเอง ปกติเฉลี่ยโดยทั่วๆ ไปฝนจะเริ่มตกมากตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤศจิกายนและระหว่างสิงหาคมถึงกันยายน เป็นช่วงที่ฝนตกชุกที่สุด พันธุ์ข้าวโพดที่นิยมปลูกกันอยู่ในปัจจุบันมีอายุปานกลาง คือ ประมาณ 110-120 วัน ดังนั้น จึงอาจเลือกปลูกข้าวโพดได้ตามความเหมาะสม ถ้าปีใดมีฝนตกสม่ำเสมอแต่ต้นปี อาจปลูกข้าวโพดได้ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกปลูกในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน และครั้งที่สองปลูกระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงกลางเดือนสิงหาคม พวกที่ปลูกต้นฤดูฝนโดยทั่วๆ ไปมักได้ผลผลิตสูงกว่าพวกที่ปลูกปลายฤดูฝน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนกำลังพอเหมาะและโรคแมลงรบกวนน้อยแต่มีข้อยุ่งยากในการเก็บเกี่ยวไม่สะดวกแก่การตากข้าวโพดเนื่องจากฝนตกชุก

3.2 การเลือกและการเตรียมที่ปลูกที่ดินที่เหมาะสมในการปลูกข้าวโพดควรเป็นที่ดอนมีการระบายน้ำได้ดีถ้าเป็นที่ลุ่มควรยกร่องระบายน้ำ อย่าให้น้ำขังข้าวโพดขึ้นได้ดีในดินร่วนปนทรายที่ระบายน้ำได้ดีมีความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชสูงพอสมควรดินมีความเป็นกรดเป็นด่างปานกลาง (pH ประมาณ 5.5-8.0) หรือค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อยก่อนปลูกข้าวโพดต้องมีการเตรียมดินโดยการไถเพื่อกำจัดวัชพืช และปรับระดับของดิน

3.3 วิธีปลูก การปลูกข้าวโพดควรปลูกเป็นแถว ทั้งนี้เพื่อสะดวกแก่การปฏิบัติรักษาระยะระหว่างแถวประมาณ 65-80 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุมประมาณ 15-20 เซนติเมตร หยอดเมล็ดข้าวโพดลงในหลุมซึ่งลึกประมาณ 4 เซนติเมตร จำนวน 1-2 เมล็ด เพื่อกันเมล็ดไม่ออก การจะปลูกถี่หรือห่างเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพของดิน ดังนั้น อัตราปลูกหรือระยะปลูกจึงต้องปรับให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นเฉพาะแห่ง

3.4 การเก็บเกี่ยว ช่วงที่ฝักข้าวโพดแก่เต็มที่ลักษณะฝักข้าวโพดแก่ต้องแห้งและเหลืองเกษตรกรสามารถเก็บผลผลิตได้และให้ผลผลิต เพื่อไม่ให้มีความชื้นมากเกินไปและไม่ควรเก็บหลังฝนตก ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วผลผลิตที่ได้ต่อไร่อยู่ที่ 800-1,200 กิโลกรัม

3.5 หลังการเก็บเกี่ยว ช่วงนี้ซึ่งข้าวโพดจะถูกทำลายโดยการเผาทั้งเนื่องจากปริมาณซึ่งข้าวโพดที่มากและซึ่งจะไม่สามารถย่อยสลายได้ทันการปลูกข้าวโพดต่อไป เพื่อรอให้ถึงฤดูกาลปลูกครั้งต่อไป

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ถือได้ว่าได้รับความนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย ในพ.ศ.2556 จังหวัดลำปางมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 205,722 ไร่ โดยมีผลผลิต 184,396 ตัน ทั้งนี้ก่อให้เกิดเศษจากข้าวโพดหรือที่เรียกว่าซึ่งข้าวโพดมากถึงมากถึง 79,020 ตัน ซึ่งซึ่งข้าวโพดเหล่านี้ถูกทำลายลงโดยการเผา ทั้งนี้ในการเผาซึ่งข้าวโพดจะสาเหตุที่ทำให้เกิดแก๊สเรือนกระจกทำให้อุณหภูมิของโลกค่อยๆ สูงขึ้น ประกอบกับหลังจากเสร็จสิ้นฤดูกาลเก็บข้าวโพดแล้วจะตรงกับฤดูหนาวเกษตรกรไม่นิยมปลูกข้าวโพดเพราะจะเจริญเติบโตช้าจึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่มีเวลาว่างหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดเสร็จแล้ว



ภาพที่ 2.7 ข้าวโพดและการปลูกข้าวโพดในประเทศไทย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547)

ในปี พ.ศ.2547 คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทต่างๆ เพื่อนำไปจัดอันดับคุณภาพและให้การรับรอง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ สำหรับผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) ได้มีการกำหนดมาตรฐานจากหน่วยงานเพื่อใช้รับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์และจัดทำเป็นประกาศให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ ดังนี้

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาอัดเป็นแท่งหรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

2. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ถ่านอัดแท่ง หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซึ่งข้าวโพด มาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการหรือนำวัตถุดิบธรรมชาติเช่น แกลบ ชี้อย่าง มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน

2.2 ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1 กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

3. คุณสมบัติที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไปในภาชนะบรรจุเดียวกัน ต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีสม่ำเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง

3.2 การใช้งานเมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น

3.3 ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก

3.4 ค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม

4. การบรรจุ

4.1 หากมีการบรรจุ ให้บรรจุถ่านอัดแท่งในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้งและสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแท่งได้

4.2 น้ำหนักสุทธิของถ่านอัดแท่งในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแท่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

5.1.1 ชื่อผลิตภัณฑ์

5.1.2 ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ

5.1.3 น้ำหนักสุทธิ

5.1.4 วัน เดือน ปี ที่ทำ

5.1.5 ข้อแนะนำในการใช้

5.1.6 ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำพร้อมสถานที่ตั้งหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงมีส่วนสำคัญที่จะทำให้สินค้ามีมูลค่าเพิ่มเป็นที่ต้องการของผู้ใช้ การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์จึงมีความจำเป็น ซึ่งจะต้องอาศัยเทคนิควิธีการต่างๆ ในการปรับปรุงรูปแบบและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ประสบผลสำเร็จภายใต้สถานการณ์ แห่งการแข่งขันในการผลิตสินค้าหรือการบริการต้องมี ในด้านการให้พลังงานเพื่อการหุงต้มเมื่อมีความต้องการพลังงานมากขึ้นทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อผลิตถ่านไม้ให้ได้มากขึ้น ไม้ที่ได้รับคามนิยมนำมาทำถ่านไม้ได้แก่ ไม้โกงกาง ไม้ไผ่ ปัจจุบันมีการห้ามลักลอบตัดไม้แต่ความต้องการใช้ถ่านไม้ยังมีอยู่มาก ทำให้เกิดการพัฒนากำหนดมาตรฐานชาติมาเพื่อให้เป็นถ่านส่วนใหญ่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งวัสดุเหล่านี้เมื่อเผาแล้วจะมีลักษณะหลากหลายไม่สวยงามและดูไม่เหมือนถ่านหรืออาจจะเปราะหักเป็นผงจึงทำให้เกิดแนวคิดทำถ่านอัดแท่งจากการนำผงถ่านเหล่านั้นไปอัดให้มีลักษณะเหมือนท่อนไม้และสะดวกต่อการนำไปใช้งาน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547))

กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของพลังงานชีวมวล

พลังงานชีวมวล (Biomass energy) แหล่งพลังงานนอกแบบ (Non-Conventional energy resource) อีกประเภทหนึ่ง การให้พลังงานความร้อนสามารถกระทำได้หลายวิธี โดยแยกตาม

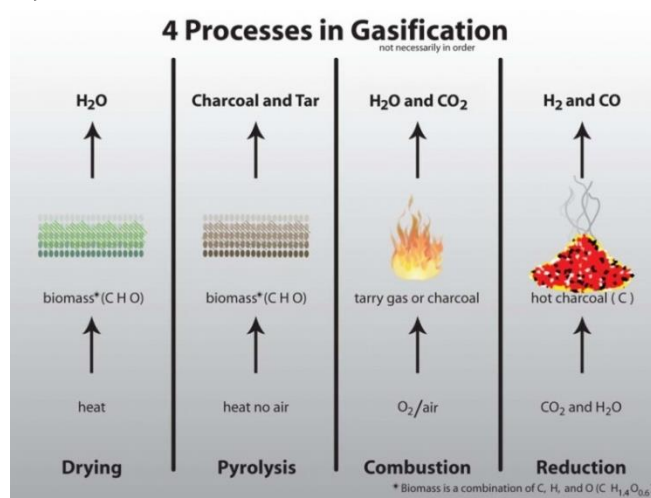
กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีต่าง ๆ คือ การเผาไหม้โดยตรง (Direct combustion) กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) และกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การเผาไหม้โดยตรง (Direct combustion) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในที่ที่มีอากาศ เพื่อให้เกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์ สารอินทรีย์จากชีวมวลจะถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจะมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากเกิดการสูญเสียความร้อนและมีการให้ออกซิเจนในกระบวนการเผาไหม้สูง ทำให้กระบวนการเผาไหม้สูงไปด้วย ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 กระบวนการเผาไหม้โดยตรง (Direct combustion)
ที่มา : สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 15.

2. กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) เป็นการเปลี่ยนสภาพของชีวมวลโดยการให้ความร้อน ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน กระบวนการของการสร้างแก๊สไม้หรือที่เรียกว่าแก๊สสังเคราะห์ที่พื้นฐานที่สุดของมันเป็นคือการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์หรือเพียงเล็กน้อย แต่การผลิตแก๊สจะอย่างแท้จริงขึ้นจาก 4 ขั้นตอนที่แตกต่างกัน ได้แก่ กระบวนการอบแห้ง (drying), ไพโรไลซิส (pyrolysis), เผาไหม้ (combustion) และกระบวนการย้อนกลับ (reduction) รายละเอียดของกระบวนการผลิตแก๊สแสดงอยู่ด้านล่างในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis)
ที่มา : United States Department of Energy, 2009

2.1 การอบแห้ง (drying) เป็นการไล่ความชื้นในชีวมวลด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียส ความชื้นทั้งหมดจะต้องถูกลบออกจากไม้เพื่อให้การเผาไหม้ของไม้เกิดผลสำเร็จในขณะที่มีน้ำในไม้จะระเหยด้วยความร้อนของการไพโรไลซิสเผาไหม้และการลดลงของความชื้นจากไม้ก่อนส่งผลให้ไม้ไม่สามารถที่จะผลิตเชื้อเพลิงสะอาด ดังนั้นในการผลิตแก๊ส ความร้อนที่ผลิตในระหว่างการเผาไหม้จะใช้ในการอย่างสมบูรณ์ไม้แห้ง ตั้งแต่การขาดแก๊สสะอาดอาจจะเกิดความเสียหายให้กับกระบวนการได้ ดังนั้นก่อนจะเริ่มกระบวนการต้องนำไปอบหรือทำให้เศษไม้แห้งก่อน

2.2 ไพโรไลซิส (Pyrolysis) ไพโรไลซิสเกิดขึ้นเมื่อเศษไม้เกิดการเผาไหม้โดยไม่มีออกซิเจนที่เพียงพอ ที่ทำให้การเผาไหม้ไพโรไลซิสรวดเร็วไม่ได้ อุณหภูมิต่ำสุดในกระบวนการ 550 องศาเซลวิน นี่ทำให้เกิดเศษไม้ในการย่อยสลายเป็นแก๊สและของเหลวและถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนจะสูงถูกเผาไหม้ ถ่านนี้เป็นส่วนที่สำคัญสำหรับกระบวนการย้อนกลับ (Reduction)

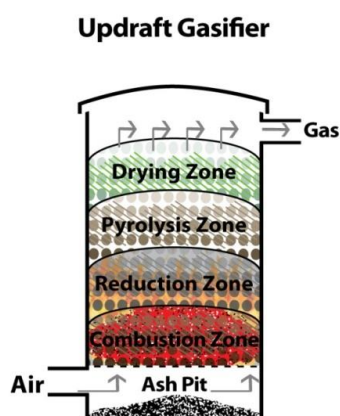
2.3 การเผาไหม้ (Combustion) การเผาไหม้เป็นกระบวนการที่คายความร้อนของสารไฮโดรคาร์บอนกับออกซิเจน ความร้อนสำหรับกระบวนการทั้งหมดจะถูกสร้างขึ้นจากการเผาไหม้ของแก๊สและของเหลวที่เกิดในระหว่างการไพโรไลซิส นอกจากนี้การเผาไหม้ก่อให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนซึ่งจะกลายเป็นสารตั้งต้นในขั้นตอนกระบวนการย้อนกลับ (Reduction)

2.4 กระบวนการย้อนกลับ (Reduction) กระบวนการย้อนกลับของไฮโดรคาร์บอนจากเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ในรูปแบบที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง (กระบวนการย้อนกลับกระบวนการเผาไหม้) เป็นการดูดความร้อนโดยการกำจัดของออกซิเจนจากไฮโดรคาร์บอน โดยปกติการเผาไหม้และกระบวนการย้อนกลับจะอยู่ในภาวะสมดุลในกระบวนการเผาไหม้ใดๆ แก๊สที่เกิดขึ้นทั้ง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำไหลผ่านถ่านที่ร้อน ออกซิเจนจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำออกซิเจนจะถูกกระจายไปยังอะตอมคาร์บอนเพื่อสร้างพันธะโควาเลนต์ในรูปแบบของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกซิเจนมีปริมาณที่สูงขึ้น ปฏิกิริยาที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์พบว่า คาร์บอนมอนอกไซด์และไอน้ำจะลดลง การศึกษาพบว่าอัตราการลดลงสูงพอที่จะใช้ผลิตแก๊สที่อุณหภูมิสูงกว่าประมาณ 973 ในภาคบังคับ

3. กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) เป็นการย่อยสลายชีวมวลโดยการให้ความร้อนกับองค์ประกอบประกอบทางเคมีของชีวมวลโดยใช้กระบวนการออกซิเดชันบางส่วน (partial oxidation) โดยใช้ตัวออกซิไดซ์ได้แก่อากาศ ออกซิเจนหรือไอน้ำจนกระทั่งเกิดผลิตภัณฑ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีเทน (CH_4) แก๊สไฮโดรเจน (H_2) แก๊สไนโตรเจน (N_2) (ในกรณีที่ใช้อากาศเป็นตัวออกซิไดซ์) และแก๊สที่มีองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนเกิดขึ้นเล็กน้อย เช่น แก๊สอีเทน แก๊สอีทีน ตลอดจนน้ำเข้ามาและน้ำมันดิน การให้ความร้อนกับชีวมวลโดยไม่เกิดการออกซิไดซ์จะเรียกว่า pyrolysis แต่เมื่อนำผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาไพโรไลซิสไปทำปฏิกิริยากับตัวออกซิไดซ์ (ปกติเป็นอากาศ) จะเกิดแก๊ส CO , CO_2 , H_2 และอื่นๆ การเกิด char gasification เป็นการรวมตัวของปฏิกิริยาระหว่างแก๊สและของแข็ง และปฏิกิริยา ระหว่างแก๊สและแก๊สหลายๆปฏิกิริยารวมกันเพื่อที่จะเปลี่ยนถ่านไปเป็น CO , CO_2 และ H_2 โดยผ่านปฏิกิริยา water-gas shift ซึ่งเป็นการออกซิไดซ์เพื่อเปลี่ยนจากแก๊สไปเป็นของแข็งโดยปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่สุดและเป็นตัวกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา gasification ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาจะเป็นแก๊สผสมโดยสัดส่วนของแก๊สแต่ละชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำ อุณหภูมิในการ

เกิดปฏิกิริยา และระยะเวลาในการออกซิไดซ์ การเกิดปฏิกิริยา gasification มีด้วยกันหลายระบบโดยแยกตามการเข้า-ออกของชีวมวลและแก๊สที่เข้าไปในปฏิกิริยา โดยแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Updraft gasification กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Downdraft gasification และกระบวนการผลิตแก๊สแบบ Crossdraft gasification โดยจะมีลักษณะดังนี้

3.1 กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Updraft gasification

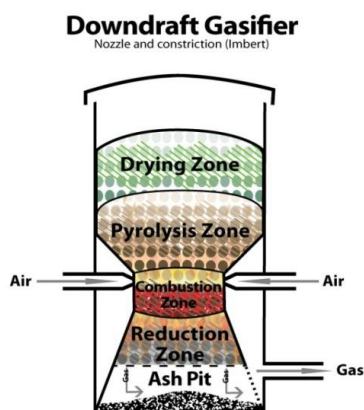


ภาพที่ 2.10 กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Updraft gasification

ที่มา : United States Department of Energy, 2009

จากภาพที่ 2.10 เป็นการป้อนชีวมวลจากด้านบนลงด้านล่างของถังปฏิกิริยา (gasifier) เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับตัวออกซิไดซ์ทางด้านล่างเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์เป็นถ่าน จากนั้นถ่านจะถูกนำไปทำปฏิกิริยาต่อไปจนเกิดเป็นแก๊สผสมระหว่างน้ำมันดินและไฮโดรคาร์บอนที่มีค่าความร้อนสูง ซึ่งจะออกทางด้านบนและสุดท้ายเป็นเถ้าจะออกนำไปทิ้งทางด้านล่างของ gasifier ซึ่งแก๊สที่ได้นี้จะถูกนำไปทำให้บริสุทธิ์ต่อไป วิธีนี้เชื้อเพลิงมีราคาถูกเหมาะกับการนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าต้องการพื้นที่น้อยการดำเนินการง่าย มีประสิทธิภาพสูงแก๊สที่ได้มีอุณหภูมิต่ำและความร้อนที่ได้จากแก๊สสามารถนำไปให้ความร้อนกับวัตถุดิบได้โดยตรง

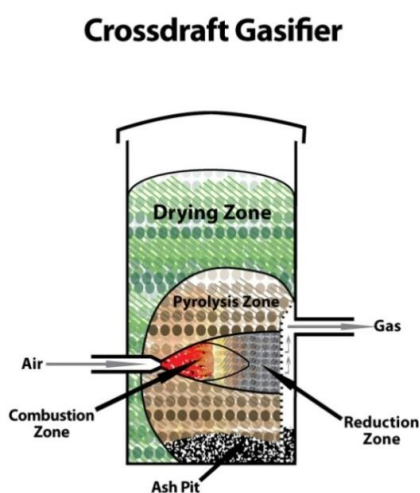
3.2 กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Downdraft gasification



ภาพที่ 2.11 กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Downdraft gasification
ที่มา : United States Department of Energy, 2009

จากภาพที่ 2.11 คล้ายกับการเกิดปฏิกิริยา updraft gasification แต่เนื่องจากการที่ให้น้ำมันดินออกทางด้านบนจะไปรบกวนการเผาไหม้ภายใน ดังนั้นวิธีการนี้จึงให้แก๊สผสมระหว่างน้ำมันดินและไฮโดรคาร์บอนซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยานี้ออกด้านล่างโดยการให้อากาศลงด้านล่างผ่านถึงหมักแล้วให้แก๊สออกด้านล่างเป็นการให้วัตถุดิบและแก๊สผ่านจุดที่แคบซึ่งเป็นจุดที่เกิดปฏิกิริยาซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีที่ง่ายและน่าเชื่อถืออีกทั้งมีปริมาณเถ้าและน้ำมันน้อยสามารถนำไปใช้กับการเผาไหม้ในรถยนต์และการผลิตกระแสไฟฟ้าในปริมาณที่ไม่มากได้

3.3 กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Crossdraft gasification



ภาพที่ 2.12 กระบวนการผลิตแก๊สแบบ Crossdraft gasification
ที่มา : United States Department of Energy, 2009

จากภาพที่ 2.12 เป็นวิธีที่แบบที่ง่ายที่สุดของการผลิตแก๊ส โดยเตาปฏิกรณ์สำหรับการผลิตแก๊สนี้เป็นเหมือนกับวิธีแบบ Updraft gasification เครื่องผลิตแก๊สจากกระแสน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะเข้ามาจากด้านบนและปฏิกิริยาเคมีที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นเชื้อเพลิงนี้ลงไปสู่เครื่องปฏิกรณ์ ความแตกต่างกับ Updraft gasification คือว่าอากาศจะเข้าเครื่องผลิตแก๊สจากด้านข้างของเครื่องปฏิกรณ์แทนที่จะเข้าจากด้านบนหรือด้านล่าง สำหรับเครื่องปฏิกรณ์นี้ค่อนข้างจะใช้เวลาในการผลิตแก๊สน้อยและอุณหภูมิสูง การผลิตแก๊สแบบ Crossdraft gasification ไม่ค่อยจะมีอยู่มากนักจะอยู่ในกระบวนการเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่เป็นเพราะวิธีการผลิตแก๊สอื่นๆ

กระบวนการ gasification มักมีสิ่งที่เป็นเพื่อนอยู่ด้วยจึงจำเป็นต้องนำแก๊สผสมที่ได้ไปทำให้บริสุทธิ์ก่อนจึงจะนำแก๊สไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป ซึ่งปริมาณของสิ่งปนเปื้อนนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการ gasification และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตการทำให้แก๊สบริสุทธิ์เป็นการป้องกันการกัดกร่อน การระเบิดและผลกระทบที่จะเกิดต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้แล้วยังมีการปนเปื้อนของน้ำมันดินซึ่งปริมาณของน้ำมันดินนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและวัตถุดิบในกระบวนการ gasification โดยน้ำมันดินจะมีปริมาณลดลงเมื่ออุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น และพบว่าวัตถุดิบที่เป็นไม้จะให้ปริมาณน้ำมันดินมากกว่าวัตถุดิบที่เป็นถ่านหินซึ่งการลดปริมาณน้ำมันดินสามารถทำได้หลายวิธีคือใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โดโลไมต์ (dolomite) นิกเกิล (nickel) การให้ความร้อนการถูด้วยน้ำ น้ำมันและการตกตะกอนด้วยวิธีทางไฟฟ้าสถิตย่นอกจากนี้ ยังมีสารปนเปื้อนอื่นๆ ออกมากับแก๊สซึ่งสามารถกำจัดได้โดยใช้วิธีที่แตกต่างกัน

สมบัติของถ่าน

1. ถ่าน หมายถึง ไม้ที่นำผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยอาศัยความร้อนจากเปลวไฟ ในสถานะที่ปราศจากแก๊สออกซิเจนที่เป็นตัวทำให้เกิดการเผาไหม้ การลวกติดไฟ ไม้ที่ได้รับความร้อนจนความชื้น สารสำคัญต่างๆ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส สารเฉพาะตัวต่างๆ เกิดการระเหิดและสลายตัวออกไปจากเนื้อไม้ ซึ่งจะเหลือแต่ส่วนที่เป็นคาร์บอนไม้จึงเปลี่ยนเป็นสีดำ ซึ่งเก็บไว้ใช้ได้นาน ไม่มีปัญหาจากปลวกและมอดมากินไม้ เนื่องจากอาหารของปลวกถูกสลายไป สามารถใช้งานเป็นเชื้อเพลิงในด้านต่างๆ รวมทั้งมีคุณสมบัติพิเศษในการใช้งานอื่นๆ ได้อย่างหลากหลายเมื่อมีการเผาด้วยอุณหภูมิสูง ถ่านที่ดีลักษณะภายนอกจะมี ความแข็งแรงและหนัก หักแล้วมีความมันวาว เคาะกันแล้วมีเสียงดังกังวาน เมื่อใช้งานจะไม่มีควัน โดยปกติในเนื้อไม้ที่มาใช้เผาถ่าน 1 ตันจะมีน้ำดิน (TAR) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งเป็นส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วน คือ น้ำมันดินที่ละลายน้ำ (SOLUBLETARS) 190 กรัมและน้ำมันดินที่ไม่ละลายน้ำ 50 กรัม ซึ่งหากเป็นถ่านที่ไม่ได้เผาด้วยอุณหภูมิสูงจะมีน้ำมันดินปนอยู่ เมื่อนำถ่านนั้นไปทำการบิ๊ยน้ำมันดินก็ จะระเหยออกจากถ่านเมื่อโดนความร้อน และจะเกาะติดกับไขมัน ของเนื้อสัตว์ เมื่อเราบริโภคเข้าไปก็จะได้รับสารก่อมะเร็งเข้าไปด้วย น้ำมันดิน (TAR) จะเริ่มระเหยออกจากไม้ที่อุณหภูมิ 425 องศาเซลเซียสขึ้นไป โดยปกติก็จะทำการเผาให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิด้านล่างเตาที่ 450 องศาเซลเซียส และด้านบนเตา 700 องศาเซลเซียสก็จะแน่ใจได้ว่า น้ำมันดิน (TAR) จะถูกขจัด ออกจากถ่านที่ทำการเผาจนหมด

2. ประโยชน์จากถ่าน

2.1 การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม

2.1.1 ถ่านบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตสารเคมีต่างๆ เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbondisulphide) โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium Cyanide) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) หรือถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นต้น

2.1.2 ถ่านกัมมันต์ ที่ได้จากถ่านไม้ที่มีค่าคาร์บอนเสถียรสูง (High Fixed Carbon) ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอีกหลากหลาย อาทิใช้ในระบบกรองและบำบัดอุตสาหกรรมน้ำดื่ม ระบบผลิตน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์จากคาร์บอนในอุตสาหกรรมโลหะหรือใช้ซีเมนต์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ ให้แข็งตัวช้า และมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น ฯลฯ

2.2 การใช้ประโยชน์ในครัวเรือน

2.2.1 คุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นและความชื้นของถ่าน เป็นที่รับรู้กันดีแล้วสำหรับผู้อ่าน แต่ในต่างประเทศ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องประดับจากถ่านเพื่อใช้ประโยชน์ในบ้านเรือนได้รับความนิยมมากในชาวญี่ปุ่น เป็นตัวอย่างของผู้ที่มองเห็นคุณประโยชน์ของถ่านอย่างชัดเจน

2.2.2 การใช้ถ่านเพื่อทำหน้าที่ลดกลิ่นในห้องปรับอากาศ มีประสิทธิภาพที่ดีมาก ในห้องแอร์ ที่ทำงานหรือในรถ โดยเฉพาะที่ที่มีผู้สูบบุหรี่หรืออาจจะมีการสูบบุหรี่ ควรนำถ่านไม้ไปวางดักไว้ที่ช่องดูดอากาศกลับของเครื่องปรับอากาศรุ่นและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในถ่านไม้จะดูดซับกลิ่นและเชื้อโรคต่างๆ เอาไว้ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อย่างดีหรือจะใช้ถ่านเพื่อการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน ก่อนปล่อยสู่ท่อระบายสาธารณะก็ยังเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

2.3 การใช้ประโยชน์ในการเกษตร

2.3.1 ในภาคการผลิตเชิงเกษตร การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์นับว่ามีคุณค่าที่น่าสนใจไม่น้อย เนื่องจากถ่านมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษภัยต่อพืชและสัตว์จึงสามารถใช้ทดแทนสารเคมีราคาแพงได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพไม่แพ้กันทีเดียว

2.3.2 ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ถ่านไม้จะมีรูพรุนมากมาย เมื่อใส่ถ่านปนลงในดินจะช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุดมน้ำได้ดีขึ้นส่งผลให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็วช่วยลดการใช้ปุ๋ยเพราะสมบัติต่างๆ ของจุลธาตุที่มีอยู่หลายชนิดในถ่านจะเป็นประโยชน์ให้แก่พืชที่ปลูก

2.3.3 ถ่านไม้ที่นำมาใช้ปรับปรุงดินควรเป็นเศษถ่านขนาดไม่เกิน 5 มิลลิเมตร โดยอาจจะเป็นถ่านแกลบหรือถ่านขานอ้อย แต่ควรระวังซีเมนต์ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างสูงเพราะพืชที่ไม่ชอบดินที่มีค่าเป็นด่างสูงควรรักษาค่าเป็นกรดต่างของดินไว้ที่ pH 6.0-6.8

2.3.4 ช่วยรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้นผักและผลไม้จะมีกลิ่นหอมผลิตก๊าซเอทิลีน (Ethylene) เพื่อทำให้ตัวเองสุก เราสามารถรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้นโดยใส่ถ่านลงในกล่องบรรจุเพื่อดูดซับก๊าซดังกล่าวไว้ไม่ให้ออกฤทธิ์ผักผลไม้จะยังคงสดอยู่ได้นานถึง 17 วัน โดยไม่เสียหายหรือสุกเกินไป ปัจจุบันได้มีการนำผงถ่านกัมมันต์ผสมลงในกระดาษที่ใช้ทำกล่องบรรจุผลผลิตเพื่อการนี้แล้ว

2.3.5 ถ่านแกลบหรือถ่านขานอ้อยใช้ทดแทนแกลบรองพื้นคอกสัตว์ซึ่งราคาถูกและหาง่ายพอๆ กัน เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนและแก๊สต่างๆ อันเป็นสาเหตุหนึ่งของอาการเครียดในสัตว์ ส่งผลให้สุขภาพและผลผลิตจากปศุสัตว์มีคุณภาพดีขึ้น

2.3.6 ใช้ผสมอาหารสัตว์นำผงถ่านผสมในอาหารสัตว์ด้วยอัตราส่วนเพียงร้อยละ 1 ถ่านจะช่วยดูดซับแก๊สในกระเพาะและลำไส้ช่วยลดอาการท้องอืดเนื่องจากปริมาณน้ำในอาหารสูงเกินไปได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

2.3.7 ปรับปรุงคุณภาพแหล่งน้ำนำถ่านไม้ใส่กระสอบ (ในปริมาณที่สอดคล้องกับปริมาณแหล่งน้ำ) ไว้ที่ก้นบ่อ และจัดให้มีการไหลเวียนน้ำบริเวณกระสอบถ่านนั้น เศษอินทรีย์วัตถุต่างๆ ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดย

2.3.8 จุลินทรีย์ ที่อยู่ในรูปของถ่านช่วยเพิ่มประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำในบ่อเลี้ยงปลาหรือกุ้งได้เช่นกัน

ขั้นตอนการผลิตถ่านซังข้าวโพด

1. เริ่มจากการเผาซังข้าวโพดให้เป็นถ่าน โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยนำถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร โดยเจาะรูข้างถึง 3 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว เรียงกันลงมาในแนวตั้ง ให้รูทั้งสามข้างเท่าๆ กัน และอยู่ห่างจากปากถังและกันถึง วิธีเผา หันถังให้ช่องลมตรงทางลม แล้วจึงเริ่มจุดไฟในถังด้วยเศษไม้เล็กๆ ก่อน เมื่อไฟลุกดีแล้วจึงค่อยๆ เติมซังข้าวโพดลงไป 1 ส่วน (ซังข้าวโพดที่จะเผาให้แบ่งเป็น 3 ส่วน) จนซังข้าวโพดไหม้หมด สังเกตได้จากมีเปลวไฟขึ้นรอบๆ ถังโดยไม่มีควันไฟแล้วจึงเติมซังข้าวโพดส่วนต่อไปจนเต็มถัง เมื่อซังข้าวโพดมีปริมาณถึงรูที่อุดรูนั้น จากนั้นก็ปิดฝาถังแล้วคว่ำลงบนดิน หรือทรายทิ้งไว้หนึ่งคืน วันรุ่งขึ้นเมื่อถังเย็นดีแล้วจึงเทถ่านออกมาแต่ต้องระวังถ้าถ่านยังร้อนอยู่ เมื่อเทออกจากถังถ่านจะเผาไหม้ต่อได้

2. นำถ่านที่ได้จากการเผาแล้วนำไปบด โดยบดเป็นผงถ่าน

3. หลังจากบดถ่านเสร็จแล้วนำเข้าเครื่องผสมโดยใช้ตัวประสานคือแป้งมัน โมลาสและปูนขาวในอัตราส่วนร้อยละ 10 และเติมน้ำสะอาดร้อยละ 8 เพื่อที่จะให้ส่วนผสมทุกส่วนเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้มือหยาบดูว่าส่วนผสมเข้ากันหรือยัง ถ้ายังไม่เข้ากันใช้เครื่องผสม ผสมต่อไปจนกลายเป็นเนื้อเดียวกัน สาเหตุที่ต้องใช้ตัวประสานผสมกับถ่านจากซังข้าวโพด เนื่องจากจะทำให้เกิดภาวการณ์เกาะตัวกัน

4. นำถ่านที่ผสมแล้ว ไปเข้าเครื่องอัดแท่ง จัดเป็นรูปทรงกระบอกหกเหลี่ยมและมีรูกลวงตรงกลาง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวที่ต้องการ

5. นำถ่านที่อัดเป็นท่อน ตากแดดประมาณ 7 วัน เป็นการไล่ความชื้นในขั้นสุดท้าย การตรวจสอบคุณภาพ โดยการสังเกต จากการใช้มือบีบถ่าน ถ้าแห้งสนิทจะบีบไม่แตกหรือถ่านอัดแท่งที่แห้งสนิทแล้ว ถ้านำเคาะจะเกิดเสียงดังกังวาน จากนั้นนำถ่านที่แห้งสนิทแล้วมาทดสอบเพื่อหาค่าความร้อน ค่าความแข็ง ค่าความหนาแน่น ค่าความชื้นและระยะเวลาในการเผาไหม้ของถ่านที่ผลิตขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

วิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง

การอัดแท่งเชื้อเพลิง เป็นกระบวนการในการเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบให้เป็นแท่งๆ โดยใช้เครื่องอัดแท่ง โดยวิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิงสามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1. การอัดแบบใช้ความร้อนหรืออัดร้อน เป็นวิธีการอัดแท่งที่ใช้ความร้อนและแรงอัดสูงในการผลิตเชื้อเพลิงแข็ง โดยความร้อนจะไปทำให้สารพอลิโน-เซลลูโลสในวัสดุชีวมวลถูกสลายตัวที่อุณหภูมิสูงกลายเป็นตัวประสานให้วัสดุสามารถจับตัวกันเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ วิธีนี้สามารถใช้กับวัสดุทั่วไปได้ เช่น แกลบ ชี้เลื่อย เศษไม้ จากนั้นนำไปเข้าเครื่องอัดต่อไป การอัดแบบใช้ความร้อนเรียกอีกอย่างว่า การผลิตเชื้อเพลิงแข็ง เนื่องจากแท่งเชื้อเพลิงที่มีความแข็งและแน่นมาก ซึ่งต้องใช้ความร้อนและแรงอัดที่สูงมาก จึงจะสามารถหลอมวัสดุได้ การอัดแท่งยังมีปัจจัยที่มีผลต่อการจับตัวเป็นแท่ง เช่น ปริมาณความชื้น แรงดัน อุณหภูมิและขนาดวัตถุดิบ เป็นต้น ลักษณะเป็นดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 เครื่องอัดถ่านแท่งแบบอัดร้อน

ที่มา : เว็บไซต์ บริษัท ไทยซูมิ จำกัด

2. การอัดแบบไม่ใช้ความร้อนหรืออัดเย็น วิธีการอัดแท่งแบบนี้จะใช้แรงอัดและอุณหภูมิระหว่างอัดต่ำ โดยอาศัยความสามารถของวัสดุชีวมวล ในการจับตัวกันเป็นแท่งหรือประสาน วัสดุที่ใช้อัดจะมีเส้นใยและความเหนียวที่สามารถทำให้วัสดุเกาะติดกันได้ เช่น เพกติน เยลลานินและกัม ลักษณะเป็นดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 เครื่องอัดถ่านแท่งแบบอัดเย็น

ที่มา : เว็บไซต์ บริษัท ไทยซูมิ จำกัด

รูปแบบการอัดแบบนี้มีกระบวนการอัดแท่ง แบ่งได้ 2 แบบคือ

2.1 แบบไม่ใช้ตัวประสาน จะใช้วัสดุชนิดเดียวอัดตัวมันเองให้เป็นแท่ง โดยวัสดุนี้จะสามารถจับติดกันหรือประสานตัวมันเองได้ เช่น การอัดผักตบชวา เป็นต้น

2.2 แบบใช้ตัวประสาน เป็นการอัดที่ใช้วัสดุชนิดอื่นเป็นตัวประสาน เรียกว่า ตัวเชื่อมประสาน (Binder) เพราะตัวมันเองไม่มีเส้นใยหรือยางเหนียวเพียงพอที่จะจับตัวได้ เช่น การอัดฟางข้าวผสมกับตะกอนน้ำเสีย การอัดเปลือกทุเรียนผสมกับผักตบชวา ซึ่งตัวประสานที่ผสมมีทั้งที่สามารถให้ความร้อนและที่ผสมเพื่อให้การจับตัวดีขึ้น เช่น ซีเมนต์ ดินเหนียว แป้งเปียก เป็นต้น

3. การทำถ่านอัดแท่งด้วยมือ คือการนำเศษชีวมวล เช่น ชังข้าวโพด กะลามะพร้าว ซึ่งในการทำถ่านทดลองในครั้งนี้ใช้ก้านมะพร้าวแห้ง (ส่วนของใบทั้งหมด) มาเผาและบดละเอียดผสมกับถ่านป่น โดยมีแป้งมัน และกากน้ำตาลเป็นตัวประสาน เพื่อให้ถ่านจับตัวได้ดี แล้วนำไปใส่ลงในกระบอกลูกสูบซึ่งอาจจะทำมาจากกระบอกลูกสูบเหล็กท่อ PVC เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-4 เซนติเมตร ใช้เหล็กกระทุ้งซึ่งเป็นเหล็กกลมปลายทุ้ง ยาวกว่ากระบอกลูกสูบนั่นหรือกระแทกพื้น จากนั้นก็คว่ำแม่แบบดันถ่านออกมาแล้วนำไปทำให้แห้ง โดยการนำไปตากแดดหรือใช้ความร้อนเป็นเชื้อเพลิงในการทำให้แห้ง



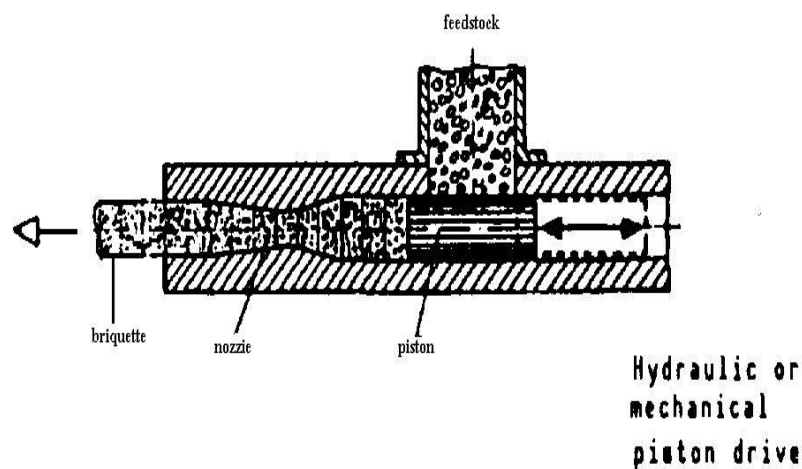
ภาพที่ 2.15 เครื่องอัดถ่านแท่งแบบอัดร้อน

ที่มา : เว็บไซต์ บริษัท ไทยซูมิ จำกัด

ชนิดเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง

เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. เครื่องอัดแบบลูกสูบ (Piston press) ประกอบด้วยลูกสูบชัก (Reciprocating piston) เพื่อดันวัตถุดิบที่มาจากช่องป้อนเข้าไปในกระบอกลูกสูบ (Tapered die) หลักการทำงานคือ ลูกสูบอัดวัสดุเข้าไปในปลายท่อ (Barrel) หรือกระบอกลูกสูบ ซึ่งมีลักษณะเป็นตัวรีดรูปกรวย (Conical chock) หรือรูปรีจะทำหน้าที่ด้านการเคลื่อนที่ของวัสดุ ผลจากการดันนี้รวมทั้งการขัดสีวัสดุกับผนังท่อ ทำให้เกิดความร้อนที่อุณหภูมิในช่วง 150-300 องศาเซลเซียส และได้ผลิตภัณฑ์ที่ถูกอัดแท่งออกมาเป็นรูปทรงกระบอกลูกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-100 มิลลิเมตร เครื่องอัดแบบนี้มีความสามารถในการผลิตได้ 40-1000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีปัญหาที่พบโดยทั่วไปคือการขัดสีของกระบอกลูกสูบและการแตกของลูกสูบ

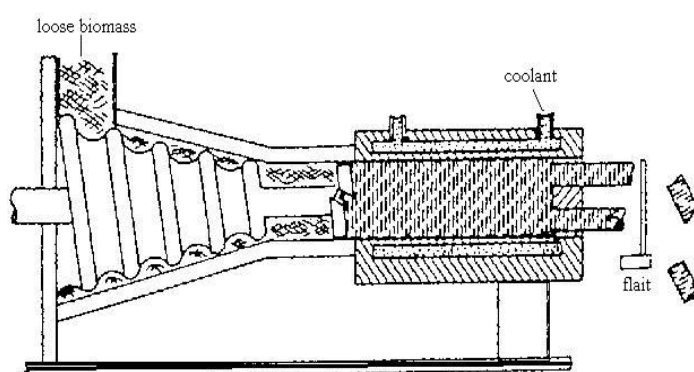


ภาพที่ 2.16 เครื่องอัดแบบลูกสูบ

ที่มา : ทองทิพย์ พูลเกษม, 2542

2. เครื่องอัดแบบเกลียว (Screw press) ในเครื่องอัดแบบเกลียว วัตถุดิบที่ใช้อัดจากช่องป้อน (Feed hopper) ถูกส่งผ่านและอัดด้วยเกลียว แบ่งเครื่องอัดแบบนี้ได้เป็น 3 ประเภท คือ

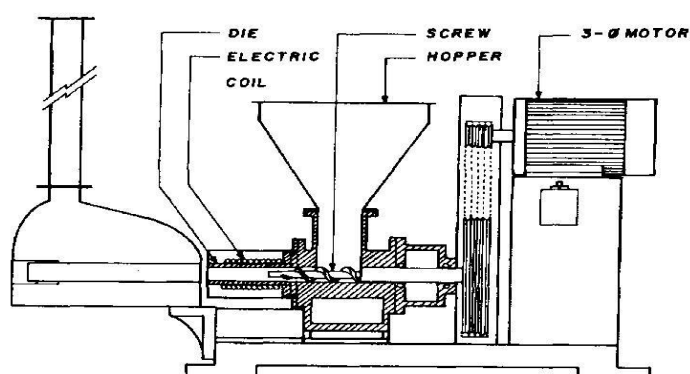
2.1 เครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวย (Conical screw press) มีหลักการทำงานคือเกลียวรูปกรวยจะดันให้วัสดุเคลื่อนตัวไปข้างหน้า เมื่อฟันเกลียวไปวัสดุถูกดันผ่านกระบอกอัดขนาด 25 มิลลิเมตร การไหลผ่านของวัสดุเข้าไปในกระบอกอัดเพิ่มขึ้นพร้อมกับแรงเสียดทานที่มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นระหว่าง 100-200 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ลิกนินหลอมละลายทำหน้าที่เป็นตัวประสาน หลังจากระบายความร้อนจะได้แท่งเชื้อเพลิงอัด กำลังในการผลิตของเครื่องอัดแท่งแบบนี้อยู่ในช่วง 500-1000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตรากำลังของมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนอัดอยู่ระหว่าง 35-75 กิโลวัตต์ วัสดุที่ใช้ทำการอัดควรมีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดและมีความชื้นร้อยละ 8-10



ภาพที่ 2.17 เครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวย

ที่มา : ทองทิพย์ พูลเกษม, 2542

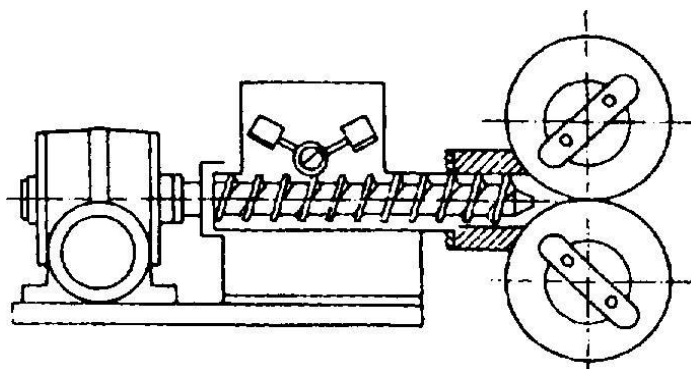
2.2 เครื่องอัดแบบเกลียวพร้อมด้วยขดลวดความร้อนที่กระบอกอัด (Screw press with a heated die) มีหลักการทำงานคือ วัสดุถูกดันโดยเกลียวที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกหรือรูปกรวยเล็กน้อย ผ่านเข้าไปในท่อ (Barrel) หรือกระบอกอัดที่มีอุณหภูมิจากขดลวดความร้อนระหว่าง 200-350 องศาเซลเซียส ความร้อนนี้ทำให้วัสดุที่สัมผัสกับท่อเกิดการเผาไหม้และได้ผลิตภัณฑ์ที่ถูกยึดตัวกันดี ลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกหกเหลี่ยมขนาดประมาณ 50 มิลลิเมตร โดยเฉพาะการออกแบบของหัวเกลียวทำให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีรูกลวงตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 มิลลิเมตร เพื่อเป็นช่องให้แก๊สหรือควันที่เกิดในระหว่างการอัดถ่ายเทออกมา กำลังในการผลิตของเครื่องอัดแบบนี้อยู่ในช่วง 50-500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง วัสดุที่ใช้มีลักษณะเม็ดละเอียดและมีปริมาณความชื้นในช่วงร้อยละ 8-12 ปัญหาใหญ่ของเครื่องอัดแบบนี้คือ การขัดสีของเกลียวและกระบอกอัด



ภาพที่ 2.18 เครื่องอัดแบบเกลียวพร้อมด้วยขดลวดความร้อนที่กระบอกอัด
ที่มา : ทองทิพย์ พูลเกษม, 2542

2.3 เครื่องอัดแบบเกลียวคู่ (Twin-screw press) เครื่องอัดแบบนี้มีเกลียวอัด 2 อันต่อกับเพลลาที่สวมเข้ากับชิ้นส่วนของเกลียว (Screw parts) ที่เปลี่ยนความเร็วในการหมุนได้ เนื่องจากแรงอัดและแรงเสียดสูง ทำให้อุณหภูมิของวัตถุดิบสูงถึง 250 องศาเซลเซียส จึงต้องมีส่วนหล่อเย็นที่กระบอกอัด สำหรับวัตถุดิบที่ใช้อัดควรมีขนาด 30-80 มิลลิเมตรและวัตถุดิบที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 25 ขึ้นไปจึงจะสามารถทำการอัดได้ โดยไม่ต้องทำให้แห้งเสียก่อนกำลังการผลิตของเครื่องนี้อยู่ในช่วง 2800-3600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้

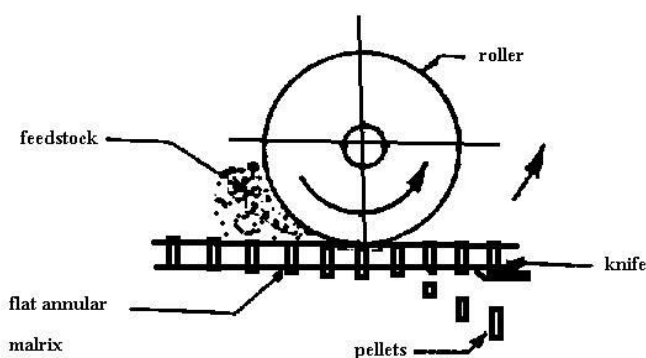
3. เครื่องอัดแบบลูกกลิ้ง (Roll press) เครื่องอัดแบบลูกกลิ้งนี้ มีการทำงานโดยจะเริ่มทำงานอัดวัตถุดิบที่ตกลงมาในระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองที่หมุนทิศทางตรงกันข้าม ทำให้วัตถุดิบถูกอัดแน่นเข้าไปในตัวรองรับแท่นอัด (Pillloe-shaped briquetted) การอัดแท่งแบบนี้ต้องการวัสดุที่มีขนาดเล็กกว่าการอัดแบบอื่น และแท่งอัดที่ได้มีความหนาแน่นน้อยกว่าแท่งอัดที่ได้จากการอัดแบบอื่นเนื่องจากช่วงเวลาในการอัดสั้น ทำให้ยากต่อการสร้างสภาวะของอุณหภูมิแรงอัดในการหลอมละลายลิโนินได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นการอัดแท่งด้วยวิธีนี้จะได้ผลสำเร็จจึงจำเป็นต้องใช้ตัวประสานเข้าช่วย ที่ทำให้วัสดุเกาะติดกันดี



ภาพที่ 2.19 เครื่องอัดแบบลูกกลิ้ง

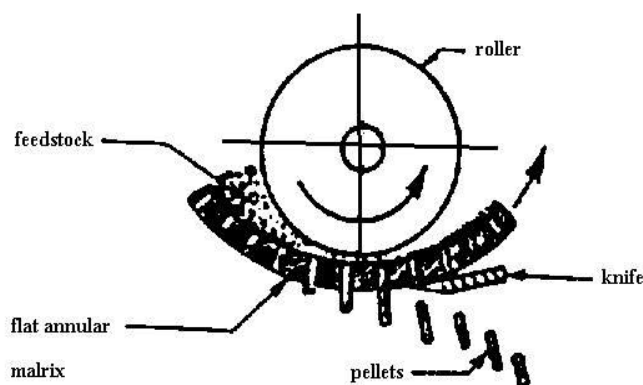
ที่มา: ทองทิพย์ พูลเกษม, 2542

4. เครื่องอัดเม็ดหรืออัดเป็นแท่งเล็กๆ (Pelletizing press) เครื่องอัดแบบนี้ประกอบด้วย แม่พิมพ์ (Matrix) และลูกกลิ้ง (Roller) ซึ่งแรงอัดระหว่างแม่พิมพ์กับลูกกลิ้งทำให้เกิดความร้อนจากแรงเสียดสีและทำการอัดวัตถุดิบผ่านแม่พิมพ์ที่เจาะเป็นรูซึ่งมี 2 แบบคือ เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์แผ่นกลม (Disk matrix press) และเครื่องอัดแม่พิมพ์วงแหวน (Ring matrix press) แท่งอัดเม็ดที่ถูกอัดออกมาแล้วจะถูกตัดด้วยใบมีดตามขนาดความยาวที่กำหนดให้ ซึ่งปกติจะมีความยาวน้อยกว่า 30 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-15 มิลลิเมตร ถ้าแท่งอัดมีขนาดใหญ่กว่านี้แล้วจะทำการอัดเป็นลูกบาศก์ (Cubing) แทนการอัดเม็ด



ภาพที่ 2.20 เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์แผ่นกลม

ที่มา : ทองทิพย์ พูลเกษม, 2542



ภาพที่ 2.21 เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์วงแหวน

ที่มา : ทองทิพย์ พูลเกษม, 2542

ตัวประสาน

ตัวประสาน การทำถ่านอัดแท่งโดยใช้ตัวประสานนั้นเป็นการผลิตแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งตัวประสานคือสารที่เติมเข้าไปในกระบวนการอัดเพื่อที่จะให้อนุภาคของเชื้อเพลิงนั้นยึดติดกันดีขึ้นเมื่อมีการใช้ตัวประสาน อุณหภูมิและความดันที่ใช้ในการอัดก็จะลดลงด้วย ตัวประสานที่เหมาะสมนั้นควรมีคุณสมบัติดังนี้คือ มีราคาถูก ไม่ดูดความชื้น ไม่สีกกร่อนง่ายและเก่าของตัวประสานเมื่อผ่านการเผาแล้วควรมีขี้เถ้าที่น้อยที่สุดมีฉะนั้นปริมาณของค่าความร้อนของถ่านก็จะลดลงไปด้วย ซึ่งชนิดของตัวประสานที่จะนำมาผสมนั้นมีดังนี้

1. แป้งมันสำปะหลัง ผลิตมาจากแหล่งต่างๆ ได้ เช่น ข้าวโพด ข้าวเหนียวที่มีอะไมโลสสูง ข้าวสาลี มันสำปะหลังและมันฝรั่งและสามารถนำไปใช้เป็นสารประกอบอาหารและเพิ่มความข้นหนืดของอาหาร แป้งจะไม่ละลายในน้ำเย็นและพองตัวในอุณหภูมิที่แตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ แป้งจึงมีคุณสมบัติที่ดีในการเพิ่มความข้นหนืด การเกิดเจล การรักษาความชื้นและการป้องกันการเกิดกลิ่นในอาหาร



ภาพที่ 2.22 แป้งมันสำปะหลัง

จากภาพที่ 2.22 แป้งมีลักษณะเป็นผงสีขาว โดยมีคุณสมบัติ คือ มีความขาวมันวาวเมื่อผสมน้ำและให้ความร้อนจะเหนียวเป็นกาวใส กล่าวได้ว่า แป้ง ขาวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เหมาะสมมากที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการเป็นตัวประสาน

2. ปูนขาว ซึ่งอยู่ในรูปลักษณะต่างๆ กันทั้งทางเคมีและกายภาพ ส่วนหินปูน (Limestone) หมายถึง หินชั้นหรือหินตะกอนที่ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็นส่วนใหญ่ เมื่อนำหินปูนมาเผาจะได้ปูนสุกที่มีขนาดต่างๆ ขึ้นกับชนิดหินปูน เตาเผาที่ใช้และวิธีปฏิบัติต่อจากการเผา เมื่อนำปูนสุกมาทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ส่วนที่เป็นผงแห้งก็คือปูนขาวดังภาพที่ 2.23 และส่วนที่เป็นสารแขวนลอยก็คือน้ำปูนใส (Milk of lime) ปูนใสสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในหลายด้านเช่นด้านการเกษตรปูนใสช่วยปรับค่าความเป็นกรด-ด่างในดินทำให้แบคทีเรียบางชนิดในดินเปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในภาพที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคพืช ซึ่งชอบเจริญในดินกรดรวมทั้งช่วยปรับโครงสร้างดินให้ร่วนโลพรขึ้นได้ง่ายขึ้นมาตรฐานปูนใสที่ใช้ในการเกษตรคือ มอก.223-2520 เรื่องวัสดุพวกปูนใสเพื่อการเกษตรด้านการบำบัดน้ำช่วยแก้ปัญหาน้ำกระด้าง โดยปูนใสเข้าไปทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำกระด้าง



ภาพที่ 2.23 ปูนขาว

จากภาพที่ 2.23 แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติของปูนขาวมีหน้าที่และประโยชน์ในฐานะเป็นวัสดุหลัก ที่จะรวมวัสดุอื่นให้เข้ามาอยู่ด้วยกัน ปูนขาวก็คือตัวแคลเซียม ซึ่งสามารถจะเป็นตัวยึดให้แข็งเป็นก้อนใหญ่ หรือสามารถยึดโยงโครงสร้างและห่อหุ้มพวกทรายไฟเบอร์ไว้ได้ และจะทำให้โครงสร้างแข็งตัวมากยิ่งขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปนานเพราะอนุของแคลเซียมในตัวปูนขาวจะจับยึดกันเองอย่างทั่วถึง ทำให้แข็งแรง

3. โมลาส (Molasses) มีรากศัพท์มาจากคำว่า “Melaco” ในภาษาโปรตุเกสหรือที่คนไทยเรียกกันว่า “กากน้ำตาล” โดยธรรมชาติ กากน้ำตาลแบ่งเป็น 2 ชนิด คือกากน้ำตาลที่ได้จากอ้อย และกากน้ำตาลที่ได้จากหัวบีท ซึ่งพบมากในประเทศแถบยุโรป คุณสมบัติเฉพาะของกากน้ำตาล คือ เป็นของเหลวเหนียวข้นสีน้ำตาลปนดำไม่สามารถตกผลึกเป็นน้ำตาลได้อีกดังภาพที่ 2.24 มีส่วนประกอบหลักคือน้ำตาลซูโครส น้ำตาลอินเวอร์ตและแร่ธาตุต่างๆละลายอยู่ ประโยชน์ของ

กากน้ำตาลสามารถใช้ได้ในหลายอุตสาหกรรมเช่น ใช้ทำปุ๋ย ใช้เลี้ยงสัตว์ใช้ผลิตแอลกอฮอล์ ใช้ในอุตสาหกรรมยีสต์ ใช้ทำผงชูรส และใช้ทำกรดน้ำส้ม แต่ส่วนใหญ่จะใช้ผลิตแอลกอฮอล์และใช้เป็นอาหารสัตว์ สำหรับในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์สำหรับการผลิตสุราและการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตแก๊สโซฮอล์ นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตผงชูรส อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมการผลิตยีสต์ ตลอดจนการนำกากน้ำตาลไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมรายย่อยต่างๆ เช่น "เอ็ม โมลาส" เป็นการนำกากน้ำตาลไปใช้หมักทำปุ๋ยน้ำใช้ทำน้ำสกัดชีวภาพ ใช้เพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อใช้ในฟาร์มกักตลอกจนใช้ในการบำบัดน้ำทิ้ง



ภาพที่ 2.24 โมลาสหรือกากน้ำตาล

จากภาพที่ 2.24 คุณสมบัติของกากน้ำตาลเนื่องจากในกากน้ำตาลประกอบด้วยน้ำตาลประมาณร้อยละ 50 ถึงร้อยละ 60 และแร่ธาตุต่างๆ ประโยชน์ที่เห็นได้โดยตรง เช่น ใช้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากกากน้ำตาลประกอบด้วยน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ซึ่งเป็นแหล่งอาหาร พลังงานที่เหมาะสมและราคาไม่แพง จึงมีการใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์หลายชนิด ใช้เป็นปุ๋ย เพราะในกากน้ำตาลมีไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับพืช นอกจากนี้กากน้ำตาลยังใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการหมักหลายชนิด เช่น อุตสาหกรรมการหมักแอลกอฮอล์ สุรา กรดมะนาว กรดน้ำส้ม กรดแล็กติก ผงชูรส ยีสต์ขนมปังและยีสต์อาหารสัตว์ เนื่องจากกากน้ำตาลมีราคาถูกและเหมาะสมกว่าเมื่อเทียบกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ

แก๊สปิโตรเลียมเหลว

แก๊สปิโตรเลียมเหลวกับแก๊สหุงต้ม (LPG) แก๊สหุงต้ม มีชื่อเป็นทางการว่าแก๊สปิโตรเลียมเหลว (liquefied petroleum gas : LPG) หรือเรียกย่อๆ ว่า แอลพีจี เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน หรือการแยกแก๊สธรรมชาติ ในโรงแยกแก๊สธรรมชาติ แก๊สปิโตรเลียมเหลวประกอบด้วยส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอน 2 ชนิด คือ โพรเพนและบิวเทนในอัตราส่วนเท่าใดก็ได้หรืออาจจะเป็นโพรเพนบริสุทธิ์ร้อยละ 100 หรือบิวเทนบริสุทธิ์ร้อยละ 100 ก็ได้ สำหรับในประเทศไทย

แก๊สหุงต้มส่วนใหญ่ได้จากโรงแยกแก๊สธรรมชาติโดยใช้อัตราส่วนผสมของโพรเพนและบิวเทนประมาณ 70:30 ซึ่งจะให้ความร้อนที่สูงทำให้ผู้ใช้ประหยัดเวลาและค่าเชื้อเพลิง

แก๊สปิโตรเลียมเหลวสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มในครัวเรือน ในโรงงานอุตสาหกรรม และในยานพาหนะได้ เช่นเดียวกับแก๊สธรรมชาติที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ในโรงงาน อุตสาหกรรม และในยานพาหนะ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีมีการนำแก๊สธรรมชาติมาใช้งานในครัวเรือนโดยตรง ด้วยคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงติดไฟของแก๊สธรรมชาติและแก๊สหุงต้มเพื่อความปลอดภัย ผู้ใช้ต้องใส่ใจ ในการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการใช้งานอย่างเคร่งครัด

1. คุณสมบัติทั่วไปของ LPG

- 1.1 เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยแก๊สโพรเพนและบิวเทน เป็นหลัก
- 1.2 ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ปราศจากพิษ (แต่โดยทั่วไปจะเติมสารเคมีเพื่อความปลอดภัย)
- 1.3 นํ้าหนักกว่าอากาศ
- 1.4 ติดไฟได้ในช่วงของการติดไฟที่ร้อยละ 2 ถึงร้อยละ 15 ของปริมาณในอากาศและอุณหภูมิที่ติดไฟได้เองคือ 400 องศาเซลเซียส

2. คุณสมบัติของแก๊ส LPG

- 2.1 เป็นเชื้อเพลิงที่นำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงมีการเผาไหม้สมบูรณ์
- 2.2 ลดการสร้างแก๊สเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน
- 2.3 แก๊สอยู่ในสภาพแรงดันต่ำ 180 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- 2.4 อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สเทียบเท่ากับการใช้น้ำมันเบนซิน
- 2.5 อุปกรณ์มีราคาถูกกว่าอุปกรณ์แก๊ส NGV

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้ข้าวโพดพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

จุฬารัตน์ ขาวกำแพง และคณะ (2554) ได้ศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตรเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งต้นแบบที่ใช้ในการทดสอบมีส่วนประกอบได้แก่ถั่วผสม เกลี้ยวลำเลียง ถังป้อนชุดเกลียวอัดชุดส่งกำลังและโครงหลัก ได้ดำเนินการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางความร้อนของถ่านและปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องซึ่งได้แก่ชนิดผงถ่าน (ผงถ่านเห้งน้ำมันสำหรับผงถ่านไม่รวม และผงถ่าน กะลามะพร้าว) และความเร็วเกลียวอัด (115 130 และ 145 รอบต่อนาที (rpm)) พบว่าถ่านอัดแท่งมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางนอกเส้นผ่านศูนย์กลางในและความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 15.01 ± 1.62 เซนติเมตร, 4.12 ± 0.05 เซนติเมตร, 1.23 ± 0.12 เซนติเมตร และร้อยละ 7.13 ตามลำดับโดยเดินเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งที่อัตราการป้อน 140 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วเกลียวอัด 145 รอบต่อนาที ใช้ส่วนผสมไม่รวมผงถ่านกะลามะพร้าว แป้งมันสำปะหลังและน้ำในสัดส่วน 1 : 1 : 0.15 : 1 โดยน้ำหนัก ได้ความสามารถในการทำงานของเครื่องเฉลี่ย 131.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานที่ใช้ 2107-2147 วัตต์ พลังงานจำเพาะที่ใช้เฉลี่ย 16.16 วัตต์ต่อกิโลกรัม. ถ่านอัดแท่ง มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางความร้อนที่เหมาะสม จากผลการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า เมื่อความเร็วเกลียวอัดเพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นแต่ความหนาแน่น ความแข็งแรงของถ่านอัด

แห้งลดลงและไม่มีผลทำให้ค่าความร้อนแตกต่างกันความเร็วที่เลือกใช้อยู่ในช่วง 130 ถึง 145 รอบต่อนาที ชนิดและอัตราส่วนผสมผงถ่านที่ผสมมีผลทำให้ความสามารถในการทำงาน ค่าพลังงานจำเพาะที่ใช้และคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งแตกต่างกันถ่านอัดแท่งที่ได้มีความยาวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใน 13.91 ± 1.62 4.12 ± 0.05 และ 1.23 ± 0.12 เซนติเมตร ที่ความเร็วเกลียวอัด 145 รอบต่อนาที อัตราส่วนผสมผงถ่านไม่รวมกับผงถ่านกะลามาะพร้าว (50 : 50) พบว่าเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งมีค่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 131.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานจำเพาะที่ใช้เฉลี่ย 16.16 วัตต์ต่อกิโลกรัม ถ่านอัดแท่งที่ได้มีค่าความหนาแน่น 676.0 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าแข็งแรง 0.183 เมกะปาสคาล และค่าความร้อน 5527.3 แคลอรี ขณะที่ กิตติพงษ์ ลาลูน, สมโภชน์ สุตาจันทร์ (2553) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางความร้อนของเหง้ามันสำปะหลังในการศึกษาเหง้ามันสำปะหลังที่มีความชื้นร้อยละ 37.25 มาตรฐานเปียก พบว่า เหง้ามันสำปะหลังมีความกว้าง ความยาว และความหนาเฉลี่ยอยู่ที่ 3.52 22.9 และ 3.03 เซนติเมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของเหง้ามันสำปะหลังมีค่าเฉลี่ย 245.27 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมอดุลสภาพกองเฉลี่ย 47.78 องศา สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิตบนพื้นเหล็ก พื้นไม้และพื้นพลาสติก พบว่ามีค่า 0.41-0.43, 0.58-0.59 และ 0.44-0.45 ตามลำดับการศึกษาค้นสมบัติทางความร้อนของเหง้ามันสำปะหลังและผงถ่านเหง้ามันสำปะหลัง พบว่าเหง้ามันสำปะหลังมีปริมาณความชื้น สารระเหย คาร์บอนคงตัวเถาและค่าความร้อนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 12.33 ร้อยละ 65.57 ร้อยละ 19.29 ร้อยละ 2.81 และ 4,040.53 แคลอรีต่อกรัมตามลำดับ ส่วนของถ่านเหง้ามันสำปะหลังมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.31 ร้อยละ 25.69 ร้อยละ 62.58 ร้อยละ 4.42 และร้อยละ 6,101.67 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่งได้ ขณะที่ พัทธภรณ์ เจริญรอย (2551) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแท่งเชื้อเพลิงจากฟางข้าวและแกลบโดยใช้ผักตบชวาเป็นตัวเชื่อมประสานพร้อมทั้งศึกษาหาค่าความร้อนอัตราการใช้ค่าความร้อนและแก๊สเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของแท่งเชื้อเพลิงในการศึกษาได้นำวัสดุเหลือใช้มาอัดให้เป็นแท่งด้วยวิธีการอัดแบบเปียกโดยใช้เครื่องอัดไฮโดรริกและแม่แรงอย่างง่ายในอัตราส่วน 1:1 1:3 และ 1:4 โดยนำหนักจากการศึกษาพบว่าอัตราส่วน ฟางข้าว:ผักตบชวา และ แกลบ:ผักตบชวา ในอัตราส่วน 1:3 โดยนำหนักทำให้แท่ง เชื้อเพลิงอยู่ตัวไม่แตกเปราะสามารถยึดเกาะได้ดีและให้ค่าความร้อน 3,956 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และ 2,358 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับอัตราส่วนของ ฟางข้าว:ผักตบชวา ที่อัตราส่วน 1:1 1:3 และ 1:4 ใช้เวลาต้มน้ำจนเดือดที่ 7 และ 8 นาที ตามลำดับ แกลบ: ผักตบชวา ในทุกอัตราส่วนใช้เวลาต้มน้ำจนเดือดที่ 7 นาที เท่ากัน ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของแท่งเชื้อเพลิงจากฟางข้าวและแกลบมีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ร้อยละ 2.27 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO) ร้อยละ 0.37 แก๊สไฮโดรเจนไดออกไซด์ (SO₂) ร้อยละ 0.00 และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ร้อยละ 1.82 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO) ร้อยละ 0.38 แก๊สไฮโดรเจนไดออกไซด์ (SO₂) ร้อยละ 0.0013 ตามลำดับ ขณะที่ สมโภชน์ สุตาจันทร์ และคณะ (2550) ได้ศึกษาและพัฒนาการผลิตถ่านอัดแท่งจากผงถ่าน ผงถ่าน 3 ชนิดที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ถ่านไม้มะขาม ถ่านกะลามาะพร้าวและถ่านไม้ฉำฉา ส่วนผสมของผงถ่านหลักต่อผงถ่านรอง 3 ระดับคือ 10:0.5 10:1.0 และ 10:1.5 แป้งมันสำปะหลังถูกใช้เป็นตัวยึดผงถ่านด้วยอัตราส่วนผสมของผงถ่านหลัก 33 ต่อแป้งมันเป็น 10:0.5 10:1.0 และ 10:1.5 พบว่าความหนาแน่นเท่ากับ 190 ถึง 280 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความชื้นเท่ากับร้อยละ

ละ 5.6-8.8 มาตรฐานความแข็งแรงถ่านอัดแท่งจากส่วนผสมถ่านหลักต่อแป้งมัน 10:1.5 รับแรงได้สูงสุดทุกการทดลองเมื่อใช้ผงถ่านหลักต่อแป้งมัน 10:0.5 10:1.0 และ 10:1.5 มีความแข็งเท่ากับ 0.25 ถึง 0.95 0.7 ถึง 1.76 และ 0.79 ถึง 2.24 เมกะปาสคาลตามลำดับถ่านอัดแท่งที่ใช้ส่วนผสมระหว่างถ่านไม้มะกอกกับถ่านกะลามะพร้าว 10:1.5 และถ่านไม้มะขามต่อแป้งมัน 10:1.0 ถึง 1.5 ให้ความร้อนสูงสุดเป็น 5081.26 ถึง 5289.20 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งมีความร้อนมากกว่าถ่านที่ผลิตและจำหน่ายทั่วไป 84.68 ร้อยละเครื่องอัดถ่านแท่งใช้กำลังขณะทำงาน 1044 ถึง 1441 วัตต์ และใช้พลังงานจำเพาะเท่ากับ 0.67 ถึง 2.03 วัตต์ต่อชั่วโมง ต่อถ่านแท่งและมีอัตราการทำงาน 840 ถึง 1740 แท่งต่อชั่วโมงก่อนหน้านี้ สุปจน์ เดชผล (2546) ได้ทำการศึกษาศักยภาพและประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงจากกากตะกอนน้ำเสียโรงงานน้ำตาลผสมกับขานอ้อย พบว่าที่อัตราส่วนกากตะกอนต่อขานอ้อยอยู่ที่ 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6 สามารถอัดเป็นแท่งได้ขณะที่อัตราส่วน 3:7, 2:8, 1:9 และ 0:10 ไม่สามารถอัดออกมาเป็นแท่งได้ เนื่องจากมีปริมาณขานอ้อยมากเกินไปนำอัตราส่วนที่มีปริมาณขานอ้อยมากที่สุด 3 อัตราส่วนได้แก่ 6:4, 5:5 และ 4:6 มาวิเคราะห์คุณสมบัติพบว่าอัตราส่วน 4:6 เป็นอัตราส่วนที่มีความร้อนสูงที่สุดและเมื่อทำการเผาถ่านแล้วพบว่าคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งดีกว่าถ่านอัดแท่งการนำไปใช้ในสภาพเชื้อเพลิงอัดแท่งจึงเหมาะสมกว่าการนำไปทำเป็นถ่านสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตนำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัตราส่วน 4:6 มาทำการวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพบว่าโรงงานน้ำตาลที่ศึกษาโรงงานน้ำตาลภายใต้เงื่อนไขของการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งระดับอุตสาหกรรมขั้นต่ำสามารถมีกำลังการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งเท่ากับ 347,700 แท่ง ในขณะเดียวกัน อาภาวดี เบญจมาภรณ์กุล (2546) การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนน้ำเสียอุตสาหกรรมเพื่อเป็นพลังงานทดแทนผลการวิจัยพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดแท่งโรงงานผงชูรสและโรงงานนมอยู่ที่ 1:1, 2:1 และ 3:1 โดยปริมาตรซึ่งสามารถอัดขึ้นรูปได้และใช้เวลาน้อยกว่าการนำตะกอนทั้ง 2 โรงงานมาทำการหมักเพื่อปรับปรุงคุณภาพพบว่ากากตะกอนทั้ง 2 โรงงานหลังจากหมักแล้วประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนของโรงงานผงชูรสและโรงงานนมต่ำลงจากการวิเคราะห์ปัจจัยในการอัดแท่งความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจะแปรตามเวลาซึ่งขึ้นอยู่กับความชื้นของอัตราส่วนผสมจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพพบว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานเนื่องจากคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งมีความร้อนใกล้เคียงกับฟืนไม้และมีปริมาณกำมะถันน้อยกว่าถ่านหินสำหรับแท่งเชื้อเพลิงแท่งเชื้อเพลิงที่ไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพเผาให้เป็นถ่านพบว่าประสิทธิภาพการใช้งานและการให้พลังงานดีกว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ไม่เผา

ผลจากการศึกษาวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวกับการพัฒนาและผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการศึกษาและพัฒนาเกี่ยวข้องกับการผลิตถ่านอัดแท่งในด้านต่างๆ เช่น การใช้วัตถุดิบเป็นแห่งำม่่นสำปะหลั่งการศึกษาคุณสมบัติของแห่งำม่่นสำปะหลั่งการพัฒนาเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้เหมาะกับการผลิตถ่านอัดแท่งและการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทั้งระบบ เป็นต้น นอกจากนี้ในต่างประเทศยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาและผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด ดังนี้

Owen et al.2005 ได้ศึกษาการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ลำต้นข้าวโพด ฟาง หญ้า ใบไม้ เป็นต้น โดยบดเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้เป็นชิ้นเล็กๆ เติมน้ำแล้วนำมาอัดเป็นแท่งโดยแท่งเชื้อเพลิงจะมีลักษณะคล้ายกับโดนัทนำไปตากให้แห้งสามารถใช้แทน

เชื้อเพลิงและถ่านได้โดยให้ความร้อนสูงและติดไฟนานนอกจากนี้ยังได้ทดลองทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษใบไม้ กิ่งไม้และขยะจากจดหมายเก่าผลการศึกษาพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งนี้สามารถจุดติดไฟได้ง่ายใช้เวลาเพียง 2 นาทีเท่านั้นและให้อุณหภูมิสูงถึง 816 องศาเซลเซียส ในขณะที่ไม่ใช้เวลาในการจุดติดไฟนานกว่าและให้อุณหภูมิสูงสุดเพียง 733 องศาเซลเซียส โดยก่อนหน้านี้ที่ Ndiema, C.K.w.et.al (2004) ได้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากจากชีวมวลทั้งวัสดุที่เหลือจากภาคการเกษตรโดยพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการอัดแท่งเชื้อเพลิงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิง(ความยาวและความพรุนของถ่าน) นอกจากนี้ยังศึกษาความดันในการอัดแท่งซึ่งมีผลต่อความพรุน (ช่องว่างภายในแท่งเชื้อเพลิง) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อความดันในการอัดเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ช่องว่างภายในแท่งเชื้อเพลิงลดลงเนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นแต่ความดันไม่มีผลต่อความยาวของแท่งเชื้อเพลิง ก่อนหน้านั้น Husain, Zainac, Abdulla (2002) ได้ทำการศึกษาการทำถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตรที่เหลือจากกระบวนการบีบน้ำมันปาล์ม ได้แก่เปลือกกะลา ทะลายของปาล์ม โดยการนำวัสดุเหล่านี้ไปเผาเป็นถ่านแล้วบดลดขนาดผสมผงถ่านกับแป้งร้อยละ 10 ของน้ำหนักผงถ่านและผสมน้ำร้อยละ 50 ของผงถ่านแล้วอัดในกระบอกอัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40, 50 และ 60 มิลลิเมตร โดยใช้กำลังจากระบบไฮดรอลิกที่ความดัน 5 ถึง 13.5 เมกะปาสกาล ถ่านอัดแท่งที่ได้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่ออัดด้วยความดันสูงขึ้นถ่านอัดแท่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กทำให้ความหนาแน่นมากกว่าถ่านอัดแท่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าเมื่อความดันในการอัดเท่ากันถ่านอัดแท่งที่ได้มีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 1100-1200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอัดอยู่ระหว่าง 1.39 ถึง 2.78 วัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัตถุดิบค่าความร้อนที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.38 เมกะจูลต่อกิโลกรัม มีความแข็งแรงเฉลี่ย 2.56 กิโลปาสกาล ค่าความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 12.5 มาตรฐานเปียกถ่านอัดแท่งมีอัตราการเผาไหม้ 3.05×10^{-5} กิโลกรัมต่อวินาที และมีปริมาณขี้เถ้า 5.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเดียวกัน Husain, et al. (2002) ได้ทำการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกะลาปาล์มที่ผ่าน กระบวนการแปรรูปเป็นน้ำมันปาล์มแล้วโดยอัดแท่งที่ระดับความดันระหว่าง 5 ถึง 13.5 เมกะปาสกาล ด้วยระบบไฮดรอลิก (Hydraulic Press) จากผลการทดลองได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40, 50 และ 60 มิลลิเมตรและทำการศึกษาคูณสมบัติด้านต่างๆพบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งไม่มีความหนาแน่นระหว่าง 1,100 และ 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความร้อน 3,917 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ปริมาณเถ้าร้อยละ 6 และค่าความชื้นร้อยละ 12 และก่อนหน้านี้ Dummerdorf, et al. (1998) ได้ทำการศึกษาการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยที่นำกากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนมาผสมกับ Brown Coal ตั้งแต่ 1:3 จนถึง 3:1 โดยน้ำหนัก และนำเข้ากระบวนการอัดที่ความดันมากกว่า 50 บาร์ เพื่อให้คงรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางความร้อนโดยใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริม (Auxiliary Fuel) ใน Boiler ในโรงผลิตไฟฟ้าหรือนำไปใช้ประโยชน์ทางเคมีในกระบวนการไพโรไลซิสหรือกระบวนการ Gasification เพื่อการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงหรือ Synthesis Gas

ผลจากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่าผู้วิจัยในประเทศให้ความสำคัญในการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งจากชีวมวล อีกทั้งยังได้ศึกษาถึงคุณสมบัติต่างๆ ของถ่านอัดแท่งจากชีวมวล

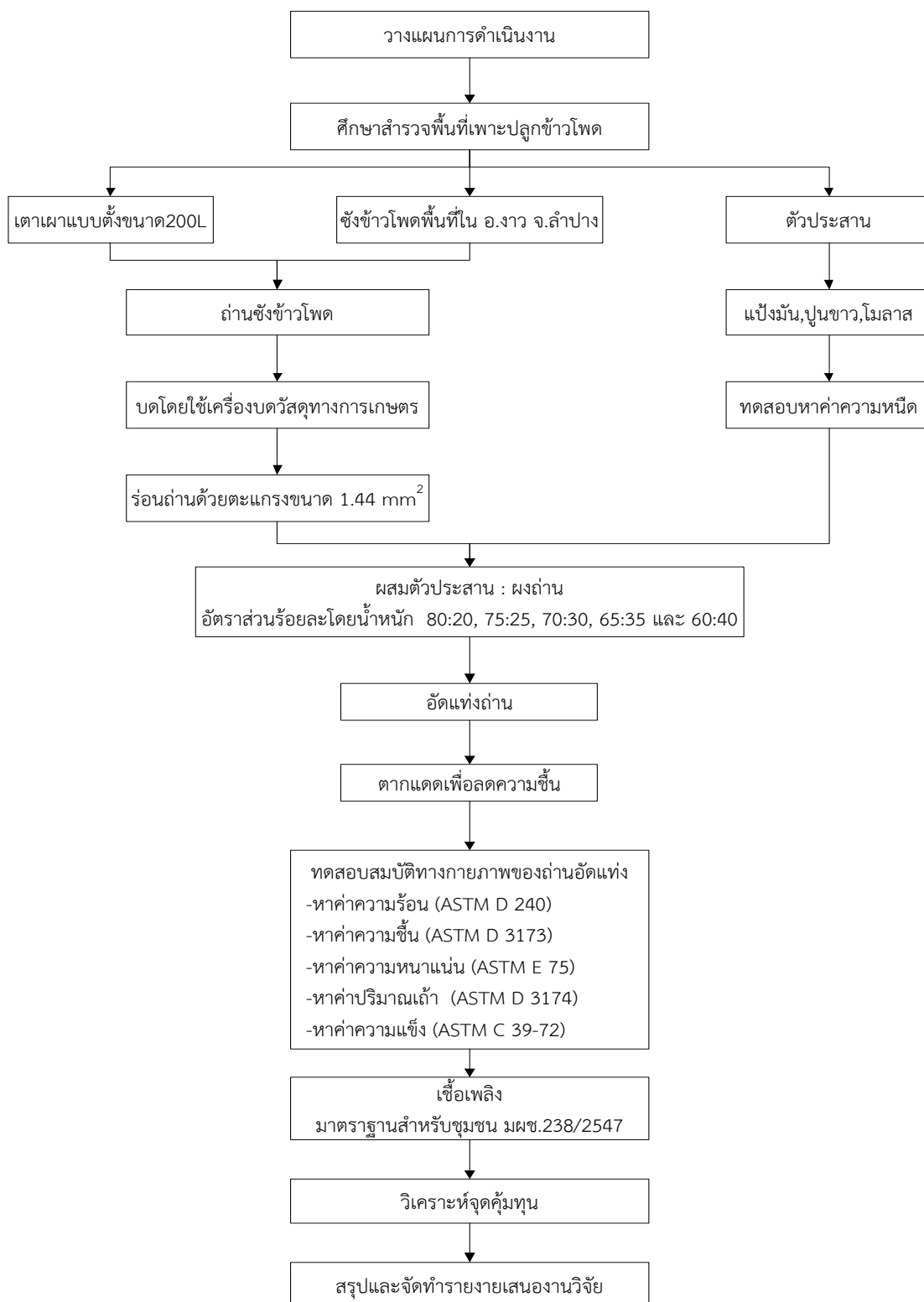
หลังจากได้ศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศแล้วจึงเป็นประโยชน์ต่อการนำมารวบรวมข้อมูลเพื่อให้เกิดเป็นงานวิจัยที่ได้คุณภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดเล็กและใช้สอยภายในครัวเรือน นับว่าเป็นการส่งเสริมการพัฒนาและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของไทยให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์จากซังข้าวโพดซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจากพื้นที่ อำเภองาว จังหวัดลำปาง มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง เพื่อศึกษาสมบัติทางความร้อนและสมบัติทางกายภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ รวมทั้งทำการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนการผลิตถ่านอัดแท่งเพื่อใช้ทดแทนแก๊สหุงต้ม LPG โดยมีแผนการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. วางแผนศึกษาข้อมูลและวิธีการดำเนินงานวิจัยในขั้นตอนต่างๆ
2. ทำการศึกษาและสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ อำเภองาว จังหวัดลำปาง
3. ขั้นตอนการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการดำเนินงาน
 - 3.1 ทำการเก็บรวบรวมซังข้าวโพด ในพื้นที่ อำเภองาว จังหวัดลำปาง
 - 3.2 เตรียมตัวประสาน โดยการนำตัวประสานทั้งสามชนิดมาทดสอบค่าความหนืด
 - 3.3 เตรียมเตาแบบตั้ง ขนาด 200 ลิตร สำหรับเผาถ่านซังข้าวโพด
4. ขั้นตอนการผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด
 - 4.1 ทำการผลิตถ่านจากซังข้าวโพด โดยใช้เตาเผาแบบตั้ง ขนาด 200 ลิตร
 - 4.2 ทำการบดถ่านซังข้าวโพด ผ่านเครื่องบดเศษวัสดุทางการเกษตร
 - 4.3 ทำการล่อนถ่านซังข้าวโพดให้มีขนาด 2 มิลลิเมตร
 - 4.4 ทำการผสมถ่านกับตัวประสานในอัตราส่วนที่กำหนด
 - 4.5 ทำการอัดถ่านเป็นแท่งตามขนาดมาตรฐานในการนำไปใช้งาน
 - 4.6 นำถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดไปทำการตากแดดเพื่อลดความชื้น
5. ขั้นตอนการทดสอบสมบัติทางความร้อนและสมบัติทางกายภาพของถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดโดยทำการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ดังนี้
 - 5.1 การทดสอบหาปริมาณความชื้น
 - 5.2 การทดสอบหาค่าความร้อนสูง
 - 5.3 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น
 - 5.4 การทดสอบค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัด
 - 5.5 การทดสอบหาปริมาณเถ้า
 - 5.6 วิเคราะห์จุดคุ้มทุน
6. สรุปผล จัดทำรายงานวิจัย และนำเสนอผลงานวิจัย



ภาพที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยมีดังนี้

วิธีการดำเนินการวิจัยสามารถแยกออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ การศึกษาสำรวจวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด ในการผลิตถ่านอัดแท่งเริ่มจากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การผสมอัตราส่วนของผงถ่านซึ่งข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลัง และขั้นตอนสุดท้ายคือการอัดแท่งขึ้นภาพถ่านอัดแท่งโดยมีรายละเอียดของขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษาและสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ อำเภองาว จังหวัดลำปาง รวมถึงการศึกษาวงจรการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ทำการเพาะปลูก อาทิ ช่วงระยะเวลาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลผลิตที่ได้ต่อไร่ และเศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตลอดจนสำรวจพื้นที่โรงม่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละพื้นที่ว่ามีกระบวนการกำจัดเศษซากซึ่งข้าวโพดอย่างไรและกระบวนการกำจัดนั้นจะส่งผลกระทบทางด้านใดบ้าง



ภาพที่ 3.2 แสดงเศษวัสดุเหลือทิ้งจากต้นข้าวโพดที่ทับถมกันจนเกิดน้ำเสียและส่งกลิ่นเหม็น

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 เตรียมซึ่งข้าวโพด

ทำการเก็บรวบรวมปริมาณซึ่งข้าวโพดที่เหลือทิ้งจากเกษตรกรในพื้นที่เขตที่ชุมชน บ้านนาแก ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่งจากซึ่งข้าวโพด



ภาพที่ 3.3 แสดงซังข้าวโพด

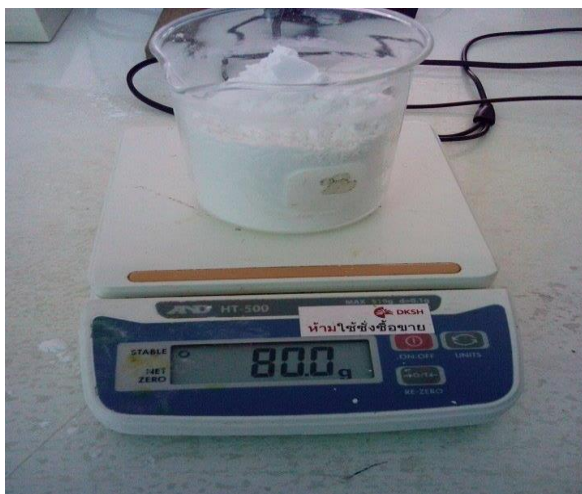
2.2 เตรียมตัวประสาน

2.2.1 ตัวประสานทั้ง 3 ชนิดที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ คือ แป้งมันสำปะหลัง ปูนขาว และกากน้ำตาล นำมาทดสอบหาความหนืด โดยมีขั้นตอนการทดสอบค่าความหนืด ดังนี้

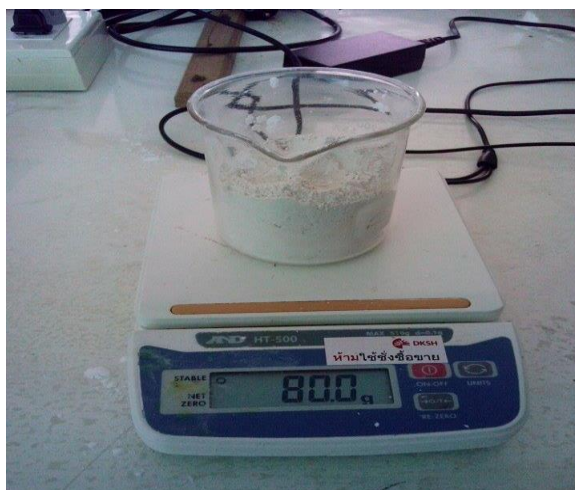
- | | |
|---|-----------------|
| 1) ปีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิตร | จำนวน 3 ใบ |
| 2) ปีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิตร | จำนวน 3 ใบ |
| 3) แท่งแก้วคนสาร | จำนวน 1 แท่ง |
| 4) เครื่องชั่งดิจิตอล compact scale รุ่น HT 500 | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5) เครื่อง Broomfield viscometer | จำนวน 1 เครื่อง |

2.2.2 การเตรียมตัวอย่าง

1) ชั่งมวลตัวประสานทั้ง 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง ปูนขาว และโมลาส ตามลำดับ ตัวอย่างละ 80 กรัม เพื่อนำไปทำการทดสอบหาค่าความหนืดที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นตัวประสานถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากซังข้าวโพด



ภาพที่ 3.4 แสดงแป้งมันสำปะหลัง 80 กรัม



ภาพที่ 3.5 แสดงปูนขาว 80 กรัม



ภาพที่ 3.6 แสดงโมลาส 80 กรัม

2) ตวงน้ำกลั่นปริมาณ 320 มิลลิลิตร เพื่อผสมกับตัวประสานแต่ละชนิดที่เตรียมไว้ จากนั้นคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยรวมจะมีปริมาณ 400 มิลลิลิตร



ภาพที่ 3.7 แสดงแป้งมันสำปะหลังที่ผสมกับน้ำ



ภาพที่ 3.8 แสดงปูนขาวที่ผสมกับน้ำ



ภาพที่ 3.9 แสดงโมลาสที่ผสมกับน้ำ

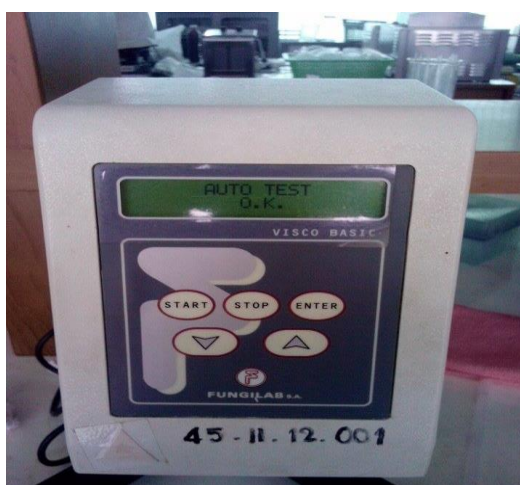
3) จะได้ตัวอย่างของตัวประสานสำหรับการทดสอบหาค่าความหนืด



ภาพที่ 3.10 แสดงการจัดเตรียมตัวประสานทั้ง 3 ชนิด

2.2.3 ขั้นตอนการทดสอบสมบัติของตัวประสานทั้ง 3 ชนิด

1) ทดสอบค่าความหนืดผ่านเครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น Visco Basic H โดยทำการคาลิเบตเครื่องก่อนนำไปวัด



ภาพที่ 3.11 แสดงเครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น Visco Basic H หลังจากทำการคาลิเบต

2) นำตัวประสานทั้ง 3 ชนิด ไปวัดค่าความหนืด โดยใช้หัววัด R1 ใช้ความเร็วในการหมุนที่ 100 RPM. นำหัววัดไปต่อกับเครื่อง Brookfield Viscometer แล้วปรับหัววัดจุ่มลงตัวประสานที่ต้องการวัด

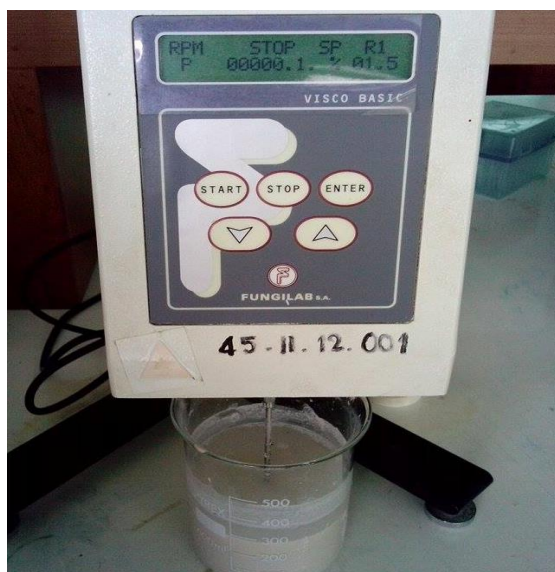


ภาพที่ 3.12 แสดงการต่อหัววัดเข้ากับเครื่อง Brookfield Viscometer

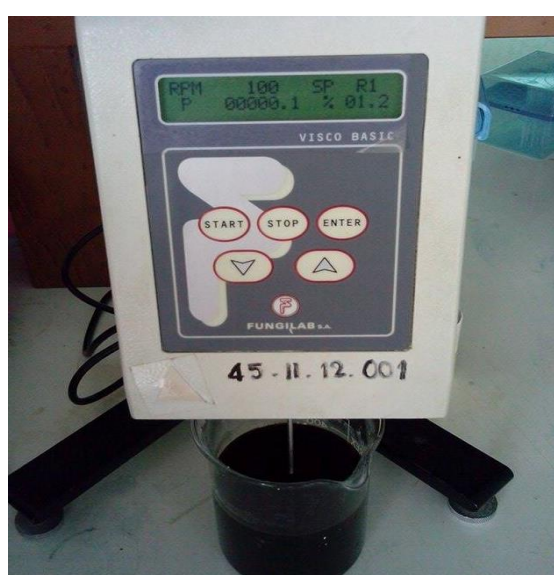
3) กดปุ่ม START ที่ตัวเครื่องเพื่อเริ่มการวัดความหนืด เมื่อหัวเริ่มหมุนจับเวลา 5 วินาที ทำซ้ำ 5 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย แล้วบันทึกผลค่าความหนืดของแต่ละตัวประสาน



ภาพที่ 3.13 แสดงตัวอย่างการหาค่าความหนืดจากปูนขาว



ภาพที่ 3.14 แสดงค่าความหนืดจากปูนขาวที่ทำการวัดได้



ภาพที่ 3.15 แสดงค่าความหนืดจากโมลาสที่ทำการวัดได้

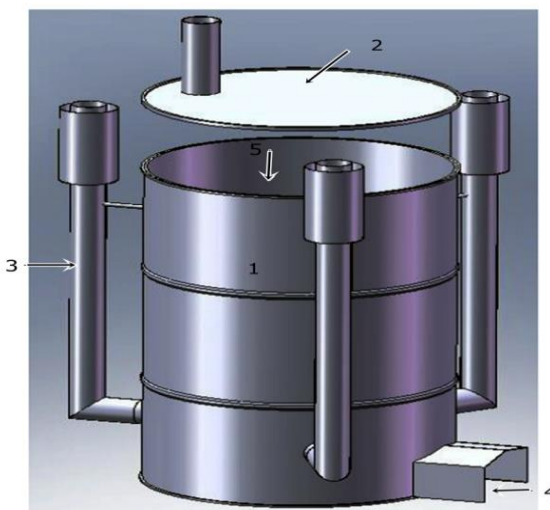
2.3 เตรียมเตาเผา

เตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร เป็นเตาที่ถูกผลิตขึ้นจากวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น (ถังน้ำมัน 200 ลิตร) โดยได้รับการพัฒนาจนมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ และการควบคุมอากาศภายใน ให้ดียิ่งขึ้นทำให้ได้ถ่านที่มีคุณภาพดี ประหยัดเวลาในการเผาถ่าน สร้างประกอบได้ง่ายและราคาถูก ซึ่งเตาเผาถ่าน 200 ลิตร มีประสิทธิภาพสูงกว่าเตาแบบดั้งเดิม เตาประเภทนี้อาศัยความร้อนไล่ความชื้นของซังข้าวโพดภายในเตา ทำให้ซังข้าวโพดกลายเป็นถ่าน หรืออาจกล่าวในทางเทคนิคก็คือ กระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในซังข้าวโพดในสภาวะที่อากาศอยู่น้อยมากเรียกว่า กระบวนการ

คาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) ดังนั้นถ่านที่ได้จึงมีคุณภาพสูง เกิดเข็ไถ่น้อย มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเผาไหม้ การลดความชื้น การคายความร้อนและการทำให้เย็นตัว ซึ่งถูกต้องตามหลักการผลิตถ่านที่มีคุณภาพ

2.3.1 เตาเผาถ่านแบบตั้ง ขนาด 200 ลิตร มีส่วนประกอบต่างๆ ดังภาพที่ 3.16

- 1) ตัวเตา ผลิตจากถังขนาด 200 ลิตร
- 2) ฝาเตาและท่อเร่งไฟ
- 3) ท่อควัน 3 ท่อ
- 4) ตระแกรกรองเหล็กด้านใน
- 5) ช่องเติมเชื้อเพลิง



ภาพที่ 3.16 แสดงองค์ประกอบของเตาเผาถ่านแบบตั้ง ขนาด 200 ลิตร
ที่มา : ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2552

3. ขั้นตอนการผลิต

3.1 ขั้นตอนการผลิตถ่านจากซังข้าวโพด

3.1.1 การเตรียมซังข้าวโพดใส่เตา

- 1) จัดวางเตาให้ได้ระดับ (ห้ามให้เตาเอนเอียง)
- 2) ควรแยกเปลือกข้าวโพดออกให้เหลือแต่ซังอย่างเดียว
- 3) ทำการวัดค่าความชื้นของซังข้าวโพด
- 4) ซังน้ำหนักรวมข้าวโพดก่อนบรรจุลงถัง



ภาพที่ 3.17 แสดงการวางเตาให้ได้ระดับ

3.1.2 เริ่มจากการเผาซังข้าวโพดให้เป็นถ่าน โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นนำถ่านน้ำมันขนาด 200 ลิตร มาเจาะรูข้างถึงจำนวน 3 รู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว เรียงกันลงมาในแนวตั้ง ให้รูทั้งสามข้างมีขนาดเท่าๆ กัน



ภาพที่ 3.18 แสดงขั้นตอนการเตรียมเตา

3.1.2 นำซังข้าวโพดมาใส่ให้เกือบเต็มถึงขนาด 200 ลิตร ที่เตรียมไว้



ภาพที่ 3.19 แสดงขั้นตอนการนำซังข้าวโพดมาใส่ในเตาเผา

3.1.3 เมื่อบรรจุซังข้าวโพดลงในถังเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการปิดฝาเตาเผาให้สนิท ป้องกันการเกิดการระเบิดเนื่องจากแรงดันภายในเตาระหว่างการเผาไหม้ โดยให้ท่อเร่งไฟอยู่ตรงข้ามกับช่องเติมเชื้อเพลิง



ภาพที่ 3.20 แสดงขั้นตอนการปิดเตาเพื่อเตรียมการเผา

3.1.4 จุดไฟเพื่อเริ่มการเผาไหม้ซังข้าวโพด บริเวณหน้าเตาที่ช่องเติมเชื้อเพลิง โดยจุดที่จุดไฟอยู่บริเวณปากของช่องเติมเชื้อเพลิงพื้นเรียบๆ ช่วงนี้จะใช้เวลาประมาณ 2-4 ชั่วโมง ขึ้นกับความชื้นของซังข้าวโพดที่นำมาเผา กระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมากระหว่างการเกิดคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) โดยกระบวนการดังกล่าวจะเป็นการให้ความร้อนกับซังข้าวโพดภายในเตาเผาถ่าน ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านสูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศมากกว่า 500 องศาเซลเซียส หลังจากการสิ้นสุดการเผาไหม้ปริมาณของออกซิเจนภายในเตาเผาไหม้จะลดลงอย่างรวดเร็ว และอุณหภูมิของภายในเตาเผาไหม้จะลดต่ำลงจนถึงอุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส เรียกกระบวนการนี้ว่ากระบวนการการเผาไหม้



ภาพที่ 3.21 แสดงขั้นตอนการจุดไฟอยู่บริเวณปากของช่องเชื้อเพลิง

3.1.5 เผาชังข้าวโพด สังเกตควันที่ปล่องควันและท่อเร่งไฟ ขณะทำการไล่ความชื้น ควันที่ออกมาจะมีสีขาว ถ้าความชื้นถูกไล่หมดและไม่ในเตาเริ่มติดไฟ (ประมาณ 2-4 ชั่วโมง หลังจาก จุดเตา) เป็นกระบวนการให้ความร้อนโดยการเผาไหม้ เรียกกระบวนการนี้ว่ากระบวนการลดความชื้น (Dehydration) เพื่อไล่ความชื้นภายในเนื้อซึ่งข้าวโพดให้ออกไปอยู่ในภาพของไอน้ำ โดยระหว่าง กระบวนการอุณหภูมิของเตาเผาถ่านจะสูงขึ้นที่ละน้อยจนกระทั่งถึงอุณหภูมิประมาณ 270 องศาเซลเซียส ความชื้นก็จะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไป ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจน หนาทึบ จะเห็นควันที่ปล่องควัน ลักษณะเป็นควันขาวขุ่นปนเทาพุ่งออกมาจำนวนมากเรียกว่า ควันบ้ำ



ภาพที่ 3.22 แสดงขั้นตอนการไล่ความชื้น โดยควันที่ออกมาจะมีสีขาว

3.1.6 โดยหลังจากกระบวนการไล่ความชื้นเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เมื่อสิ้นสุดการเผาไหม้ จะเข้าสู่ขั้นตอนของกระบวนการคายความร้อน (Exothermic) คือการทำให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ในเตาเผาถ่านอีก ในระหว่างปฏิกิริยาคายความร้อนจะเกิดแก๊สต่างๆ เนื่องจากการแยกสลาย

ทางความร้อน (Pyrolysis) ของซังข้าวโพด เช่น กรดอะซิติก เมทิลแอลกอฮอล์ และน้ำมันดิน ซึ่งวัสดุแข็งที่ได้หลังกระบวนการนี้จะเรียกว่า “ถ่าน” ระหว่างกระบวนการคายความร้อน จะมีควันสีเหลืองและการระเหยของไอน้ำเกิดขึ้น โดยอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านจะสูงถึงประมาณ 700 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.23 แสดงกระบวนการคายความร้อนจะมีควันสีเหลืองและการระเหยของไอน้ำเกิดขึ้น

3.1.7 เมื่อควันที่ได้จากการเผาซังข้าวโพดเริ่มไม่เกิดขึ้นให้นำผ้า ดันกล้วย หรือดินเหนียวมาปิดปากท่อทั้งสามและปล่องใส่ฟืนให้สนิท โดยไม่ให้ออกซิเจนเข้าไปภายในเตาได้เพื่อให้ไฟข้างในเตาดับลง



ภาพที่ 3.24 แสดงขั้นตอนการนำผ้ามาปิดปากท่อทั้งสามและปล่องใส่ฟืน

3.1.8 หลังจากปิดปากปล่องใส่ฟืนและปากท่อทั้งสามแล้ว รอจนกว่าควันจะหมดไปก็เปิดเตา เป็นกระบวนการลดความร้อนของเตาเรียกว่ากระบวนการการทำให้เย็นตัว (Cooling) เพื่อนำถ่านที่ได้ออกจากเตาจะได้ถ่านซังข้าวโพด



ภาพที่ 3.25 แสดงขั้นตอนการเปิดเตาเป็นกระบวนการลดความร้อนภายในเตา

3.1.9 ชังข้าวโพดที่ได้จะมีลักษณะเป็นถ่านสีดำทั้งก้อนชังข้าวโพด หากก้อนไหนมีสีน้ำตาลหรือสีที่ยังไม่ไหม้ ควรจะคัดออกเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปบดเป็นผงถ่านในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 3.26 แสดงถ่านจากชังข้าวโพดที่ได้จากการเผาในเตาเผาแบบตั้ง ขนาด 200 ลิตร

3.2 ขั้นตอนการบดถ่านชังข้าวโพด

นำถ่านจากชังข้าวโพดที่ได้มาทำการบดเพื่อให้ได้ผงถ่าน โดยเครื่องบดเศษวัสดุสื่อใช้ทางการเกษตร โดยมีขั้นตอนการบดดังต่อไปนี้

3.2.1 ตรวจสอบสภาพทั่วไปของเครื่องบด เช่น สภาพเครื่องยนต์ สภาพพู่เลย์ และความปลอดภัยอื่นๆ



ภาพที่ 3.27 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบสภาพทั่วไปของเครื่อง

3.2.2 เตรียมพื้นที่โดยการปูแผ่นรองบริเวณช่องทางออกถ่านที่บดเสร็จแล้ว

3.2.3 เปิดสวิตช์เครื่องยนต์ จากนั้นทำการลำเลียงถ่านข้าวโพดเข้าไปยังช่องใส่ถ่าน
เพื่อทำการบดเป็นผงถ่าน



ภาพที่ 3.28 แสดงช่องที่ใช้ใส่ถ่านเพื่อทำการบด

3.2.4 ปิดสวิตช์ เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องยนต์ ถ่านที่ผ่านเครื่องบดจะคงมีทั้ง
ส่วนที่เป็นผงถ่านและส่วนที่ยังเป็นเม็ดถ่านขนาดใหญ่ผสมปนกันอยู่ จึงต้องนำถ่านที่บดได้ไปผ่าน
ขั้นตอนการล่อนเพื่อให้ได้ผงถ่านตามขนาดที่ต้องการต่อไป



ภาพที่ 3.29 แสดงถ่านที่ผ่านการบดจากเครื่องบด

3.3 ขั้นตอนการล่อนถ่านซังข้าวโพด

นำถ่านที่ได้จากการบดแล้วนำมาล่อนผ่านไนล่อนตาข่ายขนาด 1.44 ตารางมิลลิเมตร



ภาพที่ 3.30 แสดงการล่อนถ่านผ่านไนล่อนตาข่ายขนาด 1.44 ตารางมิลลิเมตร

3.4 ขั้นตอนการผสม

นำไปผงบถ่านจากซังข้าวโพดที่ผ่านการล่อนตามขนาดที่ต้องการไปผสมกับแป้งมันสำปะหลังซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประสานถ่านอัดแท่ง โดยทำการศึกษาอัตราส่วนระหว่างผงบถ่านจากซังข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลังตามอัตราส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

อัตราส่วนร้อยละ	80	หมายถึง	ผงบถ่านซังข้าวโพด:แป้งมัน	80:20
อัตราส่วนร้อยละ	75	หมายถึง	ผงบถ่านซังข้าวโพด:แป้งมัน	75:25
อัตราส่วนร้อยละ	70	หมายถึง	ผงบถ่านซังข้าวโพด:แป้งมัน	70:30
อัตราส่วนร้อยละ	65	หมายถึง	ผงบถ่านซังข้าวโพด:แป้งมัน	65:35
อัตราส่วนร้อยละ	60	หมายถึง	ผงบถ่านซังข้าวโพด:แป้งมัน	60:40

3.5 ขั้นตอนการอัดถ่านอัดแท่ง

เครื่องอัดถ่านขึ้นรูปที่ใช้มีขนาดกว้าง 68 เซนติเมตร ยาว 70 เซนติเมตร และสูง 95 เซนติเมตร โดยใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า เป็นตัวขับเคลื่อนเกลียวลำเลียงสำหรับผลิตถ่านอัดแท่งโดยมีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3.31 แสดงเครื่องอัดถ่านที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

3.5.1 นำผงถ่านที่ผสมกับแป้งมันสำปะหลังที่เตรียมไว้ป้อนเข้าทางด้านบนของเครื่องอัดแท่ง โดยถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้จะมีลักษณะเป็นทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร

3.6 ขั้นตอนการนำถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ไปตากแดดตามธรรมชาติเพื่อลดความชื้นของถ่าน โดยนำถ่านที่ผลิตได้ไปตากแดดประมาณ 7 วัน ตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้จากการสังเกต การใช้มือบีบถ่าน ถ้างัดสนิทจะบีบไม่แตก หรือถ่านอัดแท่งที่แห้งสนิทแล้วหากนำเคาะจะเกิดเสียงดังกังวาน จากนั้นนำถ่านที่แห้งสนิทแล้วมาทดสอบหาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางความร้อน

4. ขั้นตอนการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางความร้อน

4.1 การหาค่าปริมาณความชื้น

การวัดค่าความชื้นของถ่านอัดแท่งจากผงถ่านซึ่งข้าวโพดเป็นวิธีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีวิธีการทำดังนี้

4.1.1 ชั่งถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนก่อนที่จะนำไปตากแดดบันทึกค่ามวลของแต่ละอัตราส่วน จากนั้นนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนมวลของถ่านอัดแท่งมีค่าคงที่

4.1.2 เมื่อครบกำหนดเวลาเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนทั้งก่อนและหลังมาชั่งบันทึกค่ามวล เพื่อกำหนดหาปริมาณความชื้นของตัวอย่างถ่านอัดแท่งตามสมการการคำนวณหาปริมาณความชื้นดังนี้

$$\% \text{ ความชื้น (ต่อน้ำหนัก)} = \frac{\text{มวลวัตถุเริ่มต้น} - \text{มวลวัตถุที่แห้ง}}{\text{มวลวัตถุเริ่มต้น}} \times 100 \quad (1)$$

4.2 การหาค่าความร้อน (Heating Value)

ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3286 โดยนำตัวอย่างของถ่านอัดแท่งไปทดสอบหาค่าความร้อนจากเครื่อง Bomb Calorimeter ที่มีออกซิเจนอยู่ปริมาณมากเกินพอ ความร้อนของการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นเป็นผลให้อุณหภูมิของสูงขึ้น โดยกระแสไฟฟ้าจะวิ่งผ่านฟิวส์ไปสัมผัสตัวอย่างเชื้อเพลิง เมื่อเกิดการเผาไหม้ตัวอย่างเชื้อเพลิงจนหมดเครื่อง Bomb Calorimeter จะอ่านค่าความร้อนผ่านสายไฟทั้งสองโดยมีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม ซึ่งมีวิธีการทำดังนี้

4.2.1 บดตัวอย่างถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนจนละเอียดและไม่มีชิ้นส่วนนำไปชั่ง ปริมาณ 1 g

4.2.2 นำหลอดยาว 10 เซนติเมตร มาผูกให้ตัวอย่างที่อยู่ในถ้วยสัมผัสกับหลอด เพื่อจะได้เผาไหม้ได้ จากนั้นอัดออกซิเจนในเครื่อง Bomb Calorimeter ให้มีความดัน 28-30 บรรยากาศ

4.2.3 กดปุ่ม Ignite เพื่อเริ่มทำงาน ป้อนข้อมูลน้ำหนักหลอดและเชื้อเพลิงรองจนการเผาไหม้สมบูรณ์ จากนั้นเครื่องจะบันทึกค่าพลังงานความร้อนของแต่ละอัตราส่วนออกมา

4.3 การทดสอบหาค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัด

ทำการทดสอบหาค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัดของถ่านอัดแท่งโดยนำตัวอย่างเชื้อเพลิงที่มีขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร ไปทดสอบหาค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัดกับเครื่องทดสอบหาค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัด (Test Stand) ซึ่งมีวิธีการทำดังนี้

4.3.1 ทำการผสมผงถ่านซึ่งขาวโพลกับแป้งมันแต่ละอัตราส่วน

4.3.2 นำแต่ละอัตราส่วนที่ทำส่วนผสมแล้วใส่ลงในแม่พิมพ์ที่มีขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร และยาว 5 เซนติเมตร

4.3.3 นำถ่านอัดแท่งไปตากแดดเพื่อให้เชื้อเพลิงแห้งและแข็งตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

4.3.4 ทำการถอดแม่พิมพ์ออกจากนั้นนำเชื้อเพลิงไปตากแดดเป็นระยะเวลา 3 วัน

4.3.5 นำถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนเข้าเครื่องทดสอบหาค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัด (Test Stand) เพื่อทดสอบหาค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัดของถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วน

4.3.6 ค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัดที่อ่านได้จากสเกลของเครื่องทดสอบหาค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัด (Test Stand)

4.3.7 บันทึกค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัดที่ได้แต่ละอัตราส่วน

4.4 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น

นำตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยนำถ่านอัดแท่งไปชั่งน้ำหนัก และวัดความสูงของถ่านอัดแท่งคำนวณจากสูตรหาปริมาตรทรงกระบอก จากนั้นหาความหนาแน่นจากสมการดังนี้

$$D = \frac{M}{V} \quad (2)$$

เมื่อ D = ค่าความหนาแน่น (kg/m^3)
 M = น้ำหนักตัวอย่างทดลองหลังตากแห้ง (kg)
 V = ปริมาตรของตัวอย่าง (m^3)

4.5 การทดสอบหาปริมาณเถ้า

ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 3174 นำตัวอย่างไปเผาให้ความร้อนในเตาเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และค่อยๆ เพิ่มความร้อนเป็น 700-750 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่ของถ้วยทนไฟพร้อมกับน้ำหนักของเถ้าที่เหลือพร้อมฝาปิด จำนวนร้อยละของปริมาณเถ้า (N, %) สามารถคำนวณได้จากน้ำหนักที่เหลืออยู่ภายหลังการเผาไหม้แล้ว ดังสมการ

$$N = \frac{(C-D)}{E} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ N = ปริมาณเถ้า (%)
 C = น้ำหนักภาชนะพร้อมเถ้า (kg)
 D = น้ำหนักของภาชนะ (kg)
 E = น้ำหนักตัวอย่างทดลองที่ใช้ (kg)

4.6 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ นำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อการตัดสินใจเลือกโครงการหรือวิธีดำเนินการใดๆ โดยมีเป้าหมายของการวิเคราะห์โครงการ คือการวิเคราะห์โครงการนั้นๆ จะต้องนำไปสู่ข้อสรุปขั้นสุดท้ายในการเลือกลงทุนในโครงการต่างๆ ว่าควรลงทุนในโครงการนั้นหรือไม่ การอาศัยเทคนิคในการวิเคราะห์การลงทุนจะช่วยให้มั่นใจได้ว่าการลงทุนในโครงการลงทุนนั้นจะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับองค์กร เกณฑ์ในการวิเคราะห์ ได้แก่

4.6.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PBP)

การผลิตถ่านอัดแท่งจากผงถ่านซึ่งข้าวโพดร่วมกับแป้งมันมีต้นทุนการผลิตเป็นถ่านอัดแท่งเป็นการลงทุนจัดหาเครื่องจักร อีกทั้งค่าไฟฟ้า ค่าแรงงาน และค่าการบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มประกอบอาหารในครัวเรือน เมื่อทำการผลิตในช่วงแรกจะอยู่ในสถานะขาดทุนแต่เมื่อผ่านไประยะหนึ่งก็จะเริ่มมีผลกำไรจากการผลิต ซึ่งเรียกว่า ระยะเวลาคืนทุน และสามารถคำนวณหาจุดคุ้มทุนได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{จำนวนงวดก่อนคืนทุน} + \frac{\text{เงินส่วนที่ยังไม่ได้คืนทุน}}{\text{กระแสเงินสดที่เกิดขึ้นในปีที่คืนทุน}} \quad (4)$$

บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากต้นข้าวโพดสำหรับใช้ในครัวเรือนเพื่อให้ได้ถ่านอัดแท่งที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือน เนื่องจากปัจจุบันการใช้ทรัพยากรพลังงานเป็นไปเพื่อการดำรงชีวิตแต่การใช้พลังงานในปัจจุบันเกิดสูญเสียพลังงานจากกระบวนการต่างๆ จากการละลายและมองข้ามความสำคัญของการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่สุด พลังงานชีวมวลที่ผลิตได้จากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจึงเป็นพลังงานทางเลือกสำหรับเกษตรกรนำมาเป็นพลังงานทดแทนสำหรับชุมชนและระดับครัวเรือน การใช้ประโยชน์ชีวมวลจึงเป็นรูปแบบหนึ่งโดยการนำเชื้อเพลิงที่เหลือใช้ทางการเกษตรมาแปรรูปโดยการอัดแท่งเพื่อใช้ในการประกอบอาหารทดแทนการใช้แก๊ส LPG โดยตรงและเป็นการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเผาทำลายวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำวัสดุเหลือทิ้งจากต้นข้าวโพดมาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตถ่านอัดแท่งและศึกษาอัตราส่วนของผงถ่านซึ่งข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลังตามอัตราส่วนดังนี้ 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ตามลำดับ พร้อมทั้งวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลังเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมและใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้พลังงานความร้อน

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา 4 ส่วนหลักๆ คือ เพื่อศึกษาสมบัติค่าความหนืดของตัวประสานที่เหมาะสมทั้งทางด้านสมบัติกายภาพและความเหมาะสมของต้นทุนที่สำหรับนำไปใช้งาน การศึกษาทางเทคนิคเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของถ่านจากซึ่งข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลัง พร้อมทั้งวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ อาทิ ค่าความหนาแน่น ค่าความชื้น ค่าความแข็งแรงในการรับแรงอัด ค่าความร้อน และปริมาณเถ้า รวมทั้งทำการศึกษาระยะเวลาคืนทุนสำหรับเปลี่ยนใช้ถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงแก๊ส LPG สำหรับครัวเรือน รวมทั้งผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านอัดแท่งให้แก่ชาวบ้านในชุมชนบ้านนาแก ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง ซึ่งผลการศึกษาแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวประสาน

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำศึกษาตัวประสาน 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง ปูนขาว และโมลาส ตามลำดับ ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายภายในท้องถิ่นชุมชนบ้านนาแก ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง การวิเคราะห์คุณสมบัติค่าความหนืดของตัวประสานที่ใช้สำหรับผลิตถ่านอัดแท่งใช้เครื่องวัดค่าความหนืด Brookfield Viscometer รุ่น VISCO BASIC H ใช้หัววัดขนาด R1 โดยมีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของตัวประสาน

ชนิดตัวประสาน (ความเข้มข้นร้อยละ 20)	Point	ความหนืด (ร้อยละ)	RPM (รอบต่อวินาที)	ราคา* (บาทต่อกิโลกรัม)
แป้งมันสำปะหลัง	0.1	1.2	100	15
ปูนขาว	0.1	1.5	100	12
โมลาส	0.1	1.2	100	14

*ราคาไม่รวมค่าขนส่ง ณ วันที่ 20 กรกฎาคม 2557

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่าค่าความหนืดของตัวประสานทั้ง 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง ปูนขาว และโมลาส ค่าความหนืดที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 เท่ากับร้อยละ 1.2 ร้อยละ 1.5 และร้อยละ 1.2 ตามลำดับ มีค่าความหนืดที่ใกล้เคียงกันซึ่งเหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นตัวประสานของถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด แต่เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านต้นทุนและความสะดวกในการจัดหา สำหรับใช้งานแล้วพบว่าแป้งมันสำปะหลังมีความเป็นไปได้มากที่สุดสำหรับนำมาใช้เป็นตัวประสานสำหรับผลิตถ่านอัดแท่งในชุมชนบ้านนาแก ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานสำหรับผลิตถ่านอัดแท่งสำหรับงานวิจัยนี้

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด

งานวิจัยส่วนนี้ทำการผสมผงถ่านซังข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลัง กำหนดอัตราส่วนผสมร้อยละโดยน้ำหนักดังนี้ 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 ตามลำดับ จากนั้นทำการอัดแท่งขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแท่งให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร ตามขนาดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งเลขที่ 238/2547 เพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนพลังงานความร้อนแทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนหรือแก๊สหุงต้ม LPG สำหรับครัวเรือน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. อัตราส่วนผสมของผงถ่านซังข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 80:20

เมื่อพิจารณาที่ส่วนผสมผงถ่านซังข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 80:20 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่าผงถ่านซังข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังเมื่อผ่านการผสมตามอัตราส่วนที่ต้องการ เชื้อเพลิงมีลักษณะร่วนมาก ไม่เกาะเป็นเนื้อเดียวกัน เนื่องจากมีอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังน้อยเกินไป แต่สีของผงถ่านซังข้าวโพดจะจางกว่าตอนที่ยังไม่ได้ผสมกับแป้งมันสำปะหลังและไม่เกาะติดกับผนังภาชนะที่นำมาใช้ผสมเชื้อเพลิงทั้งสอง แสดงภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 80:20

2. อัตราส่วนผสมของผงถ่านซึ่งข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 75:25

เมื่อพิจารณาที่ส่วนผสมผงถ่านซึ่งข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 75:25 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่า สีของเชื้อเพลิงที่ผ่านการผสมตามอัตราส่วนที่ต้องการจางลง การเกาะตัวกันเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับอัตราส่วน 80:20 แต่ยังคงมีความร่วนอยู่ และไม่เกาะติดกับผนังภาชนะที่นำมาใช้ผสมเชื้อเพลิง เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างส่วนผสมทั้งสองอัตราส่วนพบว่า เชื้อเพลิงอัตราส่วนที่ 75:25 มีการเกาะตัวของส่วนผสมเชื้อเพลิงมากกว่าอัตราส่วน 80:20 แสดงดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ผงถ่านกะลามะพร้าวผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 75:25

3. อัตราส่วนผสมของผงถ่านซึ่งข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 70:30

เมื่อพิจารณาที่ส่วนผสมผงถ่านซึ่งข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 70:30 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่า สีของเชื้อเพลิงที่ผ่านการผสมตามอัตราส่วนที่ต้องการนั้นมีความจางลงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงในอัตราส่วน 75:25 มีการเกาะตัวของอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น รวมทั้งเชื้อเพลิงไม่เกาะติดกับผนังภาชนะที่นำมาใช้ผสมเชื้อเพลิง เนื่องจากอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นทำให้การเกาะตัวของส่วนผสมเชื้อเพลิงทั้งสองเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการเกาะตัวของส่วนผสมเชื้อเพลิงทั้งสองจะแปรผันตรงกับปริมาณของแป้งมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น แสดงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ผงถ่านซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 70:30

4. อัตราส่วนผสมของผงถ่านซังข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 65:35

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนผสมผงถ่านซังข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 65:35 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่า สีของเชื้อเพลิงนั้นจางลงเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอัตราส่วน 70:30 เชื้อเพลิงมีการเกาะตัวเพิ่มขึ้นจากอัตราส่วน 70:30 และเชื้อเพลิงเริ่มจับตัวกันเป็นก้อน ไม่ค่อยมีความร่วน และส่วนผสมเชื้อเพลิงเกาะติดผนังภาชนะเล็กน้อย แสดงดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 65:35

5. อัตราส่วนผสมของผงถ่านซังข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 60:40

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนผสมผงถ่านซังข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 65:35 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่า เชื้อเพลิงมีการเกาะตัวกันเป็นก้อนเพิ่มขึ้นจากอัตราส่วน 65:35 สีของเชื้อเพลิงจางลงกว่าเชื้อเพลิงในอัตราส่วน 65:35 และส่วนผสมเชื้อเพลิงเกาะติดกับผนังภาชนะมากขึ้น เนื่องจากความเหนียวของแป้งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นส่วนผสมเชื้อเพลิง แสดงดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วนที่ 60:40

การประเมินผลการผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด

การประเมินความสามารถในการอัดแท่งขึ้นรูปของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างผงถ่านจากซังข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลัง หลังจากทำการอัดแท่งเชื้อเพลิงด้วยเครื่องอัดแท่งนำผลการขึ้นรูปของถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้มาเปรียบเทียบกับลักษณะทางกายภาพดังนี้

1. ผลของผงถ่านซังข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 80:20

เมื่อทำการผสมผงถ่านจากซังข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลังตามอัตราส่วนต่างๆ ที่ต้องการแล้ว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) แล้วทำการประเมินความสามารถการผลิตถ่านอัดแท่งในอัตราส่วนต่างๆ โดยมีแนวทางการประเมินดังนี้ ความสามารถในการผลิตถ่านอัดแท่งรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร หลังจากทำการอัดด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 3 แรงม้า และเมื่อหลังนำถ่านอัดแท่งออกมาจากบล็อก หากถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้สามารถรูปตามขนาดที่ต้องการได้ แสดงว่าความสามารถในการผลิตถ่านอัดแท่งอยู่ในเกณฑ์ดี แม้ทำการเคลื่อนย้ายก็ยังคงรูปไม่ร่อนหรือสีกกร่อน ผิวของถ่านอัดแท่งหลังการผ่านการอัดแท่งแล้ว หากมีผิวสม่ำเสมอทั้งหมดถือว่าถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้นั้นอยู่ในเกณฑ์ดี หากผิวไม่สม่ำเสมอมีลักษณะขรุขระถือว่าถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ไม่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งผลการอัดแท่งถ่านอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 3 แรงม้า แสดงดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4.6 ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 80:20

จากภาพที่ 4.6 ภายหลังจากการอัดแท่งถ่านอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 3 แรงม้า และเมื่อนำถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ออกมาจากบล็อกพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเกาะตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน และสามารถคงรูปตามขนาดที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเกาะตัวของอัตราส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 50 ดังนั้นผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วน 80:20 มีความเหมาะสมต่อการนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง



ภาพที่ 4.7 ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 75:25

จากภาพที่ 4.7 ภายหลังการอัดแท่งถ่านอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 3 แรงม้า และเมื่อนำถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ออกมาจากบล็อกพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเกาะตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน และสามารถคงรูปตามขนาดที่ต้องการได้ เนื่องจากมีการเกาะตัวของอัตราส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 50 ดังนั้นผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วน 75:25 เหมาะสมต่อการนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง



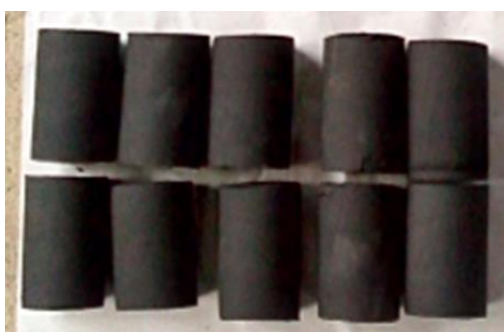
ภาพที่ 4.8 ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 70:30

จากภาพที่ 4.8 ภายหลังการอัดแท่งถ่านอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 3 แรงม้า และเมื่อนำถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ออกมาจากบล็อกพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเกาะตัวกันเป็นเนื้อเดียวกันอย่างหนาแน่นตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของแป้งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นตัวประสาน และสามารถคงรูปตามขนาดที่ต้องการได้ เนื่องจากมีการเกาะตัวของอัตราส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 50 ดังนั้นผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วน 70:30 เหมาะสมต่อการนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง



ภาพที่ 4.9 ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 65:35

จากภาพที่ 4.9 ภายหลังการอัดแท่งถ่านอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 3 แรงม้า และเมื่อนำถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ออกมาจากรีลพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเกาะตัวกันเป็นเนื้อเดียวกันอย่างหนาแน่นตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของแยมันสำปะหลังที่ใช้เป็นตัวประสาน และสามารถคงรูปตามขนาดที่ต้องการได้ เนื่องจากมีการเกาะตัวของอัตราส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 50 ดังนั้นผงถ่านซังข้าวโพดผสมแยมันสำปะหลังอัตราส่วน 65:35 เหมาะสมต่อการนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง



ภาพที่ 4.10 ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 60:40

จากภาพที่ 4.10 ภายหลังการอัดแท่งถ่านอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 3 แรงม้า และเมื่อนำถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ออกมาจากรีลพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเกาะตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน แต่มีรอยแตกร้าวของถ่านอัดแท่งเนื่องจากปริมาณการเพิ่มขึ้นของแยมันสำปะหลังที่ใช้เป็นตัวประสานมากเกินไป และไม่สามารถคงรูปตามขนาดที่ต้องการได้ ดังนั้นผงถ่านซังข้าวโพดผสมแยมันสำปะหลังอัตราส่วน 60:40 จึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง

ดังนั้นสามารถสรุปผลการวิเคราะห์การผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดผสมแยมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ กันได้ผลดังนี้ การจับตัวกันเป็นถ่านอัดแท่งนั้นจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแยมันสำปะหลังซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประสาน เมื่อพิจารณาถ่านอัดแท่งที่ผลิตขึ้นแล้วพบว่า ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนประกอบของผงถ่านจากซังข้าวโพดรวมกับแยมันสำปะหลังสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ 4 อัตราส่วน คือ อัตราส่วน 80:20 75:25 70:30 และ 65:35 ตามลำดับ โดยอัตราส่วนที่

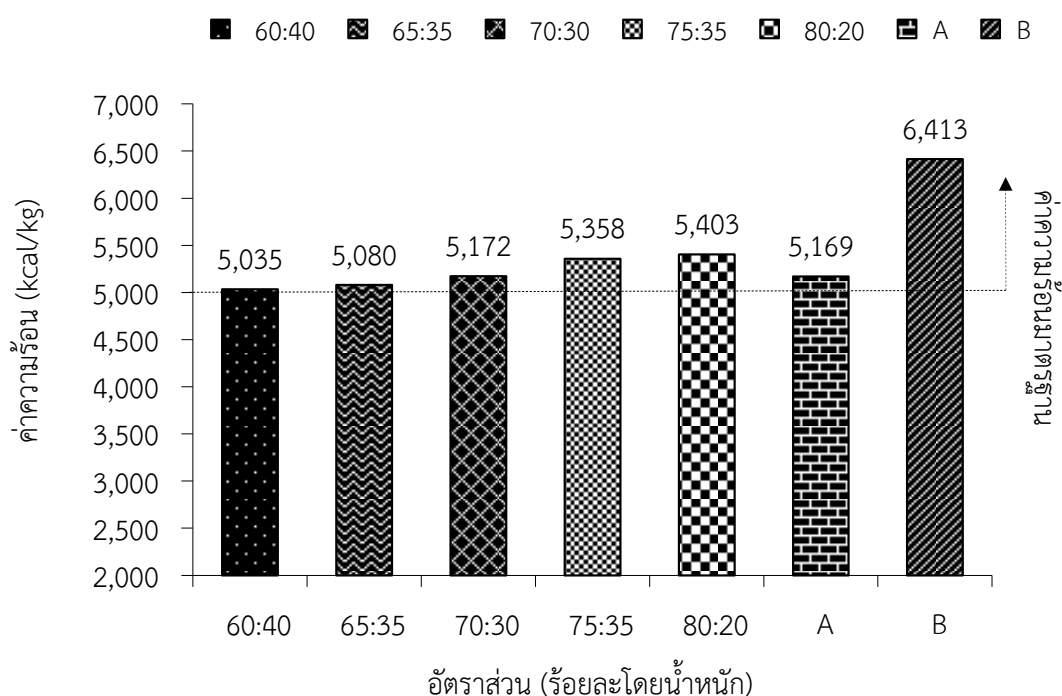
สามารถผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาจะเป็นเนื้อเดียวกัน และคงรูปอยู่ได้เมื่อนำออกมาจากบล็อก (มีการจับตัวของส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 50) ซึ่งทำให้สะดวกแก่การจัดเก็บและการขนส่งในกรณีที่พื้นที่ผลิตถ่านอัดแท่งไม่ได้อยู่ในพื้นที่เดียวกันกับพื้นที่แปรรูปพลังงาน แต่ในอัตราส่วนที่ 60:40 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเกาะตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน แต่มีรอยแตกร้าวของถ่านอัดแท่งเนื่องจากปริมาณการเพิ่มขึ้นของแป้งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นตัวประสานมากเกินไป และไม่สามารถคงรูปตามขนาดมาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ต้องการได้จึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้

ผลจากอัตราส่วนผสมต่อสมบัติทางด้านกายภาพและความร้อนของถ่านอัดแท่ง

การผลิตถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลัง ในงานวิจัยนี้แสดงผลการวิจัยสมบัติทางความร้อน และสมบัติทางด้านกายภาพต่างๆ ของถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนดังนี้

1. ผลจากอัตราส่วนผสมต่อค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจะแปรผันตรงกับปริมาณซังข้าวโพดคือ เมื่ออัตราส่วนของซังข้าวโพดเพิ่มขึ้นค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งก็จะเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนที่มีค่าความร้อนสูงที่สุดคืออัตราส่วนที่ 80:20 รองลงมาคือ 75:25, 70:30, 65:35, และ 60:40 โดยมีค่าเท่ากับ 5,403 kcal/kg, 5,358 kcal/kg, 5,172 kcal/kg และ 5,080 kcal/kg ตามลำดับและอัตราส่วนที่มีค่าความร้อนต่ำที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 60:40 โดยมีค่าความร้อนเท่ากับ 5,035 kcal/kg แสดงดังภาพที่ 4.11

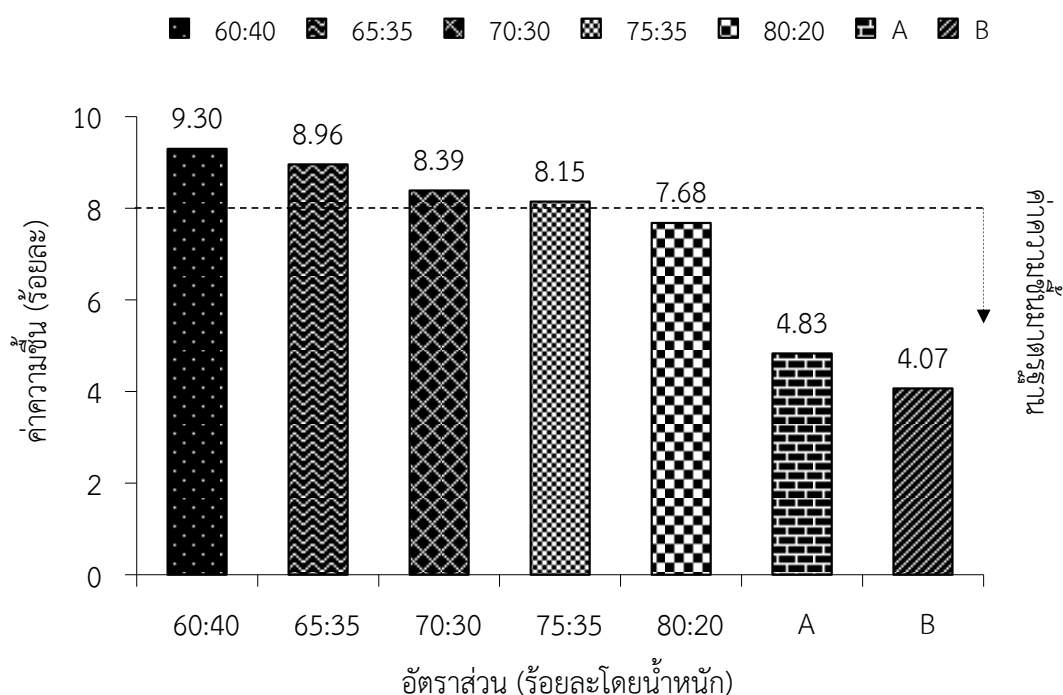


ภาพที่ 4.11 ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง

ภาพที่ 4.11 พบว่าทุกอัตราส่วนของถ่านอัดแท่ง มีค่าความร้อนสูงเกินกว่าค่าความร้อนมาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ 5,000 kcal/kg ดังนั้นผลการวิจัยในส่วนนี้สามารถนำผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนมาผลิตถ่านอัดแท่งได้

2. ผลจากอัตราส่วนผสมต่อปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่ง

ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งจะแปรผันตรงกับปริมาณแป้งมันสำปะหลังเนื่องจากมีความชื้นร้อยละ 13 เมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามไปด้วย อัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตถ่านอัดแท่งจะต้องมีปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งไม่เกินร้อยละ 8 ซึ่งเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนในการผลิตถ่านอัดแท่ง โดยอัตราส่วนที่มีค่าความชื้นสูงที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 60:40 รองลงมาคือ 65:35, 70:30 และ 75:25 โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 9.30, 8.96, 8.39 และร้อยละ 8.15 ตามลำดับและอัตราส่วนที่มีค่าความร้อนต่ำที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 80:20 โดยมีค่าความร้อนเท่ากับร้อยละ 7.68 แสดงดังภาพที่ 4.12

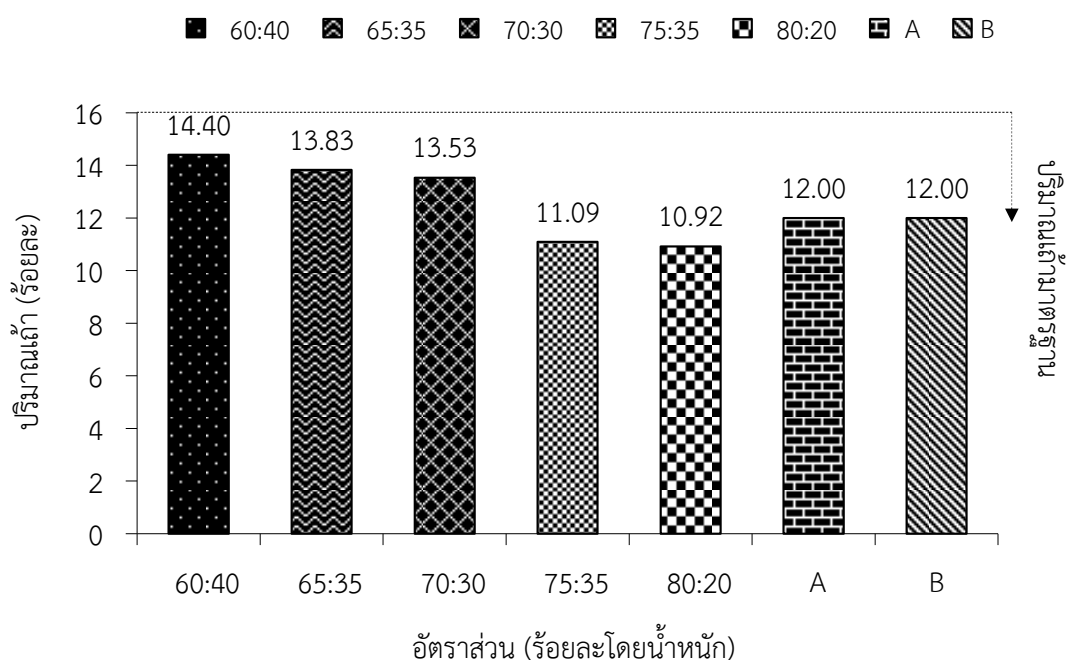


ภาพที่ 4.12 ค่าความชื้นของถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง

จากภาพที่ 4.12 พบว่าผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วน 80:20 มีค่าความชื้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง คือ มีปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงไม่เกินร้อยละ 8 ดังนั้นผลการวิจัยในส่วนนี้สามารถนำผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วน 80:20 ร้อยละโดยน้ำหนักมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้

3. ผลจากอัตราส่วนผสมต่อปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่ง

ปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งจะมีปริมาณลดลงเมื่ออัตราส่วนของขี้ข้าวโพดที่ใช้ผสมกับแป้งมันสำปะหลังมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณเถ้าของขี้ข้าวโพดมีเพียงร้อยละ 3.19 หลังผ่านการเผาไหม้แล้ว ดังนั้นปริมาณเถ้าจะมีปริมาณมากหรือน้อยจึงขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น แสดงดังภาพที่ 4.13

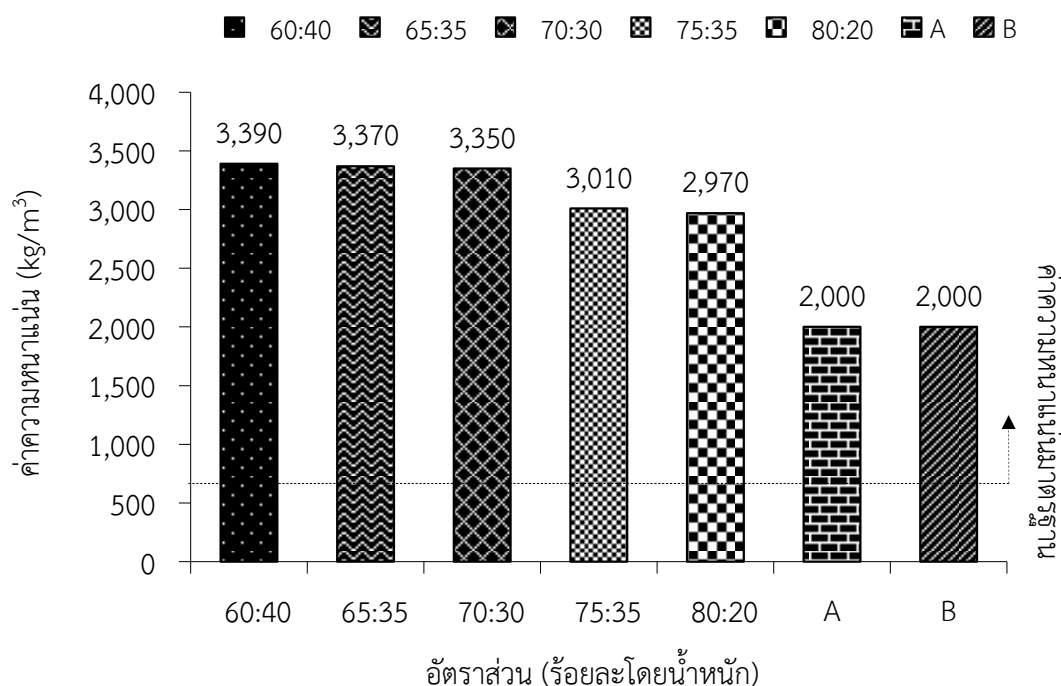


ภาพที่ 4.13 ปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งขี้ข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง

จากภาพที่ 4.13 พบว่าปริมาณเถ้าของผงถ่านจากขี้ข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วน มีปริมาณเถ้าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 10.92-14.40 โดยอัตราส่วนที่มีปริมาณเถ้าสูงที่สุด คืออัตราส่วน 60:40 มีปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 14.40 ส่วนอัตราส่วนที่มีปริมาณเถ้าต่ำที่สุดคือ 80:20 ปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 10.92 ดังนั้นผลการวิจัยในส่วนนี้สามารถนำผงถ่านจากขี้ข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้

4. ผลจากอัตราส่วนผสมต่อค่าความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง

ค่าความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งจะมีปริมาณสูงขึ้นเมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ผสมกับผงถ่านจากขี้ข้าวโพดมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังทำหน้าที่เป็นตัวประสานถ่านอัดแท่งจึงทำให้ถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้มีความหนาแน่นสูง โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตถ่านอัดแท่งจะต้องมีค่าความหนาแน่นมากกว่าหรือเท่ากับ 600 kg/m^3 ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง ผลการวิจัยในส่วนนี้พบว่าถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้แต่อัตราส่วนผ่านเงื่อนไขการผลิตถ่านอัดแท่ง ดังภาพที่ 4.14

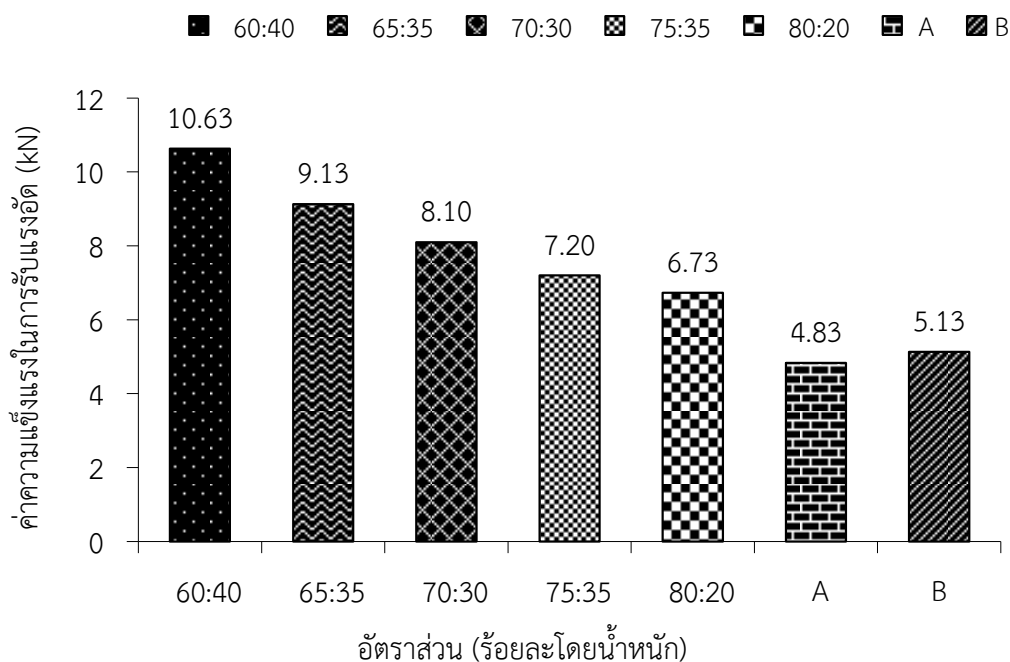


ภาพที่ 4.14 ค่าความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง

จากภาพที่ 4.14 พบว่าค่าความหนาแน่นของผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนแปรผันตรงกับปริมาณแป้งมันสำปะหลังเช่นเดียวกับปริมาณถ่าน เมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นค่าความหนาแน่นและปริมาณถ่านของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเนื่องจากแป้งมันสำปะหลังเมื่อผ่านการให้ความร้อนจะกลายเป็นของเหลวหนืดทำหน้าที่เป็นตัวประสานของถ่านอัดแท่ง อัตราส่วนที่มีปริมาณความหนาแน่นสูงที่สุดคือ อัตราส่วน 60:40 รองลงมาคือ 65:35, 70:30, 75:35 เท่ากับ $3,390 \text{ kg/m}^3$, $3,370 \text{ kg/m}^3$, $3,350 \text{ kg/m}^3$, และ $3,010 \text{ kg/m}^3$ ตามลำดับ และอัตราส่วนที่มีปริมาณความหนาแน่นต่ำที่สุดที่ผ่านมาตรฐานการผลิต คือ อัตราส่วนที่ 80:20 โดยมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ $2,970 \text{ kg/m}^3$

5. ผลจากอัตราส่วนผสมต่อค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของถ่านอัดแท่ง

ค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของถ่านอัดแท่งจะแปรผันตรงกับปริมาณแป้งมันสำปะหลังเช่นเดียวกับค่าความหนาแน่นคือเมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นตัวประสานเพิ่มขึ้น ถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้จะมีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 ค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง

จากภาพ 4.15 พบว่าค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนแปรผันตรงกับปริมาณแป้งมันสำปะหลังเช่นเดียวกับค่าความหนาแน่น คือเมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเนื่องจากแป้งมันสำปะหลังเมื่อผ่านการให้ความร้อนจะกลายเป็นของเหลวเหนียวทำหน้าที่เป็นตัวประสานของถ่านอัดแท่ง อัตราส่วนที่มีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดสูงที่สุดคือ อัตราส่วน 60:40 รองลงมาคือ 65:35, 70:30, 75:35 เท่ากับ 10.63 kN, 9.13 kN, 8.10 kN, และ 7.20 kN ตามลำดับ และอัตราส่วนที่มีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดต่ำที่สุดที่ผ่านมาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งคือ อัตราส่วนที่ 80:20 โดยมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 6.73 kN

อัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการนำไปผลิตถ่านอัดแท่ง

จากผลการทดสอบสมบัติทางความร้อน สมบัติทางด้านกายภาพ และผลการอัดแท่งขึ้นรูปเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร ที่มีส่วนผสมระหว่างผงถ่านซึ่งข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปอัตราส่วนที่เหมาะสมของผงถ่านซึ่งข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลังต่อการนำไปผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ดังนี้

1. ถ่านอัดแท่งซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง

จากการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของผงถ่านซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังพบว่า ค่าความร้อน แปรผันตรงกับปริมาณผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดเนื่องจากสมบัติของผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดนั้นมีค่าความร้อนเท่ากับ 4,187 kcal/kg และค่าความชื้น

ร้อยละ 4.39 เมื่ออัตราส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เมื่อพิจารณาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนพบว่า อัตราส่วนที่มีค่าความร้อนสูงที่สุด คือ อัตราส่วนที่ 80:20 รองลงมาคือ 75:25, 70:30, 65:35, และ 60:40 โดยมีค่าเท่ากับ 5,403 kcal/kg, 5,358 kcal/kg, 5,172 kcal/kg และ 5,080 kcal/kg ตามลำดับ และอัตราส่วนที่มีค่าความร้อนต่ำที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 60:40 โดยมีค่าความร้อนเท่ากับ 5,035 kcal/kg. จะเห็นว่าทุกอัตราส่วนของถ่านอัดแท่งมีค่าความร้อนสูงเกินกว่าค่าความร้อนมาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ 5,000 kcal/kg ดังนั้นผลวิจัยในส่วนค่าความร้อนนี้สามารถนำผงถ่านจากซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนมาผลิตถ่านอัดแท่งได้ ส่วนสมบัติทางกายภาพที่ทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ อาทิ ค่าความชื้น ปริมาณเถ้า ค่าความหนาแน่น และค่าความแข็งแรงต่อแรงอัด ซึ่งปริมาณเหล่านี้จะแปรผันตรงกับปริมาณแป้งมันสำปะหลัง เมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณค่าความชื้น ปริมาณเถ้า ค่าความหนาแน่น และค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ในส่วนของค่าความชื้นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตถ่านอัดแท่งจะต้องมีปริมาณค่าความชื้นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ไม่เกินร้อยละ 8 ซึ่งเป็นมาตรฐานในการผลิตถ่านอัดแท่งจากผลการวิจัยพบว่า มีผงถ่านจากซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังเพียงอัตราส่วนเดียว คือ อัตราส่วนที่ 80:20 มีค่าความชื้นร้อยละ 7.68 ที่มีค่าความชื้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง ดังนั้นสามารถนำผงถ่านจากซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วน 80:20 ร้อยละโดยน้ำหนักมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ เช่นเดียวกับค่าความหนาแน่น ปริมาณเถ้า และค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของถ่านอัดแท่งในแต่ละอัตราส่วนจะแปรผันตรงกับปริมาณแป้งมันสำปะหลัง คือ เมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นค่าความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเพราะแป้งมันสำปะหลังทำหน้าที่เป็นตัวประสานของถ่านอัดแท่งจึงทำให้ส่วนผสมของผงถ่านอัดแท่งกับแป้งมันสำปะหลังเกาะตัวกันแน่นเป็นเนื้อเดียวกันจากผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนที่มีปริมาณความหนาแน่นสูงที่สุดคือ อัตราส่วน 60:40 รองลงมาคือ 65:35, 70:30 และ 75:35 ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 3,390 kg/m³, 3,370 kg/m³, 3,350 kg/m³, และ 3,010 kg/m³ ตามลำดับ และอัตราส่วนที่มีปริมาณความหนาแน่นต่ำที่สุดที่ผ่านมาตรฐานการผลิต คือ อัตราส่วนที่ 80:20 โดยมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2,970 kg/m³ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตถ่านอัดแท่งจะต้องมีค่าความหนาแน่นมากกว่าหรือเท่ากับ 600 kg/m³ ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง ดังนั้นผลการวิจัยในส่วนนี้ อัตราส่วนถ่านอัดแท่งทั้ง 5 อัตราส่วนผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง แต่เมื่อพิจารณาถึงการอัดแท่งขึ้นรูปถ่านอัดแท่งพบว่าอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ โดยถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเป็นเนื้อเดียวกัน และสามารถคงรูปตามขนาดที่ต้องการได้ คืออัตราส่วนที่ 80:20, 75:25, 70:30 และ 65:35 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมระหว่างผงถ่านซังข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลัง จึงทำให้ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมามีการเกาะตัวของส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 50 ทำให้ถ่านอัดแท่งสามารถคงรูปอยู่ได้ แต่ในอัตราส่วนที่ 60:40 พบว่าถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเกาะตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน แต่มีรอยแตกร้าวของถ่านอัดแท่งเนื่องจากปริมาณการเพิ่มขึ้นของแป้งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นตัวประสานมากเกินไป และไม่สามารถคงรูปตามขนาดมาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ต้องการได้จึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของถ่านอัดแท่งซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละ

อัตราส่วนแปรผันตรงกับปริมาณแป้งมันสำปะหลังเช่นเดียวกับค่าความหนาแน่น คือเมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเนื่องจากแป้งมันสำปะหลังเมื่อผ่านการให้ความร้อนจะกลายเป็นของเหลวหนืดทำหน้าที่เป็นตัวประสานของถ่านอัดแท่ง อัตราส่วนที่มีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดสูงที่สุดคือ อัตราส่วน 60:40 รองลงมาคือ 65:35, 70:30, 75:35 ตามลำดับ มีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเท่ากับ 10.63 kN, 9.13 kN, 8.10 kN, และ 7.20 kN ตามลำดับ และอัตราส่วนที่มีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดต่ำที่สุดที่ผ่านมาตรฐานการผลิต คือ อัตราส่วนที่ 80:20 โดยมีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเท่ากับ 6.73 kN ซึ่งทำให้สะดวกแก่การจัดเก็บและการขนส่งในกรณีที่พื้นที่ผลิตถ่านอัดแท่งไม่อยู่ในพื้นที่เดียวกับพื้นที่แปรรูปพลังงาน ในขณะที่ปริมาณเถ้าของผงถ่านจากซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วน มีปริมาณเถ้าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 10.92-14.40 โดยอัตราส่วนที่มีปริมาณเถ้าสูงที่สุดคือ อัตราส่วน 60:40 มีปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 14.40 ส่วนอัตราส่วนที่มีปริมาณเถ้าต่ำที่สุดคือ 80:20 ปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 10.92 ดังนั้นผลการวิจัยในส่วนนี้สามารถนำผงถ่านจากซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้

ดังนั้นอัตราส่วนที่เหมาะสมของผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งมากที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 80:20 เนื่องจากสามารถอัดแท่งขึ้นรูปได้ดี มีค่าความร้อนเท่ากับ 5,403 kcal/kg ซึ่งค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ 5,000 kcal/kg ค่าความชื้นร้อยละ 7.68 มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 มีค่าความหนาแน่น 2,970 kg/m³ และมีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเท่ากับ 6.73 kN คือมีค่าความหนาแน่นมากกว่า 600 kg/m³ รวมทั้งมีปริมาณเถ้าร้อยละ 10.92 ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งเลขที่ 238/2547

วิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางด้านเทคนิคของเชื้อเพลิงในหัวข้อ 4.5 พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งมากที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 80:20 ร้อยละโดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนที่มีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งเลขที่ 238/2547 เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงจากฟืนหรือแก๊สหุงต้ม LPG สำหรับครัวเรือนในชุมชนได้ สำหรับในหัวข้อนี้นักวิจัยได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 80:20 ร้อยละโดยน้ำหนัก เพื่อใช้เป็นข้อมูลหรือแนวทางการตัดสินใจของชาวบ้านในชุมชนบ้านนาแก ต.นาแก อ.งาว จ.ลำปาง หรือผู้ประกอบการในการเลือกผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังมาลงทุนผลิตถ่านอัดแท่ง ซึ่งการอาศัยเทคนิคในการวิเคราะห์การลงทุนจะช่วยให้มั่นใจได้ว่าการลงทุนในโครงการลงทุนนั้นๆ จะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับชาวบ้านในชุมชนหรือผู้ประกอบการ ซึ่งเกณฑ์การตัดสินใจที่นักวิจัยใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะใช้กระแสเงินสดในการพิจารณาเป็นสำคัญ วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ วิเคราะห์ระยะเวลาคืน (Payback Period: PBP) สมมติฐานที่ใช้ในการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน การกำหนดสมมติฐานต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง หากสามารถประมาณการสมมติฐานต่างๆ ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงเพียงใด การตัดสินใจทางการเงินและการลงทุนยิ่งจะมี

ความถูกต้องและมีความเหมาะสมมากขึ้น ดังนั้นการกำหนดสมมติฐานต่างๆ ของงานวิจัย นักวิจัยจะกำหนดมาจากการสำรวจสภาพหน้างาน รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิต่างๆ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ ซึ่งรายละเอียดของการสมมติฐานการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินฐานของงานวิจัย นักวิจัยสามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของถ่านอัดแท่งได้ดังต่อไปนี้

1. เครื่องจักรที่ใช้ผลิตถ่านอัดแท่ง

เนื่องจากปริมาณผงถ่านจากซังข้าวโพดที่สามารถนำมาผลิตถ่านอัดแท่ง มีปริมาณเฉลี่ยวันละ 10 ตัน จากข้อมูลเบื้องต้นนักวิจัยพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องจักรที่ใช้ต่อปริมาณผงถ่านจากซังข้าวโพดที่นำมาผลิตถ่านอัดแท่ง แสดงดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 เครื่องจักรที่ใช้ผลิตถ่านอัดแท่ง

ชนิดเครื่องจักร	กำลังการผลิต (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	กำลังขับเคลื่อน (แรงม้า)	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	ราคา (บาท)
เครื่องบด-ย่อย	5,000	40	150	200,000
เครื่องผสม	3,000	40	150	150,000
เครื่องอัดแท่ง	250	20	100	180,000

1) เครื่องสับขนาด 40 แรงม้า อัตราการสับ 5,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ราคาเครื่องละ 200,000 บาท จำนวน 1 เครื่อง รวมเป็นเงิน 200,000 บาท

2) เครื่องผสมขนาด 40 แรงม้า อัตราการสับ 3,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ราคาเครื่องละ 150,000 บาท จำนวน 1 เครื่อง รวมเป็นเงิน 150,000 บาท

3) เครื่องอัดแท่งขนาด 20 แรงม้า อัตราการสับ 250 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ราคาเครื่องละ 180,000 บาท จำนวน 2 เครื่อง รวมเป็นเงิน 360,000 บาท

ดังนั้น เงินลงทุนเครื่องจักรที่ใช้สำหรับผลิตถ่านอัดแท่งเท่ากับ 710,000 บาท

2. ค่าไฟฟ้าที่เครื่องจักรใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง

จากตาราง 4.2 นักวิจัยพิจารณาค่าไฟฟ้าจากเครื่องจักรที่อัตราการผลิตถ่านอัดแท่งที่ปริมาณผงถ่านซังข้าวโพด 10 ตันต่อวัน และภาระงานของเครื่องบดทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน เครื่องผสมทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และเครื่องอัดแท่งทำงาน 12 ชั่วโมงต่อวัน พิจารณาค่าไฟฟ้าที่เครื่องจักรใช้ตลอดระยะโครงการจะได้

เครื่องบด-ย่อย ใช้พลังงานไฟฟ้า	$= 150 \times 1 \times 8$	kWh/day
	$= 1,200$	kWh/day
หรือ	$= 396,000$	kWh/year
ดังนั้น เครื่องบด-ย่อย ใช้พลังงานไฟฟ้า	$= 396,000$	kWh/year

เครื่องผสมใช้พลังงานไฟฟ้า	$= 150 \times 1 \times 8$	kWh/day
	$= 1,200$	kWh/day
หรือ	$= 396,000$	kWh/year
ดังนั้น เครื่องผสม ใช้พลังงานไฟฟ้า	$= 396,000$	kWh/year
เครื่องอัดแท่งใช้พลังงานไฟฟ้า	$= 100 \times 2 \times 12$	kWh/day
	$= 2,400$	kWh/day
หรือ	$= 792,000$	kWh/year
ดังนั้น เครื่องอัดแท่ง ใช้พลังงานไฟฟ้า	$= 792,000$	kWh/year
ดังนั้น พลังงานไฟฟ้ารวมจากอุปกรณ์ผลิตถ่านอัดแท่ง	$= 1,584,000$	kWh/year

พิจารณาค่าไฟฟ้าคิดที่หน่วยละ 2.50 บาท ในการใช้เครื่องจักรผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดจะเสียค่าไฟฟ้าเท่ากับ $1,584,000 \times 2.50 = 3,960,000$ บาทต่อปี

ตารางที่ 4.3 สมมติฐานทางด้านเศรษฐศาสตร์ถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 80:20

รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ในการคำนวณ
อายุของโครงการผลิตไฟฟ้า	ปี	15
อัตราผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุน	%	12
ปริมาณของซังข้าวโพด	ตันต่อปี	21,504
ปริมาณของผงถ่านซังข้าวโพดที่เข้าสู่ระบบ	ตันต่อปี	15,805
ปริมาณถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้	ตันต่อปี	2,000
เงินลงทุนก่อนเริ่มโครงการ	บาท	710,000
กระแสเงินสดเข้า		
รายได้จากค่าขายถ่านอัดแท่ง	บาทต่อปี	12,000,000
กระแสเงินสดออก		
ภาระค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักร	บาทต่อปี	3,960,000
ภาระค่าดูแลรักษาระบบ 5%	บาทต่อปี	86,460
ภาระค่าแรงแม่เหล็กสำหรับ	บาทต่อปี	6,000,000
ภาระค่าจ้างแรงงานคน 15 คน	บาทต่อปี	1,485,000

2.1 ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันถ่านอัดแท่งอัตราส่วนที่ 80:20

ระยะเวลาคืนทุนสามารถคำนวณหาได้ โดยการคำนวณกระแสเงินสดสะสมสุทธิในแต่ละงวดเวลา จนกระทั่งกระแสเงินสดสะสมสุทธิมีค่าเป็นบวก หากกระแสเงินสดสะสมสุทธิเปลี่ยน

จากเครื่องหมายลบเป็นเครื่องหมายบวกในงวดเวลาใด ก็จะมีหมายถึงว่าระยะเวลาคืนทุนเกิดขึ้นภายในงวดเวลานั้น จึงสามารถแสดงการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของงานวิจัยตามตารางที่ 4.3 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันถ่วงน้ำหนัก

ปีที่	กระแสเงินสดรับสุทธิ	มูลค่าปัจจุบัน $i = 12\%$	มูลค่าปัจจุบันของ กระแสเงินสด	มูลค่าปัจจุบันของกระแส เงินสดรับสุทธิสะสม
1	468,540.00	0.8929	418,359.37	<u>418,359.37</u>
2	468,540.00	0.7972	<u>373,517.22</u>	791,876.59
3	468,540.00	0.7118	333,497.52	1,125,374.10
4	468,540.00	0.6355	297,765.64	1,423,139.74
5	468,540.00	0.5674	265,862.18	1,689,001.92

ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันถ่วงน้ำหนักจากตาราง 4.4 จะได้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนเงินสดที่ต้องการในปีที่ 2} &= 710,000 - 418,359.37 && \text{บาท} \\ &= 291,640.63 && \text{บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันของถ่วงน้ำหนัก} \\ &= 1 + \frac{291,640.63}{373,517.22} && \text{ปี} \end{aligned}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบัน} = 1.78 \quad \text{ปี}$$

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันของถ่วงน้ำหนัก เท่ากับ 1.78 ปี หรือ 1 ปี 9 เดือน 14 วัน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือทิ้งจากต้นข้าวโพดสำหรับใช้ในครัวเรือนเพื่อให้ได้ถ่านอัดแท่งที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือน เนื่องจากการใช้ทรัพยากรพลังงานเป็นไปเพื่อการดำรงชีวิตแต่การใช้พลังงานในปัจจุบันเกิดสูญเสียพลังงานจากกระบวนการต่างๆ จากการละลายและมองข้ามความสำคัญของการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่สุด พลังงานชีวมวลที่ผลิตได้จากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจึงเป็นพลังงานทางเลือกสำหรับเกษตรกรนำมาเป็นพลังงานทดแทนสำหรับชุมชนและระดับครัวเรือน การใช้ประโยชน์ชีวมวลจึงเป็นรูปแบบหนึ่งโดยการนำเชื้อเพลิงที่เหลือใช้ทางการเกษตรมาแปรรูปโดยการอัดแท่ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำวัสดุเหลือทิ้งจากต้นข้าวโพดมาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตถ่านอัดแท่งและศึกษาอัตราส่วนของผงถ่านซึ่งข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลังตามอัตราส่วนดังนี้ 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ตามลำดับ พร้อมทั้งวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลังเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมและใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้พลังงานความร้อน สามารถสรุปผลการวิจัยในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวประสาน

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำศึกษาตัวประสาน 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง ปูนขาว และโมลาส ตามลำดับ ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายภายในท้องถิ่นชุมชนบ้านนาแก ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง การวิเคราะห์คุณสมบัติค่าความหนืดของตัวประสานที่ใช้สำหรับผลิตถ่านอัดแท่งใช้เครื่องวัดค่าความหนืด Brookfield Viscometer รุ่น VISCO BASIC H ใช้หัววัดขนาด R1 โดยสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของตัวประสานทั้ง 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง ปูนขาว และโมลาส ตามลำดับ ค่าความหนืดที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 เท่ากับร้อยละ 1.2 ร้อยละ 1.5 และร้อยละ 1.2 ตามลำดับ มีค่าความหนืดที่ใกล้เคียงกันซึ่งเหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นตัวประสานของถ่านอัดแท่งจากซึ่งข้าวโพด แต่เมื่อพิจารณาด้านความเหมาะสมด้านต้นทุนและความสะดวกในการจัดหาสำหรับใช้งานแล้วพบว่าแป้งมันสำปะหลังมีความเป็นไปได้มากที่สุดสำหรับนำมาใช้เป็นตัวประสานสำหรับผลิตถ่านอัดแท่งในชุมชนบ้านนาแก ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานสำหรับผลิตถ่านอัดแท่งสำหรับงานวิจัยนี้

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนถ่านอัดแท่งจากซึ่งข้าวโพด

งานวิจัยส่วนนี้ทำการผสมผงถ่านซึ่งข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลัง กำหนดอัตราส่วนผสมร้อยละโดยน้ำหนักดังนี้ 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 ตามลำดับ จากนั้นทำการอัดแท่งขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแท่งให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร ตามขนาดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งเลขที่ 238/2547 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาที่ส่วนผสมผงถ่านซึ่งข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 80:20 ร้อยละ โดยน้ำหนักพบว่าผงถ่านซึ่งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังเมื่อผ่านการผสมตามอัตราส่วนที่ต้องการ เชื้อเพลิงมีลักษณะร่วนมาก ไม่เกาะเป็นเนื้อเดียวกัน เนื่องจากมีอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังน้อยเกินไป แต่สีของผงถ่านซึ่งข้าวโพดจะจางกว่าตอนที่ยังไม่ได้ผสมกับแป้งมันสำปะหลังและไม่เกาะติดกับผนังภาชนะที่นำมาใช้ผสมเชื้อเพลิงทั้งสอง ส่วนผสมผงถ่านซึ่งข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 75:25 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่าสีของเชื้อเพลิงที่ผ่านการผสมตามอัตราส่วนที่ต้องการจางลง การเกาะตัวกันเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับอัตราส่วน 80:20 แต่ยังมีความร่วนอยู่ และไม่เกาะติดกับผนังภาชนะที่นำมาใช้ผสมเชื้อเพลิง เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างส่วนผสมทั้งสองอัตราส่วนพบว่า เชื้อเพลิงอัตราส่วนที่ 75:25 มีการเกาะตัวของส่วนผสมเชื้อเพลิงมากกว่าอัตราส่วน 80:20 และเมื่อพิจารณาที่ส่วนผสมผงถ่านซึ่งข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 70:30 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่า สีของเชื้อเพลิงที่ผ่านการผสมตามอัตราส่วนที่ต้องการนั้นมีความจางลงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงในอัตราส่วน 75:25 มีการเกาะตัวของอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น รวมทั้งเชื้อเพลิงไม่เกาะติดกับผนังภาชนะที่นำมาใช้ผสมเชื้อเพลิง เนื่องจากอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นทำให้การเกาะตัวของส่วนผสมเชื้อเพลิงทั้งสองเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการเกาะตัวของส่วนผสมเชื้อเพลิงทั้งสองจะแปรผันตรงกับปริมาณของแป้งมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น ขณะที่อัตราส่วนผสมผงถ่านซึ่งข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 65:35 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่า สีของเชื้อเพลิงนั้นจางลงเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอัตราส่วน 70:30 เชื้อเพลิงมีการเกาะตัวเพิ่มขึ้นจากอัตราส่วน 70:30 และเชื้อเพลิงเริ่มจับตัวกันเป็นก้อน ไม่ค่อยมีความร่วน และส่วนผสมเชื้อเพลิงเกาะติดผนังภาชนะเล็กน้อย ซึ่งเมื่อพิจารณาอัตราส่วนผสมผงถ่านซึ่งข้าวโพดต่อแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 65:35 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่า เชื้อเพลิงมีการเกาะตัวกันเป็นก้อนเพิ่มขึ้นจากอัตราส่วน 65:35 สีของเชื้อเพลิงจางลงกว่าเชื้อเพลิงในอัตราส่วน 65:35 และส่วนผสมเชื้อเพลิงเกาะติดกับผนังภาชนะมากขึ้นเนื่องจากความหนืดของแป้งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นส่วนผสมเชื้อเพลิง

การประเมินผลการผลิตถ่านอัดแท่งจากซึ่งข้าวโพด

การประเมินความสามารถในการอัดแท่งขึ้นรูปของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดกับแป้งมันสำปะหลัง หลังจากทำการอัดแท่งเชื้อเพลิงด้วยเครื่องอัดแท่งนำผลการขึ้นรูปของถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้มาเปรียบเทียบกับลักษณะทางกายภาพสามารถสรุปผลได้ดังนี้

เมื่อทำการผสมผงถ่านจากซึ่งข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลังตามอัตราส่วนต่างๆ ที่ต้องการแล้ว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) แล้วทำการประเมินความสามารถการผลิตถ่านอัดแท่งในอัตราส่วนต่างๆ โดยมีแนวทางการประเมินดังนี้ ความสามารถในการผลิตถ่านอัดแท่งรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร หลังจากทำการอัดด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 3 แรงม้า และเมื่อหลังนำถ่านอัดแท่งออกมาจากบล็อก หากถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้สามารถรูปตามขนาดที่ต้องการได้ แสดงว่าความสามารถในการผลิตถ่านอัดแท่งอยู่ในเกณฑ์ดี แม้ทำการเคลื่อนย้ายก็ยังคงรูปไม่ร่อนหรือสีกกร่อน ผิวของถ่านอัดแท่งหลังการ

ผ่านการอัดแท่งแล้ว หากมีผิวสัมผัสเสมอกันตลอดแท่งถือว่าถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้นั้นอยู่ในเกณฑ์ดี หากผิวไม่สม่ำเสมอมีลักษณะขรุขระถือว่าถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ไม่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งผลการอัดแท่งถ่านอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งขนาด 3 แรงม้า เมื่อนำถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ออกมาจากบล็อกรับพบว่า ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนประกอบของผงถ่านจากซังข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลังสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ 4 อัตราส่วน คือ อัตราส่วน 80:20 75:25 70:30 และ 65:35 ตามลำดับ โดยอัตราส่วนที่สามารถผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาจะเป็นเนื้อเดียวกัน และคงรูปอยู่ได้เมื่อนำออกมาจากบล็อก (มีการจับตัวของส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 50) ซึ่งทำให้สะดวกแก่การจัดเก็บและการขนส่งในกรณีที่พื้นที่ผลิตถ่านอัดแท่งไม่ได้อยู่ในพื้นที่เดียวกันกับพื้นที่แปรรูปพลังงาน แต่ในอัตราส่วนที่ 60:40 ร้อยละโดยน้ำหนักพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเกาะตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน แต่มีรอยแตกร้าวของถ่านอัดแท่งเนื่องจากปริมาณการเพิ่มขึ้นของแป้งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นตัวประสานมากเกินไป และไม่สามารถคงรูปตามขนาดมาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ต้องการได้จึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้

ผลจากอัตราส่วนผสมต่อสมบัติทางความร้อนและสมบัติทางด้านกายภาพของถ่านอัดแท่ง

การผลิตถ่านอัดแท่งที่มีส่วนประกอบของผงถ่านจากซังข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลัง ในงานวิจัยนี้แสดงผลการวิจัยสมบัติทางความร้อน และสมบัติทางด้านกายภาพต่างๆ ของถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ จากการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งที่มีส่วนประกอบของผงถ่านซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังพบว่า ค่าความร้อน แปรผันตรงกับปริมาณผงถ่านจากซังข้าวโพด เนื่องจากสมบัติของผงถ่านจากซังข้าวโพดนั้นมีค่าความร้อนเท่ากับ 4,187 kcal/kg และค่าความชื้นร้อยละ 4.39 เมื่ออัตราส่วนผสมของผงถ่านจากซังข้าวโพดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เมื่อพิจารณาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งแต่ละอัตราส่วนพบว่า อัตราส่วนที่มีค่าความร้อนสูงที่สุด คือ อัตราส่วนที่ 80:20 รองลงมาคือ 75:25, 70:30, 65:35, และ 60:40 โดยมีค่าเท่ากับ 5,403 kcal/kg, 5,358 kcal/kg, 5,172 kcal/kg และ 5,080 kcal/kg ตามลำดับ และอัตราส่วนที่มีค่าความร้อนต่ำที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 60:40 โดยมีค่าความร้อนเท่ากับ 5,035 kcal/kg. จะเห็นว่าทุกอัตราส่วนของถ่านอัดแท่งมีค่าความร้อนสูงเกินกว่าค่าความร้อนมาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ 5,000 kcal/kg ดังนั้นผลวิจัยในส่วนค่าความร้อนนี้สามารถนำผงถ่านจากซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนมาผลิตถ่านอัดแท่งได้ ส่วนสมบัติทางกายภาพที่ทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ อาทิ ค่าความชื้น ปริมาณเถ้า ค่าความหนาแน่น และค่าความแข็งแรงต่อแรงอัด ซึ่งปริมาณเหล่านี้จะแปรผันตรงกับปริมาณแป้งมันสำปะหลัง เมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณค่าความชื้น ปริมาณเถ้า ค่าความหนาแน่น และค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ในส่วนของค่าความชื้นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตถ่านอัดแท่งจะต้องมีปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ไม่เกินร้อยละ 8 ซึ่งเป็นมาตรฐานในการผลิตถ่านอัดแท่งจากผลการวิจัยพบว่า มีผงถ่านจากซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังเพียงอัตราส่วนเดียวคือ อัตราส่วนที่ 80:20 มีค่าความชื้นร้อยละ 7.68 ที่มีค่าความชื้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง ดังนั้นสามารถนำผงถ่านจากซังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังอัตราส่วน 80:20 ร้อยละโดยน้ำหนักมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ เช่นเดียวกับค่าความหนาแน่น ปริมาณเถ้า และค่าความ

แข็งแรงต่อแรงอัดของถ่านอัดแท่งในแต่ละอัตราส่วนจะแปรผันตรงกับปริมาณแยม้ำมันสำปะหลัง คือเมื่ออัตราส่วนของแยม้ำมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นค่าความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเพราะแยม้ำมันสำปะหลังทำหน้าที่เป็นตัวประสานของถ่านอัดแท่งจึงทำให้ส่วนผสมของผงถ่านอัดแท่งกับแยม้ำมันสำปะหลังเกาะตัวกันแน่นเป็นเนื้อเดียวกันจากผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนที่มีปริมาณความหนาแน่นสูงที่สุดคือ อัตราส่วน 60:40 รองลงมาคือ 65:35, 70:30 และ 75:35 ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ $3,390 \text{ kg/m}^3$, $3,370 \text{ kg/m}^3$, $3,350 \text{ kg/m}^3$, และ $3,010 \text{ kg/m}^3$ ตามลำดับ และอัตราส่วนที่มีปริมาณความหนาแน่นต่ำที่สุดที่ผ่านมาตรฐานการผลิต คือ อัตราส่วนที่ 80:20 โดยมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ $2,970 \text{ kg/m}^3$ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตถ่านอัดแท่งจะต้องมีค่าความหนาแน่นมากกว่าหรือเท่ากับ 600 kg/m^3 ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง ดังนั้นผลการวิจัยในส่วนนี้อัตราส่วนถ่านอัดแท่งทั้ง 5 อัตราส่วนผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง แต่เมื่อพิจารณาถึงการอัดแท่งขึ้นรูปถ่านอัดแท่งพบว่าอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมสามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ โดยถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเป็นเนื้อเดียวกัน และสามารถคงรูปตามขนาดที่ต้องการได้ คืออัตราส่วนที่ 80:20, 75:25, 70:30 และ 65:35 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมระหว่างผงถ่านซึ่งขาวโพลกับแยม้ำมันสำปะหลัง จึงทำให้ถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมามีการเกาะตัวของส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 50 ทำให้ถ่านอัดแท่งสามารถคงรูปอยู่ได้ แต่ในอัตราส่วนที่ 60:40 พบว่าถ่านอัดแท่งที่ผลิตออกมาเกาะตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน แต่มีรอยแตกร้าวของถ่านอัดแท่งเนื่องจากปริมาณการเพิ่มขึ้นของแยม้ำมันสำปะหลังที่ใช้เป็นตัวประสานมากเกินไป และไม่สามารถคงรูปตามขนาดมาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ต้องการได้จึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของถ่านอัดแท่งซึ่งขาวโพลผสมแยม้ำมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนแปรผันตรงกับปริมาณแยม้ำมันสำปะหลังเช่นเดียวกับค่าความหนาแน่น คือเมื่ออัตราส่วนของแยม้ำมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเนื่องจากแยม้ำมันสำปะหลังเมื่อผ่านการให้ความร้อนจะกลายเป็นของเหลวหนืดทำหน้าที่เป็นตัวประสานของถ่านอัดแท่ง อัตราส่วนที่มีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดสูงที่สุดคือ อัตราส่วน 60:40 รองลงมาคือ 65:35, 70:30, 75:35 ตามลำดับ มีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเท่ากับ 10.63 kN, 9.13 kN, 8.10 kN, และ 7.20 kN ตามลำดับ และอัตราส่วนที่มีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดต่ำที่สุดที่ผ่านมาตรฐานการผลิต คือ อัตราส่วนที่ 80:20 โดยมีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเท่ากับ 6.73 kN ซึ่งทำให้สะดวกแก่การจัดเก็บและการขนส่งในกรณีพื้นที่ที่ผลิตถ่านอัดแท่งไม่อยู่ในพื้นที่เดียวกับพื้นที่แปรรูปพลังงาน ในขณะที่ปริมาณเถ้าของผงถ่านจากซึ่งขาวโพลผสมแยม้ำมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วน มีปริมาณเถ้าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 10.92-14.40 โดยอัตราส่วนที่มีปริมาณเถ้าสูงที่สุด คืออัตราส่วน 60:40 มีปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 14.40 ส่วนอัตราส่วนที่มีปริมาณเถ้าต่ำที่สุดคือ 80:20 ปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 10.92 ดังนั้นผลการวิจัยในส่วนนี้สามารถนำผงถ่านจากซึ่งขาวโพลผสมแยม้ำมันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้

ดังนั้นอัตราส่วนที่เหมาะสมของผงถ่านซึ่งขาวโพลผสมแยม้ำมันสำปะหลังที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งมากที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 80:20 เนื่องจากสามารถอัดแท่งขึ้นรูปได้ดี มีค่าความร้อนเท่ากับ 5,403 kcal/kg ซึ่งค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์ค่ามาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ 5,000 kcal/kg ค่า

ความชื้นร้อยละ 7.68 มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 มีค่าความหนาแน่น $2,970 \text{ kg/m}^3$ และมีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเท่ากับ 6.73 kN คือมีค่าความหนาแน่นมากกว่า 600 kg/m^3 รวมทั้งมีปริมาณเถ้าร้อยละ 10.92 ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งเลขที่ 238/2547

วิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางด้านเทคนิคของเชื้อเพลิงในหัวข้อ 4.5 พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของผงถ่านซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งมากที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 80:20 ร้อยละโดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนที่มีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งเลขที่ 238/2547 เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงจากฟืนหรือแก๊สหุงต้ม LPG สำหรับครัวเรือนในชุมชนได้ สำหรับในหัวข้อนี้นักวิจัยได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากผงถ่านซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 80:20 ร้อยละโดยน้ำหนัก เพื่อใช้เป็นข้อมูลหรือแนวทางการตัดสินใจของชาวบ้านในชุมชนบ้านนาแก ต.นาแก อ.งาว จ.ลำปาง หรือผู้ประกอบการในการเลือกผงถ่านซึ่งข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังมาลงทุนผลิตถ่านอัดแท่ง ซึ่งการอาศัยเทคนิคในการวิเคราะห์การลงทุนจะช่วยให้มั่นใจได้ว่าการลงทุนในโครงการลงทุนนั้นๆ จะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับชาวบ้านในชุมชนหรือผู้ประกอบการ ซึ่งเกณฑ์การตัดสินใจที่นักวิจัยใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะใช้กระแสเงินสดในการพิจารณาเป็นสำคัญ วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ วิเคราะห์ระยะเวลาคืน (Payback Period: PBP) สมมติฐานที่ใช้ในการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน การกำหนดสมมติฐานต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง หากสามารถประมาณการสมมติฐานต่างๆ ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงเพียงใด การตัดสินใจทางการเงินและการลงทุนยังจะมีความถูกต้องและมีความเหมาะสมมากขึ้น ดังนั้นการกำหนดสมมติฐานต่างๆ ของงานวิจัย นักวิจัยจะกำหนดมาจากการสำรวจสภาพหน้างาน รวบรวมข้อมูลทุกมิติต่างๆ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ ซึ่งรายละเอียดของการสมมติฐานการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินฐานของงานวิจัย นักวิจัยสามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของถ่านอัดแท่งได้ ระยะเวลาคืนทุนมูลปัจจุบันของถ่านอัดแท่ง เท่ากับ 1.78 ปี หรือ 1 ปี 9 เดือน 14 วัน นั้นหมายความว่าผลประโยชน์ที่ชาวบ้านในชุมชนจะได้รับทุนคืนสำหรับค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกมีระยะเวลาเพียง 1 ปี 9 เดือน 14 วัน เท่านั้น ภายหลังจากระยะเวลานี้จะทำให้ชาวบ้านในชุมชนมีรายได้เพิ่มมากขึ้นจากการผลิตถ่านอัดแท่งจากซึ่งข้าวโพดขายและลดการเผาทำลายเศษวัสดุซึ่งข้าวโพดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งและเป็นการลดการเกิดหมอกควันในพื้นที่จังหวัดลำปางได้อีกทาง เป็นการส่งเสริมความมั่นคงให้แก่ชุมชนรวมทั้งสร้างความยั่งยืนให้แก่ชุมชนสืบไป

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2552). พลังงานชีวมวล. สืบค้นเมื่อ 31 กรกฎาคม 2557, จาก <http://www2.dede.go.th>.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2557). ศักยภาพชีวมวลเชิงพื้นที่ของประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2557, จาก <http://www2.dede.go.th>
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2555). การเผาไหม้แบบไพโรไลซิส (Pyrolysis). สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557, จาก <http://www.thaitechno.net>
- กระทรวงพลังงาน. (2552). เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2557, จาก <http://www.energy.go.th>
- การผลิตชีวมวลในประเทศไทย. (2551). สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2557, จาก <http://www.eppo.go.th>
- กิตติพงษ์ ลาอุณ. (2554). การศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งจากเห้ง้ามันสำปะหลัง. วศ.ม, มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2557, จาก <http://www.phtnet.org>
- โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2520). ข้าวโพด. ในสารานุกรมไทย, (เล่มที่ 3, หน้า 56). สำนักพิมพ์ สำนักงานกลาง หอรัษฎากรพิพัฒน์.
- โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2534). กระบวนการเผาไหม้. ใน สารานุกรมไทย, (เล่มที่ 15, หน้า 163). สำนักพิมพ์ สำนักงานกลาง หอรัษฎากรพิพัฒน์.
- จุฬารัตน์ ชาวกำแพง. (2554). การศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมในครัวเรือน. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2557, จาก <http://www.clinictech.most.go.th>
- ทองทิพย์ พูลเกษม. (2542). การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนเพื่อทดแทนฟืนและถ่านในการหุงต้มในครัวเรือน. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2557. จาก <http://www.thaithesis.org/detail.php?id=44120>
- ทองม้วน นาเสงี่ยม (2542). วิธีการทำถ่านอัดแท่ง. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2557, จาก <http://nonsung.khorat.doae.go.th>
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2557). ราคาสินค้าอุตสาหกรรมที่สำคัญ. สืบค้นเมื่อ 31 กรกฎาคม 2557, จาก <http://www2.bot.or.th>
- พรเทพ หอมผกา. (2555). การพัฒนาถ่านอัดแท่งจากกระดาศสำนักงานและมวลชีวภาพ, กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2549). พลังงานชีวมวล. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2557, จาก <http://www.greenenergynet.net>
- มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2549). พลังงานชีวมวล. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2557, จาก <http://www.greenenergynet.net>
- วีระ สุดสังข์. (2557). ฟืน ถ่าน หม้อข้าวและหม้อแกง. ทางอีสาน. ปีที่ 3 (26), 10-14

- ธารินี มหายศนันท์. (2548). การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง สำหรับการผลิตในระดับครัวเรือน, กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2557). ความรู้พื้นฐานในเรื่องการเผาถ่านและเตาเผาถ่าน. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2557, จาก <http://www.energy.mju.ac.th>
- สำนักงานเกษตรจังหวัดลำปาง. (2557). ข้อมูลพื้นฐานการเกษตร. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2557, จาก <http://www.lampang.doae.go.th>
- สำนักงานเกษตรอำเภองาว. (2557). ผลการขึ้นทะเบียนเกษตรและผลผลิต อำเภองาว. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557, จาก <http://ngao.lampang.doae.go.th>
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2552). แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี REDP. สืบค้นเมื่อ 31 กรกฎาคม 2557, จาก <http://www.dede.go.th>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2554). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง. สืบค้นเมื่อ 31 กรกฎาคม 2557, จาก <http://www.tisi.go.th>
- สุพจน์ เดชผล. (2546). การศึกษาศักยภาพและประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากกากตะกอนน้ำเสียโรงงานน้ำตาลผสมกับขานอ้อย. วท.ม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2557, จาก <http://lib.dede.go.th>
- อภาวดี เบญจมาธกุล. (2546). การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนน้ำเสียอุตสาหกรรมเพื่อเป็นพลังงานทดแทน. วท.ม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2557, จาก <http://lib.dede.go.th>
- Ehsanul Kabira, Ki-Hyun Kima, Ji-Won Ahna, One-Feel Honga and Jong Ryeul Sohn. (2010). Barbecue charcoal combustion as a potential source of aromatic volatile organic compounds and carbonyls. Retrieved September 14, 2014, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389409015404>
- Hairong YUANA, et al. (2010). Ignition and Emission Characteristics of Ignition-assisting Agents for Dandified Corn Stover Briquette Fuel. Retrieved September 14, 2014, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1004954110602765>
- Kimiko Yamada, et al. (2008). Abatement of indoor air pollution achieved with coal-biomass household briquettes. Retrieved September 14, 2014, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231008006304>
- R.N. Singh, P.R. Bhoi and S.R. Patel. (2007). Modification of commercial briquetting machine to produce 35 mm diameter briquettes suitable for gasification and combustion. Retrieved September 14, 2014, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148106000553>
- S.R. Teixeira. (2010). Briquetting of charcoal from sugar-cane bagasse fly ash (scbfa) as an alternative fuel. Retrieved September 14, 2014, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X10000589>

Shaowu Xiong, Shouyu Zhang, Qiaomei Wu, Xi Guo, Aixia Dong and Chuan Chen.

(2014). Investigation on cotton stalk and bamboo sawdust carbonization for barbecue charcoal preparation. Retrieved September 14, 2014, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852413017094>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านอัดแท่ง

จากการลงพื้นที่และอบรมให้ความรู้คนในชุมชนตำบลนาแกจำนวน 80 คน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะ คุณประโยชน์ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซังข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2558 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภอวาร จังหวัดลำปาง ซึ่งมีเกษตรกรจำนวน 5 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านทุ่งศาลา บ้านหนองเหียง บ้านนาแก บ้านแม่แป้น และบ้านสันติสุข เข้าร่วมอบรม โดยเฉพาะเกษตรกรที่มาจากหมู่ที่ 2 บ้านหนองเหียง และหมู่ที่ 5 บ้านแม่แป้น ให้ความสนใจในการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์เป็นอาชีพเสริมเป็นอย่างมาก และมีความคิดเห็นต่อการอบรมในด้านความรู้ความเข้าใจ (ได้เรียนรู้และปฏิบัติจริง) ด้านความพึงพอใจต่อความรู้วิทยากรและต่อความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์ ความเหมาะสมของสถานที่ และระยะเวลา และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (การทำถ่านอัดแท่งและการทำถ่านกัมมันต์) อยู่ในระดับดี ดังตารางที่ 5.1

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เข้าร่วมอบรม

- 1) รู้สึกประทับใจในการสอนของวิทยากร บรรยายเข้าใจง่าย
- 2) ได้ความรู้ด้านการผลิตและกระบวนการทำถ่านอัดแท่งและการทำถ่านกัมมันต์
- 3) อยากให้ทางอบต.นาแก ทำโครงการและของงบประมาณทำเครื่องถ่านอัดแท่ง อย่างน้อยหมู่บ้านละ 1 เครื่อง
- 4) นำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นรายได้เสริม
- 5) อบรมครั้งถัดไป อยากให้แนะนำเรื่องการตลาด

ตารางที่ 5.1 แสดงจำนวนผู้เข้าร่วมอบรมการฝึกถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซังข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด

หมู่บ้าน	หมู่ที่ 1 บ้านทุ่ง ศาลา	หมู่ที่ 2 บ้านหนอง เหียง	หมู่ที่ 3 บ้านนาแก	หมู่ที่ 4 บ้านแม่ ฮ้าง	หมู่ที่ 5 บ้านแม่ แป้น	หมู่ที่ 2 บ้านสันติ สุข	รวม (คน)
จำนวน เข้าอบรม (คน)	19	24	9	-	22	6	80

ตารางที่ 5.2 ความคิดเห็นต่อการเข้าร่วมกิจกรรมฯ

รายการ	ระดับความคิดเห็น					
	ดีมาก	ดี	พอใช้	น้อย	น้อยมาก	เฉลี่ย
ด้านความรู้ความเข้าใจ (ได้เรียนรู้และปฏิบัติจริง)	34 (42.50)	40 (50.00)	6 (7.50)	-	-	4.35 ระดับดี
ด้านความพึงพอใจต่อความรู้วิทยากร	37 (46.30)	43 (53.70)		-	-	4.46 ระดับดี
ด้านความพึงพอใจต่อความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์ ความเหมาะสมของสถานที่ และระยะเวลา	17 (21.25)	54 (67.50)	9 (11.25)	-	-	4.10 ระดับดี
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (การทำถ่านอัดแท่ง)	26 (32.50)	51 (63.75)	3 (3.75)	-	-	4.29 ระดับดี
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (การทำถ่านกัมมันต์)	23 (28.75)	54 (67.50)	3 (3.75)	-	-	4.25 ระดับดี

จากการลงพื้นที่เผยแพร่ความรู้ความเข้าใจให้เกษตรกรทราบถึงกรรมวิธีการผลิตและสมบัติถ่านอัดแท่ง ชาวบ้านในชุมชนบ้านนาแกได้ให้ความสนใจและพร้อมลงมือปฏิบัติในการทำถ่านอัดแท่งเป็นอาชีพเสริมเป็นอย่างมากถึงร้อยละ 4.35 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดีตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ด้านความพึงพอใจต่อความรู้วิทยากรร้อยละ 4.46 อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ด้านความพึงพอใจต่อความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์ ความเหมาะสมของสถานที่ และระยะเวลาในการใช้อบรมให้ความรู้ร้อยละ 4.10 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี และด้านการนำความรู้ไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์ร้อยละ 4.29 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดีตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้ลงทะเบียนเข้าร่วมอบรม

โครงการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้

ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภอฉวาง จังหวัดลำปาง

วันที่ 7 ก.พ. 2558

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน/หมู่บ้าน	เบอร์โทรศัพท์
1	เปลว มีนทโร	ท.ร.อ.ค/ท.อ.	
2	อัมพร เกตุอิน	บ้านหนองน้ำ	
3	ศุภกมล หนอง	บ้านหนองน้ำ	
4	จิรพงศ์ อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
5	กรรณิก มีนต	ท.ร.อ.ค	
6	สุชาติ ทองดี	ท.ร.อ.ค	
7	วิไล อักษร		
8	นิรนต์ สะต๊ะ		
9	อินัน อธิเดช		
10	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
11	นายอ.อ. อธิเดช		096743157
12	ท.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
13	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
14	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
15	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
16	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
17	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
18	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
19	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
20	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
21	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
22	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	
23	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	091-025039
24	อ.อ. อธิเดช	ท.ร.อ.ค	099-5600318

ภาคผนวก ข (ต่อ)

รายชื่อผู้ลงทะเบียนเข้าร่วมอบรม

โครงการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้

ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภอจ้าว จังหวัดลำปาง

วันที่ 7 ก.พ. 2558

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน/หมู่บ้าน	เบอร์โทรศัพท์
25	นางสาววิรัตน์ น้อยมี	หมอบ/น้อย	
26	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
27	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
28	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
29	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
30	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
31	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
32	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
33	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	095-789166
34	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
35	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	081-2340304
36	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	083-5716332
37	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
38	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	085-462262
39	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	085-7233114
40	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	-
41	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	0832424672
42	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
43	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
44	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
45	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	0947372476
46	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
47	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
48	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	
49	นางสาว นวล	หมอบ/น้อย	

ภาคผนวก ข (ต่อ)

รายชื่อผู้ลงทะเบียนเข้าร่วมอบรม

โครงการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำด้านอีดแท่งและด้านกัมมันตภาพ

ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

วันที่ 7 ก.พ. 2558

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน/หมู่บ้าน	เบอร์โทรศัพท์
50	นายสมนึก อินทวงศ์	ม. 1 ต. นาบก	
51	นายปรีชา นานทอง	ม. 1 ต. นาบก	
52	น.ส. บัวแก้ว อามอ	ม. 6 ต. นาบก	
53	นายอานันท์ นานอ	ม. 6 ต. นาบก	
54	นายสมัคร นานอ	ม. 6	
55	นายวิเศษ กิ่ง	ม. 5	
56	นายวิเศษ นานอ	ม. 1	
57	นางสาว นานอ	ม. 5 ต. นาบก	
58	นายสมัคร นานอ	ม. 6	
59	นายอานันท์ นานอ	ม. 1	
60	นายวิเศษ นานอ	ม. 3	
61	นายอานันท์ นานอ	ม. 4 ต. นาบก	
62	นายสมนึก นานอ	ม. 6 ต. นาบก	
63	นายอานันท์ นานอ	ม. 1	
64	นายสมนึก นานอ	ม. 1	
65	นายอานันท์ นานอ	ม. 6 ต. นาบก	
66	นายอานันท์ นานอ	ม. 5 ต. นาบก	
67	นายอานันท์ นานอ	ม. 5	
68	นายอานันท์ นานอ	ม. 3 ต. นาบก	
69	นายอานันท์ นานอ	ม. 3 ต. นาบก	
70	นายอานันท์ นานอ	ม. 5 ต. นาบก	
71	นายอานันท์ นานอ	ม. 5	
72	นายอานันท์ นานอ	ม. 3 ต. นาบก	
73	นายอานันท์ นานอ	ม. 6 ต. นาบก	
74	นายอานันท์ นานอ	ม. 6 ต. นาบก	

ภาคผนวก ค

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านอัดแท่ง



ภาพที่ 5.1 บรรยากาศการอบรมเชิงปฏิบัติการถ่านอัดแท่ง

ภาคผนวก ค (ต่อ)

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านอัดแท่ง



ภาพที่ 5.2 บรรยากาศการอบรมเชิงปฏิบัติการการผลิตถ่านอัดแท่ง

ภาคผนวก ค (ต่อ)

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านอัดแท่ง



ภาพที่ 5.3 บรรยากาศการอบรมเชิงปฏิบัติการการผลิตถ่านอัดแท่ง

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ชื่อเรื่อง	การผลิตถ่านอัดแท่งโดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง
ผู้วิจัย	วีระ พันอินทร์ พิลพ แซ่ตั้ง
ประเภทสารนิพนธ์	โครงการ “หนึ่งคณะ หนึ่งโมเดล” ประจำปีงบประมาณ 2557 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
คำสำคัญ	ถ่านอัดแท่ง ชังข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง

งานวิจัยนี้ศึกษาการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่ซึ่งถูกกำจัดด้วยการไถฝังกลบหรือเผาทิ้งเพื่อให้นำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนภายในครัวเรือนหรือสามารถนำไปขายเพื่อสร้างรายได้เพิ่มให้อีกทางหนึ่งได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการกำจัดเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยการทำถ่านอัดแท่ง เพื่อรณรงค์ให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของการกำจัดเศษชังข้าวโพดเหลือทิ้งจำนวนมหาศาลให้ถูกวิธี ลดปัญหามลภาวะทางอากาศแทนการเผาทิ้งในที่โล่งแจ้ง โดยมีวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยเพื่อศึกษาศักยภาพของชังข้าวโพดในการนำมาใช้เป็นวัสดุหลักสำหรับทำถ่านอัดแท่ง ศึกษาสมบัติทางความร้อนและสมบัติทางกายภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ ตลอดจนหาจุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านอัดแท่งจากชังข้าวโพด รวมทั้งเผยแพร่ความรู้ให้เกษตรกรทราบถึงกรรมวิธีการผลิต สมบัติถ่านอัดแท่ง และความพึงพอใจของการใช้ถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ จากผลการวิจัยพบว่าศักยภาพของปริมาณชังข้าวโพดในการนำมาใช้เป็นวัสดุหลักสำหรับทำถ่านอัดแท่งในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง มีวัสดุเหลือใช้จากข้าวโพดมากถึง 21,504 ตัน จึงได้นำวัสดุเหลือทิ้งจากต้นข้าวโพดมาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตถ่านอัดแท่งและศึกษาอัตราส่วนของผงถ่านชังข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลังตามอัตราส่วน 80:20, 75:25, 70:30, 65:35 และ 60:40 (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ตามลำดับ พร้อมทั้งวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผงถ่านจากชังข้าวโพดร่วมกับแป้งมันสำปะหลังเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมและใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้พลังงานความร้อน

จากผลการวิจัยพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของผงถ่านชังข้าวโพดผสมแป้งมันสำปะหลังที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งมากที่สุดคือ อัตราส่วนที่ 80:20 เนื่องจากสามารถอัดแท่งขึ้นรูปได้ดี มีค่าความร้อนเท่ากับ 5,403 kcal/kg ซึ่งค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์ค่ามาตรฐานการผลิตถ่านอัดแท่งที่ 5,000 kcal/kg ค่าความชื้นร้อยละ 7.68 มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 มีค่าความหนาแน่น 2,970 kg/m³ และมีค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดเท่ากับ 6.73 kN คือมีค่าความหนาแน่นมากกว่า 600 kg/m³ รวมทั้งมีปริมาณเถ้าร้อยละ 10.92 ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งเลขที่ 238/2547 ด้านความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของถ่านอัดแท่งได้ระยะเวลาคืนทุนมูลปัจจุบันของถ่านอัดแท่ง 1 ปี 9 เดือน 14 วัน นั้นหมายความว่าผลประโยชน์ที่ชาวบ้านในชุมชนจะได้รับทุนคืนสำหรับค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกมีระยะเวลาเพียง 1 ปี 9 เดือน 14 วัน เท่านั้นภายหลังจากเวลานี้จะทำให้ชาวบ้านในชุมชนมีรายได้เพิ่มมากขึ้นจากการผลิตถ่านอัดแท่งจากชังข้าวโพดขายและช่วยลด

การเผาทำลายเศษวัสดุซึ่งข้าวโพดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งและเป็นการลดการเกิดมลภาวะทางอากาศหรือหมอกควันในพื้นที่จังหวัดลำปางได้อีกทาง เป็นการส่งเสริมความมั่นคงอย่างเพียงพอให้แก่ชุมชนรวมทั้งสร้างความยั่งยืนให้แก่ชุมชนสืบไป นอกจากนี้จากการลงพื้นที่เผยแพร่ความรู้ความเข้าใจให้แก่เกษตรกรทราบถึงกรรมวิธีการผลิตและสมบัติถ่านอัดแท่ง ชาวบ้านในชุมชนบ้านนาแกได้ให้ความสนใจและพร้อมลงมือปฏิบัติในการทำถ่านอัดแท่งเป็นอาชีพเสริมเป็นอย่างมากถึงร้อยละ 4.35 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดีตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะ

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงวัฒนธรรมและวิถีชีวิต เป็นแกนสำคัญในการกำหนดความเป็นไปของชุมชน ต้นไม้จะมีกิ่ง ก้าน ใบไม้ได้ถ้าไม่มีลำต้น ดังคำกล่าว “ชุมชนมีวัฒนธรรมของตนเอง มีระบบคุณค่าที่ได้จากประวัติศาสตร์ มาเป็นบทสรุปของความคิดและการปฏิบัติของชุมชน และเป็นวิถีชีวิตและทิศทางในการพัฒนาชุมชน แกนกลางของวัฒนธรรมชุมชนคือการได้ให้ความสำคัญแก่ความเป็นคน และความผสมกลมกลืนกันในชุมชน” คนหรือกลุ่มคนมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่ป็นรูปธรรมแบบจับต้องได้ นั่นก็คือทรัพยากรธรรมชาติ ที่ประกอบไปด้วยต้นไม้ แม่น้ำลำธาร สัตว์ป่า พืชพันธุ์ต่างๆ คนต้องหาอยู่หากินกับป่า กับแม่น้ำโดยตรง จะเห็นได้ชัดจากวิถีชนบทที่ผู้คนในชุมชนจะต้องเก็บของป่า หาปลา ใช้น้ำจากแม่น้ำคลอง ปลูกไร่เลื่อนลอย เป็นต้น ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างคนกับสิ่งที่ป็นนามธรรม ซึ่งในภาษาของแนวคิดสายนี้คือ “ผี” ซึ่งผีไม่ได้หมายถึง ผีที่น่าเกลียดน่ากลัวแบบหนังฝรั่ง แต่หมายถึงผีบรรพบุรุษ ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของระบบเครือญาติ ผู้คนในชุมชนนั้นสัมพันธ์กันด้วยความเป็นเครือญาติ เรียกภาษาชาวบ้านว่าผี คนที่มาจากตระกูลเดียวกันจะถือผีเดียวกัน มีระเบียบเกณฑ์เพื่อควบคุมความต้องการที่หลากหลายของมนุษย์ให้ถูกต้อง ลงรอยกับระบบธรรมชาติ

ปัจจุบันรากเหง้าในระดับชุมชนท้องถิ่น ก็กำลังถูกกลืนโดยวัฒนธรรมบริโภคระบบการศึกษาแบบเมือง และนโยบายการพัฒนาต่างๆ เด็กที่ออกจากบ้านมาโรงเรียนในเมือง มักไม่ภาคภูมิใจในความเป็นชนบทและอยากเป็นเมืองมาก อยากอยู่อย่างสบายและคิดว่าการแข่งขันกันในระบบจะช่วยให้มีชีวิตที่ดีขึ้นส่วนเด็กที่เกิดและโตในเมืองก็ไม่เข้าใจชนบท และก็ไม่รู้รากเหง้าของชุมชนเมือง มักรู้สึกตัวเองไม่มีค่าจึงต้องบริโภควัตถุเพื่อช่วยให้ตัวเองดูมีค่า ดังนั้นการริเริ่มโครงการ “หนึ่งคณะหนึ่งโมเดล” เป็นสิ่งที่สมควรทำเป็นอย่างยิ่งถึงแม้ว่าระยะเวลาที่ได้เริ่มทำโครงการนี้อาจจะไม่เพียงพอที่จะทำให้เข้าถึงรากเหง้าหรือก่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของชาวบ้านในชุมชนบ้านนาแกมากนัก แต่อย่างน้อยประโยชน์ที่ได้รับนอกจากผลการวิจัยดังได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้วยังได้สร้างความตระหนักให้เกิดความภาคภูมิใจในทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นแห่งการก่อเกิดรายได้ ไม่เป็นผู้ก่อเกิดปัญหาด้านมลพิษทางอากาศจากการเผาทำลายเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแล้วยังก่อเกิดความรักในถิ่นฐานบ้านเกิดของชาวบ้านในชุมชนบ้านนาแก ตำบลนาแก อำเภोगาว จังหวัดลำปาง ซึ่งจุดนี้ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญของการพัฒนาชุมชนอย่างพอเพียงและสร้างความมั่นคงให้แก่ชุมชนสืบต่อไป หากงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนต่อไปผู้วิจัยมั่นใจว่าชุมชนบ้านนาแก ตำบลนาแก อำเภोगาว จังหวัดลำปางสามารถเป็นต้นแบบของชุมชนใกล้เคียงได้ในด้านความพอเพียงถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดได้

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล	วีระ พันอินทร์ (หัวหน้าโครงการ)
วัน เดือน ปี เกิด	04 เมษายน 2528
ที่อยู่ปัจจุบัน	70/1 หมู่ 6 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
ที่ทำงานปัจจุบัน	119 หมู่ 9 ถนนลำปาง-แม่ทะ ต.ชมพู อ.เมือง จ.ลำปาง 52100 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ประวัติการศึกษา	วท.ม. ฟิสิกส์ประยุกต์-พลังงาน มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553 วท.บ. ฟิสิกส์ประยุกต์-พลังงาน มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551

ผลงานที่ตีพิมพ์

1. Kiattisak Chaiwan, Aphichet Wongsas and **Weera Punin**. (2014). Development of Rice Husk Gasification Cook Stove for households. Conference on Naresuan University National Research 10, 22-23 July 2014, Naresuan University.
2. Sureerat Yakeng, Suwannee Kachonchit and **Weera Punin**. (2014). Pyrolysis temperature induced changes in characteristics and chemical composition of biochar produced from corn cob. Conference on Naresuan University National Research 10, 22-23 July 2014, Naresuan University.
3. Somchai Maneewan **Weera Punin** Chantana Punlek Atthakorn Thongtha and Tanongkiat Kiatsirirot. (2014) "Feasibility of Refuse Derived Fuel 5 Composed of the Mechanical Biological Waste Treatment and Crude Oil Sludge" Applied Mechanics and Materials Vols. 448-453 (2014) pp 699-708.
4. **Weera Punin** Somchai Maneewan and Chantana Punlek. (2013) "The feasibility of converting solid waste into refuse-derived fuel 5 via mechanical biological treatment process." Journal of Material Cycles and Waste Management. 2013, 1438-4957.
5. **Weera Punin** and Rawipha Yongprayun. "An assessment of energy potential for biogas production from food waste and animal manure in Lampang Rajabhat University", The Wisdom for Social Development 2 August, 2013 Uttaradit Rajabhat University.
6. **Weera Punin**, Somchai Maneewan, Sirinuch Chindaruksa and Chantana Punlek. "The study of physical properties of Refuse Derived Fuel 5 Composed of the Mechanical Biological Waste Treatment (MBWT) and Crude Oil Sludge", April, 2012, Journal Northern Region Journal of Science and Technology.

- ชื่อ-ชื่อสกุล พิภพ แซ่ตั้ง (ผู้ร่วมวิจัย)
- ที่ทำงานปัจจุบัน 119 หมู่ 9 ถนนลำปาง-แม่ทะ ต.ชมพู อ.เมือง จ.ลำปาง 52100
- คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
- ประวัติการศึกษา วท.ม. ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
- กศ.บ. การศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ผลงานที่ตีพิมพ์
1. ศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบอุโมงค์ลมโดยใช้หินภูเขาไฟเป็นตัวสะสมความร้อน งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีงบประมาณ 2555.
 2. Janjai, S. and Tung, P. Performance of a solar dryer using hot air from roof-integrated solar collectors for drying herbs and spices, Renew. Energy. 2005, 30: 14.