วารสารวิชาการ อุตสาหกรรมศึกษา

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2553 (18-28)

การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง

รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, อุปวิทย์ สุวคันธกุล, อัมพร กุญชรรัตน์

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

The Production of Charcoal Briquette by Coconut Shell and Cassava Rhizome

Rung-Roj Phutteesakul, Aupawit Suwakantakul, Aumporn Kucharrat

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง โดยทำการทดสอบสมรรถนะทางความร้อนตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) มลภาวะ ต้นทุนต่อหน่วย และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการผลิตถ่านอัดแท่ง

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และนำวัสดุทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมาผสมกัน ใน 5 อัตราส่วน โดยกำหนดรูปทรงมีลักษณะรูกลวง เส้นผ่าศูนย์กลางรูกลวง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร และถ่านอัดแท่งรูปทรงกระบอกมีครีบ 5 ครีบรอบด้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนัก และแรงอัด 33 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามขอบเขตที่กำหนด และทำการทดสอบวัดผลในห้องปฏิบัติการทดสอบเพื่อส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าสมรรถนะทางความร้อนและความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน

ผลการทดสอบวิเคราะห์สมรรถนะจากห้องปฏิบัติการ พบว่า อัตราส่วนผสมระหว่าง ถ่านอัดแท่งกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน เป็นอัตราส่วนที่ให้ค่าความร้อนสูงสุด 6,580.10 1 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ประกอบด้วย สารที่เผาไหม้ได้ 85 % ปริมาณคาร์บอนคงตัว 0.14 % ปริมาณเถ้า 14.03 % และปริมาณความชื้น 1.04 % ผลการทดสอบมลภาวะจากปริมาณก๊าซ 4 ชนิด ประกอบด้วย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีปริมาณเท่ากับ 195 ppm ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เท่ากับ 26 ppm คาร์บอนไดออกไซด์ 9.11 ppm และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีปริมาณมากกว่า 4,000 ppm มีการเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าลดลง สัมพันธ์กับปริมาณคงเหลือของเนื้อวัสดุหลังการเผาไหม้ ซึ่งในด้านสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547)

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง พบว่า อัตราส่วนผสมระหว่าง ถ่านกะลามะพร้าว 3 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 7 ส่วน จะให้ค่าความร้อนเท่ากับ 5,003 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีค่าความชื้นต่ำกว่า ร้อยละ 8 และมีสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานจะมีต้นทุนการผลิตต่ำสุด เท่ากับ 4.80 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อกำลังการผลิตที่ 400 กิโลกรัมต่อวัน จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 0.7 ปี (8 เดือน 12 วัน) ซึ่งผลการศึกษาวิจัยสามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่

รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, อุปวิทย์ สุวคันธกุล, อัมพร กุญชรรัตน์
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2553 (18-28)

เหง้ามันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าได้โดยการใช้อัตราส่วนของถ่านเหง้ามันสำปะหลังเป็นส่วนผสมหลัก และใช้ถ่านกะลามะพร้าวเป็นส่วนผสมลอง สามารถบรรลุผลสอดคล้องกับสมมุติฐานของผู้วิจัย

คำสำคัญ: *ถ่านอัดแท่ง, ถ่านกะลามะพร้าว, ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง*

Abstract

This study aimed to study the production of charcoal briquette by coconut shell and cassava rhizome classified by high heating performance, pollution effect, per unit cost of production and economics cost-benefit analysis .

The researcher analyze and mixed coconut shell and cassava rhizome in five ratio. The charcoal briquette shape have a hole in the middle 1.5 centimeter have diameter of 5 centimeter, 10 centimeter long and have 5 fin in all side. The charcoal briquette had humidity less than 8%, the press 33 kg/sq.cm. The performance tested in the lab lavatory and used the experts to evaluated the charcoal briquette performance.

The results of charcoal briquette performance testing found that, the high heating value of charcoal briquette that combined between coconut charcoal and cassava rhizome charcoal build at 9:1 ratio of compressed mixing. The heating value was 6,580.101 kcal/kg, 85% of burning substances, 0.14% of fixed carbon, 1.04% of moisture and 14.03% of ashes. The results of burning gas emissions test consist of 4 types issued, which are ; 195 ppm of sulfur, 26 ppm. Of nitrogen dioxide, 9.11 ppm of carbon dioxide and more than 4,000 ppm of carbon monoxide. The gas emission were vary from associated with the amount of meat material remaining after burning and met the requirement of standards community Production Standard Per 238/2547.

The results of cost benefit analysis found that the production of charcoal briquette build at 3:7 ratio, heating value was 5,003 kcal/kg and humidity less than 8%. There were benchmark performance based on a minimum production costs of 4.80 Baht/kg of charcoal, when the maximum rate were 400 kg./day and payback period approximately 0.7 year (8 month 12 day). For the sustain of agriculture and development should be encourage the farmers use these materials to create higher-value.

Keyword: *Production ofCharcoal Briquette, Coconut Shell, Cassava Rhizome*

ภูมิหลัง

พลังงานถือเป็นปัจจัยที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในภาคธุรกิจ และภาคอุตสาหกรรม รัฐบาลจึงต้องจัดหาแหล่งพลังงาน ให้ได้ปริมาณที่เพียงพอ ในราคาที่เหมาะสมและมีคุณภาพที่ดีสอดคล้องกับความต้องการ ประเทศไทยนั้นถือว่ามีแหล่งพลังงานในเชิงพาณิชย์ จำนวนน้อยและไม่เพียงพอ ทำให้ต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศสูงถึงประมาณร้อยละ 60 ของความต้องการพลังงานเชิงพาณิชย์ทั้งหมด ดังนั้น เพื่อให้มั่นใจว่าในอนาคตประเทศไทยจะมีพลังงานใช้อย่างพอเพียงรัฐบาลและผู้เกี่ยวข้องจึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการพัฒนาแหล่งพลังงาน ที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และต้องพิจารณา เลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาถูก รวมทั้งต้องมีปริมาณที่เพียงพอและแน่นอน ต่อความต้องการภายในประทศ มีการกระจายแหล่งชนิดเชื้อเพลิงให้หลากหลาย เพื่อกระจายความเสี่ยง และต้องเป็นเชื้อเพลิงที่มีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมน้อยที่สุด (บริษัทไทยซูมิจำกัด. 2551: ออนไลน์) การใช้พลังงานในชีวิตประจำวันของเราเป็นไปเพื่อ

การดำรงชีวิตและเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานหรือเพื่อความบันเทิง แต่การใช้พลังงาน ในปัจจุบันเกิดการสูญเสียพลังงานจากกระบวนการต่าง ๆ มากมายขึ้น เนื่องจากผู้ประกอบการละเลย และมองข้ามความสำคัญของการประหยัดพลังงานในจุดที่ไม่จำเป็น การหันมาพิจารณาการใช้พลังงานอย่างประหยัดโดยเริ่มที่ตัวเรา ช่วยกันลดปริมาณการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นในชีวิตออกไป จะเป็นการช่วยให้การใช้พลังงานได้คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น (โอภาส สุขหวาน. 2545: 47) ในสภาวะวิกฤติการณ์ราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นเป็นรายวัน เช่นนี้การเลือกใช้พลังงานทางเลือกอื่น ๆ ได้แก่ แสงอาทิตย์ น้ำ ลม ซึ่งเป็นพลังงานสะอาดใช้ไม่มีวันหมด รวมทั้ง ชีวมวล ซึ่งจัดว่าประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีแหล่งพลังงานชนิดนี้อยู่ภายในประเทศเป็นจำนวนมาก และมีผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมน้อย พลังงานชีวมวลจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่รัฐต้องหันมา ให้ความสำคัญในการพัฒนาศักยภาพ และสร้างความเชื่อมั่นให้ประชาชนเห็นความสำคัญของการใช้พลังงานหมุนเวียน จากแหล่งพลังงานภายในประเทศ เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากฟอสซิล (บริษัทไทยซูมิจำกัด. 2551: ออนไลน์)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร มีผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมแปรรูปอยู่มากมาย โดยที่ผลผลิตหลักและเศษวัสดุหรือของเหลือจากทั้ง 2 ภาคเศรษฐกิจสามารถนำมาใช้ประโยชน์หรือแปรรูปให้เป็นพลังงานหรือเชื้อเพลิง เพื่อทดแทนการใช้พลังงานจากฟอสซิล ซึ่งส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและอาจหมดไปในอนาคตอันใกล้ ในขณะที่พลังงานชีวมวลนั้นเป็นผลผลิตซึ่งหาได้ง่ายและมีอยู่ทั่วไป (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน: ออนไลน์) พลังงานชีวมวล หมายถึง พลังงานที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้ โดยผ่านกระบวนการแปรรูปชีวมวล และชีวมวล คือสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติ ได้แก่ ต้นไม้ กิ่งไม้ หรือเศษวัสดุจากภาคการเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรม เช่น แกลบ ฟาง ชานอ้อย ขี้เลื่อย เศษไม้เปลือกไม้ มูลสัตว์ รวมทั้งของเหลือหรือขยะจากครัวเรือน เป็นต้น มนุษย์รู้จักวิธีการใช้พลังงานจากชีวมวลมาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์จนถึงปัจจุบันก็ยังมีการนำพลังงานจากชีวมวลมาใช้ประโยชน์ในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนาซึ่งตามชนบทจะยังมีการใช้ไม้ฟืนหรือถ่านในการหุงหาอาหารให้เห็นอยู่ทั่วไป การนำพลังงานจากชีวมวลมาใช้ได้โดยกระบวนการที่ใช้ความร้อน และกระบวนการชีวภาพ การใช้พลังงานชีวมวลโดยกระบวนการที่ใช้ความร้อน จะเห็นได้ทั่วไปในลักษณะของการนำถ่านไม้หรือฟืนมาเผา เพื่อให้เกิดความร้อน สำหรับนำไปใช้ในการหุงต้มอาหาร หรือประโยชน์ในด้านอื่นๆ ปัจจุบัน ทรัพยากรป่าไม้ ถ่าน และฟืน หาได้ยาก และมีราคาแพงขึ้น ดังนั้น เราจึงจำเป็นต้องพัฒนาการใช้พลังงานจากชีวมวลให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและให้มีการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ให้น้อยที่สุด (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2550: ออนไลน์)

พืชชีวมวลที่นำมาใช้เป็นเชื่อเพลิงมีหลายรูปแบบ เช่น แกลบ ได้จากการสีข้าวเปลือกชานอ้อย ได้จากการผลิตน้ำตาลทราย เศษไม้ ได้จากการแปรรูปไม้ยางพาราหรือไม้ยูคาลิปตัส เป็นส่วนใหญ่และบางส่วนได้จากส่วนป่าที่ปลูกไว้ กากปาล์ม ได้จากการสสัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์มสด กากและ กะลามะพร้าว ได้จากการนำมะพร้าวไปผลิตกะทิ และน้ำมันมะพร้าวกากเหง้ามันสำปะหลัง ได้จากการตัดออกจากลำต้นมันสำปะหลังและจากการผลิตแป้งมันซังข้าวโพด ได้จากการสีข้าวโพด เพื่อนำเม็ดออก การหาพลังงานทดแทนที่เหลือใช้จากวัสดุธรรมชาตินั้นจะต้องนำชีวมวลเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการแปรรูป ให้เป็นพลังงาน ดังนี้ การเผาไหม้โดยตรง (Combustion) คือการนำชีวมวลมาเผา เพื่อให้ได้พลังงานในรูปของความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชีวมวล แต่ละชนิดความร้อนนี้ได้จากการเผาสามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิ และความดันสูง

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีคุณสมบัติที่ดีที่นิยมในการนำมาแปรรูปผลิตเป็นถ่านอัดแท่งในช่วงเวลาที่ผ่านมา ได้แก่ กะลามะพร้าวเป็นชีวมวลที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานทดแทนได้ เมื่อนำกะลามะพร้าวมาผ่านกระบวนการอัดแท่งด้วยกรรมวิธีอัดเย็นจะให้ถ่านอัดแทงที่มีคุณสมบัติที่ดีมาก และถือว่าเป็นวัตถุดิบอันดับ 1 ของการผลิตถ่านในกระบวนการอัดเย็น เนื่องจากถ่านอัด

แท่งจากกะลามะพร้าวจะให้ความร้อนที่สูง และขี้เถ้าน้อย ทำให้ถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวเป็นที่นิยมของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศเป็นอย่างมาก (พรสถิต ยงยืน. 2552: 66-67) อย่างไรก็ตามปัจจุบันกะลามะพร้าวดังกล่าวมีผู้นำไปพัฒนาเพื่อแปรรูปให้มีมูลค่าเพิ่มได้หลากหลายรูปลักษณะ เช่น เครื่องประดับ วัสดุเครื่องใช้ไม้สอย หรือของที่ระลึก ทำให้วัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวในท้องถิ่นมีปริมาณลดลง ตลอดจนมีราคาต้นทุนสูงขึ้นจากเดิมมาก

พืชชีวมวลอีกชนิดหนึ่ง ได้แก่ มันสำปะหลัง ซึ่งหลังจากการเก็บเกี่ยวและแปรรูปส่วนที่เป็นประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจออกไปแล้วจะมีเศษที่เหลือเรียกว่าเศษเหง้ามันสำปะหลังโดยปกติแล้วเหง้ามันต้องถูกตัดออกจากหัวมันสำปะหลังทั้งหมด แต่มีเหง้ามันอีกส่วนหนึ่งที่ติดไปกับหัวมันสำปะหลังที่ส่งขายยังโรงงานแป้งมันซึ่งมีสัดส่วนน้อยมาก ในอดีตทางโรงงานจะใช้เครื่องจักรตัดเศษเหง้ามันส่วนดังกล่าวทิ้งแต่ ปัจจุบันเริ่มมีการนำเหง้ามันมาใช้ประโยชน์มากขึ้น (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2549: 43) โดยหลังจากชาวไร่มันสำปะหลังเก็บเกี่ยวหัวมันสด เกษตรกรจะเก็บลำต้นที่มีความสมบูรณ์ไว้เพื่อปลูกในปีถัดไป ดังนั้นจะเหลือเหง้ามันพร้อมเศษลำต้นกระจายอยู่ในไร่ ซึ่งชาวไร่บางพื้นที่จะเผาทิ้ง บางพื้นที่จะใช้รถแทรกเตอร์ย่ำและไถกลบก่อนการปลูกในฤดูถัดไป มีการประเมินว่าเหง้ามันและลำต้นมันสำปะหลังถูกทิ้งปีละ 3.4 ล้านตัน มีค่าความร้อนเทียบเท่ากับน้ำมันเตา 450 ล้านลิตร ซึ่งถือเป็นการทิ้งของให้สูญเปล่า (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2549: 44)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าวและมีความสนใจนำกะลามะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลังมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นพลังงานทดแทน เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานจากถ่านไม้ธรรมชาติ โดยนำเอากะลามะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลังผลิตถ่านอัดแท่งและพัฒนาหาสมรรถนะพลังงานความร้อนของถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลัง เพื่อให้ได้ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนที่ต้นทุนต่ำ สามารถหาวัตถุดิบได้ง่าย และมีอยู่ในปริมาณสูง เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศทางเกษตรกรรม และเพื่อประโยชน์ชาวบ้านในเขตพื้นที่ชนบท ที่อยู่ในพื้นที่การเพาะปลูก กะลามะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลังจะได้นำไปเป็นแบบอย่างส่งเสริมและสนับสนุนการตัดสินใจให้มีการผลิตถ่านอัดแท่งใช้เองภายในครัวเรือนตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง หรือจำหน่ายเพื่อเป็นรายได้เสริมแก่ชุมชนท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการผลิตต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนา การผลิตถ่านอัดแท่งที่เป็นส่วนผสมของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง
2. เพื่อหาสมรรถนะการใช้งานของการผลิตถ่านอัดแท่งที่เป็นส่วนผสมของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง
3. เพื่อหาต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของถ่านอัดแท่งที่เป็นส่วนผสมของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง

ความสำคัญของการวิจัย

ผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังที่มีสมรรถนะตามเกณฑ์มาตรฐานถ่านอัดแท่ง (มผช.238/2547) และมีความเหมาะสม สอดคล้องกับต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ โดยการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นถ่านอัดแท่ง เพื่อเป็นการสนับสนุนการเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่น

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงกำหนดขอบเขตไว้ในการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง โดยทำการบดอัดวัตถุดิบให้เป็นถ่านอัดแท่ง จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการทำให้แห้งโดยการตากแดด มีคุณสมบัติดังนี้

1. รูปทรง มีลักษณะ คือ รูกลวงระบายอากาศตลอดแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูกลวง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร และ ถ่านอัดแท่งรูป

ทรงกระบอกมีครีบ 5 ครีบรอบด้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

2. ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนัก

3. แรงอัด 33 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

สมมติฐานในการวิจัย

ถ่านอัดแท่งจากส่วนผสมของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังมีสมรรถนะตามเกณฑ์ และมีความเหมาะสมคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์สมรรถนะของถ่านอัดแท่ง โดยห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ผลจากการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านสมรรถนะของถ่านอัดแท่ง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ถ่านกะลามะพร้าว ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง และ แป้งมันสำปะหลัง ทดสอบโดยห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต พบว่า ค่าความร้อนของถ่านกะลามะพร้าวมีค่าความร้อน 7,159.60 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) ค่าความร้อนของถ่านเหง้ามันสำปะหลังมีค่าความร้อน 4,307.90 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) และค่าความร้อนของแป้งมันสำปะหลังมีค่าความร้อน 3,724.70 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

2. ผลการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าความร้อนที่ได้จาก ถ่านกะลามะพร้าว ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง และแป้งมันสำปะหลัง

ผลการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าความร้อนที่ได้จาก ถ่านกะลามะพร้าว ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง และแป้งมันสำปะหลัง ตามที่กำหนดไว้ทั้ง 5 อัตราส่วนผสม เพื่อหาสมรรถนะของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังที่มีความร้อนที่ดี 1 ตัวอย่างตามอัตราส่วนผสมที่กำหนดไว้ โดยกำหนดให้ใช้ แป้งมันสำปะหลัง 0.5 กิโลกรัม น้ำ 0.3 ลิตร/กิโลกรัม เป็นตัวประสานคงที่ทุกอัตราส่วนผสม ดังต่อไปนี้

1. อัตราส่วนผสมที่ 1 ถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1ส่วน ค่าความร้อน 6,588.09 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)

2. อัตราส่วนผสมที่ 2 ถ่านกะลามะพร้าว 8 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 2 ส่วน ค่าความร้อน 6,328.84 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)

3. อัตราส่วนผสมที่ 3 ถ่านกะลามะพร้าว 5 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 5 ส่วน ค่าความร้อน 5,551.11 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)

4. อัตราส่วนผสมที่ 4 ถ่านกะลามะพร้าว 2 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 8 ส่วน ค่าความร้อน 4,773.37 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)

5. อัตราส่วนผสมที่ 5 ถ่านกะลามะพร้าว 1 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 9 ส่วน ค่าความร้อน 4,514.13 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)

3. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง ที่มีความร้อนที่ดี ที่กำหนดไว้ทั้ง 5 อัตราส่วนผสม เลือกอัตราส่วนผสมที่ดีเป็นที่ยอมรับโดยผู้เชี่ยวชาญ 1 ตัวอย่าง แล้วทำการวิเคราะห์หาสมรรถนะ เลือกตัวอย่างที่ดี 1 ตัวอย่าง โดยกำหนด ค่าความร้อนตามมาตรฐาน (มผช.) ค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัมพบว่า

อัตราส่วนผสมที่ 1 ถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ค่าความร้อน 6,588.09 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) ค่าความร้อน สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.)

อัตราส่วนผสมที่ 2 ถ่านกะลามะพร้าว 8 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 2 ส่วน ค่าความร้อน 6,328.84 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) ค่าความร้อน สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.)

อัตราส่วนผสมที่ 3 ถ่านกะลามะพร้าว 5 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 5 ส่วน ค่าความร้อน 5,551.11 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) ค่าความร้อน สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.)

อัตราส่วนผสมที่ 4 ถ่านกะลามะพร้าว 2 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 8 ส่วน ค่าความร้อน 4,773.37 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) ค่าความร้อน ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.)

อัตราส่วนผสมที่ 5 ถ่านกะลามะพร้าว 1 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 9 ส่วน ค่าความร้อน 4,514.13 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) ค่าความร้อน ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.)

4. ผลการคัดเลือกถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้เลือกจากแบบประเมิน

ผลการคัดเลือกถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้เลือกจากแบบประเมิน ผลการวิเคราะห์เพื่อหาสมรรถนะอัตราส่วนผสมที่ 1 ผลจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เลือกอัตราส่วนผสมที่ 1 โดยมีอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดใช้แป้งมันสำปะหลังและน้ำเป็นอัตราส่วนผสมที่คงที่ทุกอัตราส่วน นำตัวอย่างที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกไป ทดสอบโดยห้องปฏิบัติการศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ผลจากการทดสอบมี ดังนี้

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางด้านเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM จากห้องปฏิบัติการดังนี้

1. การหาค่าความร้อน 6,580.10 1 กิโลกรัมแคลอรี่/กิโลกรัม

2. การหาปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ 5.83 %

3.การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว 0.14 %

4. การหาปริมาณเถ้า 14.03 %

5. การหาปริมาณความชื้น 1.04 %

5. ผลการวิเคราะห์มลภาวะ โดยห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ผลการวิเคราะห์มลภาวะ โดยห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ออกมาจาก อัตราส่วนผสมที่1 ได้แก่ ถ่านอัดแท่งกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ผลจากการทดสอบมีดังต่อไปนี้

5.1 ทำการจับเวลาแล้วทำการจุดถ่านเริ่มทำการทดสอบโดยจับเวลาหลังจากทำการจุดถ่านอัดแท่งให้ติดไฟแล้วทำการ จับเวลา ประเมิน 60 นาทีแรกแล้วทำการวัดค่ามีปริมาณก๊าซแต่ละตัวดังต่อไปนี้

1. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 72 ppm
2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 9 ppm
3. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 3,019 ppm
4. คาร์บอนไดออกไซด์ 4.68 ppm

5.2 ทำการทดสอบต่อจาก 60 นาที แรกแล้วทำการจับเวลาต่อไปอีก 60 นาที ทำการวัดค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณเท่าได ผลจากการทดสอบมีดังต่อไปนี้

1. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 195 ppm
2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 26 ppm
3. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มากกว่า 4,000 ppm
4. คาร์บอนไดออกไซด์ 9.11 ppm

6. การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (Cost of Production) ต้นทุนในการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังดังต่อไปนี้

อัตราส่วนผสมที่ 1 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 6.95 บาท

อัตราส่วนผสมที่ 2 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 6.59 บาท

อัตราส่วนผสมที่ 3 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 6.23 บาท

อัตราส่วนผสมที่ 4 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 5.87 บาท

อัตราส่วนผสมที่ 5 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 5.52 บาท

อัตราส่วนผสมที่ 6 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 5.16 บาท

อัตราส่วนผสมที่ 7 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 4.80 บาท

อัตราส่วนผสมที่ 8 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 4.44 บาท

อัตราส่วนผสมที่ 9 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 4.08 บาท

ผลจากการทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญเลือกอัตราส่วนผสมที่ 1 ถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำประหลัง 1 ส่วน มีสมรรถนะที่ดีที่สุด ให้ค่าความร้อนสูงสุดที่ 6,588.09 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม สูงกว่ามาตรฐาน (มผช.) จากผลการทดลองประกอบแบบประเมิน ให้ค่าความร้อน ระยะเวลานานที่สุด 3 ชั่วโมง 32 นาที เป็นที่ยอมรับโดยการคัดเลือกจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลจากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจ ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลจากต้นทุนการผลิตประกอบกับสมรรถนะ พบว่า อัตราส่วนผสมระหว่าง ถ่านกะลามะพร้าว 3 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 7 ส่วน ให้ค่าความร้อน 5,003 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และมีสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด เท่ากับ 4.80 บาท ต่อ กิโลกรัม ซึ่งหากมีกำลังการผลิตที่ 400 กิโลกรัม/วัน สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 0.7 ปี จะมีความเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรนำวัสดุเหลือใช้ทางด้านการเกษตรกรนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งยังเพิ่มมูลค่าให้เหง้ามันสำปะหลังมูลค่าสูงขึ้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยเพื่อลดการใช้กะลามะพร้าวที่มีราคาสูงและหาได้ยากในปัจจุบัน เนื่องจากถ่านกะลามะพร้าวเป็นที่นิยมทั้งในประเทศและนอกประเทศ ทำให้กะลามะพร้าวมีราคาที่สูงขึ้นผู้วิจัยทำการศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังให้มี สมรรถนะที่ดีเป็นไปตามมาตรฐาน (มผช.) สามารถส่งเสริมให้เกษตรกรนำวัตถุดิบเหลือใช้กลับมาแปรรูปเป็นพลังงานทดแทนสามารถผลิตใช้เองภายในครัวเรือนและผลิตของสร้างรายได้ให้กับครอบครัวและชุมชน

อภิปรายผล

การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง มีสมรรถนะตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547 ก: 1-3) โดยค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ผลจากการทดสอบสมรรถนะของถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี จากผลการทดลอง และทดสอบสามารถอภิปรายผลได้โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง ได้ทำการทดสอบสมรรถนะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ทดสอบด้านสมรรถนะของถ่านกะลามะพร้าว 100% ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 100% แป้งมันสำปะหลัง 100% วิเคราะห์สมรรถนะ โดยห้องปฏิบัติการศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต พบว่า จากผลการทดสอบค่าความร้อนของถ่านกะลามะพร้าวมีค่าความร้อน 7,159.60 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) ซึ่งสอดคล้องกับภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองผลโดย รศ.ดร.ธราพงษ์ วิทิตศานต์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2552) ค่าความร้อนถ่านกะลามะพร้าวโดยประมาณเท่ากับ 7,276 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม จากผลการทดสอบค่าความร้อนของถ่านเหง้ามันสำปะหลังมีค่าความร้อน 4,307.90 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) ซึ่งไม่สอดคล้องกับ จุฑามาศ บุษราคัมวดี. (2547:บทคัดย่อ) จากผลการวิจัยพบว่าถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 กิโลกรัมจากโรงงานมันเส้น ผงขนาด

10 เซนติเมตร เมื่อส่วนผสมตัวประสานอัตราส่วน 0.9: 0.1 มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด ประสิทธิภาพของการให้ความร้อน โดยมีความร้อน 6,281.08 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ไม่สอดคล้องกับ จุฑามาศ บุษราคัมวดี เนื่องจากแหล่งวัตถุดิบที่แตกต่างกัน ขนาดของผงถ่านระหว่างทำการบดมีขนาดต่างกัน อัตราส่วนผสมของตัวประสานต่างกัน สถานที่ทดสอบและทดลองต่างกับ เป็นผลทำให้ผลการทดสอบไม่สอดคล้องกัน และจากผลการทดสอบค่าความร้อนของแป้งมันสำปะหลังมีค่าความร้อน 3,724.70 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัมแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานเท่านั้น

2. ผลการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าความร้อนที่ได้จาก ถ่านกะลามะพร้าว ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง และแป้งมันสำปะหลัง ตามที่กำหนดไว้ทั้ง 5 อัตราส่วนผสม เพื่อหาสมรรถนะของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังที่มีความร้อนที่ดี 1 ตัวอย่างตามอัตราส่วนผสมที่กำหนดไว้ โดยกำหนดให้ใช้ แป้งมันสำปะหลัง 0.5 กิโลกรัม น้ำ 0.3 ลิตร/กิโลกรัม เป็นตัวประสานคงที่ทุกอัตราส่วนผสม โดยมีอัตราส่วนผสม ดังต่อไปนี้

อัตราส่วนผสมที่ 1 ถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1ส่วน ค่าความร้อน 6,588.09 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) อัตราส่วนผสมที่ 2 ถ่านกะลามะพร้าว 8 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 2 ส่วน ค่าความร้อน 6,328.84 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) อัตราส่วนผสมที่ 3 ถ่านกะลามะพร้าว 5 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 5 ส่วน ค่าความร้อน 5,551.11 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) อัตราส่วนผสมที่ 4 ถ่านกะลามะพร้าว 2 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 8 ส่วน ค่าความร้อน 4,773.37 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) อัตราส่วนผสมที่ 5 ถ่านกะลามะพร้าว 1 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 9 ส่วน ค่าความร้อน 4,514.13 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)

3. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง ที่มีความร้อนที่ดี ที่กำหนดไว้ทั้ง 5 อัตราส่วนผสม เลือกอัตราส่วนผสมที่ดีเป็นที่ยอมรับโดยผู้เชี่ยวชาญ 1 ตัวอย่าง แล้วทำการวิเคราะห์หาสมรรถนะ เลือกตัวอย่างที่ดี 1 ตัวอย่าง โดยกำหนด ค่าความร้อนตามมาตรฐาน (มผช.)ค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง ตามอัตราส่วนผสมทั้ง 5 อัตราส่วนผสม โดยใช้แป้งมันสำปะหลังและน้ำในอัตราส่วนคงที่ ผลจากการทดสอบและคำนวณเปรียบเทียบสมรรถนะของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังดังต่อไปนี้พบว่า

อัตราส่วนผสมที่ 1 ถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ค่าความร้อน 6,588.09 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) อัตราส่วนผสมที่ 2 ถ่านกะลามะพร้าว 8 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 2 ส่วน ค่าความร้อน 6,328.84 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) อัตราส่วนผสมที่ 3 ถ่านกะลามะพร้าว 5 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 5 ส่วน ค่าความร้อน 5,551.11 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) อัตราส่วนผสมที่ 4 ถ่านกะลามะพร้าว 2 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 8 ส่วน ค่าความร้อน 4,773.37 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) อัตราส่วนผสมที่ 5 ถ่านกะลามะพร้าว 1 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 9 ส่วน ค่าความร้อน 4,514.13 (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) พบว่าผลจากการทดสอบและคำนวณเปรียบเทียบสมรรถนะของถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง อัตราส่วนผสมที่ 1 ถึง อัตราส่วนที่ 3 มีค่าความร้อนสูงกว่ามาตรฐาน (มผช.) อัตราส่วนผสมที่ 4 และ 5 มีค่าความร้อนต่ำกว่ามาตรฐาน (มผช.) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547 ก: 1-3) กำหนดค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม

4. ผลการคัดเลือกถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้เลือกจากแบบประเมิน ผลจากการคัดเลือกดังนี้

เลือกจากแบบประเมินของผู้เชียวชาญทั้ง 5 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้เลือก 1 ตัวอย่างจากแบบประเมินทางด้านคุณลักษณะ มีรูปทรงเดียวกันขนาดเท่ากันทั้งหมด

ด้านสมรรถนะที่ดีเป็นไปตามมาตรฐาน (มผช) ให้ค่าความร้อนสูงสุดจากผลการทดสอบขั้นต้นแล้วทำการคำนวณ ผลจากการทดลองด้านสมรรถนะให้ความร้อนระยะเวลายาวนานที่สุดอยู่ที่ 3 ชั่วโมง 32 นาที และด้านสังคมของชุมชนจากการประเมิน โดยผู้เชียวชาญประเมินมีความเหมาะสมได้นำวัตถุเหลือใช้จากการเกษตรกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกทั้งยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษวัตถุดังกล่าว ลดการใช้ถ่านไม้ที่หาได้ยากและลดการตัดไม้ทำร้ายป่าไม้ โดยมีอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดใช้แป้งมันสำปะหลังและน้ำเป็นอัตราส่วนผสมที่คงที่ทุกอัตราส่วน นำตัวอย่างที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกไป ทดสอบโดยห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ผลจากการทดสอบมี ดังนี้

ผลจากการทดลองจากห้องปฏิบัติการ จาก ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต หาทางด้านสมรรถนะ ได้ค่าความร้อน อยู่ที่ 6,580.101 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2547 ก: 1-3) (มผช 238/2547) ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ 85.83 % คาร์บอนคงตัว 0.14 % ปริมาณเถ้า 14.03 % ปริมาณความชื้น 1.04 % จากผลการทดสอบ พบว่าค่าความร้อนอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วนต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน สูงกว่ามาตรฐาน (มผช.) ได้ค่าความร้อน อยู่ที่ 6,580.10 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้มีสมรรถนะตามเกณฑ์

5. ผลการวิเคราะห์มลภาวะ โดยห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ออกมาจาก อัตราส่วนผสมที่1 ได้แก่ ถ่านอัดแท่งกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ผลจากการทดสอบมีดังต่อไปนี้

ทำการวัดค่าในเครื่องทดสอบก๊าซโดยการจุดถ่านอัดแท่งให้ติดให้ไฟโดยกำหนดเวลาให้มีการเผาไหม้ที่ 60 นาที จึงวัดปริมาณก๊าซ 4 ชนิด

ผลจากการทดสอบ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 72 ppm ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซ 9 ppm ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 3,019 ppm และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 4.68 ppm ปล่อยให้ถ่านอัดแท่งเผาไหม้ต่อไปอีก 60 นาที แล้วทำการวัดค่า ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 195 ppm ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 26 ppm ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากกว่า 4,000 ppm และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 9.11 ppm

สรุปผลจากการทดสอบมลภาวะจากห้องปฏิบัติการ พบว่า ถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง เมือเริ่มติดไฟจะปล่อยก๊าซ 4 ชนิด ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจะมีปริมาณสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาของการเผาไหม้ ยังปริมาณของก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้จะมีค่าสูงสุดอยู่ที ประมาณ 120 นาที ของระยะเวลาการเผาไหม้และเริ่มลดลงเมื่อเนื้อถ่านอัดแท่งมีปริมาณลดลงและดับสนิทภายใน 180 นาที

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยทางเศรษฐศาสตร์ของถ่านอัดแท่ง

ต้นทุนเริ่มต้นในครั้งแรก ซึ่งราคาต้นทุนคงที่ ได้แก่เครื่องบดและเครื่องอัดแท่งถ่าน ค่าวัตถุดิบ ภาชนะผสม ค่าน้ำค่าไฟ ค่าแป้งมันสำปะหลัง ค่าถังเผา และค่าแรง เป็นต้นทุนผันแปรจะขึ้นอยู่กับกำลังการผลิต เงินลงทุนปีที่ 1 เท่ากับ 619,131 บาท ต้นทุนในการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังแต่ละอัตราส่วนผสมมีดังต่อไปนี้

อัตราส่วนผสมที่ 1 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 6.95 บาท อัตราส่วนผสมที่ 2 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 8 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 2 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 6.59 บาท อัตราส่วนผสมที่ 3 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 7 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 3 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 6.23 บาท อัตราส่วนผสมที่ 4 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 6 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 4 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 5.87 บาท อัตราส่วนผสมที่ 5 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 5 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 5 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 5.52

บาท อัตราส่วนผสมที่ 6 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 4 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 6 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 5.16 บาท อัตราส่วนผสมที่ 7 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 3 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 7 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 4.80 บาท อัตราส่วนผสมที่ 8 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 2 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 8 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 4.44 บาท อัตราส่วนผสมที่ 9 ระหว่างถ่านกะลามะพร้าว 1 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 9 ส่วน ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยเท่ากับ 4.08 บาท

ผลจากการคำนวณทางด้านต้นทุนการผลิตต่อหน่วยทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตถ่านอัดแท่งจากอัตราส่วนผสมตามที่กำหนด เลือกอัตราส่วนผสมที่ พบว่า อัตราส่วนผสมที่ 1 ถึง 7 มีสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์ (มผช. 238/2547) อัตราส่วนผสมที่ 8 และ 9 มีสมรรถนะเป็นไปต่ำกว่าเกณฑ์ (มผช. 238/2547) ผลจากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยที่เหมาะโดยใช้อัตราส่วนผสมของถ่านเหง้ามันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต เนื่องจากเหง้ามันเป็นวัสดุที่มีมูลค่าน้อย ให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ทดแทนการใช้กะลามะพร้าวที่มีมูลค่าสูงในปัจจุบันเนื่องจากเมื่อนำกะลามะพร้าวไปแปรรูปจะให้ค่าความร้อนที่สูงมากซึ่งทำให้ถ่านกะลามะพร้าวเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและนอกประเทศเป็นอย่างมากซึ่งมีผลทำให้กะลามะพร้าวมีราคาสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่มีความเหมาะสมทางด้านค่าความร้อน ราคาต่ำ และมีปริมาณมากมีการปลูกตลอดทั้งปีสามารถหาได้ง่าย ได้แก่ เหง้ามันสำปะหลังเมื่อผ่านกระบวนการผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง พบว่ามีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ให้ความร้อนได้ดี ยังมีปริมาณเหลือใช้จำนวนมากเพราะยังมีผู้นำมาใช้ประโยชน์ด้านอื่นน้อยซึ่งสอดคล้องกับ จุฑามาศ บุษราคัมวดี. (2547: บทคัดย่อ) จากผลการวิจัยพบว่าถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 1 กิโลกรัมจากโรงงานมันเส้น ผงขนาด 10 เซนติเมตร เมื่อส่วนผสมตัวประสานอัตราส่วน 0.9: 0.1 มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด ประสิทธิภาพของการให้ความร้อน โดยมีความร้อน 6,281.08 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

ผู้วิจัยที่กำหนดอัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้นมาเพื่อหาอัตราส่วนผสมที่มีความเหมาะตามเกณฑ์ รวมถึงมีความเหมาะทางด้านต้นทุนการผลิตต่อหน่วยแบ่งออก ได้นั้นนี้ 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5,5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์พบว่า อัตราส่วนผสมที่ 7 โดยพิจารณ์จากค่าความร้อนที่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) และผลการวิเคราะห์ทุนการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง พบว่า อัตราส่วนผสมระหว่าง ถ่านกะลามะพร้าว 3 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 7 ส่วน ให้ค่าความร้อน 5,003 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม มีค่าความชื้นต่ำกว่า ร้อยละ 8 และมีสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผสมดังกล่าวมีต้นทุนการผลิตต่ำสุด เท่ากับ 4.80 บาท ต่อ กิโลกรัม ซึ่งหากมีค่ากำลังการผลิตที่ 400 กิโลกรัมต่อวัน ระยะเวลาการทำงานแต่ละปี เท่ากับ 260 วันสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 0.7 ปี มีความเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรนำเหง้ามันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์ในสัดส่วนที่สูงขึ้น โดยนำถ่านเหง้ามันสำปะหลังเป็นอัตราส่วนหลักผสมกับถ่านกะลามะพร้าว เพื่อให้ถ่านกะลามะพร้าวผสมกับถ่านเหง้ามันสำปะหลังตามอัตราส่วนผสมที่ 7 มีสมรรถนะตามมาตรฐาน (มผช.) และสามารถสร้างมูลค่าให้สูงยิ่งขึ้น สรุปได้ว่าในกรณี ผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าว 3 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 7 ส่วน ซึ่งเมื่อพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์หากใช้ต้นทุนในปีที่ 1 เท่ากับ 619,131 บาท โดยกำหนดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี โดยคิดอัตราดอกเบี้ยคงที่ทั้งโครงการ ราคาขายอยู่ที่กิโลกรัมละ 10 บาท ระยะเวลาในการคืนทุนของการผลิตถ่านอัดแท่งอัตราส่วนผสมที่ 7 เท่ากับ 0.7 ปี มีผลรวมมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV) ของค่าตอบแทนเท่ากับ3,530,113.53 บาท/5 ปี สอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ถ่านอัดแท่งยังไม่เป็นที่รู้จักของผู้บริโภค จึงจำเป็นที่จะต้องมีการประชาสัมพันธ์เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมรรถนะและประโยชน์ของการใช้ถ่านอัดแท่งที่ผลิตมาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

2.นอกจากเหง้ามันสำปะหลังที่มีมากในจังหวัดนครราชสีมา ยังมีวัสดุดิบเหลือใช้ทางการเกษตรอยู่หลายชนิดที่สามารถนำมาผลิตถ่านอัดแท่งได้ เช่น กะลามะพร้าว แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณวัตถุดิบที่มีอยู่ในพื้นที่นั้นว่ามีเพียงพอและเหมาะสมต่อการลงทุนหรือไม่

3. ควรออกแบบครีบตัวแม่พิมพ์ให้มีความลึกเพื่อช่วยในการประคลองให้แท่งถ่านออกมามีรูปทรงตามที่ต้องการและสวยงาม

4. พิจารณ์ต้นทุนการผลิตต่อหน่อยกับค่าความร้อนที่ได้ โดยพิจารณาจากความชันของกราฟแสดง ค่าความร้อนและกราฟแสดงราคาต้นทุนต่อหน่อย

5. การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง เพื่อให้มีสมรรถนะที่ได้ตามมาตรฐาน (มผช.) และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวิจัยกระบวนการตากแห้ง โดยการอบด้วยเครื่องอบแห้ง เพื่อง่ายต่อการควบคุมและประหยัดระยะเวลาในการทำให้แห้งยังทำให้ถ่านอัดแท่งแห้งและมีคุณภาพ

2 .ควรศึกษาวิจัยมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมว่าสารแต่ละตัวมีผลกระทบต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงใด เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยขั้นต้นเท่านั้น

3 .ควรศึกษาวิจัยหาวัตถุดิบที่ใช้ในการนำมาเป็นตัวประสานที่ดีกว่าแป้งมันมีต้นทุนที่ต่ำกว่า สามารถหาได้ง่ายและไม่เป็นมลภาวะต่อผู้บริโภค

4. ควรศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการโดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหา อัตราผลตอบแทนทางบัญชี (Accounting rate of return = ARR) และหาอัตราผลตอบแทนจากโครงการลงทุน (Internal rate of return = IRR)

บรรณานุกรม

[1.] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.(2552). *พลังงานชีวมวล.* สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 จาก http://www.dede.go.th

[2.] จุฑามาศ บุษราคัมวดี. (2547). *สมบัติของถ่านอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลังโดยอ้างอิงถึงแหล่ง วัตถุดิบ ขนาดผง และอัตราส่วนตัวประสาน.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. วิศวกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายสำเนา.

[3.] บริษัทไทยซูมิจำกัด. (2551). *การส่งเสริมการใช้พลังงานจากชีวมวลของประเทศไทย.* สืบค้นเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2551, จาก http://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/chevamul.php

[4.] พรสถิต ยงยืน. (2552). *ทำถ่านอัดแท่ง แข่งกับเมืองนอก.* พิมพ์ครั้งที่ 1. พระนครศรีอยุธยา: บริษัท ไทยซูมิ จำกัด.

[5.] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2550*). มะพร้าว. การปลูกมะพร้าว.* สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2552, จาก http://web.ku.ac.th/agri/coconut1/index-1.htm

[6.] มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2549). *ชีวมวล.* กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิฯ.

[7.] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547:ก). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง* สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2552, จาก http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps238_47.pdf.

[8.] โอภาส สุขหวาน. (2545, มกราคม-เมษายน). *การประหยัดพลังงานเริ่มที่ตัวเรา: อุปกรณ์สำนักงาน.* วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์. 3(1): 47-48