

การศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตร

A study and development of bio-charcoal block

จุฬารัตน์ ชawkumpang¹ และสมโภชน์ สุดาจันทร²
 Jularat chawkumpang¹ and Sompoj Sudajan²

Abstract

The objective of this research was to study and develop bio-charcoal from agricultural wastes. The prototype machine consisted of a mixing tank, a screw conveyor, a hopper, a screw pressing unit, a transmission unit and a main frame. Physical and thermal properties of charcoal and factors affecting the machine performance, which were types of charcoal powder (cassava stump coal, assorted coal and coconut-shell coal) and screw press speeds (115, 130 and 145 rpm), were studied. The results found that the charcoal block length, outer diameter and internal diameter were 15.01 ± 1.62 cm, 4.12 ± 0.05 cm and 1.23 ± 0.12 cm respectively and moisture content were 7.31 % (d.b.). A result test of the machine was done by using a screw pressing speed of 145 rpm, feed rate of 140 kg/h, and a mixing ratio by weight of assorted coal: coconut-shell coal: cassava starch: water content of 1: 1: 0.15: 1. The test results found that the machine had a capacity of 131.5 kg/h, power requirement of 2147-2107 W, specific energy consumption of 16.16 W-h/kg. The physical and thermal properties of charcoal blocks were considered to be appropriate.

Keywords: charcoal, charcoal block, alternative energy

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตร เครื่องผลิตถ่านอัดแท่งต้นแบบที่ใช้ในการทดสอบมีส่วนประกอบได้แก่ ถังผสม เกลียวลำเลียง ถังป้อน ชุดเกลียวอัด ชุดส่งกำลัง และโครงหลัก ได้ดำเนินการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางความร้อนของถ่าน และปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องซึ่งได้แก่ชนิดผงถ่าน (ผงถ่านเห้งจำมันลำปะหลัง ผงถ่านไม้รวม และผงถ่านกะลามะพร้าว) และความเร็วเกลียวอัด (115 130 และ 145 rpm) ผลการศึกษาพบว่า ถ่านอัดแท่งมีความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางนอก และเส้นผ่านศูนย์กลางในอยู่ที่ 15.01 ± 1.62 cm, 4.12 ± 0.05 cm และ 1.23 ± 0.12 cm ตามลำดับ และความชื้นเฉลี่ย 7.13 % (d.b.) โดยเดินเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งที่อัตราการป้อน 140 kg/h ความเร็วเกลียวอัด 145 rpm ใช้ส่วนผสมไม้รวม ผงถ่านกะลามะพร้าว แป้งมันสำปะหลัง และน้ำในสัดส่วน 1: 1: 0.15: 1 โดยน้ำหนัก ได้ความสามารถในการทำงานของเครื่องเฉลี่ย 131.5 kg/h พลังงานที่ใช้ 2107-2147 W พลังงานจำเพาะที่ใช้เฉลี่ย 16.16 W-h/kg ถ่านอัดแท่งมีคุณสมบัติทางกายและทางความร้อนที่เหมาะสม

คำสำคัญ: ถ่าน, ถ่านอัดแท่ง, พลังงานทางเลือก

บทนำ

ประเทศไทยมีการใช้พลังงานจากชีวมวลเท่ากับ 11,605 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เป็นการใช้อ่าน 2,932 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) และมีการนำเข้าถ่านอัดแท่ง ถ่านอัดแท่งถูกนำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร การผลิตถ่านอัดแท่งมีหลายขั้นตอน ขั้นตอนนำวัตถุดิบมาเผาให้เป็นถ่าน วัตถุดิบที่นำมาเผ่าต้องมีความชื้นไม่เกิน 20% นำถ่านที่ได้ไปลดขนาด ผสมผงถ่านกับตัวประสานและน้ำ อัดให้ถ่านเป็นแท่ง ตากและบรรจุจำหน่าย (Bhattacharya, 1990) ในขั้นตอนการอัดถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะเป็นกระบวนการเพิ่มความหนาแน่นทำให้ถ่านจับตัวเป็นก้อน ความดันในกระบอกลูกสูบทำให้ความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งเพิ่มขึ้นและทำให้เวลาในการติดไฟของถ่านอัดแท่งนานขึ้นด้วย (Chai and Siddiqui, 2000) โดยทั่วไปมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของถ่านอัดแท่งที่ดีควรมีค่าวัดผลอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด เช่น ค่าความชื้นไม่เกิน 8% (d.b.) ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 cal/g (สำนักงานมาตรฐาน

¹ นักศึกษาริษยาโท ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

² Assistant Professor, Agricultural engineering Dept. Faculty of Engineering, Khon Kaen University 40002

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) จากการศึกษา สอบถาม และสังเกตการณ์ การทำงานของเครื่องอัดถ่านอัดแท่งของผู้ประกอบการ "คุณเปรมถ่านอัดแท่ง" จ.กาฬสินธุ์ พบว่ายังมีปัญหาในกระบวนการผลิตโดยเฉพาะในการทำงานของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง และมีปัญหาในการจัดหาวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิตที่ยังขาดวัสดุในท้องถิ่น ซึ่งเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งที่ผู้ประกอบการใช้เป็นเครื่องที่ใช้มานานมีส่วนประกอบหลักคือ ถังป้อน ชุดเกลียวอัด และกระบอบกอัด การป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องยังต้องใช้คนเทและต้องกระทุ้งให้วัตถุดิบเข้าสู่เกลียวอัด

การศึกษานี้จะใช้เครื่องอัดถ่านอัดแท่งต้นแบบของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเครื่องดังกล่าวมีถึงผสม เกลียวลำเลียงวัตถุดิบเข้าสู่ถังป้อน ชุดเกลียวอัดและกระบอบกอัดซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาใช้กับวัตถุดิบหลายชนิดและผลิตให้ได้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของในส่วนของวัตถุดิบที่นำมาศึกษาในการทำถ่านอัดแท่ง ได้แก่ กะลามะพร้าว ไม้รวม และเห้งจ้มน้ำป่าหลัง ซึ่งให้ค่าความร้อนอยู่ในเกณฑ์ที่ได้มาตรฐาน (กิตติพงษ์ และ สมโภชน์, 2554) โดยวัตถุดิบดังกล่าวจะนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตถ่านอัดแท่ง และหาจุดเหมาะสมในการทำงานของเครื่องซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนาในการใช้งานเครื่องอัดถ่านอัดแท่ง และยังเป็นการพัฒนาความสามารถในการทำงานของเครื่องอัดถ่านอัดแท่งและชนิดของถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพของถ่านจากวัตถุดิบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งโดยใช้วัสดุเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่น ได้แก่ เห้งจ้มน้ำป่าหลัง กะลามะพร้าว และถ่านไม้รวม ดำเนินการโดยรวบรวมเห้งจ้มน้ำป่าหลัง กะลามะพร้าว มาเผาในถัง 200 ลิตร ซึ่งเป็นเตาที่หาได้ง่าย และราคาถูก (สุพจน์, 2546) ส่วนไม้รวมได้รวบรวมเศษผงถ่านจากการเผาของกลุ่มเกษตรกร จากนั้นทำการบดเพื่อลดขนาดถ่านทั้ง 3 ชนิด ด้วยเครื่องบดแบบแฮมเมอร์ มิลล์ (Hammer mill) ความละเอียดกำหนดได้ตามขนาดของรูตะแกรง 3 mm (กิตติพงษ์ และคณะ, 2551) หากคุณสมบัติทางกายภาพและทางความร้อนของวัตถุดิบเบื้องต้น ในการศึกษาจะใช้เครื่องอัดถ่านอัดแท่งต้นแบบของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเครื่องดังกล่าวมีถึงผสม เกลียวลำเลียงวัตถุดิบเข้าสู่ถังป้อน ชุดเกลียวอัดและกระบอบกอัดในเครื่องเดียว ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาใช้กับวัตถุดิบหลายชนิดและผลิตให้ได้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานดังรูป (Figure 1.)

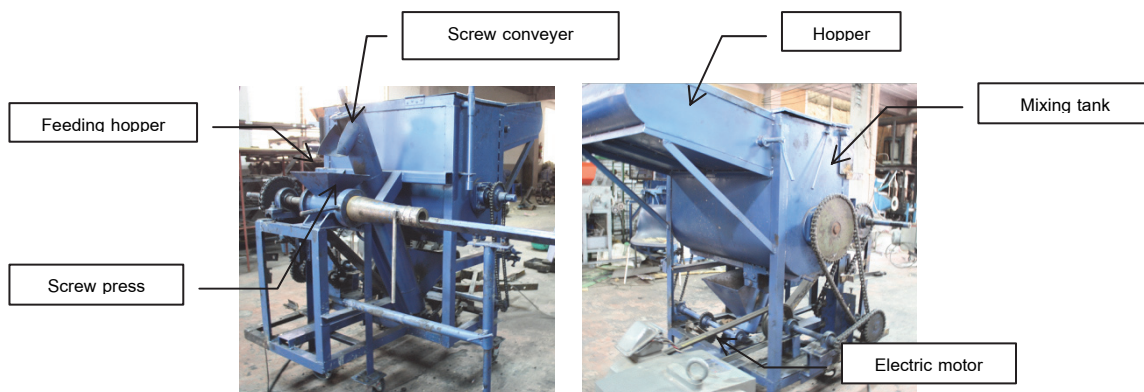


Figure 1. Charcoal Block Pressing Machine.

การกำหนดปัจจัยในการศึกษาค้างนี้คือ ความเร็วรอบของเกลียวอัดถ่านอัดแท่งและอัตราส่วนผสมปริมาณผงถ่านชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะของชุดเกลียวอัดถ่านอัดแท่งและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง นำผงถ่านที่ได้เตรียมไว้ข้างต้นผสมกับแป้งมันสำปะหลัง 15 % และน้ำ 100 % โดยน้ำหนัก เป็นสัดส่วนที่เหมาะสม (กิตติพงษ์ และสมโภชน์, 2554) ศึกษาความเร็วของเกลียวอัดที่ใช้ในการทดสอบคือ 115 130 และ 145 rpm และอัตราส่วนผสมผงถ่านชนิดต่างๆ โดยน้ำหนัก ดังแผนการทดลอง (Figure 2.) ในแต่ละการทดสอบสุ่มจับเวลาจำนวน 3 ครั้ง และชั่งน้ำหนักตัวอย่างเพื่อนำไปหาอัตราการทำงาน วัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้โดยทำการจดบันทึกค่าระหว่างทำการอัดแต่ละครั้ง คำนวณหาพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอัด เก็บความชื้นของถ่านอัดแท่งที่ได้ แล้วนำตัวอย่างถ่านอัดแท่งตากลดความชื้นและเก็บค่าความชื้นทุก 24 h กระทั่งจนค่าความชื้นมีค่าลดลงเหลือไม่เกิน 8 % (d.b.) จากนั้นจึงนำไปทดสอบหาค่าหนาแน่น ความแข็งแรง และค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

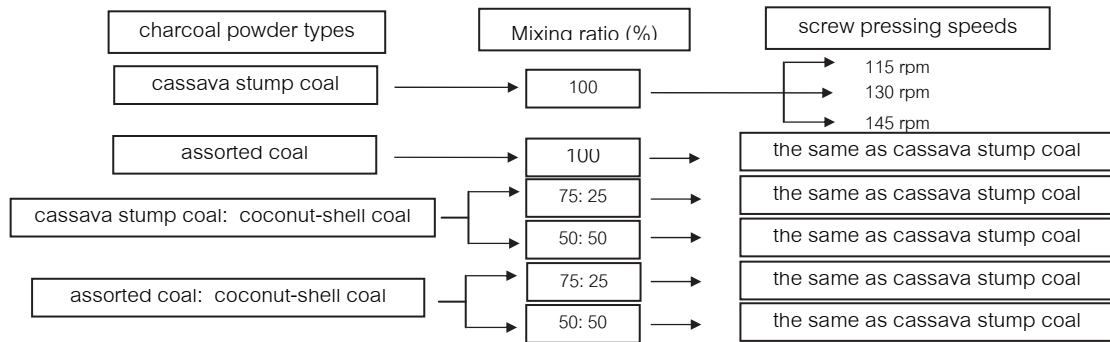


Figure 2. Testing diagram

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาการอัดถ่านอัดแท่งโดยใช้เครื่องอัดหลักการแบบเกลียวอัด การทดสอบใช้ผงถ่านห้ำมันสำหรับผลิต ผงถ่านไม้รวม และผงถ่านกะลามะพร้าว ในแต่ละสัดส่วนผงถ่านผสมกับแป้งมันสำหรับผลิตและน้ำ ในอัตราส่วน 3: 0.45: 3 kg ผงถ่านที่ผสมมีความชื้น 52.75 % (w.b.) ที่อัตราการบด 140 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบเกลียวอัด 3 ระดับ คือ 115 130 และ 145 รอบต่อนาที นำถ่านอัดแท่งที่ได้ไปตากลดความชื้น ลักษณะของถ่านอัดแท่งที่ได้มีความยาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใน 13.91 ± 1.62 , 4.12 ± 0.05 และ 1.23 ± 0.12 cm ตามลำดับ

จากผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการทำงาน พบว่าที่อัตราส่วนผสมผงถ่านไม้รวมกับผงถ่านกะลามะพร้าว (50: 50)% ความเร็วรอบเกลียวอัด 145 rpm มีค่าความสามารถในการทำงานสูงสุดเฉลี่ย 131.5 kg/h จากภาพ (Figure 3.) แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเร็วเกลียวอัดเพิ่มขึ้นจาก 115-145 rpm ทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นในทุกอัตราส่วนผสม มีค่าความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วน พลังงานจำเพาะที่ใช้ พบว่าเมื่อความเร็วเกลียวอัดเพิ่มขึ้นจาก 115-145 rpm ทำให้พลังงานจำเพาะที่ใช้ลดลงในทุกอัตราส่วนผสม มีค่าพลังงานจำเพาะที่ใช้ลดลงอย่างเป็นสัดส่วน โดยที่อัตราส่วนผสมผงถ่านไม้รวมกับผงถ่านกะลามะพร้าว (50: 50)% ความเร็วรอบเกลียวอัด 145 rpm มีพลังงานจำเพาะที่ใช้ต่ำสุดเฉลี่ย 16.16 W-h/kg ดังแสดงในภาพ (Figure 4.) ความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง จากภาพ (Figure 5.) แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วเกลียวอัดเพิ่มจาก 115-145 rpm ค่าความหนาแน่นลดลงอย่างเป็นสัดส่วน และในทิศทางเดียวกันทุกสัดส่วน โดยอัตราส่วนผสมผงถ่านไม้รวมกับผงถ่านกะลามะพร้าว (50:50) ที่ความเร็วเกลียวอัด 115 rpm มีค่าความหนาแน่นมากที่สุดมีค่า 698.7 kg/m^3 อย่างไรก็ตามค่าความหนาแน่นที่ได้มีค่าสูงกว่าที่สัดส่วนอื่นๆ สาเหตุเนื่องผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าความหนาแน่นมากกว่าผงถ่านชนิดอื่นที่ใช้ทดสอบ ความแข็งแรงของถ่านอัดแท่ง พบว่าเมื่อความเร็วเกลียวอัดเพิ่มจาก 115-145 rpm ความแข็งแรงลดลงอย่างเป็นสัดส่วน และในทิศทางเดียวกันทุกสัดส่วนผสมผงถ่าน โดยอัตราส่วนผสมผงถ่านไม้รวมกับผงถ่านกะลามะพร้าว (50:50)% ที่ความเร็วเกลียวอัด 115 rpm มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดมีค่า 0.235 Mpa (Figure 6.) ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง พบว่าความเร็วเกลียวอัดไม่มีผลทำให้ค่าความร้อนแตกต่างกันทางสถิติ แต่อัตราส่วนผสมที่ผสมผงถ่านกะลามะพร้าวเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความร้อนเพิ่มขึ้นเนื่องจากค่าความร้อนของผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าความร้อนสูง โดยที่อัตราส่วนผสมผงถ่านไม้รวมกับผงถ่านกะลามะพร้าว (50:50) มีค่าความร้อนมากที่สุด 5527.3 cal/g

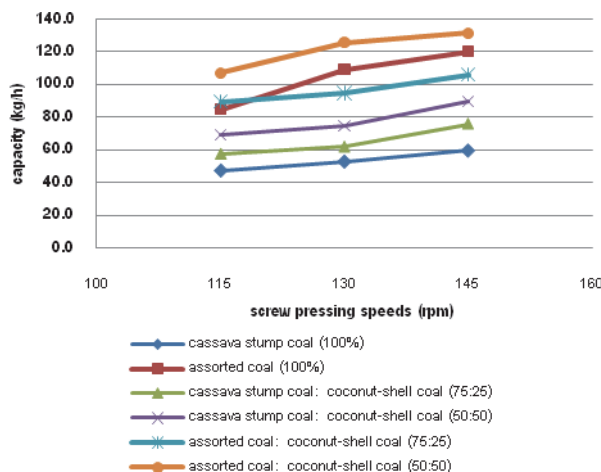


Figure 3. Relationship between screw pressing speeds and its capacity on charcoal block

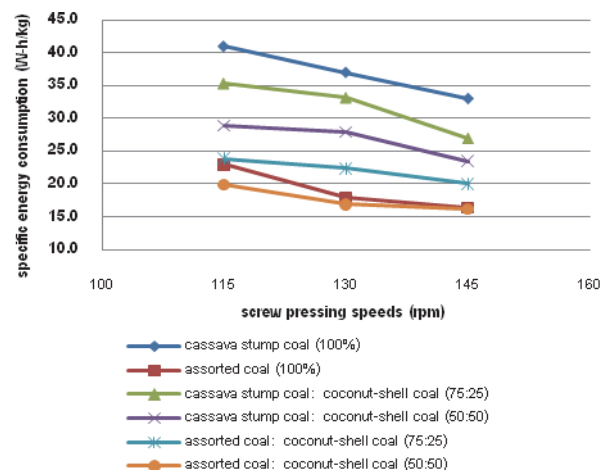


Figure 4. Relationship between screw pressing speeds and its specific energy consumption on charcoal block

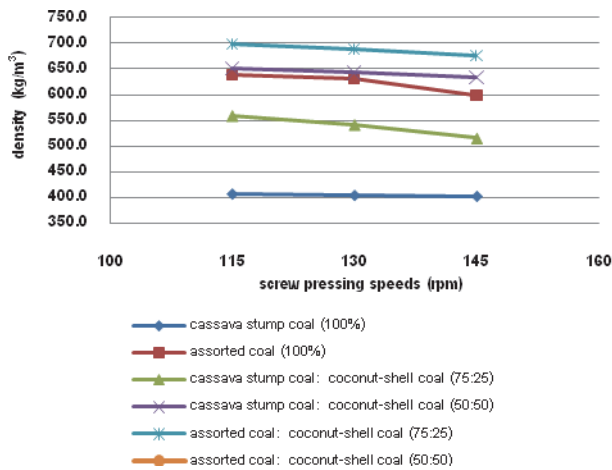


Figure 5. Relationship between screw pressing speeds and its density on charcoal block

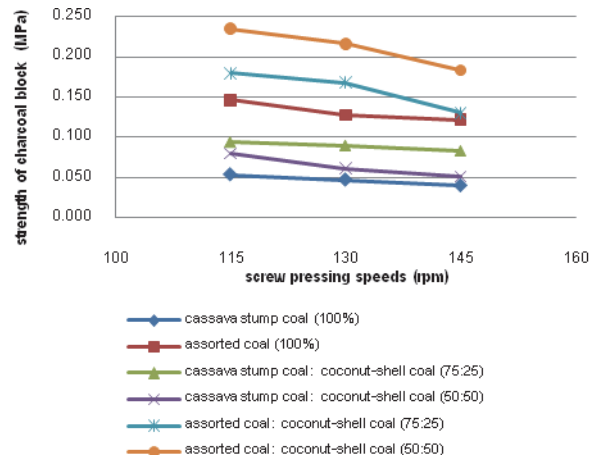


Figure 6. Relationship between screw pressing speeds and its strength on charcoal block

สรุปผล

เมื่อความเร็วเกลียวอัดเพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น แต่ความหนาแน่น ความแข็งแรงของถ่านอัดแท่งลดลง และไม่มีผลทำให้ค่าความร้อนแตกต่างกัน ความเร็วที่เลือกใช้อยู่ในช่วง 130-145 rpm ชนิดและอัตราส่วนผสมถ่านที่ผสมมีผลทำให้ความสามารถในการทำงาน ค่าพลังงานจำเพาะที่ใช้ และคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งแตกต่างกัน ถ่านอัดแท่งที่ได้มีความยาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใน 13.91 ± 1.62 4.12 ± 0.05 และ 1.23 ± 0.12 cm ที่ความเร็วเกลียวอัด 145 rpm อัตราส่วนผสมถ่านไม้กับผงถ่านกะลามะพร้าว (50:50) พบว่าเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งมีค่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 131.5 kg/h พลังงานจำเพาะที่ใช้เฉลี่ย 16.16 W-h/kg ถ่านอัดแท่งที่ได้มีค่าความหนาแน่น 676.0 kg/m^3 ค่าแข็งแรง 0.183 Mpa และค่าความร้อน 5527.3 cal/g

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณภาคีวิชาชีพวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัย ภาคีวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงาน และผู้ประกอบการถ่านอัดแท่งร้านคุณเปรมถ่านอัดแท่ง

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2553. รายงานพลังงานของประเทศไทย 2552. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=447>. (15 มิถุนายน 2554).

กิตติพงษ์ ลาลูน และสมโภชน์ สุดาจันทร์. 2554. การศึกษาอิทธิพลของอัตราการป้อนและความเร็วเกลียวอัดที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งจากเห้งามันสำปะหลัง. การประชุมสัมมนาวิชาการ สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12, 31 มีนาคม - 1 เมษายน 2554 โรงแรมชลจันทร์ พัทยา รีสอร์ทท จ.ชลบุรี.

กิตติพงษ์ ลาลูน สมโภชน์ สุดาจันทร์ และสมนึก ชูศิลป์. 2551. การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตถ่านอัดแท่งเพื่ออุตสาหกรรมในครัวเรือน. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 39 (3 พิเศษ): 461-464.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps238_47.pdf. (14 มิถุนายน 2554).

สุพจน์ เดชผล. 2546. การศึกษาศักยภาพและประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนน้ำเสียโรงงานน้ำตาลผสมกับขาน้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Bhattacharya S.C. and S.R.M. Biocoal. 1990. Technology and Economics. RERIC. Asian Institute of Technology: Bangkok.

Chai O.C and K.M. Siddiqui. 2000. Characteristics of some biomass briquette prepared under modest die pressures. Biomass and Bioenergy 18: 223-228.