Agricultural Sci. J. 39 : 3 (Suppl.) : 461-464 (2008) ว. วิทย. กษ. 39 : 3 (พิเศษ) : 461-464 (2551)

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตถ่านอัดแท่งเพื่ออุตสาหกรรมในครัวเรือน

An Efficiency Improvement on Bio-Coal in Household Industry

กิตติพงษ์ ลาลุน[1] สมโภชน์ สุดาจันทร์[2] และ สมนึก ชูศิลป์[2]
Kittipong Laloon,[1] Sompoj Sudajan[2] and Somnuk Chusil[2]

Abstract

The objective of research was to study an efficiency improvement on bio-coal in household industry from agricultural material. The hammer mill machine and a screw press unit were modified and developed. The mixing ratio of the main coal and supplementary coal (coconut shell coal) with three ratios 30:2, 30:4, and 30:6 kg and water quantities 7.5, 9.0, and 10.5 kg. were studied. The results indicated that the charcoal pellet length, diameter, bulk density and moisture content were 14.20-15.50 cm, 3.47 cm, 0.42-0.52 g/cm^3 and 6.0-8.0% (db), respectively. The pelleted strength of the mixing ratio of main coal to tapioca starch, water and coconut shell coal of 30:2:7.5:6 was 0.48-0.58 MPa. The high heating value of coal pellet was 39.27 MJ/kg. The power requirement for pelleting was 1200-1450 watts and the specific energy requirement was 0.97-1.00 watts-hour per pellet. The capacity of the machine was 1237-1450 pellet per hour.

Keywords: Biocoal, Agricultural material

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมในครัวเรือน การศึกษากระทำโดยการปรับปรุงและพัฒนา เครื่องลดขนาด และชุดเกลียวอัดเพื่อใช้ในการทดสอบ การศึกษาใช้ถ่านอัดแท่งซึ่งมีสัดส่วนของผงถ่านไม้รวมกับผงถ่านกะลามะพร้าว 30:2, 30:4 และ 30:6 กิโลกรัมและปริมาณน้ำ 7.5, 9.0 และ 10.5 กิโลกรัม ผลการศึกษา พบว่า ถ่านอัดแท่งมีความยาวอยู่ในช่วง 14.20-15.50 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3.47 เซนติเมตร ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.42-0.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นอยู่ระหว่าง 6.0-8.0 % (มาตรฐานแห้ง) มีความแข็งแรงอยู่ในช่วง 0.48-0.58 MPa ถ่านอัดแท่งซึ่งมีอัตราส่วนผสมของไม้รวม แป้งมัน น้ำ และกะลามะพร้าว (30:2:7.5:6) และให้ค่าความร้อนสูงที่ 39.27 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม กำลังที่ใช้ในการผลิต 1200-1450 วัตต์ พลังงานจำเพาะ0.97-1.00 วัตต์-ชั่วโมงต่อแท่ง และมีอัตราการทำงาน 1237-1450 แท่งต่อชั่วโมง

คำสำคัญ : ถ่านอัดแท่ง, วัสดุเกษตร

บทนำ

ถ่านอัดแท่ง เป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการอัดเศษพืช เศษวัสดุการเกษตร ให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเพื่อสะดวกในการขนส่ง เศษวัสดุที่นำมาอัดต้องเป็นถ่านที่มีขนาดเล็ก จากนั้นนำไปคลุกเคล้าให้ได้สัดส่วน และความชื้นที่เหมาะสมแล้วจึงอัดด้วยตัวประสาน เช่น กากส่าเหล้า แป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น ในขณะที่ตลาดถ่านอัดแท่งภายในประเทศไทยมีความต้องการเพื่อใช้เป็นเชื้อฟืนในการประกอบอาหารตั้งแต่ระดับครัวเรือนจนกระทั่งภัตตาคารใหญ่ ประกอบกับปัจจุบันมีการเกิดขึ้นของร้านอาหารประเภทย่างและปิ้งในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัดมากมาย ผู้ประกอบการ “ ร้านคุณเปรม ถ่านอัดแท่ง “ เป็นผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพ และได้รับการยอมรับจากลูกค้า ที่ผ่านมาผู้ประกอบการได้ร่วมงานกับ พิมลรัตน์ อินทร์อุดม ภิตินันต์ รัตนไตรสิงห์ และสมโภชน์ สุดาจันทร์ (2549) ได้ศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตรของผงถ่าน 3 ชนิด ซึ่งมีอยู่ในท้องถิ่น ได้แก่ ถ่านไม้มะขาม ถ่านกะลามะพร้าว และถ่านไม้ฉำฉา ได้ข้อมูลสัดส่วนและชนิดของตัวประสานที่เหมาะสม คือ สัดส่วนของผงถ่าน 10 กก. ต่อผงถ่านกะลามะพร้าว 1.0 – 1.5 กก. และแป้งมัน 1.0 -1.5 กก. ทำให้ถ่านอัดแท่งที่ได้มีค่าความร้อนสูงและมีความร้อนเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม ในปัจจุบันการทำงานของเกลียวอัดกับแบบอัดยังต้องใช้ทำการอัดถึงสองครั้ง แต่ละครั้งใช้ชุดเกลียวอัดคนละชุด ทำให้เสียเวลา ส่งผลให้การผลิตไม่ต่อเนื่องและผลิตภัณฑ์ถ่าน

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[1] Graduate student, Agricultural engineering Dept. Faculty of Engineering / Postharvest Technology Innovation Center, Khon Kaen University 40002
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[2] Assistant Professor, Agricultural engineering Dept. Faculty of Engineering / Postharvest Technology Innovation Center, Khon Kaen University 40002

อัดแท่งที่ได้มีความไม่สมบูรณ์และไม่เพียงพอต่อลูกค้า ประกอบกับผู้ประกอบการต้องการเพิ่มกำลังการผลิต การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้ ปรับปรุงเครื่องลดขนาดวัสดุเกษตรเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีความสม่ำเสมอเพื่อใช้เป็นผงถ่าน ปรับปรุงและพัฒนาชุดเกลียวอัดของเครื่องอัดถ่านอัดแท่งเพื่อให้ได้ถ่านที่มีคุณภาพ ทดสอบเปรียบเทียบถ่านอัดแท่งเดิมกับถ่านอัดแท่งที่ปรับปรุงขึ้นมาใหม่

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษากระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งของผู้ประกอบการ "ร้านคุณเปรมถ่านอัดแท่ง" การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าใจกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง ในกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง มีเครื่องมือหลักๆ คือ เครื่องลดขนาด เครื่องผสม และเครื่องอัดถ่านแท่ง ผลจากการศึกษากระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งข้างต้น ทำให้ทราบปัญหาและนำมาเพื่อจะทำการปรับปรุงดังนี้ การปรับปรุงเครื่องลดขนาด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอและละเอียดมากขึ้นเพื่อจะทำให้เกิดการโดยเครื่องอัดถ่านสามารถอัดในครั้งเดียวได้ ดังนั้นจึงได้ติดตั้งลูกตีชุดใหม่และเปลี่ยนตะแกรงติดตั้งเข้ากับเครื่องลดขนาด การปรับปรุงชุดเกลียวอัดของเครื่องอัดถ่านอัดแท่ง มีเงื่อนไขในการออกแบบคือ สามารถอัดถ่านออกมาเป็นแท่งให้ได้เพียง 1 ครั้ง คุณภาพถ่านดีกว่าการดำเนินการของผู้ประกอบการ กระบอกอัดสามารถใช้งานกับเกลียวอัดตัวเดิมที่ผู้ประกอบการใช้ในปัจจุบันได้ เกลียวอัดและกรบอกการออกแบบ (Figure1.)

Figure1. Pressed screw with cylinder for coal pelleting

การทดสอบเป็นการนำถ่านที่ลดขนาดจากเครื่องลดขนาดที่ยังไม่ได้ปรับปรุง ผสมมาอัดกับชุดเกลียวเดิมที่ผู้ประกอบการใช้ผลิตในปัจจุบัน โดยใช้ถ่านไม้รวมกับกะลามะพร้าว ซึ่งเป็นผงถ่านที่ทางผู้ประกอบการใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่ง ในสัดส่วนถ่านไม้รวม 30 กก. กะลามะพร้าว 2 กก. และแป้งเท่ากับ 2 กก. กำหนดปัจจัยในการศึกษาดังนี้คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบที่ 7.5, 9.0 และ 10.5 กิโลกรัม ต่อไปเป็นการนำถ่านที่ลดขนาดจากเครื่องลดขนาดที่ได้ทำการปรับปรุง ผสมมาอัดกับชุดเกลียวเดิม พร้อมติดตั้งกับกระบอกอัดที่ผู้ประกอบการใช้ผลิตในปัจจุบันเพื่อเปรียบเทียบกับถ่านที่ลดขนาดจากเครื่องลดขนาดที่ยังไม่ได้ปรับปรุง โดยใช้ถ่านไม้รวมกับกะลามะพร้าว ในสัดส่วนดังต่อไปนี้ ถ่านไม้รวม กะลามะพร้าว และแป้ง กำหนดปัจจัยในการศึกษาดังนี้คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบ ปริมาณของผงถ่านกะลา ดังแผนการทดลอง (Figure 2.)

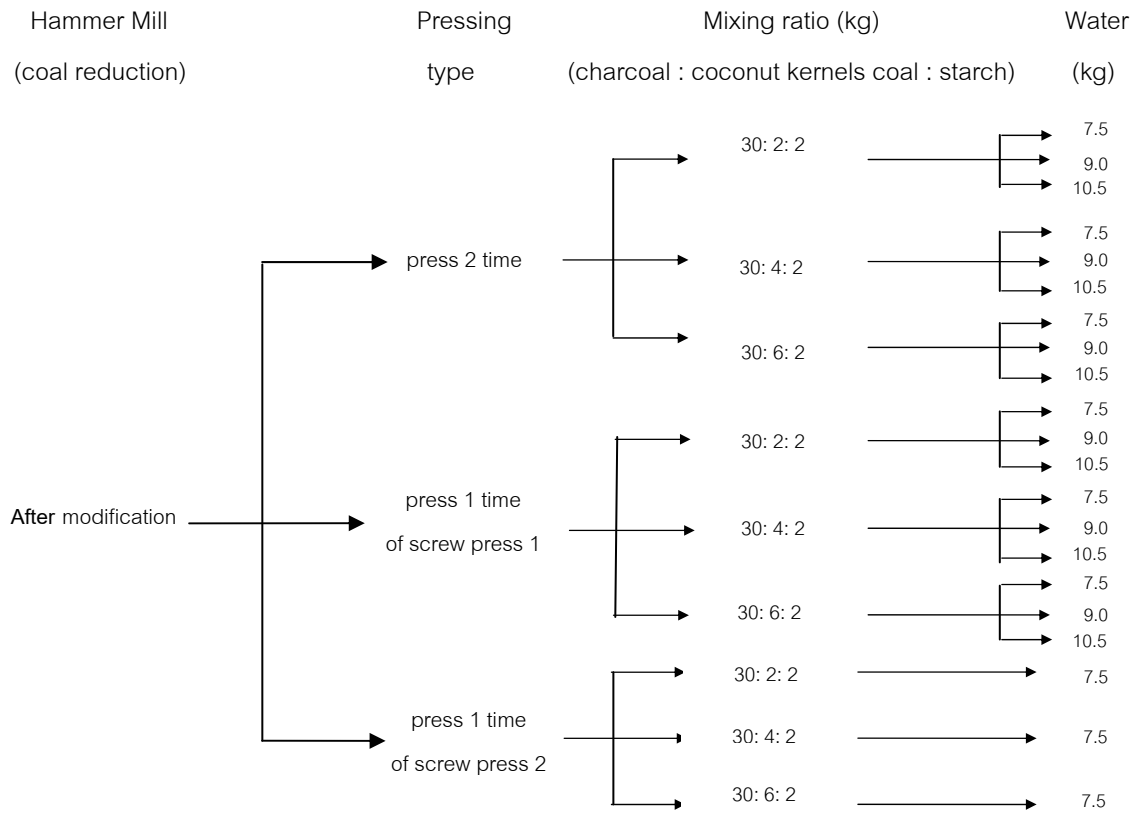


Figure 2. Testing diagram of coal pelleting after machine modification

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งพบว่า ถ่านที่ผลิตได้มีความยาว 14.6 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางนอก 3.56 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางใน 1.08 เซนติเมตร ค่าความชื้นของสัดส่วนถ่านไม้รวม กะลามะพร้าว แป้งมัน และน้ำ (30:2:2:7.5) อยู่ในช่วง 6 - 8 % (มาตรฐานแห้ง) ค่าความค่าความหนาแน่น 0.22-0.24 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่านอัดแท่งไม้รวมมีความแข็งแรงเฉลี่ย 0.38 MPa จากการทดสอบการต้มน้ำ พบว่า ถ่านที่นำมาทดสอบ มีอัตราการเผาไหม้ 1.524 g/min ทำให้น้ำระเหยได้ 400.6 กรัม

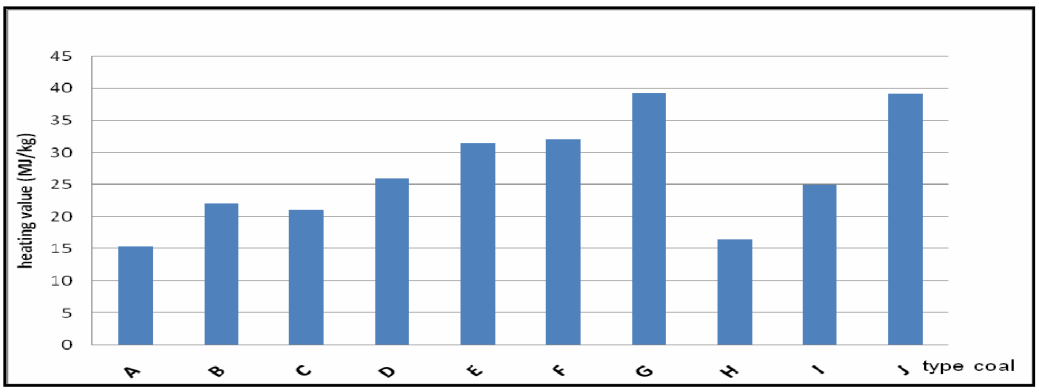
ผลการศึกษาหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง หลังจากพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ทำการทดสอบและใช้เครื่องอัดถ่านรอบเดียว สรุปได้ดังนี้

1. พลังงานในขณะที่เครื่องอัดไม่มีภาระ (No load) จะใช้พลังงาน 730 วัตต์ และเมื่อใส่ภาระ (load) เครื่องอัดถ่านก่อนการปรับปรุงเครื่องลดขนาดมีพลังงานที่ใช้อยู่ในช่วง 2050-2200 วัตต์ มีอัตราการผลิตอยู่ในช่วง 840-1200 แท่งต่อชั่วโมง ส่วนเครื่องอัดถ่านหลังการปรับปรุงเครื่องลดขนาดมีพลังงานอยู่ในช่วง 1200-1450 วัตต์ มีอัตราการผลิตอยู่ในช่วง 1237-1450 แท่งต่อชั่วโมง ดังนั้นการปรับปรุงเครื่องลดขนาดทำให้ลดค่าใช้จ่ายสำหรับค่าเชื้อเพลิงและค่าไฟฟ้า

2. ความชื้นของถ่านอัดแท่งอยู่ในช่วง 6-8 % ความหนาแน่น 0.42-0.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรโดยค่าความหนาแน่นจะส่งผลต่อค่าความร้อนของถ่านที่มากขึ้นและสามารถติดไฟได้นานกว่า ทั้งยังประหยัดในการขนส่ง

3. ถ่านอัดแท่ง มีค่าความแข็งแรงเมื่อใช้ ถ่านไม้รวม กะลามะพร้าว แป้งมัน และน้ำ สัดส่วนที่มีปริมาณน้ำเป็นส่วนผสมเท่ากับ 7.5 ก.ก.เกิดประสิทธิผลมากสุดโดยการอัดรอบเดียวของเกลียวอัดกับกระบอกอัดที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ มีแรงกดสูงสุดอยู่ในช่วง 0.49-0.58 MPa รองลงมาคือ ถ่านที่อัดรอบเดียวของเกลียวอัดเดิมของผู้ประกอบการกับกระบอกอัดที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ค่าแรงกดสูงสุดอยู่ในช่วง 0.48-0.58 MPa

4. ผลการทดสอบค่าความร้อนด้วยการต้มน้ำได้ค่าความร้อนของถ่านในด้านการจุดติดไฟได้เร็ว พบว่า ถ่านไม้รวม กะลามะพร้าว แป้งมัน และน้ำ (30:6:2:7.5) ของเกลียวอัดชุดที่ 1 กับกระบอกอัดใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้น มีอัตราการเผาไหม้ 1.786 g/min และให้ค่าความร้อน 39.27 MJ/kg (Figure3.)



A = before modification 30:2:2:7.5
B = after modification two compression 30:2:2:7.5
C = after modification two compression 30:4:2:7.5
D = after modification two compression 30:6:2:7.5
E = after modification single compression one screw 30:2:2:7.5
F = after modification single compression one screw 30:4:2:7.5
G = after modification single compression one screw 30:6:2:7.5
H = after modification single compression two screw 30:2:2:7.5
I = after modification single compression two screw 30:4:2:7.5
J = after modification single compression two screw 30:6:2:7.5

Figure 3. Heating value of coal pellet

สรุปผล

การปรับปรุงกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในครัวเรือน กระทำโดย (1) ปรับปรุงเครื่องลดขนาดวัตถุดิบโดยการเปลี่ยนตะแกรงให้มีขนาดรูเล็กลดลงจากเดิมเพื่อเพิ่มความละเอียดของวัตถุดิบและติดตั้งลูกตีชุดใหม่แทนชุดเดิมที่สึกหรอ (2) ออกแบบชุดเกลียวอัดใหม่เพื่อให้การอัดถ่านสามารถทำได้ในครั้งเดียวและ (3) ศึกษาสัดส่วนผสมในการอัดถ่านที่เหมาะสมและให้มีประสิทธิภาพสูง ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ถ่านอัดแท่งความยาว 14.00-15.50 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 3.47 เซนติเมตร ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.42-0.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรเมื่อความชื้นเฉลี่ย 8.0 % (%db)

2. ความแข็งแรงของถ่านอัดแท่งสัดส่วนไม้รวม กะลามะพร้าว แป้งมัน และน้ำ (30:6:2:7.5) มีค่าเฉลี่ย0.49-0.58 MPa

3. เมื่อใช้เกลียวอัดชุดที่ 1 กับกระบอกอัดใหม่ ให้ค่าความร้อนสูงสุดคือ 39.27 MJ/kg รองลงมาเป็นเกลียวอัดชุดที่ 2 ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่กับกระบอกอัดใหม่โดยทำการอัดเพียงครั้งเดียว

4. อัตราการทำงานของเครื่องอัดถ่าน 1237-1450 แท่งต่อชั่วโมง ใช้พลังงาน 1200-1450 วัตต์

ดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตถ่านอัดแท่งในอุตสาหกรรมครัวเรือน คือ ถ่านที่ได้มาจากการลดขนาดหลังจากทำการปรับปรุงเครื่อง โดยใช้ชุดเกลียวอัดเดิมของผู้ประกอบการกับกระบอกอัดที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ในสัดส่วนของไม้รวม กะลามะพร้าว แป้งมัน และน้ำ (30:6:2:7.5) ทำให้กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งเกิดประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการให้ทุนสนับสนุน โครงการอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษา (IRPUS) และผู้ประกอบการ “ร้านคุณเปรมถ่านอัดแท่ง” จ.กาฬสินธุ์ ที่เข้าร่วมโครงการและสนับสนุนการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ลาลุน และศุภชัย คติยะจันทร์ (2550). ***การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตถ่านอัดแท่งเพื่ออุตสาหกรรมในครัวเรือน***. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิมลรัตน์ อินทร์อุดม และภิตินันท์ รัตน์ไตรสิงห์. (2549). ***การศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมในครัวเรือน***. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร,(2538).***คู่มือปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร***.คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี,(2538).***คู่มือปฏิบัติการ วิศวกรรมเคมี***.คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ***การวิเคราะห์ค่าความร้อน ค่าคงตัวของถ่าน ค่าของสารระเหย ค่ากำมะถัน ของวัสดุต่าง ๆ***. ค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2551, จากhttp://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/hot.php