การผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลือง

ธีรพจน์ พุทธิกีฏกวีวงศ์[a,*] เจษฎานันท์ เวียงนนท์[b] และ ภัทราวดี ศรีบุญสม[b]

Production of Biocoal from Soybean Stalk

Thirapote Puthikitakawiwong[a,*], Jessadanan Wiangnon[b] and Phattarawadee Sriboonsom[b]

[a]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม 44150

[b]ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม 44150

[a]Department of Physics, Faculty of Science, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150, Thailand.

[b]Department of Environmental Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150, Thailand.

[*]Corresponding author. E-mail address: thirapote2002@yahoo.com (T. Puthikitakawiwong)

Received 7 July 2006; accepted 18 December 2006

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ในแต่ละปีนอกจากผลผลิตทางการเกษตรแล้วยังมีเศษวัสดุทางการเกษตรเกิดขึ้นอีกมากมาย ประมาณกันว่ามีปริมาณเศษวัสดุทางการเกษตรไม่ต่ำกว่า 50 ล้านตันต่อปี ซึ่งเศษวัสดุทางการเกษตรบางชนิดมีการนำไปใช้ประโยชน์ แต่เศษวัสดุทางการเกษตรส่วนใหญ่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้กลายเป็นของเสีย ต้นถั่วเหลืองเป็นหนึ่งในเศษวัสดุทางการเกษตรที่ไม่มีประโยชน์ และมีปริมาณมากถึง 849,000 ตันต่อปี ดังนั้นการผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองเป็นกระบวนการนำของเสียที่ไม่มีประโยชน์มาเปลี่ยนรูปให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีประโยชน์ ต้นถั่วเหลืองเมื่อนำมาผลิตเป็นถ่านจะได้สัดส่วนผลผลิตร้อยละ 20.47 ในการนำถ่านต้นถั่วเหลืองมาบดและอัดเป็นแท่งได้ใช้มันสำปะหลังสดเป็นตัวประสาน โดยมีอัตราส่วนตัวประสานต่อถ่านที่ดีที่สุดที่อัตราส่วนหนึ่งต่อแปดโดยน้ำหนัก ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองมีค่าความร้อน 21.30 MJ/kg ซึ่งมีค่าความร้อนน้อยกว่าถ่านไม้ยูคาลิปตัสประมาณร้อยละ 26 มีปริมาณคาร์บอนเสถียรและสารระเหยน้อยกว่าแต่มีปริมาณเถ้ามากกว่าถ่านไม้ยูคาลิปตัส ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มในครัวเรือนทดแทนการใช้ฟืนและถ่านได้

คำสำคัญ: ต้นถั่วเหลือง มันสำปะหลังสด ถ่านต้นถั่วเหลือง ถ่านอัดแท่ง การอัดแท่งถ่านต้นถั่วเหลือง

Abstract

Thailand is an agricultural country. Each year it produces not only agricultural products but also a lot of agricultural residues. It is estimated that there are more than 50 million tons of agricultural residues per year. Only a few residues are used, so most of them are considered useless wastes. Soybean stalk being one of the useless agricultural residues has been produced around 849,000 tons per year. Thus, production of biocoal from soybean stalk will convert useless materials into useful fuel. The yield of soybean stalk charcoal from the process is 20.47%. After being crushed and briquetted with fresh cassava as binder, the final product is biocoal. The optimum binder to charcoal ratio is one per eight parts by weight. The biocoal from soybean stalk has heating value of 21.30 MJ/kg which is approximately 26 % lower than that of Eucalyptus charcoal. Fixed carbon and volatile matter contents are lower, but ash contents are higher than those of the Eucalyptus charcoal. Biocoal from soybean stalk may be used to replace firewood and charcoal for household cooking.

Keywords: Soybean stalk; Fresh cassava; Soybean stalk charcoal; Biocoal; Briquetting of soybean stalk charcoal

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในชนบท มีอาชีพทำการเกษตร มีผลผลิตทางการเกษตรที่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศและเหลือส่งออกไปขายยังต่างประเทศ ในแต่ละปีนอกจากผลผลิตทางการเกษตรแล้ว ยังมีเศษวัสดุทางการเกษตรเกิดขึ้นอีกเป็นจำนวนมาก ประมาณกันว่าประเทศไทยมีเศษวัสดุทางการเกษตรมากกว่า 50 ล้านตันต่อปี (Bhattacharya & Shrestha, 1990) มีเศษวัสดุทางการเกษตรบางส่วนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ แต่เศษวัสดุทางการเกษตรส่วนใหญ่เป็นเศษวัสดุที่ไม่มีคุณค่า ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมตามมาอีกด้วย ต้นถั่วเหลืองเป็นเศษวัสดุ ทางการเกษตรที่มีปริมาณมากถึง 849,000 ตันต่อปี ถือว่าเป็นเศษวัสดุทางการเกษตรที่ไม่มีประโยชน์ การนำวิธีการเปลี่ยนรูปที่เหมาะสมมาใช้ จะสามารถเปลี่ยนต้นถั่วเหลืองให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีประโยชน์ได้ การผลิตถ่านอัดแท่ง จากต้นถั่วเหลืองเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการเปลี่ยนรูปต้นถั่วเหลืองให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีประโยชน์ได้มีการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่ง

จากเศษวัสดุทางการเกษตรในหลายๆ ประเทศทั่วโลก อาทิเช่น อินเดีย ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ก็ยังมีประเทศต่างๆ ในทวีปอัฟริกาที่มีการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุทางการเกษตร เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน (Dubey & Mandhyan, 1986; Grover & Mishra, 1996) การผลิตถ่านอัดแท่งในประเทศไทย ได้มีการดำเนินงานโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย สถาบันเทคโนโลยี แห่งเอเชีย (Bhattacharya et al., 1985; Bhattacharya & Shrestha, 1990) รวมทั้งมีการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งในโครงการส่วนพระองค์ในพระราชวังสวนจิตรลดา ซึ่งโดยภาพรวมแล้วการศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมากทั้งๆ ที่มีศักยภาพที่จะนำมาทำการผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลือง เพื่อเปลี่ยนต้นถั่วเหลืองที่ไม่มีคุณค่าให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีประโยชน์สำหรับใช้ในครัวเรือน

วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการผลิตถ่านจากต้นถั่วเหลือง จะใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร เป็นเตาผลิตถ่านเนื่องจากหาได้ง่ายและราคาถูก โดยนำถังน้ำมัน 200 ลิตรมาเจาะรูด้านข้างและด้านบนสำหรับให้ควันออก ขณะทำการผลิตถ่านดังแสดงในรูปที่ 1 สำหรับถ่านที่ผลิตได้จากต้นถั่วเหลือง จะต้องทำการบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบดถ่าน ก่อนจะนำไปผสมกับตัวประสานแล้วนำไปอัดแท่งโดยใช้เครื่องอัดแท่งแบบเกลียว (screw type) สำหรับตู้อบมีไว้เพื่อหาค่าความชื้นของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ ส่วน Bomb calorimeter ใช้หาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งและทำการวิเคราะห์หาค่า proximate analysis

วิธีการศึกษา

การผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองมี 2 ขั้นตอนสำคัญคือ การผลิตถ่านจากต้นถั่วเหลือง และการนำถ่านต้นถั่วเหลืองไปอัดให้เป็นแท่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำต้นถั่วเหลืองไปตากแดดให้แห้ง เพื่อไล่ความชื้นเพราะความชื้นเป็นอุปสรรคต่อการผลิตถ่าน ปริมาณความชื้นที่มากเกินไปนอกจากจะเสียเวลาในการผลิตถ่านแล้ว ยังทำให้ได้ผลผลิตถ่านที่ไม่ดีเท่าที่ควร ต้นถั่วเหลืองที่นำมาผลิตถ่านควรตากแดดให้แห้งจนมีความชื้นต่ำกว่า 25% มาตรฐานเปียก (วินัย, 2541) สำหรับคุณสมบัติของถ่านต้นถั่วเหลืองที่ผลิตได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการผลิตถ่าน อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการผลิตถ่านควรอยู่ระหว่าง 450-500 ^{o}C (วินัย, 2541; Antal & Varhegyi, 1995; FAO, 1983) นำต้นถั่วเหลืองที่ตากแดดจนแห้งดีแล้ว โดยมีความชื้นเหลือน้อยกว่า 25% ไปทำเป็นถ่านในเตาผลิตถ่าน (ถังน้ำมัน 200 ลิตร) โดยนำต้นถั่วเหลืองใส่ในเตาผลิตถ่านให้เต็มแล้วจุดไฟที่ด้านบนของเตาผลิตถ่านความร้อนที่เกิดขึ้นจะไล่ความชื้นให้ระเหยออกมา เป็นกลุ่มควันหนาทึบสีขาว ต่อมาควันจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนๆ แต่ยังไม่หนาทึบ ซึ่งเป็นช่วงที่เฮมิเซลลูโลสเริ่มสลายตัวเป็นสารระเหย ต่อจากนั้นควันสีเหลืองอ่อนๆ ก็จะเริ่มหนาทึบขึ้น และออกมาในปริมาณมาก ซึ่งเป็นช่วงที่เซลลูโลสเริ่มสลายตัว การสลายตัวของเซลลูโลสจะเป็นจุดเริ่มต้นที่ไม้สลายตัวกลายเป็นถ่าน การที่ไม้กลายเป็นถ่านจะเกิดกระบวนการปลดปล่อยความร้อนออกมา (exothermic reaction) เมื่อควันทึบค่อยๆ จางลงจนเปลี่ยนเป็นควันสีฟ้าจางๆ แสดงว่าการผลิตถ่านได้เสร็จสิ้นลงแล้ว จึงทำการปิดเตาโดยไม่ให้อากาศเล็ดลอดเข้าไปในเตาแล้วปล่อยให้เตาเย็น หลังจากปล่อยให้เตาเย็นแล้วเปิดเตาออกก็จะได้ถ่านต้นถั่วเหลืองตามต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 นำถ่านต้นถั่วเหลืองมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดถ่าน จากนั้นนำมาผสมกับมันสำปะหลังสด ซึ่งใช้เป็นตัวประสานในอัตราส่วนมันสำปะหลังสดต่อถ่านต้นถั่วเหลือง 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8 และ 1/9 โดยน้ำหนัก นำถ่านต้นถั่วเหลืองที่ผสมกับมันสำปะหลังสดในแต่ละอัตราส่วนไปอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งแบบเกลียวก็จะได้ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองตามต้องการ และควรนำถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ไปตากแดดให้แห้ง เพราะถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้มีความชื้นสูง

ในการผลิตถ่านอัดแท่งโดยทั่วไปนั้นต้องใช้ตัวประสานเพื่อให้เนื้อถ่านจับตัวกันเป็นก้อน ตัวประสานที่ใช้ในการอัดแท่งถ่านที่นิยมใช้กันคือแป้งมันสำปะหลัง แต่เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังมีราคาค่อนข้างแพง ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้มันสำปะหลังสดเป็นตัวประสาน เนื่องจากมันสำปะหลังสดมีราคาถูกกว่าแป้งมันสำปะหลังมาก

สำหรับการตรวจวิเคราะห์ได้ตรวจวิเคราะห์ proximate analysis ซึ่งมีค่าต่างๆ ที่ตรวจวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนเสถียร และปริมาณเถ้า รวมทั้งปริมาณความชื้น

สำหรับค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองตรวจวัดโดยเครื่อง Bomb calorimeter ในขณะเดียวกันได้หาความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลือง และได้เปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองกับถ่านอัดแท่งชนิดอื่นๆ รวมทั้งกับถ่านไม้ยูคาลิปตัส

ผลการศึกษา

การผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองสามารถแสดงรายละเอียดของการศึกษาในขั้นตอนสำคัญๆ แต่ละขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

<u>การผลิตถ่านจากต้นถั่วเหลือง</u>

ต้นถั่วเหลืองเป็นเศษวัสดุทางการเกษตรที่สำคัญอย่างหนึ่งของไทยที่มีปริมาณมากถึง 849,000 ตันต่อปี ลักษณะของต้นถั่วเหลือง แสดงในรูปที่ 2 คุณสมบัติต่างๆ ของต้นถั่วเหลือง แสดงในตารางที่ 1 และรายละเอียดข้อมูลการผลิตถ่านต้นถั่วเหลือง แสดงได้ตามตารางที่ 2

รูปที่ 1 เตาผลิตถ่าน

รูปที่ 2 ต้นถั่วเหลือง

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของต้นถั่วเหลือง

	รายการ	สัดส่วน (%)
1.	สารระเหย	72.5
2.	คาร์บอนเสถียร	19.1
3.	เถ้า	8.4

ตารางที่ 2 ข้อมูลการผลิตถ่านต้นถั่วเหลือง

รายการ	ครั้งที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.
	1	2	3	4	5		
1. ความชื้น (%)	7.2	10.1	11.5	9.4	10.2	9.7	1.6
2. น้ำหนักต้นถั่วเหลืองแห้ง (kg)	11.26	10.79	10.62	10.87	10.78	10.86	0.24
3. ถ่านต้นถั่วเหลือง (kg)	1.7	2.1	2	2.7	2.6	2.2	0.4
5. สัดส่วนผลผลิต (%)	15.1	19.5	18.8	24.8	24.1	20.5	4.0

หมายเหตุ.
เป็นข้อมูลการผลิตจากน้ำหนักต้นถั่วเหลืองเปียก 12 กิโลกรัม

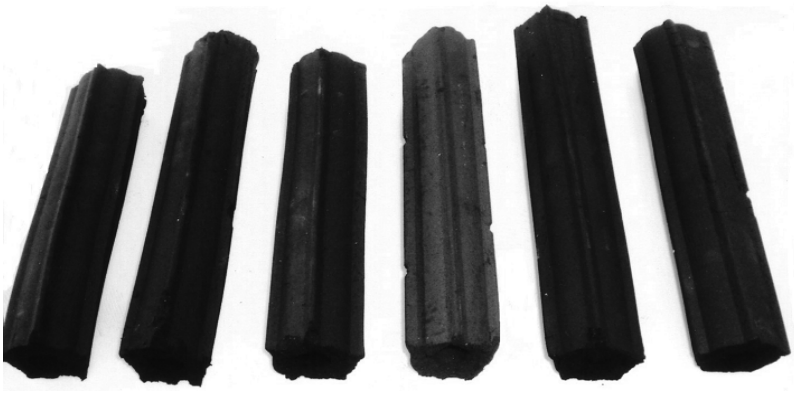
การอัดแท่งถ่านต้นถั่วเหลือง

สำหรับถ่านต้นถั่วเหลืองที่ผลิตได้และยังไม่ได้บดแสดงได้ดังรูปที่ 3 ในการอัดแท่งถ่านต้นถั่วเหลืองต้องนำถ่านต้นถั่วเหลืองไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดถ่านก่อนแล้วจึงผสมกับตัวประสานให้เข้ากันให้ดี โดยใช้มันสำปะหลังสด (รูปที่ 4) เป็นตัวประสานและต้องทำการบดมันสำปะหลังสดให้ละเอียด หลังจากคลุกเคล้าถ่านบดกับมันสำปะหลังสดบดเข้ากันดีแล้ว ให้เติมน้ำเล็กน้อยพอหมาด ๆ จึงนำไปอัดในเครื่องอัดแท่งแบบเกลียว ในการอัดแท่งถ่านต้นถั่วเหลืองได้ใช้อัตราส่วนตัวประสานต่อถ่านโดยน้ำหนักทั้งหมด 6 อัตราส่วนด้วยกัน คือ ตั้งแต่อัตราส่วน 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8 และ 1/9 ตามลำดับ เครื่องอัดแท่งแบบเกลียวแสดงในรูปที่ 5 และรูปที่ 6 เป็นถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองที่ผลิตได้

รูปที่ 3 ถ่านต้นถั่วเหลือง

รูปที่ 4 มันสำปะหลังสด

รูปที่ 5 เครื่องอัดแท่งแบบเกลียว



รูปที่ 6 ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลือง

อัตราส่วนตัวประสานต่อถ่าน

จากการศึกษาอัตราส่วนตัวประสานต่อถ่านโดยน้ำหนัก ในการอัดแท่งทั้งหมด 6 อัตราส่วนพบว่า อัตราส่วนตัวประสานต่อถ่านที่ดีที่สุดอยู่ที่ 1 ต่อ 8 โดยผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 3 การขึ้นรูปหลังการอัดเป็นแท่งแล้ว พบว่า อัตราส่วนตัวประสานต่อถ่านมีผลต่อรูปทรงของถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ ถ่านอัดแท่งที่ดีควรมีผิวเรียบและมีความแข็งแกร่งพอสมควร ความแข็งแกร่งของถ่านอัดแท่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งต่อการนำไปใช้งาน ผลการศึกษาพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ขึ้นรูปได้ดีสวยงามและมีความแข็งแกร่งนั้น เป็นถ่านอัดแท่งที่ใช้อัตราส่วนตัวประสานต่อถ่านตั้งแต่ 1 ต่อ 4 ถึง 1 ต่อ 8 ถ่านอัดแท่งที่ดีควรใช้ตัวประสานน้อยเนื่องจากตัวประสานจะก่อให้เกิดควันในเวลาเผาไหม้และต้องเสียค่าใช้จ่าย ดังนั้น อัตราส่วนตัวประสานต่อถ่านที่ดีที่สุดจึงเป็น 1 ต่อ 8

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาอัตราส่วนตัวประสานต่อถ่าน

อัตราส่วนตัวประสานต่อถ่าน	การขึ้นรูป	ความแข็งแกร่ง	ลักษณะผิว
1/4	ดี	ไม่แตกง่าย	เรียบ
1/5	ดี	ไม่แตกง่าย	เรียบ
1/6	ดี	ไม่แตกง่าย	เรียบ
1/7	ดี	ไม่แตกง่าย	เรียบ
1/8	ดี	ไม่แตกง่าย	เรียบ
1/9	ไม่ดี	แตกง่าย	ไม่เรียบ

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลือง

การศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับถ่านไม้ยูคาลิปตัสพบว่า ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองมีปริมาณเถ้ามากกว่าถ่านไม้ยูคาลิปตัสหลายเท่า ส่วนปริมาณสารระเหยและคาร์บอนเสถียรมีค่าน้อยกว่าถ่านไม้ยูคาลิปตัส สำหรับค่าความร้อนมีค่าน้อยกว่าค่าความร้อนของถ่านไม้ยูคาลิปตัสประมาณ 26% โดยมีค่าความร้อน 21.3 MJ/kg ในขณะที่ถ่านจากไม้ยูคาลิปตัสมีค่าความร้อน 28.98 MJ/kg ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองที่ผลิตได้มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 380 kg/m^3

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

จากปริมาณของถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองที่มีสัดส่วนผลผลิตต่อวัตถุดิบ 20.47% ดังนั้นจากปริมาณของวัตถุดิบ 849,000 ตันต่อปี จะสามารถผลิตถ่านอัดแท่งได้ 173,790 ตันต่อปี จากการวิเคราะห์ความคุ้มทุนในการลงทุนเพื่อผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองในเชิงการค้า โดยใช้เครื่องอัดแท่งที่มีอัตรากำลังการผลิตถ่านอัดแท่ง 50 กิโลกรัมถ่านอัดแท่งต่อชั่วโมง โดยมีรายละเอียดการลงทุนแสดงในตารางที่ 5 และแสดงผลการวิเคราะห์ความคุ้มทุนในตารางที่ 6 พบว่า ค่าอัตราการคืนทุนเท่ากับ 61.38% มีระยะเวลาคืนทุน 1.4 ปี

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองกับถ่านอัดแท่งจากเศษวัสดุทางการเกษตรอื่นๆ เช่น ถ่านอัดแท่งจาก ต้นมันสำปะหลัง ซังข้าวโพดและกะลามะพร้าว พบว่า ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับถ่านอัดแท่งจากต้นมันสำปะหลัง แต่มีค่าคาร์บอนเสถียรและค่าความร้อนน้อยกว่าถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดและถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าว โดยมีรายละเอียดการเปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งชนิดต่างๆ กับถ่านไม้ยูคาลิปตัส แสดงในตารางที่ 4

ผลการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะทำการผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองเพื่อเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน โดยเฉพาะครัวเรือนในชนบทที่เป็นเจ้าของต้นถั่วเหลือง ซึ่งถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองที่ผลิตได้

มีราคาต้นทุนต่ำกว่าถ่านจากไม้ยูคาลิปตัส เนื่องจากต้นถั่วเหลืองเป็นเศษวัสดุทางการเกษตรที่มีอยู่เองโดยไม่ต้องซื้อหาและเป็นเศษวัสดุทางการเกษตรที่ไม่มีคุณค่าไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ และกระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองก็ไม่ได้ยุ่งยากมากนัก การได้เข้ารับการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติเพียงวันเดียวก็เพียงพอที่จะไปทำการผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองเพื่อเป็นเชื้อเพลิงไว้ใช้เองในครัวเรือนหรือเพื่อการจำหน่ายได้ ซึ่งจากการประเมินทางเศรษฐศาสตร์พบว่ามีความคุ้มค่าในการผลิตเชิงพาณิชย์

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งชนิดต่าง ๆ กับถ่านไม้ยูคาลิปตัส

คุณสมบัติ	ถ่านอัดแท่งจาก				ถ่านไม้ยูคาลิปตัส
	ต้นถั่วเหลือง	ต้นมันสำปะหลัง	ซังข้าวโพด	กะลามะพร้าว	
1. ความชื้น (%)	8.67	3.48	3.99	3.95	3.92
2. ปริมาณเถ้า (%)	10.7	12.66	11.23	7.43	1.12
3. สารระเหย (%)	23.83	26.79	19.84	19.85	25.27
4. คาร์บอนเสถียร (%)	56.8	57.07	64.94	64.94	38.99
5. ค่าความร้อน (MJ/kg)	21.3	21.25	26.00	29.77	28.98

ตารางที่ 5 ข้อมูลประกอบการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

รายการ	ราคา	หน่วย
เครื่องอัดแท่ง กำลังการผลิต 50 kg/h	100,000	บาท
เครื่องบดถ่าน	50,000	บาท
เตาเผาถ่านจากต้นถั่วเหลือง	250	บาทต่อเตา
กำลังไฟฟ้าเครื่องอัด	3	kW
กำลังไฟฟ้าเครื่องบด	1.5	kW
อายุการใช้งานของเครื่อง	5	ปี
เวลาการทำงานต่อวัน	8	ชั่วโมง
จำนวนวันการทำงานต่อปี	250	วัน
ค่าแรงงานจำนวน 4 คน	160	บาทต่อคนต่อวัน
ค่าวัตถุดิบและขนส่ง(ต้นถั่วเหลือง, มันสำปะหลังสด)	350	บาทต่อตัน
ค่าไฟฟ้า	3	บาท/kWh
ราคาถ่านอัดแท่ง	5	บาท/กิโลกรัม
อัตราดอกเบี้ยต่อปี	6.5	%

ตารางที่ 6 แสดงผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

รายการ	ปี					
	0	1	2	3	4	5
รายได้จากการจำหน่ายเชื้อเพลิงอัดแท่ง	0	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
ค่าเครื่องอัดแท่ง	-100,000					
ค่าเครื่องบดถ่าน	-50,000					
ค่าเตาเผา	-37,500					
ค่าโรงเรือน	-150,000					
ค่าไฟฟ้า		-27,000	-27,000	-27,000	-27,000	-27,000
ค่าแรงงาน		-160,000	-160,000	-160,000	-160,000	-160,000
ค่าตัวประสานและการขนส่ง		-85,000	-85,000	-85,000	-85,000	-85,000
รวมมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	-337,500	228,000	228,000	228,000	228,000	228,000
มูลค่าในปัจจุบันเมื่อคำนวณที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.5	609,995					
อัตราการคืนทุน (%)	61.38					

สรุปผลการศึกษา

การผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองมีขั้นตอนที่สำคัญๆ 2 ขั้นตอนคือ การผลิตถ่านจากต้นถั่วเหลือง และการนำถ่านต้นถั่วเหลืองมาอัดให้เป็นแท่ง ในการผลิตถ่านจากต้นถั่วเหลืองได้ใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร เป็นเตาผลิตถ่าน ได้สัดส่วนผลผลิตถ่าน 20.5% การอัดแท่งถ่านได้ใช้เครื่องอัดแท่งแบบเกลียว โดยใช้มันสำปะหลังสดเป็นตัวประสาน โดยมีอัตราส่วนตัวประสานต่อถ่านที่ดีที่สุดโดยน้ำหนักคือ 1 ต่อ 8 และถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองที่ผลิตได้มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 380 kg/m^3

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองที่ผลิตได้ มีปริมาณคาร์บอนเสถียรน้อยกว่าถ่านไม้ยูคาลิปตัส แต่มีปริมาณสารระเหยพอๆ กันโดยมีปริมาณเถ้ามากกว่าและมีค่าความร้อน 21.3 MJ/kg ซึ่งน้อยกว่าค่าความร้อนของถ่านไม้ยูคาลิปตัสประมาณ 26% ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองมีคุณสมบัติคล้ายๆ กับถ่านอัดแท่งจากต้นมันสำปะหลัง ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองเป็นถ่านที่จุดติดไฟได้ง่าย มีการลุกไหม้ที่ดีและมีควันน้อย ถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลืองเหมาะที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน ทดแทนการใช้ฟืนและถ่านได้

เอกสารอ้างอิง

วินัย ปัญญาธัญญะ. (2541). *เทคโนโลยีการผลิตถ่านสำหรับชุมชน*. กรุงเทพฯ: ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

Antal, M. J., & Varhegyi, G. (1995). Cellulose pyrolysis kinetics: The current state of knowledge. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, *34*, 703-717.

Bhattacharya, S. C., Bhatia, R., Islam, N., & Shah, N. (1985). Densified biomass in Thailand: Potential status and problems. *Biomass*, *8*, 225-226.

Bhattacharya, S. C., & Shrestha, R. M. (1990). *Biocoal technology and economics*. Bangkok: Regional Energy Resources Information Center.

Dubey, R. K., & Mandhyan, B. L. (1986). *Agricultural wastes-a source of domestic fuel*. Jalbalpur, Madhya Pradesh: Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya.

Food and Agriculture Organization Of The United Nation. (1983). *Simple technologies for charcoal making*. Rome: FAO.

Grover, P. D., & Mishra, S. K. (1996). *Biomass briquetting: technology and practices*. Retrieved May 6, 2006, from http://www.fao.org/DOCREP/006/AD579E/ad579e00.pdf