

คุณสมบัติของถ่านอัดก้อนจากถ่านขี้เลื่อยและถ่านเกลบ

Properties of Charcoal Briquettes from Sawdust and Rice Hull Chars

ปรีชา เกียรติกระจาย¹

Preecha Kiatgrajai

ABSTRACT

The preliminary study on properties of charcoal briquettes from rice hull and sawdust chars is reported. A briquette was made in cylindrical shape at diameter and length of 3 and 4.5 cm, respectively. Their densities were between 0.36 to 0.56 g per cc. Starch of as 6 to 10% was used as a binder. Briquette properties, i.e. density, impact strength, volatile matter, fixed carbon and ash contents, heat of combustion as well as water boiling test, were analyzed.

The properties of sawdust charcoal briquette were in general better than wood charcoal from some fast - growing species (epil - epil and red gum). However some characters from water boiling test of the briquette were not as good as those of rhizophora charcoal. The test results indicated that the saw - dust charcoal briquette is suitable for cooking.

The properties of rice hull charcoal briquette were poorer in quality than the others because rice-hull charcoal briquette has high ash content and low heat of combustion. The water boiling test of this charcoal briquette also confirmed that the rice hull charcoal briquette is not suitable for cooking.

บทคัดย่อ

การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนจากถ่านเกลบและถ่านขี้เลื่อย ถ่านอัดก้อนที่ใช้ศึกษาเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. และยาว 4 ซม. มีความแน่นระหว่าง 0.36 ถึง 0.54 ก.ต่อลบ. ซม. และใช้แป้งเป็นตัวประสานร้อยละ 6 - 10 คุณสมบัติของถ่านอัดก้อนที่วิเคราะห์คือ ความแน่น แรงกระแทกของค้อนน้ำหนัก ปริมาณสารระเหย คาร์บอน

เสถียรและขี้เถ้า ค่าความร้อนของสันดาป และการทดสอบต้มน้ำ

คุณสมบัติของถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนโดยทั่วไปดีกว่าถ่านจากไม้โตเร็วบางชนิด (กระถินยักษ์ และยูคาลิปต์) อย่างไรก็ตามลักษณะบางประการจากการทดสอบต้มน้ำของถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนมีค่าด้อยกว่าถ่านไม้โกกง ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม

¹ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณสมบัติของถ่านแกลบอัดก้อนมีค่าต่ำกว่าถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนและถ่านไม้ทั่ว ๆ ไป เพราะถ่านแกลบมีค่าปริมาณขี้เถ้าสูงและมีความร้อนต่ำ จากการทดสอบต้มน้ำยืนยันว่าถ่านแกลบอัดก้อนไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการหุงต้ม.

คำนำ

ถ่านเป็นเชื้อเพลิงที่จำเป็นสำหรับชนบทไทย และจากการสำรวจการใช้ถ่านในการหุงต้มในปี พ.ศ. 2523 พบว่ามีการใช้ถ่านมากกว่า 3 ล้านตัน คิดเป็นค่าความร้อนมากกว่า 21 ล้านกิโลแคลอรี หรือมากกว่าน้ำมันดิบ 13.2 ล้านบาร์เรล หรือพลังงานไฟฟ้า 1,400 ล้านกิโลวัตต์ - ชั่วโมง จะเห็นว่าพลังงานที่ได้จากถ่านมีมูลค่ามหาศาล ถ้าหากรัฐมีนโยบายนำเข้าเชื้อเพลิงจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี เพื่อชดเชยพลังงานจากถ่านแล้ว ประเทศจะต้องสูญเสียในการซื้อน้ำมันดิบ ไม่ต่ำกว่า 5,000 ล้านบาท (ราคาน้ำมันดิบ 380 บาทต่อบาร์เรล) นอกจากนี้อาจประสบปัญหาจากรายการที่ยากจนและที่อยู่ห่างไกลจากคมนาคม ซึ่งจะไม่มีขีดความสามารถที่จะซื้อพลังงานดังกล่าว และความขาดแคลนน้ำมันดิบอาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาในอนาคต

การผลิตถ่านในประเทศไทยอาจใช้วิธีง่าย ๆ เช่น ใช้เตาดินกลบ เตาขี้เลื่อยกลบ หรือเตาแกลบกลบ หรืออาจใช้วิธีที่พัฒนาขึ้นมาหน่อยที่ต้องการทำเป็นการค้า หรือมีวัตถุดิบมากพอ โดยใช้เตาอิฐหรือเตาดินเหนียวก่อถ่านที่ได้ในวิธีหลังนี้ได้ผลผลิตและคุณภาพค่อนข้างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามการผลิตถ่านทั้งสองวิธีจำเป็นต้องใช้ชิ้นไม้หรือไม้ท่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 2 ซม. ซึ่งวิธีการเหล่านี้ยังไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ผลิตถ่านจากวัตถุดิบเล็ก ๆ ที่มีราคาถูก เช่น ขี้เลื่อย จีบ ขานอ้อย และแกลบ ซึ่งเป็นเศษเหลือที่มีปริมาณมาก และอาจเป็นผลทำให้ถ่านมีราคาถูกลงอีกด้วย

จากการศึกษาการผลิตถ่านไม่กระถินยักษ์ด้วย

เตากลบ โดยใช้ดิน แกลบ และขี้เลื่อยเป็นวัตถุดิบ รายงานว่าแกลบและขี้เลื่อยกลายเป็นถ่านที่มีขนาดเล็กและเป็นปริมาณต่าง ๆ กันตามความหนาของวัสดุกลบ เช่นที่ความหนา 7.5 ซม. ได้ปริมาณถ่านจากวัสดุกลบน้อยมาก ที่ความหนา 15 - 23 ซม. ได้ปริมาณถ่านคิดเป็นร้อยละ 20 - 40 (ปรีชา, 2531) ถ่านจากวัสดุกลบเหล่านี้อาจนำไปใช้สำหรับเตากลบใหม่หรือนำมาผสมแบ่งเปียกแล้วนำมาอัดก้อนก็จะมีค่ามากขึ้น

จากการศึกษาการผลิตถ่านอัดก้อนจากต้นมะพร้าว ขี้เลื่อย และแกลบ โดยใช้ตัวประสานหลายชนิด เช่น แป้ง กากน้ำตาล ปูนซีเมนต์ และดินเหนียว (Estudillo *et. al.*, 1978, 1986) พบว่าเป็นตัวประสานที่เหมาะสมที่สุดเป็นแป้งโดยใช้ปริมาณร้อยละ 6 - 10

จุดประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนจากแกลบและขี้เลื่อย เช่น ความแน่น แรงกระแทก ค่าความร้อน การประเมินค่าทางเคมี และการทดสอบต้มน้ำ โดยนำถ่านแกลบและถ่านขี้เลื่อยจากการผลิตถ่านด้วยเตาแกลบและเตาขี้เลื่อยกลบมาอัดก้อนที่ระดับความแน่น และปริมาณแบ่งเปียกต่าง ๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

การทำถ่านอัดก้อน

นำถ่านแกลบและถ่านขี้เลื่อยที่ได้จากการทดลองผลิตถ่านด้วยเตากลบ (ปรีชา, 2531) อย่างละ 25 กก. มาผึ่งแดดเป็นเวลา 3 วัน ผสมผงถ่านแต่ละชนิดและร้อนผ่านตะแกรงขนาด 2×2 มม. สุ่มตัวอย่างผงถ่านแต่ละชนิดมาประมาณ 500 ก. เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความชื้น ความร้อนของสันดาปและประเมินค่าทางเคมีของถ่านก่อนที่จะทำการอัดก้อน ถ่านที่เหลืแต่ละชนิดรวบรวมใส่ถุงพลาสติก มัดปากถุงให้แน่นเพื่อรอทำถ่านอัดก้อนต่อไป

วิธีการทำถ่านอัดก้อนของถ่านขี้เลื่อยและถ่าน

เกลบ โดยทำเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. ยาว 4.5 ซม. ที่ระดับความแน่น 0.5, 0.6 และ 0.7 ก.ต่อ ลบ.ซม. และใช้ปริมาณแป้งมันผสมคิดเป็นร้อยละ 6, 8 และ 10 รายละเอียดของวิธีคิดปริมาณ

วัตถุดิบ วิธีการผสมแป้งกับถ่านผงและแบบอัดและวิธีการอัดถ่านก่อนดังรายงานของปรีชา (2532) สรุปปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านและจำนวนถ่านอัดก้อนที่ผลิตขึ้นมาเพื่อการทดลองครั้งนี้มีดังต่อไปนี้

วัตถุดิบที่ใช้	ถ่านเกลบ	21.6 กก.
	ถ่านขี้เลื่อย	21.6 กก.
	แป้งมันสำปะหลัง	3.8 กก.
	น้ำ	25 ลิตร

จำนวนถ่านอัดก้อนทั้งหมด 1248 ก้อน แยกออกเป็น

ถ่านอัดก้อนที่ความแน่น 0.5 ก.ต่อลบ.ซม. แต่ละปริมาณแป้ง 157 ก้อน

ถ่านอัดก้อนที่ความแน่น 0.6 ก.ต่อลบ.ซม. แต่ละปริมาณแป้ง 137 ก้อน

ถ่านอัดก้อนที่ความแน่น 0.7 ก.ต่อลบ.ซม. แต่ละปริมาณแป้ง 122 ก้อน

ถ่านอัดก้อนที่ปลดออกจากแบบอัดมีความชื้นประมาณร้อยละ 40 ยังไม่แข็งพอต้องนำไปตากแดด 2 - 3 วัน เพื่อให้ความชื้นลดลงต่ำกว่าร้อยละ 10 ถ่านอัดก้อนจะแข็งตัวเต็มที่ และก่อนนำถ่านอัดก้อนเหล่านี้ไปทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ จะต้องผึ่งในห้องไม่ต่ำกว่า 15 วัน

วิธีการทดสอบคุณสมบัติ

คุณสมบัติของถ่านผง และถ่านอัดก้อนที่จะทดสอบมีความชื้น การประเมินค่าทางเคมี ค่าความร้อนของสันดาป ความแน่น การรับแรงกระแทกของดัมพ์น้ำหนัก 500 ก. และการทดสอบการค้ำน้ำ วิธีการทดสอบคุณสมบัติเหล่านี้ และวิธีคำนวณอย่างละเอียดได้บรรยายในรายงานของ ทรรศนีย์ (2529) ปรีชา (2531 และ 2532) และ RFD (1984) ซึ่งการทดสอบคุณสมบัติแต่ละอย่างอาจสรุปได้อย่างย่อ ๆ ดังต่อไปนี้

1. การหาความชื้นของถ่าน ทำได้โดยการอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ $105 \pm 2^{\circ}$ ซ. จนได้น้ำหนักคงที่ ค่าความชื้นที่ได้คิดจากน้ำหนักของถ่านแห้งของผงถ่านโดยการเฉลี่ยจากการทดลองซ้ำ

2. การประเมินค่าทางเคมีของถ่านผง ซึ่งนำน้ำหนักถ่านผงมา 1 กรัม ในครุชชีเบลที่ทราบน้ำหนักอบแห้งแล้ว นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ $105 \pm 2^{\circ}$ ซ. จนได้น้ำหนักอบแห้งตามวิธีในข้อ 1 แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปหาปริมาณสารระเหย โดยอบในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 950° ซ. นาน 6 นาที หาน้ำหนักของคาร์บอนเสถียร และชี้เถ้าในส่วนที่เหลือโดยเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 750° ซ. นาน 6 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักของชี้เถ้าที่เหลือคำนวณหาปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนเสถียร และปริมาณชี้เถ้าจากน้ำหนักของถ่านแห้งที่รายงานจากการประเมินค่าทางเคมีของถ่านแต่ละตัวอย่างเป็นค่าเฉลี่ยจากการทำซ้ำ

3. การประเมินค่าความร้อนของสันดาปของถ่านผง ซึ่งนำน้ำหนักผงถ่าน ประมาณ 1 กรัม ในครุชชีเบลที่ใช้หาค่าความร้อนของสันดาป นำไปอบแล้วหาค่าน้ำหนักของถ่านแห้ง นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความร้อนโดยเครื่อง Oxygen bomb calorimeter ตามวิธี ASTM D 3287-77 และทรรศนีย์ 2529 คำนวณค่าความร้อนของสันดาปของถ่านจากน้ำหนักของถ่านแห้ง รายงานค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างถ่านจากการทำซ้ำ

4. การหาค่าความชื้นและความแน่นของถ่านอัดก้อน สุ่มตัวอย่างถ่านอัด 10 ก้อน ในแต่ละความแน่นและปริมาณแ่งที่ใช้ มาหาค่าความชื้นเฉลี่ยโดยการอบที่อุณหภูมิ $105 \pm 2^\circ \text{C}$. ตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว ส่วนความแน่นโดยการวัดปริมาณถ่านอัดก้อนก่อนอบและน้ำหนักอบแห้งของแต่ละก้อน คำนวณหาค่าความแน่นของถ่านอัดก้อนจาก

ความแน่น = มวลอบแห้ง/ปริมาตรก้อนอบ

5. การทดสอบแรงกระแทก ของค้อนน้ำหนัก 500 ก. สุ่มถ่านอัดก้อนตัวอย่างในแต่ละความแน่นและปริมาณแ่ง 10 ก้อน แล้วนำมาทดสอบความสามารถของถ่านอัดก้อนในแต่ละการกระทำทางด้านหน้าตัดของถ่านอัดก้อนสามารถทนต่อการรับแรงกระแทกของค้อนน้ำหนักดังกล่าวได้สูงเท่าใด การทดลองโดยใช้ถ่านก้อนแรกของแต่ละการกระทำ เป็นตัวอย่างนำไปประเมินความสูงของค้อนน้ำหนักที่ทำให้ถ่านอัดก้อนแตกสำหรับตัวอย่างที่เหลืลดความสูงที่จุดนี้ลง 7.5 ซม. เริ่มทำการทดสอบโดยเพิ่มความสูงของค้อนน้ำหนักทีละ 2.5 ซม. จนถ่านอัดก้อนแตก หาค่าเฉลี่ยของความสูงของค้อนน้ำหนักที่ทำให้ถ่านอัดก้อนแตกในแต่ละความแน่นและปริมาณแ่ง โดยไม่นำผลการทดลองในครั้งแรกมาเฉลี่ย

6. การเก็บตัวอย่างถ่านอัดก้อนมาใช้ประเมินค่าทางเคมีและค่าความร้อนของสันดาป เก็บตัวอย่างถ่านที่แตกจากการทดสอบแรงกระแทกของค้อนน้ำหนักในข้อ 5 ก่อนละ 2 ก. ในแต่ละปริมาณแ่ง นำตัวอย่างที่เก็บมาบดในครกแล้วไปวิเคราะห์ประเมินค่าทางเคมีและค่าความร้อนของสันดาปตามวิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้น

7. การทดสอบการค้ำน้ำ ทำการทดสอบ 4 ครั้ง ในแต่ละปริมาณแ่งและความแน่นของถ่านก้อน การทดสอบแต่ละครั้งทำตามวิธีที่รายงานใน RFD 1984 ดังวิธีการอย่างย่อ ๆ ต่อไปนี้ เติมน้ำ 3,700 ก. ในหม้ออะลูมิเนียมเบอร์ 24 วัดอุณหภูมิ น้ำ จุดถ่านก้อนในเตา

กปม. 1 โดยใช้เชื้อกระดินยักษ์ 30 ก. เติมถ่านจนครบ 400 ก. (ในกรณีที่ความแน่นของถ่านก้อนต่ำ ให้แบ่งถ่านก้อนออกเป็น 2 กอง และเติมถ่านครั้งที่สองอีก 3 ก้อน เมื่อน้ำเดือดครบ 2 นาที) ทิ้งให้ถ่านติดนาน 3 - 4 นาที จึงยกหม้อตั้งบนเตาเริ่มจับเวลา และอุณหภูมิบันทึกเวลาที่ใช้น้ำเดือดและอุณหภูมิที่น้ำเดือด เมื่อน้ำเดือดต้มต่อไปอีก 30 นาที ให้เปิดฝามือตลอดเวลา แล้วบันทึกน้ำหนักถ่านและน้ำที่เหลือ อุณหภูมิของน้ำครั้งสุดท้าย คับถ่านด้วยน้ำและเก็บตัวอย่างครั้งละประมาณ 2 ก. ผสมถ่านที่ค้ำในแต่ละปริมาณแ่ง แล้วคเป็นผง นำไปประเมินค่าทางเคมีและค่าความร้อนของสันดาปของถ่านก้อนที่ผ่านการค้ำน้ำ เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านจากข้อมูลพื้นฐานที่ได้ในแต่ละครั้งของการทดลอง ตามวิธีการของ RFD (1984) และปรีชา (2532)

ผลและวิจารณ์

คุณสมบัติของถ่านผง

คุณสมบัติของถ่านขี้เลื่อยและถ่านแกลบมีค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้

	ถ่านขี้เลื่อย	ถ่านแกลบ
ความชื้น, %	7.3	6.5
ปริมาณสารระเหย, %	26.9	13.0
ปริมาณคาร์บอนเสถียร, %	67.0	44.0
ปริมาณขี้เถ้า, %	5.9	42.9
ความร้อนของสันดาป, กิโลจูล/ก.	6602	3294

ความชื้นและความแน่นของถ่านอัดก้อน

ถ่านอัดก้อนจากถ่านแกลบและถ่านขี้เลื่อยที่ปลดออกจากแบบอัดใหม่ ๆ มีความชื้นประมาณร้อยละ 40 ความชื้นของถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนจะลดลงอย่างรวดเร็ว

เมื่อนำไปผึ่งแดดความชื้นจะต่ำกว่าร้อยละ 10 ภายในเวลา 2 วัน ซึ่งที่ความชื้นนี้ถ่านอัดก้อนจะแข็งตัวสมบูรณ์ และถ้าผึ่งแดดต่อไปอีกความชื้นของถ่านอัดก้อนจะลดลงต่ำกว่าร้อยละ 5 ดัง Figure 1

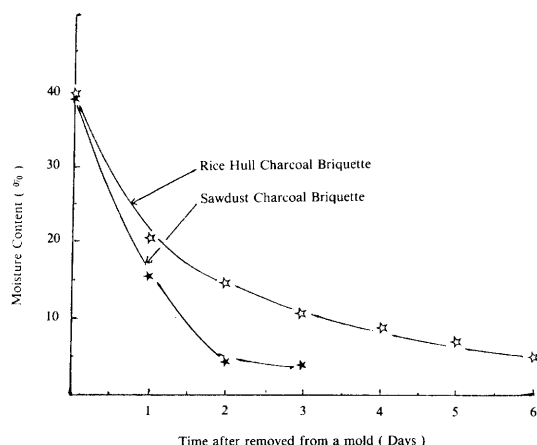


Figure 1. Moisture content of charcoal briquette from rice hull and sawdust chars after removed from a mold.

ความชื้นในถ่านแกลบอัดก้อนจะลดลงช้ากว่าถ่านขี้เลื่อยอัดก้อน ถ้าต้องการความชื้นของถ่านแกลบอัดก้อนต่ำกว่าร้อยละ 10 จะต้องผึ่งแดดประมาณ 3 วัน และถ้าต้องการความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 5 จะต้องผึ่งแดดประมาณ 5 - 6 วัน

ความชื้นและความแน่นของถ่านอัดก้อนจากถ่านแกลบ และขี้เลื่อยก่อนนำมาทดสอบคุณสมบัติ แสดงได้ดัง Table 1 ซึ่งสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ความชื้นเฉลี่ยของถ่านแกลบอัดทุกการกระทำมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 1.3 ถึง 6.2 ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของความชื้นจากถ่านแกลบอัดมีค่าเป็นร้อยละ 3.7 ซึ่งความชื้นของถ่านแกลบอัดก้อนส่วนใหญ่มีค่าร้อยละ 3 - 4 ค่าสัมประสิทธิ์ของการเบี่ยงเบนในแต่ละการกระทำมีค่าร้อยละ 1.4 - 8.6 ซึ่งค่าส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 2 - 4

ความชื้นเฉลี่ยของถ่านขี้เลื่อยอัดทุกการกระทำมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 3.7 - 5.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของการ

Table 1 Average moisture content and density of sawdust (SD) and rice hull (RH) charcoal briquettes.

Amount of starch (%)	Moisture content (%)		Actual density (g/cc)	
	SD	RH	SD	RH
Designated density 0.5 g/cc				
6	5.18	1.80	0.37	0.37
8	3.93	4.20	0.38	0.40
10	3.95	1.29	0.40	0.36
Designated density 0.6 g/cc				
6	4.26	4.70	0.46	0.48
8	4.61	3.57	0.47	0.48
10	3.75	2.97	0.47	0.49
Designated density 0.7 g/cc				
6	5.87	4.17	0.51	0.56
8	5.45	6.19	0.53	0.54
10	5.76	4.20	0.53	0.55

เบี่ยงเบนมีค่าระหว่างร้อยละ 2.1 ถึง 6.2 ยกเว้นถ่านซีเลื่อยอัดก้อนที่ความแน่นที่กำหนด 0.6 ก.ต่อลบ.ชม. และปริมาณเบี่ยงร้อยละ 6 ค่าความชื้นสูงสุดและต่ำสุดเป็นร้อยละ 2.3 – 6.8 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ของการเบี่ยงเบนสูงถึงร้อยละ 31.7

ความแน่นของถ่านก้อนก่อนจากถ่านเกลบและถ่านซีเลื่อยมีค่าใกล้เคียงกันมากและต่ำกว่าความแน่นที่กำหนดทั้งคู่ ปริมาณของเบี่ยงที่ใช้มีผลน้อยที่จะทำให้ความแน่นแตกต่างกัน เนื่องจากการแข็งตัวของเบี่ยงจำนวนมาก

ความแน่นของถ่านก้อนที่กำหนดเป็น 0.5 ก.ต่อ ลบ.ชม. จะได้ค่าความแน่นของถ่านอัดก้อน จากถ่านผงทั้งสองชนิดตั้งแต่ 0.36 – 0.40 ก.ต่อลบ.ชม. ซึ่งค่าเฉลี่ยความแน่นของถ่านอัดก้อนทั้งสองชนิดมีค่าเป็น 0.38 ก.ต่อลบ.ชม. ที่ความแน่นของถ่านก้อนที่กำหนดเป็น 0.6 ก.ต่อลบ.ชม. จะได้ความแน่นของถ่านอัดก้อนจากถ่านผงทั้งสองชนิดตั้งแต่ 0.46 – 0.49 ก.ต่อลบ.ชม. ซึ่งค่าเฉลี่ยความแน่นของถ่านเกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนมีค่าเป็น 0.48 และ 0.47 ก.ต่อลบ.ชม. ตามลำดับ และที่ความแน่นของถ่านก้อนที่กำหนดเป็น 0.7 ก.ต่อลบ.ชม. จะได้ความแน่นของถ่านอัดก้อนจากถ่านผงทั้งสองชนิดตั้งแต่ 0.51 – 0.56 ก.ต่อลบ.ชม. ซึ่งค่าเฉลี่ยความแน่นของถ่านเกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนมีค่าเป็น 0.54 และ 0.52 ก.ต่อลบ.ชม. ตามลำดับ

จะเห็นว่าค่าความแน่นของถ่านอัดก้อนที่แท้จริงนั้นมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด 0.12 ก.ต่อลบ.ชม. จากความแน่นที่กำหนดระหว่าง 0.5 – 0.6 ก.ต่อลบ.ชม. และความแน่นที่แท้จริงจะต่ำกว่าที่กำหนดถึง 0.16 ก.ต่อลบ.ชม. ถ้ากำหนดความแน่นของถ่านก้อนเป็น 0.7 ก.ต่อลบ.ชม. สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากการดัดกลับของผงถ่านเมื่อปลดแรงอัดและเบี่ยงเปียกที่ใช้แข็งตัว

ไม่ทัน การที่จะลดการดัดตัวกลับของผงถ่านจำเป็นจะต้องใช้ผงถ่านที่มีขนาดเล็กกว่านี้ ซึ่งจะต้องใช้พลังงานในการบดผงถ่านเพิ่มขึ้น ส่วนการจะทำให้เบี่ยงเปียกหรือตัวประสานแข็งตัวอาจต้องใช้ความร้อนหรือเปลี่ยนชนิดของตัวประสานก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตถ่านอัดก้อนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน จากการพิจารณาความแน่นของถ่านอัดก้อนที่ได้ ระหว่าง 0.47 – 0.52 ก.ต่อลบ.ชม. ซึ่งเมื่อเทียบกับความแน่นของถ่านไม้ชั้นดีคือถ่านโกงกางมีค่า 0.58 ก.ต่อลบ.ชม. ก็น่าจะถือว่าที่ความแน่นของถ่านอัดก้อนระดับนี้ควรจะน่าพอใจแล้ว และถ้าเพิ่มความแน่นให้สูงขึ้นเช่นถ่านอัดก้อนของต่างประเทศอาจเป็นผลเสียต่อกลไกการสันดาปของมันก็ได้

การรับแรงกระแทกของถ่านอัดก้อนจากค้อนน้ำหนัก 500 ก.

จุดประสงค์ของการทดสอบความสามารถรับแรงกระแทกของถ่านอัดก้อนเพื่อประเมินความยากง่ายในการแตกหรือแยกออกจากกันขณะทำการขนส่ง โดยวัดค่าความสูงของค้อนน้ำหนัก 500 ก. ที่ตกลงมาใส่ถ่านอัดก้อนในแนวตั้งตามแรงดึงดูดของโลก ค่าความสูงเฉลี่ยของถ่านเกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนทุกการกระทำได้แสดงไว้ใน Table 2 ซึ่งสรุปดังรายละเอียดได้ดังนี้

ความสามารถทนต่อแรงกระแทกของถ่านซีเลื่อยและถ่านเกลบอัดก้อนขึ้นอยู่กับความแน่นของถ่านอัดก้อนมากกว่าปริมาณเบี่ยงที่ใช้ จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มความแน่นที่กำหนดจาก 0.5 ก.ต่อลบ.ชม. เป็น 0.6 และ 0.7 ก.ต่อลบ.ชม. ถ่านอัดก้อนดังกล่าวจะทนต่อแรงกระแทกของค้อนน้ำหนักประมาณ 2 และ 3 เท่าตัวตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างถ่านซีเลื่อยและถ่านเกลบอัดก้อนที่การกระทำเดียวกันแล้วจะเห็นว่าถ่านซีเลื่อยอัดก้อนสามารถทนต่อแรงกระแทกของค้อนน้ำหนักมากกว่าถ่านเกลบอัดก้อนถึง 2 เท่าตัว โดยประมาณ

Table 2 Average height of 500 g weight to break sawdust (SD) and rice hull (RH) charcoal briquettes by gravitational force.

Amount of starch (%)	Height (cm)	
	SD	RH
Designated density 0.5 g/cc		
6	15.8	6.4
8	17.0	9.5
10	19.7	9.5
Designated density 0.6 g/cc		
6	38.7	14.5
8	33.6	14.5
10	39.0	17.0
Designated density 0.7 g/cc		
6	50.8	22.5
8	46.6	26.8
10	42.0	32.0
Coefficient of variation (%)	0 - 11.4	0 - 17.1

การประเมินค่าทางเคมีและค่าความร้อนของ สันดาปของถ่านซีเลื่อยและถ่านเกลบอัดก้อน ก่อนและหลังทดสอบต้มน้ำ

ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารระเหย คาร์บอนเสถียร และซีเถ้าของถ่านเกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนทุกระดับของแป้งมัน ก่อนการทดสอบต้มน้ำและหลังการทดสอบต้มน้ำ และค่าความร้อนของสันดาปของถ่านดังกล่าว ก่อนการทดสอบต้มน้ำแสดงได้ดัง Table 3

ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารระเหย คาร์บอนเสถียร ซีเถ้าและค่าความร้อนสันดาปของถ่านซีเลื่อยล้วนและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนแต่ละปริมาณแป้งมันแตกต่างกันอย่างเด่นชัด ปริมาณสารระเหยและคาร์บอนเสถียรของถ่านซีเลื่อยอัดก้อนเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตามปริมาณแป้งที่ใช้ผสม ปริมาณสารระเหยจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณแป้ง ส่วนปริมาณคาร์บอนเสถียรจะลดลง

ปริมาณสารระเหย คาร์บอนเสถียรและซีเถ้าของถ่านซีเลื่อยอัดก้อน เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างก่อนใช้ทดสอบต้มน้ำและที่เหลือหลังจากทดสอบต้มน้ำแล้วแตกต่างกันอย่างเด่นชัดและเป็นไปตามทฤษฎีคือ ปริมาณสารระเหยของถ่านที่เหลือจากการสันดาปในเตาหุงต้มมีค่าต่ำลงอย่างเด่นชัด ส่วนปริมาณคาร์บอนเสถียรและซีเถ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก

ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารระเหย คาร์บอนเสถียร และซีเถ้า และค่าความร้อนของสันดาปของถ่านเกลบล้วนและถ่านเกลบอัดก้อนในแต่ละปริมาณแป้งไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดเช่นเดียวกับถ่านซีเลื่อยที่ได้กล่าวมาแล้ว เป็นที่น่าสังเกตว่าถ่านเกลบทั้งหมดมีปริมาณคาร์บอนเสถียร และค่าความร้อนของสันดาปต่ำ แต่มีปริมาณซีเถ้าสูง ซึ่งคุณสมบัติทั้งสามนี้แตกต่างกันไปจากถ่านไม้ปกติและไม่เหมาะสมที่จะมาใช้เป็นถ่านหุงต้ม

Table 3 Average volatile matter, fixed carbon and ash contents as well as heat of combustion from sawdust and rice hull chars and their briquettes at every starch level before and after water boiling test.

Type of charcoal	Amount of starch (%)	Volatile matter content (%)		Fixed carbon content (%)		Ash content (%)		Heat of combustion (cal/g)	
		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Sawdust char	—	26.9	—	67.0	—	5.0	—	6596	—
Sawdust charcoal-briquette	6	25.4	6.1	68.8	84.7	5.7	9.1	6625	7382
	8	26.3	5.3	67.5	86.5	6.1	8.1	6642	7458
	10	27.2	7.0	67.1	84.4	5.7	8.5	6602	7367
Rice hull char	—	13.0	—	44.0	—	42.9	—	3294	—
Rice hull charcoal-briquette	6	19.6	8.3	35.8	41.3	44.4	53.1	2731	2894
	8	16.5	7.0	40.2	40.3	43.3	52.7	3154	2943
	10	19.8	5.5	39.1	38.1	42.1	53.6	2553	2968

คุณสมบัติของถ่านเกลบอัดก้อนก่อนทดสอบต้มน้ำและที่ผ่านการทดสอบต้มน้ำมาแล้วไม่แตกต่างกันมากนัก ถ่านเกลบอัดก้อนที่ใช้ต้มน้ำแล้วมีปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น คาร์บอนเสถียรคงเดิม และปริมาณสารระเหยลดลง

การทดสอบต้มน้ำ

คุณสมบัติของถ่านเกลบและถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนเฉลี่ยจากการทดสอบต้มน้ำ เช่น เวลาที่เกิดควัน เวลาที่น้ำเดือด ปริมาณน้ำและถ่านที่เหลือ อุณหภูมิสุดท้าย และประสิทธิภาพการใช้งานได้แสดงไว้ใน Table 4

Table 4 Average characters of rice hull (RH) and sawdust (SD) charcoal briquettes from water boiling test.

Starch density	Visible smoke, min.		Time to boil, min.		Water remaining (g)		Charcoal remaining (g)		Last temperature (°C)		Heat utilization (%)	
	RH	SD	RH	SD	RH	SD	RH	SD	RH	SD	RH	SD
6 - .5	8	—	—	19	3565	2991	—	89	79	99.5	—	32.5
6 - .5	8	—	32	19	3380	2795	5	98	84	100.7	41.1	39.2
6 - .7	9	—	32	17	3211	2841	7	109	85	100	49.7	39.5
8 - .5	8	10	44	17	3440	2633	1	53	81	100.7	33.1	36.7
8 - .6	8	10	35	19	3403	2813	7	93	84	100.7	34.4	38.6
8 - .7	7	11	33	19	3316	2927	8	102	87	101	39.1	36.4
10 - .5	8	9	48	17	3463	2779	2	62	84	101	34.2	36.4
10 - .6	8	10	46	17	3355	2831	7	89	89	101	37.3	37.6
10 - .7	10	9	34	17	3286	2913	10	100	84	101	39.7	36.6

เวลาที่เกิดควันของถ่านแกลบและถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนมีค่าใกล้เคียงกันคือ 7 – 11 นาที ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 8 – 10 นาที ควันที่เกิดมาจากสองแหล่งคือควันจากไม้เชื้อและควันจากตัวถ่านอัดก้อนเอง

เวลาที่น้ำเดือดของถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนอยู่ระหว่าง 17 – 19 นาที ซึ่งใช้เวลาใกล้เคียงกับถ่านไม้กระถินยักษ์ อย่างไรก็ตาม ถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนยังใช้เวลาในการต้มน้ำให้เดือดนานกว่าถ่านไม้โกงกางดัง Figure 2 ถ่านแกลบอัดก้อนใช้เวลาต้มน้ำเดือดนานกว่าถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนประมาณเท่าตัว และในการทดสอบต้มน้ำของถ่านแกลบ บางสภาวะไม่ทำให้น้ำเดือดเลย จากคุณสมบัติการต้มน้ำน่าจะสรุปได้ว่าถ่านแกลบอัดก้อนมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้ม

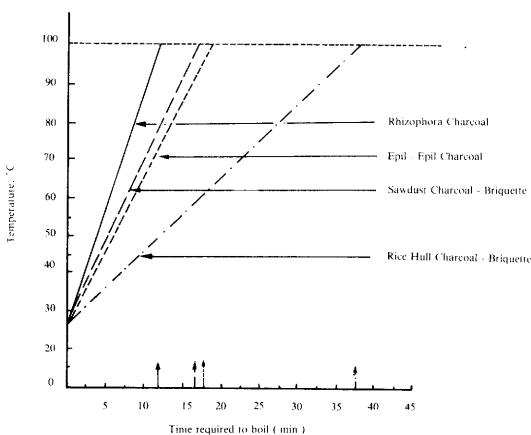


Figure 2. Time required to boil of various charcoals from water boiling test.

ปริมาณน้ำที่เหลือของถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนหลังจากน้ำเดือด 30 นาที มีค่าตั้งแต่ 2.6 – 2.9 กก. ผลการทดสอบนี้แสดงว่าถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนสามารถระเหยน้ำได้ประมาณ 1 กก. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับถ่านไม้ปึกติ ในทำนองเดียวกันถ่านแกลบอัดก้อนสามารถระเหยน้ำได้เพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้น จากการทดสอบนี้แสดงว่าถ่าน

ขี้เลื่อยอัดก้อนสามารถนำไปใช้คุ่นหรือปรุงอาหารได้ เทียบเท่ากับถ่านไม้ปึกติ ส่วนถ่านแกลบอัดก้อนนั้นไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ปรุงอาหารเนื่องจากถ่านแกลบอัดก้อนมีปริมาณขี้เถ้าสูงและค่าความร้อนของสันดาปต่ำ

อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำหลังจากน้ำเดือดนาน 30 นาที ของถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนอยู่ระหว่าง 99 – 101° ซ. น้ำยังเดือดอยู่เมื่อเสร็จการทดลองแล้ว ส่วนอุณหภูมิสุดท้ายของน้ำจากการใช้ถ่านแกลบอัดก้อนมีค่าต่ำกว่า 90° ซ. และในบางการทดสอบต้มน้ำของถ่านแกลบพบว่า ถ่านดังกล่าวไม่สามารถทำให้น้ำเดือดโดยเฉพาะที่ความแน่น 0.5 ก.ต่อลบ.ซม. และจากการบันทึกการทดสอบต้มน้ำของถ่านแกลบดังกล่าวพบว่าทุกสภาวะการทดสอบถ่านแกลบต้มน้ำเดือดนานไม่เกิน 10 นาที จากคุณสมบัติอันนี้น่าจะเป็นเครื่องบ่งชี้ได้ว่าถ่านแกลบอัดก้อนไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ปรุงอาหาร

ปริมาณถ่านแกลบและขี้เลื่อยอัดก้อนที่เหลือหลังจากการทดสอบแล้วอยู่ระหว่าง 1 – 109 ก. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับถ่านไม้ปึกติ ปริมาณถ่านที่เหลือจะขึ้นอยู่กับความแน่นของถ่านอัดก้อน ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบพบว่าที่ความแน่นของถ่านอัดก้อนสูง จะเหลือถ่านมาก เพราะการสันดาปของถ่านที่มีความแน่นสูง จะช้ากว่าการสันดาปของถ่านที่มีค่าความแน่นต่ำ อย่างไรก็ตามความแน่นของถ่านอัดก้อนที่ได้จากการทดลองครั้งนี้เหมาะสมที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มได้

ประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนมีค่าตั้งแต่ 32 – 39% ซึ่งค่าจากการทดสอบนี้ค่อนข้างสูงกว่าถ่านไม้ธรรมชาติเล็กน้อย เช่น ถ่านไม้โกงกาง ถ่านไม้กระถินยักษ์ ถ่านไม้ยูคาลิปต์ ถ่านไม้กระถินณรงค์ ถ่านไม้สะเดา และถ่านไม้ซี่เหล็ก มีค่าประสิทธิภาพการใช้งานเป็นร้อยละตามลำดับดังต่อไปนี้ 32.1, 27.9, 30.9, 27.9, 29.6, และ 28.8 (RFD, 1984 และข้อมูลจากการทดสอบของห้องปฏิบัติการแห่งนี้)

สรุป

ในการศึกษาคุณสมบัติของถ่านแกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนโดยทำเป็นรูปทรงกระบอกของแต่ละก้อนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. ยาว 4.5 ซม. ที่ความแน่นระหว่าง 0.5 – 0.7 ก.ต่อลบ.ซม. และใช้ปริมาณแป้งมันร้อยละ 6 – 10 และผลิตถ่านอัดก้อนที่ใช้ศึกษาชนิดละ 1248 ก้อน ได้ผลการทดลองออกมาดังนี้

ถ่านแกลบและถ่านซีเลื่อยที่ใช้ทดสอบมีขนาดเล็กกว่า 2 มม. มีค่าเฉลี่ยความชื้นปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนเสถียร และปริมาณซีเถ้า เป็นร้อยละตามลำดับดังนี้ ถ่านแกลบ 6.5, 13.0, 44.0 และ 42.9 และถ่านซีเลื่อย (จากซีเลื่อยไม้สัก) 7.3, 26.9, 67.0 และ 5.9 ส่วนค่าความร้อนของสันดาปของถ่านแกลบและถ่านซีเลื่อยเป็น 3294 และ 6602 กิโลจูลต่อกรัมตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยความชื้นก่อนการทดสอบเป็นร้อยละของถ่านแกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนอยู่ระหว่าง 1.3 ถึง 6.2 และ 3.8 ถึง 5.9 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยความแน่นของถ่านแกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนอยู่ระหว่าง 0.36 ถึง 0.56 และ 0.37 ถึง 0.53 ก.ต่อลบ.ซม. ตามลำดับ

ความทนต่อค้อนน้ำหนัก 500 ก. หล่นใส่ จากการทดสอบความสามารถรับแรงกระแทก ซึ่งวัดเป็นความสูงเฉลี่ยของถ่านแกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนอยู่ระหว่าง 6.4 ถึง 32.0 ซม. และ 15.8 ถึง 50.8 ซม. ตามลำดับ ถ่านซีเลื่อยอัดก้อนสามารถทนต่อแรงกระแทกของค้อนน้ำหนักได้ดีกว่าถ่านแกลบอัดก้อน อย่างไรก็ตามถ่านอัดก้อนที่ผลิตจากผงถ่านชนิดเดียวกัน ความสามารถในการรับแรงกระแทกขึ้นอยู่กับปริมาณแป้งที่ใช้และความแน่นของถ่านอัดก้อนเอง

จากการประเมินค่าทางเคมีของถ่านแกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนพบว่า ปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนเสถียร และปริมาณซีเถ้ามีค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ

ตามลำดับดังนี้ 18.3, 38.4 และ 43.3 สำหรับถ่านแกลบ และ 26.3, 67.8 และ 5.8 สำหรับถ่านซีเลื่อย อย่างไรก็ตามคุณสมบัติต่าง ๆ จากการประเมินค่าทางเคมีนี้จะแตกต่างกันไม่มากนัก และแปรผันไปตามปริมาณแป้งที่ใช้ในแต่ละสถานะของถ่านอัดก้อน

ค่าความร้อนของสันดาปเฉลี่ยของถ่านแกลบและถ่านซีเลื่อยอัดก้อนมีค่าเป็น 2813 และ 6654 กิโลจูลต่อกรัม ตามลำดับ เช่นเดียวกับการประเมินค่าทางเคมีค่าความร้อนของสันดาปในถ่านแต่ละชนิดแปรผันเล็กน้อยไปตามปริมาณแป้งที่ใช้ เป็นที่น่าสังเกตว่าค่าความร้อนของสันดาปของถ่านแกลบอัดก้อนต่ำ เนื่องจากปริมาณซีเถ้าของถ่านแกลบมีมากและค่าความร้อนนี้จะต่ำกว่าถ่านไม้ปกติ 2.5 – 3 เท่าตัว

ผลจากการทดสอบค้อนน้ำเช่นเวลาที่เกิดควัน เวลาที่ใช้ค้อนน้ำเดือด ความสามารถในการระเหยน้ำ และประสิทธิภาพในการใช้งาน เป็นการวัดความเหมาะสมของถ่านอัดก้อนที่ผลิตขึ้น พบว่าถ่านแกลบอัดก้อนไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนเช่นใช้เวลาค้อนให้เดือดนานเป็นสองเท่าของถ่านไม้ปกติและระเหยน้ำได้น้อย ส่วนถ่านซีเลื่อยอัดก้อนนั้นมีคุณสมบัติต่าง ๆ จากการทดสอบค้อนน้ำใกล้เคียงกับถ่านไม้ธรรมชาติ

คำขอบคุณ

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2530 ภายใต้รหัสโครงการ ว-ว 7.30 โครงการนี้สำเร็จลงได้โดยการช่วยเหลือของบุคคลดังต่อไปนี้ คุณนิคม แผลมสัก และคุณวรชาติ สุทธิกษณะ ช่วยเตรียมถ่านซีเลื่อยและถ่านแกลบ คุณชาคริต แพวัฒน์เลิศ และคุณทรงกรด จารุสมบัติ ช่วยในการอัดก้อนถ่านซีเลื่อยและถ่านแกลบและทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนทั้งสอง

เอกสารอ้างอิง

- พรรณิย์ กิตติรัตนไกร. 2529. ปฏิกริยาไพโรไลซิสของไม้ยูคาลิปต์ พันธุ์คามาลูเลนซิส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ปรีชา เกียรติกระจาย. 2531. การผลิตถ่านด้วยเตาถ่าน. วารสารวนศาสตร์ 7(1) : 1 - 17.
- _____. 2532. การผลิตถ่านจากไม้เลื้อยและเถา. รายงานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2530.
- Estudillo, C.P. 1986. Simple technology for the production of charcoal briquettes from sawdust and rice hull. Proceedings of Regional Training Workshop on Energy From Biomass, 3 - 7 March 1986, Bangkok.
- Estudillo, C.P. J.M. San Luis and E.C. Amio. 1978. Charcoal briquettes from coconut trunk. NSBD Technology Journal III(3) : 60 - 65.
- RFD. 1984. Charcoal production improvement for rural development in Thailand. A Final report to the NEA and USAID. Funny Press, Bangkok.