

การผลิตถ่านอัดก้อนจากกิ่งไม้ต่างถิ่นสี่ชนิด

CHARCOAL BRIQUETTE PRODUCTION

FROM TWIGS OF FOUR EXOTIC TREE SPECIES

ปรีชา เกียรติกระจาย¹

Preecha Kiatgrajai

ABSTRACT

Charcoal briquettes were made from branches and twigs of ten years old exotic tree species planted at Angkhang Highland Reforestation Project, Chiangmai Province. They are *Acacia confusa*, *Cinnamomum camphora*, *Fraxinus griffithii* and *Liquidambar formosana*. The experiment was carried on as follows: proximate analyses of raw material, carbonized at 450°C, analyses of charcoal and charcoal briquette. The results were revealed as follows.

The average properties of wood and charcoal from all species were : volatile matter contents 81.0-87.8% and 18.8-23.7%, fixed carbon contents 11.9-17.2% and 66.8-76.4%, ash contents 0.54-2.41% and 2.01-9.53%, and heat of combustion 4,416-4,746 cal/g and 6,561-7,473 cal/g, respectively.

Average charcoal yield was 28.9-31.8%. The charcoal from each species was ground to pass 5x5 mm screen, mixed with 7.5% tapioca starch, compressed in a mold and seasoned to reduce moisture content below 10% before determining physical, mechanical and energy properties.

The average physical and mechanical properties of all charcoal briquettes were: diameter 3.19-3.22 cm, length 4.99-6.05 cm, bone dry weight 12.5-19.1 g, density 0.306-0.465 g/cc, number of drops of briquette into concrete floor at 1.0 m height 1.7-6.8, and height of 1.6 kg-weight of vertical impact test 2.9-7.3 cm.

The water boiling test of all charcoal briquettes confirmed that no smoke was observed when ignited. The time required to boil 3.7 litre of water was 14.3-20.5 minutes and heat utilization efficiency of all tests was 27.6-32.0%.

บทคัดย่อ

การทำถ่านอัดก้อนจากกิ่งไม้ต่างถิ่น อายุประมาณ 10 ปี ซึ่งปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ คือ *Acacia confusa*, *Cinnamomum camphora*, *Fraxinus griffithii* และ *Liquidambar formosana* โดยศึกษาตามลำดับ คือ ประเมินสมบัติของวัตถุดิบ อบกิ่งไม้เป็นถ่านที่ 450 องศาเซลเซียส ประเมินสมบัติของถ่านผงและถ่านอัดก้อน ได้ผลการศึกษาโดยสรุปดังนี้

ค่าเฉลี่ยของสมบัติด้านพลังงานของกิ่งและผงถ่านจากพืชทั้งสี่ชนิดตามลำดับ คือ ปริมาณสารระเหยร้อยละ 81.0-87.5 และ 18.8-23.7 ปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 11.9-17.2 และ 66.8-76.4 ปริมาณขี้เถ้าร้อยละ 0.54-2.41 และ 2.01-9.53 และค่าความร้อนของสันดาป 4,416-4,746 และ 6,561-7,473 กิโลจูลต่อกรัม ได้ผลผลิตเฉลี่ยของถ่านที่ร้อยละ 28.9-31.8

¹ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

จากการทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติเชิงกลของถ่านอัดก้อนที่ผสมแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 7.5 สรุปได้ดังนี้ เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.19-3.22 เซนติเมตร ความยาว 4.99-6.05 เซนติเมตร น้ำหนักอบแห้งของถ่านแต่ละก้อน 12.5-19.1 กรัม ความแน่น 0.306-0.465 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความคงทนของถ่านที่หล่นสู่พื้นคอนกรีตสูง 1.0 เมตรได้ 1.7-6.8 ครั้ง ความคงทนของถ่านที่สามารถรับแรงกระแทกของค้อนน้ำหนักขนาด 1.6 กิโลกรัม ที่ความสูงเฉลี่ย 2.9-7.3 เซนติเมตร

ในการทดสอบการต้มน้ำของถ่านอัดก้อนพบว่าถ่านอัดก้อนที่ผลิตขึ้นไม่มีควัน สามารถต้มน้ำ 3.7 ลิตร ให้เดือดในเวลา 14.3-20.5 นาที และให้ประสิทธิภาพในการใช้งานเฉลี่ยร้อยละ 27.6-32.0

คำนำ

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งในการพัฒนาประเทศ พลังงานมีหลายรูปแบบแต่ละรูปแบบจะมีบทบาทต่างกันออกไปตามสมัยและความต้องการของผู้บริโภค ถ่านไม้เคยเป็นพลังงานที่สำคัญในอดีตได้ลดความสำคัญลงในปัจจุบันเนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น ความสะดวกในการใช้งาน ราคาและปริมาณที่จะสนองความต้องการของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการใช้ถ่านในการประกอบอาหารได้เปลี่ยนจากการหุงต้มเป็นการปิ้งและย่างอาหารสำหรับผู้ประกอบการหรือร้านค้าต่าง ๆ

การผลิตถ่านในอดีตได้จากไม้ที่อยู่ในป่าธรรมชาติ เนื่องจากป่าธรรมชาติถูกทำลายลงไปมากทำให้การผลิตถ่านจากลำต้นหรือกิ่งขนาดใหญ่ถูกจำกัดลง การผลิตถ่านจากไม้ที่ได้จากสวนป่าคงเกิดขึ้นได้ยาก เนื่องจากวิธีการและผลตอบแทนจากการผลิตถ่านคุ้มทุนน้อยกว่าการนำไม้ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นจะเหลือกิ่งไม้ขนาดเล็กเท่านั้น ที่สามารถนำมาใช้ผลิตถ่านได้ จากการศึกษาการผลิตถ่านอัดก้อนจากส่วนต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัส พบว่ากิ่งที่มีขนาดตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไปสามารถนำมาทำถ่านอัดก้อนโดยอบกิ่งไม้เป็นถ่าน

ที่อุณหภูมิ 400-500 องศาเซลเซียส แล้วผสมถ่านด้วยแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 7 จะได้ถ่านอัดก้อนที่มีสมบัติใกล้เคียงกับถ่านไม้ สามารถนำมาประกอบอาหาร เช่น การต้ม ปิ้ง และย่างได้เป็นอย่างดี (ปรีชา และ คณะ 2537)

จุดประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อศึกษาการนำกิ่งไม้ที่ปลูกบนที่ราบสูง มาทำเป็นถ่านอัดก้อนแล้วหาคุณสมบัติของถ่านดังกล่าวถึงความเหมาะสมในการใช้งาน

อุปกรณ์และวิธีการ

ชนิดและขนาดของวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ทดลองในครั้งนี้ เป็นกิ่งไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด ซึ่งปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ท้องที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยโครงการปลูกป่าบนที่สูง (ป่าไม้ได้หวน) ของมูลนิธิโครงการหลวง อายุประมาณ 10 ปี ชนิดไม้ขนาดของกิ่ง และค้ำยอ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ACS = Small twigs of *Acacia confusa*
(0 < 40 mm)
- ACL = Large twigs of *Acacia confusa*
(0 > 40 mm)
- CC = *Cinnamomum camphora*
- FG = *Fraxinus griffithii*
- LF = *Liquidambar formosana*

การเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์

แยกกิ่งไม้ที่ได้จากพืชทั้งหมดตามชนิด และขนาดของกิ่งออกเป็น 5 การกระทำ คือ ACS, ACL, CC, FG และ LF ซึ่งน้ำหนักและสุ่มตัวอย่างมาตั้งแต่ 10-20 กิ่ง ตามขนาดของกิ่งในแต่ละการกระทำตัดแวนหนา 3-6 เซนติเมตร ที่กลางท่อนเพื่อนำไปหาความชื้นโดยวิธีแห้งคำนวณหาความชื้นและน้ำหนักอบแห้งของแต่ละการกระทำ

กิ่งไม้ที่เหลือให้ตัดเป็นท่อนยาว 30 เซนติเมตร กิ่งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 3 เซนติเมตร ให้ผ่าตามยาวเพื่อลดขนาดลง นำกิ่งไม้ที่ได้ไปผึ่งประมาณ 30 วัน เพื่อลดความชื้นลงในสภาวะที่เหมาะสม เมื่อครบกำหนดเลือกตัวอย่างกิ่งมาตัดแวนเพื่อหาความชื้นโดยวิธีอบแห้ง คำนวณหาความชื้นและน้ำหนักอบแห้งตามวิธีที่รายงานโดยปรีชา และคณะ (2537) ต่อไป ซึ่งตัวอย่างไม้ที่เหลือใส่ถุงพลาสติกถุงละ 2.3 กิโลกรัม แล้วนำไปอบเป็นถ่านในเตาเผาไฟฟ้าต่อไป

นำแวนตัวอย่างที่หาความชื้น มาตัดเป็นกากบาททางด้านหน้าตัดที่มีความกว้างแต่ละด้านประมาณ 1 เซนติเมตร ผ่าชิ้นส่วนให้มีขนาดเท่ากันไม่ขีด นำไปบดด้วยเครื่องบดละเอียดชนิด Wiley Mill เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์หาสมบัติทางพลังงานของวัสดุดิบ เช่น ความชื้น (moisture content) ปริมาณสารระเหย (volatile matter content), ปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon content), ปริมาณขี้เถ้า (ash content) และค่าความร้อนของสันดาป (heat of combustion content) ตามวิธี ASTM D 1726-64 และ 3287-78 และ ทรศณีย์ และปรีชา (2529)

การอบไม้เป็นถ่านและการวิเคราะห์

นำไม้ตัวอย่างที่เตรียมใส่ถุงพลาสติกแต่ละถุงบรรจุลงใบกะบะเหล็กสี่เหลี่ยมขนาด 10 x 20 x 30 เซนติเมตร ปิดฝากะบะเหล็ก แล้วนำเข้าอบในเตาเผาไฟฟ้าที่ตั้งอุณหภูมิที่ 450 องศาเซลเซียส โดยที่ขณะอบให้เปิดแก๊สไนโตรเจนอย่างเบา ตลอดเวลาทำการอบไม้จนกระทั่งควันหมดซึ่งแสดงว่าไม้กลายเป็นถ่าน จากนั้นอบต่ออีก 5 นาที นำถ่านออกมาชั่งขณะร้อน เพื่อนำไปคำนวณหามวลที่เหลือ (residual mass) หรือผลผลิตถ่าน (charcoal yield) ที่ได้ต่อไป เมื่อชั่งน้ำหนักแล้วเทถ่านลงน้ำเพื่อดับไฟ แล้วช้อนถ่านใส่ตะแกรงขนาด 2 x 2 มิลลิเมตร นำถ่านไปตากแดดจนแห้งสนิท รวมถ่านที่ได้ในแต่ละการกระทำ นำไปบดเป็นผงด้วยเครื่องบดชนิด hammer mill ผ่านตะแกรงขนาด 5 x 5 มิลลิเมตร สุ่มตัวอย่างผงถ่านที่ได้ประมาณ 100 กรัม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาสมบัติทางพลังงานของผงถ่านเช่นเดียวกับวิธีการวิเคราะห์หาสมบัติทางพลังงานของวัสดุดิบ

ผงถ่านที่เหลือ ซึ่งใส่ถุงพลาสติกถุงละ 3.3 กิโลกรัม เพื่อนำไปผสมกับแป้งมันสำปะหลังและอัดเป็นก้อนต่อไป

การอัดก้อนถ่านและทดสอบสมบัติของถ่านอัดก้อน

การผสมและอัดก้อนถ่าน ทำโดยใช้แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 7 โดยเตรียมแป้งเสียก่อนแล้วจึงผสมกับผงถ่าน เมื่อผสมเสร็จแล้วให้มีเนื้อของแข็งระหว่างร้อยละ 45-55 นำผงถ่านที่ผสมแล้วไปอัดเป็นก้อนรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ยาว 4.5 เซนติเมตร ตามวิธี

การเตรียมถ่านอัดก้อนของปรีชา และคณะ (2537) ฝั่ถ่านอัดก้อนไม่น้อยกว่า 7 วัน เพื่อให้ความชื้นลดลงต่ำกว่าร้อยละ 10 แล้ว จึงสูบลวอย่างกอนถ่านของแต่ละชนิดพีชมาวิเคราะห์หาสมบัติทางฟิสิกส์ ทางกลและการใช้งานดังนี้

- (1) ตัวอย่างถ่านอัด 20 ก้อน ใช้หาความชื้นวัดขนาด และคำนวณหาความความแน่น
- (2) ตัวอย่างถ่านอัด 10 ก้อน ใช้วัดความสูงในการรับแรงกระแทกในแนวตั้งของค้อนน้ำหนัก 1.6 กิโลกรัม
- (3) ตัวอย่างถ่านอัด 10 ก้อน ใช้วัดจำนวนครั้งที่ถ่านหล่นสู่พื้นคอนกรีตสูง 1.0 เมตร ก่อนที่ถ่านถ่านแยกจากกัน
- (4) ตัวอย่างถ่านอัดก้อนตัวอย่างละ 400 กรัม จำนวน 4 ตัวอย่าง ใช้ทดสอบประสิทธิภาพในการต้มต้มน้ำ

รายละเอียดของวิธีการทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ ทางกล และการใช้งานทั้ง 4 รายการ ทำตามรายงานของปรีชา (2532) และ ปรีชาและคณะ (2537)

ผลและวิจารณ์ผล

ข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุดิบ ผลผลิตของถ่านที่ได้ และสมบัติที่เกี่ยวข้องกับพลังงานของวัตถุดิบ และผงถ่านที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ของกิ่งไม้ทั้ง 4 ชนิด แสดงรายละเอียดได้ดังในตารางที่ 1

วัตถุดิบ

น้ำหนักสดของพีชแต่ละชนิดที่ได้รับมีปริมาณตั้งแต่ 13-49 กิโลกรัม ซึ่งมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 44-62 ตามชนิดและขนาดของกิ่งดังราย

ละเอียดในตารางที่ 1 เมื่อตัดกิ่งของพีชให้มีความยาว 30 เซนติเมตร และผ่าให้มีขนาดหน้าต่ำกว่า 3 เซนติเมตร ฝั่เป็นเวลา 30 วัน ความชื้นเฉลี่ยของพีชลดลงเหลือร้อยละ 12-14 ซึ่งมีค่าความแปรปรวนของความชื้นเมื่อฝั่แห้ง (σ_n-1) ของแต่ละชนิดอยู่ระหว่าง 0.01-0.05 ยกเว้นกิ่งของ *Liquidambar formosana* ซึ่งมีค่าความชื้นของกิ่งที่ฝั่แห้งสูงถึงร้อยละ 18.8 และค่าความแปรปรวนสูงถึง 0.135

ผลผลิตถ่านและสมบัติ

กิ่งไม้ของพีชแต่ละชนิดเมื่ออบเป็นถ่านที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เมื่อหมดควัน น้ำหนักจะหายไปประมาณ ร้อยละ 70 ของน้ำหนักกิ่งไม้อบแห้ง ผลผลิตถ่านที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 30.1 ที่ค่าความแปรปรวนระหว่างชนิดของพีช (σ_n) 0.04 ดังที่แสดงในตารางที่ 1 กิ่งเล็กจากไม้ ACS ให้ผลผลิตถ่านต่ำสุด กิ่งจากไม้ LF ให้ผลผลิตถ่านสูงสุด อย่างไรก็ตามผลผลิตถ่านจากไม้ทั้งสองชนิดแตกต่างกันเพียงร้อยละ 2.9

การวิเคราะห์สมบัติด้านพลังงานของกิ่งไม้ และผงถ่านที่ได้จากการทดลองเช่น ความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณซีเต่า และค่าความร้อนของสันดาปของพีชทั้งสี่ชนิดแตกต่างกันไม่มากนัก ส่วนใหญ่มีค่าความแปรปรวนต่ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ยของความชื้นจากผงไม้และผงถ่านมีค่าเป็นร้อยละ 7.59 และ 6.52 ตามลำดับ ผงไม้มีความชื้นร้อยละ 5.16-10.7 ส่วนผงถ่านมีความชื้นร้อยละ 5.55-8..25

	ACS	ACL	CC	FG	LF	Average
Green weight, kg as received	20.0	49.2	13.0	20.0	17.3	-
Moisture content, % as received	52.3	56.1	62.1	43.8	53.0	53.5
, % after seasoned	13.0	12.4	14.0	12.9	18.8	14.2
Charcoal yield, %	28.9	29.6	31.3	29.0	31.8	30.1
Proximate analyses:						
Moisture content (%) : wood	5.16	5.82	10.70	9.52	6.73	7.51
charcoal	8.25	6.51	5.55	6.61	5.67	6.52
Volatile matter content (%) : wood	83.9	87.5	81.0	82.4	82.5	83.5
charcoal	18.8	23.1	19.9	23.7	21.5	21.4
Fixed carbon content (%) : wood	14.6	11.9	17.2	15.8	15.1	14.9
charcoal	76.4	75.0	74.1	66.8	70.9	72.6
Ash content (%) : wood	1.56	0.54	1.79	1.27	2.41	1.51
charcoal	4.81	2.01	6.05	9.53	7.57	5.99
Heat of combustion (cal/g) : wood	4,580	4,558	4,746	4,580	4,416	4,576
charcoal	7,232	7,473	7,136	6,561	6,697	7,020

จากค่าเฉลี่ยของผลผลิตถ่าน ปริมาณสาร
ระเหย ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณซีเถ้าและค่า

ความร้อนของสันดาป จากพืชทั้งสี่ชนิดพบว่ามีความใกล้เคียงกับถ่านไม้ยูคาลิป ที่อบที่อุณหภูมิระหว่าง 400-5000 องศาเซลเซียส (ทรศนีย์ และ ปรีชา 2529, ปรีชา และคณะ 2537)

สมบัติของถ่านอัดก้อน

การทดสอบสมบัติของถ่านอัดก้อนที่ผึ่งแห้งดีแล้วทำได้ 3 อย่างคือ สมบัติทางฟิสิกส์ ได้แก่ ความชื้น น้ำหนักอบแห้ง ขนาด และความแน่น สมบัติทางกล ได้แก่ การนับจำนวนครั้งของก้อนถ่านที่ทิ้งสู่พื้นคอนกรีตในระดับความสูง 1.0 เมตร และความคงทนต่อแรงกระแทกในแนวตั้งของค้อนน้ำหนัก 1.6 กิโลกรัม ที่ระดับความสูงต่างๆ และสมบัติการใช้งานด้านพลังงานได้แก่ การทดสอบต้มน้ำด้วยเตาถ่าน กปม-1 โดยวัดเวลาที่ต้มน้ำเดือดและประสิทธิภาพในการใช้งาน ซึ่งได้สรุปเฉลี่ยของถ่านอัดก้อนจากพืชแต่ละชนิดตามสมบัติเฉลี่ยจากถ่านอัดตัวอย่าง 10 ก้อน ดังตารางที่ 2

สมบัติทางฟิสิกส์ของถ่านอัดก้อน

ขนาดของถ่านอัดก้อนที่วัดคือเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวเฉลี่ยมีค่าระหว่าง 3.19-3.22 เซนติเมตร และ 4.99-6.05 เซนติเมตร ตามลำดับ ความแปรปรวน (σ^2) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อนและความยาวภายในแต่ละชนิดของพืชมีค่าต่ำกว่า 0.009 และ 0.06 ตามลำดับ ถึงอย่างไรก็ตามความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของถ่านอัดก้อนระหว่างชนิดของพืชมีค่า 0.0036 และ 0.08 ซึ่งสูงกว่าความแปรปรวนภายในชนิดของพืชไม่มากนัก

ความชื้นเฉลี่ยของถ่านอัดก้อนตามชนิดของพืชที่ผึ่งแห้งดีแล้วมีค่าระหว่างร้อยละ 5.42-7.64 ซึ่งมีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นของถ่านอัดก้อนในแต่ละชนิดของพืชมีค่าความแปรปรวนระหว่าง 0.001-0.085

น้ำหนักอบแห้งของถ่านอัดก้อนเฉลี่ยตามชนิดของพืชมีค่าระหว่าง 12.5-19.1 กรัม ซึ่งมีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามความแปรปรวนของน้ำหนักอบแห้งภายในแต่ละชนิดของพืชมีค่าระหว่าง 0.001-0.052 ซึ่งนับว่าเป็นค่าที่ต่ำ

ความแน่นของถ่านอัดก้อนเฉลี่ยตามชนิดของพืชมีค่าระหว่าง 0.306-0.456 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามความแปรปรวนของค่าความแน่นในแต่ละชนิดพืชมีค่าต่ำกว่า 0.03 ยกเว้น ความแปรปรวนของความแน่นจากถ่านอัดก้อนจากตัวอย่าง CC มีค่าสูงกว่าชนิดอื่นประมาณ 10 เท่า ค่าความแน่นเฉลี่ยของถ่านอัดก้อนจากพืชชนิดต่างๆ ที่ทดสอบในครั้งนี้ มีค่าความแน่นเฉลี่ยของถ่านอัดก้อนจากพืชชนิดต่างๆ ต่ำกว่าถ่านอัดก้อนที่ผลิตจากส่วนต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.46-0.57 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

สมบัติเชิงกลของถ่านอัดก้อน

จุดประสงค์ในการทดสอบสมบัติเชิงกลของถ่านอัดก้อน เพื่อหาความคงทนต่อการแตกแยกของก้อนถ่านเนื่องจากการกระทบกันขณะทำการขนส่ง สำหรับการทดสอบถ่านไม้ใช้วิธีการทดสอบ Thumbling Test ตามมาตรฐานของประเทศไทย ซึ่งจะต้องใช้ถ่านเป็นจำนวนมาก ใส่

Table 2. Properties of charcoal briquettes from twigs of four exotic tree species

	ACS	ACL	CC	FG	LF	Average
Dimension						
Diameter, cm	3.22	3.21	3.22	3.20	3.19	3.21
Length, cm	6.05	5.91	5.03	5.45	4.99	5.49
Moisture content, %	7.64	6.76	5.40	5.86	6.21	6.38
Oven-dry weight, g	18.70	19.10	12.50	17.60	18.10	17.20
Density, g/cc	0.379	0.397	0.306	0.401	0.456	0.388
Number of drops of briquette into concrete floor at 1.0 m height	4.3	1.7	3.6	6.8	4.7	4.2
Height of 1.6 kg-weight of vertical impact test, cm	4.4	2.9	4.0	7.3	4.6	4.6
Water boiling test using 3.7 litre of water	16.0	14.3	20.5	17.0	16.0	16.8
Time required to boil, min						
Heat utilization efficiency, %	29.4	30.3	27.6	30.5	32.0	30.0

Note : Abbreviations see text

ในถึงที่หมดเวลา แล้วหาปริมาณการปนของถ่าน สำหรับถ่านอัดก้อนที่ทดสอบในครั้งนี้มีจำนวนน้อย ได้ทดสอบสองวิธีคือ ความคงทนในการรับแรงกระแทกของตุ้มน้ำหนัก 1.6 กิโลกรัม หล่นสู่ถ่านในแนวดิ่งโดยวัดค่าเป็นความสูงของตุ้มน้ำหนัก ที่ทำให้ถ่านแตก (height of 1.6 kg weight, vertical impact test) และความคงทนในการหล่นสู่พื้นคอนกรีตที่ระดับความสูง 1.0 เมตร โดยนับจำนวนครั้งที่ถ่านแตก (number of drops of a charcoal briquette into concrete floor at 1.0 m height) ได้ผลการทดลองสมบัติเชิงกลดังรายงานในตารางที่ 2 และสรุปได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งของถ่านอัดที่หล่นสู่พื้นคอนกรีตที่ระดับความสูง 1.0 เมตรของพืชแต่ละชนิดมีค่าระหว่าง 1.7-6.7 ครั้ง ความแปรปรวนทั้งภายในแต่ละชนิดและระหว่างชนิดพืชมีค่าสูงมากคือ ตั้งแต่ 0.4 ถึงมากกว่า 0.8 จะ

เห็นว่าความคงทนต่อการหล่นสู่พื้นคอนกรีต ของถ่านอัดก้อนจากพืชเหล่านี้ มีค่าต่ำกว่าถ่านอัดก้อนจากไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งสามารถหล่นสู่พื้นโดยไม่แตกเกินกว่า 20 ครั้ง สูงกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนถ่านที่ทดสอบ (ปรีชา และคณะ 2537)

ค่าเฉลี่ยของความสูงของตุ้มน้ำหนักที่หล่นสู่ถ่านแล้วทำให้ถ่านแตกของแต่ละชนิดพืชมีค่าตั้งแต่ 2.9-7.3 เซนติเมตร ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยระหว่างชนิดพืชมีค่าสูงกว่า 0.3 จะเห็นว่าสมบัติเชิงกลในการรับแรงกระแทกของตุ้มน้ำหนักของถ่านอัดจากพืชเหล่านี้ จะมีค่าต่ำกว่าถ่านอัดจากส่วนต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งความสูงของตุ้มน้ำหนักจะอยู่ระหว่าง 7.1-10.0 เซนติเมตร (ปรีชา และคณะ 2537)

การทดสอบตม้น้ำ

การทดสอบการใช้งานโดยการตม้น้ำของ

ถ่านอัดก้อนจากพืชทั้ง 4 ชนิด ทำการทดสอบ ชนิดละ 4 ครั้ง ตามวิธีการที่กำหนดโดยพลังงาน แห่งชาติและกรมป่าไม้ พบว่าถ่านอัดก้อนที่ ทดสอบในครั้งนี้ไม่มีควัน ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ ต้มน้ำจนเดือด (time required to boil) ของพืชแต่ละชนิดอยู่ระหว่าง 14.3-20.5 นาที และค่าเฉลี่ย ของประสิทธิภาพการใช้งาน (heat utilization) ของถ่านอัดก้อนจากพืชแต่ละชนิดมีค่าระหว่าง ร้อยละ 27.6-32.0 เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านอัด ก้อนต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัส พบว่าค่าเฉลี่ยทั้ง สองใกล้เคียงกันยกเว้น ถ่านอัดก้อนจากเปลือก ของไม้ยูคาลิปตัสจะใช้เวลาในการต้มน้ำเดือดนาน กว่าและให้ค่าประสิทธิภาพในการใช้งานต่ำกว่า (ปรีชา และคณะ 2537)

สรุปผล

จากการศึกษาเบื้องต้นถึงการผลิตถ่านอัดก้อน จากกิ่งของพืชที่ปลูกบนคอกอย่างาง 4 ชนิด แต่ละชนิดมีอายุประมาณ 10 ปี สรุปผลการทดลอง ได้ดังนี้คือ

1. ชนิดของไม้ที่ปลูกคือ *Acacia confusa*, *Cinnamomum camphora*, *Fraxinus griffithii* และ *Liquidambar formosana* เมื่อรับกิ่งไม้มีน้ำหนัก สดระหว่าง 13-49 กิโลกรัม ที่ความชื้นร้อยละ 44-62 หลังจากตัดกิ่งให้ยาว 30 เซนติเมตร และความ หนาไม่เกิน 3 เซนติเมตร ไม้ผึ่งแล้วมีความชื้น ระหว่างร้อยละ 12.4-18.3

2. จากการวิเคราะห์เพื่อประเมินค่าทางเคมี ของกิ่งไม้พบว่ากิ่งไม้จากพืชทั้งสี่ชนิด พบว่ามี ปริมาณสารระเหยร้อยละ 81.0-87.5 ปริมาณ คาร์บอนคงตัวร้อยละ 11.9-17.2 ปริมาณเข้เถ้าร้อยละ

0.54-2.41 และปริมาณความร้อนของถ่านคาป 4,416-4,746 กิโลจูลต่อกรัม

3. ผลผลิตถ่านจากการอบกิ่งไม้ของพืชทั้งสี่ ชนิดที่ 450 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยระหว่างร้อยละ 28.9-31.8 พงถ่านดังกล่าวมี ปริมาณสารระเหย ร้อยละ 18.8-23.7 ปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 66.8-76.4 ปริมาณเข้เถ้าร้อยละ 2.01-9.53 และค่า ความร้อนของถ่านคาป 6,561-7,473 กิโลจูลต่อ กรัม

4. สมบัติทางฟิสิกส์ของถ่านอัดก้อนจากพืช ทั้งสี่ชนิด โดยใช้แบ่งมันสำปะหลังผสมลงไปร้อยละ 7.5 สรุปได้ดังนี้ ถ่านอัดก้อนของแต่ละชนิดพืช มีค่าเฉลี่ยคือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.19-3.22 เซนติเมตร ความยาว 4.99-6.05 เซนติเมตร น้ำหนักอบแห้งของแต่ละก้อน 12.5-19.1 กรัม ความแน่น 0.306-0.456 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร ความแปรปรวนของถ่านอัดก้อนจาก พืชแต่ละชนิดของสมบัติทางฟิสิกส์ แต่ละอย่างมี ค่าต่ำกว่า 0.05

5. สมบัติเชิงกลของถ่านอัดก้อนจากพืชทั้ง สี่ชนิดมีค่าเฉลี่ยคือ ความคงทนที่กอนถ่านหล่นสู่ พื้นคอนกรีตสูง 1.0 เมตร นับได้ 1.7-6.8 ครั้ง และความคงทนของถ่านที่สามารรถรับแรง กระแทกของตุ้มน้ำหนักขนาด 1.6 กิโลกรัม ที่ ความสูง 2.9-7.3 เซนติเมตร

6. ในการทดสอบการใช้งานโดยการต้มน้ำ พบว่าถ่านอัดก้อนที่ทดสอบทั้งหมดไม่มีควัน ค่า เฉลี่ยของเวลาที่ใช้ต้มน้ำให้เดือดเป็น 14.3-20.5 นาที และประสิทธิภาพในการใช้งานของถ่านมี ค่าเฉลี่ยร้อยละ 27.6-32.0

คำนิยม

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนจากมูลนิธิโครงการหลวง ผ่านทางโครงการปลูกป่าบนที่สูง ซึ่งมี ดร. บุญวงศ์ ไทยอุดมทรัพย์ เป็นหัวหน้าโครงการ โดยความร่วมมือจาก Forest Development Administration, VACRS คุณสมาน ณ ลำปาง ช่วยจัดกึ่งไม้ในการทดลอง คุณวินัย ปัญญาธิญะ และ คุณมาลี ภาณุภา ช่วยวิเคราะห์ค่าความร้อนของสันดาป สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรช่วยพิมพ์ต้นฉบับ ผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิ สถาบัน โครงการและผู้มีรายนาม ดังกล่าวข้างต้น

เอกสารอ้างอิง

- ทรงศรัณย์ กิตติรัตน์ตระกูล และ ปรีชา เกียรติกระจ่าย. 2529. ปฏิบัติการทำถ่านไม้ยูคาลิปตัสที่อุณหภูมิกองที่. ว. สنج. กก. วิจัย. 18 (2) : 53-77.
- ปรีชา เกียรติกระจ่าย. 2532. คุณสมบัติของถ่านอัดก้อนจากถ่านขี้เลื่อยและถ่านแกลบ. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย์.) 23 (4) : 385-395.
- ปรีชา เกียรติกระจ่าย, พิสิษฐ์ เหล่าไทย และสันต์ศักดิ์ แสงกุล. 2537. ถ่านอัดก้อนจากไม้ยูคาลิปตัส. รายงานวิจัยคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 24 น.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2536. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง แผน นโยบายและสถานภาพการวิจัยพลังงานทดแทน. วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2536, กรุงเทพฯ.