

ถ่านอัดก้อนจากไม้ยูคาลิปตัส

CHARCOAL BRIQUETTE FROM RIVER RED GUM

ปรีชา เกียรติกระจาย¹พิศิษฐ์ เหล่าไทย²สันต์ แสงกุล²

Preecha Kiatgrajai

Bhisist Laohathai

Suntud Sangkul

ABSTRACT

A preliminary study on charcoal briquettes of River Red Gum (*Eucalyptus camaldulensis*) was conducted by using materials taken from FIO Dankhantod Plantation in Nakhon Ratchasima. Materials used (trunk, large and small branches, twig, leaf and bark) were collected from 10 year-old plantations planted at a spacing of 2 x 8 m. All samples were carbonized in an electrical furnace at 450 °C. The charcoal was compressed to a cylindrical form of 3.2 x 4.5 cm using 7.6 % starch. It was found that charcoal yield from all parts of River Red Gum excluding bark was 28-29 %. The charcoal properties of large and small branches were similar to common wood charcoal available in the market. The charcoal from twig, leaf and bark contained a high content of ash and were considered unsuitable for cooking. The densities of charcoal briquette ranged between 0.45 and 0.55 g/cm³. Results showed that charcoal briquette when dropped onto a concrete floor and the impact of 1.6 kg weight were satisfactory.

Results also showed that the water boiling test indicated that all charcoal briquettes provided no smoke. The time taken to boil water was about 3 minutes longer than using mangrove charcoal and the heat utilization efficiency was 26-28 %.

The physical properties and heat utilization efficiency of bark charcoal was relatively low. It was suggested that the bark should not be added into any charcoal briquettes.

บทคัดย่อ

การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการผลิตถ่านอัดก้อนจากส่วนต่างๆของไม้ยูคาลิปตัสนี้ ได้ทำการศึกษาด้วยตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัส จากสวนป่าด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา อายุ 10 ปี ระยะปลูก 2 x 8 ม. โดยแยกตัวอย่างเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่งใหญ่ กิ่งเล็ก กิ่งติดใบ ใบ และเปลือก อบตัวอย่างที่ได้ในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 450 °C แล้วนำมาอัดเป็นก้อนทรงกระบอกขนาด 3.2 x 4.5 ซม. โดยใช้แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 7.6 ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตถ่านจากส่วนต่าง ๆ ยกเว้นเปลือกมีค่าร้อยละ 28-29 สมบัติของถ่านจากกิ่งใหญ่ และกิ่งเล็ก มีค่าใกล้เคียงกับถ่านไม้ที่จำหน่ายตามท้องตลาด ถ่านจากกิ่งติดใบ ใบ และเปลือกมีปริมาณขี้เถ้าสูงมาก และไม่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านสำหรับหุงต้ม ความหนาแน่นของถ่านอัดก้อนมีค่าระหว่าง 0.45-0.55 ก./ลบ.ซม. ความคงทนต่อการหล่นสู่พื้นคอนกรีตและแรงกระแทกของตุ้มน้ำหนัก 1.6 กก. ให้ผลน่าพอใจ

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการต้มน้ำพบว่า ถ่านอัดก้อนทุกชนิดไม่มีควัน ใช้เวลาดต้มน้ำให้เดือดนานกว่าถ่านไม้โกงกางประมาณ 3 นาที และให้ประสิทธิภาพในการต้มน้ำร้อยละ 26-28

¹ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กทม. 10903

² ฝ่ายวิชาการ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กทม. 10100

ถ่านจากเปลือกมีสมบัติทางฟิสิกส์และจากการทดสอบประสิทธิภาพในการค้มน้ำต่ำสุด จึงไม่ควรผสมเพิ่มเติมไปในการผลิตถ่านอัดก้อน

คำนำ

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาประเทศ และใช้เป็นเครื่องวัดความเจริญของประเทศได้ ในปี 2534 ประเทศไทยใช้พลังงานทั้งหมด 300 ล้านบาร์เรลของหน่วยพลังงานจากน้ำมันดิบ หรือคิดเป็นมูลค่าสูงกว่า 160,000 ล้านบาท พลังงานจำนวนนี้ส่วนใหญ่ได้จากน้ำมันดิบร้อยละ 48 และชีวมวลร้อยละ 27 น้ำมันดิบส่วนใหญ่ส่งเข้าประเทศในรูปของปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์เป็นมูลค่าสูงถึง 77,000 ล้านบาท พลังงานจากชีวมวลได้จากแหล่งที่สำคัญ ได้แก่ ไม้ฟัน ถ่าน ชานอ้อย และแกลบ

ถ่านเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้จากการแปรรูปชีวมวลจากไม้เป็นสำคัญ ในอดีตใช้ไม้จากป่าธรรมชาติ แหล่งไม้เหล่านี้ได้ถูกทำลายลงมาก และลดความสำคัญลง แหล่งไม้ที่นำมาผลิตถ่านในปัจจุบันเป็นไม้จากสวนป่า สวนผลไม้ ไม้จากหัวไร่ปลายนา และไม้จากสวนยางพารา ไม้จากสวนป่าเป็นไม้โครีว และจากสวนยางพาราจะเป็นไม้ขนาดเล็กที่เหลือจากนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นแล้ว ขนาดของไม้ที่นำมาผลิตถ่านจะค่อยๆ เล็กลงทุกที และในอนาคตอาจจะเหลือเพียงกิ่งขนาดเล็กและใบ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้เพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการผลิตถ่านอัดก้อนจากส่วนต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัส เกี่ยวกับสัดส่วนของชีวมวล และสมบัติของไม้ ถ่าน และถ่านอัดก้อน

วิธีการทดลอง

ข้อมูลเบื้องต้น

ไม้ยูคาลิปตัสที่ใช้ทดลองได้มาจากการลิดกิ่งต้นยูคาลิปตัส อายุ 10 ปี จำนวน 10 ต้น ที่ปลูกระยะ 2 x 8 ม. จากสวนป่าด้านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา แบ่งไม้ทั้งหมดออกเป็น 5 กลุ่มตัวอย่าง ตามส่วนต่าง ๆ ของต้นยูคาลิปตัส ดังต่อไปนี้ :

1. ลำต้น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 8 ซม.
2. กิ่งใหญ่ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-8 ซม.
3. กิ่งเล็ก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-3 ซม.
4. กิ่งคดใบและใบ
5. เปลือก

การประเมินน้ำหนักและการทำชิ้นไม้สับ

นำไม้แต่ละส่วนของต้นยูคาลิปตัสมาชั่งน้ำหนัก สุ่มตัวอย่าง ตัดแวนแล้วนำไปหาความชื้นโดยวิธีอบแห้ง

การเตรียมไม้เพื่อนำเข้าอบในเตาเผาไฟฟ้าให้เป็นถ่านที่อุณหภูมิต่าง ๆ มีวิธีการดังนี้ กิ่งขนาดใหญ่จะต้องผ่าตามยาวด้วยเลื่อยให้มีขนาดด้านหน้าตัดเล็กกว่า 3 x 3 ซม. แล้วนำไปทำชิ้นไม้สับด้วยเครื่องทำชิ้นไม้สับ กิ่งขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 3 ซม. ตัดให้มีมีความยาวไม่เกิน 30 ซม. เพื่อความสะดวกในการใส่ไม้ในกะบะเหล็กผึ่งชิ้นไม้สับแต่ละส่วนต่างๆ แยกกันให้มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 15 ผสมไม้ที่เตรียมของแต่ละส่วน

ให้เข้ากันเป็นอย่างดี สุ่มตัวอย่างไปหาความชื้นโดยวิธีอบแห้งอย่างน้อย 6 ตัวอย่าง ค่อกองไม้ แล้วชั่งไม้ใส่ถุงพลาสติกถุงละ 1,200 กรัม จนหมด เพื่อใช้อบไม้เป็นถ่านด้วยเตาเผาไฟฟ้าแต่ละครั้ง จากค่าความชื้นคำนวณหาน้ำหนักแห้งจากส่วนต่างๆ ของลำต้นและน้ำหนักอบแห้งของไม้ในถุงพลาสติกแต่ละถุง

การวิเคราะห์สมบัติของวัตถุดิบในด้านพลังงาน

นำตัวอย่างที่ได้จากการหาความชื้นโดยวิธีอบแห้งตามข้อ 2 มาสับให้มีขนาดเท่ากันไม้ขีด แล้วบดเป็นผงละเอียดด้วยเครื่อง Wiley mill โดยใช้ตะแกรงขนาด 1 x 1 มม. นำผงละเอียดจากแต่ละส่วนของไม้ยูคาลิปตัสไปวิเคราะห์หาสมบัติของวัตถุดิบด้านพลังงาน คือ ปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon content) ปริมาณสารระเหย (volatile matter content) ปริมาณขี้เถ้า (ash content) และค่าความร้อนของการสันดาป (heat of combustion) ตามวิธีการของ ASTM D 1726-64 และ 3287-77 และจากรายงานของทรศนิย (2529) และปรีชา และคณะ (2536)

การหาผลผลิตของถ่าน

เทชิ้นไม้สับที่เตรียมได้ใส่ถุงพลาสติกลงในกะละมังเหล็ก ขนาด 10 x 20 x 30 ซม. แล้วปิดฝาตัวอย่างเข้าอบในเตาเผาไฟฟ้าที่ได้ตั้งอุณหภูมิตั้งแต่ 400°-600° C ตามที่กำหนดของแต่ละตัวอย่างดังนี้

1. ชิ้นไม้สับจากกิ่งขนาดใหญ่ (๑3-8 ซม.) ตั้งอุณหภูมิสูงสุดที่ 400°, 450°, 500°, 550°, และ 600° C

2. ชิ้นไม้สับจากส่วนอื่นๆ ตั้งอุณหภูมิสูงสุดที่ 450° C

ขณะทำการอบตัวอย่างในเตาเผาไฟฟ้าถ้าพบเปลวไฟในเตาให้ใช้ก๊าซไนโตรเจน ผ่านเข้าไปในเตาจนเปลวไฟดับ อบถ่านจนวันหมด และอบต่อไปอีก 15 นาที นำตัวอย่างออกมาชั่งพร้อมกะละมังเหล็กทันที แล้วดับถ่านโดยเทตัวอย่างลงในน้ำ ชั่งน้ำหนักของกะละมังเหล็ก คำนวณหาผลผลิตของถ่านดังนี้

$$\text{ผลผลิตถ่าน, \%} = \frac{\text{น้ำหนักของถ่านอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักของไม้อบแห้ง}} \times 100$$

ค่าเฉลี่ยของผลผลิตถ่านที่อุณหภูมิ 450 °C จากส่วนต่าง ๆ เฉลี่ยจากการทดลอง 10 ครั้ง ส่วนค่าเฉลี่ยจากกิ่งใหญ่ที่อุณหภูมิต่าง ๆ เฉลี่ยจากการทดลองอุณหภูมิละ 4 ครั้ง

สมบัติของถ่านผง

เทถ่านที่ดับไฟแล้วใส่ตะแกรง ขนาด 2 x 2 มม. เพื่อแยกน้ำออก นำถ่านที่ได้ไปส่งให้แห้งที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 นำถ่านที่ได้ไปทำเป็นผงด้วยเครื่องทุบ (hammer mill) โดยผ่านตะแกรงขนาด 5 x 5 มม. จากนั้นคลุกผงถ่านให้เข้ากันแล้วสุ่มตัวอย่างผงถ่านมา 400 กรัม นำผงถ่านไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 1 x 1 มม. แล้วนำผงถ่านไปวิเคราะห์หาสมบัติของถ่าน ด้านพลังงานเช่นเดียวกับผงไม้

ผงถ่านจากส่วนต่างๆ ที่เหลือเก็บใส่ถุงพลาสติกเพื่อรอผสมแป้งเปียกและอัดก้อนต่อไป

การทำถ่านอัดก้อน

นำผงถ่านที่เหลือจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคา

ลิปต์สมาทำเป็นถ่านอัดก้อนจำนวน 7 การกระทำ ดังต่อไปนี้ กิ่งติดใบและใบ กิ่งเล็ก กิ่งใหญ่ เปลือกและส่วนผสมระหว่างกิ่งใหญ่กับเปลือกเป็น 3:1, 1:1 และ 1:3 โดยน้ำหนัก

ในการผลิตถ่านอัดก้อนจากผงถ่านแต่ละ การกระทำให้ซึ่งผงถ่านหนัก 3.3 กก. ผสมกับแป้ง แป้งที่เตรียมจากแป้งมันสำปะหลัง 250 กรัม และ น้ำหนัก 3.3 กก. ตามวิธีการผสม และอัดก้อนตาม รายงานของปรีชา และคณะ (2536) ของผสมที่ได้ จะมีเนื้อของแข็งประมาณร้อยละ 50

นำถ่านอัดก้อนมาผึ่งให้มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 แล้วจึงสุ่มมาทดสอบสมบัติของถ่านอัด ก้อนต่อไป

การทดสอบสมบัติของถ่านอัดก้อน

สุ่มตัวอย่างถ่านถ่านในแต่ละการกระทำ มา ทดสอบหาสมบัติของถ่านตามวิธีต่อไปนี้

1. สุ่มตัวอย่างถ่านอัดก้อนจำนวน 20 ก้อน เพื่อใช้หาความชื้นโดยวิธีอบแห้ง วัดเส้นผ่า ศูนย์กลางและความยาว และคำนวณหา ความหนาแน่นเฉลี่ย
2. สุ่มตัวอย่างถ่านอัดก้อนจำนวน 10 ก้อน เพื่อวัดการรับแรงกระแทกของค้อนน้ำหนัก 1.6 กก. ในแนวตั้ง
3. สุ่มตัวอย่างถ่านอัดก้อนจำนวน 10 ก้อน เพื่อวัดความคงทนต่อการหล่นกระแทกพื้น คอนกรีตสูง 1 ม.
4. สุ่มตัวอย่างละ 400 กรัม 4 ตัวอย่างต่อการ กระทำ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการค้ำ น้ำ

การทดสอบสมบัติของถ่านอัดก้อนทำตามวิธี ที่รายงานโดยปรีชา (2532) และ ปรีชาและคณะ (2536)

ผลและวิจารณ์

ความชื้น มวล และสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส

กิ่งใหญ่ กิ่งเล็ก กิ่งติดใบและใบ และเปลือก เมื่อรับตัวอย่างมีค่าความชื้นเฉลี่ยเป็นร้อยละ 73.4, 63.7, 23.9 และ 10.2 ตามลำดับ เมื่อแยกส่วนต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัส มาทำเป็นชิ้นไม้สับและผึ่งแห้ง พบว่า ความชื้นของชิ้นไม้สับก่อนที่จะนำไปอบ เป็นถ่านในเตาเผาไฟฟ้ามีค่าเป็นร้อยละ 17.5, 5.25, 13.0 และ 10.2 ตามลำดับ

จากค่าความชื้นของไม้สด นำมาคำนวณหา มวลอบแห้งจาก ลำต้น ($\varnothing > 8$ ซม.) กิ่งใหญ่ ($\varnothing 3-8$ ซม.) กิ่งเล็ก ($\varnothing 0.2-3$ ซม.) และกิ่งติดใบและ ใบ ($\varnothing < 0.2$ ซม.) มีค่าเป็น 145.7, 109.6, 85.5 และ 20.2 กก. ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 40.4, 30.4, 23.6 และ 5.6 ตามลำดับ สำหรับมวลของ เปลือกเป็นมวลที่ได้มาเพิ่มเติมจากแหล่งอื่น

สมบัติทางพลังงานจากส่วนต่างๆ ของไม้ยูคา ลิปตัส ดังตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณคาร์บอนคงตัว มีค่าเฉลี่ย ระหว่างร้อยละ 13.3 - 20.0 ซึ่งเป็นค่า ปกติที่พบในเนื้อไม้ต่างๆ ไป คาร์บอนคงตัว ในส่วนของเปลือกและใบจะมีค่าสูงกว่าในเนื้อไม้ ปริมาณสารระเหย และชี้ไถ่มีค่าเฉลี่ยระหว่างร้อย ละ 72.7 - 77.8 และ 1.76 - 7.3 ตามลำดับ ปริมาณ ชี้ไถ่จะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของกิ่งลดลง เนื่องจากสัดส่วนของเปลือกเพิ่มขึ้น ปริมาณชี้ไถ่ในเปลือกจะมี ค่าสูงกว่าเนื้อไม้ล้วนประมาณ 4 เท่าตัว ปริมาณชี้ ไถ่ในเปลือกจะมีค่าสูงถึงร้อยละ 7.3

Table 1. Proximate analysis and heat content of River Red Gum

Samples	Diameter (cm)	Fixed carbon (%)	Volatile matter (%)	Ash (%)	Heat content (al/g)
Bole	> 8	14.0	84.3	1.76	4,267
Large branch	3 - 8	13.3	84.7	1.96	4,489
Small branch	0.2 - 3	15.1	88.6	2.33	4,481
Twig and leaf	< 0.2	18.1	77.8	4.25	4,818
Bark	-	20.0	72.7	7.3	3,841

ค่าความร้อนของการสันดาปมีค่าระหว่าง 3,841 ถึง 4,818 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เปลือกมีค่าความร้อนต่ำสุดเนื่องจากมีปริมาณชี้ต่ำสูง ค่าความร้อนของกิ่งและใบมีค่าระหว่าง 4,267 - 4,818 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าความร้อนในเนื้อไม้ซึ่งมีค่า 4,267 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (ทรรศนิย, 2529)

ผลผลิตและสมบัติของถ่านจากกิ่งใหญ่ที่อุณหภูมิ 400°-600° C

เวลา ผลผลิต และสมบัติของถ่านจากกิ่งใหญ่ที่อุณหภูมิ 400° - 600 °C ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ในการเปลี่ยนเป็นถ่านของกิ่งใหญ่ที่อุณหภูมิ 400°-600°C ใช้เวลาเฉลี่ยตั้งแต่ 30-50 นาที ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เช่น ถ้าเพิ่มอุณหภูมิจาก 400° เป็น 500° C จะลดเวลาในการอบลงร้อยละ 30 ผลผลิตถ่านจะลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับเวลา ผลผลิตถ่านมีค่าเฉลี่ยระหว่างร้อยละ 24.6-34.1 ที่ 400 °C ได้ผลผลิตถ่านร้อยละ 34.1 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเป็น 600°C ผลผลิตถ่านจะลดลงเหลือร้อยละ 24.6

สมบัติของถ่านที่อุณหภูมิ 400 °-600 °C จะแตกต่างกันประมาณร้อยละ 10 เช่น ปริมาณ

คาร์บอนคงตัว และความร้อนของสันดาปของถ่านจะมีค่าเป็นร้อยละ 70.9 - 78.5 และ 6,776 -7,234 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนคงตัว และความร้อนของสันดาปของถ่านจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ และมีค่าสูงกว่าถ่านไม้ที่จำหน่ายตามท้องตลาด ปริมาณชี้ต่ำที่พบไม่แตกต่างกันมากนัก มีค่าระหว่างร้อยละ 6.0-6.8 ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้ทดลอง ปริมาณชี้ต่ำนี้มีค่าสูงกว่าในถ่านมาตรฐานเล็กน้อย คือถ่านไม้ควรมีชี้ต่ำไม่เกินร้อยละ 4

ผลผลิตและสมบัติของถ่านจากส่วนต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัสที่อุณหภูมิ 450° C

จากการศึกษาการเปลี่ยนเป็นถ่านของส่วนต่าง ๆ จากไม้ยูคาลิปตัสที่ อุณหภูมิ 450 °C พบว่า เวลาที่ใช้ผลิตถ่าน ผลผลิตและสมบัติของถ่านแตกต่างกันออกไปดังนี้

เวลาที่ใช้เปลี่ยนเป็นถ่านมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 22 - 54 นาที ตามขนาดของวัตถุดิบ เปลือกซึ่งมีขนาดใหญ่ และความหนาแน่นสูง จะใช้เวลาในการเปลี่ยนเป็นถ่านอย่างสมบูรณ์นานที่สุด ส่วนกิ่งคิโด ใบ และใบ มีขนาดเล็ก และความหนาแน่นต่ำ ใช้เวลาน้อยที่สุด

Table 2. Yield and properties of charcoal from large branch

Carbonized temperature (°C)	Heating time (%)	Yield (%)	Fixed carbon (%)	Volatile matter (%)	Ash (%)	Heat content (cal/g)
400	52	34.1	72.4	21.5	6.17	6,948
450	47	29.4	70.9	23.1	6.02	6,776
500	36	26.3	72.8	21.1	6.18	7,017
550	33	28.3	75.4	18.0	6.62	7,193
600	30	24.6	78.5	14.8	6.75	7,234

ผลผลิตของถ่านจากส่วนต่าง ๆ มีค่าเป็นร้อยละ ระหว่าง 28.5-40.9 เปลือกจะให้ผลผลิตถ่านสูงสุด แต่เมื่อหักปริมาณขี้เถ้าออก หรือคิดเป็นค่าความร้อนของสันดาปแล้วเปลือกจะให้ประสิทธิภาพในการแปรรูปเป็นพลังงานต่ำสุด กิ่งใหญ่ กิ่งเล็ก และกิ่งติดใบ และใบ ให้ผลผลิตถ่านใกล้เคียงกันคือ ร้อยละ 28.5 - 29.4 (ตารางที่ 3)

สมบัติของถ่านจากส่วนต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัส มีความแตกต่างกันมาก ถ่านจากกิ่งใหญ่ และกิ่งเล็กมีปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณขี้เถ้า และความร้อนของสันดาปใกล้เคียงกัน และมีค่าใกล้เคียงกับสมบัติของถ่านไม้ที่จำหน่ายในท้องตลาด ถ่านจากกิ่งติดใบและใบจะมีปริมาณคาร์บอนคงตัวและความร้อนของสันดาปต่ำกว่าถ่านจากท้องตลาดเล็กน้อย แต่มีปริมาณขี้เถ้าสูงกว่ามาก ถ่านจากเปลือกมีปริมาณคาร์บอนคงตัวและค่าความร้อนของสันดาปต่ำกว่าถ่านไม้จากท้องตลาดเท่าตัว และมีปริมาณขี้เถ้าสูงกว่าถ่านไม้จากท้องตลาดประมาณ 5 เท่าตัว

สมบัติทางฟิสิกส์ของถ่านอัดก้อน

ค่าเฉลี่ยของสมบัติทางฟิสิกส์ของถ่านอัดก้อนเช่น เส้นผ่าศูนย์กลาง ความยาว น้ำหนักอบ

แห้ง ความชื้น และความหนาแน่น จากการคำนวณที่ผลิตจากถ่านจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัสที่อุณหภูมิ 450 °C คือ เปลือก กิ่งติดใบ และใบ กิ่งเล็ก และกิ่งใหญ่ และส่วนผสมระหว่างกิ่งใหญ่ต่อเปลือกในสัดส่วน 3:1, 1:1 และ 1:3 โดยใช้แบ่งมันสำปะหลังร้อยละ 7.6 สรุปได้ดังตารางที่ 4

เส้นผ่าศูนย์กลางของถ่านอัดก้อนรูปทรงกระบอกจากทุกส่วนของไม้ยูคาลิปตัส และส่วนผสมของกิ่งใหญ่ต่อเปลือก มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.15 - 3.21 ซม. ค่าความแปรผันของแต่ละการกระทำมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 1 ความยาวเฉลี่ยมีค่าตั้งแต่ 4.19 - 5.33 ซม. ความแปรผันของความยาวระหว่างการกระทำมีค่าสูง แต่ความแปรผันของความยาวภายในแต่ละการกระทำมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 5 ถ่านอัดก้อนจากกิ่งใหญ่และกิ่งติดใบ และใบจะยาวกว่า อย่างไรก็ตาม น้ำหนักอบแห้งของถ่านอัดก้อนจากกิ่งใหญ่จะมากกว่าถ่านอัดก้อนจากส่วนอื่นๆ ถ่านอัดก้อนที่ผลิตขึ้นควรมีขนาดสม่ำเสมอ เพราะจะเป็นสิ่งจูงใจ ให้มีการนิยมใช้งาน มากกว่าถ่านไม้ที่มีขนาดแตกต่างกันออกไป

น้ำหนักอบแห้งเฉลี่ย ของถ่านอัดก้อนทุก

Table 3. Yield and properties of charcoal produced from different parts of River Red Gum at 450 °C

Carbonized temperature (°C)	Heating time (min)	Yield (%)	Fixed carbon (%)	Volatile matter (%)	Ash (%)	Heat content (cal/g)
Large branch	47	29.4	70.9	23.1	6.02	6776
Small branch	51	28.5	69.3	23.7	6.95	6694
Twig and leaf	22	29.4	61.4	28.5	10.1	6230
Bark	54	40.9	39.4	38.2	22.4	4144

Table 4. Physical properties of charcoal briquettes

Sample	Diameter (cm)	Length (cm)	Ovendry weight (g)	Moisture content (%)	Density (g/cm ³)
Bark, $\bar{X}$	3.16	4.30	18.60	9.14	0.551
$10^3 \times \sigma$ n-l	2.32	10.80	5.16	214.00	8.820
Twig and leaf, $\bar{X}$	3.21	5.06	18.70	5.83	0.456
$10^3 \times \sigma$ n-l	3.83	19.50	5.48	27.80	22.000
Small branch, $\bar{X}$	3.17	4.27	18.20	4.52	0.539
$10^3 \times \sigma$ n-l	5.02	8.17	5.02	45.10	11.500
Large branch, $\bar{X}$	3.20	5.33	20.40	5.81	0.477
$10^3 \times \sigma$ n-l	.77	41.10	10.20	74.80	39.600
<i>Mixture of large branch to bark, weight ratio of charcoal</i>					
3 : 1, $\bar{X}$	3.18	4.35	18.60	14.40	0.540
$10^3 \times \sigma$ n-l	3.08	8.25	3.47	359.00	12.200
1 : 1, $\bar{X}$	3.15	4.19	18.60	6.49	0.568
$10^3 \times \sigma$ n-l	8.47	31.50	89.40	863.00	4.840
1 : 3, $\bar{X}$	3.16	4.29	19.10	13.10	0.566
$10^3 \times \sigma$ n-l	7.69	33.90	72.00	4,080.00	4.760

การกระทำมีค่าระหว่าง 18.2 - 20.4 กรัมต่อก้อน ถ่านอัดก้อนส่วนใหญ่มีน้ำหนักกระหว่าง 18 - 19 กรัมต่อก้อน ยกเว้นถ่านอัดก้อนจากกิ่งใหญ่จะมี น้ำหนักมากกว่าถ่านอัดก้อนจากส่วนอื่น อย่างไร ก็ตาม ความแปรผันของน้ำหนักอบแห้งของถ่าน อัดก้อนแต่ละก้อนภายในแต่ละการกระทำมีค่า ต่ำกว่าร้อยละ 1 เป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นถ่านอัด ก้อนจากส่วนผสมของกิ่งใหญ่ต่อเปลือกในสัดส่วน 1:3 และ 1:1 มีค่าความแปรผันเป็นร้อยละ

ละ 7 และ 9 ตามลำดับ ความสม่ำเสมอของ น้ำหนักของถ่านอัดก้อนแต่ละก้อนเป็นสิ่งสำคัญ ในเรื่องของเวลาในการใช้งาน และอาจช่วยให้ เกิดการประหยัดพลังงานได้อีกด้วย

ความชื้นเฉลี่ยของถ่านอัดก้อนส่วนใหญ่มี ค่าต่ำกว่าร้อยละ 10 ยกเว้นถ่านอัดก้อนจากส่วน ผสมของกิ่งใหญ่กับเปลือกในสัดส่วน 3:1 และ 1:3 มีค่าความชื้นเฉลี่ยเป็นร้อยละ 14.4 และ 13.1 ตามลำดับ ความชื้นของถ่านอัดก้อนภายใน

การกระทำที่ต่ำกว่าร้อยละ 10 มีค่าความแปรผันต่ำกว่าด้านอัดก้อนที่มีความชื้นสูง ด้านอัดก้อนที่มีความชื้นสูงจะเป็นด้านที่ติดไฟยาก และมีความแข็งแรงต่ำ

ความหนาแน่นของด้านอัดก้อนจากการกระทำมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.46 - 0.57 ก/ลบ.ซม. ด้านอัดก้อนจากเปลือก หรือที่มีส่วนผสมของเปลือกจะแน่นกว่าด้านอัดก้อนที่ผลิตจากส่วนอื่นๆ ด้านอัดก้อนจากกิ่งติดใบและใบจะมีความแน่นต่ำกว่าส่วนอื่น ๆ ความแปรผันของความแน่นภายในแต่ละการกระทำมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 5 ความแน่นของด้านอัดก้อนอาจใช้เป็นเครื่องบอกความยากง่ายในการติดไฟ และความคงทนในการใช้งานได้

ความคงทนต่อแรงกระแทกของด้านอัดก้อน

การวัดความคงทนของด้านอัดก้อนยังไม่มีมาตรฐานสากลสำหรับทดสอบโดยเฉพาะ การวัดความคงทนของด้านไม้อาจทำได้โดยวิธี Thumbling Test ซึ่งจะต้องใช้ด้านเป็นปริมาณมาก สำหรับการวัดความคงทนของด้านอัดก้อนโดยวิธีการปล่อยด้านก้อนด้านให้หล่นกระทบพื้นคอนกรีตในระยะสูง 1 ม. ซึ่งเป็นการทดสอบอย่างง่าย ๆ ที่ทำในประเทศฟิลิปปินส์และการวัดความคงทนโดยวัดระยะทางของดุ้นน้ำหนัก 1.6 กก. หล่นใส่ก้อนด้านในแนวตั้งเป็นวิธีเดียวกับวิธีการตาม ASTM ซึ่งใช้วัดการรับแรงกระแทกของไม้ การทดสอบด้านอัดก้อนทั้งสองวิธีนี้มีจุดประสงค์ที่จะใช้เป็นตัวเลขแสดงถึงความคงทนของก้อนด้านขณะทำการขนส่งซึ่งมีค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 5

จากการทดสอบการหล่นกระแทกพื้นของด้านอัดก้อนจำนวน 10 ก้อน พบว่าเกือบทุกตัวอย่างสามารถทนต่อแรงกระแทกพื้นมากกว่า 20 ครั้ง มากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนก้อน ยกเว้นด้านอัดก้อนจากส่วนผสมของกิ่งใหญ่ต่อเปลือก 1 : 3 ที่สามารถผ่านการทดสอบเพียงร้อยละ 40 ด้านก้อนที่แตกส่วนใหญ่สามารถหล่นสู่พื้นได้ระหว่าง 10 ถึง 16 ครั้ง

ความคงทนต่อการรับแรงกระแทกของดุ้นน้ำหนัก 1.6 กก. พบว่าด้านก้อนที่ทดสอบแตกเมื่อรับแรงกระแทกของดุ้นน้ำหนักสูงเฉลี่ยระหว่าง 5.6 ถึง 10.0 ซม. ด้านอัดก้อนจากกิ่งติดใบและใบทนต่อแรงกระแทกต่ำ ส่วนด้านอัดก้อนจากตัวอย่างอื่น ๆ สามารถรับแรงกระแทกของดุ้นน้ำหนักที่มีความสูงของดุ้นน้ำหนัก 7 - 10 ซม.

การทดสอบดัดน้ำ

การทดสอบดัดน้ำของด้านอัดก้อนจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัส ตามวิธีการที่กำหนดโดยการพลังงานแห่งชาติและกรมป่าไม้ โดยใช้หม้ออะลูมิเนียมเบอร์ 24 และเตาตั้งโล่ด้านกบม.1 เป็นมาตรฐาน ได้บันทึกเวลาที่เริ่มจุดเชื้อไฟ เวลาที่ควันหมด เวลาที่ด้านแดงเต็มก่อนเวลาที่น้ำเริ่มเดือดและหยุดเดือดและอุณหภูมิสุดท้ายหลังจากน้ำเดือดนาน 30 นาที และชั่งน้ำหนักของที่เหลือ และด้านที่เหลือเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพในการดัดน้ำ สรุปได้ตามตารางที่ 6 ดังต่อไปนี้

ในการทดลองสังเกตควันจากด้านอัดก้อนพบควันในระยะแรกประมาณ 4-6 นาที ซึ่งเป็น

Table 5. Durability of charcoal briquettes dropped onto concrete floor at 1 m. height and impact of 1.6 kg weight

Sample	Number of briquettes passed 20 drops (%)	Height of weight (cm)
Bark, $\bar{X}$	50	9.80
σ n-l	-	0.16
Twig and leaf, $\bar{X}$	80	5.60
σ n-l	-	0.22
Small branch, $\bar{X}$	70	10.00
σ n-l	-	0.13
Large branch, $\bar{X}$	70	7.10
σ n-l	-	0.18
<i>Mixture of large branch to bark, weight ratio of charcoal</i>		
3 : 1, $\bar{X}$	70	9.70
σ n-l	-	0.19
1 : 1, $\bar{X}$	50	8.00
σ n-l	-	0.13
1 : 3, $\bar{X}$	40	8.40
σ n-l	-	0.14

Table 6. Water boiling test of charcoal briquettes

Sample	Time taken to boil (min)	Heat utilization efficiency (%)
Bark	21.3	23.4
Twig and leaf	15.4	26.2
Small branch	15.6	26.7
Large branch	17.3	26.3
<i>Mixture of large branch to bark, weight ratio of charcoal</i>		
3 : 1	21.3	28.3
1 : 1	20.0	26.5
1 : 3	20.4	25.5

ควันมาจากไม้เชื่อมากกว่าจะเป็นควันมาจากถ่านอัดก้อน หลังจากควันหมดแล้วถ่านอัดก้อนจะเริ่มแดง พบว่าเวลาที่ทำให้ถ่านอัดก้อนแดงทั้งก้อนนาน 10-12 นาที ซึ่งค่าที่ทดลองได้นี้ไม่สามารถบอกความแตกต่างของถ่านอัดก้อนที่มาจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัสได้อย่างเด่นชัด

ในการวัดอุณหภูมิของน้ำพบว่า เมื่อน้ำเริ่มเดือดจะมีอุณหภูมิสูงกว่า 98°C และเมื่อน้ำเดือด

นาน 30 นาที ก่อนที่จะเลิกทดลองพบว่าถ่านอัดก้อนเกือบทุกการกระทำยังรักษาอุณหภูมิของน้ำให้มีค่าสูงกว่า 95 °C ยกเว้นถ่านอัดก้อนจากเปลือกที่อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 92 °C ก่อนเลิกการทดลอง

ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ต้มน้ำจนเดือด และประสิทธิภาพในการต้มน้ำของถ่านอัดก้อนจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัส และส่วนผสมของ

กิ่งใหญ่ต่อเปลือก แสดงไว้ดังตารางที่ 6 จะเห็นว่าเวลาที่ใช้ค้ำน้ำจนเหี่ยวของถ่านอัดก้อนจากกิ่งคิดใบและใบ กิ่งเล็กและกิ่งใหญ่ อยู่ระหว่าง 15-17 นาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับถ่านไม้โก่งทางไม้ยูคาลิปตัส และไม้กระถินยักษ์ ส่วนเปลือกและถ่านที่ผลิตจากกิ่งใหญ่ผสมเปลือกทั้งสามสัดส่วน ใช้เวลานานกว่าถ่านอัดก้อนจากส่วนอื่น ๆ คือ ใช้เวลา 20-21 นาที สาเหตุอาจเนื่องมาจากถ่านเปลือกเมื่อนำไปค้ำให้มีขนาดเล็กจะเป็นผงขนาดเล็ก ทำให้การสันดาปของถ่านอัดก้อนไม่ดีเท่าที่ควร จึงใช้เวลาในการค้ำนานกว่าถ่านอัดก้อนที่ไม่ได้ผสมเปลือก

ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการค้ำน้ำของถ่านอัดก้อนจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัส มีค่าระหว่างร้อยละ 26-28 ยกเว้นถ่านอัดก้อนจากเปลือก และส่วนผสมระหว่างกิ่งใหญ่ต่อเปลือก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการค้ำน้ำเป็นร้อยละ 23.4 และ 25.5 ตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นว่า ถ่านอัดก้อนจากเปลือกหรือการผสมเปลือกลงไปในถ่านอัดก้อนจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัสจะทำให้ประสิทธิภาพในการค้ำน้ำลดลง

สรุปผล

จากการศึกษาการผลิตถ่านอัดก้อนจากกิ่งไม้ยูคาลิปตัส จากสวนป่าอายุ 10 ปี สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

1. สมบัติทั่วไปของไม้ยูคาลิปตัส ความชื้นของส่วนต่าง ๆ คือ ลำต้น (> 8 ชม.) กิ่งใหญ่ ($3-8$ ชม.) กิ่งเล็ก ($0.2-3$ ชม.) และกิ่งคิดใบ และใบมีค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ 71.6, 73.4, 63.7

และ 23.7 ตามลำดับ สัดส่วนมวลอบแห้งจากส่วนต่าง ๆ ค่าเป็นร้อยละ 40.4, 30.4, 23.6 และ 5.6 ตามลำดับ

สมบัติในเชิงพลังงานจากส่วนต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับปริมาณเปลือกที่มีอยู่ จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยพบว่า ปริมาณคาร์บอนคงตัวมีค่าร้อยละ 13.1-15.1 ปริมาณสารระเหยมีค่าร้อยละ 84.3-88.6 ปริมาณชี้ไถ้มีค่าร้อยละ 1.76-2.33 และค่าความร้อนของสันดาปมีค่า 4,267 - 4,486 กิโลจูลต่อกรัม ในส่วนของกิ่งคิดใบและใบ และเปลือกจะมีปริมาณคาร์บอนคงตัว และชี้ไถ้ไถ้สูงกว่าส่วนอื่น ๆ แต่มีปริมาณสารระเหยและค่าความร้อนของสันดาปต่ำกว่าส่วนอื่น ๆ

2. สมบัติของถ่านจากกิ่งใหญ่ไม้ยูคาลิปตัส ที่ 400°C - 600°C จากการอบชื้นไม้สับที่อุณหภูมิ 400°C - 600°C พบว่า เวลาที่ใช้อบไม้ อยู่ระหว่าง 30-52 นาที ผลผลิตถ่านอยู่ระหว่างร้อยละ 24.6 - 34.1 ปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหยและปริมาณชี้ไถ้มีค่าร้อยละ 70.9-78.5, 14.8-23.1 และ 6.02-6.75 ตามลำดับ และค่าความร้อนของสันดาปมีค่าตั้งแต่ 6,776 - 7,234 กิโลจูลต่อกรัม เวลาที่ใช้อบ ผลผลิตถ่าน และปริมาณสารระเหยในถ่านจะลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ แต่ปริมาณคาร์บอนคงตัวและค่าความร้อนของสันดาปในถ่านจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ส่วนปริมาณชี้ไถ้ไม่แตกต่างตามอุณหภูมิที่ทดลองอย่างเด่นชัด จากการพิจารณาปัจจัยดังกล่าวได้เลือกอุณหภูมิ 450°C พบว่า เวลาที่ใช้อบเป็นถ่านมีค่าเฉลี่ย 22-24 นาที ตามขนาด ความแน่น และปริมาณของไม้ที่เข้าอบ กิ่งคิดใบ และใบที่มีขนาดบาง และปริมาณน้อยกว่าส่วน

อื่น ๆ ใช้เวลาอบสั้นที่สุด กิ่งใหญ่ กิ่งเล็ก และเปลือก ซึ่งมีขนาดความแน่นและปริมาณที่เข้าอบใกล้เคียงกันใช้เวลาในการอบ 47-54 นาที ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด

ผลผลิตของถ่านจากส่วนต่าง ๆ ยกเว้นเปลือกมีค่าร้อยละ 28.5-29.4 ส่วนเปลือกให้ผลผลิตของถ่านสูงถึงร้อยละ 40.9 เนื่องจากถ่านเปลือกมีชีง์เต็มสมมากกว่าครึ่งหนึ่ง เมื่อคิดเฉพาะปริมาณเนื้อถ่านที่ไม่รวมชีง์ได้พบว่า กิ่งใหญ่จะให้เนื้อถ่านสูงสุด และเปลือกจะให้เนื้อถ่านต่ำสุด

สมบัติของถ่านจากกิ่งใหญ่และกิ่งเล็ก มีปริมาณคาร์บอนคงตัว ปริมาณสารระเหย ปริมาณชีง์ได้ และความร้อนของสันดาปไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดคือ มีค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ 70.1, 23.4 และ 6.5 และ 67,00 กิโลจูลต่อกรัมตามลำดับ ถ่านจากกิ่งคิดใบ ใบและเปลือกมีสมบัติของถ่านสูงจากกิ่งใหญ่และกิ่งเล็กไม่ได้ ถ่านจากเปลือกมีสมบัติของถ่านแย่ที่สุดและไม่เหมาะสมที่จะทำเป็นถ่านหุงต้ม

4. สมบัติของถ่านอัดก้อน จากการผลิตถ่านอัดก้อนของผงถ่านจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัส ตามข้อ 3 และส่วนผสมของถ่านกิ่งใหญ่ต่อเปลือก โดยใช้แป้งมันผสมในอัตราร้อยละ 7.6 โดยผลิตถ่านอัดก้อนเป็น 7 การกระทำคือ ถ่านเปลือก ถ่านกิ่งคิดใบและใบ ถ่านกิ่งเล็ก ถ่านกิ่งใหญ่ และส่วนผสมของถ่านกิ่งใหญ่ต่อถ่านเปลือกเป็นสัดส่วน 3 : 1, 1 : 1 และ 1 : 3 โดยน้ำหนัก สรุปสมบัติของถ่านอัดก้อนเฉลี่ยแต่ละการกระทำได้ดังนี้

ขนาด น้ำหนักอบแห้ง และความแน่นของถ่านอัดก้อนภายในแต่ละการกระทำมีความสม่ำเสมอสูง มีค่าความแปรผันไม่เกินร้อยละ 5 เส้นผ่าศูนย์กลางของถ่านอัดก้อนมีขนาด 3.2-3.5 ซม. ความยาว 4.19-5.33 ซม. น้ำหนักอบแห้ง 18.6-20.4 กรัม และความแน่นของถ่านอัดก้อน 0.46-0.57 กรัม/ลบ.ซม. สำหรับความชื้นของถ่านอัดก้อนมีค่าแตกต่างกันมากในต่างชนิดกันมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 4.5-14.4

ความทนต่อการรับแรงกระแทกของถ่านอัดก้อนอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ ถ่านอัดก้อนส่วนใหญ่ยกเว้นจากส่วนผสมของเปลือก 1:3 สามารถทนต่อการหล่นสู่พื้นคอนกรีตสูง 1 ม. จำนวน 20 ครั้ง ได้เกินกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนถ่านอัดก้อนที่ใช้ทดสอบ ถ่านอัดก้อนเกือบทุกการกระทำสามารถทนต่อแรงกระแทกของค้อนน้ำหนัก ขนาด 1.6 กก. ในแนวตั้งได้สูงระหว่าง 7 - 10 ซม.

ในการทดสอบการใช้งานของถ่านอัดก้อนโดยการต้มน้ำ พบว่า ถ่านอัดก้อนทั้งหมดไม่มีควัน และใช้เวลาในการติดถ่านแดงทั้งก้อนระหว่าง 10-12 นาที ถ่านอัดก้อนส่วนใหญ่ใช้เวลาต้มน้ำให้เดือดนาน 15-17 นาที ซึ่งใช้เวลานานกว่าถ่านไม้ทั่ว ๆ ไป 1-2 นาที ถ่านอัดก้อนจากเปลือก และส่วนผสมของเปลือกจะใช้เวลาต้มน้ำให้เดือดนานถึง 20-22 นาที สำหรับประสิทธิภาพในการต้มน้ำของถ่านอัดก้อนส่วนใหญ่มีค่าระหว่างร้อยละ 25-26 ถ่านอัดก้อนจากเปลือกให้ค่าประสิทธิภาพในการต้มน้ำต่ำสุด คือ ร้อยละ 23.4

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการผลิตถ่านอัดก้อนจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัส สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

1. ทุก ๆ ส่วนของไม้ยูคาลิปตัส ให้คุณสมบัติของถ่านที่เหมาะสมสำหรับการหุงต้ม ควรเลือกใช้อุณหภูมิระหว่าง 450°-550 °C จะเป็นช่วงที่เหมาะสมทั้งเวลาที่ใช้ผลิตผลผลิตและสมบัติของถ่านที่ได้
2. เตาอิฐที่พัฒนาโดยกรมป่าไม้ สามารถนำมาใช้ผลิตถ่านจากส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัสได้เลย การผลิตถ่านควรแยกตามขนาดของไม้ เช่น กิ่งขนาด 3 - 8 ซม. หรือใหญ่กว่า 8 ซม. ควรแยกผลิตเป็นถ่านที่นำไปใช้ได้เลย กิ่งที่เล็กกว่า 3 ซม. จนถึง 5 มม. ควรรวมกันผลิตถ่าน และจะต้องนำผลิตเป็นถ่านอัดก้อน เปลือกที่ลอกออกมาควรนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น ๆ มากกว่าจะนำมาผลิตเป็นถ่านหรือผสมลงไป เพราะจะทำให้สมบัติของถ่านลดคุณภาพลง
3. ไม่ควรนำแป้งมันที่มีราคาแพงมาผสมในผงถ่าน ควรใช้แป้งมันที่มีราคาถูก หรือควรศึกษาเพิ่มในการใช้หัวมันสำปะหลังมาทำเป็นแป้งเปียกแทน
4. ในการทำถ่านอัดก้อนเชิงพาณิชย์ ควรวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องตีถ่านเป็นผง เครื่องผสมผงถ่านกับแป้งมัน และเครื่องอัดก้อนถ่าน เพื่อความเหมาะสมของกำลังการผลิตและลดแรงงานที่ใช้
5. ควรวิจัยและพัฒนาถึงความยอมรับของตลาดถ่านอัดก้อน และความสะดวกในการใช้

งาน เช่น จุก่าย สะอาด และสามารถกำหนดเวลาในการใช้งานได้

เอกสารอ้างอิง

- พรรณชัย กิตติรัตนตระกูล. 2529. ปฏิกริยาไพโรไลซิสของไม้ยูคาลิปตัสพันธุ์คามาลดูเลนซิส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พรรณชัย กิตติรัตนตระกูล และปรีชา เกียรติกระเจา. 2529. ปฏิกริยาการทำถ่าน ไม้ยูคาลิปตัสที่อุณหภูมิคงที่. วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 18 (2) 53-71.
- ปรีชา เกียรติกระเจา. 2532. การผลิตถ่านจากขี้เลื่อยและแกลบ. รายงานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2530.
- ปรีชา เกียรติกระเจา. 2532. คุณสมบัติของถ่านอัดก้อนจากถ่านขี้เลื่อยและถ่านแกลบ. วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ (วิทยาศาสตร์). 23 (4) 385-395.
- ปรีชา เกียรติกระเจา, พิสิษฐ์ เหล่าไทย และ สันหัตแสงกุล. 2536. รายงานวิจัยเรื่องถ่านอัดก้อนจากไม้ยูคาลิปต. คณะวนศาสตร์, กรุงเทพฯ. 24 น.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2536. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง แผน นโยบายและสถานภาพการวิจัยพลังงานทดแทน วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2536 กรุงเทพฯ.
- Kirtikara, K. 1992. Overview of non-conventional energy technologies in ASEAN. ASEAN J. Sci. Technol. Develop. 9 (2) 1 - 18.
- Wibulswas, P. 1992. Energy and environmental implications with emphasis on urban issues in Thailand. ASEAN J. Sci. Technol. Develop. 9(2) 29 - 39.