

Short communications

อิทธิพลของการปิดเตาผลิตถ่านที่อุณหภูมิการผลิตต่างกันต่อสมบัติของถ่าน

Effects of Various Carbonization Temperatures for Closing Wood-Charcoal Kiln on Charcoal Properties

อัจฉริยะ โชติขันธุ์

Aujchariya Chotikhun

นิคม แหลมสัก

Nikhom Laemsak

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

E-mail: ija999@hotmail.com

รับต้นฉบับ 13 มกราคม 2552

รับลงพิมพ์ 11 มีนาคม 2552

ABSTRACT

The effects of various carbonization temperatures for closing wood-charcoal kiln on the properties of the charcoal produced were studied at three carbonization temperatures of 500, 600 and 700 °C, respectively. A Thai-Iwate wood charcoal kiln (Japanese type) using eucalypt (*Eucalyptus camaldulensis*) wood was used to produce the charcoal. The wood was sourced from trees that were three to five years old with a diameter from 1.5 to 4 inches that had been air dried for approximately four weeks (moisture content < 40%).

The results were based on the charcoal properties of charcoal yield, moisture content, fixed carbon, volatile matter, ash content, heating value and density. The wood vinegar properties were assessed in terms of wood vinegar yield, specific gravity, pH, color, smell and transparency. The results showed that with an inner volume of the kiln of 12 m³, the charcoal-making cycle required 15 days using an average of 5,607 kg of wood. The properties of charcoal were divided into two parts, from the top and bottom parts of the kiln. At all temperatures in the closed kiln, charcoal from the top part had more fixed carbon and a higher heating value than from the bottom part. At a temperature of 700 °C, the top charcoal had the highest fixed carbon and heating values of 82.0% and 7,480 kcal/kg, respectively. Analysis using a statistical package with analysis of variance and multiple comparison using Duncan's multiple range test (DMRT), showed that at all temperatures, there were no significant differences among any of the properties of charcoal produced in the top part of the kiln. In the bottom part of the kiln, there were significant differences among the fixed carbon and heating values of the charcoal produced at all temperatures. The multiple comparisons showed the means of the charcoal properties at temperatures of 500 °C and 700 °C were different. Other properties of charcoal from the bottom of the kiln were not significantly different. Based on this research, a closed temperature of 700°C should be used to produce high quality charcoal that has a higher heating value and fixed carbon content as well as low volatile matter compared to temperatures of either 500 °C or 600 °C.

Keywords: Thai-Iwate kiln, properties of charcoal

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของการปิดเตาผลิตถ่าน ที่อุณหภูมิการผลิตต่างกัน ที่มีผลต่อสมบัติของถ่าน เป็นการศึกษาการผลิต และสมบัติของถ่าน เมื่อระดับอุณหภูมิของการปิดเตาต่างกันที่ 3 ระดับ คือ 500, 600 และ 700 องศาเซลเซียส โดยใช้เตาผลิตถ่านไทย-อิวาเตะ ซึ่งใช้ไม้ยูคาลิปตัสความลาดชัน อายุ 3-5 ปี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5-4 นิ้ว นำไม้ผึ่งไว้ในกระแสน้ำเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ก่อนนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ (ความชื้นไม่เกินร้อยละ 40)

จากการศึกษาสมบัติของถ่าน ได้แก่ ผลผลิตของถ่าน ปริมาณความชื้น ปริมาณถ่านคงตัว ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า ค่าความร้อน และความหนาแน่น ส่วนสมบัติของน้ำส้มไม้ดิบ ได้แก่ ผลผลิตของน้ำส้มไม้ดิบ ความถ่วงจำเพาะ ค่าพีเอช สี กลิ่น และความใส พบว่า ในการผลิต 1 รอบ (ปริมาตรภายในของเตา 12 ลูกบาศก์เมตร) ใช้เวลา 15 วัน ปริมาณไม้เฉลี่ย 5,607 กิโลกรัม สมบัติของถ่านชั้นบนมีปริมาณถ่านคงตัว และค่าความร้อนมากกว่าถ่านชั้นล่างในแต่ละอุณหภูมิที่ปิดเตา โดยมีค่าคาร์บอนเสถียรสูงสุด ร้อยละ 82.0 และค่าความร้อนสูงสุด 7,480 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ที่อุณหภูมิการปิดเตา 700 องศาเซลเซียส ของถ่านชั้นบน เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน และใช้การเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) พบว่า ในถ่านชั้นบน อุณหภูมิที่ปิดเตา 500, 600 และ 700 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อสมบัติของถ่าน ในถ่านชั้นล่าง อุณหภูมิที่ปิดเตา 500, 600 และ 700 องศาเซลเซียส มีผลต่อปริมาณถ่านคงตัว และค่าความร้อน มีค่าเฉลี่ยของกลุ่มอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบทีละคู่พบว่า อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส อยู่คนละกลุ่มกับอุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส จากผลการวิจัย การผลิตถ่านในวิธีการทดลองนี้ควรเลือกการปิดเตาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เพราะให้ค่าความร้อนสูง ปริมาณถ่านคงตัวสูง และมีปริมาณสารระเหยน้อย ซึ่งเป็นสมบัติของถ่านที่มีคุณภาพสูง

คำสำคัญ: เตาผลิตถ่านไทย-อิวาเตะ สมบัติของถ่าน

คำนำ

ปัจจุบันการใช้พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้ในครัวเรือน ด้านการคมนาคม หรืออุตสาหกรรมต่างๆ ยิ่งความต้องการในการพัฒนาประเทศมากขึ้น การใช้พลังงานก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่เชื้อเพลิงฟอสซิลในธรรมชาติที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น น้ำมัน แก๊สหุงต้ม หรือถ่านหิน ล้วนแล้วแต่มีแนวโน้มราคาที่จะสูงขึ้น ตามปริมาณที่เหลือน้อยลง ดังนั้นเราจึงควรนำพลังงานหมุนเวียนอย่างเช่น ไม้มาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิง นอกจากจะใช้ประโยชน์ด้านพลังงานแล้ว การปลูกต้นไม้ยังส่งผลให้เกิดผลดี เช่น ช่วยลดภาวะโลกร้อน ช่วยป้องกันอุทกภัย เป็นต้น

ไม้ยูคาลิปตัสเป็นไม้โตเร็วชนิดหนึ่ง ที่มีการใช้ประโยชน์ในหลายรูปแบบ เช่น ไม้เพื่อการก่อสร้าง ไม้ใช้สอยขนาดเล็ก ไม้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตฟืนและถ่าน ไม้เพื่อพลังงานทดแทนในการผลิตกระแสไฟฟ้าและแก๊สหุงต้ม(นิคม และคณะ, 2550) หรือการปลูกไม้สำหรับป้อนโรงงานอุตสาหกรรมเชื้อและกระดาษ เนื่องจากไม้ยูคาลิปตัสเป็นไม้ที่มีการเจริญเติบโตเร็ว ปลูกง่าย ทนต่อสภาพแห้งแล้ง สามารถขึ้นได้ในที่ดินเสื่อมโทรมที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ นอกจากนี้ยังมีรูปทรงลำต้นเปลาตรง สามารถเจริญเติบโตและตัดฟืนเพื่อใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่อายุ 3-5 ปี และยังสามารถหน่อได้ดีจึงสามารถตัดฟืนได้หลายครั้งโดยไม่ต้องปลูกใหม่ ซึ่งในปัจจุบัน

นับว่าไม้ยูคาลิปตัสมีความสำคัญและมีความโดดเด่นอย่างยิ่งในหมู่ไม้โตเร็วชนิดต่างๆ ที่มีการปลูกในประเทศไทย

การผลิตถ่าน (charcoal) และการใช้น้ำส้มไม้ (wood vinegar) ได้มีการใช้มายาวนาน ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ของญี่ปุ่นควบคู่กับการผลิตถ่าน โดยเริ่มจากจังหวัดอิซุโมะ (จังหวัดชิบะในปัจจุบัน) ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของญี่ปุ่น ถ่านที่ผลิตได้มักใช้ในการถลุงเหล็ก ในยุคแรกเริ่มนิยมผลิตถ่านจากการเลือกเตาที่เกิดตามธรรมชาติของหินที่สามารถหาได้ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1960 มีการผลิตถ่านถึง 2 ล้านตันต่อปี จากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของญี่ปุ่น ทำให้การใช้ถ่านลดลงเหลือเพียง 35,000 ตันต่อปี ต่อมาก็ได้มีการรวมตัวกันจัดตั้งเป็นสมาคมผู้ผลิตถ่านไม้ขึ้นในปี ค.ศ. 1985 โดยได้ทำการศึกษาวิจัยและประชาสัมพันธ์ ให้ประชาชนได้รับรู้และเข้าใจถึงการใช้ประโยชน์จากถ่านไม้และน้ำส้มไม้อย่างกว้างขวางและหลากหลาย โดยเฉพาะใช้ในการเกษตรและการบำบัดน้ำทิ้ง ประชาชนจึงหันกลับมาใช้ถ่านไม้เพิ่มขึ้นถึง 176,000 ตัน และน้ำส้มไม้ 6 ล้านลิตรต่อปี ในปี ค.ศ. 1992 และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน เนื่องจากประชาชนตระหนักถึงปัญหาสุขภาพและการใช้สารเคมีที่ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม ขาดความสมดุล (นิคม, 2551) น้ำส้มไม้หรือน้ำส้มควันไม้ (wood vinegar or pyroligneous acid or pyroligneous liquor) เป็นของเหลวสีน้ำตาลใส มีกลิ่นฉุนไฟซึ่งได้มาจากระบวนการผลิตถ่าน (carbonization) โดยผ่านกระบวนการควบแน่นของควันไฟที่ในเตาอุณหภูมิระหว่าง 280-400 องศาเซลเซียส (พุฒินันท์, 2546) ซึ่งน้ำส้มไม้ที่ได้นั้นมีความแตกต่างจากน้ำส้มสายชูหรือน้ำส้มชนิดอื่นๆ ที่ได้จากการหมักหรือการสังเคราะห์ กล่าวคือน้ำส้มไม้จะมีสารประกอบหลากหลายชนิดมากกว่า เช่น ฟีนอลได้จากการสลายตัวของลิกนิน กรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ

ที่ได้จากการสลายตัวของเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลส จึงทำให้สามารถนำเอาน้ำส้มไม้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมายในชีวิตประจำวัน เช่น ใช้ผลิตสารดับกลิ่นตัว สารปรับผิวนุ่ม ยารักษาโรคผิวหนัง อุตสาหกรรมอาหารรมควัน กระบวนการย้อมผ้า สารป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง

เตาเผาถ่านแบบจีน มีใช้ในจีน ญี่ปุ่น และเกาหลี เป็นเตารูปไข่หลังคาโค้ง เพื่อให้การกระจายความร้อนจากด้านหน้าไปด้านหลัง และจากด้านหลังไปยังพื้นเป็นไปอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ไม่มีจุดอับที่ทำให้ได้รับความร้อนน้อยกว่าหรือมากกว่า ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดสันถ่านหรือเกิดเชื้อถ่านได้พัฒนาเตานี้มาอย่างต่อเนื่อง จนได้เตาผลิตถ่านที่มีลักษณะที่ดี และเรียกเตาชนิดนี้ว่า เตาวิอาเตะ (iwate kiln) ซึ่งมี 2 ชนิดคือ เตาเผาถ่านดำหรือถ่านอ่อน (black or soft charcoal) และเตาเผาถ่านขาวหรือถ่านแข็ง (white or hard charcoal) ซึ่งเตาทั้ง 2 ชนิดมีรูปร่างคล้ายกัน แตกต่างกันที่วัสดุที่ใช้ก่อสร้าง เพราะถ่านขาวต้องใช้อุณหภูมิในการผลิตสูงถึง 1,100 องศาเซลเซียส เตาวิอาเตะมีจุดเด่นคือ สามารถผลิตถ่านได้ตามวัตถุประสงค์ทุกชนิด แต่มีจุดด้อยคือ ค่าก่อสร้างสูง ประเทศไทยจึงได้นำเตานี้มาพัฒนาต่อเพื่อให้เหมาะสมกับวัสดุที่มีอยู่ในประเทศจึงตั้งชื่อใหม่ว่า เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ โดยชมรมสวนป่าผลิตภัณฑ์และพลังงานจากไม้ (สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม, 2547)

การศึกษาอิทธิพลของการปิดเตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ ที่อุณหภูมิการผลิตต่างกันต่อสมบัติของถ่าน เป็นการศึกษาแนวโน้มของอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิในการปิดเตาสูงขึ้นจะส่งผลต่อสมบัติของถ่านอย่างไร เป็นการนำไม้ยูคาลิปตัสมาแปรรูปเกิดเป็นผลผลิตใหม่ ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานเชื้อเพลิง การเกษตร และสามารถใช้ในการศึกษาการผลิตถ่านและน้ำส้มไม้จากไม้ยูคาลิปตัสในท้องถิ่นต่างๆ ทั้งแก่เกษตรกร และผู้ที่สนใจทั่วไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตถ่าน

ตัดไม้ยูคาลิปตัสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-4 นิ้ว ให้ได้ขนาดความยาวประมาณ 1.5 เมตร ทั้งไว้ประมาณ 4 สัปดาห์ ตรวจสอบความชื้นของไม้ไม่ให้เกินร้อยละ 40 แล้วนำเข้าเรียงในเตาเผาถ่านไทย - อีวเตะ โดยเรียงไม้ในแนวตั้งซึ่งมีปริมาตรภายในของเตาประมาณ 12 ลูกบาศก์เมตร ทำการก่อกำแพง

เป็นแนวกั้นระหว่างไม้กับห้องใส่ฟืน โดยมีระยะห่างจากหน้าเตาเล็กเข้าไปในเตา 0.5 เมตร สูง 0.5 เมตร เสร็จแล้วก่อปิดหน้าเตา (Figure 1) โดยมีช่องว่าง 2 ช่องอยู่ด้านหน้าเพื่อเป็นช่องใส่ฟืน และเป็นช่องควบคุมอากาศไหลเข้า จากนั้นทำการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา โดยการจดบันทึกอุณหภูมิทุกๆ ชั่วโมงจนกว่าจะทำการปิดเตา โดยตำแหน่งที่ใช้วัดอุณหภูมิอยู่ด้านข้างของเตา (Figure 2)



Figure 1 Closed Thai-Iwate wood charcoal kiln.



Figure 2 Position of temperature measurement.

2. ศึกษาปริมาณพื้นหน้าเตาที่ใช้ในการให้ความร้อน ปริมาณสั่นถ่าน และปริมาณถ่านที่ได้จากการผลิตที่อุณหภูมิต่างกัน

3. ศึกษาสมบัติของถ่านโดยการเก็บตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์ โดยเก็บตัวอย่างถ่านในหนึ่งเตาเป็นถ่านชั้นบนและถ่านชั้นล่าง ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณถ่านคงตัว ปริมาณเถ้า ค่าความร้อน และความหนาแน่น

ข้อมูลทางสถิติ

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) พังการทดลองมี 3 ทรีทเมนต์ (A, B, C) โดยใช้ 5 บล็อก (5 ซ้ำ)

A = อุณหภูมิการปิดเตาผลิตที่ 500 องศาเซลเซียส

B = อุณหภูมิการปิดเตาผลิตที่ 600 องศาเซลเซียส

C = อุณหภูมิการปิดเตาผลิตที่ 700 องศาเซลเซียส

นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และใช้การเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's (Duncan's Multiple Range Test, DMRT)

ผลและวิจารณ์

หลังจากตัดไม้ยูคาลิปตัสมาจากแปลงปลูกแล้ว นำไม้มาฟ้งไว้ในกระแสวนอากาศ โดยใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์ ได้ไม้ที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 40 จากนั้นจึงนำไม้เรียงเข้าเตาเผาถ่านไทย-อิวาตะ ขนาด 12 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้ไม้รองพื้นเตา และเรียงไม้เข้าเตาในแนวตั้ง โดยหันส่วนโคนของไม้ขึ้นข้างบน จากการศึกษพบว่า ปริมาณของไม้ที่นำเข้าเตาใช้ไม้โดยเฉลี่ย 5,607 กิโลกรัม ปริมาณของการใช้พื้นหน้าเตาโดยเฉลี่ย 514 กิโลกรัม (Table 1)

Table 1 Average of quantity of wood, quantity of fuel wood, yield of charcoal, yield of wood vinegar and quantity of brand on manufacturing.

Temperature (°C)	Quantity of wood (kg) (wet bases)	Quantity of fuel wood (kg) (wet bases)	Yield of charcoal (%) (dry bases)	Yield of wood vinegar (%) (dry bases)	Quantity of brand (kg) (dry bases)
500	5 606	515	24.35	5.83	66
600	5 607	511	24.10	5.92	38
700	5 607	516	23.75	6.02	31

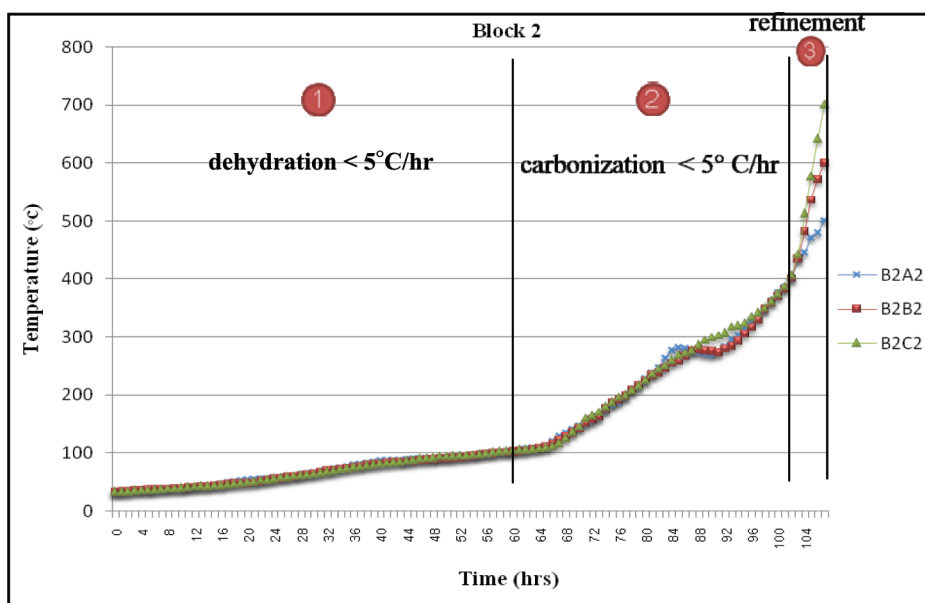
ใช้เวลาในการเผารวม 107 ชั่วโมง/รอบ โดยแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 อุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 102 ชั่วโมง และช่วงที่ 2 อุณหภูมิตั้งแต่ 401 ถึงอุณหภูมิ 500, 600 และ 700 องศาเซลเซียส ของอุณหภูมิที่ปิดเตาตามลำดับ ใช้เวลา 5 ชั่วโมง (Figure 3)

หลังจากได้อุณหภูมิที่ต้องการ ทำการปิดเตาและรอให้เตาและถ่านเย็นตัวจนอุณหภูมิภายในเตาน้อยกว่า 40 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการลุกติดไฟของถ่านได้ โดยการเผา 1 รอบ ใช้เวลาเฉลี่ย 15 วัน จากการกระบวนการผลิตถ่านทำให้ได้ผลผลิต ได้แก่ ถ่านและน้ำส้มไม้ดิบ ซึ่งมีปริมาณดังนี้

ในการเก็บน้ำส้มไม้ดิบนั้น ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บน้ำส้มไม้ดิบนั้น สังเกตได้จากสีของควันไฟที่มีสีขาวปนเหลืองอ่อน ผู้ผลิตถ่านเรียกว่า ควันบ้ำ (สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม, 2547) การเก็บน้ำส้มไม้จะเก็บเมื่ออุณหภูมิของควันอยู่ระหว่างอุณหภูมิ 80 - 150 องศาเซลเซียส เมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างที่ปากปล่องควันออกของเตากับอุณหภูมิภายในเตา พบว่า อุณหภูมิภายในเตาที่เก็บน้ำส้มไม้ดิบ อยู่ระหว่าง 280-400 องศาเซลเซียส ปล่องที่เก็บน้ำส้มไม้ดิบนั้นทำจากสแตนเลส ลักษณะเป็นท่อทรงสี่เหลี่ยม ซึ่งได้ผลการทดสอบสมบัติของน้ำส้มไม้ดัง Table 2

Table 2 Properties of wood vinegar produced from a Thai-Iwate wood charcoal kiln.

Temperature (°C)	Specific gravity	pH	Color	Smell	Transparency
500	1.012	3.42	Orange- brown	Resembles smoke	Transparent
600	1.012	3.51	Orange- brown	Resembles smoke	Transparent
700	1.013	3.58	Orange- brown	Resembles smoke	Transparent

**Figure 3** Time and temperature relationships of *Eucalyptus camaldulensis* carbonization in a closed Thai-Iwate wood charcoal kiln at various carbonization temperatures. (B2A2 = 500 °C; B2B2 = 600 °C; and B2C2 = 700 °C).

ลุ่มตัวอย่างถ่าน โดยการเก็บตัวอย่างบริเวณตรงกลางเตา แยกเป็น 2 ชั้นคือ ถ่านชั้นบน วัดลึกลงไปจากกองถ่าน 10 ซม. แล้วทำการเก็บตัวอย่าง 1 กก. ถ่านชั้นล่าง วัดจากพื้นล่างของกองถ่าน 10 ซม. แล้วทำการเก็บตัวอย่าง 1 กก. จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติของถ่าน (ASTM, 2008) ซึ่งได้ผลการทดสอบตามสภาพนำเสนอใน Table 3

นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และใช้การเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ผลการวิเคราะห์พบว่า ในถ่านชั้นบน ถ่านที่เผา 500, 600 และ 700 องศาเซลเซียส ไม่มีความ

แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อสมบัติของถ่าน แต่พบว่าเมื่อการเผาถ่านสูงขึ้น ค่าความร้อน ปริมาณถ่านคงตัวจะสูงขึ้น ปริมาณสารเหนียวจะน้อยลง ในถ่านชั้นล่าง ถ่านที่เผา 500, 600 และ 700 องศาเซลเซียส มีผลต่อปริมาณถ่านคงตัว และค่าความร้อน มีค่าเฉลี่ยของกลุ่มอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกัน (Table 3) เมื่อวิเคราะห์ เปรียบเทียบทีละคู่พบว่า ถ่าน 500 องศาเซลเซียส อยู่กลุ่มเดียวกับ ถ่าน 600 องศาเซลเซียส ถ่าน 600 องศาเซลเซียส อยู่กลุ่มเดียวกับ ถ่าน 700 องศาเซลเซียส แต่ถ่าน 500 องศาเซลเซียส อยู่คนละกลุ่มกับ ถ่าน 700 องศาเซลเซียส ส่วนสมบัติอื่นๆของถ่านชั้นล่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

Table 3 Properties of charcoal produced from a Thai-Iwate wood charcoal kiln.

Properties of charcoal	Temperature (°C)			P-value
	500	600	700	
Top part				
Moisture content (%)	5.52	5.50	5.84	0.7079
Fixed carbon (%)	79.81	79.14	79.66	0.9136
Volatile matter (%)	12.46	12.56	11.74	0.8695
Ash content (%)	2.84	2.80	2.76	0.9450
Heating value (kcal/kg)	7 286	7 297.6	7 314	0.9061
Density (g/cm ³)	0.51	0.51	0.52	0.5470
Bottom part				
Moisture content (%)	5.14	5.04	5.50	0.3101
Fixed carbon (%)	73.82	74.94	77.52	0.0469*
Volatile matter (%)	18.12	16.98	14.32	0.0741
Ash content (%)	2.92	3.04	2.66	0.5396
Heating value (kcal/kg)	7 038	7 116	7 248	0.0186*
Density (g/cm ³)	0.51	0.52	0.52	0.4096

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาอิทธิพลของการปิดเตาผลิตถ่านไทย-อิวาเตะ ที่อุณหภูมิการผลิตต่างกันต่อสมบัติของถ่าน พบว่า ที่อุณหภูมิการปิดเตา 500, 600 และ 700 องศาเซลเซียส ถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ มีสมบัติของถ่านแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ถ่านชั้นบน และถ่านชั้นล่าง สมบัติของถ่านชั้นบนกับถ่านชั้นล่างมีความต่างกันในเรื่องปริมาณ แต่ถ่านชั้นบนนั้น สมบัติของถ่านไม่มีความต่างในเชิงสถิติ ส่วนสมบัติของถ่านชั้นล่าง ปริมาณถ่านคงตัว และค่าความร้อน มีค่าเฉลี่ยของกลุ่มอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์ เปรียบเทียบทีละคู่พบว่า อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส อยู่กลุ่มเดียวกับ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส อยู่กลุ่มเดียวกับ อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส อยู่คนละกลุ่มกับอุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ส่วนสมบัติอื่นๆ ของถ่านชั้นล่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ในการผลิตถ่านในวิธีการทดลองนี้ควรเลือกการปิดเตาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เพราะให้ค่าความร้อน

สูง ปริมาณถ่านคงตัวสูง มีปริมาณสารระเหยน้อย และมีปริมาณสันถ่านน้อย

ในการเรียงไม้เข้าเตานั้นต้องนำไม้เรียงเข้าเตาในแนวตั้ง นำส่วนโคนขึ้นด้านบน และใช้ไม้รองพื้นด้านล่างก่อน เพื่อให้อากาศสามารถไหลเวียนได้อย่างสม่ำเสมอ เทคนิคการเผานี้จุดสำคัญอยู่ที่การกำหนดการไหลเข้าของอากาศที่หน้าเตา เมื่ออุณหภูมิเกิน 130 องศาเซลเซียส ไม่จำเป็นต้องใช้พืนหน้าเตาแล้ว ต้องระวังการควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เพิ่มขึ้นเร็วเกินไป (น้อยกว่า 5 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง) เพราะจะทำให้เกิดสันถ่านมาก และระหว่างการทำให้ถ่านเย็นตัวนั้น ควรมีการอาบน้ำเตา (ใช้ผ้าชุบน้ำโคลนบิดให้หมาดเช็ดทั่วไป) เพื่อเป็นการรักษาและยืดอายุการใช้งานของเตา และยังทำให้ถ่านเย็นตัวได้เร็วขึ้นอีกด้วย

คำนิยม

ผู้วิจัยขอขอบคุณราชกริตาสโมสรและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัย เจ้าหน้าที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงฉวากและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือเป็นอย่างดีเยี่ยม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

นิคม แหล่มสัก. 2551. การใช้ประโยชน์จากไม้โตเร็ว
เพื่อการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ใน
ครัวเรือน. เอกสารประกอบการฝึกอบรม.
ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิคม แหล่มสัก, วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์, จงรัก
วัชรินทร์รัตน์, สкар ทีจันท์, สาทิส
คิลกัมพันธ์, สุณิสา ยอดงาม และมนัสสุดา
นันทสิริพร. 2550. คู่มือการปลูกไม้ยูคาลิปตัส

สำหรับเกษตรกร. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พุดินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ. 2546. ถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้.
กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม. 2547. การผลิตและการ
ใช้ประโยชน์น้ำส้มควันไม้. อำเภอปากช่อง,
นครราชสีมา.

ASTM. 2008. ASTM Volume 05.06, September 2008.
Gaseous Fuels; Coal and Coke. ASTM
International, West Conshohocken, United States.