วารสารวนศาสตร์ปีที่ ๓ ฉบับที่ ๔
ตุลาคม-ธันวาคม ๒๕๒๗
Thai Journal of Forestry

การผลิตถ่านและคุณภาพของถ่านจากไม้ป่าชายเลนโดยใช้เตาอิฐขนาดเล็ก

CHARCOAL MAKING AND QUALITY OF CHARCOAL FROM MANGROVE TIMBERS BY SMALL BRICK KILN KIND

วิรัช ชื่นวาริน[๑/] ธีระชัย จันทรเสนา[๒/]
WIRAJ CHUNWARIN TERACHAI CHUNGTARASANA

ABSTRACT

This article concerns about the charcoal making and luality assesment of charcoal from 9 species of mangrove timbers including branches and roots of Rhizophora spp. The study aims at the improvement of charcoal making from mangrove timbers.

The results of the study indicated that charcoal making by using the temperature instrument, reveals the reaction of wood carbonization process in the kiln better than the smoke observation. The charcoal obtained from this method is more uniform in both quantity and quality. The proximate analysis of the chemical constituents of charcoal disclosed that fixed carbon content level was proportional to burning time and maximum temperature of the kiln. From the determination of quality of charcoal for household cooking demonstrated that work done for all charcoal was of nearly the same order and was proportional to heating value. Charcoal burning rate depends entirely on the density of charcoal. There fore the burning rate should be used for determing the quality of charcoal for household cooking. Heating

๑/ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
๒/ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวนผลิตภัณฑ์

value of charcoal from various mangrove species ranged from 6,400 to 7,600 cal/g based on oven dry weight which is higher than that of wood. This value was proportional to fixed carbon content but was independent of species.

Based on charcoal quality evaluation, the species that yielded charcoal of equal quality level as charcoal from Rhizophora spp. are Bruguiera gymnorrhiza, B. parviflora, Ceriops tagal, Lumnitzera littorea, and also branches and roots of Rhizophora spp. Species that yielded lower quality charcoal are Xylocarpus moluccensis, X. granatum, and Sonnertia alba.

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตถ่าน โดยใช้เตาอิฐขนาดเล็ก และการวิเคราะห์คุณภาพที่ได้จากไม้ป่าชายเลน ๙ ชนิด รวมทั้งกิ่งและรากของไม้โกงกางด้วย เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงการเผาถ่านจากไม้ป่าชายเลนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผลการวิจัยได้บ่งชี้ว่าการเผาถ่านโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิช่วย จะทำให้ทราบขั้นตอนของปฏิกิริยาในการเปลี่ยนแปลงเป็นถ่านภายในเตาได้ดีขึ้น อันจะเป็นผลให้ผลผลิตและคุณภาพถ่านที่ได้มีความสม่ำเสมอดีขึ้น ผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของถ่าน พบว่า ถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนเสถียรสูง เป็นถ่านที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิสูง และใช้เวลาในการเผานาน และจากการหาประสิทธิภาพในการหุงต้มของถ่านพบว่า งานที่ทำได้ของถ่านจากไม้ป่าชายเลนชนิดต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน และแปรผันโดยตรงกับค่าความร้อนของถ่าน ส่วนอัตราการเผาไหม้ของถ่านจะแตกต่างกันไปตามความแน่นของถ่าน ดังนั้นอัตราการเผาไหม้จึงเป็นค่าที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการหุงต้มของถ่าน สำหรับค่าความร้อนของถ่านที่หาได้มีค่าอยู่ระหว่าง ๖๔๐๐-๗๖๐๐ แคลอรี/กรัม ซึ่งสูงกว่าค่าของเนื้อไม้ ค่านี้เป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณคาร์บอนเสถียรของถ่านแต่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดไม้

จากการประเมินคุณภาพของถ่านจากไม้ชนิดต่าง ๆ พบว่าไม้ที่ให้ถ่านที่มีคุณภาพทัดเทียมกับถ่านไม้โกงกางได้แก่ ประสัก โปรง ถั่วดำ ฝาด รวมทั้งกิ่ง และรากของไม้โกงกางด้วย ส่วนไม้ที่ให้ถ่านที่มีคุณภาพด้อยลงไปคือ ตะบูนขาว ตะบูนดำ และลำแพน

คำนำ

ป่าชายเลนเป็นแหล่งสำคัญของไม้ที่ใช้ในการทำถ่านและฟืนในอดีต ปัจจุบันและอนาคต เนื้อที่ป่าชายเลนครอบคลุมชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก และภาคใต้ที่เป็นเลน รวมทั้งบริเวณปากแม่น้ำ ลำคลองที่น้ำทะเลขึ้นถึงด้วย เป็นเนื้อที่ทั้งหมดประมาณสองพันตารางกิโลเมตร เนื้อที่ป่าชายเลนส่วนใหญ่อยู่ทางด้านชายทะเลฝั่งตะวันตกของภาคใต้ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีอุตสาหกรรมเผาถ่านจากไม้ป่าชายเลนอยู่มาก

การเผาถ่านจากไม้ป่าชายเลนในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ใช้ไม้โกงกางใบเล็ก และโกงกางใบใหญ่ โดยใช้เฉพาะส่วนของลำต้น ไม้ป่าชายเลนชนิดอื่นมีใช้ปะปนอยู่บ้าง แต่เป็นจำนวนน้อย เตาที่ใช้ในการเผาถ่านเป็นเตาอิฐก่อ รูปครึ่งวงกลม ส่วนใหญ่มีขนาดความจุตั้งแต่ประมาณ ๘๐ ลบ.ม. ถึงประมาณ ๒๐๐ ลบ.ม. ใช้เวลาในการเผาประมาณหนึ่งถึงสองเดือน ขึ้นอยู่กับขนาดของไม้ที่เผาและขนาดของเตา โดยมีผู้ชำนาญการในการเผาถ่านเป็นผู้กำหนดระยะเวลาต่าง ๆ ในการเผาถ่าน อาศัยการสังเกตสี และกลิ่นของควันจากเตาเผาถ่านเป็นเกณฑ์

ด้วยเหตุที่เนื่องมาจากชนิดของไม้ และสภาพของการเผาถ่านไม้ป่าชายเลนดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้มีการวิจัยเพื่อที่จะศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของถ่านที่ได้จากไม้โกงกาง กับไม้ป่าชายเลนชนิดอื่น ๆ รวมทั้งเนื้อไม้ส่วนรากและกิ่งของไม้โกงกาง ซึ่งไม่ได้นำมาใช้เผาถ่านและทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ จุดประสงค์อีกประการหนึ่งของการวิจัยครั้งนี้ก็เพื่อที่จะปรับปรุงวิธีการเผาถ่านโดยใช้เตาอิฐก่อ ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น และสามารถจะปฏิบัติได้โดยง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้ชำนาญการอย่างเช่นในปัจจุบัน ทั้งยังลดอัตราการเสี่ยงต่อความเสียหายในการเผาถ่านแต่ละเตา โดยนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาใช้ เช่น การใช้เครื่องวัดอุณหภูมิในการเผาถ่าน ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจในการปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ของการเผาถ่านได้มากยิ่งขึ้น และสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงภายในเตาเผาถ่านได้ ทำให้ถ่านที่ผลิตออกมามีคุณภาพดี ได้ผลผลิตสูง และมีความ

สม่ำเสมอแน่นอนยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

๑. การทดลองเผาถ่าน

๑.๑ ชนิดไม้ป่าชายเลนที่ใช้ในการทดลองมี ๙ ชนิดคือ

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์
โกงกางใบเล็ก	Rhizophora apiculata Bl.
โกงกางใบใหญ่	Rhizophora mucronata Poir
ตะบูนขาว	Xylocarpus granatum Koen
ตะบูนดำ	Xylocarpus moluccensis Roem.
ถั่วดำ	Bruguiera paviflora Wight & Arn.
ประสัก	Bruguiera gymarphiza on Griff. Lamk.
โปรงแดง	Ceriops tagal C.B. Robinson.
ฝาดแดง	Lumnitzera littarea Voigt.
ลำแพน	Sonneratia alba Smith.

๑.๒ ท้องที่ที่ทำการทดลอง ได้ทำการทดลองในสองท้องที่คือ

๑.๒.๑ หน่วยจัดการป่าเลนที่ พง.๓ และ พง.๔ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา

๑.๒.๒ หน่วยจัดการป่าเลนที่ พง.๙ อำเภอตะกั่วทุ่ง จังหวัดพังงา

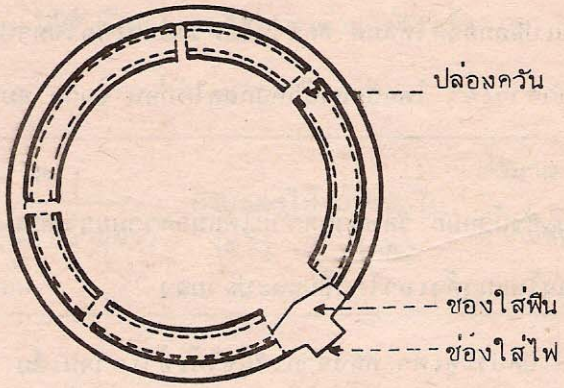
๑.๓ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้แก่

๑.๓.๑ เตาอิฐก่อรูปครึ่งทรงกลม ขนาดความจุประมาณ ๒ ลบ.ม. เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒.๐๐ ม สูงประมาณ ๑.๕๐ ม (รูปที่ ๑)

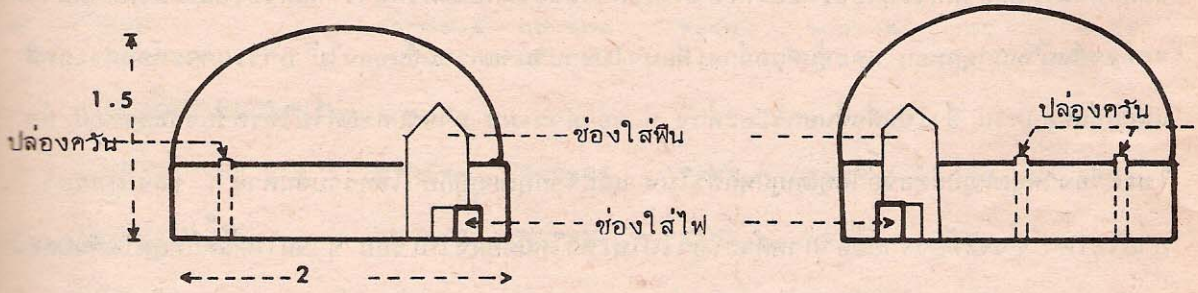
๑.๓.๒ เครื่องชั่ง

๑.๓.๓ เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล

๑.๔ วิธีเผาถ่าน ปฏิบัติตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้



ด้านแปลน



ด้านข้าง

รูปที่ ๑. ภาพวาดเตาอิฐขนาดเล็กที่ใช้ในการทดลอง

๑.๔.๑ ตัดไม้ที่นำมาจากป่าให้ได้ขนาดความยาวต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการจัดเรียงในแนวตั้ง ทุบเปลือกออกให้หมด ตัดแว่นไม้ตัวอย่างเพื่อใช้หาปริมาณความชื้น และความถ่วงจำเพาะของไม้ชนิดที่ทำการเผา โดยชั่งหาน้ำหนักสดไว้ก่อน ขนาด สมบัติ และปริมาณไม้ที่ใช้แสดงไว้ในตารางที่ ๑

๑.๔.๒ ชั่งน้ำหนัก วัดขนาดความโตและความยาวของไม้ที่เผาทุกท่อนก่อนนำเข้าไปเรียงในเตา โดยเรียงในแนวตั้งเอาโคนขึ้นและปลายลง

๑.๔.๓ ปิดประตูเตา หลังจากเรียงไม้เข้าเตาจนเต็ม เริ่มต้นเผาโดยจุดไฟหน้าเตา และคอยใส่ฟืนอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา การทดลองเผาถ่านได้ทำเป็นสองลักษณะด้วยกันคือ การเผาครั้งแรก ๆ อาศัยผู้ชำนาญการเผาถ่านในท้องถิ่นเป็นผู้ควบคุม และให้คำแนะนำในการเผา ส่วนการเผาครั้งหลัง ๆ นั้น ได้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิที่กลางเตา และอุณหภูมิควันที่ปล่องระบายควันเป็นเครื่องชี้บอก ทั้งนี้เพื่อต้องการเปรียบเทียบผลของการเผาในสองลักษณะดังกล่าว ฟืนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงหน้าเตาจะต้องชั่งน้ำหนักทุกท่อน และสุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปหาปริมาณความชื้นของไม้ การเผาจะต้องสังเกตสีและกลิ่นของควัน ซึ่งเป็นสิ่งชี้บอกระยะต่าง ๆ ของการเผา สำหรับกรณีที่ไม่ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ ถ้าใช้เครื่องวัดอุณหภูมิก็ต้องอ่านอุณหภูมิทุกชั่วโมง และจากอุณหภูมิก็ทำให้ทราบขั้นต่าง ๆ ของปฏิกริยาภายในเตา ซึ่งจะต้องจำกัดอากาศที่จะเข้าไปในเตาให้น้อยลงไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดก็หยุดใส่ฟืนปิดหน้าเตา และปล่องทั้งหมดทิ้งไว้ให้เย็น

๑.๔.๔ เมื่อถ่านเย็นแล้วก็เปิดเตา นำถ่านทั้งหมดออกมาชั่งหาน้ำหนักรวม โดยแยกหัวถ่านคือฟืนที่ไม่กลายเป็นถ่านอย่างสมบูรณ์ และเศษผงถ่านออกไว้อีกต่างหาก สุ่มเก็บตัวอย่างถ่านจากส่วนต่างๆ ของเตาจนมีปริมาณพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาคุณภาพถ่านต่อไป ถ่านบางท่อนที่ทำเครื่องหมายไว้เพื่อหาการหดตัวของขนาดและปริมาตร และน้ำหนักที่ลดลงไปก็จะต้องวัดขนาดเส้นรอบวงและความยาวพร้อมทั้งชั่งน้ำหนักด้วย

๒. การวิเคราะห์หาคุณภาพและองค์ประกอบของถ่าน

๒.๑ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ ๑. ลักษณะ คุณสมบัติ และปริมาณไม้ที่ใช้ในการทดลองเผาถ่านแต่ละครั้ง

เลขที่	ชนิดไม้	ขนาดไม้ (ซม)		ปริมาตรไม้ (ม^3)	น้ำหนักไม้ (กก)	ปริมาณความชื้นของไม้ (%)	ความถ่วงจำเพาะของไม้
		เส้นรอบวงที่กึ่งกลางท่อน	ความยาว				
	<u>ท้องที่อำเภอตะกั่วทุ่ง</u>						
๑	โกงกางใบเล็ก	๑๗-๖๑	๕๕-๑๔๑	๑.๖๗	๑๘๗๕	๕๒	๐.๗๘
๒	ตะบูนดำ	๑๕-๕๙	๕๕-๑๔๐	๑.๕๒	๑๔๕๓.๕	๗๒	๐.๕๔
๓	ตะบูนขาว	๑๘-๖๐	๕๕-๑๓๐	๑.๖๑	๑๔๕๒	๕๕	๐.๕๘
๔	ลำแพน	๑๘-๗๙.๕	๓๗-๑๒๙	๑.๘๐	๑๙๐๖.๕	๙๖	๐.๕๕
	<u>ท้องที่อำเภอกระบุรี</u>						
๕	โกงกางใบเล็ก	๒๑-๕๙	๘๐-๑๓๕	๑.๖๒	๑๙๖๗.๕	๓๙	๐.๘๖
๖	โกงกางใบ ใหญ่	๖๘-๒๔๕	๘๐-๑๒๘	๑.๗๔	๒๑๑๐	๔๖	๐.๘๓
๗	โปรงแดง	๒๖.๕-๖๔	๑๐๓-๑๓๐	๑.๗๔	๒๐๑๔	๔๓	๐.๘๐
๘	ถั่วดำ	๑๓.๕-๔๙.๕	๗๘-๑๒๙	๑.๗๐	๑๙๙๙	๔๔	๐.๗๗
๙	ลำแพน	๒๘-๖๕	๘๐-๑๓๐	๑.๗๔	๑๘๖๗.๙	๙๐	๐.๖๒
๑๐	ตะบูนขาว	๑๙.๕-๖๕.๕	๘๐-๑๓๐	๑.๙๓	๑๓๕๘.๕	๒๕	๐.๕๙
๑๑	ฝาด	๑๘.๕-๖๓.๒	๖๑-๑๓๔	๑.๗๕	๑๘๓๙.๕	๕๐	๐.๗๑
๑๒	ประสัก	๑๓.๕-๘๙	๕๗-๑๓๒	๑.๕๖	๑๘๕๔.๕	๕๔	๐.๗๘
๑๓	กึ่ง, รากโกงกาง-ใบเล็ก และโกง-กางใบใหญ่	๙-๕๐.๕	๗๕-๑๓๗	๑.๐๕	๑๑๖๗	๕๐	๐.๗๘

๒.๑.๑ เตาอบและเตาเผา

๒.๑.๒ เครื่องบด (Wiley mill)

๒.๑.๓ อุปกรณ์ทดสอบประสิทธิภาพในการหุงต้มของถ่าน ประกอบด้วยเตาหุงข้าว หม้ออลูมิเนียมเบอร์ ๒๔ และเทอร์โมมิเตอร์

๒.๑.๔ อุปกรณ์หาค่าความร้อน (Adiabatic oxygen bomb calorimeter)

๒.๒ การหาค่าความถ่วงจำเพาะของถ่าน และไม้ โดยคำนวณจากน้ำหนักอบแห้งและปริมาตรก่อนอบ

๒.๓ การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของถ่าน โดยนำถ่านมาบดให้เป็นผงละเอียด แล้วร่อนด้วยตะแกรง นำมาหาปริมาณความชื้น ปริมาณสารที่ระเหยได้ และประมาณเถ้า ตามวิธีของ ASTM D 1726-64 แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนเสถียร (fixed carbon content) โดยเอาค่าปริมาณความชื้น ปริมาณสารที่ระเหยได้ และปริมาณเถ้าลบออกจาก ๑๐๐

๒.๔ การหาประสิทธิภาพในการหุงต้มของถ่าน เป็นการทดสอบโดยใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ ตามวิธีการทดสอบของการวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้

๒.๕ การหาค่าความร้อนของถ่าน และไม้ ใช้ถ่านหรือไม้ที่บดเป็นผงละเอียด วัดโดยใช้ Adiabatic oxygen bomb calorimeter ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 2015-77 แล้วนำค่าที่วัดได้มาแปลงเป็นค่าที่สภาวะอบแห้ง

ผลและวิจารณ์ผล

๑. การทดลองเผาถ่าน

การทดลองเผาถ่านครั้งที่ ๑-๕ ในท้องที่อำเภอคุระบุรี และครั้งที่ ๑-๓ ในท้องที่อำเภอตะกั่วทุ่ง เป็นการเผาโดยไม่ได้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ อาศัยจากการสังเกตของผู้ชำนาญการ ส่วนการทดลองครั้งต่อมาที่เหลืออยู่ทั้งหมด เป็นการใช้เครื่องวัดอุณหภูมิซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับผลผลิตถ่านที่ได้ น้ำหนักถ่าน น้ำหนักหัวถ่าน ระยะเวลาในการเผา และน้ำหนักฟืนหน้าเตาของแต่ละเตาได้แสดงไว้ในตารางที่ ๒

การทดลองเผาถ่านทั้งสองลักษณะมีปฏิกริยาจากความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น และควันเปลี่ยนแปลง ตามระยะเวลาต่าง ๆ ของการเผาแบ่งออกได้เป็น ๔ ระยะดังนี้ (รูปที่ ๒, ๓ ตารางที่ ๓ และ ๔)

ระยะที่ ๑ เมื่อเริ่มติดไฟเผา อุณหภูมิภายในเตาเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ความร้อนจากไฟหน้าเตาทำให้น้ำระเหยออกไปจากเนื้อไม้ ควันที่ออกมาประกอบด้วยไอน้ำเป็นส่วนใหญ่ ไม้ในเตายังไม่ติดไฟ จึงต้องใส่ฟืนหน้าเตาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา อุณหภูมิกลางเตาในช่วงนี้ต่ำกว่า ๒๐๐°C ส่วนอุณหภูมิที่ปล่องควันจะต่ำกว่า ๘๐°C

ระยะที่ ๒ อุณหภูมิภายในเตาสูงขึ้นเรื่อย ๆ ควันที่ออกมามีสีขาว แต่ไม่หนามาก และมีกลิ่นฉุนเล็กน้อย เนื่องจากเริ่มเกิดกรดฟอร์มิก และกรดน้ำส้มออกมาด้วย ระยะนี้ยังต้องใช้ความร้อนจากฟืนหน้าเตาอยู่ เพราะไม้ในเตามีการติดไฟบ้างแต่ไม่ต่อเนื่อง อุณหภูมิกลางเตาในระยะนี้อยู่ระหว่าง ๒๐๐°- ๒๘๐°C ส่วนอุณหภูมิที่ปล่องควันวัดได้ประมาณ ๘๐°- ๘๕°C

ระยะที่ ๓ อุณหภูมิภายในเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ควันที่ออกมามีสีขาวหนาทึบ มีกลิ่นฉุนทำให้แสบตาและจมูก ระยะนี้น้ำระเหยออกไปจากไม้หมดแล้ว และเกิดการสลายตัวขององค์ประกอบเนื้อไม้ กลายเป็นแกสติดไฟหลายชนิด เช่น คาร์บอนมอนน็อกไซด์ มีเทน ฟอร์มัลดีไฮด์ กรดฟอร์มิก

ตารางที่ ๒. ปริมาณฟืนหน้าเตา น้ำหนักหัวถ่าน ผลผลิตถ่าน และระยะเวลาที่ใช้เผาถ่านในแต่ละครั้ง

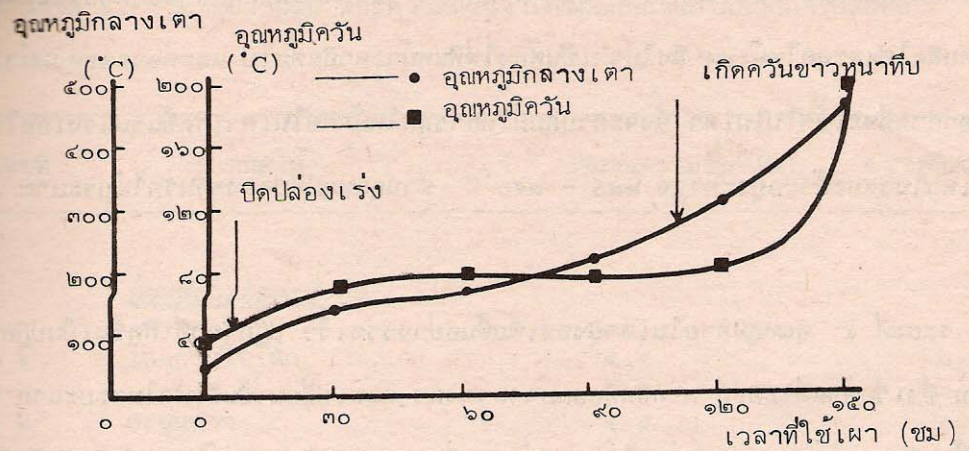
เลขที่	ชนิดถ่าน	ปริมาณฟืนหน้าเตา (กก)	น้ำหนักหัวถ่าน (กก)	ผลผลิตถ่าน (%)	ระยะเวลาที่ใช้เผา (วัน)
	ท้องที่อำเภอตะกั่วทุ่ง				
๑	โกงกางใบเล็ก	๕๖๓.๕	๐	๓๓	๖.๓๘
๒	ตะบูนดำ	๔๔๒	๐	๒๘.๖๗	๓.๖๓
๓	ตะบูนขาว	๓๐๕.๕	๒๑๗.๕	๓๕.๖๒	๒.๘๘
๔	ลำแพน	๑๑๕๘.๕	๒๖๗	๑๗.๗๘	๘.๙๒
	ท้องที่อำเภอคุระบุรี				
๕	โกงกางใบเล็ก	๗๐๐	๒๘๗.๕	๒๖.๙๑	๔.๑๓
๖	โกงกางใบใหญ่	๗๔๖.๕	๐	๒๐.๑๙	๗.๐
๗	โปรงแดง	๔๙๘	๐	๔๑.๓๖	๗.๕๔
๘	ถั่วดำ	๕๕๕.๕	๐	๒๓.๗๙	๗.๔๒
๙	ลำแพน	๙๗๘	๐	๒๓.๘๓	๑๓.๕๔
๑๐	ตะบูนขาว	๕๖๐.๕	๒	๓๐	๕.๑๖
๑๑	ฝาด	๖๒๕.๗	๔๒๙	๓๓.๙๑	๔.๘๓
๑๒	ประสัก	๖๖๕.๑๘	๐	๒๘.๘๓	๖.๑๗
๑๓	กั่ง, รากโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่				

ตารางที่ ๓. อุณหภูมิ และระยะเวลาในช่วงต่าง ๆ ในระหว่างการเผาถ่าน

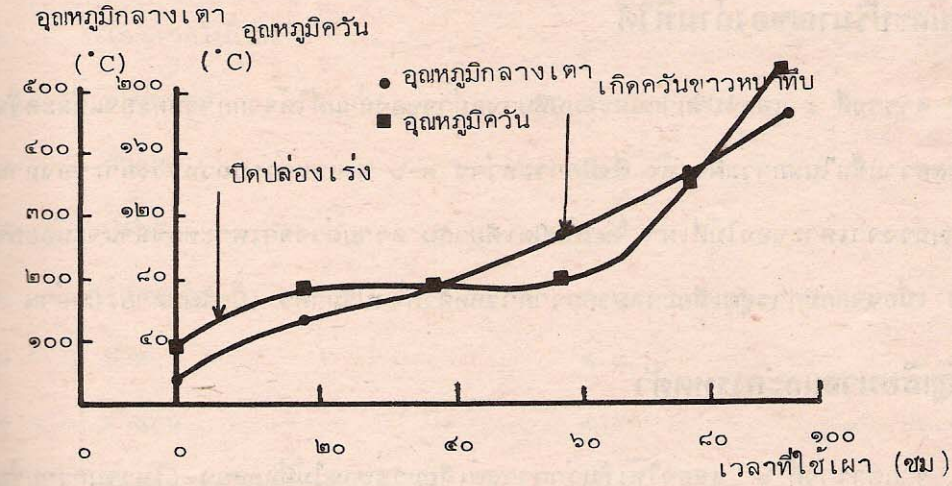
เลขที่	ชนิดไม้	อุณหภูมิ กลางเตา (°C)	อุณหภูมิ ควัน (°C)	ระยะ เวลา (ชม)	อุณหภูมิ กลางเตา (°C)	อุณหภูมิ ควัน (°C)	ระยะ เวลา (ชม)	อุณหภูมิ กลางเตา (°C)	อุณหภูมิ ควัน (°C)	ระยะ เวลา (ชม)
๑	ตะบูนขาว (ศูนย์วิจัยป่าไม้กุยบุรี)	๑๐๗	๙๐	๘	๒๗๙	๘๓	๙๖	๔๘๑	๑๘๐	๑๒๔
๒	ฝาด (ศูนย์วิจัยป่าไม้กุยบุรี)	๗๒	๘๙	๑๐	๒๗๐	๘๐	๑๐๒	๔๑๐	๙๓	๑๑๖
๓	ประสัก (ศูนย์วิจัยป่าไม้กุยบุรี)	๙๕	๑๑๘	๗	๒๘๔	๘๑	๑๑๐	๔๖๖	๒๐๐	๑๔๘
๔	กิ่ง, ราก โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ (ศูนย์วิจัยป่าไม้กุยบุรี)	๑๑๒	๑๒๗	๗	๒๗๐	๘๓	๖๑	๔๒๐	๑๘๔	๘๙
๕	ลำแพน (ตะกั่วทุ่ง)	๑๕๗	๑๖๔	๑๖	๓๐๐	๖๗	๑๖๖	๔๕๕	๑๔๒	๒๑๔

ตารางที่ ๔. ลักษณะและสีของควันที่เปลี่ยนแปลงไปตามการเพิ่มของอุณหภูมิในระหว่างการเผาถ่าน

อุณหภูมิกลางเตา (°C)	อุณหภูมิควัน (°C)	ลักษณะของควัน
ต่ำกว่า ๒๐๐	ต่ำกว่า ๗๕	สีขาวจาง ประกอบด้วยไอน้ำเป็นส่วนใหญ่
๒๐๐ - ๒๗๐	๗๕ - ๘๐	สีขาวหนาขึ้นเล็กน้อย และมีกลิ่นฉุนเล็กน้อย
๒๘๐ - ๓๕๐	๘๕ - ๑๐๐	สีขาวหนาทึบ กลิ่นฉุนแสบจมูกแสบตา
๓๕๐ - ๔๐๐	๙๕ - ๑๖๐	สีเทาจางกลิ่นฉุนน้อยลง
๔๒๐ - ๕๐๐	๑๔๐ - ๑๘๐	สีฟ้าอ่อน ๆ ไม่มีกลิ่นฉุน



รูปที่ ๒. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกลางเตาและอุณหภูมิควันกับเวลาที่ใช้เผาในการเผาถ่านไม้ประสัก ท้องที่อำเภอคุระบุรี



รูปที่ ๓. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกลางเตาและอุณหภูมิควันกับเวลาที่ใช้เผาในการเผาถ่าน กิ่ง, รากไม้โกงกางใบเล็ก และโกงกางใบใหญ่ ท้องที่อำเภอคุระบุรี

กรดน้ำส้ม เมทิลแอลกอฮอล์ และไฮโดรเจน เป็นต้น แกสเหล่านี้บางส่วนจะลุกไหม้อยู่ภายในเตาและทำให้ไม้ในเตาติดไฟและลุกไหม้เอง จึงไม่จำเป็นต้องใส่ฟืนหน้าเตาอีกต่อไป และต้องลดช่องหน้าเตาลงเพื่อจำกัดอากาศที่จะเข้าไปในเตา ซึ่งจะควบคุมมิให้การลุกไหม้ภายในเตาเกิดขึ้นรุนแรงเกินไป อุณหภูมิกลางเตาในระยะนี้จะอยู่ระหว่าง ๒๘๐° - ๓๕๐°C ส่วนอุณหภูมิที่ปล่องควันวัดได้ประมาณ ๙๕° - ๑๐๐°C

ระยะที่ ๔ อุณหภูมิภายในเตายังคงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกริยาคายความร้อน ซึ่งเริ่มตั้งแต่ระยะที่ ๓ ควันที่ออกมาจะจางลง และเปลี่ยนเป็นสีเทาในระยะแรก มีน้ำมันดิบเกิดขึ้น สังเกตได้จากการลูบด้านในของปล่อง กลิ่นฉุนจะหายไป และน้ำมันจะแข็งตัวติดกับปล่องควัน ไม้จะเป็นเป็นถ่านอย่างสมบูรณ์ในช่วงอุณหภูมิ ๔๐๐° - ๕๐๐°C เมื่อวัดอุณหภูมิได้ประมาณ ๕๐๐°C และควันเริ่มใสก็ปิดเตาได้ อุณหภูมิกลางเตาของระยะนี้อยู่ระหว่าง ๓๕๐° - ๕๐๐ °C และอุณหภูมิที่ปล่องควันอยู่ระหว่าง ๙๕° - ๑๘๐°C

๒. สมบัติและปริมาณของถ่านที่ได้

ตารางที่ ๕ แสดงปริมาณและสมบัติบางอย่างของถ่านที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้ง ได้แก่ ปริมาณความชื้นในสภาวะผึ่งแห้ง ซึ่งมีค่าระหว่าง ๓-๖ % และความถ่วงจำเพาะของถ่านซึ่งขึ้นอยู่กับความถ่วงจำเพาะของไม้ที่เผา ในไม้ชนิดเดียวกัน ความถ่วงจำเพาะของถ่านจะน้อยกว่าของเนื้อไม้เสมอ เนื่องจากมีการสูญเสียมวลมากกว่าการหดตัวทางปริมาตร เมื่อไม้กลายเป็นถ่าน

๓. การสูญเสียมวลและการหดตัว

จากตารางที่ ๖ แสดงให้เห็นว่าการสูญเสียมวลของไม้ที่ทดลอง (ไม่รวมความชื้น) อยู่ระหว่าง ๔๐-๖๓ % สำหรับถ่านที่เผาสุกตลอดทั้งหมด ส่วนการหดตัวของไม้เมื่อไม้กลายเป็นถ่านจะมีการหดตัวตามปริมาตรมากที่สุด รองลงไปเป็นการหดตัวทางเส้นรอบวง และตามยาวตามลำดับ ที่น่าสังเกตคือ การหดตัวตามยาวของไม้เมื่อกลายเป็นถ่าน มีมากกว่าการหดตัวตามยาวของไม้เมื่อแห้งลงหลายเท่า ทั้งนี้เนื่องจากไมเลกุลเซลลูโลสของไม้ สูญเสียออกซิเจนระหว่างกลูโคส และอะตอมของคาร์บอน จะจับกันใหญ่เมื่อไม้กลายเป็นถ่าน

ตารางที่ ๕. ปริมาณความชื้น และความถ่วงจำเพาะของถ่านที่ได้จากการทดลอง

เลขที่	ชนิดไม้	ปริมาณความชื้น (%)	ความถ่วงจำเพาะ
	<u>ท้องที่อำเภอตะกั่วทุ่ง</u>		
๑	โกงกางใบเล็ก	๕.๔	๐.๐๗
๒	ตะบูนขาว	๕.๘	๐.๔๒
๓	ตะบูนดำ	๕.๔	๐.๔๓
๔	ลำแพน	๔.๒	๐.๔๙
	<u>ท้องที่อำเภอคุระบุรี</u>		
๕	โกงกางใบใหญ่	๕.๑	๐.๗๕
๖	โกงกางใบเล็ก	๖.๑	๐.๖๒
๗	ตะบูนขาว	๓.๗	๐.๔๒
๘	ถั่วดำ	๔.๗	๐.๖๒
๙	ประสัก	๔.๒	๐.๖๐
๑๐	โปรงแดง	๕.๙	๐.๖๓
๑๑	ฝาด	๓.๘	๐.๕๒
๑๒	ลำแพน	๕.๔	๐.๔๐
๑๓	กิ่งและรากโกงกางใบใหญ่ และโกงกางใบเล็ก	๒.๙	๐.๗๔

ตารางที่ ๖. การสูญเสียมวล และการหดตัวของไม้เมื่อกลายเป็นถ่าน

เลขที่	ชนิดไม้	การสูญเสียมวล[๑] (%)	การหดตัว (%)		
			ทางความยาว	ทางเส้นรอบวง	ทางปริมาตร
๑	โกงกางใบใหญ่	๕๒.๕	๘.๘	๑๕.๖	๒๕.๓
๒	โกงกางใบเล็ก	๔๘.๑๘	-	-	-
๓	ตะบูนขาว	๕๖.๑	๘.๒	๑๐.๕	๒๖.๒๔
๔	ประสัก	๕๑.๓	๙.๐	๑๔.๒	๓๓.๐
๕	โปรงแดง	๔๐.๐	๕.๗	๗.๕	๑๙.๒๙
๖	ฝาด[๒]	๒๙.๐	๒.๔	๑๓.๕	๒๖.๙
๗	ลำแพน	๕๑.๐	๔.๖	๑๖.๒	๓๒.๙
๘	กี่งโกงกางใบใหญ่	๕๓.๑	๗.๓	๑๘.๗	๓๘.๔
๙	กี่งโกงกางใบเล็ก	๕๓.๑	๖.๕	๑๙.๘	๔๐.๘
๑๐	รากโกงกางใบใหญ่	๖๓.๐	๖.๘	๑๙.๘	๔๐.๕
๑๑	รากโกงกางใบเล็ก	๖๒.๕	๖.๕	๑๙.๘	๔๐.๘

๑. คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักอบแห้งของไม้ที่เผา

๒. เป็นท่อนไม้ประมาณครึ่งหนึ่ง

๔. องค์ประกอบของถ่าน

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น สารที่ระเหยได้ เถ้า และปริมาณคาร์บอนเสถียร ในขณะที่หา และที่สภาวะอบแห้งของถ่านแต่ละเตา ได้แสดงไว้ในตารางที่ ๗ องค์ประกอบของถ่านแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของถ่านในบางลักษณะ กล่าวคือ ถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนเสถียรสูง ซึ่งจะมีปริมาณสารที่ระเหยได้ และปริมาณเถ้าอยู่ต่ำ เป็นถ่านที่มีความบริสุทธิมากกว่าถ่านที่มีปริมาณคาร์-บอนเสถียรต่ำกว่า จึงเหมาะสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น ใช้ทำยารักษาโรค การถลุงเหล็ก และการกรองเป็นต้น ส่วนถ่านที่ใช้ในการหุงต้มนั้นไม่จำเป็นต้องให้มีปริมาณคาร์-บอนเสถียรสูงมากนัก เพราะถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนเสถียรสูงจะมีผลผลิตถ่านต่ำ ถ่านที่ใช้ในการหุงต้มจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติอื่น ๆ ของถ่านประกอบด้วย

๕. ประสิทธิภาพในการหุงต้มของถ่าน

การหาประสิทธิภาพในการหุงต้มของถ่านโดยการใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงต้มน้ำ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหางานที่ทำได้ (work done) โดยเอาน้ำหนักของน้ำที่ระเหยไปหารด้วยน้ำหนักของถ่านที่ใช้ไป และอัตราการเผาไหม้ของถ่านโดยเอาน้ำหนักของถ่านที่ใช้ไปหารด้วยระยะเวลาที่ต้มน้ำ ได้แสดงไว้ในตารางที่ ๘ จะเห็นได้ว่างานที่ทำได้มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงต้องดูจากอัตราการเผาไหม้ และการประทุของถ่านว่าถ่านของไม้ชนิดไหนจะมีความเหมาะสมในการหุงต้มดีกว่ากัน ถ่านที่มีความแน่นต่ำ จะมีอัตราการเผาไหม้สูง ถ่านพวกนี้จะติดไฟได้เร็ว แต่จะถูกไหม้หมดไปในเวลาที่เร็วกว่าถ่านที่มีความแน่นสูง ในการทดลองก็ได้สังเกตการประทุของถ่านด้วย และแบ่งชั้นตามอัตราการประทุของถ่าน ส่วนควันและเขม่าที่อาจจะเกิดขึ้นในการเผาไหม้ของถ่านนั้นปรากฏว่าในการติดไฟถ่านทุกชนิดจะไม่มีควันเขม่าสีดำที่ติดก้นหม้อนั้นจะมีบ้างเล็กน้อยสำหรับถ่านบางชนิดซึ่งไม่ถือเป็นปัญหาสำคัญ

๖. การหาค่าความร้อนของไม้และถ่าน

ค่าความร้อนของไม้และถ่านในสภาวะความชื้นขณะที่หา และในสภาวะอบแห้ง ได้แสดงไว้ในตารางที่ ๙ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความร้อนของไม้ที่สภาวะอบแห้งอยู่ระหว่าง ๔๕๐๐-๕๑๐๐ แคลอรี/

ตารางที่ ๗. องค์ประกอบทางเคมีของถ่าน

เลขที่	ชนิดถ่าน	ปริมาณความชื้น (%)	ปริมาณสารที่ระเหยได้ (%)		ปริมาณขี้เถ้า (%)		ปริมาณคาร์บอนเสถียร (%)	
			ในขณะที่หา	ที่สภาวะอบแห้ง	ในขณะที่หา	ที่สภาวะอบแห้ง	ในขณะที่หา	ในสภาวะอบแห้ง
	<u>ท้องที่อำเภอตะกั่วทุ่ง</u>							
๑	โกงกางใบเล็ก	๕.๘๖	๒๖.๓๔	๒๘.๐๓	๒.๑๑	๒.๒๔	๖๕.๖๔	๖๔.๗๓
๒	ตะบูนดำ	๕.๔๐	๑๗.๖๐	๑๘.๗๐	๒.๔๖	๒.๖๑	๗๔.๐๔	๗๘.๖๘
๓	ตะบูนขาว	๕.๗๘	๓๐.๔๗	๓๒.๓๔	๒.๗๘	๒.๔๔	๖๐.๔๗	๖๔.๗๒
๔	ลำแพน	๕.๒๘	๒๒.๑๘	๓๔.๔๒	๔.๒๘	๔.๔๒	๖๘.๒๖	๗๒.๐๗
	<u>ท้องที่อำเภอตระบุรี</u>							
๕	โกงกางใบเล็ก	๕.๔๒	๓๑.๔๖	๓๓.๗๘	๓.๑๑	๓.๒๔	๕๔.๕๒	๖๒.๔๓
๖	โกงกางใบใหญ่	๕.๔๖	๒๗.๓๒	๒๘.๔๐	๒.๔๒	๒.๕๖	๖๕.๘๐	๖๘.๕๔
๗	โปรงแดง	๕.๔๒	๓๒.๗๒	๓๔.๖๐	๑.๔๖	๒.๐๖	๕๔.๕๐	๖๓.๓๔
๘	ถั่วดำ	๕.๓๒	๓๓.๐๘	๓๔.๔๔	๑.๗๘	๑.๘๘	๕๔.๘๐	๖๓.๑๗
๙	ลำแพน	๕.๗๒	๓๕.๖๘	๓๗.๘๔	๓.๑๗	๓.๓๖	๕๕.๕๔	๕๘.๘๐
๑๐	ตะบูนขาว	๔.๗๔	๒๘.๗๐	๓๐.๑๔	๒.๗๖	๒.๔๐	๖๓.๗๔	๖๖.๔๗
๑๑	ฝาด	๕.๒๐	๓๕.๐๗	๓๗.๐๐	๑.๕๓	๑.๖๑	๕๘.๒๐	๖๑.๓๔
๑๒	ประสัก	๕.๒๐	๒๐.๔๔	๒๑.๕๖	๒.๑๘	๒.๓๐	๗๒.๑๔	๗๖.๑๔
๑๓	กั่งโกงกางใบเล็ก	๕.๔๐	๓๔.๘๔	๓๖.๘๘	๒.๖๕	๒.๘๐	๕๗.๐๖	๖๐.๓๒
๑๔	กั่งโกงกางใบใหญ่	๔.๘๔	๓๖.๔๘	๓๘.๘๖	๒.๒๔	๒.๓๕	๕๕.๔๔	๕๘.๓๘
๑๕	รากโกงกางใบเล็ก	๕.๑๘	๓๕.๖๘	๓๗.๖๔	๒.๓๔	๒.๔๗	๕๖.๘๐	๕๔.๔๐
๑๖	รากโกงกางใบเล็ก	๕.๐๖	๓๓.๓๐	๓๔.๐๘	๒.๖๔	๒.๗๘	๕๔.๐๐	๖๒.๑๔

ตารางที่ ๘. ประสิทธิภาพในการหุงต้มของถ่าน

เลขที่	ชนิดถ่าน	งานที่ทำได้	อัตราการเผาไหม้เฉลี่ย (กรัม/นาที)	การประทุขณะติดไฟ๑/
	ท้องที่อำเภอตะกั่วทุ่ง			
๑	โกงกางใบเล็ก	๒.๓๓	๗.๑๑	๔
๒	ตะบูนดำ	๒.๙๘	๘.๐๗	๒
๓	ตะบูนขาว	๒.๓๓	๘.๓๘	๒
๔	ลำแพน	๒.๔๒	๗.๒๖	๔
	ท้องที่อำเภอคุระบุรี			
๕	โกงกางใบเล็ก	๒.๒๘	๗.๖๐	๔
๖	โกงกางใบใหญ่	๒.๔๑	๗.๐๕	๔
๗	โปรงแดง	๒.๒๐	๗.๙๐	๒
๘	ถั่วดำ	๒.๗๐	๗.๕๔	๓
๙	ลำแพน	๒.๔๕	๘.๖๑	๔
๑๐	ตะบูนขาว	๒.๙๑	๘.๑๐	๒
๑๑	ฝาด	๒.๕๔	๗.๖๗	๔
๑๒	ประสัก	๒.๙๓	๗.๑๔	๔
๑๓	กิ่งโกงกางใบเล็ก	๒.๔๕	๗.๑๕	๓
๑๔	กิ่งโกงกางใบใหญ่	๒.๕๔	๖.๖๓	๔
๑๕	รากโกงกางใบเล็ก	๒.๑๗	๗.๑๔	๓
๑๖	รากโกงกางใบใหญ่	๒.๐๓	๖.๕๐	๓

๑/ การประทุของถ่านแบ่งออกเป็น ๔ ระดับ แต่ละระดับมีการให้คะแนนดังนี้

ไม่มีการประทุ	คะแนน	๔
ประทุน้อยมาก (น้อยกว่า ๑ นาที)	"	๓
ประทุนาน ๒-๓ นาที	"	๒
ประทุนานมากกว่า ๕ นาที	"	๑

ตารางที่ ๙. ค่าความร้อนของไม้ และถ่านในสภาวะความชื้นขณะที่หาและที่สภาวะอบแห้ง

เลขที่	ชนิดไม้และถ่าน	ไม้			ถ่าน		
		ปริมาณความชื้น (%)	ค่าความร้อนในขณะที่หา (แคลอรี/กรัม)	ค่าความร้อนที่สภาวะอบแห้ง (แคลอรี/กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)	ค่าความร้อนในขณะที่หา (แคลอรี/กรัม)	ค่าความร้อนที่สภาวะอบแห้ง (แคลอรี/กรัม)
	ท้องที่อำเภอตะพังหุ่ง						
๑	โกงกางใบเล็ก	๓๒.๐๑	๓๑๙๔.๔๓	๔๗๐๑.๖๓	๒๖.๓๘	๕๓๐๑.๐๒	๗๒๐๐.๔๕
๒	ตะบูนดำ	๓๗.๕๘	๒๘๑๗.๘๐	๔๕๑๔.๕๕	๓๒.๐๑	๕๑๗๓.๒๔	๗๖๐๙.๒๐
๓	ตะบูนขาว	๔๐.๖๗	๒๘๕๗.๔๖	๔๘๑๕.๙๘	๓๖.๓๓	๔๔๐๒.๘๙	๖๙๑๕.๕๖
๔	ลำแพน	๓๖.๙๑	๒๙๖๓.๕๑	๔๖๙๗.๐๖	๒๘.๖๙	๕๑๔๐.๙๕	๗๒๐๘.๙๕
	ท้องที่อำเภอคุระบุรี						
๕	โกงกางใบเล็ก	๓๗.๐๐	๒๙๖๙.๐๖	๔๗๑๒.๕๗	๒๗.๐๙	๔๘๗๓.๖๑	๖๖๘๔.๔๗
๖	โกงกางใบใหญ่	๓๔.๓๗	๓๑๒๓.๖๖	๔๗๕๙.๖๒	๒๒.๑๑	๕๕๔๔.๓๒	๗๑๑๘.๐๕
๗	โปรงแดง	๓๘.๑๒	๓๐๙๒.๓๗	๔๙๙๗.๒๕	๒๕.๑๙	๕๑๒๘.๑๗	๖๘๕๔.๙๐
๘	ถั่วดำ	๓๒.๔๗	๓๒๗๒.๖๓	๔๘๔๖.๐๗	๒๖.๒๑	๕๑๖๖.๕๖	๗๐๐๑.๔๓
๙	ลำแพน	๓๒.๙๙	๓๐๙๔.๘๘	๔๖๑๘.๓๒	๓๑.๔๗	๔๔๐๒.๙๒	๖๔๒๔.๙๐
๑๐	ตะบูนขาว	๓๔.๗๗	๓๑๔๔.๒๐	๔๘๒๐.๔๙	๓๒.๑๖	๔๘๑๕.๑๒	๗๐๙๗.๓๔
๑๑	ฝาด	๓๔.๖๗	๓๓๓๖.๕๒	๕๑๐๗.๐๓	๓๒.๕๒	๔๖๓๒.๙๒	๖๘๖๕.๖๓
๑๒	ประสัก	๓๓.๖๖	๓๒๐๔.๔๘	๔๘๓๐.๖๖	๒๔.๑๐	๕๕๗๖.๐๐	๗๓๔๖.๔๖
๑๓	กี่งโกงกางใบเล็ก	๓๐.๓๘	๓๑๙๘.๓๒	๔๕๙๔.๑๘	๒๕.๒๔	๔๙๓๓.๗๖	๖๕๙๙.๔๖
๑๔	กี่งโกงกางใบใหญ่	๓๑.๖๓	๓๒๑๙.๓๑	๔๗๐๘.๙๑	๒๖.๒๒	๔๙๙๖.๕๕	๖๗๗๒.๐๐
๑๕	รากโกงกางใบเล็ก	๓๒.๓๙	๓๑๐๙.๔๔	๔๕๙๘.๙๑	๒๕.๑๒	๕๐๐๗.๐๘	๖๖๘๖.๕๗
๑๖	รากโกงกางใบใหญ่	๓๐.๖๔	๓๑๔๖.๑๖	๔๕๓๖.๒๙	๒๘.๔๙	๔๖๓๙.๐๓	๗๔๘๗.๒๕

กรัม ส่วนใหญ่แล้วมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก เนื่องจากชนิดและปริมาณขององค์ประกอบหลักของไม้ชนิดต่าง ๆ ค่อนข้างใกล้เคียงกัน สำหรับถ่านจะมีค่าความร้อนระหว่าง ๖๔๐๐-๗๖๐๐ แคลอรี/กรัม ที่สภาวะเดียวกัน ซึ่งจะมีค่าสูงกว่าของไม้เสมอ เนื่องจากถ่านมีปริมาณคาร์บอนเสถียนสูงกว่าไม้ค่าความร้อนของถ่านแปรผันไปตามปริมาณคาร์บอนเสถียร ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา แต่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดไม้ที่ใช้ในการเผา ปริมาณความชื้นในไม้และถ่านมีผลทำให้ค่าความร้อนที่ได้ลดลง เนื่องจากความร้อนส่วนหนึ่งต้องใช้ไปในการทำให้น้ำกลายเป็นไอ

๗. การพิจารณาชนิดไม้ที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำถ่าน

จากผลการทดลองเผาถ่านไม้ป่าชายเลนชนิดต่าง ๆ รวมทั้งการหาคุณภาพด้านต่าง ๆ ของถ่านประกอบกันก็พอจะสรุปได้ว่า เมื่อเอาถ่านไม้โกงกางซึ่งเป็นถ่านที่ตลาดนิยมสูงเป็นเกณฑ์ ไม้ป่าชายเลนชนิดอื่นที่ได้ถ่านคุณภาพทัดเทียมกันได้แก่ ประสัก โปรง ถั่วดำ ฝาด กิ่งและรากของไม้โกงกางใบเล็ก และไม้โกงกางใบใหญ่ ส่วนไม้ที่ให้ถ่านที่มีคุณภาพด้อยกว่า ได้แก่ ตะบูนขาว ตะบูนดำ และลำแพน เนื่องจากถ่านของไม้เหล่านี้มีความแน่นต่ำ อัตราการเผาไหม้สูง และยังมีการประทุมากอีกด้วย นอกจากนั้นไม้ลำแพนยังเป็นไม้ที่เผายาก ต้องใช้เวลาในการเผานานกว่าปกติ และยังมีปริมาณเถ้ามากอีกด้วย

สรุปผล

การทดลองเผาถ่านโดยใช้เตาอิฐก่อขนาดเล็ก ซึ่งมีลักษณะคล้ายเตาอิฐก่อขนาดใหญ่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเผาถ่านไม้ป่าชายเลนทั่วไป เพื่อที่นำผลที่ได้จากการทดลองไปปรับใช้ในอุตสาหกรรมเผาถ่าน พอจะสรุปผลได้ดังนี้

การเผาถ่านใช้วิธีเผาแบบใส่ไฟหน้าเตา ในระยะแรกของการเผา ความร้อนจากไฟหน้าเตาจะถูกดูดเข้าไปในเตา โดยปล่องเร่งและปล่องควัน จนฟืนในเตาลุกติดไฟเองจึงเลิกใส่หน้าเตา ปฏิกิริยาความร้อนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเตาเผาถ่าน แบ่งออกเป็นสี่ระยะคือ ระยะที่๑ อุณหภูมิกลางเตาต่ำกว่า ๒๐๐°C ควันที่ออกมาประกอบด้วยไอน้ำเป็นส่วนใหญ่ ระยะที่ ๒ อุณหภูมิกลางเตาประมาณ ๒๐๐°-๒๘๐°C ควันมีสีขาว ระยะที่ ๓ อุณหภูมิกลางเตาประมาณ ๒๘๐ - ๓๕๐° C ควันที่ออกมามีสีขาวหนาทึบ และมีกลิ่นฉุน เป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลง และมีการสลาย

ตัวขององค์ประกอบเนื้อไม้มากที่สุด เนื้อไม้เริ่มกลายเป็นถ่านในระยะนี้ ระยะที่ ๔ อุณหภูมิกลางเตาประมาณ ๓๕๐°-๕๐๐°C ควันมีสีเทาในช่วงแรก และเปลี่ยนเป็นสีฟ้าอ่อนในช่วงหลัง การเปลี่ยนแปลงจากไม้เป็นถ่าน เริ่มจากผิวด้านนอกเข้าไปข้างใน และจากส่วนบนลงมายังส่วนล่าง

ผลผลิตถ่านที่ได้แตกต่างกันไปมากในระหว่างเตาขึ้นอยู่กับการเผา ซึ่งจะสม่ำเสมอมากกว่าถ้าใช้เครื่องวัดอุณหภูมิช่วย ผลผลิตถ่านนี้จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณสารที่ระเหยได้ในถ่าน และแปรผันโดยกลับกับปริมาณคาร์บอนเสถียรของถ่าน การสูญเสียมวลเมื่อกลายเป็นถ่านประมาณ ๕๐ % การหดตัวประมาณ ๓๐-๔๐%

องค์ประกอบของถ่านก็ขึ้นอยู่กับการเผา ถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนเสถียรสูงจะมีปริมาณสารระเหยได้ และปริมาณเถ้าต่ำ มักจะเป็นถ่านที่ได้จากการเผาเป็นเวลานาน จากการหาประสิทธิภาพในการหุงต้มของถ่านพบว่า งานที่ทำได้ของถ่านจากไม้ชนิดต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกันมาก และจะแปรผันโดยตรงกับค่าความร้อนของถ่าน ส่วนอัตราการเผาไหม้จะแตกต่างกันไปตามความแน่นของถ่าน จึงใช้ค่าหลังนี้ในการประเมินประสิทธิภาพในการหุงต้มของถ่าน

ค่าความร้อนของไม้ป่าชายเลนมีค่าอยู่ระหว่าง ๔๕๐๐-๕๑๐๐ แคลอรี/กรัม ในสภาวะอบแห้ง ซึ่งไม้ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนค่าความร้อนของถ่านจากไม้ป่าชายเลนมีค่าประมาณ ๖๔๐๐-๗๖๐๐ แคลอรี/กรัม ในสภาวะเดียวกัน ซึ่งจะแปรผันโดยตรงกับปริมาณคาร์บอนเสถียรของถ่าน แต่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดไม้ และค่าความร้อนของถ่านจากไม้ทุกชนิด จัดว่าสูงพอเพียงสำหรับใช้หุงต้มในครัวเรือน

ถ่านของไม้ที่มีคุณภาพทัดเทียมกับถ่านไม้โกงกางได้แก่ ประสัก โปรง ถั่วดำ ฝาด และกิ่ง ราก ไม้โกงกางที่ให้ถ่านที่มีคุณภาพเทียบเท่าถ่านจากส่วนลำต้น ไม้ที่ให้ถ่านคุณภาพด้อยกว่าได้แก่ ตะบูนขาว ตะบูนดำ และลำแพน

จากการเปรียบเทียบคุณภาพของถ่านที่ได้จากไม้ที่ลอกเปลือกออกก่อน และไม่ลอกเปลือกปรากฏว่าไม่แตกต่างกันมาก แต่จะมีผลต่อปริมาณของถ่านที่ได้ เนื่องจากเปลือกจะกินเนื้อที่บางส่วนของเตาไป

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยนี้ ทำให้นำไปใช้ปรับปรุงวิธีการเผาถ่านจากไม้ป่าชายเลนได้ดังนี้

๑. การใช้เครื่องวัดอุณหภูมิช่วยในการเผาถ่าน จะทำให้การควบคุมการเผาถ่านเป็นไปได้ดียิ่งขึ้น และถ่านที่ได้ก็มีปริมาณและคุณภาพสม่ำเสมอดี เครื่องวัดอุณหภูมินี้อาจใช้เพียงเทอร์โมมิเตอร์ที่วัดได้ถึง ๒๐๐ °C สำหรับวัดอุณหภูมิที่ปล่อง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่กลางเตา

๒. ไม้ป่าชายเลนชนิดอื่นที่มีความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับไม้โกงกาง สามารถนำมาใช้ทำถ่านได้ ซึ่งจะได้ถ่านที่มีคุณภาพทัดเทียมกับถ่านไม้โกงกาง รวมทั้งกิ่งและรากของไม้โกงกางด้วย

เอกสารอ้างอิง

จำรัส ทองมา และจิตต์ คงแสงไชย. ๒๕๒๒. การจัดการป่าเลนในประเทศไทย กองจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

วิรัช ชื่นวาริน. ๒๕๒๕. ลักษณะโครงสร้าง คุณสมบัติ และการใช้ประโยชน์ของไม้ป่าชายเลน. การประชุมทางวิชาการป่าไม้ สาขาวนผลิตภัณฑ์ ปี ๒๕๒๕. กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. หน้า ๑๒๓-๑๔๒.

Forest Products Research Division, 1984. Charcoal production improvement for rural development in Thailand. Forest Products Research Division, Royal Forest Department. Bangkok. 163 p.