

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้เรื่องเบื้องต้นเกี่ยวกับชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น ผลผลิตทางการเกษตรต่างๆ ได้แก่ แกลบ ฟาง กากอ้อย ตนนอຍ กะลาปาล์ม ทะลายปาล์ม กะลามะพร้าว เศษไม้ เศษหญ้า เป็นต้น ชีวมวลสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ เพราะในขั้นตอนของการเจริญเติบโตนั้นพืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำและเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ได้ออกมาเป็นแป้งและน้ำตาล แลวกักเก็บไว้ตามส่วนต่างๆ ของพืช ดังนั้นเมื่อนำพืชมาเป็นเชื้อเพลิงก็จะได้ออกพลังงานออกมา (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2549, หน้า 1)

ประโยชน์ของชีวมวล

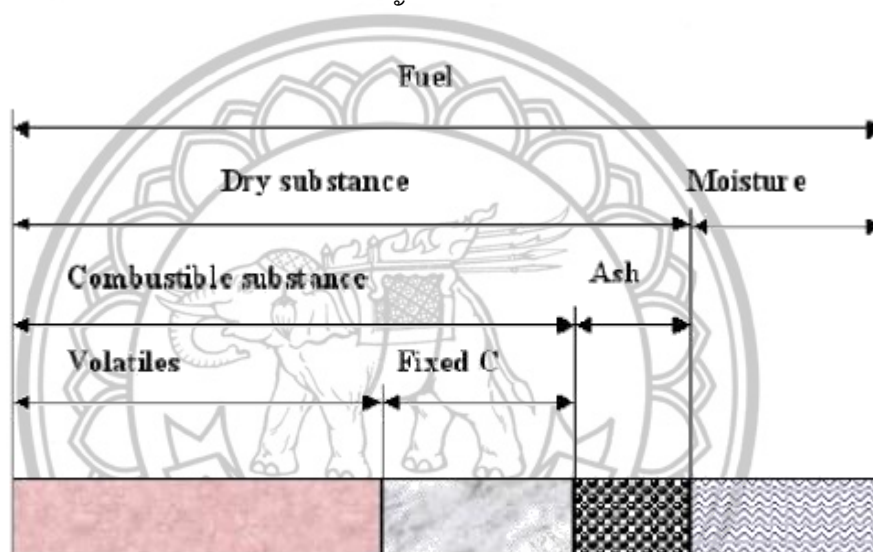
1. เศรษฐกิจชุมชนจะเจริญเติบโต เนื่องจากใช้ชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิง สามารถลดต้นทุนการผลิต และช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องในท้องถิ่น จะเป็นการสร้างงานในพื้นที่นั้นๆ และก่อให้เกิดรายได้กับชุมชนผ่านทางภาษีท้องถิ่น
2. เกษตรกรจะมีรายได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถขายได้ทั้งผลผลิตทางการเกษตร และเศษวัสดุทางการเกษตรที่เคยทิ้ง จะกลับมามีราคาขายได้
3. เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกใหม่ที่ใช้ทดแทนเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล ในการผลิตพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
4. ความมั่นคงในการผลิตพลังงานของประเทศจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผลผลิตและเศษวัสดุเหลือทิ้งจากเกษตรกรในประเทศมีมากพอมาใช้เป็นพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในปัจจุบัน

องค์ประกอบของชีวมวล

องค์ประกอบของชีวมวลหรือสสารทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก คือ

1. ความชื้น (Moisture) หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ ชีวมวลส่วนมากจะมีความชื้นค่อนข้างสูงเพราะเป็นผลผลิตทางการเกษตร ถ้าต้องการนำชีวมวลเป็นพลังงานโดยการเผาไหม้ ความชื้นไม่ควรเกิน 50 เปอร์เซ็นต์

2. คาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon) เป็นส่วนที่เสถียรของโครงสร้างโมเลกุลของชีวมวล ประกอบด้วยคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ ชีวมวลที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่ต่ำหรือน้อยจะสันดาปได้ไม่ดี มีอุณหภูมิจุดติดไฟต่ำ ความเร็วในการติดไฟช้าเนื่องจากความชื้นมาก
3. สารระเหย (Volatile Matter) คือ ส่วนที่โมเลกุลถูกเผาไหม้ได้ง่าย ดังนั้น ชีวมวลใดมีค่า Volatile Matter สูง แสดงว่าติดไฟได้ง่าย
4. ซี้เก๊า (Ash) เป็นส่วนประกอบอนินทรีย์ที่มีอยู่เดิมในชีวมวลที่ถูกออกซีไดส์สมบูรณ์ ชีวมวลส่วนใหญ่จะมีซี้เก๊าประมาณ 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นแกลบและฟางขาว จะมีสัดส่วนซี้เก๊าประมาณ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีปัญหาในการเผาไหม้



ภาพ 1 องค์ประกอบชีวมวล

องค์ประกอบของชีวมวลที่มีผลต่อการผลิตพลังงาน

ชีวมวลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะอย่าง คุณสมบัติบางอย่างถือเป็นจุดด้อยในการนำชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ต้องออกแบบเครื่องจักรให้เหมาะสมกับชีวมวลนั้นๆ เพื่อประสิทธิภาพโดยรวมที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามคุณสมบัติอย่างหนึ่งของชีวมวลที่เหมือนกันคือ มีน้ำหนักเบาเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ การผลิตพลังงานด้วยชีวมวล จึงควรอยู่ใกล้กับแหล่งผลิตชีวมวลเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งให้มากที่สุด สำหรับคุณสมบัติเฉพาะของชีวมวลที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่

1. การกระจายตัวของแหล่งชีวมวล
2. ขนาด
3. ความชื้น

4. สิ่งเจือปน
5. ปริมาณขี้เถ้า

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับถ่านไม้

แหล่งพลังงานในพื้นที่ภพพื้นที่สำคัญที่สุดคือ พลังงานแสงอาทิตย์ พืชจับพลังงานแสงอาทิตย์โดยขบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) และเก็บไว้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น ในรูปเนื้อไม้ ในรูปผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น ในปีหนึ่งๆ พืชบกสามารถสร้างพลังงานในรูปของมวลแห้ง ประมาณ 100 – 125 พันล้านตัน และพืชน้ำสร้างมวลแห้ง ประมาณ 44 – 55 พันล้านตัน ซึ่งปริมาณชีวมวลดังกล่าวมีค่ามากกว่าการใช้พลังงานของมนุษย์ในปัจจุบันถึง 200 เท่า (จิระพงษ์ คูหากาญจน์, 2552, หน้า 7-8)

มนุษย์รู้จักการใช้พลังงานจากไม้โดยการสันดาปเพื่อความอบอุ่น และประกอบอาหาร โดยบังเอิญตั้งแต่มนุษย์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ มนุษย์รู้จักการแปรรูปไม้เป็นถ่านมานานกว่า 2,000 ปี มนุษย์รู้จักการแปรรูปถ่านเป็นแก๊สเดินเครื่องยนต์มากกว่า 70 ปี และมนุษย์รู้จักแปรรูปไม้เป็นเชื้อเพลิงเหลวมากกว่า 35 ปี

ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถสร้างขึ้นได้ แต่การใช้ชีวมวลเป็นพลังงานที่ไม่สะอาดเหมือนพลังงานชนิดอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้ได้เกิดวิกฤติการณ์เกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มนุษย์ตระหนักถึงความสำคัญในการศึกษาค้นคว้าวิจัยการแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงานในรูปแบบต่างๆ กันอย่างเร่งด่วน

การจำแนกการใช้พลังงานในประเทศไทย สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. พลังงานเพื่อการขนส่ง 27 เปอร์เซ็นต์
2. พลังงานเพื่ออุตสาหกรรม 23 เปอร์เซ็นต์
3. พลังงานเพื่อการหุงต้มและบริการ 22 เปอร์เซ็นต์
4. พลังงานเพื่อการเกษตร 7 เปอร์เซ็นต์
5. พลังงานเพื่อกิจการอื่นๆ 21 เปอร์เซ็นต์

พลังงานเพื่อการขนส่งและพลังงานเพื่อการเกษตร ได้จากน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นส่วนใหญ่ สำหรับพลังงานเพื่อการหุงต้มและบริการได้มาจากถ่าน 48% ฝืน 16% น้ำมัน 22% และไฟฟ้า 14% ตามลำดับ

แหล่งของไม้ที่ใช้ผลิตพลังงาน ควรเป็นไม้ที่มีราคาถูกและเป็นของเหลือทิ้ง แหล่งผลิตพลังงานของไม้เชื้อเพลิงชนิดนี้ ควรอยู่ในรัศมีไม่เกิน 100 กิโลเมตร โดยปกติแล้วไม้ที่จะนำมาทำเชื้อเพลิง ควรเป็นเศษเหลือที่ได้จากสองแหล่งคือ

1. เศษเหลือที่ได้จากการทำไม้และสวนป่า เช่น กิ่ง ตอ ราก ใบ และเปลือก เป็นต้น
2. เศษเหลือที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมไม้ เช่น โรงเลื่อย โรงงานไม้บาง ไม้อัด และโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น

ในการจำแนกไม้จากสวนป่า พอดีจะจำแนกส่วนต่างๆ ของต้นไม้ได้ดังนี้ คือ ลำต้น 60-65% เนื้อไม้ส่วนยอด 5% กิ่งขนาดต่างๆ 10-15% ตอ 5-10% และราก 10-20% เนื้อไม้ที่นำมาทำเชื้อเพลิง ควรเป็นส่วนของกิ่งขนาดเล็กๆ ตอและราก สำหรับเนื้อไม้ส่วนอื่นๆ ควรนำไปใช้ในอุตสาหกรรมไม้อื่น ๆ ที่เหมาะสมก่อนและพิจารณาใช้เป็นเชื้อเพลิงในลำดับสุดท้าย

เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูงจะมีประมาณคาร์บอนเสถียร (Fixed carbon content) เป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณสูง มีสารระเหยได้ (Volatile matter content) ปริมาณต่ำ (Ash content) ต่ำ และมีค่าความร้อน (Heating value) สูง เชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูงจะมีผลทำให้ค่าความร้อนต่ำ และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจัดเป็นตัวชี้วัดคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงนั้นถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านเพื่อการหุงต้มในครัวเรือน ถ่านที่มีคุณภาพดีที่สุดนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีคุณสมบัติที่ดีของถ่านทางด้านอื่นๆ ประกอบด้วย คือ

1. การแตกปะทุในขณะที่ติดไฟ ถ่านที่ดีนั้นจะไม่มีแตกปะทุในขณะที่ติดไฟ หรืออาจจะมีแตกปะทุได้บ้างเพียงเล็กน้อย
2. น้ำหนักของถ่าน ถ่านที่หนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงและนาน
3. ไม่มีควันหรือกลิ่นฉุนในขณะที่ลุกไหม้
4. มีความแกร่งของถ่าน ทำให้สะดวกในการใช้ การขนส่งและการเก็บรักษา

ตาราง 1 แสดงพลังงานที่ใช้ไล่ความชื้นแก่ไม้พืน 1 ลูกบาศก์เมตร

ความชื้น %	ความร้อน (Mcal)	เทียบเท่าไม้พืนสด (kg)
20	70	20
25	110	30
30	150	40

มนุษย์กับถ่าน

ประวัติความเป็นมาของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และถ่านนั้น ต้องย้อนกลับไปในอดีตเมื่อ 450,000 ปี ที่ผ่านมา เมื่อยุคของเหล็ก (Iron age) เริ่มต้นมนุษย์ต้องการถ่านจำนวนมากสำหรับการถลุงเหล็กและถ่านที่ไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นจึงเริ่มมีการผลิตถ่านโดยใช้วิธีการเผาในหลุม (heap method) ซึ่งทำได้โดยการจัดเตรียมไม้ จุดไฟ และกลบด้วยดิน แล้วทำการเผาไม้จนกลายเป็นถ่าน วิธีนี้เป็นวิธีแรกของการผลิตถ่านที่มนุษย์พัฒนาขึ้น ซึ่งทุกวันนี้เราก็ยังคงเห็นการผลิตถ่านด้วยวิธีนี้อยู่ วิธีการผลิตแบบนี้ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในแต่ละประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ยุโรป และแอฟริกา แต่สำหรับวิธีแบบนี้บ่อยครั้งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดไฟไหม้ป่าและไม่สามารถใช้ได้หากมีฝนตก หลังจากนั้นได้มีการปรับปรุงเทคนิคและเริ่มมีการสร้างเตาเผาสำหรับการผลิตถ่านโดยเฉพาะ วิธีที่พัฒนาขึ้นนี้คือหลักการของเตาเผาถ่าน (charcoal kiln method) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550, หน้า 21-26)

วิวัฒนาการของวิธีเผาถ่าน

วิวัฒนาการของวิธีเผาถ่านนั้นจะเกิดขึ้นตามยุคต่างๆ ของความเจริญที่เกิดขึ้นหากจะกล่าวถึงอารยธรรมโบราณที่มีมาในอดีตสามารถแบ่งเขตได้จากมรดกที่สืบทอดกันมาของอารยธรรมในยุคนี้ออกเป็น 3 ส่วน คือ ตะวันออกกลาง จีน และอินเดีย ในปัจจุบันก็ยังมีให้เห็นเพียงในส่วนของตะวันออกกลางและจีนเท่านั้น และหลังจากยุคของตะวันออกกลางก็จะมาถึงความเจริญในยุคของยุโรป ดังนั้นวิวัฒนาการเผาถ่านในโลกที่เกิดขึ้นเราอาจสามารถแบ่งออกได้เป็น

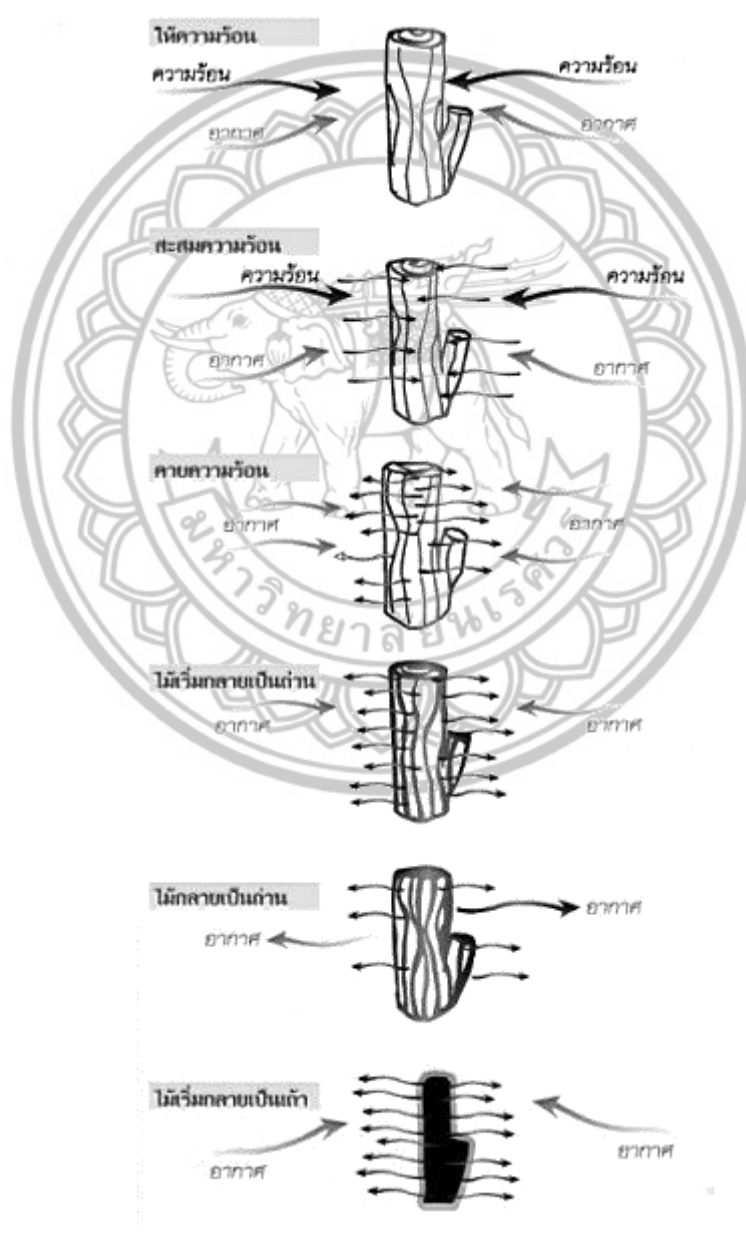
1. ยุคของตะวันออกกลาง ได้แก่ อิหร่าน อัฟกานิสถาน ปากีสถาน
2. ยุคของจีน ได้แก่ เกาหลี ญี่ปุ่น
3. ยุคของยุโรป ได้แก่ ยุโรปและประเทศอาณานิคม

ไพโรไลซิสของไม้และคุณภาพของถ่าน(Wood Pyrolysis and Charcoal Qualities)

ไม้ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ต่างๆ จำนวนมาก ผนังเซลล์ทำมาจากเซลลูโลส (50%) เฮมิเซลลูโลส (20-30%) และลิกนิน (20-30%) โครงสร้างทั้งหมดมีรูปร่างคล้ายกับกลุ่มท่อจำนวนมาก ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 ถึง 60 ไมครอน และมีรูเล็กๆ จำนวนมากที่ผนังท่อทำหน้าที่ยึดเซลล์ข้างเคียงเข้าด้วยกันเครือข่ายของโครงสร้างมีความซับซ้อนทั้งในแนวราบและแนวนอนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปเป็นถ่านเซลล์ที่ผนังจะถูกคาร์บอนไนซ์และโครงสร้างเกิดการหดตัวเหลือประมาณ 1 ใน 3 ของขนาดเดิมแต่ยังคงรูปร่างเดิมไว้

เซลลูโลสมีส่วนประกอบหลักก็คือกลูโคส เฮมิเซลลูโลสมีส่วนประกอบจากกลีโคไซด์ (glycoside) และลิกนินซึ่งเป็นส่วนประกอบของสารแอมโรมาติก (aromatic compounds) ดังนั้นกระบวนการไพโรไลซิสจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นของเซลลูโลส และแซคาไรด์

อีกส่วนหนึ่งเป็นของลิกนิน และเฮโตรคาร์บอนเฮมิเซลลูโลสเริ่มเกิดไพโรไลซิสที่อุณหภูมิประมาณ 180°C และจะสมบูรณ์ก่อนอุณหภูมิสูงถึง 260°C เซลลูโลสจะเกิดไพโรไลซิส อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิประมาณ 275°C ลิกนินจะเริ่มไพโรไลซิสอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิประมาณ 310°C และเกือบสมบูรณ์ที่อุณหภูมิประมาณ 400°C และสิ้นสุดที่ประมาณ 500°C จากที่กล่าวมาแล้วการไพโรไลซิสของไม้จะเริ่มที่อุณหภูมิประมาณ 200°C เกิดการคาร์บอไนซ์ที่อุณหภูมิประมาณ 400°C และกลายเป็นถ่านสมบูรณ์ที่อุณหภูมิประมาณ 500°C



ภาพ 2 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของไม้เมื่อได้รับความร้อนจนกลายเป็นถ่าน

คุณภาพของถ่าน

คุณภาพของถ่านจะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยคือ ชนิดของไม้ที่ใช้และกระบวนการคาร์บอนไนเซชัน โดยทั่วไปไม้เนื้อแข็งจะกลายเป็นถ่านไม้เนื้อแข็ง และไม้ประเภทเนื้ออ่อนจะกลายเป็นถ่านไม้เนื้ออ่อน (สำหรับระยะเวลาในกระบวนการคาร์บอนไนเซชันนั้น หากการคาร์บอนไนเซชันเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วปริมาณของก๊าซจากไม้จะเกิดขึ้นมากและเนื้อถ่านจะมีความแกร่งน้อย ในทางกลับกันหากการคาร์บอนไนเซชันเป็นไปอย่างช้าๆ ก็จะมีปริมาณก๊าซจากไม้้น้อย เนื้อถ่านจะแกร่งกว่า) ดังนั้นโดยปกติทั่วไปแล้วจะมีการทำรูของอากาศขนาดเล็กเพื่อใช้ควบคุมการคาร์บอนไนเซชัน ในขณะที่เดียวกันการใช้ไม้ใหม่ๆ จะช่วยให้กระบวนการคาร์บอนไนเซชันค่อยๆ ดำเนินไปอย่างช้าๆ

การควบคุมอุณหภูมิของกระบวนการคาร์บอนไนเซชันก็จะมีผลต่อคุณภาพของถ่าน ถ่านที่ได้จากการคาร์บอนไนเซชันที่อุณหภูมิประมาณ 400°C จะมีระดับความแกร่งอยู่ที่ประมาณ 5 - 6 แต่ในขณะที่ใช้ไม้ชนิดเดียวกันหากอุณหภูมิของการคาร์บอนไนเซชันสูงขึ้นเป็น 700°C ระดับความแกร่งของถ่านก็จะอยู่ที่ประมาณ 9 - 10

การใช้ประโยชน์จากถ่าน (Use of Charcoal)

การใช้งานและประโยชน์จากถ่านนั้น มีด้วยกันอยู่หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับคุณภาพของถ่านแต่ละชนิดสำหรับตัวอย่างได้แก่ แอกทีเวทคาร์บอน (Activated Carbon) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายทาง ถ่านไม้สนสีดำ ใช้สำหรับฟอกสีเสื้อผ้า ถ่านจากกะลามะพร้าว ใช้สำหรับการดับกลิ่น และถ่านไม้สีขาวใช้เป็นสำหรับขัด

ประโยชน์ทางการเกษตร (Charcoal Application for Agriculture)

ผงถ่านซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่าง ๆ กันจะถูกนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ กัน ถ่านไม้สีดำซึ่งมีราคาค่อนข้างแพงในประเทศญี่ปุ่นใช้ประโยชน์สำหรับกระบวนการผลิตผลทางการเกษตร เช่น ผลไม้ที่มีราคาแพง และพืชผักต่างๆ การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ ได้แก่

1. ปรับปรุงสภาพของดิน
2. แก้ไขปัญหาการปลูกพืชซ้ำ
3. ดูดซับสารเคมีทางการเกษตรและปุ๋ยส่วนเกิน
4. ป้องกันการเกิดโรคในสวนผลไม้
5. เพิ่มปริมาณแบคทีเรียในดิน
6. เพิ่มปริมาณน้ำตาลในองุ่น
7. ป้องกันการสูญเสียของต้นชวาและลดความขมขอบใบชา

ประโยชน์ในการทำปศุสัตว์ (Charcoal Application for Stockbreeding)

ถ่านไม้สนสีดำเมื่อถูกบดให้เป็นผงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่าง ๆ กันเมื่อผสมกับอาหารแล้วสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์เพื่อรักษาโรคเกี่ยวกับอวัยวะในการย่อยอาหาร โดยผงถ่านที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร จะถูกนำไปใช้สำหรับการเลี้ยงไก่ สำหรับสัตว์ประเภทหมู วัว และม้า ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร และเมื่อใช้เป็นอาหารเสริมจะใช้ผงถ่าน 30% ผสมกับน้ำส้มควันไม้ (purified wood vinegar) จากนั้นนำส่วนผสมนี้ไปผสมกับอาหารสัตว์ในอัตราส่วน 1 : 100 จะได้อาหารสัตว์ที่มีคุณสมบัติดังนี้

1. ช่วยในการหมักหญ้าเพื่อใช้เป็นอาหาร
2. เพิ่มคุณค่าของสารอาหารและช่วยระบบการย่อยอาหาร
3. ลดการเกิดก๊าซในกระเพาะอาหารและลำไส้ และดับกลิ่นเหม็นของปฏิกิริยา

จากมูลสัตว์

4. ป้องกันการท้องร่วง โรคเกี่ยวกับการสืบพันธุ์และโรคเกี่ยวกับลำไส้
5. เพิ่มปริมาณผลผลิตของเนื้อและไข่
6. ปรับปรุงคุณภาพของเนื้อและไข่

ประโยชน์ในการก่อสร้าง (Charcoal Application for Buildings)

1. ช่วยยืดอายุของอาคารสิ่งก่อสร้าง
2. ปรับปรุงสภาพของที่อยู่อาศัยให้สะดวกสบายและบริสุทธิ์
3. ปรับปรุงสภาพการเก็บรักษาสินค้าและอาหารทางการเกษตร
4. ปรับปรุงการอยู่อาศัยของโรงแรมและสถานบันเทิง
5. ควบคุมความชื้นภายในอาคาร

ประโยชน์ในด้านอื่นๆ (Other Charcoal Uses)

ด้านสิ่งแวดล้อม : สุขาภิบาลและการขจัดกลิ่นของขยะ เช่น ฟิลเตอร์สำหรับน้ำดื่มและยาดับกลิ่นภายในตู้เย็น

สนามกอล์ฟ : ช่วยให้หญ้าเจริญเติบโตและอายุยืนยาว โดยไม่ต้องพึ่งสารเคมีในการดูแลรักษา

ผลของการใช้ถ่านสำหรับการบำบัดของเสีย (Effect of Charcoal for Sewage Treatment)

ถ่านจะอาศัยความสามารถของเนื้อเยื่อทางชีวภาพ (Bio membrane) ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีบนผิวถ่านในการย่อยสลายและบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำงานภายในถังบำบัด (disposal tank)

นอกจากนี้ถ่านยังมีความสามารถในการดูดซับอนุภาคขนาดเล็กของผงซักฟอกที่ละลายอยู่ในแม่น้ำลำคลองได้ดี จากคุณสมบัติดังกล่าวเราอาจนำถ่านมาใช้ในการบำบัดและฟื้นฟูคุณภาพน้ำในคลองหรือลำธารขนาดเล็กเพื่อให้สัตว์น้ำต่างๆ ยังคงดำรงชีวิตอยู่ได้

ปริมาณถ่านในถ่าน (Charcoal Ash Content)

ถ่านจะประกอบด้วยเถ้าประมาณ 2 - 3% โดยในส่วนประกอบของเถ้าก็จะประกอบไปด้วยธาตุที่แสดงสภาพเป็นด่างคือ แคลเซียม 40% และโพแทสเซียม 20% นอกจากนี้จะเป็นธาตุจำพวกเหล็กโบรอน แมงกานีส เป็นต้น

นอกจากนี้ถ่านยังประกอบไปด้วยธาตุต่างๆ มากมาย เมื่อนำไปละลายน้ำก็จะได้ธาตุซึ่งอยู่ในรูปของคาร์บอเนต (Carbonate) หรือออกไซด์มากมาย ดังนั้นถ่านก็จะทำหน้าที่เสมือนกับเป็นแหล่งแร่ธาตุ (minor element supplier) อีกทางหนึ่ง

การใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็ก

เรื่องการปลูกต้นไม้เพื่อใช้ประโยชน์และรักษาธรรมชาติตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงแนะนำให้ปลูกไม้ 3 อย่าง ประโยชน์ 4 ประการ ซึ่งความหมายของไม้ 3 อย่าง ได้แก่ (สมชัย เบญจชาย, กันยายน 2549)

1. ไม้ใช้สอยและเศรษฐกิจ
2. ไม้ฟืนเชื้อเพลิงในครัวเรือนและชุมชน และ
3. ไม้กินได้

สำหรับประโยชน์ 4 ประการ คือ

1. ชุมชนได้ไม้สำหรับการใช้สอยอย่างไม่ขาดแคลน
2. ชุมชนมีไม้เชื้อเพลิง ใช้ประโยชน์ในครัวเรือน
3. ชุมชนมีอาหารบริโภคในครัวเรือน และ
4. เกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่อุดมสมบูรณ์

ประกอบกับเรื่อง “เศรษฐกิจเพียงพอ” ซึ่งอยู่บนพื้นฐานให้อยู่รอดก่อน แล้วจึงอยู่ได้ กินได้ และอยู่ดีกินดีในที่สุด หรือให้พ้นความยากจนแร้นแค้นไปสู่พอกินพอมี แล้วจึงมีกินมีใช้ จากนั้นจึงค่อยเสริมความเจริญและฐานะทางเศรษฐกิจต่อไป หรือให้มีไม้ไม่แร้นแค้นที่เหลือจึงขาย หรือให้มีผลิตภัณฑ์ใช้สอยไม่ต้องซื้อที่เหลือจึงขาย

สำหรับแนวคิดด้านการใช้ประโยชน์ไม้ในเชิงอุตสาหกรรมไม้ กำหนดให้เป็นอุตสาหกรรมไม้ที่ยั่งยืน (Sustainable Wood Industries) ซึ่งขณะนี้ในวงการป่าไม้ระดับภูมิภาคและระดับโลกตื่นตัวด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน โดยกรมป่าไม้มีการเสนอวิสัยทัศน์ด้านผลิตภัณฑ์ไม้

และบริการจากป่าว่า “ผลิตภัณฑ์ไม้และบริการจากป่าควรเป็นไปเพื่อชุมชนท้องถิ่น สังคมเมือง และประชาคมโลก ด้วยความเหมาะสมและชาญฉลาดในการเพิ่มมูลค่าและความยั่งยืน”

และนโยบายป่าไม้แห่งชาติ พ.ศ. 2528 กล่าวถึงป่าเศรษฐกิจ ต้องเพื่อใช้สอยของคนทั่วไปและเพื่อค้าขาย ด้านวิชาการป่าไม้กล่าวถึงการใช้ไม้ในอุตสาหกรรมต้องประหยัด ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพให้ได้รับค่าตอบแทนสูงสุด ต้องให้ไม้ผ่านระบบอุตสาหกรรม ใช้ประโยชน์ไม้สูงสุด (100%) และใช้ได้อย่างยั่งยืนไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

โดยสรุปนโยบายการใช้ประโยชน์ไม้ ต้องมองกาลไกลไปสู่อนาคตว่าอุตสาหกรรมไม้จะไปทางไหน ทั้งในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว

ลักษณะไม้ขนาดเล็ก

ไม้ขนาดเล็กในประเทศไทยกำหนดที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 - 10 นิ้ว หรือ 10 - 25 ซม. ในที่นี้เป็นไม้ขนาดเล็กที่มาจากสวนป่า ขนาดไม้ที่เหมาะสมควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 8 นิ้ว และควรเลื่อยเป็นขนาดสั้น ความยาวประมาณ 1.50 - 2.00 ม. (ไม้ท่อนขนาดเล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-9 นิ้ว เลื่อยเป็นไม้แปรรูปแล้วได้ผลผลิต 25 - 35% โดยรวมไม้ที่โค้งงอและแตกร้าวด้วย เมื่อนำไปใช้งานคงเหลือประมาณ 20 - 25%) ลักษณะการใช้งานเหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไม้ชิ้นเล็ก ซึ่งหากต้องการไม้ที่มีขนาดใหญ่และหน้ากว้างขึ้นให้ต่อความยาวหรืออัดประสานทางความหนาและความกว้างเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตามการแปรรูปไม้ขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-7 นิ้ว นั้นสามารถทำได้ แต่ผลผลิตไม้แปรรูปจะน้อย สูญเสียไม้ในลักษณะปึกไม้และเศษไม้มาก ไม้แปรรูปที่ได้จะมีกระพี้ ติดได้ และจำนวนตาไม้มาก

แนวทางการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็ก

ไม้ขนาดเล็กสามารถแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้กว้างๆ ดังนี้ คือ

1. ไม้ท่อนกลม ใช้ทำเสาเข็ม เสาไฟฟ้า เสาบ้าน เสารั้ว คอกสัตว์ ไม้ค้ำยัน ชีร้ว ด้ามเครื่องมือทางการเกษตร แก้ว ใต๊ะ และเครื่องใช้เบ็ดเตล็ดอื่นๆ
2. ไม้แปรรูปขนาดเล็ก สามารถนำมาทำใต๊ะ แก้ว ใต๊ะ และเครื่องใช้เบ็ดเตล็ดอื่นๆ ได้เช่นกัน แต่ต้องใช้เทคนิคหรือวัสดุอื่น ๆ ช่วยในการต่อหรือเข้าชิ้นไม้
3. ไม้ฟืนและผลิตถ่านไม้ ในปัจจุบันผลพลอยได้จากคว้นไม้ ยังกลั่นให้น้ำส้มคว้นไม้ (wood vinegar) ซึ่งทำรายได้มากกว่าถ่านอีกด้วย
4. ชิ้นไม้สับเป็นวัตถุดิบสำหรับป้อนโรงงานฯ ไม้อัดไม้ประกอบ และเยื่อกระดาษ

ไม้เชื้อเพลิง

ไม้เชื้อเพลิงมีหลายรูปแบบอาจเป็นไม้ฟืน ถ่าน ชี้เลื่อย-ชีกบ ไม้ไผ่ ตลอดจนซี่เลื่อย/ถ่านอัดแท่งและแก๊สขมวลชีวภาพ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะไม้ฟืนและถ่าน ลักษณะไม้ฟืนที่ดีจะมี

น้ำหนักหรือความแน่นสูง (ไม่รวมความชื้น) ค่าความร้อนสูง กลิ่นและควันน้อย ปราศจากยาง หรือสารแทรกที่เป็นพิษ ชี้เล็กน้อย จุดติดไฟง่ายและมอดช้ำ ผึ่งแห้งได้ค่อนข้างเร็ว เสื่อมสภาพช้า (จากการผุหรือแมลงกัดกิน) ระหว่างการผึ่งและเก็บรักษา สำหรับถ่านที่ดีจะมีน้ำหนักสูง ค่าความร้อนสูง ก้อนถ่านแข็งแรงไม่ปริยุ่ยหรือหรือเป็นผงง่าย หลังจากติดแล้วคุอยู่ได้นาน ไม่แตกปะทุ ระหว่างติดไฟ ปริมาณความชื้นต่ำและมีสิ่งเจือปนอื่นน้อย

การผลิตถ่านในเพื่อใช้ในครัวเรือนทั่วไปใช้ดินหรือแกลบกลบ และเตาดินเหนียว ส่วนเตาอิฐก่อนจะเผาถ่านเพื่อการค้า ซึ่งปัจจุบันเศษไม้ปลายไม้ยูคาลิปตัสจากสวนป่าถูกนำมาเผาอย่างกว้างขวาง มีการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจำหน่ายเพื่อการส่งออก ตลอดจนนำไปทำเป็นถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เพื่อใช้ในระบบอุตสาหกรรม และที่สำคัญเป็นผลพลอยได้ คือ น้ำส้มควันไม้ สำหรับกำจัดแมลงและเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากควันไม้ในการเผาถ่านซึ่งทำรายได้ดีกว่าถ่านที่ได้อีกด้วย

แนวความคิดในการใช้ประโยชน์ไม้อย่างคุ้มค่า

สำหรับการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ในท้องถิ่นตามแผนภาพ คือกลุ่มอุตสาหกรรมไม้ขนาดเล็ก ซึ่งเกิดขึ้นแล้วในท้องถิ่นไม่ว่าจะเป็นการแปรรูปไม้เพื่อใช้ในการก่อสร้าง บ้าน ที่อยู่อาศัย โรงเรือน ร้านค้า ศาสนสถานหรือวัดวาอาราม โบสถ์ วิหาร ศาลา เครื่องเรือน เครื่องมือ หรือผลิตภัณฑ์ไม้ต่างๆ การใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิงทั้งฟืนและถ่าน และการแกะสลักไม้

ในที่นี่เป็นการจัดกลุ่มเพื่อให้เห็นชัดเจนขึ้นว่าในท้องถิ่นควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ในรายละเอียดได้อย่างไร กล่าวคือสมควรจัดให้มีโรงเลื่อย เพื่อแปรรูปไม้ใช้ในการก่อสร้าง ผลิตเครื่องเรือน เครื่องมือเครื่องใช้หรือผลิตภัณฑ์ไม้อื่น ๆ โดยอาจจะผ่านการอบไม้และการอบ หรืออัดน้ำยารักษาเนื้อไม้ในโรงงานอบไม้และโรงงานอบ/อัดน้ำยาไม้ตามลำดับ นอกจากนี้ก็นำไม้ท่อนกลมขนาดเล็กไปอบน้ำยาไม้เพื่อความคงทนถาวรยิ่งขึ้นในการใช้งาน

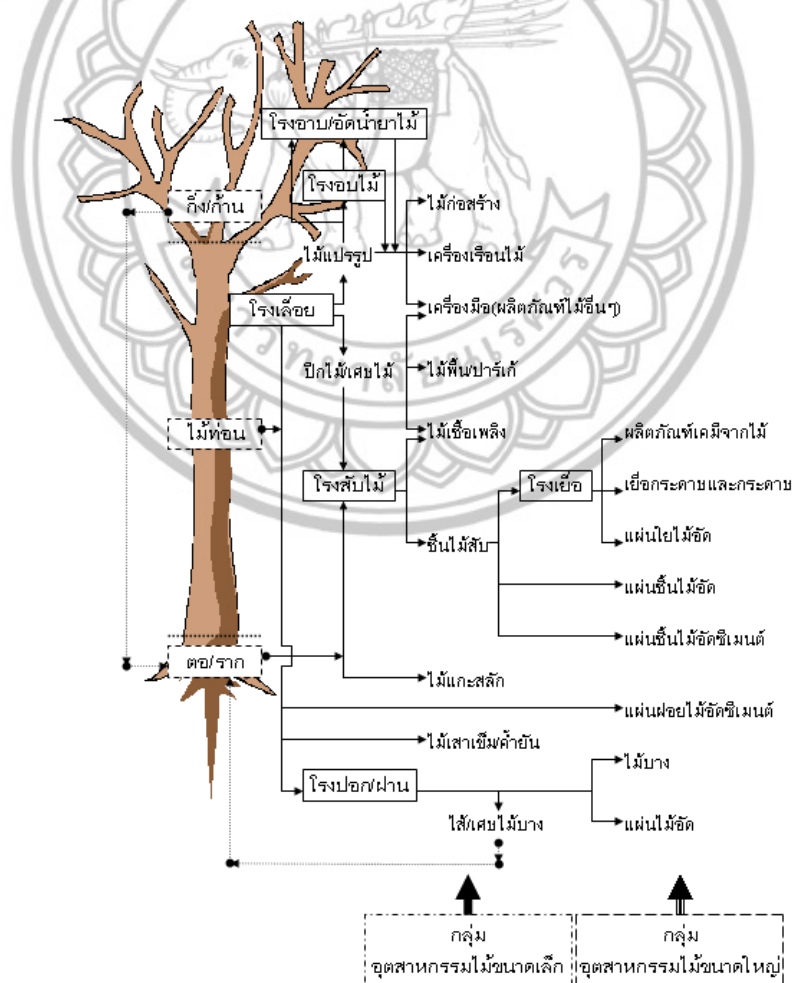
สำหรับปีกและเศษไม้ นำไปผลิตเครื่องมือเครื่องใช้หรือผลิตภัณฑ์ไม้อื่นๆ ฟืนไม้ปาร์เก้ (Parquet) ตลอดจนเป็นไม้ฟืนเชื้อเพลิงและเผาเป็นถ่าน หรือนำไปทำเป็นชิ้นไม้สับ (Chip)

สำหรับกิ่งก้านตอราก นำไปใช้เป็นไม้เชื้อเพลิงหรือชิ้นไม้สับโดยจัดตั้งโรงงานสับชิ้นไม้ ซึ่งชิ้นไม้สับนำไปใช้ในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมไม้ขนาดใหญ่ คือ ผลิตภัณฑ์เคมีจากไม้ (Wood Chemical Products) เยื่อกระดาษและกระดาษ (Pulp & Paper) แผ่นใยไม้อัด (Fiberboard) ซึ่งต้องผ่านกระบวนการย่อยชิ้นไม้ให้เป็นเยื่อไม้ (Fiber) สำหรับชิ้นไม้สับที่ย่อยให้เล็กลงไม่ต้องผ่านโรงผลิตเยื่อนำไปผสมกาวเป็นแผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboard) หรือผสมปูนซีเมนต์เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ (Wood Cement Board)

สำหรับมูลค่าสูงสุดของไม้ท่อน คือ ฝานหรือปกเป็นไม้บาง (Veneer) หรือแผ่นไม้อัด (Plywood) สำหรับเศษที่เหลือคือใส่ไม้ท่อนที่ปกหรือเศษไม้บางที่เหลือนำไปทำเป็นชิ้นไม้ดับ นอกจากนี้ท่อนไม้ขนาดเล็กนำไปเป็นไม้เสาเข็มหรือไม้ค้ำยันได้โดยตรง

สำหรับกิ่งก้านตอรากของต้นไม้ รวมทั้งใส่ไม้ท่อนที่เหลือจากการปกไม้บางหรือเศษไม้บางที่เหลือดังกล่าวแล้ว รวมทั้งเศษไม้ที่เหลือจากการผลิตทั้งกลุ่มอุตสาหกรรมไม้ขนาดเล็กและกลุ่มอุตสาหกรรมไม้ขนาดใหญ่นำไปทำเป็นชิ้นไม้ดับ หรือบางส่วนนำไปทำไม้แคะสลักช่วยเพิ่มมูลค่าแก่เศษไม้ได้เป็นอย่างดี

ดังกล่าวแล้วทั้งหมดนี้นับว่าเป็นการใช้ประโยชน์ไม้อย่างคุ้มค่าและชาญฉลาดได้ ประโยชน์สูงสุด ในแผนภาพทั้งหมดจะเห็นโรงงานอุตสาหกรรมไม้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องหรือต่อเนื่อง รับช่วงวัตถุดิบไม้ในการผลิตอย่างเป็นขั้นตอน มิได้ทิ้งเนื้อไม้โดยสูญเปล่าไปในขั้นตอนหนึ่ง ขั้นตอนใด ซึ่งรวมเรียกว่า อุตสาหกรรมไม้ต่อเนื่อง (Integrated Wood Industries)



ภาพ 3 โครงสร้างไม้เพื่อทำอุตสาหกรรมไม้ต่อเนื่อง

การผลิตถ่านไม้

ไม้ทุกชนิดมีส่วนประกอบเหมือนกันมากกว่าร้อยละ 90 ซึ่งร้อยละ 50 เป็นเซลลูโลส หรือเป็นส่วนที่เป็นโครงสร้างเส้นใย ร้อยละ 20 เป็นเฮมิเซลลูโลสหรือส่วนที่เป็นกิ่งโครงสร้างเส้นใย ร้อยละ 20 เป็นลิกนินหรือส่วนที่เป็นเนื้อแข็ง และร้อยละ 10 คือส่วนอื่นๆ ที่ทำให้ไม้แต่ละชนิดมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างกัน ไม้ไม่มีลักษณะโครงสร้างของท่อเล็กๆ รวมกันเป็นมัดแต่ละท่อมีรูขนาดเล็กมาก เมื่อไม้เปลี่ยนเป็นถ่านโครงสร้างดังกล่าวก็ยังคงสภาพเดิมแต่หดตัวเล็กลง ร้อยละ 30 ทั้งนี้ไม้อายุน้อยจะหดตัวมากกว่าไม้อายุมาก (สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน, 2550, หน้า 7-8)

เมื่อไม้ได้รับความร้อนจากเชื้อเพลิงหน้าเตารวมตัวกับอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยาแล้วได้ความชื้นออกจากในเนื้อไม้ และความชื้นของอากาศที่อยู่ในเตาระเหยออกมาทางปากปล่องควัน สังเกตจากสีควันที่ออกมาจะเป็นสีขาว อุณหภูมิเฉลี่ยที่อยู่ในเตา 50 – 120°C

เมื่อให้ความร้อนและต่อไปอีก ไม้จะเริ่มสะสมความร้อน ความชื้นของอากาศที่อยู่ในเตาระเหยออกมาทางปากปล่องควัน สังเกตจากสีควันที่ออกมาจะเป็นสีขาว อุณหภูมิเฉลี่ยที่อยู่ในเตา 150°C

ไม้ที่อยู่ในเตาได้สะสมความร้อนเพียงพอที่จะทำปฏิกิริยาต่อเนื่องในเตาไม่ต้องให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงหน้าเตาและลดปริมาณอากาศหน้าเตาให้เข้าไปในเตาปริมาณน้อย ช่วงนี้ความชื้นในเตาหมดไปเฮมิเซลลูโลส สารแทรกในเนื้อไม้เริ่มระเหยออกมาทางปากปล่อง สังเกตจากสีของควันจะเป็นสีขาวปนเหลืองมีกลิ่นฉุนอย่างรุนแรง อุณหภูมิเฉลี่ยในเตา 150 – 180°C

เมื่อลดปริมาณอากาศบริเวณหน้าเตาอุณหภูมิในเตายังสูงขึ้น ช่วงนี้เฮมิเซลลูโลสระเหยออกใกล้จะหมด ส่วนเซลลูโลส, ลิกนิน เริ่มระเหยออกมา โครงสร้างของไม้บริเวณผิวด้านนอกของไม้เริ่มกลายเป็นถ่าน อุณหภูมิเฉลี่ยในเตาประมาณ 280 – 350°C กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นต่อเนื่อง จนถึงอุณหภูมิเฉลี่ยในเตาประมาณ 350 – 400°C สังเกตได้จากสีของควันที่ปากปล่องควันเป็นสีเทาปนน้ำเงิน

อุณหภูมิในเตาเฉลี่ยจะสูงขึ้นต่อเนื่องจนถึง 450 – 500°C สารประกอบต่างๆ ที่อยู่ในโครงสร้างไม้ระเหยออกไปหมด เหลือแต่โครงสร้างของไม้ที่เป็นคาร์บอนที่เรียกว่า ถ่าน นั่นเอง ช่วงนี้จะเป็นช่วงของการหยุดการเกิดปฏิกิริยาในเตา ทำได้โดยปิดปากปล่องไม้ให้ออกซิเจนในอากาศเข้าไปในเตา

ถ้าปล่อยให้ให้ออกซิเจนเข้าไปในเตาจะทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อไปอีกจะทำให้คาร์บอนที่อยู่ในถ่านถูกเผาไหม้จนกลายเป็นเถ้าในที่สุด

ตาราง 2 แสดงอุณหภูมิและขั้นตอนการเปลี่ยนไม้กลายเป็นถ่านในเตาอิวาเตะ

สีของควัน	สีของควันที่กลั่นตัว ติดกระเบื้องเคลือบ	อุณหภูมิ ที่ปล่องควัน	อุณหภูมิภายในเตา (ที่ 10 cm. ต่ำจาก เพดานเตา)	หมายเหตุ
ขาวปนเหลืองอ่อน (ควันป่า)	หยดน้ำใส	80 – 85 °C	320 – 350 °C	เริ่มขั้นตอน เปลี่ยนเป็น ถ่านไม้
น้ำตาลปนเทา	ของเหลวสีน้ำตาล	85 – 90 °C	350 – 380 °C	เริ่มเก็บน้ำส้ม ควันไม้
น้ำตาลปนเทา	ของเหลวสีชา	90 – 100 °C	380 – 400 °C	สีน้ำส้มควันไม้ เข้ม
น้ำตาลปนขาว	ของเหลวสีชา เป็นเส้นเล็กๆ	100 – 150 °C	400 – 430 °C	ความหนืด มากขึ้น
น้ำตาลปนขาว	ของเหลวสีน้ำตาล เป็นเส้นใหญ่	150 – 170 °C	430 – 450 °C	หยุดเก็บน้ำส้ม ควันไม้
น้ำตาลปนขาว		170 – 230 °C	450 – 500 °C	ขั้นตอน เปลี่ยนเป็น ถ่าน
น้ำเงินอ่อนปนขาว	ของเหลวสีน้ำตาล เป็นจุด	230 – 250 °C	500 – 550 °C	เสร็จสิ้น สมบูรณ์
น้ำเงินปนขาว		250 – 300 °C	550 – 600 °C	
ม่วงน้ำเงิน	จุดสีเทา ไม่มีความชื้น	300 – 330 °C	600 – 650 °C	เริ่มขั้นตอนทำ ให้ถ่านบริสุทธิ์
ควันใส	สีเทาไม่มีจุด	330 – 350 °C	650 – 700 °C	ปิดเตา

กระบวนการผลิตถ่านไม้

1. การไล่ความชื้น (Dehydration) ขั้นตอนการไล่ความชื้นนี้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 20 – 270°C จำเป็นต้องใช้ความร้อนจากภายนอก เพื่อให้ไม้พินเกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน

(Endothermic Reaction) สะสมไว้ให้ได้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) โดยการไล่ความชื้นกระทำได้ 2 วิธีคือ (นิคม แหลมสีก, 2551, หน้า 6-9)

1.1 การให้ความร้อนโดยตรง โดยการจุดไม้พินบางส่วนในเตาเพื่อที่จะทำให้บางส่วนของไม้ที่จะทำถ่านลุกไหม้ และเกิดความร้อนเพียงพอที่จะไล่ความชื้นออกจากไม้ในส่วนที่เหลือ วิธีนี้ประสิทธิภาพจะต่ำและหากควบคุมอากาศไม่ดีจะทำให้เกิดเข้ได้มาก เป็นเหตุให้ผลผลิต (Yield) ต่ำ

1.2 การให้ความร้อนทางอ้อม โดยการจุดเชื้อเพลิงหน้าเตา และนำเพียงลมร้อนเข้าไปไล่ ความชื้นออกจากไม้พินในเตา หากไม้พินในเตามีความชื้นมากก็ต้องใช้เชื้อเพลิงและเวลามากขึ้นด้วย ดังนั้นควรต้องผึ่งไม้พินสด ซึ่งมีความชื้น (น้ำ) ประมาณ 50-60% ให้เหลือความชื้นประมาณ 20-30% เสียก่อน เพื่อเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงและเวลา



ภาพ 4 ช่วงที่ 1 ไล่ความชื้น

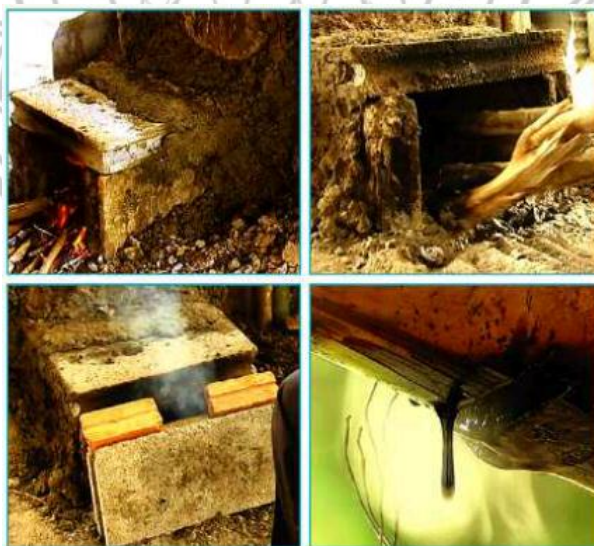
2. การเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน (Carbonization) ขั้นตอนนี้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 270 - 400°C โดยการเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่านนี้ คว้นที่ออกมาจะประกอบด้วยสารต่างๆ ที่เกิดใหม่มากมายหลายชนิดจากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อน (Pyrolysis) และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย แบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงคือ

2.1 ช่วงที่ 1 อุณหภูมิ 270 - 300°C ช่วงนี้ไม้ในเตาสะสมความร้อนไว้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) โดยไม่ต้องเติมพินหน้าเตาอีก

ไม้พื้จะถูกไหม้และสลายตัวด้วยความร้อนที่สะสมไว้ในตัวเอง เซลลูโลส (Cellulose) จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 275°C การสลายตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว คิว้นที่ออกมาจากปล่องจะเป็นสีขาวอมเหลือง มีกลิ่นฉุนจัด ผู้ผลิตถ่านในประเทศไทยจะเรียกคิว้นนี้ว่า “คิว้นบ้ำ”

หลังจากคิว้นบ้ำมีปริมาณน้อยลงและเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเทาแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิไว้ให้คงที่ตลอดเป็นเวลานานพอสมควร เพื่อให้ขั้นตอนนี้เป็นไปอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ ความร้อนจากไม้ด้านบนหน้าเตาจะค่อย ๆ ถ่ายความร้อนไปยังจุดต่างๆ ทั่วทั้งเตาอย่างช้าๆ หากปล่อยให้อุณหภูมิขึ้นสูงเร็วเกินไป จะทำให้ไม้ที่สะสมความร้อนไว้มากกว่ากลายเป็นเถ้าเสียก่อนที่จะถ่ายความร้อน ไปยังไม้ที่สะสมความร้อนไว้น้อยกว่า และอาจมีเปลวไฟแลบออกทางหน้าเตาได้ หากเกิดกรณีดังกล่าวไม้ส่วนบนของเตาจะกลายเป็นขี้เถ้าและไม้ส่วนล่างของเตาจะกลายเป็นส้นถ่าน ทำให้ผลผลิต (Yield) ต่ำ การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยการควบคุมอากาศที่หน้าเตา ควบคู่กับการใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

2.2 ช่วงที่ 2 อุณหภูมิ $300 - 400^{\circ}\text{C}$ ช่วงนี้เซลลูโลส (Cellulose) ยังสลายตัวอย่างต่อเนื่อง และลิกนิน (Lignin) จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 310°C การสลายตัวทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 400°C



ภาพ 5 ช่วงที่ 2 ไม้กลายเป็นถ่าน

3. การทำให้ถ่านบริสุทธิ์ (Refinement) ถึงแม้ว่าขั้นตอนการเปลี่ยนไม้เป็นถ่านจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้วที่อุณหภูมิ 400°C แต่ยังมีปริมาณคาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) ต่ำ

และยังคงมีน้ำมันดิน (Tar) เป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมาก หากนำไปใช้ประโยชน์จะได้ ถ่านคุณภาพต่ำ และถ้านำไปประกอบอาหารปิ้ง-ย่าง น้ำมันดินที่ยังคงค้างอยู่ในถ่านเมื่อถูกเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 425°C (โดยปกติเตาหุงต้มจะมีอุณหภูมิประมาณ $500 - 600^{\circ}\text{C}$) จะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ได้แก่ 3,4-benzopyrene และ 1,2,5,6-dibenzanthracene ดังนั้นจึงต้องเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น โดยการปรับให้อากาศไหลเข้ามากขึ้น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 400°C เป็น 500°C แต่เนื่องจากอุณหภูมิด้านบนของเตาจะสูงกว่าอุณหภูมิที่พื้นเตาโดยใช้เวลานานพอสมควร

ดังนั้นหากเร่งให้อากาศเข้าเร็วเกินไป เพื่อเพิ่มอุณหภูมิ กว่าอุณหภูมิที่พื้นเตาสูงจะถึง 500°C เพื่อไล่น้ำมันดินออกไปจากถ่าน อุณหภูมิด้านบนของเตาจะสูงถึง 700°C ในเวลาที่เร็วเกินไปจะทำให้ไม้ด้านบนกลายเป็นเถ้าเสียก่อน ดังนั้นจึงควรควบคุมอุณหภูมิด้วยความระมัดระวัง ในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิด้านบนของเตาสูงถึง 700°C อาจสังเกตได้จากสีของควันที่เริ่มใส ผู้ควบคุมการผลิตถ่านจะปิดช่องอากาศเข้า แล้วรอให้ความร้อนถ่ายเทจากด้านบนของเตาลงมาที่พื้นเตา อุณหภูมิในเตาจะใกล้เคียงกันทุกจุดประมาณ 500°C ซึ่งในขณะนั้นจะไม่มีควันเหลืออยู่อีกแล้วจึงปิดปล่องควัน

ขั้นตอนการทำให้ถ่านบริสุทธิ์นี้ ควันที่ออกมาจะมีสารก่อมะเร็งปนออกมาด้วยเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 425°C ดังนั้นจึงไม่ควรเก็บควันในช่วงนี้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ใดๆ ควรนำไปบำบัดก่อนทิ้งหรือนำไปเป็นเชื้อเพลิงเท่านั้น



ภาพ 6 ช่วงที่ 3 ทำให้ถ่านบริสุทธิ์

4. การทำให้เย็น (Cooling) หลังจากปิดปล่องเตาทุกปล่องแล้ว ต้องปล่อยให้เตาเย็นจึงจะนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์ได้ ก่อนจะเปิดเตาต้องให้อุณหภูมิในเตาต่ำกว่า 50°C เพราะถ่านไม้อุณหภูมิ $60 - 70^{\circ}\text{C}$ สามารถลุกติดไฟเองได้ (Spontaneous Combustion) ถ้าได้รับออกซิเจนจากอากาศ ดังนั้นการเปิดเตาต้องเริ่มเปิดที่ปล่องควันก่อนเพื่อระบายความร้อนและแก๊สที่ยังคงค้างอยู่ในเตาให้หมด หลังจากนั้นจึงเปิดหน้าเตา



ภาพ 7 ช่วงที่ 4 ทำถ่านในเตาให้เย็นลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประลอง ดำรงค์ไทย (2540) ได้ศึกษาทดลองเผาถ่านจากเตาขนาดความจุ 8 ลบ.ม. จำนวน 3 เตา โดยแต่ละเตาจะเผาถ่านเปรียบเทียบวิธีการเผาแบบท้องถิ่นในสวนป่าลาดกระทิง บริษัทไม้อัดไทย อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรากับวิธีการเผาแบบกรมป่าไม้ ผลการทดลองพบว่าปริมาณถ่านที่เผาแบบท้องถิ่นเฉลี่ยต่อเตาได้ 28.96 % เทียบกับวิธีการเผาแบบกรมป่าไม้ซึ่งได้ 32.20 % ทั้งนี้เนื่องมาจากการเผาแบบท้องถิ่นใช้พื้นที่หน้าเตามากถึง 185.4 กก. ในขณะที่การเผาแบบกรมป่าไม้ใช้เวลาในการเผาเฉลี่ยต่อเตา 2.3 และ 4.18 วัน ตามลำดับ ส่วนการหัดตัวด้านหน้าตัดเมื่อไม้กลายเป็นถ่านพบว่ามีความการหัดตัวใกล้เคียงกันคือเฉลี่ย 19.43 % ในด้านประสิทธิภาพหรือคุณภาพของถ่านในการหุงต้มซึ่งจะแสดงออกมาในลักษณะงานที่ทำได้และอัตราการเผาไหม้เฉลี่ย พบว่าผลไม่แตกต่างกันทั้ง 2 วิธี

มาลี ภาณุนำภา จินัย ปัญญาธัญญะ และสิริรัลลักษณ์ ตาตะยานนท์ (2540) ได้ทำการศึกษาศักยภาพทางด้านพลังงานและการเปรียบเทียบผลผลิตถ่านของไม้เทียม

ไม้สี่เหลี่ยมและไม้ยูคาลิปตัส จากเตาเผาถ่าน 3 ชนิด โดยการพิจารณาจากค่าผลผลิตและคุณภาพถ่าน ค่าความร้อนและองค์ประกอบทางเคมี ประสิทธิภาพการไ้ใช้งานกับเตาหุงต้ม และ ความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการก่อสร้างและเฟอร์นิเจอร์ พบว่าไม้ทั้ง 3 ชนิด สามารถที่จะนำมาทำเป็นถ่านที่มีคุณภาพดีได้ โดยไม้สี่เหลี่ยมเหมาะที่จะนำมาใช้ทำเป็นถ่าน หุงต้มมากกว่าไม้ยูคาลิปตัสและไม้เทียม โดยเตาเผาถ่านอิฐจะให้ถ่านที่มีคุณภาพและผลผลิต ดีกว่าเตาเผาดินเหนียวก่อและเตาถังเดี่ยวตามลำดับ

นิคม แหลมศักดิ์ และอัจฉริยะ โชติพันธ์ (2550) ได้ทำการศึกษาการผลิตและสมบัติของ น้ำส้มควันไม้จากไม้ และได้ตัดขยายระยะที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ ได้ศึกษาจากพืช 4 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ (Bamboo mixed species) กระถินดอย (*Acacia confusa*) เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และจันทร์ทอง (*Fraxinus griffithi*) พบว่า ในการผลิตถ่านไม้ 1 ครั้ง (ใส่ไม้เต็มเตาปริมาตร 12 ลูกบาศก์เมตร) ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 10 วัน ถ่านที่ใช้ไม้ต่างชนิดกัน ความชื้นในเนื้อไม้ต่างกัน จะได้ปริมาณ และสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่ต่างกัน โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 1.006 – 1.016 ค่า pH อยู่ระหว่าง 2.72 – 4.68 มีสีน้ำตาลใสถึงน้ำตาลเข้ม แต่มีความใสและกลิ่นควันไฟเหมือนกัน น้ำส้มไม้ที่ได้จากไม้ไผ่จะมีสีน้ำตาลแดง ซึ่งแตกต่างจากไม้ชนิดอื่นอย่างเห็นได้ชัด น้ำส้มควันไม้ จากไม้ไผ่มีสมบัติได้ตามมาตรฐานของสมาคมน้ำส้มไม้แห่งประเทศไทย ส่วนถ่านที่ได้จากการผลิต สมบัติของถ่านชั้นบนเตาจะมีค่าปริมาณคาร์บอนเสถียรมากกว่าถ่านชั้นล่าง แต่ปริมาณสารระเหย และปริมาณความชื้นน้อยกว่าถ่านชั้นล่าง ขณะเดียวกันถ่านชั้นล่างจะมีค่าปริมาณซีเถ้าและ ค่าความร้อนน้อยกว่าถ่านชั้นบน

มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันต์ และคณะ (2550) ได้ดำเนินการวางแผนการทดลองแบบ CRD เพื่อปลูกเปรียบเทียบศักยภาพในการเป็นไม้พลังงานของไม้โตเร็ว 4 ชนิด ได้แก่ กระถิน ยักษ์ ยูคาลิปตัส กระถินเทพา และกระถินเทพณรงค์ ปลูกในพื้นที่ บริษัท สหโคเจน กรีน จำกัด อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี เมื่อเดือนมีนาคม 2550 โดยใช้ระยะปลูก 1 x 1 เมตร พบว่า ยูคาลิปตัสมีการเจริญเติบโตโดยรวมดีที่สุด และมีมวลชีวภาพของลำต้นและน้ำหนัสด ของส่วนที่เป็นสินค้าได้ต่อไร่เมื่อตัดที่อายุ 24 เดือน สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับ 5,916 และ 12,857 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังให้ค่าพลังงานความร้อนสูงที่สุดเท่ากับ 27,225,432 kcal/ไร่ ในรอบการตัดฟันแรกอายุ 24 เดือน รองลงมาได้แก่ กระถินเทพณรงค์ กระถินเทพา และกระถินยักษ์ มีค่าเท่ากับ 19,920,672, 19,401,571 และ 15,297,132 kcal/ไร่ ตามลำดับ