



การผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1



ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย
โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัย
และนวัตกรรม

จาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) งบประมาณ 2560

กิตติกรรมประกาศ

คู่มือฉบับนี้เป็นเอกสารประกอบการอบรม “การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านคูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน” ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยประเภทโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมายที่มีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ภายใต้โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2560

คำนำ

เอกสารคู่มือ “การผลิตถ่านดุดกลิ่น 3 ln 1” ภายใต้โครงการ การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดุดกลิ่น 3 ln 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ได้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้ จากการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เหลือทิ้ง จากตาลโตนด กากกาแฟ กากใบชา เป็นวัตถุดิบชั้นดีของการทำหน้าที่ เป็นถ่านดุดซบกลิ่น สารเคมีที่มีกลิ่น เพราะถ่านจากตาลโตนด กาก กาแฟและใบชา มีสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนอยู่สูง ซึ่ง สารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนนี้จะถูกจับติดอยู่ที่รูพรุนทำให้ กลิ่นต่าง ๆ จางหายไปในที่สุด นอกจากนี้แล้วยังมีส่วนประกอบของ จุลินทรีย์ชนิดที่เป็นประโยชน์ที่จะช่วยดุดซบกลิ่นและฆ่าเชื้อโรค ผ่าน การถ่ายทอดสร้างความรู้ความเข้าใจในหลักการเหตุผล และลงมือ ปฏิบัติ ทำให้เห็นถึงความสำคัญและเกิดความตระหนักต่อการนำวัสดุ เหลือทิ้งมาเพิ่มมูลค่า คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้จะ เป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ ไม่น่ามากนัก

คณะนักวิจัย

ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง

อาจารย์พิทักษ์ อุปัญญา

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
ส่วนที่ 1 ตาลโตเนด	1
1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตาลโตเนด	1
1.2 ปริมาณส่วนประกอบที่เหลือทิ้งตาลโตเนด	7
1.3 สมบัติทางกายภาพของเปลือกขี้ตาลอ่อนและกะลา	11
1.4 ถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน และกะลา	16
1.5 ผลของสมบัติทางกายภาพของถ่านกัมมันต์จากกะลา	19
ส่วนที่ 2 การผลิตถ่านดุดกลิน 3 ln 1	25
2.1 รวบรวมวัตถุดิบ	25
2.2 การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านดุดกลิน	26
2.3 การเผาถ่านคุณภาพสูง	28
2.4 กระบวนการเผาถ่านไม้	29
2.5 กระบวนการอัดก้อนถ่านดุดกลิน	35
2.6 การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์	42
ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าและผลสัมฤทธิ์เชิง ประจักษ์ถ่านดุดกลิน 3 ln 1	46

ส่วนที่ 1

ตาลโตนด

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตาลโตนด

ตาลโตนด เป็นพืชตระกูลปาล์มพัตชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* Linn. มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Palmyra Palm หรือ Lontar หรือ Fan Palm ในประเทศไทยมีชื่อหลายชื่อ ในภาคกลางเรียกว่า “ต้นตาลโตนด” หรือเรียกว่า “ต้นตาล” ในภาคใต้เรียกว่า “ตาลโตนด” หรือ “ต้นโหนด” ชาวจังหวัดยะลาหรือปัตตานีเรียกว่า “ปอเกาะตา” ตาลโตนดเป็นพืชที่ชอบอากาศร้อน และเจริญเติบโตได้ดีในดินประเภทดินทราย หรือดินร่วนปนทราย และดินเหนียว



ลำต้นตาลโตนด เป็นพืชลำต้นเดี่ยว (single stem) ขึ้นจากพื้นดินเพียงต้นเดียวไม่มีการแตกหน่อ มีขนาดใหญ่เส้นรอบวงประมาณ 2-4 ฟุต ผิวดำเป็นเส้นขนแข็งมีความสูงจากพื้นดินถึงยอดประมาณ 25-30 เมตร จากข้อมูลของผู้ที่มีอาชีพเกี่ยวกับตาลกล่าวว่า ตาลจะเริ่มตั้งสะโพกหลังจากปลูกประมาณ 3-5 ปี มีความสูงประมาณ 1 เมตร และความสูงจะเพิ่มประมาณปีละ 30-40 เซนติเมตร

ใบตาลโตนด มีลักษณะยาว ใหญ่ เป็นรูปพัด (flabellate หรือ fan leaf หรือ palmate leaf) ใบจะมีใบย่อยเรียกว่า segment ซึ่งจะแตกออกจากจุด ๆ เดียวกันที่ปลายก้านใบ ตามขอบทางจะมีหนามทูลี่ดำติดอยู่ซึ่งที่ยอดตาลประกอบด้วย ใบตาลประมาณ 25-40 ใบ ซึ่งขึ้นอยู่กับอายุของตาลโตนดใบมีสีเขียวเข้มเป็นรูปวงกลม รัศมีประมาณ 4 เมตร ถ้าตาลต้นใดไม่ได้ใช้ใบเป็นประโยชน์ ปล่อยให้ทิ้งไว้จนกระทั่งใบแก่มีสีน้ำตาลอ่อนและจะห้อยแนบลำต้น คลุ่มบริเวณคอตาลเป็นรัศมีครึ่งวงกลม ความกว้างของใบวัดได้ 50-70 เซนติเมตร ใบแต่ละใบอายุไม่เกิน 3 ปี ตาลโตนดต้นหนึ่งๆ สามารถให้ใบตาลได้ 12-15 ใบ ต่อปี ส่วนที่เป็นหางตาลบางที่อาจยาวถึง 2 เมตรหางตาลนี้จะหนาโค้งตามความยาวมีหนามแหลมรอบทั้งสองด้านโดยลักษณะของหนามเป็นฟันเลื่อย ขนาดไม่สม่ำเสมอกับตาลโตนดจะผลิตใบได้ 1 ใบ ใช้เวลาประมาณ 2 เดือน

ดอกतालโตนด ออกดอกเป็นช่อ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย แยกกันอยู่คนละต้น ช่อดอกตัวผู้จะมีลักษณะเป็นวงยาว ประมาณ 30–40 เซนติเมตร โดยมีกระโปงห่อหุ้มอยู่ภายในกระโปงจะมีช่อดอกตัวผู้ ประมาณ 3–5 ช่อ การออกของกระโปงจะออกเวียนรอบคอ โดยประมาณ 10–15 กระโปงต่อต้น ใน 1 ช่อดอก ประกอบด้วยดอกตัวผู้มากขึ้นแล้วแต่ความสมบูรณ์ของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียจะออกจากกระโปงเหมือนกัน จะรู้ได้ว่าเป็นดอกตัวผู้หรือดอกตัวเมียเมื่อออกกระโปงแล้วเท่านั้น จากการสังเกตลักษณะของกระโปงพบว่าถ้ากระโปงปลายแหลมจะเป็นตัวผู้ และถ้าผิวของกระโปงมีลักษณะเป็นคลื่นๆ จะเป็นตัวเมีย ช่อดอกตัวเมียจะมีลักษณะเป็นทะลายมีผลตาลเล็กๆ ติดอยู่ ถ้า 1 กระโปง มี 1 ทะลาย จะได้ทะลายที่มีผลขนาดใหญ่ เตามีขนาดใหญ่และสวย แต่ถ้าใน 1 กระโปงมีมากกว่า 1 ทะลาย จะได้ผลที่มีขนาดเล็ก คุณภาพของผลตาลไม่ดีเท่าที่ควร

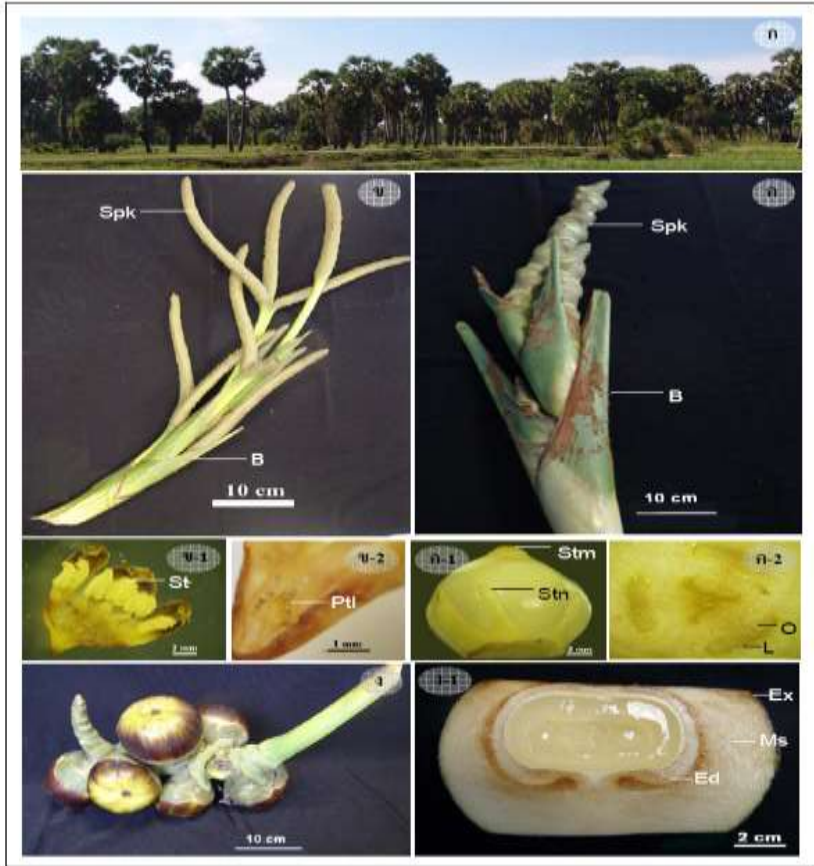
รากตาลโตนด สามารถหาธาตุอาหารในดินได้มาก ลักษณะของรากตาลจะเป็นเส้น กลมยาวรวมตัวกันเป็นกระจุกคล้ายรากมะพร้าวแต่หยั่งลงในดินได้ในระดับที่ลึกกว่า และไม่แผ่ไปตามผิวดินเหมือนรากมะพร้าวฉะนั้นจึงไม่ส่งผลกระทบต่อกรรบกวนต้นข้าว เมื่อปลูกต้นตาลลงบนคันนา และรากของต้นตาลที่สามารถหยั่งลงในดินได้ลึกมากมีผลทำให้ตาลสามารถยึดกับดินได้ดีโอกาสที่จะโค่นล้มหรือถอนรากเป็นไปได้อย่าง

เกษตรกรจึงนิยมปลูกต้นตาลโตนดไว้เพื่อเป็นหลักในการแบ่งเขตของคันทนา หรือเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับดินในบริเวณที่ทำการทดน้ำเข้านา

ผลตาลโตนด จะเกิดกับต้นตาลที่เป็นตัวเมียเท่านั้น โดยผลจะออกเวียนรอบต้นตามกาบใบ คือ 1 กาบใบจะออก 1 กระโปง ในหนึ่งปีจะออก 10-15 กระโปง โดยภายใน 1 กระโปง จะมีช่อดอกประมาณ 1-3 ทะลาย และใน 1 ทะลาย ประกอบด้วยผลตาลอ่อนประมาณ 1-20 ผล และใน 1 ผล จะมี 2-4 เมล็ด (เต้า) ผลของตาลโตนดมีส่วนประกอบของผล สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกคือ เปลือกชั้นนอกผิวเรียบเป็นมัน เรียกว่า Exocarp ส่วนที่สอง เป็นเส้นใยเรียก Mesocarp และส่วนที่สาม เป็นกะลาแข็งหุ้มเมล็ดเรียกว่า Endocarp เมื่อผลตาลแก่จัด (สุก) จะมีกลิ่นหอม และผลของเนื้อตาลสุกเหลือง จะประกอบไปด้วยแป้ง และน้ำตาลเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้เนื้อตาลสุกที่อยู่รวมกันเส้นใยลูกตาลยังมีส่วนผสมของแคโรทีนอยด์ซึ่งให้สีเหลือง ใช้แต่งสีขนมต่าง ๆ ได้

ตาลโตนดสามารถสืบพันธุ์จากเมล็ดอย่างเดี่ยวทำได้โดยนำเมล็ดแก่ที่ตกอยู่บริเวณตามโคนต้นมาฝังดินลึกประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากนั้น 2-3 เดือน ก็จะเริ่มงอกในระยะปีแรกๆ การเจริญเติบโตของตาลโตนดจะเป็นไปอย่างช้า ๆ โดยเฉลี่ยแล้วปีหนึ่งๆ จะมีใบใหม่เพิ่มขึ้นเพียง 1 ใบเท่านั้น เมื่อตาลโตนดอายุ 5-6 ปี ลำต้นจะสูง 1 เมตร หลังจากนั้นจะเป็นลำต้นยึดตัวสูงขึ้นปีละ 1 เมตรหลังจากระยะนี้แล้วจะเป็นลำต้นยึดตัวจะสูงขึ้นปีละ 30 เซนติเมตร ดังนั้นตาลโตนดเมื่อมีอายุ

10-15 ปี จะมีความสูงเพียง 4-5 เมตร ถือว่าเป็นระยะเริ่มให้
ดอก นักวิจัยเชื่อว่าตาลโตนตให้ผลครั้งแรกอายุ 15-20 ปีแต่
ชาวบ้านเชื่อว่าตาลโตนตจะให้ผลครั้งแรก เมื่ออายุ 15 ปี บางที่ลดลง
มาเหลือ 12 ปีทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งการงอก
เยื่อหุ้มเมล็ดหรือหน่อ (opocolon) จะเจริญช่วงกลางขณะที่ใบแรกของผลจะ
งอกออกมา จากนั้นส่วนที่สะสมอาหารภายในเมล็ดก็จะถูกย่อยกลายเป็น
คาร์โบไฮเดรตอย่างง่าย โดยส่วนที่สะสมอาหารของใบเลี้ยงและ
คาร์โบไฮเดรตก็จะถูกนำไปสร้าง plunule และรากแขนงให้เจริญเติบโตขึ้น



ภาพ ส่วนประกอบต่างๆของตาลโตนด ก. ต้นตาลโตนด ข. ดอกเพศผู้
 ค. ดอกเพศเมีย ง. ผล (B: Bract, Ed : Endocarp, Ex : Exocarp, L :
 Locule, Ms : Mesocarp, O : Ovule, Ptl : Pistilode, Spk : Spike, St :
 Stamen, Stm : Stigma, Stn : Staminode)

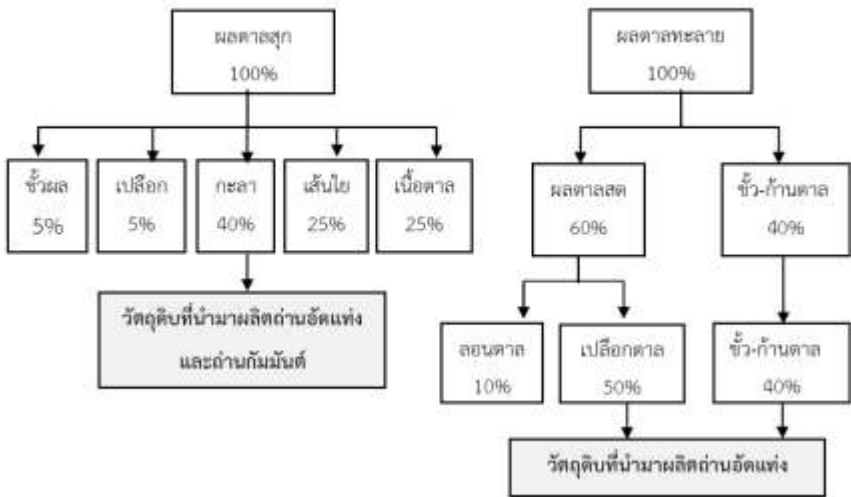
ที่มา: เกษศิริรินทร์ รัชจร. (2551)

1.2 ปริมาณส่วนประกอบที่เหลือทิ้งตาลโตนด

ผลจากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ผลตาลจะเกิดกับต้นตาลที่เป็นเพศเมียเท่านั้น โดยผลจะออกเวียนรอบต้นตามกาบใบ คือ 1 กาบใบจะออก 1 กระโปง ในหนึ่งปีจะออก 10-15 กระโปง ใน 1 กระโปง จะมีช่อดอกประมาณ 1-3 ทะลาย และใน 1 ทะลาย ประกอบด้วยผลตาลอ่อนประมาณ 1-20 ผล และใน 1 ผล จะมี 2-4 เมล็ด (เต้า) (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์) ผลของตาลจะมีส่วนประกอบที่สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกคือ เปลือกชั้นนอกผิวเรียบเป็นมัน เรียกว่า Exocarp ส่วนที่สอง เป็นเส้นใยเรียก Mesocarp และส่วนที่สาม เป็นกะลาแข็งหุ้มเมล็ด เรียกว่า Endocarp เมื่อผลตาลแก่จัด (สุก) จะมีกลิ่นหอม และจะมีส่วนของเนื้อตาลติดแทรกตามเส้นใยจะมีสีเหลืองอมส้ม ประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้เนื้อตาลสุกที่อยู่รวมกันเส้นใยลูกตาลยังมีส่วนผสมของแคโรทีนอยด์ซึ่งให้สีเหลืองใช้แต่งสีขนมต่าง ๆ ได้

ผลการศึกษา พบว่าผลตาลสุกจะมีน้ำหนักทั้งผลประมาณ 1,000-3,000 กรัม พบว่าหลังจากการปอกเปลือกสีดำของผลตาลสุกออกจะพบส่วนของเส้นใยลูกตาลและเนื้อตาลที่มีลักษณะเป็นเนื้อสีเหลืองอมส้มห่อหุ้มเมล็ดไว้ 3-4 เมล็ด ตรงกลางระหว่างเมล็ดจะมีแกนกลางเป็นเส้นใยรวมกันเป็นกลุ่ม ชาวบ้านเรียกว่า “ดีตาล” เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างซั้วกับผล ดีตาลจะมีรสขมมากจะต้องกำจัดออกก่อนใช้หรือก่อนการยี่เนื้อตาล ส่วนประกอบต่าง ๆ ของผลตาล ได้แก่ ซั้วผล เปลือก

เมล็ด เส้นใยลูกตาล และเนื้อตาล มีร้อยละของส่วนประกอบต่างกัน เปลือกตาลที่มีสีน้ำตาลจนถึงดำมีร้อยละ 5 ข้าวตาลร้อยละ 5 เส้นใย ลูกตาลร้อยละ 25 เนื้อตาลร้อยละ 25 เมล็ดตาลร้อยละ 40



ภาพ ร้อยละของส่วนประกอบผลตาลสุก และผลตาลอ่อน

ที่มา จันทรพีญ ชุมแสง และพิทักษ์ อุปัญญา (2554)

นอกจากนั้นยังพบว่า ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม จะมีลูกตาลสด คือผลตาลเป็นส่วนหนึ่งของผลสามารถเก็บเกี่ยวหลังจากออกจันแล้ว 2½ - 3 เดือน นำมาฉားเอาเมล็ดข้างในที่ยังอ่อนอยู่ออกมา

เรียกว่าลอนตาล ในลูกตาล 1 ลูก จะมีลอนตาลประมาณ 3 ลอน (yum) ลอนตาลอ่อนเมื่อปลอกเปลือกหุ้มเมล็ดออก จะเป็นเนื้อสีขาว อ่อนนุ่มมีรสหวานมัน ใช้บริโภคหรือนำไปเชื่อม ซึ่งต้นตาลโตนด 1 ต้น สามารถให้ลูกตาลสดโดยเฉลี่ย 10 – 13 ทะลาย/ปี ใน 1 ทะลาย จะมีผลเฉลี่ย 5 – 20 ผล ขึ้นอยู่กับฤดูกาลทางช่อดอก วิธีการตัดทะลายของผลตาลอ่อนจากต้นจะต้องทำอย่างระมัดระวัง ต้องใช้เชือกผูกทะลายตาลไว้ แล้วหย่อนลงดิน การปล่อยให้ลูกตาลตกจากต้นจะต้องทำให้เต้าตาลแตกกระจายออก การฉะเอาเต้าตาลออกให้เริ่มด้วยการปาดหัวตาลด้วยมีดคม สังเกตรูของพูตาล แล้วใช้มีดฉะบริเวณก้นพูที่มีเต้าตาลอยู่ ตามด้วยฉะอีก 2 ข้างของพู ซึ่งผลจากการศึกษาส่วนประกอบของผลตาลอ่อน พบว่าตาลอ่อน 1 ทะลาย จะประกอบด้วยผลตาลสร้อยละ 60 และส่วนของขั้วและก้านตาลร้อยละ 40 ซึ่งเป็นส่วนที่นำมาศึกษาวิจัยเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่ง ในขณะที่ส่วนผลตาลอ่อน จะมีส่วนของลอนตาลอ่อนเพียงร้อยละ 10 ส่วนอีกร้อยละ 50 เป็นในส่วนของเปลือกตาล ซึ่งเป็นส่วนที่นำมาศึกษาวิจัยเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่ง จะเห็นได้ว่าผลตาลอ่อนจะมีส่วนที่เหลือทิ้งจากก้านตาล ขั้วตาล และเปลือกตาลถึง ร้อยละ 90 ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการประกอบอาชีพขายลอนตาล ซึ่งสามารถพบเห็นได้ตามข้างถนนตามสายหลักๆ จะมีการนำผลตาลอ่อนทั้งทะลายใส่รถยนต์กระบะนำออกมาจำหน่ายทั้งในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย พิษณุโลก เพชรบุรี สุพรรณ และอื่น ๆ ตามถนนสายหลักของประเทศ จึงกล่าวได้ว่าส่วนที่เหลือทิ้งจากการฉะลอนตาลอ่อน

ชายทำให้ส่วนที่เหลือทิ้งของผลตาลอ่อนได้แก่ ก้านตาล ชั่วตาล และ เปลือกตาล มีเป็นจำนวนมาก และวัสดุที่เหลือทิ้งเหล่านี้จะถูกทิ้งไว้ตามข้างถนนและแหล่งน้ำ ส่งผลทำให้เกิดขยะตามข้างทางถนนสายหลักเป็นจำนวนมาก เกิดการเน่าเปื่อยส่งกลิ่นเหม็นเน่าย้อมมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ดังกล่าว และส่งผลต่อสภาพแวดล้อม แหล่งน้ำคูคลองข้างถนน หรือเมื่อแห้งจะใช้วิธีการจุดไฟเผา

ตาลโตนดกลายเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของเพชรบุรี จากการสำรวจและสัมภาษณ์พบว่าในปัจจุบันมีต้นตาลโตนดอยู่ประมาณ 300,000 กว่าต้น และจังหวัดเพชรบุรีมีการวางเป้าหมายเพื่อเพิ่มปริมาณการปลูกต้นตาลจากในปัจจุบันที่มีอยู่ 300,000 กว่าต้น ให้กลายเป็น 1 ล้านต้น โดยมีการกำหนดวิสัยทัศน์ (vision) เมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (creative city) จังหวัดเพชรบุรี “เมืองเพชร เมืองตาลโตนด” คือ “เป็นเมืองต้นแบบที่ก่อให้เกิดรายได้จากตาลโตนดอย่างมั่นคงและยั่งยืน” โดยมีประเด็นยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อนเมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์ จังหวัดเพชรบุรี “เมืองเพชรเมืองตาลโตนด” ใน 4 ประเด็นยุทธศาสตร์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย การส่งเสริมการปลูกตาลโตนด การสร้างมูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากตาลโตนด ประชาสัมพันธ์เมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์ “เมืองเพชร เมืองตาลโตนด”

จะเห็นได้ว่าจากผลการวิจัยปริมาณส่วนประกอบที่เหลือทิ้งของเปลือกตาลและชั่วตาล และกะลาตาล จะมีเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากใน

ท้องถิ่น โดยจากการสัมภาษณ์และสำรวจผ่านกลไกวิจัยที่ผ่านมา พบว่า 1 ครัวเรือนที่ประกอบอาชีพ ยี่/สกัดเนื้อตาลสุก จะมีกะลาตาลเหลือทิ้งจากการเฉาะจาวตาลแก่ ปีละไม่ต่ำกว่า 1-2 ตัน และเปลือกตาล ชั่วตาล ก้านตาล อ่อนที่เหลือจากการเฉาะจาวตาลอ่อน เหลือทิ้งปีละไม่ต่ำกว่า 5 ตันต่อปี เฉพาะในเขตตำบลถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี มีผู้ประกอบอาชีพยี่/สกัดเนื้อตาลสุก และเฉาะจาวตาลอ่อนขาย มากกว่า 10 ราย จึงกล่าวได้ว่าปริมาณวัตถุดิบที่จะใช้ในการดำเนินงานมีปริมาณเพียงพอและสามารถเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวในรูปแบบอัดแท่ง และถ่านตุ๊กตกลั่น ที่มีประสิทธิภาพจำหน่ายได้เป็นรายได้อีกหนึ่งช่องทางของเกษตรกร ที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของ จังหวัดเพชรบุรี ในการสร้างมูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด และการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากตาลโตนด

1.3 สมบัติทางกายภาพ ของเปลือก ชั่วตาลอ่อน และกะลาตาล

ผลจากการศึกษา (จันทร์เพ็ญ และพิทักษ์, 2554) ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของเปลือกตาลและชั่วตาลอ่อน และกะลาตาล ตามวิธีมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Material) ได้แก่ ปริมาณความชื้น (ASTM D 3173) ปริมาณเถ้า (ASTM D 3174) ปริมาณสารระเหย (ASTM D 3175) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (ASTM D 3176) และค่าความร้อน (ASTM D 3286) แสดงให้เห็นว่ากะลาตาล

ประกอบไปด้วย ปริมาณเถ้า (ash) 1.37 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น (moisture) 16.80 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย (volatile matter) 77.28 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ประมาณ 21.35 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 4,400 kgcals/kg (ตารางที่ 1.1) ในขณะที่เปลือกตาลและข้าวตอลอ่อน ประกอบด้วย ปริมาณเถ้า (ash) 2.23 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น (moisture) 21.70 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย (volatile matter) 76.76 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ประมาณ 21.01 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 4,500 kgcals/kg (ตารางที่ 1.1) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของศิริวรรณ ศิลป์สกุลสุข (2547) พบว่าค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจากเศษกะลา แกนทะลายปาล์ม และเหง้ำมันลำปะหลัง มีค่าความร้อนประมาณ 4,898 kgcals/kg, 4,393 kgcals/kg และ 4,364 kgcals/kg ตามลำดับ ในขณะที่มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (2549) พบว่ากะลาปาล์มน้ำมันมีค่าความร้อน ประมาณ 5,048 kgcals/kg และผลการศึกษาของ ธนภัทร์ ศรีหิรัญ และเผ่าพงษ์ ฉายาสกุลวิวัฒน์ (2553) พบว่ากะลามะพร้าว มีค่าความร้อน ประมาณ 4,645 kgcals/kg ทำให้สามารถประเมินได้เบื้องต้นว่าผลได้ (yield) ของเปลือกตาลและข้าวตอลอ่อน และกะลาตาล มีค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกับกะลามะพร้าว กะลาปาล์มน้ำมัน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่นๆ ที่ได้มีการศึกษานำมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิง เช่น แกลบ ชังข้าวโพด เปลือกทุเรียน เปลือกมังคุด เปลือกเมล็ดมะม่วง หิมพานต์ พบว่าเปลือกตาลและข้าวตอลอ่อน มีปริมาณเถ้าและความชื้นน้อย

กว่า จึงเป็นข้อได้เปรียบที่จะส่งผลทางบวกต่อสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อน ของการเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพสูงได้

ตาราง สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของเปลือก ข้าวตาลอ่อน และ
กะลาตาล

คุณสมบัติ	กะลาตาล	เปลือกตาลและข้าว ตาลอ่อน
ความชื้น (%)	16.80±2.23	21.70±1.98
เถ้า (%)	1.37±0.03	2.23±0.09
สารระเหย (%)	77.28±4.32	76.76±4.56
คาร์บอนคงตัว (%)	21.35±2.34	21.01±2.28
ค่าความร้อน (kcal/kg)	4,400±5.43	4,500±5.56

ที่มา จันทรเพ็ญ และพิทักษ์ (2554)



ภาพ เปลือก ขั้วตาลอ่อน ก่อนและหลังการเผาเป็นถ่าน

หลังจากการแปรสภาพเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และ กะลาตาล ให้เป็นถ่านแล้ว จะได้ถ่านเปลือกตาลและถ่านขั้วตาลอ่อนที่มี ลักษณะสีดำเข้ม เนื้อเปราะแตกหักง่าย (ภาพที่ 1.2) เห็นได้อย่างชัดเจน ว่าเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนก่อนการเผา จะมีสีน้ำตาลและมี ส่วนประกอบของเส้นใยเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักแล้ว ยังมี

สารประกอบอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน ก่อนผ่านการเผาไหม้ จะเห็นได้ว่าเปลือกตาลและข้าวตาลจะมีสีน้ำตาลและเขียว แต่เมื่อผ่านการเผาจะเห็นได้ว่าเป็นเงาสีดำและแตกหักได้ง่ายเช่นเดียวกับกะลาตาลก่อนผ่านการเผาไหม้ จะมีส่วนที่เป็นเนื้อสีขาวอยู่ส่วนภายในของกะลาหนาประมาณ 0.3-0.8 เซนติเมตร แต่เมื่อผ่านการเผาแล้วส่วนที่เป็นเนื้อสีขาวนี้จะหายไป เหลือแต่ส่วนที่เป็นกะลาตาลหนา 0.2-0.4 เซนติเมตร มีลักษณะมันเงาสีดำเข้มแตกหักง่าย



ภาพ กะลาตาลก่อนและหลังการเผาเป็นถ่านกะลาตาล

1.4 ถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน และกะลาตาล

ได้ดำเนินการศึกษาสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน และกะลาตาล และถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ และเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและสมรรถนะทางความร้อนของถ่านอัดแท่ง จากเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน และกะลาตาล กับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547) ได้ผลการศึกษาดังนี้

ผลศึกษาสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่าน

เปลือกตาลและขี้ตาลอ่อนและกะลาตาล

เปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน และกะลาตาล เมื่อเผาแล้ว จะมีลักษณะมันเงาสีดำเข้มแตกหักง่าย และผลจากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน และกะลาตาล ตามวิธีมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Material) ได้แก่ ปริมาณความชื้น (ASTM D 3173) ปริมาณเถ้า (ASTM D 3174) ปริมาณสารระเหย (ASTM D 3175) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (ASTM D 3176) และค่าความร้อน (ASTM D 3286) แสดงให้เห็นว่าถ่านจากกะลาตาลประกอบไปด้วย ค่าความชื้น (moisture) 5.56 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า (ash) 4.90 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย (volatile matter)

15.47 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ประมาณ 78.56 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 7,500 kcal/kg ดังตาราง ในขณะที่ถ่านจากเปลือกตาลและข้าวตาลอ่อน ประกอบไปด้วย ค่าความชื้น (moisture) 5.70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า (ash) 6.41 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย (volatile matter) 21.91 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) 71.07 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 7,300 kcal/kg ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล และคณะ (2538) ได้ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจาก ถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง และได้รายงานผลการวิเคราะห์หัตถรณะทางความร้อนของถ่านกะลามะพร้าว มีค่าความร้อน 7,159.60 kcal/kg และผลการศึกษาของ จุฬารัตน์ ชาวกำแพง (2554) พบว่าผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าความร้อนเฉลี่ย 6,197.07 kcal/kg จะเห็นได้ว่าถ่านจากเปลือกตาลและข้าวตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล มีค่าความร้อนของที่ใกล้เคียงกับถ่านกะลามะพร้าว ซึ่งสมบัติทางกายภาพ และค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและข้าวตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล มีค่าสูงกว่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งโดยทั่วไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง ที่จะต้องมีค่าความชื้นไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานแห่ง ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 cal/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ดังนั้นถ่านเปลือกตาลและข้าวตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบทางเลือกในการผลิตถ่านอัดแท่งได้ และปริมาณวัตถุดิบน่าจะมีปริมาณที่เพียงพอถ้ามี

การบริหารจัดการในการเก็บรวบรวมวัตถุดิบ ในช่วงที่ฤดูกาลที่ตาลโตจน
ให้ผลผลิต

ตาราง สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและ
ขี้ตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล

สมบัติของถ่าน	ถ่านกะลาตาล	ถ่านเปลือกตาลและขี้ ตาลอ่อน
ความชื้น (%)	4.90±0.86	5.70±0.76
เถ้า (%)	5.56±0.64	6.41±0.34
สารระเหย (%)	15.47±1.34	21.91±2.02
คาร์บอนคงตัว (%)	78.56±2.31	71.07±2.54
ค่าความร้อน (kcal/kg)	7,500±4.56	7,300±5.01



ภาพ ถ่านจากเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน

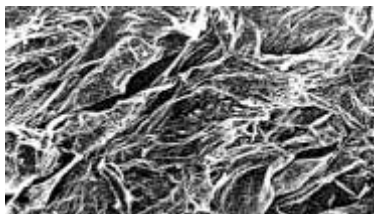


ภาพ ถ่านจากกะลาตาล

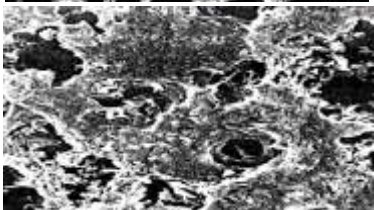
1.5 ผลของสมบัติทางกายภาพของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล ของ จันทรพีญ ชุ่มแสง และพิทักษ์ อุบุญญ์ (2556) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา 800 องศาเซลเซียส จะให้ถ่านกะลาตาลที่มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงที่สุด คือ 732.09 ± 5.58 mg/g และผลจากการศึกษาอัตราส่วนสารกระตุ้นต่อวัตถุดิบต่อประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่ให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุด พบว่าอัตราส่วนของถ่านกะลาตาลต่อโซเดียมคลอไรด์ (สารกระตุ้น) ที่อัตราส่วน 1:1 และเผาที่อุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียส เวลาเผา 1 ชั่วโมง จะให้ถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับดี โดยพิจารณาจากค่าการดูดซับไอโอดีน หรือค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดเท่ากับ 759.23 ± 8.45 mg/g จึงได้นำถ่านกัมมันต์จากอัตราส่วนดังกล่าวมา

ศึกษาลักษณะทางกายภาพได้แก่ พื้นที่ผิว ปริมาตรรูพรุน และขนาดของรูพรุน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิว (BET) และ วัดค่า pH ผลการศึกษาที่ได้แสดงในตาราง และศึกษาลักษณะโครงสร้างพื้นผิว และรูพรุนของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยการเปรียบเทียบภาพถ่าย 3 ส่วน คือก่อนเผา หลังการเผาวัตถุดิบที่กระตุ้นด้วย ไออน้ำที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และหลังการเผาที่กระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อตรวจดูลักษณะทางกายภาพของถ่านกัมมันต์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (scanning electron microscope : SEM) ซึ่งลักษณะของพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์กะลาตาล



ก่อนการเผากระตุ้น



โครงสร้างและพื้นผิวถ่านกัมมันต์
กะลาตาลที่เผากระตุ้นอัตราส่วน
1:0 ที่ 800 องศาเซลเซียส เมื่อใช้
กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
กำลังขยาย 600 เท่า

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล พบว่าอัตราส่วนของถ่านกะลาตาลต่อโซเดียมคลอไรด์ (สารกระตุ้น) ที่อัตราส่วน 1:1 และเผาที่อุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียส เวลาเผา 1 ชั่วโมง ส่งผลให้ถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับดีที่สุด เมื่อพิจารณาจากค่าไอโอดีนนัมเบอร์ และนอกจากนั้นส่งผลให้ลักษณะทางกายภาพของถ่านกัมมันต์ ได้แก่ พื้นที่ผิว (BET) มีค่าประมาณ 1,257.00 m²/g และมีปริมาตรรูพรุนเท่ากับ 0.68 cm³/g และขนาดของรูพรุนเท่ากับ 15.92 Å เมื่อใช้เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิว (BET) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลกับถ่านกัมมันต์จากวัสดุอื่นๆ ดังแสดงในตาราง จะเห็นได้ว่ากะลาตาลมีสมบัติที่สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีเพราะมีปริมาณคาร์บอนสูง แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการกระตุ้นและวัตถุประสงค์ของการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในทางด้านใด ลักษณะทางกายภาพของกะลาตาล และถ่านกัมมันต์ จากกะลาตาลเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จากการศึกษาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล ก่อนการเผากระตุ้นอัตราการขยายที่ 600 เท่า และเมื่อผ่านการเผากระตุ้นที่อัตรา 1:1 ส่วนโดยน้ำหนักวัสดุต่อโซเดียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส อัตราการขยาย 600 เท่า และจากการเปรียบเทียบกับค่าไอโอดีนนัมเบอร์ สามารถสรุปดังนี้

ถ่านจากกะลาตาล ที่ถูกสภาวะกระบวนการแปรสภาพจากกะลาตาลให้เป็นถ่านโดยการเผาในเตาดินเหนียว มีลักษณะมีรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ และจากกระบวนการแปรสภาพจากกะลาตาลให้เป็นถ่าน

แต่ผลจากการศึกษาของอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมต่อการใช้ในการเผาถ่านกัมมันต์และต่อประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลาตาล ที่ได้จากการคาร์บอนเซชัน มาทำการเผาและกระตุ้นไปพร้อมๆ กัน พบว่าที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุด เท่ากับ 732.09 mg/g จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าลักษณะที่เห็นที่ผิวมีรูพรุนเกิดขึ้นมากขึ้น ขนาดของรูพรุนค่อนข้างใหญ่ จนเป็นโพรงรูพรุนเกิดขึ้นเฉพาะบางบริเวณ ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวทั้งหมด ส่วนที่เหลือยังไม่มีรูพรุน

และจากผลการศึกษาอัตราส่วนสารกระตุ้นต่อวัตถุดิบ ที่ทำให้ถ่านกัมมันต์ ประสิทธิภาพสูงสุดในอัตราส่วนโดยน้ำหนักของวัตถุดิบ (ถ่านกะลาตาล) ต่อสารกระตุ้นโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) พบว่าการเผาถ่านกะลาตาลและกระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วน 1:1 ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง ส่งผลให้ถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อพิจารณาจากค่าไอโอดีนนัมเบอร์ 759.23 mg/g จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าลักษณะที่เห็นที่ผิวของถ่านกัมมันต์จะมีลักษณะมีรูพรุนเกิดขึ้นจำนวนมาก ขนาดรูพรุนค่อนข้างใหญ่ จนเป็น

โพรงรูพรุนเกิดขึ้นกระจายอย่างสม่ำเสมอ เรียงตัวเป็นระเบียบมีทั้งรูพรุน และโพรงขนาดเล็กและใหญ่

จากกระบวนการแปรสภาพกะลาตาลให้เป็นถ่าน จะได้ถ่านที่มีรูพรุนขนาดเล็ก และมีรูพรุนไม่ทั่วทั้งหมดของพื้นผิว จำนวนรูพรุนน้อยมาก แต่เมื่อเผากระตุ้นที่อุณหภูมิสูงถึง 800 องศาเซลเซียส ได้ถ่านกัมมันต์ จะเห็นได้ว่าเกิดรูพรุนมากขึ้น ขนาดรูพรุนมีขนาดค่อนข้างใหญ่ จนเป็นโพรง แต่รูพรุนเกิดขึ้นเฉพาะบางบริเวณ ไม่ทั่วทั้งหมดของพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุด เท่ากับ 732.09 mg/g ซึ่งเป็นค่าการดูดซับที่ค่อนข้างมาก เมื่อทำการเผากระตุ้นด้วยไซเตียมคลอไรด์ในอัตราส่วน 1:1 ที่ 800 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าที่ผิวถ่านกัมมันต์กะลาตาลเกิดรูพรุนเป็นจำนวนมาก และมีขนาดรูพรุนค่อนข้างใหญ่จนเป็นโพรงรูพรุนเกิดขึ้นกระจายอย่างสม่ำเสมอ เรียงตัวเป็นระเบียบ มีทั้งรูพรุน และโพรงขนาดเล็กและใหญ่ สอดคล้องกับค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล เท่ากับ 759.23 mg/g ในขณะที่ลักษณะทางกายภาพของถ่านกะลาตาล และถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ตารางที่ 1.4 การเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากกะลาตาล และถ่านกัมมันต์ที่ได้จากวัตถุดิบที่ต่าง ๆ (เอกสารอ้างอิง)

พารามิเตอร์	ถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล						
	กะลา ตาล	A1	A2	A3	A4	A5	A6
ไอโอดีนหุ้ม เบอร์ (mg/g)	759	712	1,505	567	532	1,412	993
ค่า pH	7.2	7.5	-	9.5	9.2	-	-
พื้นที่ผิว BET (m ² /g)	1,257	905	2,168	387	487	1,400	432
ปริมาตรรู พรุน (cm ³ /g)	0.7	0.5	0.8	0.2	0.3	-	-
ขนาดของรู พรุนเฉลี่ย	15.9	16.1	-	15.9	15.3	-	24

A1 อรัญ ชวีญปาน (2547) ได้ผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล โดยใช้สารโซเดียมคลอไรด์ในการกระตุ้น อัตราส่วน 1:1, ที่อุณหภูมิ 800 °C, 60 นาที

A2 สุโรชินี สกุลดวงดี (2544) ผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม โดยใช้ซิงค์คลอไรด์ในการกระตุ้น อัตราส่วน 3:1, ที่อุณหภูมิ 400 °C, 120 นาที

A3, A4 ลลิตา นิทัศน์จารุกุล (2544) ผลิตถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกมะม่วงหิมพานต์โดยใช้โซเดียมคลอไรด์ในการกระตุ้น อัตราส่วน 1:0, ที่อุณหภูมิ 800 °C

A5 บุญเรือน สรรเพชร (2543) ผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม โดยการกระตุ้นด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 800 °C, 60 นาที

A6 อำไพ ชนะไชย และ จินดารัตน์ พิมพิสมาน (2549) การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม โดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในการกระตุ้น โดยมีอัตราส่วน KOH/ถ่าน = 4 g/g และเวลาในการเผากระตุ้น 60 นาที ที่อุณหภูมิ 800 °C

ส่วนที่ 2

การผลิตถ่านดุกกลิ้ง 3 In 1

2.1 จัดหา/รวบรวมวัตถุดิบ

เก็บรวบรวม เปลือกตาลและข้าวผลตาลอ่อน และกะลาตาล จากบ้านเกษตรกรที่มีการประกอบอาชีพเผาตาล ยี่/สกัดเนื้อตาล และรวบรวมกากกาแฟ และใบชา จากร้านอาหาร MK ร้านขายเครื่องดื่มชากาแฟ ใช้เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านดุกกลิ้ง



2.2 การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านดุกกลั่น

เตาอิวาเตะ (Japanese Kiln) เป็นเตาเผาถ่านที่ใช้อิฐทนไฟ และปูนซีเมนต์ทนไฟเป็นวัตถุดิบในการสร้างเตา ข้อดีของเตานี้คือ มีการควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาถ่านได้เป็นอย่างดี ซึ่งรูปแบบเตาลักษณะนี้นำต้นแบบมาจากประเทศญี่ปุ่น ดังนั้นเตารูปทรงนี้เป็นรูปแบบที่พัฒนาจากเตาดิน และเตาอิฐ ให้ผลผลิตถ่าน ออกมาได้คุณภาพดี ผลผลิตถ่านได้ปริมาณมาก ได้น้ำส้มควันไม้ออกมาเยอะต่อการลงทุนก่อสร้างจะสูงกว่าเตาดินและเตาอิฐก่อกอง เนื่องจากว่าอิฐที่ใช้ก่อกองมีปริมาณ มากกว่า และการก่อสร้างยุ่งยากมาก ซึ่งต้องให้ผู้มีความรู้หรือว่า มีความเชี่ยวชาญในการก่อสร้างเป็นคนทำ เตาที่สร้างได้ถึงจะมีคุณภาพดี

เตาเผาถ่าน 200 ลิตร เตาเผาถ่านที่สร้างจากถังน้ำมัน 200 ลิตร เป็นเตาเผาถ่านที่เหมาะสมสำหรับมีไว้ประจำบ้าน เรือกสวน ไร่นา สามารถสร้างและเผาถ่านได้ด้วยตัวเองและได้ถ่านในระยะเวลาเพียง 1 – 2 วัน ในปริมาณที่เพียงพอสำหรับใช้สอยในครัวเรือน ซึ่งเตาถังน้ำมัน 200 ลิตร

เตาหลุม เตาพี เตาหลุมพี หรือเตากลบ (Ground pit or Heap kiln) จะมีลักษณะเป็นหลุมที่ใช้บรรจุไม้สำหรับเผา โดยมีการเผาแบบใช้วัสดุ เช่น ดิน ทราย ฯลฯ เป็นตัวกลบรูปแบบนี้จะมีการลงทุนต่ำแต่ผลผลิตก็ต่ำ ด้วยเช่นกัน



2.3 การเผาถ่านคุณภาพสูง

การเผาถ่านในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งมีการบวนการเผาถ่านที่คล้ายคลึงกัน แต่จะมีข้อแตกต่างในการผลิตอยู่เล็กน้อย ซึ่งทำให้คุณสมบัติในการใช้งานถ่านทั้ง 2 ประเภท แบบมาตรฐานในการตรวจสอบมีความแตกต่าง

ถ่านดำ (Black charcoal) หรือถ่านอ่อน การเผาถ่านดำ จะมีขั้นตอนในการเผาถ่านทั่วไป โดยจะเผาอยู่ที่อุณหภูมิสูงสุดที่ 800 องศาเซลเซียส ในช่วงหลังจากที่มีการทำถ่านให้บริสุทธิ์ จะดับถ่านภายในเตาโดยทำการปิดเตาไว้ อุณหภูมิของถ่านก็จะเย็นตัวลง เมื่ออุณหภูมิลดลงไปที่ 50 องศาเซลเซียส แล้วก็สามารถเปิดช่องเตาด้านบน และด้านหน้าเพื่อนำถ่านออกจากเตาได้ ระยะเวลาในการเผาถ่านดำ จะนานกว่าถ่านขาวเพราะต้องมีการรอให้ถ่านเย็นตัวลงภายในเตาก่อนนำออกจากเตาเผา แต่คุณสมบัติของถ่านดำจะดีกว่าถ่านขาว ค่าคาร์บอนเสถียร (Fixed carbon) จะไม่เท่ากัน ทั้งทั้งความร้อนที่ส่วนหน้าและส่วนบนเตามันจะสูงกว่าจุดอื่น ค่าคาร์บอนเสถียรจึงมีมากกว่าถึงแม้จะมีการควบคุมที่ดี แต่ก็ไม่สามารถทำให้เท่ากันได้ทั้งแท่ง ซึ่งถ่านดำ ที่ดีจะต้องมีค่าคาร์บอนเสถียรไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ถ่านดำ จะให้ผลผลิตถ่านเท่ากับร้อยละ 28

ถ่านขาว (White charcoal) หรือถ่านแข็ง การเผาถ่านขาวจะมีความแตกต่าง จากถ่านดำ แต่วิธีการดับถ่านขาวให้อุณหภูมิลดลงจะใช้นำถ่านออกมาดับภายนอก โดยใช้ขี้เถ้าขึ้นเป็นตัวหยุดอุณหภูมิต่ำ ความร้อนของถ่านอย่างกะทันหัน ตัวถ่านจึงมีขี้เถ้าติดอยู่ทำให้มีสีขาวขึ้น วิธีนี้กระบวนการ

ผลิตถ่านขาวจึงมีความรวดเร็วกว่าถ่านดำ รวมทั้งมีการหดตัวทำให้น้ำหนักความหนาแน่นดีกว่าและการปล่อยรังสีจะมีคลื่นความถี่สูงกว่าถ่านดำ การจุดไฟติดจะช้ากว่าถ่านดำ แต่เมื่อติดไฟแล้วจะให้คาร์บอนได้ยาวนานกว่า ค่าคาร์บอนเสถียรของไม้จะเท่ากันหมด เพราะตอนนำออกมาจะมีโอกาสโดนอากาศทั้งหมด ถ่านขาวที่ดีค่าคาร์บอนเสถียรจะไม่ต่ำ กว่าร้อยละ 90 ถ่านขาวจะต้องใช้เตาขนาดเล็กในการเผาเนื่องจากหากใช้เตาขนาดใหญ่จะทำให้การลากไม้ออกมาใช้เวลานานกว่า โอกาสที่จะทำให้ไม้อยู่ข้างในกลายเป็นขี้เถ้าจึงมีการผลิตถ่านขาวจะได้ผลผลิตของถ่านเพียงร้อยละ 10 ต้นทุนจึงแพงกว่าถ่านดำ และถ่านปิ้งย่างทั่วไป

2.4 กระบวนการเผาถ่านไม้

การเผาถ่านคือกระบวนการเปลี่ยนให้ไม้กลายเป็นถ่าน ซึ่งส่วนประกอบและโครงสร้างของไม้ที่สำคัญ มีดังนี้

- (1) เซลลูโลส (Cellulose)
- (2) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ซึ่งเกิดจากไกลโคไซด์ (Glycoside) หลายชนิดประมาณร้อยละ 23-30
- (3) ลิกนิน (Lignin) ซึ่งเกิดจากสารประกอบแอโรมาติก (Aromatic Compounds) ประมาณร้อยละ 23-30
- (4) ส่วนประกอบอื่น ๆ อีกเล็กน้อย ได้แก่ สารเฉพาะตัว (Ex-Track Compounds)

ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของไม้แต่ละชนิดดังนั้นถ้าไม้ที่ผลิตจากไม้แต่ละชนิดจะมี

ตาราง แสดงการเปลี่ยนสภาพจากไม้เป็นถ่าน

สีของควัน	สีของควันที่กลั่น ตัวติดกระเบื้อง เคลือบอุณหภูมิ	ที่ปล่องควัน (C°)	อุณหภูมิภายในเตา10 ซม. ต่ำจากเพดาน เตา (C°)	หมายเหตุ
ขาวปนเหลือง อ่อน (ควันเบา)	หยดน้ำใส	80-82	320-350	เริ่มขั้นตอนเปลี่ยน เป็นถ่าน
น้ำตาลปนเทา	ของเหลวสี น้ำตาล	82-85	350-380	เริ่มเก็บน้ำ สัมควันไม้
น้ำตาลปนเทา	ของเหลวสีขา	90 -100	380 -400	สีน้ำส้มควันไม้ เข้ม
น้ำตาลปนขาว	ของเหลวสี น้ำตาล เป็นเส้นเล็กๆ	100 -150	400 -430	และมีความหนืดมาก ขึ้น
น้ำตาลปนขาว	ของเหลวสี น้ำตาลเป็นเส้น ใหญ่	150 -170	430 -450	หยุดเก็บน้ำส้ม ควันไม้
สีของควัน	สีของควันที่กลั่น ตัวติดกระเบื้อง เคลือบ	อุณหภูมิที่ปล่อง ควัน (C°)	อุณหภูมิภายใน เตา 10 ซม. ต่ำ จากเพดานเตา (C°)	หมายเหตุ
น้ำตาลปนขาว	น้ำเงินปนขาว	150 -230 (C°)	450 -500 (C°)	ขั้นตอนเปลี่ยน
น้ำเงินอ่อนปน ขาว	ของเหลวสี น้ำตาลเป็นจุด	230 -250 (C°)	500 -530 (C°)	เป็นถ่าน
ม่วงน้ำเงิน	จุดสีเทา ไม่มี ความชื้น	260 -300 (C°)	540 -570 (C°)	เสร็จสมบูรณ์
ควันใส	สีเทาไม่มีจุด	330 -350	600 -650	เริ่มขั้นตอน ทำให้ ถ่านบริสุทธิ์
			700 -800	ปิดเตา

ที่มา: พุฒินันท์ พิงวงค์ญาติ (จากเศษไม้กลายเป็นถ่าน, 2544)

กระบวนการเผาถ่านไม้ แบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การไล่ความชื้น (Dehydration) ใช้อุณหภูมิ 20 - 270 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการไล่ความชื้นนี้ จำเป็นต้องใช้ความร้อนจากภายนอก เพื่อให้ไม้พินคายความร้อน (Exothermic Reaction) ในขั้นตอนต่อไป การไล่ความชื้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีแรก โดยการให้ความร้อนโดยตรง โดยการจุดไม้พินบางส่วนในเตาเพื่อให้ไม้บางส่วนลุกไหม้ และเกิดความร้อนเพียงพอที่จะไล่ความชื้นออกจากไม้ในส่วนที่เหลือ วิธีนี้ประสิทธิภาพจะต่ำ และหากควบคุมอากาศไม่ดีจะทำให้เกิดเขม่ามากเป็นเหตุให้ผลผลิต (Yield) ที่ได้ต่ำ และวิธีที่สอง การให้ความร้อนทางอ้อม โดยการจุดเชื้อเพลิงหน้าเตา และนำเพียงลมร้อนเข้าไปไล่ความชื้นออกจากไม้พินในเตา หากไม้พินในเตามีความชื้นมากต้องใช้เชื้อเพลิงและเวลามากขึ้นด้วย ดังนั้นควรต้องผึ่งไม้พินสดซึ่งมีความชื้น ประมาณร้อยละ 50-60 ให้เหลือปริมาณค่าความชื้นประมาณร้อยละ 20-30 เสียก่อน เพื่อเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงและพลังงานที่ใช้ในการไล่ ความชื้นแก่ไม้พิน 1 ลูกบาศก์เมตร

ขั้นตอนการไล่ความชื้นแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงแรก ที่อุณหภูมิระหว่าง 20 - 180 เซลเซียส ในขั้นตอนการไล่ความชื้นควรควบคุมลมร้อนหมุนเวียนให้สม่ำเสมอทั่วทุกส่วนของเตา โดยธรรมชาติ อากาศร้อนจะลอยขึ้นสูงและถูกบังคับให้ไหลลงต่ำ เพราะจะต้องไหลออกทางปล่องควันที่อยู่ด้านล่างเสมอ อากาศร้อนที่มีไอน้ำ ซึ่งเกิดจากการคายตัวจากไม้ จะกระทบกับความเย็นที่เตาแล้วเกิดการควบแน่นจากไอน้ำเป็นหยดน้ำ ที่พื้นเตา ดังนั้นจึงต้องมีท่อระบายน้ำ ออกจากพื้นเตาด้วย และควรรองพื้นเตาด้วยไม้พินขนาดเล็ก

เพื่อไม่ให้ไม้พินที่จะทำ ถ่านสัมผัสโดยตรงกับพื้นเตาที่เปียกชื้น เพราะจะทำให้ไม้พินเปลี่ยนเป็นถ่านได้ไม่หมด เมื่อเริ่มจุดพินหน้าเตา อุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 180 องศาเซลเซียส ช่วงนี้ไม้จะมีการคายน้ำที่มีการดูดซับอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ (Free Water) และน้ำอยู่ในผนังเซลล์ (Bound Water) เท่านั้น จะไม่มีน้ำที่เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างเยื่อปอนออกมาเลย ควันที่ออกมาจะมีสีขาวปนน้ำเงินอ่อนและจะมีแต่ไอน้ำ เท่านั้น และช่วงที่สอง คือ อุณหภูมิระหว่าง 180 - 270 องศาเซลเซียส ช่วงนี้ เฮมิเซลลูโลส (Hemicelluloses) จะเริ่มสลายตัวออกมา และจะสลายตัวจนหมดที่อุณหภูมิ 260 องศาเซลเซียส ควรรักษาอุณหภูมินี้ไว้นานพอสมควร จะเริ่มมีสีเหลืองจางๆ เยื่อปอนอยู่ด้วย และจะมีแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) กรดน้ำส้ม (Acetic Acid) และเมทานอล (Methanol) เยื่อปอน ออกมากับควันด้วย แต่มีปริมาณต่ำมาก ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ขั้นตอนที่ 2 การเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน (Carbonization) อุณหภูมิระหว่าง 270 - 400 องศาเซลเซียส ขั้นตอนนี้แบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ ขั้นตอนที่อุณหภูมิระหว่าง 270 - 300 องศาเซลเซียส ช่วงนี้ไม้ในเตาจะมีการสะสมความร้อนไว้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) โดยไม่ต้องเติมพินหน้าเตาอีก ไม้พินจะลุกไหม้และสลายตัวโดยความร้อนที่สะสมไว้ในตัวเอง เซลลูโลส (Cellulose) จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส การสลายตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ควันที่ออกมาจากปล่องจะมีสีขาวปนเหลือง มีกลิ่นฉุนจัด เรียกควันนี้ว่า ควันบ้า หลังจากควันบ้า

มีปริมาณน้อยลงและเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเทาแล้ว จำเป็นจะต้องควบคุมอุณหภูมิไว้ให้คงที่เป็นเวลานานพอสมควร เพื่อให้ขั้นตอนนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ ความร้อนจากไม้ด้านบนหน้าเตาจะค่อย ๆ ถ่ายความร้อนไปยังจุดต่าง ๆ ทั่วทั้งเตาอย่างช้า ๆ หากปล่อยให้อุณหภูมิขึ้นสูงเร็วเกินไป จะทำให้ไม้ที่สะสมความร้อนไว้มากกว่ากลายเป็นเถ้าเสียก่อนที่จะถ่ายความร้อนไปยังไม้ที่สะสมความร้อนไว้น้อยกว่า และอาจมีเปลวไฟแลบออกทางหน้าเตาได้ หากเกิดกรณีดังกล่าวไม้ส่วนบนของเตาจะกลายเป็นขี้เถ้า และไม้ส่วนล่างของเตาจะทำให้ผลผลิตถ่านที่ได้ต่ำ การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยการควบคุมอากาศที่หน้าเตา ควบคู่กับการใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometer) แต่การวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์อย่างเดียวอาจ ส่งผลให้การวัดเกิดความผิดพลาดได้ โดยเฉพาะเมื่อมีการเติมฟืนหน้าเตามากและเร็วเกินไป ดังนั้นการดูสีควันและนำกระเบื้องเคลือบสีขาวมาอังที่ปล่องควัน เพื่อดูสีของควันที่กลั่นตัวติดกระเบื้องเคลือบเป็นการ ตรวจสอบซ้ำ การวัดอุณหภูมิแสดงดังตาราง

อุณหภูมิ ระหว่าง 300 - 400 องศาเซลเซียส ช่วงนี้ เซลลูโลส (Cellulose) ยังสลายตัวอย่างต่อเนื่อง และลิกนิน (Lignin) จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 310 องศาเซลเซียส การสลายตัวทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่านนี้ ควันที่ออกมาจะประกอบด้วยสารประกอบต่าง ๆ ที่เกิดใหม่มากมายหลายชนิดจากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อน (Pyrolysis) และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย

ขั้นตอนที่ 3 การทำให้ถ่านบริสุทธิ์ (Refinement) ถึงแม้ว่าขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงไม้เป็นถ่าน จะเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้วที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส แต่ยังมีปริมาณคาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) ต่ำ และยังคงมีน้ำมันดิบ (Tar) เป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมากหากนำไปใช้ประโยชน์จะได้ ถ่านคุณภาพต่ำ และถ่านนำไปประกอบอาหารปิ้งย่าง น้ำมันดิบที่ยังคงค้างอยู่ในถ่านเมื่อถูกเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียส โดยปกติเตาหุงต้มจะมีอุณหภูมิประมาณ 500 - 600 องศาเซลเซียส จะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้นจึงต้องเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น โดยการปรับให้อากาศไหลเข้ามากขึ้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จาก 400 เป็น 500 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากอุณหภูมิด้านบนของเตาจะสูงกว่าอุณหภูมิที่พื้นเตา โดยใช้เวลานานพอสมควร ดังนั้นหากเร่งให้อากาศเข้าเร็วเกินไปเพื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่พื้นเตาสูงถึง 500 องศาเซลเซียส เพื่อไล่น้ำมันดิบออกจากถ่านอุณหภูมิด้านบนของเตา ที่สูงถึง 700 องศาเซลเซียส ในเวลาที่เร็วเกินไปจะทำให้ไม้ด้านบนกลายเป็นเถ้าเสียก่อน ดังนั้นจึงควรควบคุมอุณหภูมิด้วยความระมัดระวังอย่างยิ่ง ในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิด้านบนของเตาสูงถึง 700 องศาเซลเซียส อาจสังเกตได้จากสีของควันที่เริ่มใส ผู้ควบคุมการผลิตถ่านจะปิดช่องอากาศเข้า แล้วรอให้ความร้อนถ่ายเทจากด้านบนลงมาที่พื้นเตา อุณหภูมิในเตาจะใกล้เคียงกันทุกจุดประมาณ 500 องศาเซลเซียส ซึ่งในขณะนั้นจะไม่มีควันเหลืออยู่อีกแล้วจึงปิดปล่องควัน

ขั้นตอนที่ 4 การทำให้เย็น (Cooling) หลังจากปิดปล่องเตาทุกปล่องแล้ว ต้องปล่อยให้เตาเย็นจึงนำถ่านไม้ออกมาใช้งานได้ก่อนจะเปิดเตา

ต้องให้อุณหภูมิในเตาต่ำ กว่า 50 องศาเซลเซียส เพราะถ่านไม้อุณหภูมิ 60 – 70 องศาเซลเซียส สามารถลุกติดไฟเองได้ (Spontaneous Combustion) ถ้าได้รับออกซิเจนจากอากาศ ดังนั้นการเปิดเตาต้องเริ่มเปิดที่ปล่องควันก่อน เพื่อระบายความร้อนและแก๊สที่ยังคงค้างอยู่ในเตาให้หมด หลังจากนั้นจึงเปิดหน้าต่างเตา กระบวนการผลิตถ่านทุกขั้นตอน จะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นของไม้พืน การควบคุมอุณหภูมิ และขนาดของเตา หากเตามีขนาดใหญ่มากกระบวนการทุกขั้นตอนก็ใช้เวลาอีกด้วย

2.5 กระบวนการอัดก้อนถ่านตุคกลิ้น

การบดย่อย (grinding)

ผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี ขนาดของผงถ่านที่ใช้จะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่าน และวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่งวิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบดเครื่องสับ และเครื่องปั่นวัสดุหรือวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการบดด้วยมือโดยอาจใช้ครกและสากเป็นอุปกรณ์ ซึ่งวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานานจากการอัดขึ้นรูปผงถ่านหินขนาดต่าง ๆ พบว่าในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันผงถ่านหินขนาดเล็กมีแนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่า และสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านหินอัดแท่งแตกหักได้ดีกว่าผงถ่านหินขนาดใหญ่

นำถ่านเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน ถ่านกะลาตาล ไปเข้าเครื่องบดให้ละเอียดความละเอียดกำหนดไว้ที่ 5 มิลลิเมตร



ภาพบดถ่านเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล

การผสม (mixing)

การผสมเป็นการผสมวัสดุที่ถูกป่นย่อยแล้วกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันง่ายขึ้นลักษณะของตัวประสานที่ดีนั้น นอกจากจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงแล้วความชื้นต้องมากพอ และสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวของถ่านได้ทั่วถึงในการทำถ่านอัดแท่งจากลิกไนท์อบ พบว่าลิกไนท์ เมื่อผ่านกรรมวิธีอบแล้วจะขาดสมบัติในการจับตัวเมื่อได้รับแรงกด ดังนั้นจึงต้องมีตัวประสานช่วยซึ่งในต่างประเทศใช้ coal tars มาผสมสำหรับประเทศไทย ได้ทดลองใช้ผลผลิตทางการเกษตรเป็นตัวประสาน พบว่ากากน้ำตาลและแป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ดี ถ่านอัดแท่งที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานนั้นมีค่าความร้อนสูงกว่า และมีปริมาณแถ้ำต่ำกว่าถ่านอัดแท่งที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวเชื่อมประสานแต่ข้อเสียของการใช้กากน้ำตาลคือต้องใช้ปริมาณมากกว่า และเมื่อทิ้งไว้ในอากาศชื้นๆ จะดูดความชื้นจากในอากาศเข้าไปทำให้อ่อนตัวลง (วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ และคณะ, 2530) อย่างไรก็ตาม ยังมีวัสดุอีกมากมาย

สามารถนำมาใช้เป็นตัวประสานได้ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นก็จะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการที่จะเลือกวัสดุใดเป็นตัวประสานนั้นก็ควรพิจารณาถึงสมบัติดังต่อไปนี้ คือ ราคาถูกมีแรงยึดเกาะที่ดีไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขณะเผาไหม้และสามารถหาได้ง่าย สำหรับเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ไม่ได้ใช้ตัวเชื่อมประสานใด ๆ เมื่ออัดเสร็จแล้วต้องนำไปใช้เลย เพราะมีความเปราะมากทำให้หักเป็นท่อนๆ และปนกระจายได้ง่ายจึงไม่สามารถเก็บรักษาไว้นาน

นำผงถ่านเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน ถ่านกะลาตาล ผสมให้เข้ากันให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน สัดส่วนการผสมแป้งมันสำหรับหลังต่อน้ำหนักวัสดุดิบ 1:10



ภาพการผสมผงถ่านเปลือกตาลและขี้ตาลอ่อน และถ่านกะลาตาลแป้ง และน้ำ ตามอัตราส่วนที่กำหนด

การอัดแห้ง (compaction)

ขั้นตอนในการอัดส่วนผสมเป็นแห้งนี้เป็นขั้นตอนในการกำหนดรูปร่างและความหนาแน่นของถ่านอัดแห้งโดยที่ขนาด และรูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการของผู้ใช้ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการใช้มือปั้นและอัดส่วนผสมให้เป็นแห้ง แม้ว่าแรงอัดด้วยวิธีนี้จะไม่มากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนั้นประกอบด้วย สมบัติที่เป็นปัญหาต่าง ๆ ทำให้จำเป็นต้องมีการลดขนาดเพื่อเพิ่มความหนาแน่นและให้ได้รูปร่างที่เหมาะสมโดยเรียกกระบวนการนี้ว่า Densification (Bhattacharya, 1990) การเพิ่มความหนาแน่นของถ่านอัดแห้งเป็นการเพิ่มค่าความร้อนต่อปริมาตรของวัตถุดิบง่ายต่อการขนส่งและจัดเก็บ และเพื่อให้ได้รูปร่างและคุณภาพที่เป็นมาตรฐานการเพิ่มความหนาแน่นวิธีการอัดแห้งการอัดก้อนวัสดุต่าง ๆ นั้นอาจแบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ

(1) การอัดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วยการอัดร้อน และใช้แรงอัดสูงเหมาะสำหรับวัสดุที่มีลิกโนเซลลูโลส เช่นเศษไม้แกลบขี้เลื่อย (hot and high pressure densification) เป็นวิธีที่ใช้อย่างกว้างขวางปัจจุบันซึ่งมีผลต่อการทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแห้งได้แก่

- ปริมาณความชื้น (moisture content) ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 6-12 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียกถ้าความชื้นเกิน 12 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียกจะทำให้เกิดการระเบิดที่กระบอกอัดเพราะน้ำในวัสดุ เมื่อโดนความร้อนจะกลายเป็นไอน้ำเกิดการขยายตัวในก้อนเชื้อเพลิง

- ขนาดของวัตถุดิบ (particle size) ขนาดที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 48- 52เมซ ขนาดยิ่งละเอียดพื้นที่ผิวในการยึดตัวมากให้การอัดแห้งสะดวก

- แรงดัน (pressure) ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นตามแรงดันที่ใช้

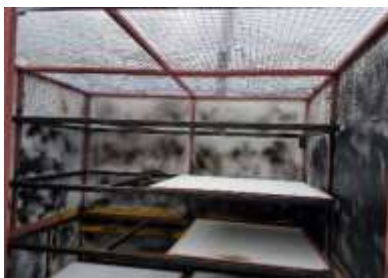
- อุณหภูมิ (temperature) วัสดุที่ใช้ในการอัดแห้งก่อนที่จะป้อนเข้าเครื่องอัดหากทำให้ร้อนที่ 200-225 C จะทำให้แรงดันลง 2 เท่า

(2) การอัดโดยไม่ใช้ความร้อนหรือการอัดเย็นและใช้แรงอัดต่ำ (cold and low pressure densification) แยกได้ 2 แบบคือแบบใช้ตัวประสานและไม่ใช้ตัวประสานใช้กับวัสดุชีวมวลที่เน่าเปื่อย หรือผ่านการหมักแล้วเท่านั้นและมีความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์



การตากแห้ง

เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูงจึงต้องไปตากให้แห้ง เพื่อเป็นการลดความชื้นให้ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง และเพื่อให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่นซึ่งวิธีที่ง่าย และถูกที่สุดสำหรับการทำให้แห้งก็ คือการนำไปผึ่งแดดประมาณ 3 - 4 วัน แต่หากใช้เป็นห้องอบโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ก็จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานให้สั้นลง นอกจากนี้ เราอาจใช้ความร้อนจากเตาเผามาไล่ความชื้น จากแท่งถ่านให้แห้ง ข้อควรระวังสำหรับวิธีนี้ก็คือน้องต้องรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบไม่ให้สูงเกินกว่าที่ทำให้ถ่านลุกไหม้สำหรับเวลาที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นนั้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของส่วนผสมและชนิดของห้องอบที่ใช้



บรรจุภัณฑ์



2.6 การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์

จากคุณสมบัติดังกล่าว ถ่านไม้ จึงถูกนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในหลากหลายรูปแบบ เป็นที่นิยมมากในประเทศญี่ปุ่นและมีราคาแพง เช่น ใช้เป็นวัสดุตกแต่งบ้านเรือน (Decorate) ช่วยฟอกอากาศ ดูดกลิ่น (Deodorizing) ความชื้น (Moisture) ปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และ อินฟราเรดยาว (Far Infrared Ray) ซึ่งมีคุณสมบัติต่อสุขภาพ

(1) การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม ถ่านบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตสารเคมีต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbondisulphide), โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium Cyanide) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) หรือถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นต้น

ถ่านกัมมันต์ ที่ได้จากถ่านไม้ที่มีค่าคาร์บอนเสถียรสูง (High Fixed Carbon) ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอีกหลากหลาย อาทิใช้ในระบบกรองและบำบัดอุตสาหกรรม น้ำดื่ม ระบบผลิตน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์จากคาร์บอนในอุตสาหกรรมโลหะหรือใช้ซีเมนต์ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ ให้แข็งตัวช้า และมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น ฯลฯ

(2) การใช้ประโยชน์ในครัวเรือน คุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นและความชื้นของถ่าน เป็นที่รับรู้กันดีแล้วสำหรับ ผู้อ่าน แต่ในต่างประเทศ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องประดับจากถ่านเพื่อ ใช้ประโยชน์ในบ้านเรือน ได้รับความนิยมมาก คนญี่ปุ่น เป็นตัวอย่างของผู้ที่มองเห็นคุณประโยชน์ของถ่านอย่างชัดเจน การใช้ถ่านเพื่อ ทำหน้าที่ลดกลิ่นในห้องปรับอากาศ มีประสิทธิภาพที่ดีมาก ในห้องแอร์ ที่ทำงาน หรือในรถ โดยเฉพาะที่ที่มีผู้สูบบุหรี่

บุหรี หรืออาจจะมีเชื้อจุลินทรีย์ ควรนำถ่านไม้ไปวางตากไว้ที่ช่องคู่อากาศกลับของเครื่องคู่อากาศ รุพรุนและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในถ่านไม้จะดูดซับกลิ่น และเชื้อโรคต่าง ๆ เอาไว้ ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อย่างดี หรือจะใช้ถ่านเพื่อการบำบัดน้ำเสีย จากครัวเรือน ก่อนปล่อยสู่ท่อระบายสาธารณะก็ยังเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

(3) การใช้ประโยชน์ในการเกษตร ในภาคการผลิตเชิงเกษตร การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์นั้นมีคุณค่าที่น่าสนใจไม่น้อย เนื่องจากถ่านไม้มีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษภัยต่อพืชและสัตว์จึงสามารถใช้ทดแทนสารเคมีราคาแพงได้อย่างกว้างขวาง และมีประสิทธิภาพไม่แพ้กันทีเดียวใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ถ่านไม้จะมีรุพรุนมาก เมื่อใส่ถ่านปนลงในดินจะช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำได้ดีขึ้นส่งผลให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็วช่วยลดการใช้ปุ๋ยเพราะสมบัติต่าง ๆ ของจุลธาตุที่มีอยู่หลายชนิดในถ่าน จะเป็นประโยชน์ให้แก่พืชที่ปลูกจากแหล่งเดียวกัน ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ประโยชน์จากถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้กันเป็นจำนวนมาก จนถือว่าถ่านเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ดีเยี่ยม มีปริมาณการใช้ในภาคเกษตรไม่ น้อยกว่า ปี ละ 50,000 ตัน

(4) ใส่ในอ่างอาบน้ำ ช่วยดูดซับคลอรีน และสิ่งที่มีพิษ เพิ่มแร่ธาตุ และปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และ อินฟราเรดยาว (Far Infrared Ray) ซึ่งมีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ ชำระล้าง ผิวหนัง กระตุ้นการไหลเวียนของเลือด ช่วยให้ร่างกายสดชื่น

(5) ใส่ไว้ในที่นอนใต้เตียง ในห้องนอน ช่วยฟอกอากาศ ดูดกลิ่น ความชื้น ปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และ อินฟราเรดยาว (Far

Infrared Ray) ซึ่งมีคุณสมบัติประโยชน์ต่อสุขภาพ กระตุ้น การไหลเวียนของเลือด จิตใจสงบเย็นในขณะที่พักผ่อนและช่วยให้นอนหลับได้ดี ร่างกายสดชื่น ห้อง ขนาด 3.2×3.2 เมตร ต้องใช้ถ่านไม้ 3 กิโลกรัมต่อห้อง

(6) ดูดซับและหักเหคลื่นไฟฟ้า (Adsorption of Electromagnetic Wave) ช่วยดูดซับและหักเหคลื่นไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกมาจาก โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ จอมอนิเตอร์ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปิดใช้งานอยู่ภายในบ้าน และสถานที่ทำงาน ดูดซับลดการแผ่กระจายของคลื่นไฟฟ้า จากการใช้อุปกรณ์ ไฟฟ้าต่าง ๆ

(7) พอกและปรับอากาศ ใต้เตียงนอน และใต้อาคารบ้านเรือน ช่วย ดูดซับความชื้นในฤดูที่มีความชื้นสูง และคลายความชื้นในฤดูที่มีความแห้งแล้ง

(8) ใช้ผสมอาหารสัตว์ ช่วยเพิ่มแร่ธาตุ ดูดซับสารพิษ กำจัดแบคทีเรีย ในระบบทางเดินอาหาร ลดกลิ่นเหม็นของมูลสัตว์ หากนา ผงถ่านผสมใน อาหารสัตว์เพียง 1% ถ่านจะช่วยดูดซับแก๊ส ในกระเพาะและลำไส้ ทำให้สัตว์ ไม่มีอาการท้องอืด โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น วัว -ควาย เป็นต้น

(9) ใช้ผสมดินเพื่อการเพาะปลูก ช่วยปรับสภาพของดิน เพิ่มแร่ ธาตุที่พืชต้องการ เนื่องจากถ่านไม้มีรพูนมากมาย เมื่อใส่ถ่านไม้ลงในดิน จะ ทำให้ร่วนซุย อุ่มน้ำ และอากาศได้มากขึ้น ทำให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งยังดูดซับปุ๋ยไนโตรเจนไม่ให้ระเหยสู่อากาศในรูปของแก๊สแอมโมเนีย ทำให้ ประหยัดปุ๋ย รวมทั้งแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในถ่านไม้ จะเป็นแหล่งจุลธาตุ (Trace element) สำหรับพืชได้เป็นอย่างดี

(10) ใส่นาตุเเยน ช่วยดูดกลิ่น และปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และอินฟาเรดยาว (Far Infrared Ray) ช่วยให้ฝักสดเก็บไว้ได้นานวันขึ้น ถ่านไม้จะดูดซับก๊าซที่ฝักและผลไม้คายออกมาซึ่งมีผลให้ฝักและผลไม้เน่าเสีย

(11) ใส่นาถักข้าวสาร ช่วยดูดกลิ่น ความชื้น และปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และ อินฟาเรดยาว (Far infrared ray) ป้องกันมอด และ แมลงต่าง ๆ

(12) ใส่วาในแจกันหรือกระถางดอกไม้ ทำให้เกิดออกไซด์ เพิ่ม ออกซิเจนและแร่ธาตุ แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม ฯลฯ ให้กับน้ำใน แจกันหรือกระถางดอกไม้

(13) ใส่นาตุ้กระจกหรืออ่างเลี้ยงปลา ช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำ เพิ่มแร่ ธาตุ แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม ฯลฯ ให้กับน้ำใสสะอาด ช่วยเร่งการ ตกตะกอนของฝุ่นละอองในน้ำ

(14) ช่วยฟอกอากาศภายในห้อง ดูดกลิ่น (Deodorizing) ความชื้น (Moisture) ปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และ อินฟาเรดยาว (Far infrared ray) ซึ่งมีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพนอกจากนั้นยังใช้ถ่านไม้ไฟเป็นส่วนผสมหลักของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้อีกมากมายหลายชนิด เช่น สบู่ แชมพู ยาสีฟัน ถ่านเม็ดดูดสารพิษ ฯลฯ

(15) ใช้ในการประกอบอาหารปิ้งย่าง ทำให้อาหารมีรสชาติดีเนื่องจาก เมื่่อถ่านไม้ลุกไหม้จะเกิดฟิล์มบาง ๆ ของซีเถ้าที่ผิวถ่านไม้ ถ่านไม้จะให้ความ ร้อนโดยการแผ่รังสีที่ไม่มีเปลวไฟ ความร้อนที่ได้จากรังสีนี้จะทำให้ผิวด้านนอก ของอาหารหรือเนื้อสัตว์แห้งและแข็งตัวอย่างรวดเร็วกว่า

ส่วนที่ 3

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าและผลสัมฤทธิ์เชิงประจักษ์

ถ่านดุดกลิ่น 3 In 1

การผลิตถ่านดุดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแพ กากใบชา จำเป็นที่ต้องมีการลงทุนทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ในการผลิต ถ่านอัดแท่ง (ถ่านดุดกลิ่น) เตาเผา เครื่องบดถ่านและเครื่องผสมถ่าน เครื่องอัด ถ่านดุดกลิ่น ทรงหกเหลี่ยมและทรงกลม ตู้อบถ่านดุดกลิ่น เครื่องเจียร เลื่อยวง เตื่อน กล่องบรรจุภัณฑ์ และวัสดุอื่น ๆ เช่น แป้งมัน

จากตารางที่ 4.4 เมื่อนำมาคำนวณหาต้นทุนต่อหน่วย โดยกำหนด กำลังอัตราการผลิต วันละ 400 กิโลกรัม/วัน ระยะเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน เมื่อกำหนดให้ใน 1 ปี ทำงาน 260 วัน (ไม่นับวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุด นักชัตฤกษ์) จะสามารถคำนวณต้นทุนโดยรวมได้ดังนี้ ซึ่งต้นทุนของวัตถุดิบ เปลือกตาลและข้าวตาลอ่อน และกะลาตาล มีราคาต้นทุนต่อหน่วยที่เท่ากัน และผลจากการทดลองนี้ใช้อัตราแป้งมันคงที่ คือ อัตราส่วนถ่าน 10 กิโลกรัมใช้ แป้งมัน 1 กิโลกรัม และน้ำอยู่ประมาณ 0.5-0.8 ลิตร ตามความเหมาะสมกับความชื้นของถ่าน ดังนั้นจึงสามารถคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละอัตรา ส่วนผสมคงที่ได้ประมาณ 4.93 บาท/กิโลกรัม ซึ่งคำนวณมาจาก

- ราคาต้นทุนวัตถุดิบถ่านเปลือกตาลและข้าวตาลอ่อนและกะลาตาล กิโลกรัมละ 3 บาท ใช้ 400 กิโลกรัม/วัน เท่ากับ 1,200.00 บาท/วัน

- ราคาแป้งมันสำปะหลัง กิโลกรัมละ 10 บาท 40 กิโลกรัม/วัน เท่ากับ 40 บาท/วัน

- ค่าน้ำ ปริมาณการใช้ตามความเหมาะสมกับความชื้นของถ่าน โดยเฉลี่ยวันละ 5 หน่วยๆ ละ 5 บาท เท่ากับ 25 บาท/วัน

- ค่าไฟฟ้า เมื่อคำนวณจากเครื่องมือและอุปกรณ์ถ่านอัดแท่ง ใช้ที่ 5 แรงม้า เท่ากับ 3.75 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ใช้วันละ 8 ชั่วโมง เท่ากับ 29.84 หน่วย ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท ดังนั้นจะเสียค่าไฟฟ้าในการผลิตวันละ 104.44 บาท หรือชั่วโมงละ 13.055 บาท

- ค่าแรงงานวันละ 200 บาท ใช้แรงงาน 3 คนต่อวัน เท่ากับ 600 บาทต่อวัน

ดังนั้นจึงสามารถคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละอัตราส่วนผสมที่ได้ประมาณ 4.93 บาท/กิโลกรัม หรือต้นทุนรวมในการผลิตต่อวันละ 1,969.44 บาท/ปริมาณถ่านอัดแท่ง 400 กิโลกรัม

เมื่อนำมาคำนวณหาต้นทุนต่อหน่วยการผลิตถ่านดูดกลิน 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟ กากใบชา โดยกำหนดกำลังอัตราการผลิตวันละ 400 กิโลกรัม/วัน จะได้ถ่านอัดดูดกลิน 40 ก้อน ระยะเวลาทำงาน 3 ชั่วโมง/วัน เมื่อกำหนดให้ใน 1 ปี ทำงาน 260 วัน (ไม่นับวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์) จะผลิตถ่านดูดกลินได้ ประมาณ 10,400 ก้อนต่อปี สาเหตุเนื่องจากการกำหนดระยะเวลาทำงาน 3 ชั่วโมงต่อวัน (จากการประชุมร่วมกันในความเป็นไปได้การดำเนินงานของกลุ่ม) เพราะถ่านดูดกลินคืออาชีพ

เสริมของกลุ่ม อัตราถ่านที่จะนำมาใช้ในการผลิตได้ต่อวัน และประมาณการด้านการตลาดที่จะมีการจำหน่ายทั่วประเทศ

จากตาราง จะมีต้นทุนเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต 117,000 บาท อายุการใช้งานเครื่องจักรทั่วไปประมาณ 10 ปี สามารถผลิตถ่านดุกกลิ่น 3 ln 1 ได้ 104,000 ก้อนต่อปี ราคาต้นทุนเครื่องจักรอยู่ประมาณ 2 บาทต่อก้อน และค่าบรรจุภัณฑ์ ราคาต่อใบต่อหน่วยละ 20 บาท

จากตาราง ต้นทุนผันแปรของวัตถุดิบในการกระบวนการผลิต ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าแรงงาน ต่อวันของการใช้ถ่านวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด 400 กิโลกรัมต่อวัน จะสามารถผลิตถ่านดุกกลิ่น 3 ln 1 ได้ 40 ก้อนต่อวัน ราคาต้นทุนผันแปรจะตกที่ราคาถ่านละ 31.81 บาท

รวมราคาต้นทุนเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตต่อหน่วยต่อก้อน 2 บาทต่อก้อน ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 31.81 บาท และค่าบรรจุภัณฑ์ต่อหน่วย 20 บาท รวมต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 53.81 บาทต่อก้อน

ประมาณการผลิตต่อปี 10,400 ก้อนต่อปี หรือเฉลี่ยเดือนละ 867 ก้อน ราคาจำหน่ายถ่านละ 100 บาท จะมีรายได้ต่อเดือน 86,700 บาทต่อเดือน ปีละ 1,040,400.00 บาทต่อปี

ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการผลิตถ่านดุกกลิ่น 3 ln 1 ในระยะเวลา 2-3 เดือน อัตราการผลิต 40 ก้อนต่อวัน 867 ก้อนต่อเดือน ราคาจำหน่ายถ่านละ 80-100 บาท สามารถคืนทุนต้นเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตได้ ที่มีต้นทุนการผลิตทั้งหมดถ่านละ 53.81 บาท กำไรถ่านละ 46 บาท หรืออาจกล่าวได้ว่า

กำไรต่อวัน ของการทำงานวันละ 3 ชั่วโมง ได้กำไร 1840 บาทต่อวัน ต่อเดือน
ประมาณ 55,000 บาท หรือปีละ 660,000 บาทต่อปี

ตาราง แสดงรายการราคาต้นทุนคงที่ของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือก
ตาลและขี้ตาลอ่อน และกะลาตาล

รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ถ่านอัดแท่ง	ราคา (บาท)
1. ค่าแรงและอุปกรณ์สร้างเตาเผาถ่าน 200 ลิตร	5,000.00
2. เครื่องบดถ่าน	35,000.00
3. เครื่องอัดถ่าน	60,000.00
4. ตู้บดถ่าน	5,000.00
5. เครื่องเจียร เลื่อยวงเดือน	12,000.00
6. กล่องบรรจุภัณฑ์ 5,000 ใบๆ ละ 20 บาท	100,000.00
ราคาต้นทุนรวม	217,000.00

ตาราง แสดงรายการราคาต้นทุนผันแปร ของการผลิตถ่านอัดแท่ง

รายการวัสดุและแรงงาน	ต้นทุนรวม (บาท) (400kg/วัน)
1. ค่าวัสดุดิบถ่านจากวัสดุตาลโตนด (1กก/ 20 บาท)	8,000.00
3. แป้งมัน (1 กิโลกรัมต่อถ่าน 10 กิโลกรัม)	4,000.00
4. ค่าน้ำ หน่วยละ	25.00
5. ค่าไฟฟ้า (3 ชั่วโมง) เฉลี่ย	100.00
6. ค่าแรง 2 คน/วัน/ 3 ชั่วโมง	600.00
ราคาต้นทุนรวม (400kg/วัน)	12,725.00
ราคาต้นทุนผันแปรต่อหน่วย	31.81 บาทต่อก้อน

หมายเหตุ: ผลิตถ่านคูดกลินได้ 40 ก้อนต่อวัน



ถ่านดูดกลิ่น

จากวัสดุเหลือทิ้ง ตาลโตนด

3in1

ผลิตจาก
กะลาตาลโตนด
ใบชา
กากกาแฟ



นวัตกรรมถ่านดูดกลิ่น 3 in 1 เป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนด มาผลิตเป็นถ่านตาลโตนดที่ผ่านการเผาในความร้อนสูงกว่า 800 °C ผสมกากกาแฟ และใบชา จากนั้นทำการอัดก้อนถ่านดูดกลิ่น ให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ความสูง 10 เซนติเมตร ในบรรจุภัณฑ์ที่ห่อสวยงานสองตัว ทำให้ถ่านก้อนธรรมดาที่ไม่ธรรมดา แต่มีประโยชน์ที่ช่วยดูดซับกลิ่นอับ ดูดซับสารเคมี และฆ่าเชื้อโรค จุดเด่นของรูปทรงของถ่านตาลโตนดที่มีความพรุนสูง โดยมีปริมาตรรูพรุนที่มากกว่า 0.68 cm³/g ขนาดของรูพรุนเท่ากับ 15.92 Å และมีไฮโดรคาร์บอนสูง ทำให้มีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับกลิ่นและความชื้น เหมาะสำหรับวางไว้ในตู้เสื้อผ้า ตู้เย็น ห้องครัว ห้องน้ำ ตู้เก็บของ รถยนต์ ขจัดความชื้นในห้องนอน รวมถึงดูดสารระเหยต่างๆ เช่น สีทาบ้าน



เป็นการสนับสนุนความร่วมมือ
- ระหว่าง -

สำนักชานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
และ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย

โดย ผศ.ดร.จันทรเพ็ญ ชุมแสง
และ อ.พิทักษ์ อภิคุณุญ
โทรศัพท์ 086-5295596