รายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย

เรื่อง

การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

อาจารย์ พิทักษ์ อุปัญญ์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย

โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม

จาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2560

กิตติกรรมประกาศ

การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนด กากกาแฟ และกากใบชา ที่มีเป็นจำนวนมากในท้องถิ่นและหาได้ทั่วไป ผ่านกระบวนการศึกษาวิจัย และถูกนำมาใช้ประโยชน์ผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยี และเกิดประโยชน์ การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้ง สร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมีผลดีต่อสุขภาพคนในปัจจุบัน ผ่านการถ่ายทอดสร้างความรู้ความเข้าใจ และการลงมือปฏิบัติ ส่งผลให้เกิดความตระหนักและเห็นคุณค่าที่สามารถสร้างรายได้เสริมต่อครัวเรือนอย่างเป็นรูปธรรมในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2560 คณะนักวิจัยขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการอบรมทุกท่านที่มีส่วนร่วมให้กิจกรรมถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์และการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดในครั้งนี้ ประสบความสำเร็จด้วยดีคุณประโยชน์อันเกิดจากการจัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้ในครั้งนี้ คณะนักวิจัย ขอมอบสู่ทุกท่านที่ได้มีส่วนในการช่วยเหลือทั้งทางตรงและทางอ้อม

คณะนักวิจัย

มิถุนายน 2562

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

โครงการวิจัยการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด ในจังหวัดเพรชบุรี และการนำกากกาแฟ และกากใบชา ที่เหลือทิ้งเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน แต่วัสดุเหลือทิ้งทั้ง 3 ชนิดมีสมบัติในการเป็นวัสดุดูดซับกลิ่นมาผ่านการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่เน้นสร้างความรู้ความเข้าใจและเกิดความตระหนักและเห็นคุณค่า ผลการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ ส่งผลให้ได้ดูดกลิ่น 3 In 1 ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมขน และจากการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์แล้วพบว่าชุมชนจะมีรายได้เสริมจากการขายถ่านดูดกลิ่น ต่อเดือนประมาณ 55,000 บาท หรือปีละ 660,000 บาทต่อปี และสามารถคืนทุนในเครื่องจักรและอุปกรณ์ในช่วงระยะเวลา 2-3 เดือน ถ้ามียอดจำหน่ายต่อเดือนละ 867 ก้อน หลังการอบรม พบว่ามีความเข้าใจระดับดีมากหรือมีความรู้ความเข้าใจมากกว่าร้อยละ 80 จนเกิดความตระหนัก และมีทักษะต่อการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ จนสามารถสร้างรายได้เพิ่มให้กับตนเอง รูปวิสาหกิจชุมชน และ OTOP 4 ดาว ส่งจำหน่ายและขายในท้องตลาด

คำสำคัญ: วัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด, ถ่านดูดกลิ่น, กากกาแฟ, กากใบชา

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 องค์ความรู้ที่นำมาถ่ายทอดเทคโนโลยี	5
2.1 องค์ความรู้ที่นำมาถ่ายทอดเทคโนโลยี (อ้างอิงถึงผลสำเร็จของโครงการวิจัย)	5
2.2 ตาลโตนด	22
2.3 ถ่านไม้	27
2.4 ถ่านอัดแท่ง	37
2.5 พฤติกรรมผู้บริโภคและการออกแบบบรรจุภัณฑ์	43
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ	44
3.1 สถานที่ดำเนินการ	44
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	45
3.3 การบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน	45
3.4 การดำเนินงาน	45
3.5 การเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์	46
3.6 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ: การผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1	51
3.7 การประเมินผลสำเร็จของโครงการ	56

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	57
4.1 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม	57
4.2 ผลการประเมินผู้เข้ารับการอบรม	59
4.3 ความพึงพอใจของกลุ่มผู้เข้าร่วมรับการฝึกอบรม	67
4.4 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีถ่านจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟ และใบชา	67
4.5 ผลการตรวจมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านดูดกลิ่น 3 In 1	69
4.6 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มทุนและผลสัมฤทธิ์เชิงประจักษ์ ถ่านดูดกลิ่น 3 In 1	71
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	76
5.1 ผลการประเมินความสำเร็จของโครงการ	76
5.2 แนวทางการขยายผลการดำเนินงานโครงการไปในพื้นที่อื่น ๆ	78
5.3 ข้อเสนอแนะ	78
เอกสารอ้างอิง	80
ภาคผนวก	87

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ร้อยละของส่วนประกอบผลตาลสุก และผลตาลอ่อน	6
ภาพที่ 2.2 เปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนก่อนและหลังการเผาเป็นถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน	9
ภาพที่ 2.3 กะลาตาลก่อนและหลังการเผาเป็นถ่านกะลาตาล	10
ภาพที่ 2.4 ถ่านจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน	12
ภาพที่ 2.5 ถ่านจากกะลาตาล	12
ภาพที่ 2.6 โครงสร้างและพื้นผิวถ่านกะลาตาลก่อนการเผากระตุ้น เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 600 เท่า	17
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างและพื้นผิวถ่านกัมมันต์กะลาตาลที่เผากระตุ้นอัตราส่วน 1:0 ที่ 800 องศาเซลเซียส เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 600 เท่า	18
ภาพที่ 2.8 โครงสร้างและพื้นผิวถ่านกัมมันต์กะลาตาล ที่เผากระตุ้นอัตราส่วน 1:1 ที่ 800 องศาเซลเซียส เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 600 เท่า	18
ภาพที่ 2.9 นิทรรศการวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนดกับการสร้างรายได้สู่ชุมชน ในงาน Thailand Research Expo 2014	21
ภาพที่ 2.10 ส่วนประกอบของผลตาลสุก	26
ภาพที่ 3.1 จังหวัดที่ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีถ่านดูดกลิ่น 3 IN 1	44
ภาพที่ 3.2 ประชุมกลุ่มย่อย เพื่อรับฟังประเด็นปัญหาและความต้องการของกลุ่ม	45
ภาพที่ 3.3 จัดประชุมชี้แจงโครงการ วัตถุประสงค์ และขั้นตอนการดำเนินงาน	46
ภาพที่ 3.4 เปลือกและขั้วผลตาลอ่อน และกะลาตาล และกากกาแฟ ใบชา ที่เหลือทิ้ง	47
ภาพที่ 3.5 การสร้างเตาและการเผาถ่าน ณ. ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 ณ.ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 บ้านกุม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี	48
ภาพที่ 3.6 ตู้อบถ่านดูดกลิ่นพลังงานแสงอาทิตย์	49
ภาพที่ 3.7 เครื่องอัดถ่านดูดกลิ่นด้วยระบบไฮดรอลิค แบบพิมพ์ 6 เหลี่ยมและ 4 เหลี่ยม	50
ภาพที่ 3.8 การอบรมภาคทฤษฎี วิธีการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการทำงานของถ่านดูดกลิ่น ณ.ที่ทำการผู้ใหญ่บ้าน หมู่ที่ 2 บ้านกุม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี	54
ภาพที่ 3.9 การอบรมภาคปฏิบัติการการผลิตการผลิตถ่านดูดกลิ่น ณ.ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 บ้านกุม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.1 ร้อยละความรู้ความเข้าใจก่อนการอบรม การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด 62
ภาพที่ 4.2 ร้อยละความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด 63
ภาพที่ 4.3 ใบรายงานผลการทดสอบ ถ่านดูดกลิ่น 70
ภาพที่ 4.4 การว่างจำหน่าย ร้านค้าจำหน่ายสินค้าภูมิปัญญาท้องถิ่นในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ 73
ภาพที่ 4.5 จำหน่ายในร้านขายของฝากในจังหวัดเพรชบุรี และที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ 2 เนื่องจากเป็นแหล่งเรียนรู้ของชุมขน มีการมาศึกษาดูงาน 75

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล	8
ตารางที่ 2.2 สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล	11
ตารางที่ 2.3 สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาลในแต่ละอัตราส่วนผสมต่าง ๆ	14
ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากกะลาตาล และถ่านกัมมันต์ที่ได้จากวัตถุดิบที่ต่าง ๆ (เอกสารอ้างอิง)	16
ตารางที่ 2.5 แสดงรายการราคาต้นทุนคงที่ของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนและกะลาตาล	19
ตารางที่ 2.6 แสดงรายการราคาต้นทุนผันแปร ของการผลิตถ่านอัดแท่ง	20
ตารางที่ 2.7 อัตราส่วนเพศตาลโตนด เขตอำเภอคีรีมาศ อำเภอเมือง และอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย	24
ตารางที่ 2.8 จำนวนต้นตาลโตนดเมืองเพชรบุรี จากการสำรวจของเกษตรจังหวัด ปี 2550	25
ตารางที่ 2.9 ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาด	26
ตารางที่ 2.10 พลังงานที่ใช้ในการไล่ความชื้นแก่ไม้ฟืน 1 ลูกบาศก์เมตร	32
ตารางที่ 2.11 แสดงการเปลี่ยนสภาพจากไม้เป็นถ่าน	34
ตารางที่ 4.1 ความถี่ในการเข้าร่วมการอบรมจำแนกตามกลุ่มเป้าหมาย	57
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของกลุ่มผู้เข้ารับการอบรม การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด (ระดับคะแนนเต็มเท่ากับ 5 คะแนน)	66
ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพของกากกาแฟและกากใบชา	68
ตารางที่ 4.4 แสดงรายการราคาต้นทุนคงที่ของเครื่องผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 IN 1	72
ตารางที่ 4.5 แสดงรายการราคาต้นทุนผันแปร ของการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 IN 1	73

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

"ตาลโตนดหรือตาล" เป็นพืชตระกูลปาล์มชนิดหนึ่งอยู่ในสกุล Borassus มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า*Borassus Flabellifer* เป็นพืชยืนต้นที่มีอายุยาว 100-150 ปี เมื่ออายุประมาณ 10-15 ปี จะเริ่มออกดอกและ มีผล (Kularatnam. P.K., 1971) ตาลโตนดนอกจากเป็นพืชเศรษฐกิจของท้องถิ่นในหลายจังหวัด เช่น สงขลา เพชรบุรี สุพรรณบุรี พิษณุโลก และสุโขทัย ยังเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของคนไทยเป็นอย่างมาก เพราะคนไทยรู้จักและคุ้นเคยกับตาลโตนดมาแต่ครั้งบรรพกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ประโยชน์ในการประกอบอาหารทั้งเครื่องดื่ม อาหารหวาน อาหารคาว และเครื่องปรุงรส อีกทั้งการใช้ประโยชน์จากไม้ของต้นตาลเป็นเฟอร์นิเจอร์ตกแต่งบ้านเรือน จากการประกอบอาชีพขายลอนตาลอ่อน จะมีผลทำให้ส่วนที่เหลือทิ้งได้แก่ ขั้วตาล ก้านตาล และเปลือกตาลอ่อนเหลือทิ้งถึงร้อยละ 90 ต่อ 1 ทะลายตาล (1 ทะลายตาลจะมีผลตาลอ่อน 1-20 ผล) และจากการยี/สกัดเนื้อตาล และการเฉาะจาวตาล จากผลตาลสุกจะส่งผลทำให้มีส่วนที่เหลือทิ้ง คือ กะลาตาล ร้อยละ 60 ต่อ 1 เมล็ด (Chumsang C., and Upan, P., 2014) และส่วนของกะลาตาลที่เหลือทิ้งจากการยี/สกัดเนื้อตาลซึ่งวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค และที่อยู่อาศัยของพาหะนำโรคได้ และวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าว มีศักยภาพสูงต่อการพัฒนามาใช้ให้เกิดความพอเพียงความสมดุลทั้งมิติเศรษฐกิจสังคมวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ประชาชนในท้องถิ่นสามารถพึ่งตนเองได้ในด้านพลังงานทดแทน และสร้างรายได้เพิ่มจากวัสดุที่เหลือทิ้งจากผลตาลโตนด

จากผลการศึกษาวิจัยอย่างที่ผ่านมาในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2556 จากผลการศึกษาวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมของประชาชนในการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือทิ้งของตาลโตนดเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกในเขตอำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล ให้ได้ถ่านอัดแท่งที่ได้ต้องมีสมบัติทางกายภาพและสมรรถนะทางความร้อนได้ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) และศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาลมีคาร์บอนคงตัวและค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกับกะลามะพร้าว กะลาปาล์มน้ำมัน และผลจากการทดลองนำวัสดุทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว มาผสมกัน 6 อัตราส่วนโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน สัดส่วนการผสมแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำหนักวัตถุดิบ 1:10 โดยกำหนดใช้ความเร็วรอบเครื่องรีดประมาณ 140 รอบต่อ

นาที ลักษณะถ่านอัดแท่งเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร มีครีบโดยรอบจำนวน 5 ครีบ และมีรูกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร พบว่าถ่านอัดแท่งทั้ง 6 อัตราส่วน (ระหว่างอัตราส่วนผสมของถ่านเปลือก และขั้วตาลอ่อนกับถ่านกะลาตาล) มีค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) ในทุกอัตรา และนอกจากนั้นผลจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการจัดการองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการชุมชน ภายใต้โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม ประจำปี 2556 พบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความเข้าใจระดับดีมากหรือมีความรู้ความเข้าใจมากกว่าร้อยละ 80 จนเกิดความตระหนัก และมีทักษะต่อการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ ถ่านอัดแท่งและถ่านดูดกลิ่นจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด จนสามารถสร้างรายได้เพิ่มให้กับตนเอง รูปวิสาหกิจชุมชน และ OTOP ส่งจำหน่ายและขายในท้องตลาด จุดเด่นของถ่านอัดแท่งให้ความร้อนสูง และมียอดขายในชุมชนตามร้านหมูกะทะในจังหวัดก่อให้เกิดรายได้โดยเฉลี่ยคนละ 3000-5000 บาทต่อเดือนต่อคน ในขณะที่ถ่านดูดกลิ่นมีประสิทธิภาพในการดูดกลิ่นดีเช่นกัน มีการจำหน่ายตามงาน OTOP และส่งจำหน่ายตามยอดสั่งจอง โดยได้เปิดตัวผลิตภัณฑ์ถ่านดูดกลิ่นในงาน Thailand Research EXPO 2014 ในนามผลิตภัณฑ์ถ่านดูดกลิ่น “คนเอาถ่าน” และในงาน “เพลินพลังงาน งานวิจัยขายได้” ณ ตลาดคลองผดุงกรุงเกษม ระหว่างวันที่ 5 – 27 มีนาคม 2559 มีทิศทางการพัฒนาต่อยอดเพื่อยกระดับการพัฒนาด้านส่งเสริมอาชีพวิสาหกิจชุมชน และการพัฒนาและส่งเสริมคุณภาพชีวิต เพื่อเป็นสิ้นค้า OTOP หรือวิสาหกิจชุมชน จากการนำวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนด ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่ผูกผันวิถีชีวิตคนเมืองเพชร ที่บ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ของจังหวัดเพชรบุรี

จากสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นจึงทำให้มีการดำเนินโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งจากถ่านตาลโตนด กากกาแฟ และใบชา การออกแบบถ่านดูดกลิ่นให้เหมาะสมต่อความต้องการตลาด และเครื่องอัดถ่านดูดกลิ่นรูปแบบต่างๆ จากการสำรวจพบว่ากากกาแฟ และใบชา ที่เหลือทิ้งตามร้านอาหาร ร้านขายเครื่องดื่มที่มีกากกาแฟและใบชาเหลือทิ้ง จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าโดยเฉลี่ยตามร้านขายเครื่องดื่มกาแฟ เช่น อเมซอน และร้านกาแฟสดทั่วไปจะมีกากกาแฟเหลือทิ้งต่อวันไม่ต่ำกว่า 5 กิโลกรัมต่อวัน เช่นเดียวกับกากใบชา ที่เหลือทิ้งจากร้าน MK สุกี้ไม่ต่ำกว่าวันละ 10 กิโลกรัม ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่ากากกาแฟ และใบชา มีประโยชน์มากมาย และนิยมนำมาผลิตจำหน่ายในรูปถ่านดับกลิ่น ถุงดับกลิ่น แต่ประสิทธิภาพในการดูดกลิ่นมีประสิทธิภาพได้ไม่นานและประสิทธิภาพการใช้งานต่ำ นอกจากนั้นรูปแบบถ่านดูดกลิ่นควรตอบโจทย์ที่เป็นของตกแต่งบ้านเรือน ห้องพักตามโรงแรม สถานที่ทำงาน มากกว่าการเป็นก้อนถ่านสีดำๆ ดังนั้นจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นักวิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาต่อยอดนวัตกรรมถ่านดูดกลิ่นที่ 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งจากถ่านตาลโตนด กากกาแฟ และใบชา ทำให้ถ่านก้อนธรรมดาแต่มีประโยชน์ 3 In 1

ทั้งดูดซับกลิ่นอับ ดูดซับสารเคมี และฆ่าเชื้อโรค โดยอาศัยการดูดซับ ที่มีจุดเด่นรูพรุนของตัวถ่านตาลโตนดที่มีความพรุนสูง โดยมีปริมาตรรูพรุนเท่ากับ 0.68 cm^3/g และขนาดของรูพรุนเท่ากับ 15.92 A (Chumsang C., and Upan, P., 2014) ที่สามารถจะดูดซับกลิ่น สารเคมีที่มีกลิ่น เพราะถ่านจากตาลโตนด กากกาแฟและใบชา มีสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนอยู่สูง ซึ่งสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนนี้จะถูกจับติดอยู่ที่รูพรุนทำให้กลิ่นต่างๆ จางหายไปในที่สุด นอกจากนี้แล้วยังมีส่วนประกอบของจุลินทรีย์ชนิดที่เป็นประโยชน์ที่จะช่วยดูดซับกลิ่นและฆ่าเชื้อโรค จากที่ได้กล่าวถึงสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของวัสดุที่นำมาทำถ่านดูดกลิ่นนี้ล้วนแต่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง หาง่ายในท้องถิ่น และเป็นการเพิ่มมูลค่ารูปแบบไม่ใช้ถ่านก้อนธรรมดา แต่มีประสิทธิภาพในการดูดกลิ่นอับในห้องทำงาน โรงแรม ตู้เย็น ฯลฯ

โครงการวิจัยการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบ้านกุม จังหวัดเพชรบุรี เป็นการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด ให้มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ โดยเน้นที่การทดลองเชิงปฏิบัติการในกระบวนการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 การออกแบบถ่านดูดกลิ่นและบรรจุภัณฑ์ ให้เหมาะสมต่อความต้องการตลาด และเครื่องอัดถ่านดูดกลิ่นหลากหลายรูปแบบ คาดว่าจะเป็นต่อยอดและเพื่อการส่งเสริมอาชีพตามแนวพระราชดำริสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งบ้านกุม จังหวัดเพชรบุรี อย่างยั่งยืน โดยการใช้รูปแบบการจัดการความรู้แบบมีส่วนร่วมระหว่างชุมชน นักวิจัย และองค์กรภาคีเครือข่ายในพื้นที่ เพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาด้านส่งเสริมอาชีพสำหรับชุมชนให้มีศักยภาพในการพัฒนาอาชีพในชุมชน เพื่อการพึ่งพาตนเองด้านการหารายได้โดยใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในชุมชนร่วมกับการนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของโครงการส่งเสริมอาชีพที่เป็นโครงการตามแนวพระราชดำริรูปแบบหนึ่ง ที่เป็นโครงการในลักษณะของการส่งเสริมอาชีพแก่ประชาชน ที่มีการรวมกลุ่มกันเป็นกลุ่มอาชีพเพื่อผลผลิตผลิตภัณฑ์สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม ขึ้นมาเพื่อนำไปจำหน่าย ซึ่งจะทำให้ครอบครัวของประชาชนมีรายได้เพิ่มขึ้นสามารถพึ่งพาตนเองได้ และยังส่งผลให้คุณภาพชีวิตดีขึ้นด้วย รวมทั้งยังทำให้เกิดความร่วมมือ การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เกิดทักษะในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการประกอบอาชีพ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาศักยภาพทางการตลาดในด้านการผลิตการบริหารจัดการกลุ่ม และการมีจิตสำนักในการทำงานร่วมกันเพื่อผลประโยชน์ของส่วนรวมซึ่งจะส่งผลต่อการสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนอย่างยั่งยืนในที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

(1) เพื่อน้อมนำหลักการ/แนวพระราชดำริด้านการพัฒนาและส่งเสริมอาชีพมาประยุกต์ใช้เพื่อการพัฒนาอาชีพของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่ง เป็นถ่านดูดกลิ่น 3 in 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟและใบชา ในพื้นที่ตำบลบ้านกุม อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

(2) เพื่อจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟและใบชา เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งชุมชนบ้านกุม จังหวัดเพชรบุรี

(3) เพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้และการถ่ายทอดเทคโนโลยี การออกแบบ บรรจุภัณฑ์ และเครื่องอัดถ่านดูดกลิ่นหลากหลายรูปแบบให้เหมาะสมต่อความต้องการตลาด

(4) เพื่อสร้างคุณค่าให้กับผลงานวิจัยด้านการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยี การสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพวิสาหกิจชุมชนและส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้กับชุมชนตามแนวพระราชดำริ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) สามารถนำวัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่น คือ เส้นใยลูกตาลที่เหลือทิ้งจากการยี/สกัดเนื้อตาลสุกมาสร้างมูลค่าเพิ่ม และสร้างนวัตกรรมสิ่งทอทางด้านสิ่งทอธรรมชาติ ชุมชนมีรายได้เสริม อีกทั้งเป็นเส้นทางการลดปริมาณขยะเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม

(2) เป็นการพัฒนานวัตกรรมใหม่ “เส้นด้ายใยลูกตาล” สำหรับการพัฒนาคุณภาพผ้าทอพื้นบ้านให้สามารถแข่งขันบนวิถีการผลิตที่พอเพียง

(3) เพื่อเป็นการนำผลการวิจัยและมีการพัฒนาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัย มาพัฒนาคุณภาพชีวิตประชาชนทางด้านเศรษฐกิจ ด้านพลังงาน และด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม จากวัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่น

(4) เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตผ้าทอ และคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการผลักดันนำไปสู่กระบวนการผลิตและคุณภาพผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ให้ได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนและพัฒนาขีดความสามารถในการพึ่งตนเองในด้านการผลิตผ้าทอพื้นมือ

(5) เป็นการจัดการวัสดุเหลือทิ้ง ขั้วตาล ก้านตาลและเปลือกตาลอ่อน และกะลาตาล จากการประกอบอาชีพขายลอนตาลอ่อนและการยี/สกัดเนื้อตาลแก่จากท้องถิ่น และเป็นการนำวัดสุที่มีในท้องถิ่นมาสร้างมูลค่าการสร้างพลังงานทางเลือก ที่มีผลให้เกิดธุรกิจในลักษณะวิสาหกิจชุมชน และชุมชนมีทางเลือกค่าครองชีพที่เกี่ยวข้องกับแก๊สหุงต้มลดลงและใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด

บทที่ 2
องค์ความรู้ที่นำมาถ่ายทอดเทคโนโลยี

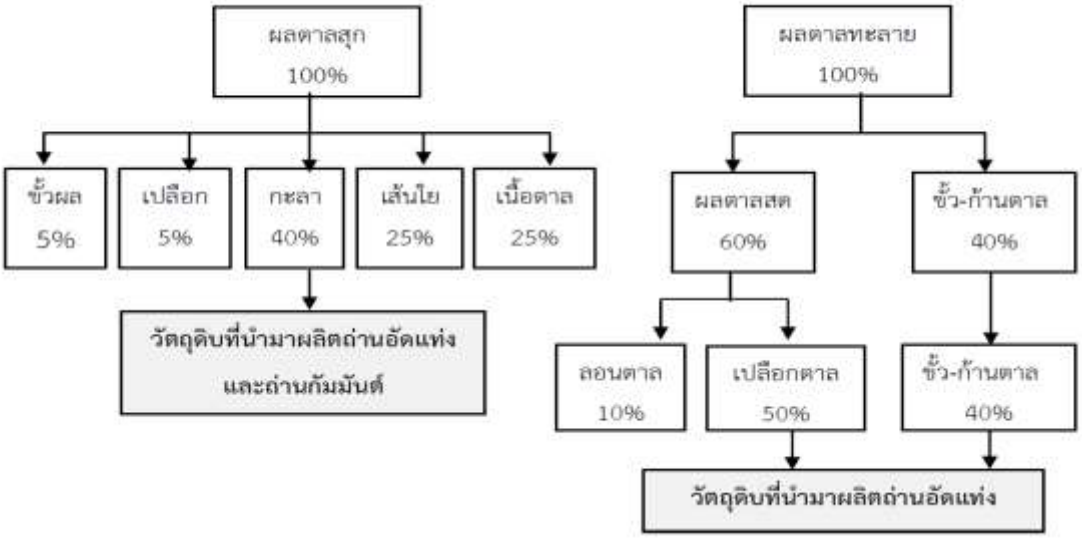
องค์ความรู้ที่นำมาเผยแพร่ในการดำเนินโครงการครั้งนี้ เป็นองค์ความรู้ที่ได้มาจากการศึกษาวิจัยการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการโตนดมาเพิ่มมูลค่า จากถ่านอัดแท่ง เป็น ถ่านดูดกลิ่น 3 IN 1 ผ่านโครงการวิจัยการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ด้วยกลไก กิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยโครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม

2.1 องค์ความรู้ที่นำมาถ่ายทอดเทคโนโลยี (อ้างอิงถึงผลสำเร็จของโครงการวิจัย)

2.1.1 ปริมาณส่วนประกอบที่เหลือทิ้งของเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล

ผลจากกาศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า 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) ผลของตาลจะมีส่วนประกอบที่ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกคือ เปลือกชั้นนอกผิวเรียบเป็นมัน เรียกว่า Exocarp ส่วนที่สอง เป็นเส้นใยเรียก Mesocarp และส่วนที่สาม เป็นกะลาแข็งหุ้มเมล็ดเรียกว่า Endocarp เมื่อผลตาลแก่จัด (สุก) จะมีกลิ่นหอม และจะมีส่วนของเนื้อตาลติดแทรกตามเส้นใยจะมีสีเหลืองอมส้ม ประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้เนื้อตาลสุกที่อยู่รวมกันเส้นใยลูกตาลยังมีส่วนผสมของแคโรทีนอยด์ซึ่งให้สีเหลืองใช้แต่งสีขนมต่างๆ ได้

ผลจากการสำรวจข้อมูลพบว่า ผลตาลสุกจะมีน้ำหนักทั้งผลประมาณ 1,000–3,000 กรัม พบว่าหลังจากการปอกเปลือกสีดำของผลตาลสุกออกจะพบส่วนของเส้นใยลูกตาลและเนื้อตาลที่มีลักษณะเป็นเนื้อสีเหลืองอมส้มห่อหุ้มเมล็ดไว้ 3-4 เมล็ด ตรงกลางระหว่างเมล็ดจะมีแกนกลางเป็นเส้นใยรวมกันเป็นกลุ่ม ชาวบ้านเรียกว่า “ดีตาล” เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างขั้วกับผล ดีตาลจะมีรสขมมากจะต้องกำจัดออกก่อนใช้หรือก่อนการยีเนื้อตาล และส่วนประกอบต่างๆ ของผลตาล ได้แก่ ขั้วผล เปลือก เมล็ด เส้นใยลูกตาล และเนื้อตาล มีร้อยละของส่วนประกอบต่างกัน ดังนี้ เปลือกตาลที่มีสีน้ำตาลจนถึงดำมีร้อยละ 5 ขั้วตาลร้อยละ 5 และเส้นใย ลูกตาลร้อยละ 25 เนื้อตาลร้อยละ 25 และเมล็ดตาลร้อยละ 40 (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ร้อยละของส่วนประกอบผลตาลสุก และผลตาลอ่อน
ที่มา จันทร์เพ็ญ ชุมแสง และพิทักษ์ อุปัญญ์ (2554)

นอกจากนั้นยังพบว่า ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม จะมีลูกตาลสด คือผลตาลเป็นส่วนของผลสามารถเก็บเกี่ยวหลังจากออกจั่นแล้ว 2½ - 3 เดือน นำมาเฉาะเอาเมล็ดข้างในที่ยังอ่อนอยู่ออกมาเรียกว่าลอนตาล ในลูกตาล 1 ลูก จะมีลอนตาลประมาณ 3 ลอน (ยุม) ลอนตาลอ่อนเมื่อปลอกเปลือกหุ้มเมล็ดออก จะเป็นเนื้อสีขาว อ่อนนุ่มมีรสหวานมัน ใช้บริโภคหรือนำไปเชื่อม ซึ่งต้นตาลโตนด 1 ต้นสามารถให้ลูกตาลสดโดยเฉลี่ย 10 – 13 ทะลาย/ปี ใน 1 ทะลาย จะมีผลเฉลี่ย 5 – 20 ผล ขึ้นอยู่กับฤดูกาลแทงช่อดอก วิธีการตัดทะลายของผลตาลอ่อนจากต้นจะต้องทำอย่างระมัดระวัง ต้องใช้เชือกผูกทะลายตาลไว้ แล้วหย่อนลงดิน การปล่อยให้ลูกตาลตกจากต้นจะต้องทำให้เต้าตาลแตกกระจายออก การเฉาะเอาเต้าตาลออกให้เริ่มด้วยการปาดหัวตาลด้วยมีดคม สังเกตดูร่องพูลตาล แล้วใช้มีดเฉาะบริเวณก้นพูลที่มีเต้าตาลอยู่ ตามด้วยเฉาะอีก 2 ข้างของพูล ซึ่งผลจากการศึกษาส่วนประกอบของผลตาลอ่อนพบว่าตาลอ่อน 1 ทะลาย จะประกอบด้วยผลตาลสดร้อยละ 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 จึงกล่าวได้ว่าส่วนที่เหลือทิ้งจากการเฉาะลอนตาลอ่อนขายทำให้ส่วนที่เหลือทิ้งของผลตาลอ่อนได้แก่ ก้านตาล ขั้วตาล และเปลือกตาล มีเป็นจำนวนมาก และวัสดุที่เหลือทิ้งเหล่านี้จะถูกทิ้งไว้ตามข้าง

ถนนและแหล่งน้ำ ส่งผลทำให้เกิดขยะตามข้างทางถนนสายหลักเป็นจำนวนมาก เกิดการเน่าเปื่อยส่งกลิ่นเหม็นเน่าย่อมมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ดังกล่าว และส่งผลต่อสภาพแวดล้อม แหล่งน้ำ คูคลองข้างถนน หรือเมื่อแห้งจะใช้วิธีการจุดไฟเผา

ตาลโตนดกลายเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของเพชรบุรี จากการสำรวจและสัมภาษณ์พบว่าในปัจจุบันมีต้นตาลโตนดอยู่ประมาณ 300,000 กว่าต้น และจังหวัดเพชรบุรีมีการวางเป้าหมายเพื่อเพิ่มปริมาณการปลูกต้นตาลจากในปัจจุบันที่มีอยู่ 300,000 กว่าต้น ให้กลายเป็น 1 ล้านต้น โดยมีการการกำหนดวิสัยทัศน์ (vision) เมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (creative city) จังหวัดเพชรบุรี “เมืองเพชร เมืองตาลโตนด” คือ “เป็นเมืองต้นแบบที่ก่อให้เกิดรายได้จากตาลโตนดอย่างมั่งคงและยั่งยืน” โดยมีประเด็นยุทธ์ศาสตร์ในการขับเคลื่อนเมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์ จังหวัดเพชรบุรี “เมืองเพชรเมืองตาลโตนด” ใน 4 ประเด็นยุทธศาสตร์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย

(1) การส่งเสริมการปลูกตาลโตนด

(2) การสร้างมูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด

(3) การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากตาลโตนด

(4) ประชาสัมพันธ์เมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์ “เมืองเพชร เมืองตาลโตนด”

ที่มา: www.phetchaburi.go.th/data/create_eco.pdf (ค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2559)

จะเห็นได้ว่าจากผลการวิจัยปริมาณส่วนประกอบที่เหลือทิ้งของเปลือกตาลและขั้วตาล และกะลาตาล จะมีเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากในท้องถิ่น โดยจากการสัมภาษณ์และสำรวจผ่านกลไกวิจัยที่ผ่านมาพบว่า 1 ครัวเรือนที่ประกอบอาชีพ ยี/สกัดเนื้อตาลสุก จะมีกะลาตาลเหลือทิ้งจากการเฉาะจาวตาลแก่ ปีละไม่ต่ำกว่า 1-2 ตัน และเปลือกตาล ขั้วตาล ก้านตาล อ่อนที่เหลือจากการเฉาะจาวตาลอ่อน เหลือทิ้งปีละไม่ต่ำกว่า 5 ตันต่อปี เฉพาะในเขตตำบลถำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี มีผู้ประกอบอาชีพยี่/สกัดเนื้อตาลสุก และเฉาะจาวตาลอ่อนขาย มากกว่า 10 ราย จึงกล่าวได้ว่าปริมาณวัตถุดิบที่จะใช้ในการดำเนินงานมีปริมาณเพียงพอและสามารถเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวในรูปถ่านอัดแท่งและถ่านดูดกลิ่นที่มีประสิทธิภาพจำหน่ายได้เป็นรายได้อีกหนึ่งช่องทางของเกษตรกร ที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของจังหวัดเพชรบุรี ในการสร้างมูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด และการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากตาลโตนด

2.1.2 สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล

ผลจากการศึกษา (จันทร์เพ็ญ และพิทักษ์, 2554) ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน 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) แสดงให้เห็นว่ากะลาตาลประกอบไปด้วย 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 kgcal/kg (ตารางที่ 2.1) ในขณะที่เปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน 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 kgcal/kg (ตารางที่ 2.1) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของศิริวรรณ ศิลป์สกุลสุข (2547) พบว่าค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจากเศษกะลา แกนทะลายปาล์ม และเหง้ามันสำปะหลัง มีค่าความร้อนประมาณ 4,898 kgcal/kg, 4,393 kgcal/kg และ 4,364 kgcal/kg ตามลำดับ ในขณะที่มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (2549) พบว่ากะลาปาล์มน้ำมันมีค่าความร้อน ประมาณ 5,048 kgcal/kg และผลการศึกษาของ ธนภัทร์ ศรีหิรัญ และเผ่าพงษ์ ฉายาสกุลวิวัฒน์ (2553) พบว่ากะลามะพร้าว มีค่าความร้อน ประมาณ 4,645 kgcal/kg ทำให้สามารถประเมินได้เบื้องต้นว่าผลได้ (yield) ของเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล มีค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกับกะลามะพร้าว กะลาปาล์มน้ำมัน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่นๆ ที่ได้มีการศึกษาวิจัยนำมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิง เช่น แกลบ ซังข้าวโพด เปลือกทุเรียน เปลือกมังคุด เปลือกเมล็ดมะม่วง หิมพานต์ พบว่าเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน มีปริมาณเถ้าและความชื้นน้อยกว่า จึงเป็นข้อได้เปรียบที่จะส่งผลทางบวกต่อสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของการเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพสูงได้

ตารางที่ 2.1 สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล

คุณสมบัติ	กะลาตาล	เปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน
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 (kgcal/kg)	4,400±5.43	4,500±5.56

ที่มา จันทร์เพ็ญ และพิทักษ์ (2554)

ภาพที่ 2.2 เปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนก่อนและหลังการเผาเป็นถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน

หลังจากการแปรสภาพเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล ให้เป็นถ่านแล้ว จะได้ถ่านเปลือกตาลและถ่านขั้วตาลอ่อนที่มีลักษณะสีดำเข้ม เนื้อเปราะแตกหักง่าย (ภาพที่ 2.2) เห็นได้อย่างชัดเจนว่าเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนก่อนการเผา จะมีสีน้ำตาลและมีส่วนประกอบของเส้นใยเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักแล้ว ยังมีสารประกอบอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน ก่อนผ่านการเผานั้น จะเห็นได้ว่าเปลือกตาลและขั้วตาลจะมีสีน้ำตาลและเขียว แต่เมื่อผ่านการเผาจะเห็นได้ว่าเป็นเงาสีดำและแตกหักได้ง่ายเช่นเดี่ยวกับกะลาตาลก่อนผ่านการเผานั้น จะมีส่วนที่เป็นเนื้อสีขาวอยู่ส่วนภายในของกะลา หนาประมาณ 0.3-0.8 เซนติเมตร แต่เมื่อผ่านการเผาแล้วส่วนที่เป็นเนื้อสีขาวนี้จะหายไป เหลือแต่ส่วนที่เป็นกะลาตาลหนาประมาณ 0.2-0.4 เซนติเมตร มีลักษณะมันเงาสีดำเข้มแตกหักง่าย (ภาพที่ 2.3)

ภาพที่ 2.3 กะลาตาลก่อนและหลังการเผาเป็นถ่านกะลาตาล

2.1.3 ผลการศึกษาถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล

ได้ดำเนินการศึกษาสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล และถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ และเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและสมรรถนะทางความร้อนของถ่านอัดแท่ง จากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล กับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547) ได้ผลการศึกษาดังนี้

(1) ผลศึกษาสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนและกะลาตาล

เปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล เมื่อเผาแล้ว จะมีลักษณะมันเงาสีดำเข้ม แตกหักง่าย (ภาพที่ 2.4 และ 2.5) และผลจากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่าน

เปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน 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 kgcal/kg (ตารางที่ 2.2) ในขณะที่ถ่านจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน 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 kgcal/kg (ตารางที่ 2.2) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล และคณะ (2538) ได้ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง และได้รายงานผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางความร้อนของถ่านกะลามะพร้าว มีค่าความร้อน 7,159.60 kgcal/kg และผลการศึกษาของ จุฬารัตน์ ชาวกำแพง (2554) พบว่าผงถ่านกะลามะพร้าวมีค่าความร้อนเฉลี่ย 6,197.07 kgcal/kg จะเห็นได้ว่าถ่านจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล มีค่าความร้อนของที่ใกล้เคียงกับถ่านกะลามะพร้าว ซึ่งสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล มีค่าสูงกว่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งโดยทั่วไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง ที่จะต้องมีค่าความชื้นไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 cal/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ดังนั้นถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบทางเลือกในการผลิตถ่านอัดแท่งได้ และปริมาณวัตถุดิบน่าจะมีปริมาณที่เพียงพอถ้ามีการบริหารจัดการในการเก็บรวบรวมวัตถุดิบ ในช่วงที่ฤดูกาลที่ตาลโตนดให้ผลผลิต

ตารางที่ 2.2 สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล

สมบัติของถ่าน	ถ่านกะลาตาล	ถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน
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 (kgcal/kg)	7,500±4.56	7,300±5.01

ภาพที่ 2.4 ถ่านจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน

ภาพที่ 2.5 ถ่านจากกะลาตาล

2.1.4 สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนและถ่านกะลาตาลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ (จันทร์เพ็ญ ชุมแสงและ พิทักษ์ อุปัญญ์: 2556)

(1) ผลศึกษาสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน พบว่ามีค่าความชื้น (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 kgcal/kg ในขณะที่ถ่านจากกะลาตาล มีค่าความชื้น (moisture)

5.56 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า (ash) 4.90 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย (volatile matter) 15.47 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ประมาณ 78.56 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน 7,500 kgcal/kg ซึ่งสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล มีค่าสูงกว่ามาตรฐานของถ่านอัดแท่งโดยทั่วไปมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง ที่จะต้องมีค่าความชื้นไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 cal/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

(2) ผลจากการศึกษาสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล (ตารางที่ 2.3) ที่ได้กำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน กับถ่านกะลาตาล จำนวน 6 อัตราส่วน โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน สัดส่วนการผสมแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำหนักวัตถุดิบ 1:10 โดยกำหนดใช้ความเร็วรอบเครื่องรีดประมาณ 140 รอบต่อนาที ผลจากการทดสอบและคำนวณเปรียบเทียบสมรรถนะค่าความร้อน (heating value) ซึ่งใช้จัดแบ่งคุณภาพของเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังเป็นตัวแปรสำคัญที่จะบ่งชี้ปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมาถ่านอัดแท่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ของถ่านอัดแท่งกำหนดให้มีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 cal/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

ถ่านอัดแท่งจากอัตราส่วนผสมที่ 1 ถ่านจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีค่าความชื้น (moisture) 11.96 เปอร์เซ็นต์ เถ้า (ash) 9.23 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย (volatile matter) 1.25เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) 77.56 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณซัลเฟอร์ 0.28 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 5,874.70 kgcal/kg มีค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547)

ถ่านอัดแท่งจากอัตราส่วนผสมที่ 2 ถ่านจากกะลาตาล 100เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าความชื้น (moisture) 8.04 เปอร์เซ็นต์ เถ้า (ash) 5.32 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย (volatile matter) 0.46 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) 86.18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณซัลเฟอร์ 0.15 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 6,702.00 kgcal/kg ค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547)

ถ่านอัดแท่งจากอัตราส่วนผสมที่ 3 ระหว่างถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนกับถ่านกะลาตาล ที่อัตราส่วนผสม (50:50 เปอร์เซ็นต์) พบว่า มีค่าความชื้น (moisture) 8.60 เปอร์เซ็นต์ เถ้า (ash) 7.50 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย (volatile matter) 0.71 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) 83.19 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณซัลเฟอร์ 0.09 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 6,246.60 kgcal/kg ค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547)

ถ่านอัดแท่งจากอัตราส่วนผสมที่ 4 ระหว่างถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนกับถ่านกะลาตาล ที่อัตราส่วนผสม (60:40 เปอร์เซ็นต์) พบว่า มีค่าความชื้น (moisture) 10.23 เปอร์เซ็นต์ เถ้า

(ash) 9.48 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย (volatile matter) 1.09 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) 81.68 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณซัลเฟอร์ 0.24 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 6,112.10 kgcal/kg ค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชนถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547)

ถ่านอัดแท่งจากอัตราส่วนผสมที่ 5 ระหว่างถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนกับถ่านกะลาตาล (70:30) พบว่า มีค่าความชื้น (moisture) 9.43 เปอร์เซ็นต์ เถ้า (ash) 8.04 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย (volatile matter) 0.85 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) 79.20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณซัลเฟอร์ 0.18 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 5,966.60 kgcal/kg ค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547)

ถ่านอัดแท่งจากอัตราส่วนผสมที่ 6 ระหว่างถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนกับถ่านกะลาตาล (80: 20 เปอร์เซ็นต์) พบว่ามีค่าความชื้น (moisture) 9.09 เปอร์เซ็นต์ เถ้า (ash) 8.13 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย (volatile matter) 0.82 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) 81.96 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณซัลเฟอร์ 0.18 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 5,281.60 kgcal/kg ค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547)

สรุปผลจากการทดสอบและคำนวณเปรียบเทียบสมรรถนะของถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล ที่อัตราส่วนผสมทั้ง 6 อัตราส่วน มีค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547) ซึ่งผลจากการคำนวณเปรียบเทียบสมรรถนะ จะนำมาพิจารณาในการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วย และศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

ตารางที่ 2.3 สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาลในแต่ละอัตราส่วนผสมต่าง ๆ

สมบัติของถ่าน	อัตราส่วนผสมระหว่างถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน : ถ่านกะลาตาล (%)					
	100:0	0:100	50:50	60: 40	70: 30	80: 20
ความชื้น (%)	11.96	8.04	8.60	10.23	9.43	9.09
เถ้า (%)	9.23	5.32	7.50	9.48	8.04	8.13
สารระเหย (%)	1.25	0.46	0.71	1.09	0.85	0.82
คาร์บอนคงตัว (%)	77.56	86.18	83.19	81.96	81.68	79.20
ซัลเฟอร์ (%)	0.28	0.15	0.09	0.24	0.18	0.18
ค่าความร้อน (kgcal/kg)	5,281.60	6,702.00	6,246.60	6,112.10	5,966.60	5,874.70

ที่มา: จันทร์เพ็ญ ชุมแสง และพิทักษ์ อุปัญญ์ (2556)

2.1.5 ผลของสมบัติทางกายภาพของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล ของ จันทร์เพ็ญ ชุมแสง และพิทักษ์ อุปัญญ์ (2556) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา 800 องศาเซลเซียส จะให้ถ่านกะลาตาลที่มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงที่สุด คือ 732.09$\pm$ 5.58 mg/g และผลจากการศึกษาอัตราส่วนสารกระตุ้นต่อวัตถุดิบต่อประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่ให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุด พบว่าอัตราส่วนของถ่านกะลาตาลต่อโซเดียมคลอไรด์ (สารกระตุ้น) ที่อัตราส่วน 1:1 และเผาที่อุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียส เวลาเผา 1 ชั่วโมง จะให้ถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับดี โดยพิจารณาจากค่าการดูดซับไอโอดีน หรือค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดเท่ากับ 759.23$\pm$ 8.45 mg/g จึงได้นำถ่านกัมมันต์จากอัตราส่วนดังกล่าวมาศึกษาลักษณะทางกายภาพได้แก่ พื้นที่ผิว ปริมาตรรูพรุน และขนาดของรูพรุน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์พื้นผิว (BET) และ วัดค่า pH ผลการศึกษาที่ได้แสดงในตารางที่ 2.4 และศึกษาลักษณะโครงสร้างพื้นผิว และรูพรุนของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยการเปรียบเทียบภาพถ่าย 3 ส่วน คือก่อนเผา หลังการเผาวัตถุดิบที่กระตุ้นด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และหลังการเผาที่กระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อตรวจดูลักษณะทางกายภาพของถ่านกัมมันต์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (scanning electron microscope : SEM) ซึ่งลักษณะของพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล ดังแสดงในภาพที่ 2.4 และภาพที่ 2.5

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล พบว่าอัตราส่วนของถ่านกะลาตาลต่อโซเดียมคลอไรด์ (สารกระตุ้น) ที่อัตราส่วน 1:1 และเผาที่อุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียส เวลาเผา 1 ชั่วโมง ส่งผลให้ห้ถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับดีที่สุด เมื่อพิจารณาจากค่าไอโอดีนนัมเบอร์ และนอกจากนั้นส่งผลให้ลักษณะทางกายภาพของถ่านกัมมันต์ ได้แก่ พื้นที่ผิว (BET) มีค่าประมาณ 1,257.00 m^2/g และมีปริมาตรรูพรุนเท่ากับ 0.68 cm^3/g และขนาดของรูพรุนเท่ากับ 15.92 A เมื่อใช้เครื่องวิเคราะห์พื้นผิว (BET) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล กับถ่านกัมมันต์จากวัสดุอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 จะเห็นได้ว่ากะลาตาลมีสมบัติที่สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีเพราะมีปริมาณคาร์บอนสูง แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการกระตุ้นและวัตถุประสงค์ของการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในทางด้านใด ลักษณะทางกายภาพของกะลาตาล และถ่านกัมมันต์ จากกะลาตาลเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จากการศึกษาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลก่อนการเผากระตุ้นอัตราการขยายที่ 600 เท่า และเมื่อผ่านการเผากระตุ้นที่อัตรา 1:1 ส่วนโดยน้ำหนักวัตถุดิบต่อโซเดียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส อัตราการขยาย 600 เท่า และจากการเปรียบเทียบกับค่าไอโอดีนนัมเบอร์ สามารถสรุปดังนี้

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากกะลาตาล และถ่านกัมมันต์ที่ได้จากวัตถุดิบที่ต่างๆ (เอกสารอ้างอิง)

พารามิเตอร์	ถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล						
	กะลาตาล	A1	A2	A3	A4	A5	A6
ไอโอดีนนัมเบอร์ (mg/g)	759.23	711.46	1,505.00	567.00	532.00	1,412.00	992.89
ค่า pH	7.20	7.50	-	9.49	9.19	-	-
พื้นที่ผิว BET (m^2/g)	1,257.00	905.00	2,168.00	387.00	487.00	1,400.00	431.90
ปริมาตรรูพรุน (cm^3/g)	0.68	0.46	0.82	0.21	0.25	-	-
ขนาดของรูพรุนเฉลี่ย(A)	15.92	16.10	-	15.94	15.25	-	23.85

A1 อรัญ ขวัญปาน (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 ลลิดา นิทัศนจารุกุล (2544) ผลิตถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียนและเปลือกมะม่วงหิมพานต์ โดยใช้โซเดียมคลอไรด์ในการกระตุ้น อัตราส่วน 1:0, ที่อุณหภูมิ 800 °C

A5 บุญเรือน สรรเพชร (2543) ผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาลม์ โดยการกระตุ้นด้วยไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 800 °C, 60 นาที

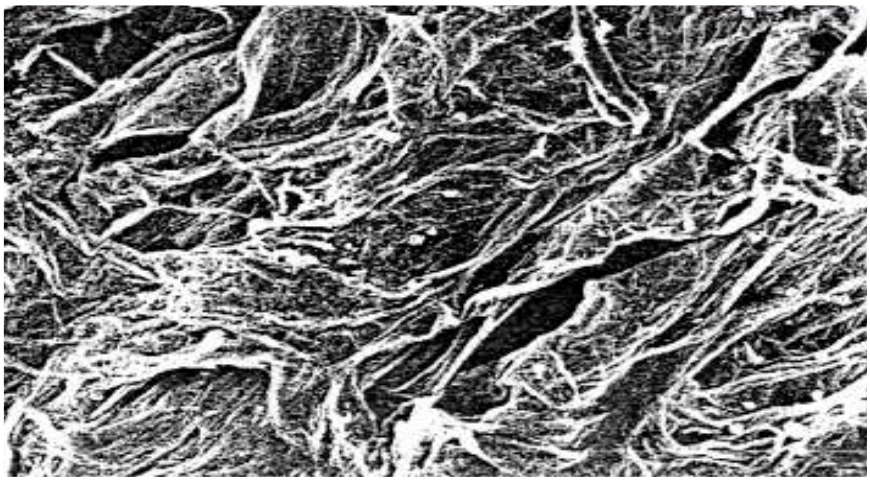
A6 อำไพ ชนะไชย และ จินดารัตน์ พิมพ์สมาน (2549) การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม โดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในการกระตุ้น โดยมีอัตราส่วน KOH/ถ่าน = 4 g/g และเวลาในการเผากระตุ้น 60 นาที ที่อุณหภูมิ 800 °C

ถ่านจากกะลาตาล ที่ถูกสภาวะกระบวนการแปรสภาพจากกะลาตาลให้เป็นถ่านโดยการเผาในเตาดินเหนียว มีลักษณะมีรูพรุนขนาดเล็กจำนวนไม่มาก เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ และจากกระบวนการแปรสภาพจากกะลาตาลให้เป็นถ่าน

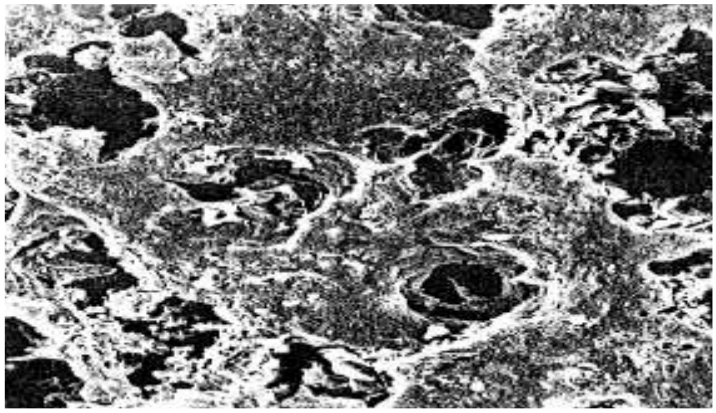
แต่ผลจากการศึกษาของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้ในการเผาถ่านกัมมันต์และต่อประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลาตาล ที่ได้จากการคาร์บอไนเซชั่น มาทำการเผาและกระตุ้นไปพร้อม ๆ กัน พบว่าที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุด เท่ากับ 732.09 mg/g จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าลักษณะที่เห็นที่ผิวมีรูพรุนเกิดขึ้นมากขึ้น ขนาดของรูพรุนค่อนข้างใหญ่ จนเป็นโพรง รูพรุนเกิดขึ้นเฉพาะบางบริเวณ ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวทั้งหมด ส่วนที่เหลือยังไม่มีรูพรุนเกิดขึ้น

และจากผลการศึกษาอัตราส่วนสารกระตุ้นต่อวัตถุดิบ ที่ทำให้ถ่านกัมมันต์ ประสิทธิภาพสูงสุด ในอัตราส่วนโดยน้ำหนักของวัตถุดิบ (ถ่านกะลาตาล) ต่อสารกระตุ้นโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) พบว่าการเผาถ่านกะลาตาลและกระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วน 1:1 ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง ส่งผลให้ถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อพิจารณาจากค่าไอโอดีนนัมเบอร์ 759.23 mg/g จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าลักษณะที่เห็นที่ผิวของถ่านกัมมันต์จะมีลักษณะมีรูพรุนเกิดขึ้นจำนวนมาก ขนาดรูพรุนค่อนข้างใหญ่ จนเป็นโพรงรูพรุนเกิดขึ้นกระจายอย่างสม่ำเสมอ เรียงตัวเป็นระเบียบมีทั้งรูพรุน และโพรงขนาดเล็กและใหญ่

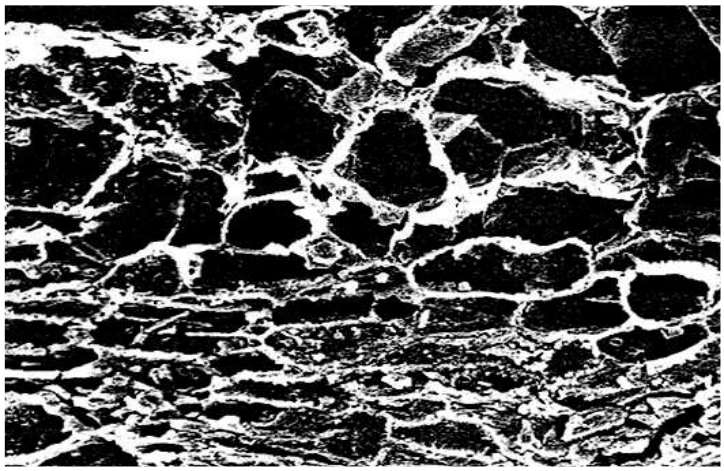
จากภาพที่ 2.6 พบว่าจากกระบวนการแปรสภาพกะลาตาลให้เป็นถ่าน จะได้ถ่านที่มีรูพรุนขนาดเล็ก และมีรูพรุนไม่ทั่วทั้งหมดของพื้นผิว จำนวนรูพรุนน้อยมาก แต่เมื่อเผากระตุ้นที่อุณหภูมิสูงถึง 800 องศาเซลเซียส ได้ถ่านกัมมันต์ ดังภาพที่ 2.7 จะเห็นได้ว่าเกิดรูพรุนมากขึ้น ขนาดรูพรุนมีขนาดค่อนข้างใหญ่ จนเป็นโพรง แต่รูพรุนเกิดขึ้นเฉพาะบางบริเวณ ไม่ทั่วทั้งหมดของพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุด เท่ากับ 732.09 mg/g ซึ่งเป็นค่าการดูดซับที่ค่อนข้างมาก เมื่อทำการเผากระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ในอัตราส่วน 1:1 ที่ 800 องศาเซลเซียส จากภาพที่ 2.8 จะเห็นได้ว่าที่ผิวถ่านกัมมันต์กะลาตาลเกิดรูพรุนเป็นจำนวนมาก และมีขนาดรูพรุนค่อนข้างใหญ่จนเป็นโพรงรูพรุนเกิดขึ้นกระจายอย่างสม่ำเสมอ เรียงตัวเป็นระเบียบ มีทั้งรูพรุนและโพรงขนาดเล็กและใหญ่ สอดคล้องกับค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดของถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล เท่ากับ 759.23 mg/g ในขณะที่ลักษณะทางกายภาพของถ่านกะลาตาล และถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างและพื้นผิวถ่านกะลาตาลก่อนการเผากระตุ้น เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 600 เท่า



ภาพที่ 2.7 โครงสร้างและพื้นผิวถ่านกัมมันต์กะลาตาลที่เผากระตุ้นอัตราส่วน 1:0 ที่ 800 องศาเซลเซียส เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 600 เท่า



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างและพื้นผิวถ่านกัมมันต์กะลาตาล ที่เผากระตุ้นอัตราส่วน 1:1 ที่ 800 องศาเซลเซียส เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 600 เท่า

2.1.6 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มทุนและผลสัมฤทธิ์เชิงประจักษ์ (จันทร์เพ็ญ และ พิทักษ์, 2556)

จากโครงการ การถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการจัดการองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการชุมชน ที่ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยโครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรมจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2556 พบว่าเมื่อวิเคราะห์ความคุ้มทุนและผลสัมฤทธิ์ พบว่าการผลิตถ่านอัดแท่ง จำเป็นที่ต้องมีการลงทุนทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ในการผลิตถ่านอัดแท่ง ที่ประกอบด้วยเตาเผาถ่าน เครื่องบดถ่าน และเครื่องอัดถ่าน ซึ่งเป็นต้นทุนการผลิตต่อหน่วย ประมาณ 70,000 บาท ดังตารางที่ 2.5 และมีต้นทุนผันแปร ของการ

ผลิตถ่านอัดแท่ง เมื่อนำมาคำนวณหาต้นทุนต่อหน่วย โดยกำหนดกำลังอัตราการผลิต วันละ 400 กิโลกรัม/วัน ระยะเวลาทำงาน 8 ชั่งโมง/วัน เมื่อกำหนดให้ใน 1 ปี ทำงาน 260 วัน (ไม่นับวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์) จะสามารถคำนวณต้นทุนโดยรวมได้ดังนี้ ซึ่งต้นทุนของวัตถุดิบเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล มีราคาต้นทุนต่อหน่วยที่เท่ากัน และผลจากการทดลองนี้ใช้อัตราแป้งมันคงที่ คือ อัตราส่วนถ่าน 10 กิโลกรัมใช้แป้งมัน 1 กิโลกรัม และน้ำอยู่ประมาณ 0.5-0.8 ลิตร ตามความเหมาะสมกับความชื้นของถ่าน ดังนั้นจึงสามารถคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละอัตราส่วนผสมคงที่ได้ประมาณ 4.93 บาท/กิโลกรัม (ตารางที่ 2.5 และ 2.6) ซึ่งคำนวณมาจาก

- ราคาต้นทุนวัตถุดิบถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนและกะลาตาล 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 ดังนั้นจะเสียค่าไฟฟ้าในการผลิตวันละประมาณ 104.44 บาท หรือชั่วโมงละ 13.055 บาท
- ค่าแรงงานคนวันละ 200 บาท ใช้แรงงาน 3 คนต่อวัน เท่ากับ 600 บาทต่อวัน

ตารางที่ 2.5 แสดงรายการราคาต้นทุนคงที่ของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนและกะลาตาล

รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ถ่านอัดแท่ง	**ราคา (บาท)**
1. เครื่องบด จำนวน 1 เครื่อง	25,000.00
2. เครื่องอัดแบบเกลียวตัวหนอนจำนวน 1 เครื่อง	35,000.00
3. เตาเผาถัง 200 ลิตร มีฝาปิด จำนวน 15 ใบ/ปี	7,500.00
ราคาต้นทุนรวม	67,500.00

ตารางที่ 2.6 แสดงรายการราคาต้นทุนผันแปร ของการผลิตถ่านอัดแท่ง

รายการวัสดุและแรงงาน	**ราคา (บาท)**	**ต้นทุนรวม (บาท) (400kg/วัน)**
1. เปลือกและขั้วตาลอ่อน กิโลกรัมละ(รวมค่า	3.00	600.00
ขนส่ง)	3.00	600.00
2. กะลาตาล กิโลกรัมละ (รวมค่าขนส่ง)	10.00	40.00
3. แป้งมัน กิโลกรัมละ	5.00	25.00
4. ค่าน้ำ หน่วยละ	3.50	104.44
5. ค่าไฟฟ้า หน่วยละ	200.00	600.00
6. ค่าแรงวันละ		
ราคาต้นทุนรวม (400kg/วัน)		1969.44

ดังนั้นจึงสามารถคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละอัตราส่วนผสมคงที่ได้ประมาณ 4.93 บาท/กิโลกรัม หรือต้นทุนรวมในการผลิตต่อวันละ 1,969.44 บาท/ปริมาณถ่านอัดแท่ง 400 กิโลกรัม นั้นย่อมหมายถึงระยะเวลาการคืนทุนของต้นทุนคงที่ของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งที่ระยะเวลาเกือบ 2 ปี และจะต้องผลิตขายทุกวันละ 400 กิโลกรัม ซึ่งเมื่อประเมินจากสถานการณ์การใช้ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนดสามารถเพิ่มมูลค่าจากวัสดุที่เหลือทิ้งในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้านพลังงานและมีความยั่งยืนในการจัดการสิ่งแวดล้อม และถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพให้ความร้อนสูง แต่ด้วยอัตราการบริโภคในการนำถ่านอัดแท่งไปใช้ในชีวิตประจำวัน ค่อนข้างมีความผันแปรตามปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของผู้บริโภค และสถานการณ์วัตถุดิบที่มีต่ออัตราการผลิตอาจไม่เพียงพอหน่วยการผลิต แต่จากสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของถ่านดูดอัดแท่ง เมื่อนำไปพัฒนาเป็นถ่านดูดกลิ่นมีความเป็นไปได้สูง การทำหน้าที่เป็นถ่านดูดกลิ่นอับ กลิ่นอาหาร กลิ่นอับในรถยนต์ ตู้เสื้อผ้า และห้องนอน ได้ทดลองและพัฒนาสูตรถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 และจำหน่าย ในเบื้องต้นในงาน Thailand Research Expo 2014 (ภาพ 2.9) และในงาน “เพลินพลังงาน งานวิจัยขายได้” ณ ตลาดคลองผดุงกรุงเกษม ระหว่างวันที่ 5 – 27 มีนาคม 2559 และถูกคัดเลือกเป็นสินค้าชุมชนวางจำหน่ายใน Farmer Shop และมียอดสั่งจองไปจำหน่ายในหลายๆ แห่ง มีรายได้จากการจำหน่ายถ่านดูดกลิ่น ตกเดือนละ 6,000-8,000 บาท

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าตาลโตนดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญประจำท้องถิ่น ในหลายจังหวัด เช่น สงขลา เพชรบุรี สุพรรณบุรี พิษณุโลก และสุโขทัย และผลจากการศึกษาวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมของประชาชนในการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือทิ้งของตาลโตนดเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกในเขตอำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย เป็นการศึกษาวิจัยนำเอาส่วนที่เหลือทิ้งจากการประกอบอาชีพขายลอนตาลอ่อน ที่จะมี ขั้วตาล ก้านตาล และเปลือกตาลอ่อน และส่วนของกะลาตาลที่เหลือทิ้งจากการยี/สกัด

เนื้อตาลจากผลตาลสุก ซึ่งเป็นการนำส่วนประกอบเหลือทิ้งของตาลโตนดทุกส่วนมาสร้างมูลค่าเพิ่มในด้านพลังงาน เพื่อลดปัญหาและผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ซึ่งผลการสำรวจข้อมูลพบว่าส่วนเหลือทิ้งจากการเจาะลอนตาลอ่อน จะมีเปลือก, ก้าน และขั้วตาลอ่อน เหลือทิ้งถึงร้อยละ 90 ต่อ 1 ทะลายตาล (1 ทะลายตาลจะมีผลตาลอ่อน 1-20 ผล) กะลาตาลเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากการเฉาะจาวตาลร้อยละ 60 ต่อ 1 เมล็ด

ภาพที่ 2.9 นิทรรศการวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนดกับการสร้างรายได้สู่ชุมชน ในงาน Thailand Research Expo 2014

ด้วยข้อจำกัดของข้อมูลทางด้านการวิจัยและพัฒนาวัสดุดังกล่าวมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง แต่เมื่อพิจารณาและเปรียบเทียบบนพื้นฐานองค์ประกอบของเปลือก, ก้าน และขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล กับวัสดุอื่น ๆ เช่น ชานอ้อย, กะลามะพร้าวกะลาปาล์ม, เปลือกผลไม้, ซังฟางข้าว, เหง้ามันสำปะหลังและแกลบ ที่มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาเป็นถ่านอัดแท่งแล้ว จะเห็นได้ว่าเปลือกตาล, ก้านตาล และขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล มีศักยภาพสูงทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของการเป็นถ่านอัดแท่ง ซึ่งโครงการวิจัยดังกล่าวนี้เริ่มต้นจากกิจกรรมการสนทนาเชิงสร้างสรรค์ของประชาชนในชุมชนและนักวิจัย ที่จะนำวัสดุเหลือทิ้งของตาลโตนด คือ ก้าน เปลือก และขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากการประกอบอาชีพในท้องถิ่น มาสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่งเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกสร้างรายได้ให้กับระดับครอบครัวและระดับชุมชน การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้เน้นการผสมผสานองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และการมีส่วนร่วมของภาคส่วนชุมชนในท้องถิ่น วัด สถาบันการศึกษา

และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยการน้อมนำแนวพระราชดำริโครงการถ่านอัดแท่ง มาขยายผลให้สอดคล้องกับภูมิสังคมไทยที่เป็นรูปธรรม ซึ่งผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของเปลือกและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาลตามวิธีมาตรฐาน ASTM(American Society for Testing and Material) พบว่ากะลาตาล ประกอบไปด้วย เถ้า ความชื้นสารระเหยและคาร์บอนคงตัวและค่าความร้อนมีสมบัติทางกายภาพโดยเฉพาะค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกับกะลามะพร้าว กะลาปาล์มน้ำมัน ทำให้สามารถประเมินได้เบื้องต้นว่าผลได้ (yield) ของเปลือกและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาลสามารถเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านอัดแท่งได้ และผลจากการศึกษาสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจากถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล ที่ได้จากการกำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน กับถ่านกะลาตาลจำนวน 6 อัตราส่วนผสม (100:0, 0:100, 50:50, 60:4070:30, 80:20 เปอร์เซ็นต์)โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน สัดส่วนการผสมแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำหนักวัตถุดิบ 1:10 โดยกำหนดใช้ความเร็วรอบเครื่องรีดประมาณ 140 รอบต่อนาที พบว่าถ่านอัดแท่งทั้ง 6 อัตราส่วนมีความร้อนอยู่ระหว่าง 5,281.60ถึง 6,702.00kgcal/kgซึ่งเป็นค่าความร้อนที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่าทุกอัตราส่วนมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 4.93 บาท/กิโลกรัมที่กำลังการผลิต 400 กิโลกรัม/วันจะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 1.3 ปี ซึ่งผลการศึกษาวิจัยสามารถนำไปส่งเสริมให้ชุมชนที่มีวัสดุที่เหลือทิ้งจากตาลโตนด มาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าได้โดยการใช้ถ่านเปลือกและขั้วตาลอ่อนเป็นส่วนผสมหลักและใช้ถ่านกะลาตาลเป็นส่วนผสม

2.2 ตาลโตนด

2.2.1 ตาลโตนด

ตาลโตนด เป็นพืชตระกูลปาล์มพัดชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer inn.* มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Palmyra Palm หรือ Lontar หรือ Fan Palm ในประเทศไทยมีชื่อหลายชื่อ ในภาคกลางเรียกว่า “ต้นตาลโตนด” หรือเรียกว่า “ต้นตาล” ในภาคใต้เรียกว่า “ตาลโตนด” หรือ “ต้นโหนด” ชาวจังหวัดยะลาหรือปัตตานีเรียกว่า “ปอเก๊าะตา” ลักษณะพฤกษศาสตร์ของต้นเพศผู้และเพศเมียของตาลโตนดเป็นไม้ยืนต้น ลำต้นเดี่ยว สีน้ำตาลไหม้ถึงดำ มีกาบใบปกคลุมโดยเวียนรอบลำต้น ใบเป็นใบประกอบแบบนิ้วมือ คล้ายรูปพัด ใบย่อยแตกออกเป็นแนวรัศมีจากส่วนของ rachis-like ซึ่งมีลักษณะเป็นติ่งรูปสามเหลี่ยม ก้านใบสีเหลือง ขอบสีม่วงดำ ลักษณะหยักเป็นซี่ไม่สม่ำเสมอ ส่วนดอกตาลโตนดมีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกกันคนละต้น ตาลโตนดสามารถสืบพันธุ์จากเมล็ดอย่างเดียวทำได้โดยนำเมล็ดแก่ที่ตกอยู่บริเวณตามโคนต้นมาฝังดินลึกประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากนั้น 2-3 เดือน ก็จะเริ่มงอกในระยะปีแรกๆ การเจริญเติบโตของตาลโตนดจะเป็นไปอย่าง

ช้าๆ โดยเฉลี่ยแล้วปีหนึ่งๆ จะมีใบใหม่เพิ่มขึ้นเพียง 1 ใบเท่านั้น เมื่อตาลโตนดอายุ 5-6 ปี ลำต้นจะสูง 1 เมตร หลังจากระยะนี้จะเป็นลำต้นยืดตัวสูงขึ้นปีละ 1 เมตร หลังจากระยะนี้แล้วจะเป็นลำต้นยืดตัวจะสูงขึ้นปีละ 30 เซนติเมตร ดังนั้นตาลโตนดเมื่อมีอายุ 10-15 ปี จะมีความสูงเพียง 4-5 เมตร ถือว่าเป็นระยะเริ่มให้ดอก นักวิจัยเชื่อว่าตาลโตนดให้ผลครั้งแรกอายุ 15-20 ปี แต่ชาวบ้านเชื่อว่าตาลโตนดจะให้ผลครั้งแรก เมื่ออายุ 15 ปี บางที่ลดลงมาเหลือ 12 ปี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งการงอกเยื่อหุ้มเมล็ดหรือหน่อ (opocolon) จะเจริญข้างล่างขณะที่ใบแรกของผลจะงอกออกมา จากนั้นส่วนที่สะสมอาหารภายในเมล็ดก็จะถูกย่อยกลายเป็นคาร์โบไฮเดรตอย่างง่าย โดยส่วนที่สะสมอาหารของใบเลี้ยงและคาร์โบไฮเดรตก็จะถูกนำไปสร้าง plunule และรากแขนงให้เจริญเติบโตขึ้น

2.2.2 ปริมาณต้นตาลโตนดในจังหวัดต่างๆ และเปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบผลตาลสุก

จากการสำรวจของ พิทักษ์ อุปัญญ์ (2553) พบว่าผลการสำรวจ จำนวนและอัตราส่วนเพศของตาลโตนดในพื้นที่ 3 อำเภอ ของจังหวัดสุโขทัย คือ ในเขตอำเภอคีรีมาศ อำเภอเมือง และอำเภอศรีสำโรง ของจังหวัดสุโขทัย โดยมีขนาดแปลงสำรวจ 1 กิโลเมตร X 1 กิโลเมตร โดยใช้ลักษณะช่อดอกในการจำแนกเพศ คำนวณจากอัตราส่วนเพศของตาลโตนด แล้วทดสอบอัตราส่วนเพศ (1:1) โดยใช้ไคสแควร์ ตาลโตนดมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเป็น 1:1 โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2.7) สอดคล้องกับ Jong and Klinkhamer (2002) คาดว่าปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของเมล็ดตาลไปเป็นต้นเพศผู้ หรือ เพศเมีย พืชที่เจริญเติบโตในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง ธาตุอาหารต่ำ ปริมาณน้ำน้อย มีโอกาสจะเกิดการตายสูง ผลการสำรวจพบว่าเป็นตาลเพศผู้ร้อยละ 73 ส่วนพื้นที่ที่มีความหนาแน่นน้อย มีธาตุอาหารและปริมาณน้ำเพียงพอ พืชสามารถอยู่รอดได้และเจริญได้ดี จะเป็นเพศเมียร้อยละ 75 จากการสำรวจพื้นที่ทั้ง 3 อำเภอ ซึ่งมีสภาพพื้นที่คล้ายคลึงกัน พบอัตราส่วนเพศของตาลโตนดเป็น 1:1 ในทุกแปลงสำรวจ และผลจากการสำรวจ พบว่ารูปแบบการกระจายตัวของต้นตาลโตนดเพศผู้ เพศเมีย และไม่ทราบเพศ ขึ้นปะปนกันเป็นกลุ่มตามแนวคันนา มีรูปแบบการกระจายตัวเป็นแบบรวมกลุ่ม อาจเกิดจากอิทธิพลของประชากรในชุมชนที่นิยมปลูกตาลโตนดไว้ตามแนวคันนาเพื่อใช้แบ่งเขตแดนและร่มเงา ทำให้ต้นตาลโตนดมีการขยายพันธุ์และเจริญเติบโตตามแนวคันนาเป็นส่วนใหญ่ หรืออาจเกิดจากสาเหตุที่ต้นตาลโตนดมีการผสมพันธุ์แบบข้ามต้น (cross pollination) จึงมีต้นตาลโตนดเพศผู้และเพศเมียอยู่รวมในพื้นที่เดียวกัน เช่นเดียวกับการกระจายตัวของต้น Siparuna Grandiflora

ตารางที่ 2.7 อัตราส่วนเพศตาลโตนด เขตอำเภอคีรีมาศ อำเภอเมือง และอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

ตาลโตนด	เพศผู้	เพศเมีย	ไม่ทราบเพศ	อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย	ไคสแควร์
อำเภอคีรีมาศ					
-วัดลาย	2,500	3,500	3,000	1:0.50	1.20 ns
-บ้านทุ่งหลวง	1,000	2,800	1,300	1: 0.35	1.37 ns
-บ้านตะพังมะพลับ	1,600	3,000	500	1:0.53	0.59 ns
-บ้านโตนด	500	1,000	300	1:0.50	0.45 ns
อำเภอเมือง (อุทยานฯ)	1,200	2,300	1,700	1:0.52	1.53 ns
อำเภอศรีสำโรง	1,960	1,400	650	1 : 0.85	0.34 ns

Ns คือ nan significant, P>0.05

ที่มา: พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ อุปัญญ์ (2553)

นอกจากผลการสำรวจ พบว่าจำนวนประชากรที่กระจายตัวของต้นตาลโตนดเพศผู้เพศเมียและไม่ทราบเพศ มีมากที่สุดในเขตอำเภอคีรีมาศ รองลงมาอำเภอเมือง และ อำเภอศรีสำโรง ตามลำดับ และได้กล่าวไว้ว่าต้นตาลโตนดที่พบมากภายในจังหวัดสุโขทัยมีความเกี่ยวพันกับวิถีชีวิตและวัฒนธรรมมาช้านาน ดังเห็นได้จากผลการสำรวจ ในเขตอำเภอคีรีมาศ มีต้นตาลมากที่สุดในบริเวณสวนป่าของวัดลายที่มีจำนวนต้นตาลโตนดเพศเมีย ประมาณ 3,500 ต้น และมีอายุมากกว่า 150 ปี และผลการสำรวจต้นตาลโตนดในเขตอำเภอเมือง สะท้อนให้เห็นว่าต้นตาลโตนดเป็นต้นไม้ประวัติศาสตร์ที่มีความเกี่ยวพันกับวิถีชีวิตคนไทย ดังปรากฏในประวัติศาสตร์ของชาติไทยมาแต่โบราณกาล จากผลสำรวจพบดงตาลโตนดในเขตอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัยมีต้นตาลโตนดเพศเมีย ประมาณ 2,300 ต้น ได้ก่อให้เกิดรายได้แก่คนในชุมชน นอกจากจะพบว่าต้นตาลโตนดในจังหวัดสุโขทัย ในอดีตปลูกไว้เพื่อกิจกรรมทางศาสนาแล้ว ยังเป็นการปลูกตามไร่นาของเกษตรกร และในปัจจุบันหลายอำเภอของจังหวัดสุโขทัย ได้มีการรณรงค์ปลูกตาลโตนดในพื้นที่ว่างเปล่าจำนวนมาก นอกจากนั้น เกษศิรินทร์ รัทจร (2551) ได้กล่าวไว้ว่าตาลโตนดเป็นไม้ยืนต้นในตระกูลปาล์ม (family palmae) ซึ่งเป็นพืชแยกเพศ (dioecious plant) มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกกันคนละต้น ตาลโตนดเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดสงขลาในปี พ.ศ. 2547 จังหวัดสงขลา มีเนื้อที่ปลูกตาลโตนด 118,500 ไร่ ปลูกมากในอำเภอ สทิงพระ สิงหนคร ระโนด และกระแสสินธุ์

ในขณะที่ผลการสำรวจ จำนวนต้นตาลที่ปลูกในจังหวัดเพชรบุรี ของเกษตรจังหวัดเพชรบุรี ในปี 2550 พบว่ามีจำนวนต้นตาลในอำเภอต่างๆ จำนวน 300,355 ต้น (ตารางที่ 2.8) และจังหวัดมีแผนปลูกต้นตาลโตนดในพื้นที่ทุกอำเภอ เพื่อการอนุรักษ์พืชเศรษฐกิจของเพชรอีก จำนวน 468,921 ต้น ภายในปี 2552 (ที่มา http://www.phetchaburi.doae.go.th/pb2013/tan_phet/menu_tan.htm)

ตารางที่ 2.8 จำนวนต้นตาลโตนดเมืองเพชรบุรี จากการสำรวจของเกษตรจังหวัด ปี 2550

อำเภอ	ต้นตาลเพศเมีย	ต้นตาลเพศผู้	แยกเพศไม่ได้	รวม
เมืองเพชรบุรี	47286	32540	39973	119799
บ้านลาด	56160	9858	7840	73858
ท่ายาง	15660	9858	7840	33358
เขาย้อย	12534	10285	19160	41979
ชะอำ	12789	8512	4710	26011
หนองหญ้าปล้อง	310	205	227	742
บ้านแหลม	30	28	4000	4058
แก่งกระจาน	145	55	350	550
รวม	144914	71341	84100	300355

ที่มา: http://www.phetchaburi.doae.go.th/pb2013/tan_phet/menu_tan.htm

2.2.3 เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบผลตาลสุก (พิทักษ์ อุปัญญ์, 2553)

ผลจากการศึกษา โดยการแยกส่วนประกอบของผลตาลสุกตามขนาดของผลตาลที่มีน้ำหนักของผลตาลต่างกัน ระหว่าง 500–3,000 กรัม (ตารางที่ 2.9) พบว่าหลังจากการปอกเปลือกสีดำของผลตาลสุกออกจะพบส่วนของเส้นใยลูกตาลและเนื้อตาลที่มีลักษณะเป็นเนื้อสีเหลืองอมส้มห่อหุ้มเมล็ดไว้ 3-4 เมล็ด ตรงกลางระหว่างเมล็ดจะมีแกนกลางเป็นเส้นใยรวมกันเป็นกลุ่ม ชาวบ้านเรียกว่า “ดีตาล” เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างขั้วกับผล ดีตาลมีรสขมมาก จะต้องกำจัดออกก่อนใช้หรือก่อนการยีเนื้อตาลและขนาดของผลตาลที่มีน้ำหนักทั้งหมดต่างกันมีผลทำให้ส่วนประกอบต่างๆ ของผลตาล ได้แก่ ขั้วผล เปลือก เมล็ด เส้นใยลูกตาล และเนื้อตาล มีร้อยละของส่วนประกอบต่างกัน ดังนี้ ผลตาลสุกจะน้ำหนักตาลทั้งผลประมาณ 1,000–3,000 กรัม จะส่งผลทำให้ร้อยละของเส้นใยลูกตาลและเนื้อตาลมีมากกว่าผลตาลที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1,000 กรัม แต่ผลตาลที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1,000 กรัม กลับส่งผลทำให้มีร้อยละของเมล็ด เปลือก และขั้วผล ที่มากกว่าผลตาลที่มีน้ำตาลมากกว่า 1,000–3,000 กรัม โดยส่วนประกอบร้อยละของผลตาลสุกเมื่อแยกตามขนาดประกอบไปด้วย เปลือกตาลที่มีสีน้ำตาลจนถึงดำมีร้อยละ 4.6-6.8 (2.10b)

ขั้วตาลร้อยละ 3.0-8.5 (2.10c) และเส้นใยลูกตาลร้อยละ 23.5–37.5 (2.10d) เนื้อตาลร้อยละ 31.5–34.3 (2.10e) และเมล็ดตาลร้อยละ 29.8- 35.8 (2.10f)

ตารางที่ 2.9 ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาด

น้ำหนักตาลทั้งผล	ส่วนประกอบร้อยละ				
(กรัม)	ขั้วผล	เปลือก	เมล็ด	กากเส้นใย	เนื้อตาล
ต่ำกว่า 1,000	7.6	6.4	40.5	16.1	29.8
1,000 – 1,500	6.7	5.8	39.1	18.4	30.0
มากกว่า 3,000	4.6	5.1	39.8	19.3	31.2

ที่มา: พิทักษ์ อุปัญญ์ (2553)

ภาพที่ 2.10 ส่วนประกอบของผลตาลสุก

(a) ผลตาลสุก (b) เปลือกตาล (c) ขั้วตาล (d) เส้นใยลูกตาล

(e) เนื้อตาล (f) และเมล็ดตาล

ที่มา: พิทักษ์ อุปัญญ์ (2553)

ตาลโตนดนอกจากเป็นพืชเศรษฐกิจของท้องถิ่นในหลายจังหวัด เช่น สงขลา เพชรบุรี สุพรรณบุรี พิษณุโลก และสุโขทัย ยังเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของคนไทยเป็นอย่างมาก เพราะคนไทยรู้จักและคุ้นเคยกับตาลโตนดมาแต่ครั้งบรรพกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ประโยชน์ในการประกอบอาหารทั้งเครื่องดื่ม อาหารหวาน อาหารคาว และเครื่องปรุงรส อีกทั้งการใช้ประโยชน์จากไม้ของต้นตาลเป็นเฟอร์นิเจอร์ตกแต่งบ้านเรือน จากการประกอบอาชีพขายลอนตาลอ่อน จะมีผลทำให้ส่วนที่เหลือทิ้งได้แก่ ขั้วตาล ก้านตาล และเปลือกตาลอ่อนเหลือทิ้งถึงร้อยละ 90 ต่อ 1 ทะลายตาล (1 ทะลายตาลจะมีผลตาลอ่อน 1-20 ผล) และจากการยี/สกัดเนื้อตาล และการเฉาะจาวตาล จากผลตาลสุกจะส่งผลทำให้มีส่วนที่เหลือทิ้ง คือ กะลาตาล ร้อยละ 60 ต่อ 1 เมล็ด (Chumsang C., and Upan, P., 2014) และส่วนของกะลาตาลที่เหลือทิ้งจากการยี/สกัดเนื้อตาลซึ่งวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค และที่อยู่อาศัยของพาหะนำโรคได้ และวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าว มีศักยภาพสูงต่อการพัฒนามาใช้ให้เกิดความพอเพียงความสมดุลทั้งมิติเศรษฐกิจสังคมวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ประชาชนในท้องถิ่นสามารถพึ่งตนเองได้ในด้านพลังงานทดแทน และสร้างรายได้เพิ่มจากวัสดุที่เหลือทิ้งจากผลตาลโตนด

2.3 ถ่านไม้

ถ่านไม้ คือ การนำไม้มาผ่านกระบวนการให้ความร้อน โดยอาศัยความร้อนจากเปลวไฟ ในสภาวะที่ปราศจากก๊าซออกซิเจนที่เป็นตัวทำให้เกิดการเผาไหม้ การลุกติดไฟ ไม้จะได้รับความร้อนจนความชื้นสาระสำคัญต่างๆ เช่น เซลลูโลส สารเฉพาะตัวต่างๆ เกิดการระเหยและสลายตัวออกไปจากเนื้อไม้ ซึ่งจะเหลือส่วนที่เป็นคาร์บอน ไม้จึงเปลี่ยนเป็นสีดำ ซึ่งเก็บไว้ใช้งานได้นาน ไม่มีปัญหาจากปลวกและมอดมากินไม้ เนื่องจากสารอาหารของปลวกและมอดถูกสลายไปสามารถใช้งานเป็นเชื้อเพลิงในด้านต่างๆ รวมทั้งมีคุณสมบัติพิเศษในการใช้งานอื่นๆ ได้อย่างหลากหลายเมื่อมีการเผาด้วยอุณหภูมิสูง ถ่านที่ดีจะมีลักษณะภายนอกจะมีความแข็งแกร่งและหนัก หักแล้วมีความมันวาว เคาะกันแล้วมีเสียงดังกังวาน เมื่อใช้งานจะไม่มีควัน (พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ, 2544) ไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ไม้แห้งทุกชนิดและทุกขนาดอาจใช้เป็นเชื้อเพลิงหรือฟืนได้ทั้งสิ้น สำหรับขี้เลื่อยที่มีขนาดเล็ก อาจอัดให้เป็นก้อนเสียก่อน เพื่อความสะดวกในการหยิบฉวย ฟืนมีข้อเสีย คือ เมื่อติดไฟแล้วมีควันและให้ความร้อนต่ำ การปรับปรุงเตาฟืน เพื่อให้การเผาไหม้ดีขึ้นจะช่วยให้การใช้ฟืนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อนึ่งเพื่อความสมบูรณ์ของการเผาไหม้ อุตสาหกรรมที่ใช้เศษไม้เป็นเชื้อเพลิง ต้องทำให้เศษไม้เป็นผงแบบขี้เลื่อย หรือละเอียดว่านั้นก่อน แล้วจึงพ่นไปสู่เตาที่ออกแบบสร้างไว้อย่างเหมาะสม

2.3.1 การผลิตถ่านไม้

การผลิตถ่านไม้เป็นภูมิปัญญาคนโบราณ ในการเปลี่ยนให้ไม้กลายเป็นถ่าน เพื่อเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้งานได้สะดวก และยังให้ค่าความร้อนสูง ทั้งยังช่วยลดการปล่อยมลพิษให้น้อยลงกว่าเศษไม้โดยตรงด้วย

การเลือกและเตรียมไม้ในการเผาถ่าน โดยปกติไม้ที่มีการส่งเสริมให้เผาเป็นถ่านเพื่อ ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อพลังงานเชื้อเพลิงจะเป็นไม้ที่มีการตัดแต่งกิ่ง เศษไม้กิ่งไม้ต่างๆ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถเลือกได้ อีกลักษณะหนึ่งคือการเผาถ่านเชิงพาณิชย์ จะเป็นการเผาถ่านจากไม้ที่มีการปลูกเอง เพื่อใช้ในการเผาถ่านโดยเฉพาะ ซึ่งปัจจุบัน มีทั้งไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งเป็นไม้เศรษฐกิจที่โตเร็ว ไม้ไผ่ ไม้มะขาม ไม้สะเดา ไม้โกงกาง ไม้จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ (พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ, 2549 : 23-27) คือ

ไม้ใยสั้น เป็นไม้ที่มีเส้นใยไม่ต่อกันยาว เมื่อเผาเป็นถ่านจะจุดติดไฟยากกว่าไม้ใยยาว แต่จะสามารถเผาไหม้ได้ยาวนานกว่า จะนิยมใช้ในการปิ้งย่างทั่วไป ที่ต้องการใช้ไฟในการปิ้งย่างนาน

ไม้ใยยาว เป็นไม้ที่มีเส้นใยต่อกันยาว เมื่อเผาเป็นถ่านก็จะสามารถจุดติดไฟได้อย่างรวดเร็ว แต่ระยะเวลาการเผาไหม้จะเร็วกว่าถ่านที่มากจากไม้ที่เส้นใยสั้นไม่ต่อกัน นิยมใช้ในงานที่การจะนำ ไม้ต่างๆ เหล่านี้มาทำการเผาถ่านได้ต้องมีการ นำมาตากแดด เพื่อไล่ความชื้นที่อยู่ในเนื้อไม้ออก เพื่อเป็นการประหยัดไม้ฟืนที่ใช้จุดเตา เพราะระยะเวลาในการเผาถ่านจะนานขึ้นเมื่อไม้สดอยู่โดยปกติจะนำ ไม้ผึ่งแดดอยู่ที่ประมาณ 3 อาทิตย์ ถ้าเกิน 3 อาทิตย์จะมีปัญหาเรื่องมอดปลวก เมื่อครบ 3 อาทิตย์ความชื้นของไม้ที่ประมาณร้อยละ 30 หรือเรียกว่าไม้หมาด จากนั้นจึงทำการตัด ตามขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของเตา

2.3.2 ชนิดของถ่านกัมมันต์ แบ่งตามเกณฑ์ต่าง ๆ คือ

(1) แบ่งตามชนิดของตัวกระตุ้น

- การกระตุ้น ทางเคมี (chemical activated carbon) เป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการใช้สารเคมีทำปฏิกิริยาเคมีกับผิวคาร์บอน มักเป็นพวกที่มีรูพรุนขนาดใหญ่
- การกระตุ้น ทางฟิสิกส์ (physical activated carbon) เป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการใช้แก๊สเข้ามาเกี่ยวข้อง คือ แก๊สออกซิไดซ์ มักเป็นพวกที่มีรูพรุนขนาดเล็ก

(2) แบ่งตามขนาดรูพรุนของผิวคาร์บอน

- รูพรุนขนาดเล็ก (microspores) คือถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนไม่เกิน 15 นาโนเมตร มักใช้ในการดูดซับแก๊สหรือไอระเหย
- รูพรุนขนาดกลาง (transitional or mesopores) คือถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนประมาณ 15-100 นาโนเมตร มักใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
- รูพรุนขนาดใหญ่ (macropores) คือถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีรูพรุนใหญ่กว่า 100 นาโนเมตร มักใช้ในการฟอกสีหรือผลิตยา

(3) แบ่งตามความหนาแน่นของถ่านกัมมันต์

- ความหนาแน่นต่ำ (น้อยกว่า 0.35 กรัม/มิลลิลิตร) ถ่านกัมมันต์ประเภทนี้มักใช้ในสภาวะที่เป็นสารละลาย เช่น การฟอกสีน้ำ ตาลดิบ หรือการทำให้บริสุทธิ์ เป็นต้น

- ความหนาแน่นสูง (มากกว่า 0.45 กรัม/มิลลิลิตร) ถ่านกัมมันต์ประเภทนี้มักใช้ดูดแก๊สพิษ หรือไอระเหยให้อัตราการดูดซับที่สูง

(4) แบ่งตามรูปร่างลักษณะ

- ถ่านกัมมันต์แบบผง (Powder Activated Carbon, PAC) เป็นถ่านกัมมันต์ที่ถูกนำมาบดจนสามารถผ่านตะแกรงร่อนขนาด 60 เมชไม่น้อยกว่าร้อยละ 99 โดยน้ำหนักมีลักษณะเป็นผง โดยทั่วไปจะมีขนาด 0.15 –0.25 มิลลิเมตรเมตรนิยมใช้ในการดูดซับสารในสภาวะของเหลว เช่น การฟอกสีและดูดกลิ่นในของเหลว

- ถ่านกัมมันต์แบบเกล็ดหรือเม็ด (Granular Activated Carbon, GAC) เป็นถ่านกัมมันต์ที่ทำจากวัตถุดิบที่เป็นเม็ด หรือเป็นถ่านกัมมันต์แบบผงแล้วมาเติมตัวประสานทำให้เป็นเม็ดสามารถผ่านตะแกรงร่อนขนาด 20 เมชได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 และสามารถผ่านตะแกรงร่อนขนาด 40 เมชได้ไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนักถ่านกัมมันต์แบบเกล็ดที่ใช้งานมานานจนประสิทธิภาพลดลงแล้วสามารถนำไปทำการฟื้นฟูสภาพ เพื่อทำให้มีอำนาจการดูดซับที่ผิวมากขึ้น และนำกลับมาใช้งานใหม่ได้อีก ถ่านกัมมันต์แบบเกล็ดนิยมใช้ในการดูดซับก๊าซและไอระเหยโดย แบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบ Pellett activated carbon มีรูปร่างขึ้นอยู่กับการอัดผ่านเครื่องอัดใช้สำหรับทำแก๊สให้บริสุทธิ์ หรือการทำให้ตัวทำละลายที่ใช้แล้วบริสุทธิ์และใช้ทำหน้ากากป้องกันแก๊สและ ไอพิษต่างๆ และแบบ Granular activated carbon มีรูปร่างไม่แน่นอน ใช้สำหรับทำแก๊สให้บริสุทธิ์ หรือทำให้ตัวทำละลายที่ใช้แล้ว บริสุทธิ์

(5) ถ่านกัมมันต์แบบเป็นแท่ง (Extruded) ใช้ในเบดนิ่ง เพื่อการดูดซับสารปนเปื้อนที่ต้องการอัตราการดูดซับสูงๆ ถ่านกัมมันต์ชนิดเกร็ดและแบบขึ้นรูปเป็นแท่งมีการใช้งานมากกว่าถ่านกัมมันต์ชนิดผงเนื่องจากสามารถนากลับมาใช้ใหม่ได้

2.3.3 เตาเผาถ่านสำหรับผลิตถ่านคุณภาพสูง

เตาเผาถ่านอิวาเตะ เป็นเตาเผาถ่านที่มีต้นกำเนิดจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเตาเผาถ่านแบบนี้ Associate Professor Kanzaki อาจารย์ประจำของมหาวิทยาลัยเกียวโต ได้อธิบายว่า เตาอิวาเตะนี้ ชาวญี่ปุ่นจะเรียกรวม ๆ ว่า “Sumiyaki Gama” ซึ่งคือ เตาเผาถ่านดำทั่วไปนั่นเอง มีการเผาถ่านโดยระบบการเผาทางอ้อม (Reverse draft technique) เตาอิวาเตะนี้เป็นเตาเผาถ่านที่ผลิตถ่านคุณภาพสูง สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีปล่องควันเพียง 1 ปล่อง และรูปทรงของเตาอิวาเตะเป็นเตาทรงหยดน้ำและมีความแตกต่างทางด้านความสูงน้อยกว่าเตาอิฐก่อของไทย จึงทำให้ควบคุมอุณหภูมิของเตาได้เป็นอย่างดี ในการผลิตถ่านให้ได้คุณภาพสูง มีคุณสมบัติที่สมบูรณ์ และปลอดจากสารก่อมะเร็งจะต้องเป็นเตาเผาถ่านที่สามารถเพิ่มอุณหภูมิได้สูงเกิน 1,000 องศาเซลเซียส โดยที่ตัวเตาต้อง

ออกแบบมาให้สามารถทนต่อความร้อนสูงที่เกิดขึ้นได้รวมทั้งมีระบบการหมุนเวียนความร้อนภายในที่ดี ซึ่งดั้งเดิมจะเป็นเตาที่เรียกว่าเตาอิวาเตะ (Iwatae) ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากประเทศญี่ปุ่น โดยสามารถผลิตถ่านได้อย่างมีประสิทธิภาพจะมีอยู่ด้วยกันหลายขนาด ปริมาณการผลิตก็แปรผันไปตามขนาดของเตา เตาที่เผาถ่านมาจนถึงปัจจุบันจะมี 2 รูปแบบคือ

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

เตาดินหรือเตาอิฐ (Mud or Brick kiln) จะเป็นเตาที่สร้างกระบวนการเผาได้เป็นระบบมากกว่าเตาแบบหลุมผี ซึ่งมีทั้งรูปแบบของตะวันออกกลาง และยุโรป แต่ที่มีความนิยม และผลิตถ่านได้อย่างมีประสิทธิภาพจะเป็นเตาแบบจีน ซึ่งเป็นเตาที่มีหลังคาโค้งรูปทรงของเตามีลักษณะคล้ายไข่ สามารถกระจายความร้อนได้อย่างทั่วถึงทั้งเตา เตาอิวาเตะ (Iwatae kiln) เป็นเตารูปแบบที่ประเทศญี่ปุ่นมีการพัฒนาเพิ่มเติมให้มีคุณลักษณะที่ดีต่อการผลิตถ่านให้ได้ประสิทธิภาพ

2.3.4 การเผาถ่านคุณภาพสูง

การเผาถ่านในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งมีการบวนการเผาถ่านที่คล้ายคลึงกัน แต่จะมีข้อแตกต่างในการผลิตอยู่เล็กน้อย ซึ่งทำให้คุณสมบัติในการใช้งานถ่านทั้ง 2 ประเภท แบบมาตรฐานในการตรวจสอบมีความแตกต่าง

ถ่านดำ (Black charcoal) หรือถ่านอ่อน การเผาถ่านดำ จะมีขั้นตอนในการเผาถ่านทั่วไป โดยจะเผาอยู่ที่อุณหภูมิสูงสุดที่ 950 องศาเซลเซียส ในช่วงหลังจากที่มีการทำถ่านให้บริสุทธิ์ จะดับถ่านภายในเตาโดยทำการปิดเตาไว้ อุณหภูมิของถ่านก็จะเย็นตัวลง เมื่ออุณหภูมิลดลงไปอยู่ที่ 50 องศาเซลเซียส แล้วก็สามารถเปิดช่องเตาด้านบน และด้านหน้าเพื่อนำถ่านออกจากเตาได้ ระยะเวลาในการเผาถ่านดำ จะนานกว่าถ่านขาวเพราะต้องมีการรอให้ถ่านเย็นตัวลงภายในเตาก่อนนำออกจากเตาเผา แต่คุณสมบัติของถ่านดำจะด้วยกว่าถ่านขาว ค่าคาร์บอนเสถียร (Fixed carbon) จะไม่เท่ากันทั้งแท่งความร้อนที่ส่วนหน้าและส่วนบนเตามันจะสูงกว่าจุดอื่น ค่าคาร์บอนเสถียรจึงมีมากกว่าถึงแม้จะมีการควบคุมที่ดี แต่ก็ไม่สามารถทำ ให้เท่ากันได้ทั้งแท่ง ซึ่งถ่านดำ ที่ดีจะต้องมีค่าคาร์บอนเสถียรไม่ต่ำ กว่าร้อยละ 80 ถ่านดำ จะให้ผลผลิตถ่านเท่ากับร้อยละ 28

ถ่านขาว (White charcoal) หรือถ่านแข็ง การเผาถ่านขาวจะไม่มีความแตกต่าง จากถ่านดำ แต่วิธีการดับถ่านขาวให้อุณหภูมิลดลงจะใช้การนำถ่านออกมาดับภายนอก โดยใช้ขี้เถ้าชื้นเป็นตัวหยุดอุณหภูมิความร้อนของถ่านอย่างกะทันหัน ตัวถ่านจึงมีขี้เถ้าติดอยู่ทำให้มีสีขาวขึ้น วิธีนี้กระบวนการผลิตถ่านขาวจึงมีความรวดเร็วกว่าถ่านดำ รวมทั้งมีการหดตัวทำให้น้ำหนัก ความหนาแน่นดีกว่าและการปล่อยรังสีจะมีคลื่นความถี่สูงกว่าถ่านดำ การจุดไฟติดจะช้ากว่าถ่านดำ แต่เมื่อติดไฟแล้วจะให้คาร์บอนได้ยาวนานกว่า ค่าคาร์บอนเสถียรของไม้จะเท่ากันหมด เพราะตอนนำออกมาจะมีโอกาสโดนอากาศทั้งหมด

ถ่านขาวที่ดีค่าคาร์บอนเสถียรจะไม่ต่ำ กว่าร้อยละ 90 ถ่านขาวจะต้องใช้เตาขนาดเล็กในการเผาเนื่องจากหากใช้เตาขนาดใหญ่จะทำให้การลากไม้ออกมาใช้เวลานานกว่า โอกาสที่จะทำให้ไม้อยู่ข้างในกลายเป็นขี้เถ้าจึงมีการผลิตถ่านขาวจะได้ผลผลิตของถ่านเพียงร้อยละ 10 ต้นทุนจึงแพงกว่าถ่านดำ และถ่านปิ้งย่างทั่วไป

2.3.5 กระบวนการเผาถ่านไม้

การเผาถ่านคือกระบวนการเปลี่ยนให้ไม้กลายเป็นถ่าน ซึ่งส่วนประกอบและโครงสร้างของไม้ที่สำคัญ มีดังนี้

(1) เซลลูโลส (Cellulose)

(2) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ซึ่งเกิดจากไกลโคไซด์ (Glycoside) หลายชนิด ประมาณร้อยละ 23-30

(3) ลิกนิน (Lignin) ซึ่งเกิดจากสารประกอบแอโรมาติก (Aromatic Compounds) ประมาณร้อยละ 23-30

(4) ส่วนประกอบอื่นๆ อีกเล็กน้อย ได้แก่ สารเฉพาะตัว (Ex-Track Compounds) ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของไม้แต่ละชนิดดังนั้นถ่านไม้ที่ผลิตจากไม้แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติต่างกันด้วย

โครงสร้างไม้มีรูปร่างคล้ายท่อรวมกันเป็นมัด มีรูพรุนตั้งแต่ 4-60 ไมครอน เมื่อไม้เปลี่ยนเป็นถ่าน โครงสร้างยังคงสภาพเดิม แต่จะหดตัวเล็กกว่าเดิมประมาณ ร้อยละ 30 ไม้อายุน้อยจะหดตัวมากกว่าไม้อายุมาก

การเรียงไม้ นำไม้เข้าเตาที่ช่องเปิดใส่ไม้ให้เต็มเตา โดยปีกไม้ยางพาราเรียง แนวนอนซ้อนทับกัน ส่วนเศษปลายไม้ท่อนเรียงแนวตั้ง เสร็จแล้วใช้แผ่นเหล็กปิดช่องเปิดใส่ไม้ โดยมีดินลูกรังผสมน้ำ ปิดทับอีกชั้นหนึ่ง

การจุดไฟเผาถ่าน ใช้เศษไม้ยางพาราเป็นเชื้อไฟทางช่องใส่ไฟ ใช้เวลาในการสุ่มไฟ 5-6 วัน เมื่อไม้ในเตา ติดไฟแล้วทำ การปิดช่องใส่ไฟและปิดปล่องเร่งไฟ

กระบวนการเผาถ่านไม้ แบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การไล่ความชื้น (Dehydration) ใช้อุณหภูมิ 20 - 270 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการไล่ความชื้นนี้ จำเป็นต้องใช้ความร้อนจากภายนอก เพื่อให้ไม้ฟืนเกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction) สะสมไว้ให้ได้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) ในขั้นตอนต่อไป การไล่ความชื้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีแรก โดยการให้ความร้อนโดยตรง โดยการจุดไม้ฟืนบางส่วนในเตาเพื่อทำให้ไม้บางส่วนลุกไหม้ และเกิดความร้อนเพียงพอที่จะไล่ความชื้นออกจากไม้ในส่วนที่เหลือ วิธีนี้ประสิทธิภาพจะต่ำ และหากควบคุมอากาศไม่ดีจะทำ ให้เกิดขี้เถ้ามากเป็น

เหตุให้ผลผลิต (Yield) ที่ได้ต่ำ และวิธีที่สอง การให้ความร้อนทางอ้อม โดยการจุดเชื้อเพลิงหน้าเตา และนำเพียงลมร้อนเข้าไปไล่ความชื้นออกจากไม้ฟืนในเตา หากไม้ฟืนในเตามีความชื้นมากต้องใช้เชื้อเพลิงและเวลามากขึ้นด้วย ดังนั้นควรต้องผึ่งไม้ฟืนสดซึ่งมีความชื้น ประมาณร้อยละ 50-60 ให้เหลือปริมาณค่าความชื้นประมาณร้อยละ 20-30 เสียก่อน เพื่อเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงและพลังงานที่ใช้ในการไล่ความชื้นแก่ไม้ฟืน 1 ลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 พลังงานที่ใช้ในการไล่ความชื้นแก่ไม้ฟืน 1 ลูกบาศก์เมตร

ความชื้น (ร้อยละ)	ความร้อน (ล้านแคลอรี่)	เทียบเท่าไม้ฟืนสด (กิโลกรัม)
20	70	20
25	110	30
30	150	40

ที่มา : พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ (จากเศษไม้กลายเป็นถ่าน, 2544), 24

จากตารางที่ 2.9 จะเห็นได้ว่า หากผึ่งไม้ให้มีความชื้นต่ำ จะประหยัดเชื้อเพลิงได้มากขึ้นโดยปกติควรต้องผึ่งไม้ฟืนประมาณ 3 - 4 สัปดาห์ หรือนานกว่า ขึ้นอยู่กับความชื้นในไม้ฟืนสด แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงชนิดประเภทของไม้เนื้ออ่อน เนื้อแข็งด้วย เพราะไม้บางชนิดหากผึ่งไว้นานเกินไป อาจถูกทำลายโดยเชื้อราและแมลง เช่น มอด และปลวก

ขั้นตอนการไล่ความชื้นแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงแรก ที่อุณหภูมิระหว่าง 20 - 180 เซลเซียส ในขั้นตอนการไล่ความชื้นควรควบคุมลมร้อนหมุนเวียนให้สม่ำเสมอทั่วทุกส่วนของเตา โดยธรรมชาติอากาศร้อนจะลอยขึ้นสูงและถูกบังคับให้ไหลลงต่ำ เพราะจะต้องไหลออกทางปล่องควันที่อยู่ด้านล่างเสมอ อากาศร้อนที่มีไอน้ำ ซึ่งเกิดจากการคายตัวจากไม้ จะกระทบกับความเย็นที่เตาแล้วเกิดการควบแน่นจากไอน้ำเป็นหยดน้ำ ที่พื้นเตา ดังนั้นจึงต้องมีท่อระบายน้ำ ออกจากพื้นเตาด้วย และควรรองพื้นเตาด้วยไม้ฟืนขนาดเล็ก เพื่อไม่ให้ไม้ฟืนที่จะทำ ถ่านสัมผัสโดยตรงกับพื้นเตาที่เปียกชื้น เพราะจะทำให้ไม้ฟืนเปลี่ยนเป็นถ่านได้ไม่หมด เมื่อเริ่มจุดฟืนหน้าเตา อุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 180 องศาเซลเซียส ช่วงนี้ไม้จะมีการคายน้ำที่มีการดูดซับอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ (Free Water) และน้ำอยู่ในผนังเซลล์ (Bound Water) เท่านั้น จะไม่มีน้ำที่เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างเจือปนออกมาเลย ควันที่ออกมาจะมีสีขาวปนน้ำเงินอ่อนและจะมีแต่ไอน้ำ เท่านั้น และช่วงที่สอง คืออุณหภูมิระหว่าง 180 - 270 องศาเซลเซียส ช่วงนี้เฮมิเซลลูโลส (Hemicelluloses) จะเริ่มสลายตัวออกมา และจะสลายตัวจนหมดที่อุณหภูมิ 260 องศาเซลเซียส ควรรักษาอุณหภูมินี้ไว้นานพอสมควร เพื่อให้ไม้ฟืนได้มีการสะสมความร้อนได้ใกล้เคียงกันทั่วทุกจุดของเตา ควันที่ออกมาในช่วงนี้จะเริ่มมีสีเหลืองจางๆ เจือปนอยู่ด้วย และจะมีแก๊สคาร์บอนมอนน็อก

ไซด์ (CO) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) กรดน้ำส้ม (Acetic Acid) และเมธานอล (Methanol) เจือปนออกมากับควันด้วย แต่มีปริมาณต่ำมาก ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ขั้นตอนที่ 2 การเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน (Carbonization) อุณหภูมิระหว่าง 270 - 400 องศาเซลเซียส ขั้นตอนนี้แบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ ขั้นตอนแรก ที่อุณหภูมิระหว่าง 270 - 300 องศาเซลเซียส ช่วงนี้ไม้ในเตาจะมีการสะสมความร้อนไว้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) โดยไม่ต้องเติมฟืนหน้าเตาอีก ไม้ฟืนจะลุกไหม้และสลายตัวโดยความร้อนที่สะสมไว้ในตัวเอง เซลลูโลส (Cellulose) จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส การสลายตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ควันที่ออกมาจากปล่องจะมีสีขาวปนเหลือง มีกลิ่นฉุนจัด เรียกควันนี้ว่า ควันบ้า หลังจากควันบ้ามีปริมาณน้อยลงและเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเทาแล้ว จำเป็นจะต้องควบคุมอุณหภูมิไว้ให้คงที่เป็นเวลานานพอสมควร เพื่อให้ขั้นตอนนี้เป็นไปอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ ความร้อนจากไม้ด้านบนหน้าเตาจะค่อยๆ ถ่ายความร้อนไปยังจุดต่างๆ ทั่วทั้งเตาอย่างช้าๆ หากปล่อยให้อุณหภูมิขึ้นสูงเร็วเกินไป จะทำให้ไม้ที่สะสมความร้อนไว้มากกว่ากลายเป็นเถ้าเสียก่อนที่จะถ่ายความร้อนไปยังไม้ที่สะสมความร้อนไว้น้อยกว่า และอาจมีเปลวไฟแลบออกทางหน้าเตาได้ หากเกิดกรณีดังกล่าวไม้ส่วนบนของเตาจะกลายเป็นขี้เถ้า และไม้ส่วนล่างของเตาจะทำให้ผลผลิตถ่านที่ได้ต่ำ การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำ ได้โดยการควบคุมอากาศที่หน้าเตา ควบคู่กับการใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometer) แต่การวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์อย่างเดียวอาจ ส่งผลให้การวัดเกิดความผิดพลาดได้ โดยเฉพาะเมื่อมีการเติมฟืนหน้าเตามากและเร็วเกินไป ดังนั้นการดูสีควันและนำกระเบื้องเคลือบสีขาวมาอังที่ปล่องควัน เพื่อดูสีของควันที่กลั่นตัวติดกระเบื้องเคลือบเป็นการตรวจสอบซ้ำ การวัดอุณหภูมิแสดงดังตารางที่ 2.11

อุณหภูมิระหว่าง 300 - 400 องศาเซลเซียส ช่วงนี้เซลลูโลส (Cellulose) ยังสลายตัวอย่างต่อเนื่อง และลิกนิน (Lignin) จะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 310 องศาเซลเซียส การสลายตัวทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่านนี้ ควันที่ออกมาจะประกอบด้วยสารประกอบต่างๆ ที่เกิดใหม่มากมายหลายชนิดจากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อน (Pyrolysis) และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย

ตารางที่ 2.11 แสดงการเปลี่ยนสภาพจากไม้เป็นถ่าน

สีของควัน	สีของควันที่กลั่นตัวติดกระเบื้องเคลือบอุณหภูมิ	ที่ปล่องควัน (C°)	อุณหภูมิภายในเตา 10 ซม. ต่ำจากเพดานเตา (C°)	หมายเหตุ
ขาวปนเหลืองอ่อน (ควันบ้า)	หยดน้ำใส	80-82	320-350	เริ่มขั้นตอนเปลี่ยนเป็นถ่าน
น้ำตาลปนเทา	ของเหลวสีน้ำตาล	82-85	350-380	เริ่มเก็บน้ำ ส้มควันไม้
น้ำตาลปนเทา น้ำตาลปนขาว	ของเหลวสีชา ของเหลวสีน้ำตาลเป็นเส้นเล็กๆ	90 -100 100 -150	380 -400 400 -430	สีน้ำส้มควันไม้ เข้มและมีความหนืดมากขึ้น
น้ำตาลปนขาว	ของเหลวสีน้ำตาลเป็นเส้นใหญ่	150 -170	430 -450	หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้
สีของควัน	สีของควันที่กลั่นตัวติดกระเบื้องเคลือบ	อุณหภูมิที่ปล่องควัน (C°)	อุณหภูมิภายในเตา 10 ซม. ต่ำจากเพดานเตา (C°)	หมายเหตุ
น้ำตาลปนขาว น้ำเงินอ่อนปนขาว	น้ำเงินปนขาว ของเหลวสีน้ำตาลเป็นจุด	150 -230 (C°) 230 -250 (C°) 260 -300 (C°)	450 -500 (C°) 500 -530 (C°) 540 -570 (C°)	ขั้นตอนเปลี่ยนเป็นถ่าน เสร็จสมบูรณ์
ม่วงน้ำเงิน	จุดสีเทา ไม่มีความชื้น	330 -350	600 -650	เริ่มขั้นตอน ทำให้ถ่านบริสุทธิ์
ควันใส	สีเทาไม่มีจุด		700 -800	ปิดเตา

ที่มา: พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ (จากเศษไม้กลายเป็นถ่าน, 2544)

ขั้นตอนที่ 3 การทำให้ถ่านบริสุทธิ์ (Refinement) ถึงแม้ว่าขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงไม้เป็นถ่าน จะเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้วที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส แต่ยังมีปริมาณคาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) ต่ำ และยังคงมีน้ำมันดิบ (Tar) เป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมากหากนำ ไปใช้ประโยชน์จะได้ ถ่านคุณภาพต่ำ และถ้านำไปประกอบอาหารปิ้งย่าง น้ำมันดิบที่ยังคงค้างอยู่ในถ่านเมื่อถูกเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียส โดยปกติเตาหุงต้มจะมีอุณหภูมิประมาณ 500 - 600 องศาเซลเซียส จะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้นจึงต้องเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น โดยการปรับให้อากาศ

ไหลเข้ามากขึ้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 400 เป็น 500 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากอุณหภูมิด้านบนของเตาจะสูงกว่าอุณหภูมิที่พื้นเตา โดยใช้เวลานานพอสมควร ดังนั้นหากเร่งให้อากาศเข้าเร็วเกินไปเพื่อเพิ่มอุณหภูมิกว่าอุณหภูมิที่พื้นเตาสูงถึง 500 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ให้น้ำมันดิบออกไปจากถ่านอุณหภูมิด้านบนของเตา ที่สูงถึง 700 องศาเซลเซียส ในเวลาที่เร็วเกินไป จะทำให้ไม้ด้านบนกลายเป็นเถ้าเสียก่อน ดังนั้นจึงควรควบคุมอุณหภูมิด้วยความระมัดระวังอย่างยิ่ง ในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิด้านบนของเตาสูงถึง 700 องศาเซลเซียส อาจสังเกตได้จากสีของควันที่เริ่มใส ผู้ควบคุมการผลิตถ่านจะปิดช่องอากาศเข้า แล้วรอให้ความร้อนถ่ายเทจากด้านบนลงมาที่พื้นเตา อุณหภูมิในเตาจะใกล้เคียงกันทุกจุดประมาณ 500 องศาเซลเซียส ซึ่งในขณะนั้นจะไม่มีควันเหลืออยู่อีกแล้วจึงปิดปล่องควันได้

ขั้นตอนที่ 4 การทำให้เย็น (Cooling) หลังจากปิดปล่องเตาทุกปล่องแล้ว ต้องปล่อยไว้ให้เตาเย็นจึงนำถ่านไม้ออกมาใช้งานได้ก่อนจะเปิดเตาต้องให้อุณหภูมิในเตาต่ำ กว่า 50 องศาเซลเซียส เพราะถ่านไม้อุณหภูมิ 60 – 70 องศาเซลเซียส สามารถลุกติดไฟเองได้ (Spontaneous Combustion) ถ้าได้รับออกซิเจนจากอากาศ ดังนั้นการเปิดเตาต้องเริ่มเปิดที่ปล่องควันก่อน เพื่อระบายความร้อนและแก๊สที่ยังคงค้างอยู่ในเตาให้หมด หลังจากนั้นจึงเปิดหน้าเตา กระบวนการผลิตถ่านทุกขั้นตอน จะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นของไม้ฟืน การควบคุมอุณหภูมิ และขนาดของเตา หากเตามีขนาดใหญ่มากกระบวนการทุกขั้นตอนก็ใช้เวลามากด้วย

2.3.6 การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์

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

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

ถ่านกัมมันต์ ที่ได้จากถ่านไม้ที่มีค่าคาร์บอนเสถียรสูง (High Fixed Carbon) ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอีกหลากหลาย อาทิใช้ในระบบกรองและบำบัดอุตสาหกรรม น้ำดื่ม ระบบผลิตน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์จากคาร์บอนในอุตสาหกรรมโลหะหรือใช้ขี้เถ้าเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ ให้แข็งตัวช้า และมีความแข็งแกร่งขึ้น ฯลฯ

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

รถ โดยเฉพาะที่ที่ มีผู้สูบบุหรี่ หรืออาจจะมีเชื้อจุลินทรีย์ ควรนำถ่านไม้ไปวางดักไว้ที่ช่องดูดอากาศกลับของเครื่องดูดอากาศ รูพรุนและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในถ่านไม้จะดูดซับกลิ่น และเชื้อโรคต่าง ๆ เอาไว้ ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อย่างดี หรือจะใช้ถ่านเพื่อการบำบัดน้ำเสีย จากครัวเรือน ก่อนปล่อยสู่ท่อระบายสาธารณะก็ยังเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

(3) การใช้ประโยชน์ในการเกษตร ในภาคการผลิตเชิงเกษตร การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์นับว่ามีคุณค่าที่น่าสนใจไม่น้อย เนื่องว่าถ่านมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษภัยต่อพืชและสัตว์จึงสามารถใช้ทดแทนสารเคมีราคาแพงได้อย่างกว้างขวาง และมีประสิทธิภาพไม่แพ้กันทีเดียวใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ถ่านไม้จะมีรูพรุนมาก เมื่อใส่ถ่านป่นลงในดินจะช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำได้ดีขึ้นส่งผลให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็วช่วยลดการใช้ปุ๋ยเพราะสมบัติต่าง ๆ ของจุลธาตุที่มีอยู่หลายชนิดในแท่งถ่าน จะเป็นประโยชน์ให้แก่พืชที่ปลูกจากแหล่งเดียวกัน ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ประโยชน์จากถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้กันเป็นจำนวนมาก จนถือว่าถ่านเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ดีเยี่ยม มีปริมาณการใช้ในภาคเกษตรไม่น้อยกว่า ปี ละ 50,000 ตัน

(4) ใส่ในอ่างอาบน้ำ ช่วยดูดซับคลอรีน และสิ่งที่มีพิษ เพิ่มแร่ธาตุ และปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และ อินฟาเรดยาว (Far Infrared Ray) ซึ่งมีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ ชำระล้างผิวหนัง กระตุ้นการการไหลวนของเลือด ช่วยให้ร่างกายสดชื่น

(5) ใส่ไว้ในที่นอนใต้เตียง ในห้องนอน ช่วยฟอกอากาศ ดูดกลิ่น ความชื้น ปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และ อินฟาเรดยาว (Far Infrared Ray) ซึ่งมีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ กระตุ้นการไหลวนของเลือด จิตใจสงบเย็นในขณะพักผ่อนและช่วยให้นอนหลับได้ดี ร่างกายสดชื่น ห้องขนาด 3.2 x 3.2 เมตร ต้องใช้ถ่านไม้ 3 กิโลกรัมต่อห้อง

(6) ดูดซับและหักเหคลื่นไฟฟ้า (Adsorption of Electromagnetic Wave) ช่วยดูดซับและหักเหคลื่นไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกมาจาก ทีวี คอมพิวเตอร์ จอมอนิเตอร์ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปิดใช้งานอยู่ภายในบ้านและสถานที่ทำงาน ดูดซับลดการแผ่กระจายของคลื่นไฟฟ้า จากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

(7) ฟอกและปรับอากาศ ใต้เตียงนอน และใต้อาคารบ้านเรือน ช่วยดูดซับความชื้นในฤดูที่มีความชื้นสูง และคลายความชื้นในฤดูที่มีความแห้งแล้ง

(8) ใช้ผสมอาหารสัตว์ ช่วยเพิ่มแร่ธาตุ ดูดซับสารพิษ กำจัดแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหาร ลดกลิ่นเหม็นของมูลสัตว์ หากนา ผงถ่านผสมในอาหารสัตว์เพียง 1% ถ่านจะช่วยดูดซับแก๊ส ในกระเพาะและลำไส้ ทำให้สัตว์ไม่มีอาการท้องอืด โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น วัว -ควาย ในต้น

(9) ใช้ผสมดินเพื่อการเพาะปลูก ช่วยปรับสภาพของดิน เพิ่มแร่ธาตุที่พืชต้องการ เนื่องจากถ่านไม้มีรูพรุนมากมาย เมื่อใส่ถ่านไม้ลงในดิน จะทำให้ร่วนซุย อุ้มน้ำ และอากาศได้มากขึ้น ทำให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งยังดูดซับปุ๋ยไนโตรเจนไม่ให้ระเหยสู่อากาศในรูปของแก๊สแอมโมเนีย ทำให้

ประหยัดปุ๋ย รวมทั้งแร่ธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในถ่านไม้ จะเป็นแหล่งจุลธาตุ (Trace element) สำหรับพืชได้เป็นอย่างดี

(10) ใส่ในตู้เย็น ช่วยดูดกลิ่น และปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และอินฟาเรดยาว (Far Infrared Ray) ช่วยให้ผักสดเก็บไว้ได้นานวันขึ้น ถ่านไม้จะดูดซับก๊าซที่ผักและผลไม้คายออกมาซึ่งมีผลให้ผักและผลไม้เน่าเสีย

(11) ใส่ในถังข้าวสาร ช่วยดูดกลิ่น ความชื้น และปลดปล่อยประจุลบ (Negative Ions) และ อินฟาเรดยาว (Far infrared ray) ป้องกันมอด และแมลงต่างๆ

(12) ใส่ไว้ในแจกันหรือกระถางดอกไม้ ทำให้เกิดออกไซด์ เพิ่มออกซิเจนและแร่ธาตุ แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนี่เซียม ฯลฯ ให้กับน้ำในแจกันหรือกระถางดอกไม้

(13) ใส่ในตู้กระจกหรืออ่างเลี้ยงปลา ช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำ เพิ่มแร่ธาตุ แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนี่เซียม ฯลฯ ให้กับน้ำใสสะอาด ช่วยเร่งการตกตะกอนของฝุ่นละอองในน้ำ

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

(15) ใช้ในการประกอบอาหารปิ้งย่าง ทำให้อาหารมีรสชาติดีเนื่องจากเมื่อถ่านไม้ลุกไหม้จะเกิดฟิล์มบางๆ ของขี้เถ้าที่ผิวถ่านไม้ ถ่านไม้จะให้ความร้อนโดยการแผ่รังสีที่ไม่มีเปลวไฟ ความร้อนที่ได้จากรังสีนี้จะทำให้ผิวด้านนอกของอาหารหรือเนื้อสัตว์แห้งและแข็งตัวอย่างรวดเร็วกว่า

2.4 ถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง charcoal briquettes คำว่า charcoal หมายถึง ถ่าน หรือ คาร์บอน ส่วนคำว่า briquette หมายถึง วัสดุที่สามารถให้ความร้อนที่มีลักษณะเป็นก้อนหรือแท่ง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ถ่านที่นำมาขึ้นรูปเป็นแท่งหรือก้อน เพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อน โดยมากแล้วจะใช้สำหรับประกอบการทำอาหารปิ้ง ย่าง ถ่านอัดแท่งที่ใช้ในทางการค้า สำหรับประกอบอาหาร มีส่วนประกอบของถ่านจากไม้ กะลา ฟางข้าว แกลบ เศษไม้ ขี้เลื่อย ถ่านหิน biomass ฯลฯ ภาษาอังกฤษเรียกว่า mineral charcoal ส่วนนี้ใช้สำหรับเป็นเชื้อเพลิง ผงแป้ง (starch) ใช้เป็นตัวยึดผงถ่านให้ยึดติดกันดี โซเดียมไนเตรท (sodium nitrate) ใช้เร่งให้ไฟแรง แวกซ์ (wax) ใช้เป็นตัวยึดผงถ่าน เป็นตัวเร่งให้ไฟแรงขึ้น แถมยังช่วยให้ติดไฟได้ง่ายอีกด้วย นอกจากนั้นอาจมีการเติม หินปูน (limestone), บอแรกซ์ (borax) หรือสารเคมีตัวอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือคุณสมบัติของถ่านให้ดีขึ้น

2.4.1 กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่ง

วัสดุเหลือใช้ต่างๆ ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ต้องผ่านการแปรรูปให้เหมาะสมก่อน โดยมีกระบวนการแปรรูปดังนี้ การผลิตถ่าน การบดย่อย การผสม การอัดเป็นแท่ง การทำให้แห้ง

(1) การผลิตถ่าน ถ่าน คือ ไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบาง หรือกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดิน และสารประกอบอื่นๆ ออกจากไม้ ซึ่งถ่านที่ได้หลังการผลิตจะมีปริมาณของคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้นทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูง โดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้ง สำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่านเรียกว่า carbonization ซึ่งสามารถแยกกระบวนการดังกล่าวออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือ การเผาไหม้ (combustion) เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมาก ระหว่างการเกิดคาร์บอนไนเซชั่น โดยให้ความร้อนกับวัสดุภายในเตาเผาถ่าน ในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อนเพื่อไล่ความชื้นออกจากเนื้อวัสดุ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้อุณหภูมิจนถึง 270 องศาเซลเซียส ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไปซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาทึบ ส่วนในขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการจะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อนโดยเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 250 - 300 องศาเซลเซียส ในระหว่างปฏิกิริยาคายความร้อนจะเกิดแก๊สต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซค์ (CO) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) นอกจากนี้ยังเกิดกรดอะซิติก เมทิลแอลกฮอล์ และสารพวกน้ำมันดิน ในขั้นตอนนี้องค์ประกอบที่ระเหยได้ที่ยังคงอยู่ในกระบวนการจะถูกขับออกไป จะทำให้ปริมาณคาร์บอนของถ่านเพิ่มขึ้น สำหรับในขั้นตอนที่ 4 เป็นการนำผลิตภัณฑ์ถ่านมาทำให้เย็น ซึ่งจะใช้เวลาหลายชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิด ของเตาเผาที่ใช้ในการผลิต คุณภาพของถ่านที่ผู้ใช้ยอมรับได้ คือ ต้องมีปริมาณคาร์บอนคงตัว 70 เปอร์เซ็นต์ สารระเหยได้ต้องน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ขี้เถ้าประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และความหนาแน่นประมาณ 0.25 - 0.30 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งถ่านจะมีสมบัติเปราะปานกลาง (กัญญา เม้ามีทรัพย์, 2544)

(2) การบดย่อย (grinding)

ผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี ขนาดของผงถ่านที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่ง วิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับและเครื่องป่นวัสดุ หรือวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการบดด้วยมือโดยอาจใช้ครกและสากเป็นอุปกรณ์ซึ่งวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานาน จากการอัดขึ้นรูปผงถ่านหินขนาดต่างๆ พบว่าในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันผงถ่านหินขนาดเล็กมีแนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่าและสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านหินอัดแท่ง แตกหักได้ดีกว่าผงถ่านหินขนาดใหญ่

(3) การผสม (mixing)

การผสมเป็นการผสมวัสดุที่ถูกป่นย่อยแล้วกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันง่าย ขึ้นลักษณะของตัวประสานที่ดีนั้น นอกจากจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงแล้ว ความชื้นต้อง

มากพอ และสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวของถ่านได้ทั่วถึง ในการทำถ่านอัดแท่งจากลิกไนท์อบ พบว่าลิกไนท์เมื่อผ่านกรรมวิธีอบแล้วจะขาดสมบัติในการจับตัวเมื่อได้รับแรงกด ดังนั้นจึงต้องมีตัวประสานช่วย ซึ่งในต่างประเทศใช้ coal tars มาผสมสำหรับประเทศไทยได้ทดลองใช้ผลิตผลทางการเกษตรเป็นตัวประสาน พบว่ากากน้ำตาลและแป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ดี ถ่านอัดแท่งที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานนั้นมีค่าความร้อนสูงกว่า และมีปริมาณเถ้าต่ำกว่าถ่านอัดแท่งที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวเชื่อมประสาน แต่ข้อเสียของการใช้กากน้ำตาลคือ ต้องใช้ปริมาณมากกว่าและเมื่อทิ้งไว้ในอากาศชื้นๆ จะดูดความชื้นจากในอากาศเข้าไปทำให้อ่อนตัวลง (วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ และคณะ, 2530) อย่างไรก็ตามยังมีวัสดุอีกมากมายสามารถนำมาใช้เป็นตัวประสานได้ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นก็จะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการที่จะเลือกวัสดุใดเป็นตัวประสานนั้นก็ควรพิจารณาถึงสมบัติดังต่อไปนี้ คือราคาถูก มีแรงยึดเกาะที่ดี ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขณะเผาไหม้ และสามารถหาได้ง่าย สำหรับเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ไม่ได้ใช้ตัวเชื่อมประสานใดๆ เมื่ออัดเสร็จแล้วต้องนำไปใช้เลยเพราะมีความเปราะมาก ทำให้หักเป็นท่อนๆ และป่นกระจายได้ง่าย จึงไม่สามารถเก็บรักษาไว้นานๆ

(4) การอัดแท่ง (compaction)

ขั้นตอนในการอัดส่วนผสมเป็นแท่งนี้เป็นขั้นตอนในการกำหนดรูปร่างและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง โดยที่ขนาดและรูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการใช้มือปั้นและอัดส่วนผสมให้เป็นแท่ง แม้ว่าแรงอัดด้วยวิธีนี้จะไม่มาก วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนั้นประกอบด้วยสมบัติที่เป็นปัญหาต่างๆ ทำให้จำเป็นต้องมีการลดขนาดเพื่อเพิ่มความหนาแน่นและให้ได้รูปร่างที่เหมาะสมโดยเรียกกระบวนการนี้ว่า Densification (Bhattacharya, 1990) การเพิ่มความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งเป็นการเพิ่มค่าความร้อนต่อปริมาตรของวัตถุดิบง่ายต่อการขนส่งและจัดเก็บ และเพื่อให้ได้รูปร่างและคุณภาพที่เป็นมาตรฐาน การเพิ่มความหนาแน่น วิธีการอัดแท่ง การอัดก้อนวัสดุต่างๆ นั้น อาจแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

(4.1) การอัดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย การอัดร้อนและใช้แรงอัดสูง เหมาะสำหรับวัสดุที่มีลิกโนเซลลูโลส เช่น เศษไม้ แกลบ ขี้เลื่อย (hot and high pressure densification) เป็นวิธีที่ใช้อย่างกว้างขวาง ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ได้แก่

- ปริมาณความชื้น (moisture content) ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 6-12 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ถ้าความชื้นเกิน 12 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก จะทำให้เกิดการระเบิดที่กระบอกอัด เพราะน้ำในวัสดุเมื่อโดนความร้อนจะกลายเป็นไอ เกิดการขยายตัวในก้อนเชื้อเพลิง
- ขนาดของวัตถุดิบ (particle size) ขนาดที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 48 เมซ ขนาดยิ่งละเอียดพื้นที่ผิวในการยึดตัวมากให้การอัดแท่งสะดวก
- แรงดัน (pressure) ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นตามแรงดันที่ใช้
- อุณหภูมิ (temperature) วัสดุที่ใช้ในการอัดแท่งก่อนที่จะป้อนเข้าเครื่องอัดหากทำให้ร้อนที่ 200-225 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันลง 2 เท่า

(4.2) การอัดโดยไม่ใช้ความร้อน หรือการอัดเย็นและใช้แรงอัดต่ำ (cold and low pressure densification) แยกได้ 2 แบบ คือ แบบใช้ตัวประสาน และไม่ใช้ตัวประสาน

- แบบใช้ตัวประสาน
- แบบไม่ใช้ตัวประสาน ใช้กับวัสดุชีวมวลที่เน่าเปื่อยหรือผ่านการหมักแล้วเท่านั้นและมีความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์

(4.3) การตากแห้ง เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูง จึงต้องไปตากให้แห้งเพื่อเป็นการลดความชื้นให้ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่น ซึ่งวิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือการนำไปผึ่งแดดประมาณ 3 - 4 วัน แต่หากใช้เป็นห้องอบโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ก็จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานให้สั้นลง นอกจากนี้เราอาจใช้ความร้อนจากเตาเผามาไล่ความชื้นจากแท่งถ่านให้แห้ง ข้อควรระวังสำหรับวิธีนี้ก็คือต้องรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบไม่ให้สูงเกินกว่าที่ทำให้ถ่านลุกไหม้ สำหรับเวลาที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของส่วนผสมและชนิดของห้องอบที่ใช้

2.4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิง

(1) การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิง วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM ดังนี้

- ความชื้น (moisture content) คือเปอร์เซ็นต์ของน้ำต่อน้ำหนักวัสดุ มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของแก๊ส เชื้อเพลิงที่มีขนาดความชื้นต่ำยิ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบผลิตแก๊สได้มากขึ้นเท่านั้น
- สารที่ระเหยได้ (volatile matters) หมายถึง องค์ประกอบของถ่านที่ระเหยออกมาเมื่อเผาถ่านอุณหภูมิที่กำหนดในภาชนะปิด (โดยไม่รวมน้ำที่ระเหยออกมาเมื่อเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิเหนือจุดเดือดของน้ำเล็กน้อย สารระเหยที่ออกมามีทั้งที่มาจากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์สารประกอบเหล่านี้ได้แก่ แก๊สที่ติดไฟ เช่น แก๊สไฮโดรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่างๆ และแก๊สที่ไม่ติดไฟ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ ปริมาณสารระเหยในถ่านจะลดลงเมื่อถ่านมีคุณภาพสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้ปริมาณสารระเหยจึงเป็นปริมาณสำคัญในการวิเคราะห์ถ่าน
- ปริมาณเถ้า (ash content) หมายถึง สารประกอบอนินทรีย์ที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านที่อุณหภูมิสูง
- คาร์บอนคงตัว (fixed carbon) หมายถึง ปริมาณคาร์บอนที่เหลืออยู่หลังจากที่สารระเหยออกจากถ่านแล้ว จัดเป็นสารประกอบอินทรีย์ในถ่านที่หลังจากการระเหยของสารระเหย ปริมาณคาร์บอนคงที่เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของแข็งที่ติดไฟได้ที่เหลืออยู่ในเตาเผา อัตราส่วนระหว่างปริมาณคาร์บอนคงที่ต่อปริมาณสารระเหย เรียกว่า fuel ratio

(2) สมบัติเฉพาะตัว

- ค่าความร้อน (heating value) นำไปจัดแบ่งคุณภาพของเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยัง

เป็นตัวแปรสำคัญที่จะบ่งชี้ปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมา ถ่านอัดแท่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่งกำหนดให้มีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม และค่าความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุดนั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีสมบัติที่ดีของถ่านทางด้านอื่นๆ ด้วย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) คือ

- การแตกปะทุขณะติดไฟ ถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟผู้ใช้จะไม่ชอบ ไม่นิยมใช้ ดังนั้นถ่านที่มีคุณภาพดีจะไม่มีการแตกปะทุเลยหรือมีการแตกปะทุเล็กน้อยในช่วงนาทีแรกที่ติดไฟ
- น้ำหนักถ่าน ถ่านหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน
- ควัน ถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควัน และกลิ่นฉุนในขณะลุกไหม้
- ความแข็งแรง ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือป่นเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้ การขนส่งและการเก็บรักษา

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งที่ดี สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ข้อหลักๆ ข้อแรกคือคุณสมบัติด้านการจัดการ หมายถึงถ่านอัดที่ได้ไม่ควรร่วน หรือแตกแยกออกเป็นส่วนๆ ในระหว่างการจัดการเก็บรักษาและการเคลื่อนย้าย และสมบัติด้านเชื้อเพลิง โดยจะเกี่ยวเนื่องกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ รูปร่างและความหนาแน่นที่ได้ซึ่งในการปรับปรุงสมบัติด้านการจัดการโดยเพิ่มความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งจะมีผลกระทบต่อสมบัติการเผาไหม้ด้วย

2.4.3 ตัวประสาน

การทำถ่านอัดแท่งโดยใช้ตัวประสานนั้นเป็นการผลิตแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งตัวประสานคือสารที่เติมเข้าไปในขบวนการอัดเพื่อที่จะให้อนุภาคของเชื้อเพลิงนั้นยึดติดกันดีขึ้น เมื่อมีการใช้ตัวประสานอุณหภูมิและความดันที่ใช้ในการอัดก็จะลดลงด้วย ตัวประสานที่เหมาะสมนั้นควรจะมีคุณสมบัติดังนี้คือ มีราคาถูก ไม่ดูดความชื้น ไม่สึกกร่อนง่าย และเถ้าของตัวประสานเมื่อผ่านการเผาแล้วควรจะมีขี้เถ้าน้อยที่สุด มิฉะนั้นปริมาณของค่าความร้อนของถ่านก็จะลดลงไปด้วย (Bhattacharya and Shreatha, 1990) ซึ่งชนิดของตัวประสานนั้น ได้แบ่งตัวประสานออกอย่างกว้างๆ ดังนี้

(1) สารอินทรีย์ (organic) แบ่งเป็น ชนิดไม่มีน้ำ (hydrophobic) เช่น bitumen, resin เป็นต้น และชนิดมีน้ำ (hydrophilic) เช่น starch molasses เป็นต้น

(2) สารอนินทรีย์ (inorganic) แบ่งเป็น ละลายไม่ได้ (insoluble) เช่น cement และ clay เป็นต้น และละลายได้ (soluble) เช่น lime เป็นต้น

(3) สารผสม (combination) ตัวอย่างเช่น resin, tar, starch และ bitumen เป็นต้นและได้แบ่งตัวประสาน ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- ตัวประสานประเภทเมทริก (matrix-type binder) ในกรณีนี้อนุภาคจะถูกเกาะกันเป็นก้อนอย่างแน่นความต่อเนื่องจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับต้นแบบของวัสดุตัวประสาน ตัวประสานในกรณีนี้ เช่น pitch, paraffin, clay, wood และ tar เป็นต้น

- ตัวประสานประเภทฟิล์ม (film-type binder) โดยส่วนมากจะใช้ สารละลาย ตัวสลาย หรือน้ำที่ใช้เป็นตัวทำละลายโดยทั่วไปและตัวแยกสาร โดยผลผลิตที่ได้จะค่อนข้างแข็งและคงทนเมื่อทำให้แห้งหลังจากการทำเชื้อเพลิงเขียว ตัวอย่างเช่น sodium silicate, bentonite, molasses, starch, gum และ glues เป็นต้น

- ตัวประสานทางเคมี (chemical binder) ประสิทธิภาพของตัวประสานจะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเคมีระหว่างส่วนประกอบของตัวประสาน หรือตัวเลือกของปฏิกิริยาเคมีระหว่างตัวประสานกับวัตถุดิบที่ถูกเกาะตัวเป็นก้อน ตัวอย่างเช่น การผสมระหว่าง $Ca(OH)_2$ กับ molasses

2.4.4 สมรรถนะและมลภาวะของถ่านอัดแท่ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

(1) ขอบข่าย มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาเป็นแท่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

(2) บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังนี้

ถ่านอัดแท่ง หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซังข้าวโพดมาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย มาอัดเป็นรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงมาเผาเป็นถ่าน

ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1 กรัม มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

(3) คุณลักษณะที่ต้องการ

- ลักษณะทั่วไป ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกันมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง
- การใช้งานเมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น
- ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
- ค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

(4) การบรรจุ

- หากมีการบรรจุ ให้บรรจุถ่านอัดแท่งในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแท่งได้

- น้ำหนักสุทธิของถ่านอัดแท่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

(5) เครื่องหมายและฉลาก

- ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแท่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน ชื่อผลิตภัณฑ์ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ น้ำหนักสุทธิ เดือน ปีที่ทำ ข้อแนะนำในการใช้ ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

2.5 พฤติกรรมผู้บริโภคและการออกแบบบรรจุภัณฑ์

พฤติกรรมของผู้บริโภค คือปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการได้รับและใช้สินค้าและบริการทางเศรษฐกิจ รวมทั้งกระบวนการต่างๆ ของการตัดสินใจซึ่งเกิดก่อนและเป็นตัวกำหนดปฏิกิริยาต่างๆ

ลักษณะผู้บริโภค เสรี วงษ์มณฑา (2542) ได้ให้ความหมายของผู้บริโภค (Consumer) ไว้ดังนี้ ผู้ที่มีความต้องการซื้อ (Needs) มีอำนาจซื้อ (Purchasing power) ทำให้เกิดพฤติกรรมการซื้อ (Purchasing behavior) และพฤติกรรมการใช้ (Using behavior)

ผู้บริโภคเป็นบุคคลที่มีความต้องการ (Needs) การที่จะซื้อถือว่าใคร เป็นผู้บริโภคนั้น บุคคลนั้นจะต้องมีความต้องการผลิตภัณฑ์ แต่ถ้าบุคคลนั้นไม่มีความต้องการ ก็จะไม่ใช่ผู้บริโภค

ผู้บริโภคเป็นผู้ที่มีอำนาจซื้อ (Purchasing power) ผู้บริโภคจะมีแค่เพียงความต้องการ อย่างเดียวไม่ได้ แค่เขาจะต้องมีอำนาจซื้อด้วย ถ้ามีเพียงแค่ความต้องการแล้วไม่มีอำนาจซื้อก็ยัง ไม่ใช่ผู้บริโภคของสินค้านั้น เพราะฉะนั้นการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้บริโภคจึงต้องวิเคราะห์ไปที่ตัวเงินของผู้บริโภคด้วย

การเกิดพฤติกรรมการซื้อ (Purchasing behavior) เมื่อผู้บริโภคมีความต้องการและมีอำนาจซื้อแล้ว ก็จะเกิดพฤติกรรมการซื้อ เป็นต้นว่า ผู้บริโภคซื้อที่ไหน ซื้อเมื่อใด ใครเป็นคนซื้อ ใช้มาตรการอะไรในการตัดสินใจซื้อ ซื้อมากน้อยแค่ไหน เช่น ในครอบครัวส่วนใหญ่แม่บ้านจะเป็นผู้ซื้อของใช้ภายในบ้าน หรือบางครอบครัวอาจจะแยกซื้อสินค้าเป็นของส่วนตัว บางคนซื้อสินค้าเอง บางคนพ่อแม่ซื้อให้ บางคนซื้อของทีละชิ้น บางคนซื้อทีละโหล บางครอบครัวจะซื้อสินค้าเข้าบ้านทุก 2 สัปดาห์ บางคนซื้อของทุกวันโดยไม่ต้องรอให้สิ่งของหมด เป็นต้น

พฤติกรรมการใช้ (Using behavior) ผู้บริโภคมีพฤติกรรมการใช้สินค้าอย่างไรเช่น ดื่มสุราที่ไหน ที่บ้านหรือที่ร้านอาหาร ดื่มกับใคร คนเดียวหรือกับเพื่อดื่มอย่างไร สุราอย่างเดียวหรือผสมน้ำ หรือผสมโซดา หรือผสมน้ำ อัดลมลม เป็นต้น

พฤติกรรมของผู้ซื้อ พฤติกรรมของผู้ซื้อ หมายถึง การกระทำ ของบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนซื้อสินค้าและบริการด้วยเงิน และรวมทั้งกระบวนการตัดสินใจซึ่งเป็นตัวกำหนดให้มี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการโครงการ

การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด ได้รับสนับสนุนทุน ภายใต้กิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย “การจัดการความรู้เพื่อการใช้ประโยชน์เชิงชุมชน สังคม ตามแนวพระราชดำริ” ภายใต้โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม ประจำปี 2560 ซึ่งเป็นโครงการวิจัยที่ได้พัฒนาและต่อยอด มาจากโครงการวิจัย การมีส่วนร่วมของประชาชนในการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือทิ้ง ของตาลโตนดเพื่อเป็นพลังงานทางเลือก ในเขตอำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย ประเภททุนวิจัยนวมินทร์ ประจำปีงบประมาณ 2553 และโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการจัดการองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการชุมชน ประจำปีงบประมาณ 2558 โดยเน้นการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ด้วยกลไกกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยโครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยเน้นกระบวนการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมระหว่างเจ้าของค์ความรู้และผู้ใช้เทคโนโลยีในการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด

3.1 สถานที่ดำเนินการ

ภาพที่ 3.1 จังหวัดที่ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีถ่านดูดกลิ่น 3 IN 1

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์กะลาทำมือ และผลิตถ่านอัดแท่ง บ้านกุม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี จำนวนทั้งสิ้น 30 คน

3.3 การบริหารแผนงานวิจัยและแผนการดำเนินงาน

ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลในกระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ประกอบด้วยแบบสำรวจพื้นที่ศึกษา (Survey) การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ (Informal Interview) การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) และการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) และการถ่ายทอดเทคโนโลยีอบรมเชิงปฏิบัติการการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In1

3.4 การดำเนินงาน

(1) ประชุมชี้แจงโครงการ ให้แก่เกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์กะลาทำมือ และผลิตถ่านอัดแท่ง บ้านกุม อำเภอเมือง และบ้านถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างวันที่ 8 -9 พฤษภาคม 2560 ในการประชุมเป็นการชี้แจ้งโครงการ วัตถุประสงค์ ขอบเขตงานและการขอความร่วมมือ ตลอดจนประโยชน์ที่ทางชุมชนกับการสร้างและมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด

(1.1) รับฟังประเด็นปัญหาและแนวทางความต้องการพัฒนาของชุมชน โดยผู้แทนกลุ่มประชุมกลุ่มย่อย (ภาพที่ 3.2)

ภาพที่ 3.2 ประชุมกลุ่มย่อย เพื่อรับฟังประเด็นปัญหาและความต้องการของกลุ่ม

(1.2) ประชุมชี้แจงโครงการ ให้แก่เกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์กะลาทำมือ และผลิตถ่านอัดแท่ง บ้านกุม อำเภอเมือง และบ้านถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี (ภาพที่ 3.3)

ภาพที่ 3.3 จัดประชุมชี้แจงโครงการ วัตถุประสงค์ และขั้นตอนการดำเนินงาน

3.5 การเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์

(1) วัสดุอุปกรณ์ในการฝึกอบรมและถ่ายทอด โดยสังเขป

ลำดับ	วัสดุ-อุปกรณ์	จำนวน
1.	รวบรวมวัตถุดิบ ก้านตาล ขั้วตาล และเปลือกตาลสด และกะลาตาล	2,000 kg
2.	ถังน้ำมันขนาด 250 ลิตร สำหรับผลิตเป็นเตาเผาถ่าน	3 ใบ
3.	เครื่องบดถ่านและเครื่องผสมถ่าน	1 เครื่อง
4.	เครื่องอัดถ่านดูดกลิ่น ทรงหกเหลี่ยมและทรงกลม	1 เครื่อง
5.	ตู้อบถ่านดูดกลิ่น	1 ตู้
6.	เครื่องเจียร เลื่อยวงเดือน	1 ชุด
7.	วัสดุอื่นๆ เช่น แป้งมัน น้ำ	

(2) รวบรวมวัตถุดิบ

ดำเนินการเก็บรวบรวม เปลือกตาลและขั้วผลตาลอ่อน และกะลาตาล จากบ้านเกษตรกรที่มีการประกอบอาชีพเฉาะฉาวตาล ยี/สกัดเนื้อตาล บริเวณตำบลบ้านถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี และรวบรวมกากกาแฟ และใบชา จากร้านอาหาร MK ร้านขายเครื่องดื่มชา กาแฟ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านดูดกลิ่น (ภาพที่ 3.4)

ภาพที่ 3.4 เปลือกและขั้วผลตาลอ่อน และกะลาตาล และกากกาแฟ ใบชา ที่เหลือทิ้ง

(3) ผลของการดำเนินการสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านดูดกลิ่น

- เตาเผาถ่าน ได้ดำเนินการสร้างขึ้นโดยวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่ง และได้มีกระบวนการมีส่วนร่วมด้วยลูกหลานของเกษตรกรในช่วงปิดเทอม เพื่อมีสวนร่วมในกิจกรรมของผู้ปกครอง ได้มีการทดลองใช้เผาถ่าน สามารถให้ความร้อนสูงและใช้เวลาการเผาเวลา 2 ชั่วโมง/ครั้ง (ภาพที่ 3.5)

ภาพที่ 3.5 การสร้างเตาและการเผาถ่าน ณ. ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 ณ.ที่ทำการผู้ใหญ่บ้าน หมู่ที่ 2 บ้านกุม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี

- ตู้อบถ่านอัดแท่ง เพื่อกำจัดความชื้นในถ่านดูดกลิ่น อบได้ครั้งละ 800-1,000 ก้อน

ภาพที่ 3.6 ตู้อบถ่านดูดกลิ่นพลังงานแสงอาทิตย์

- ออกแบบและสร้างเครื่องผสมถ่าน เครื่องบดและเครื่องอัดถ่านดูดกลิ่นให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร และได้ขนาดที่ได้มาตรฐานเท่ากัน ในช่วงของการทดลองการผลิตเครื่องที่ได้มาตรฐานและรูปทรงที่มีผลต่อความต้องการของตลาด

ภาพที่ 3.7 เครื่องอัดถ่านดูดกลิ่นด้วยระบบไฮดรอลิค แบบพิมพ์ 6 เหลี่ยมและ 4 เหลี่ยม

3.6 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ: การผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1

การจัดการอบรมเน้นภาคปฏิบัติการ (Action Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจให้แก่เกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์กะลาทำมือ และผลิตถ่านอัดแท่ง บ้านกุม อำเภอเมือง และบ้านถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี จากการเพิ่มมูลค่าและทางเลือกในการผลิตถ่านอัดแท่ง เป็นถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 ในการสร้างรายได้เพิ่ม และสร้างอัตลักษณ์ในการยกระดับนำถ่านจากกะลาตาลโตนด เปลือกและก้านตาลอ่อน มาผสมกับกากกาแฟ และใบชา ที่เหลือทิ้ง มาผลิตเป็นถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 ที่มีประโยชน์ทั้งดูดซับกลิ่นอับ ดูดซับสารเคมี และฆ่าเชื้อโรค ที่มีขนาดรูปทรง และบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามเหมาะสมต่อผู้บริโภค วิธีการดำเนินการถ่ายทอดโดยให้กลุ่มเป้าหมายได้ดำเนินการทดลองปฏิบัติจริงประกอบการบรรยายของวิทยากรมี 5 กิจกรรม ประกอบด้วยกิจกรรม การสร้างเตาผลิตถ่านดูดกลิ่น การเตรียมวัตถุดิบและการผลิตถ่านดูดกลิ่น การใช้เครื่องอัดถ่านดูดกลิ่น การออกแบบบรรจุภัณฑ์

ในการดำเนินกิจกรรมการอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี “การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน” ในพื้นที่บ้านกุม จังหวัดเพชรบุรี จัดอบรมด้านเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ โดยแบ่งรูปแบบกิจกรรมได้ ดังนี้

3.6.1 การจัดอบรมภาคทฤษฎี

การอบรมภาคทฤษฎีมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตถ่านที่มีความพรุนสูง คุณสมบัติของถ่านดูดกลิ่นที่ดี วิธีการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการทำงานของถ่านดูดกลิ่น ซึ่งหัวข้อที่อบรมมีดังนี้

(1) ถ่านดูดกลิ่นและคุณสมบัติของถ่านจากตาลโตนด กากกาแฟและใบชา

(2) วัสดุและอุปกรณ์สำหรับสร้างเตาผลิตถ่านดูดกลิ่น

(3) ขั้นตอนและกระบวนการผลิตถ่านดูดกลิ่น (เทคนิคการเผาแบบคาร์บอไนเซชั่น และการกระตุ้นไอน้ำ/โซเดียมคลอไรด์ เพื่อให้เกิดความพรุนสูง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับ)

(4) อัตราส่วนของวัตถุดิบสำหรับใช้ผลิตเป็นถ่านดูดกลิ่น (ถ่านจากวัสดุเหลือตาลโตนด กากกาแฟและใบชา และวัสดุประสาน

(5) เทคนิคการอัดก้อนถ่านให้ได้ขนาดรูปทรงหกเหลี่ยมและทรงกลม

(6) บรรจุภัณฑ์

3.6.2 การจัดอบรมภาคปฏิบัติ

การอบรมภาคปฏิบัติมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจหลักการ กระบวนการผลิตการผลิตถ่านดูดกลิ่นจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟและใบชา

(1) การสร้างเตาเผาถ่าน 200 ลิตร ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเตาแบบดั้งเดิม เตาประเภทนี้อาศัยความร้อนไล่ความชื้นในเนื้อไม้ที่อยู่ในเตา ทำให้ไม้กลายเป็นถ่าน เรียกว่า กระบวนการคาร์บอนไนเซชั่น (Carbonization) โครงสร้างเป็นระบบบิด ที่สามารถควบคุมอากาศได้ จึงไม่มีการลุกติดไฟของเนื้อไม้ ดังนั้นถ่านที่ได้จึงมีคุณภาพสูง เกิดเถ้าน้อย และได้น้ำส้มควันไม้ (Wood Vine)

(2) การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการผลิตถ่านดูดกลิ่นประกอบด้วยการเตรียมวัตถุดิบเพื่อผลิตถ่านดูดกลิ่น การเตรียมเชื้อเพลิงในการผลิตถ่านดูดกลิ่น การจัดเรียงวัตถุดิบและเชื้อเพลิงลงในเตาผลิตถ่านดูดกลิ่น การควบคุมอุณหภูมิในเตา และระยะเวลาในการผลิตถ่านดูดกลิ่น การอบรมการอัดถ่านดูดกลิ่น

(3) การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับบริบท เมืองตาลโตนด โดยเน้นรูปแบบสินค้าและผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัยเหมาะสมกับตลาด หรือกลุ่มเป้าหมาย โดยการสำรวจความนิยมหรือความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งหลักเกณฑ์รูปทรงที่เหมาะและมีประสิทธิภาพในการดูดซับกลิ่น เนื่องจากการพิจารณาจากลักษณะรูปทรงที่ทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับดีที่สุด เป็นเกณฑ์ในการออกแบบรูปแบบสินค้าและผลิตภัณฑ์ถ่านดูดกลิ่น

กำหนดการอบรมการจัดอบรมเชิงปฏิบัติ: การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยี
การผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด
ระหว่างวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2560
ณ. ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 พื้นที่ตำบลบ้านกุม อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

หลักสูตรที่ 1 : การอบรมภาคทฤษฎีสร้างความรู้และสร้างความเข้าใจการผลิตถ่านที่มีความพรุนสูง คุณสมบัติของถ่านดูดกลิ่นที่ดี วิธีการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการทำงานของถ่านดูดกลิ่น

เวลา	08.30-09.00 น.	ลงทะเบียน รับเอกสาร
	09.00-10.00 น.	ชมวีดีโอ ประโยชน์ของถ่านดูดกลิ่น ธุระกิจถ่านดูดกลิ่นในตลาด
	10.00-12.00 น.	ถ่ายทอดความรู้และสร้างความเข้าใจการผลิตถ่านที่มีความพรุนสูง คุณสมบัติของถ่านดูดกลิ่นที่ดี วิธีการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการทำงานของถ่านดูดกลิ่น (ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง)
	12.00-13.00 น.	--- พักรับประทานอาหารว่าง ---

หลักสูตรที่ 2 : อบรมภาคปฏิบัติการ กระบวนการผลิตการผลิตถ่านดูดกลิ่นจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟและใบชา

เวลา	13.00-16.00 น.	- การสร้างเตาผลิตถ่านดูดกลิ่น - การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการผลิตถ่านดูดกลิ่น การอัดแท่ง การกำจัดความชื้นที่เหมาะสมในการผลิตถ่านดูดกลิ่น (อาจารย์พิทักษ์ อุปัญญ์) - บรรจุภัณฑ์ถ่านดูดกลิ่น (ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง)

ภาพที่ 3.8 การอบรมภาคทฤษฎี วิธีการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการทำงานของถ่านดูดกลิ่น ณ.ที่ทำการผู้ใหญ่บ้าน หมู่ที่ 2 บ้านกุม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 3.9 การอบรมภาคปฏิบัติการการผลิตการผลิตถ่านดูดกลิ่น ณ.ที่ทำการผู้ใหญ่บ้าน หมู่ที่ 2 บ้านกุม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี

3.6.3 วิเคราะห์คุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) สุ่มเก็บตัวอย่างถ่านดูดกลิ่น เพื่อวิเคราะห์คุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

3.6.4 ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภค และสร้างกลไกตลาด การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์สินค้า ให้เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง

3.7 การประเมินผลสำเร็จของโครงการ มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

(1) จำนวนผู้เข้ารับการอบรมประเมินจากจำนวนผู้เข้าอบรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของกลุ่มเป้าหมาย

(2) การวัดความรู้/ความเข้าใจในการในกระบวนการผลิตถ่านดูดกลิ่น ประเมินจาก ผลการประเมินความรู้ความเข้าใจหลังการอบรมของผู้เข้าร่วมการอบรมที่มีคะแนนอยู่ในระดับดีมาก (คะแนนร้อยละ80 ขึ้นไป) มีจำนวนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนผู้เข้าอบรมในแต่ละครั้ง

(3) ความสนใจที่จะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเกษตรกรรม ประเมินจากจำนวนผู้เข้าอบรมที่มีความสนใจในการนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไปใช้ในพื้นที่ตนเองจำนวนร้อยละ 80 ของผู้เข้าร่วมการอบรม

(4) ความยั่งยืนของการอบรม วัดจากจำนวนผู้เข้ารับการอบรมที่มีการนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดผลิตถ่านดูดกลิ่นจากจำหน่ายอย่างต่อเนื่อง

(5) ประเมินจากความพึงพอใจของผู้บริโภคถึงประสิทธิภาพของถ่านดูดกลิ่น ต้นทุนกำไรยอดจำหน่าย

บทที่ 4
ผลการดำเนินการ และวิจารณ์ผล

การดำเนินกิจกรรมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มีรายละเอียดผลการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

4.1 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม

กลุ่มเป้าหมายของโครงการนี้ มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมการอบรมทั้งสิ้น 38 คน ซึ่งน้อยกว่าที่ตั้งเป้าหมายไว้ เนื่องจากในช่วงดังกล่าวเกษตรกรต้องลงแปลงทำนาข้าว และในวันอบรมฝนตกหนัก ทำให้ผู้เข้ารับการอบรมจากที่ได้แจ้งผ่านกำนันและผู้ใหญ่บ้านแล้ว ไม่สะดวกในการเดินทางมาร่วมการอบรมได้ ส่งผลให้มีเฉพาะแกนนำและผู้ที่สนใจในพื้นที่ใกล้ที่อบรมเข้าร่วมกิจกรรมได้ คิดเป็นร้อยละ 60 ของผู้เข้ารับการอบรม

ตารางที่ 4.1 ความถี่ในการเข้าร่วมการอบรมจำแนกตามกลุ่มเป้าหมาย

ที่	ชื่อ-นามสกุล	ที่อยู่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	กิจกรรม				
การผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด						ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	ที่ 5
1	สมจิตร กองแก้ว	76/1	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
2	ละม้าย สะธรรม	26	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/		/	/
3	สวง แพสิน	39	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
4	สุนาฏ รอดทุกข์	40	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
5	พิมพ์ ภู่พวง	74	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
6	บรรเจิด สะธรรม	101/1	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
7	พัชริน คลับคล้าย	28	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
8	สิทธิโชค เครื่องทิพย์	16	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
9	จง เครื่องทิพย์	76/2	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
10	ฐิติรัตน์ โพธิ์บำรุง	92	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
11	บังอร สุกเหลือง	38	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
12	วรพรรณ คลับคล้าย	127	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
13	จิราพร โพธิ์งาม	94	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
14	สายสร้อย ทับเพียง	101	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
15	พรเพ็ญ รอดทุกข์	40/1	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
16	รุ่ง พิมาน	14/2	บ้านกุ่ม	เมือง	เพชรบุรี	/	/	/	/	/

17	ธัญวรรณ บัวพลู	101/2	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
18	ลาภ พริ้งรักษา	12	บ้านกุ่ม	เมือง	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
19	ศรีไพล พุ่มสมบัติ	50	บ้านกุ่ม	เมือง	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
20	กิตติชัย อยู่ทอง	10	บ้านกุ่ม	เมือง	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
21	สมจิตร กองแก้ว	76/1	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
22	ละม้าย สะธรรม	26	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
23	สวง แพสิน	39	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
24	สุนาฏ รอดทุกข์	40	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
25	พิมพ์ ภู่พวง	74	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
26	บรรเจิด สะธรรม	101/1	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
27	พัชริน คลับคล้าย	28	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
28	สิทธิโชค เครื่องทิพย์	16	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
29	จง เครื่องทิพย์	76/2	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
30	ฐิติรัตน์ โพธิ์บำรุง	92	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
31	บังอร สุกเหลือง	38	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
32	วรพรรณ คลับคล้าย	127	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
33	จิราพร โพธิ์งาม	94	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
34	สายสร้อย ทับเพียง	101	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
35	พรเพ็ญ รอดทุกข์	40/1	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
36	ธัญวรรณ บัวพลู	101/2	ถ้ำรงค์	บ้านลาด	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
37	รุ่ง พิมาน	14/2	บ้านกุ่ม	เมือง	เพชรบุรี	/	/	/	/	/
38	ลาภ พริ้งรักษา	12	บ้านกุ่ม	เมือง	เพชรบุรี	/	/	/	/	/

เมื่อจำแนกความถี่ในการเข้าร่วมการอบรมการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด ในภาคทฤษฎีสร้างความรู้และสร้างความเข้าใจการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 การเผาถ่านที่มีความพรุนสูง คุณสมบัติของถ่านดูดกลิ่นที่ดี วิธีการผลิตถ่านดูดกลิ่น และหลักการทำงานของถ่านดูดกลิ่น และในภาคปฏิบัติการ กระบวนการผลิตการผลิตถ่านดูดกลิ่นจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟและ ใบชา ในการสร้างเตาผลิตถ่านดูดกลิ่น การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการผลิตถ่านดูดกลิ่น ความชื้นที่เหมาะสมตามมาตรฐานถ่านดูดกลิ่น และบรรจุภัณฑ์ถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟ และกากใบชา

พบว่าจำนวนผู้เข้าร่วมการอบรมตลอดโครงการจำนวน 38 คน มีความถี่ในการเข้าร่วมการอบรมในกิจกรรมทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ มีความสนใจและให้ความสำคัญกับการอบรมในระดับมากที่สุด (ความถี่ในการเข้าอบรมร้อยละ 100) (ตารางที่ 4.1) ในขณะที่กิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการการผลิตถ่านดูดกลิ่น ในกิจกรรมการสร้างเตาถ่าน การผสมวัตถุดิบ การอัดแท่งถ่านดูดกลิ่น การตาก บรรจุภัณฑ์ และ

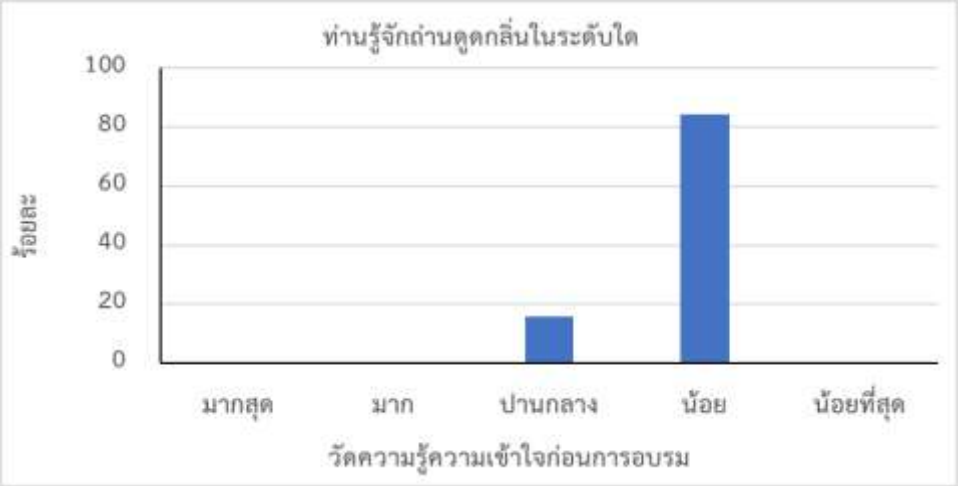
กิจกรรมร่วมสร้างตลาดและวิเคราะห์สภาพปัญหาในกระบวนการผลิตร่วมกัน พบว่ามีความถี่ในการเข้าร่วมอบรมในระดับมากที่สุด (ความถี่ในการเข้าอบรมร้อยละ 100) จำนวน 38 คน (ตารางที่ 4.2) เช่นกัน

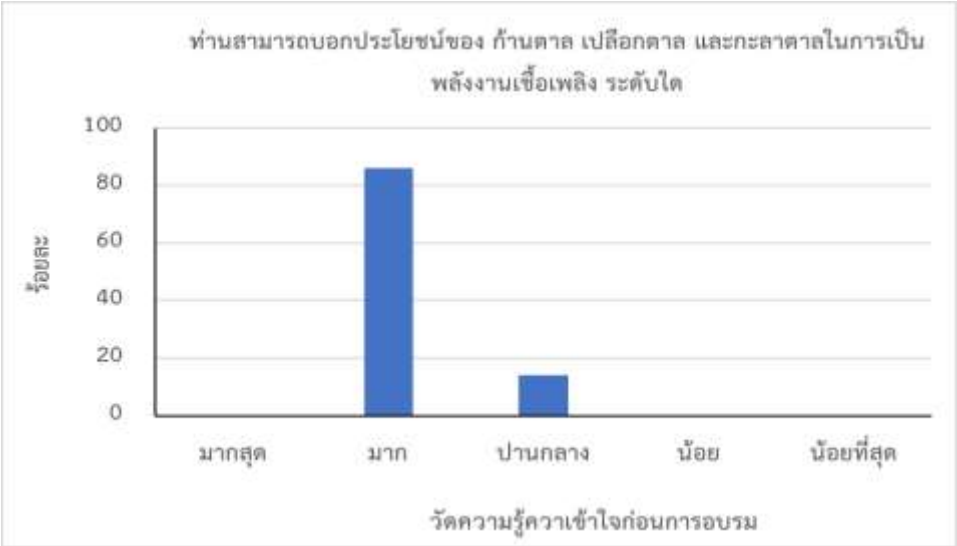
4.2 ผลการประเมินผู้เข้ารับการอบรม

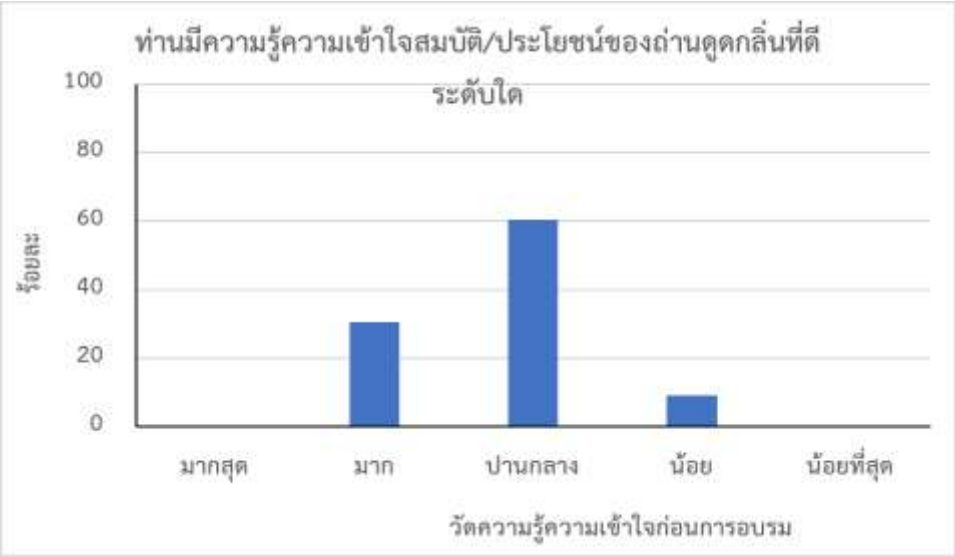
การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด ได้มีการประเมินความเข้าใจในกิจกรรม 2 ส่วนได้แก่ ส่วนแรกภาคทฤษฎีสร้างความรู้และสร้างความเข้าใจการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 การเผาให้มีความพรุนสูง คุณสมบัติของถ่านดูดกลิ่นที่ดี วิธีการผลิตถ่านดูดกลิ่น และหลักการทำงานของถ่านดูดกลิ่นและในภาคปฏิบัติการ กระบวนการผลิตการผลิตถ่านดูดกลิ่นจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟและ ใบชา ในการสร้างเตาผลิตถ่านดูดกลิ่น การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการผลิตถ่านดูดกลิ่น ความชื้นที่เหมาะสมตามมาตรฐานถ่านดูดกลิ่นและบรรจุภัณฑ์ถ่านดูดกลิ่น และส่วนที่ 2 อบรมเชิงปฏิบัติการการผลิตถ่านดูดกลิ่น ในกิจกรรมการสร้างเตาถ่าน การผสมวัตถุดิบ การอัดแท่งถ่านดูดกลิ่น การตาก บรรจุภัณฑ์ และกิจกรรมร่วมสร้างตลาดและวิเคราะห์สภาพปัญหาในกระบวนการผลิตร่วมกัน โดยใช้แบบสอบถาม การสังเกตจากการปฏิบัติ และการสัมภาษณ์ (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก) โดยมีผลการประเมินดังต่อไปนี้

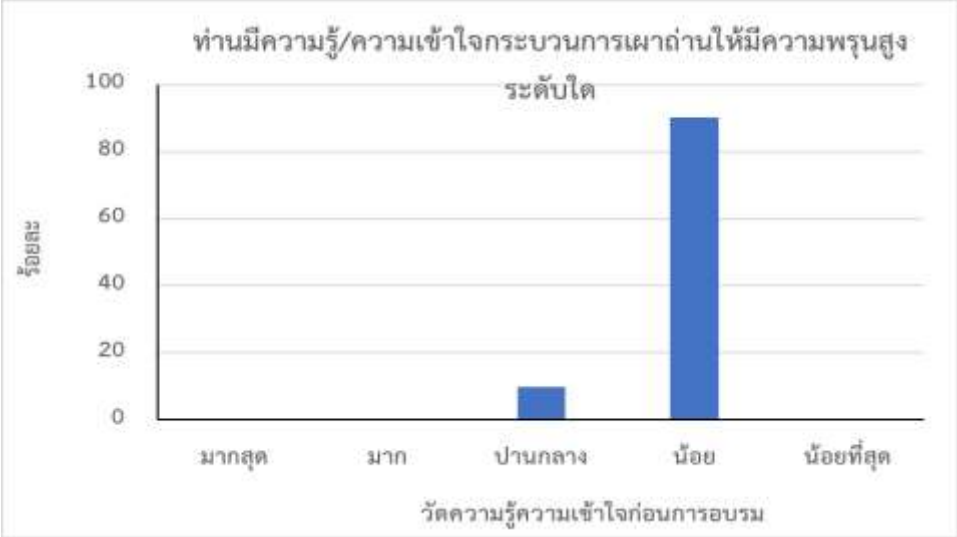
ก่อนการจัดอบรมมีผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติ: การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนดก่อนการอบรม ในภาคทฤษฎีความรู้ความเข้าใจ การผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 ของเนื้อหาการเผาให้มีความพรุนสูง คุณสมบัติของถ่านดูดกลิ่นที่ดี วิธีการผลิตถ่านดูดกลิ่น และหลักการทำงานของถ่านดูดกลิ่นและในภาคปฏิบัติการ กระบวนการผลิตการผลิตถ่านดูดกลิ่นจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟและ ใบชา ในการสร้างเตาผลิตถ่านดูดกลิ่น การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตถ่านดูดกลิ่น และการผลิตถ่านดูดกลิ่น ความชื้นที่เหมาะสมตามมาตรฐานถ่านดูดกลิ่น และบรรจุภัณฑ์ถ่านดูดกลิ่น มีผู้เข้าร่วม 38 คน สามารถเก็บแบบประเมินได้ครบทุกคน (ร้อยละ 100) จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่า ก่อนเข้ารับการอบรมในครั้งนี้ ผู้เข้ารับการอบรมส่วนใหญ่ มีระดับความรู้ ความเข้าใจหรือรู้จักถ่านดูดกลิ่นในระดับน้อยถึงร้อยละ 84.18 และระดับปานกลางร้อยละ จากการสัมภาษณ์ทราบว่าถ่านสามารถช่วยในการดูดกลิ่น แต่ไม่ให้ความสำคัญและไม่เคยทดลองนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในขณะที่ผู้เข้ารับการอบรมทราบถึงประโยชน์ของก้านตาล เปลือกตาล และกะลาตาลในการเป็นพลังงานเชื้อเพลิงให้ความร้อนสูงในการหุงต้มและนิยมใช้ถ่านกระลาตาลเป็นเชื้อเพลิงในการทำขนม ดังนั้นส่วนใหญ่จะทราบถึงประโยชน์ของก้านตาล เปลือกตาล และกะลาตาลในการเป็นพลังงานเชื้อเพลิงในระดับมากร้อยละ 85.92 และระดับปานกลางเพียงร้อยละ 14.08 นอกจากนั้นจากการสำรวจถ่านเชื้อเพลิงจากกะลาตาลมีราคาสูงถุงละ 5 กิโล 200 บาท (กิโลกรัมละ 20 บาท) เช่นเดี่ยวกันผู้เข้ารับการอบรมส่วนใหญ่พอที่จะมีความรู้ความเข้าใจในสมบัติ/ประโยชน์ของถ่านดูดกลิ่นที่ดีในระดับปานกลางถึงร้อยละ 60.24 และระดับดีร้อยละ 30.52 จากที่สัมภาษณ์ พอสรุปได้ว่าถ่านดูดกลิ่นที่ในความเข้าใจของผู้เข้ารับการอบรม คือสามารถกำจัดกลิ่นอับในรถ ตู้เสื้อผ้า ตู้เย็นได้ แต่ยังไม่ทราบว่าถ่านดูดกลิ่นที่ดี

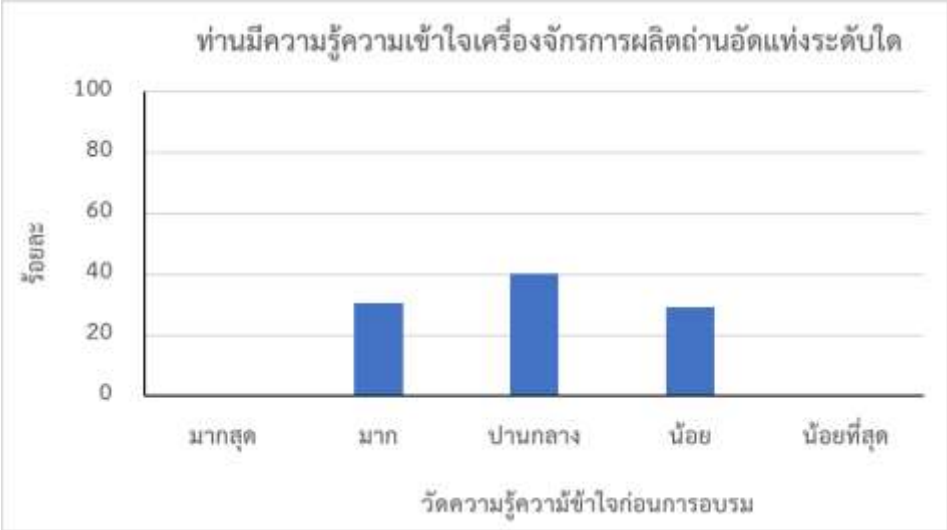
ต้องมีความพรุนสูง และค่าความชื้น ต้องไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการสัมภาษณ์ พอสรุปได้ว่าผู้เข้ารับการอบรมยังขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องของหลักการทางวิทยาศาสตร์ของประจุในการดูดซับกลิ่น ความชื้นในอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับแบบทดสอบที่ผู้เข้ารับการอบรมส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจในประเด็นกระบวนการเผาถ่านให้มีความพรุนสูง ระดับน้อยถึงร้อยละ 90.15 แต่ผลจากการถ่ายทอดองค์ความรู้การผลิตถ่านอัดแท่งจากกะลาตาลโตนด ความรู้ความเข้าใจการใช้เครื่องจักรการผลิตถ่านอัดแท่ง โดยส่วนใหญ่จะมีระดับความรู้ความเข้าใจมากถึงระดับปานกลาง เนื่องจากสมาชิกที่เข้ารับการอบรม เคยได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการจัดการองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการชุมชน ภายใต้โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม ประจำปี 2556 ในการผลิตถ่านอัดแท่ง ในนามผลิตภัณฑ์ ถ่านอัดแท่ง “คนเอาถ่าน” และในระดับน้อยส่วนใหญ่จะเป็นสุภาพสตรีและมีอายุ ในขณะที่หัวใจสำคัญของผลิตถ่านดูดกลิ่นที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พบว่าผู้เข้ารับการอบรมมากกว่าร้อยละ 90 ยังมีความรู้ความเข้าใจประเด็นความชื้นที่เหมาะสมต่อการเป็นถ่านดูดกลิ่น และความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของถ่านดูดกลิ่น ในระดับน้อย (มากว่าร้อยละ 90)

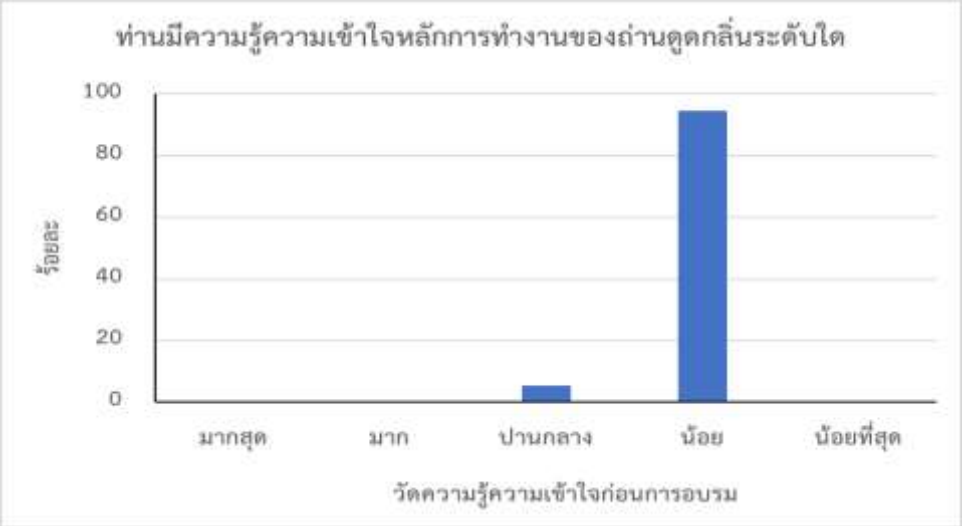


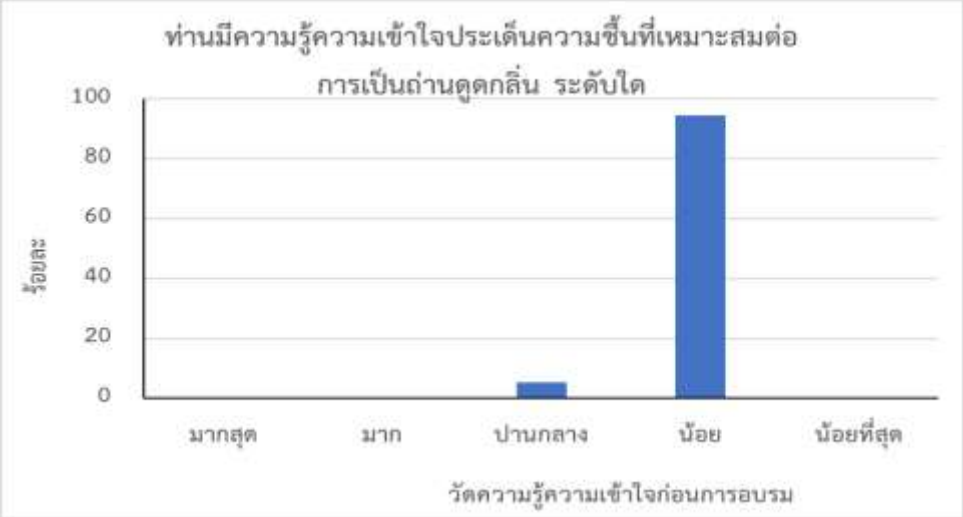



ท่านมีความรู้ความเข้าใจสมบัติ/ประโยชน์ของถ่านดูดกลิ่นที่ดี
ระดับใด
100
80
60
40
20
0
ร้อยละ
มากสุด
มาก
ปานกลาง
น้อย
น้อยที่สุด
วัดความรู้ความเข้าใจก่อนการอบรม


ท่านมีความรู้/ความเข้าใจกระบวนการเผาถ่านให้มีความพรุนสูง
ระดับใด
100
80
60
40
20
0
ร้อยละ
มากสุด
มาก
ปานกลาง
น้อย
น้อยที่สุด
วัดความรู้ความเข้าใจก่อนการอบรม


ท่านมีความรู้ความเข้าใจเครื่องจักรการผลิตถ่านอัดแท่งระดับใด
100
80
60
40
20
0
ร้อยละ
มากสุด
มาก
ปานกลาง
น้อย
น้อยที่สุด
วัดความรู้ความเข้าใจก่อนการอบรม

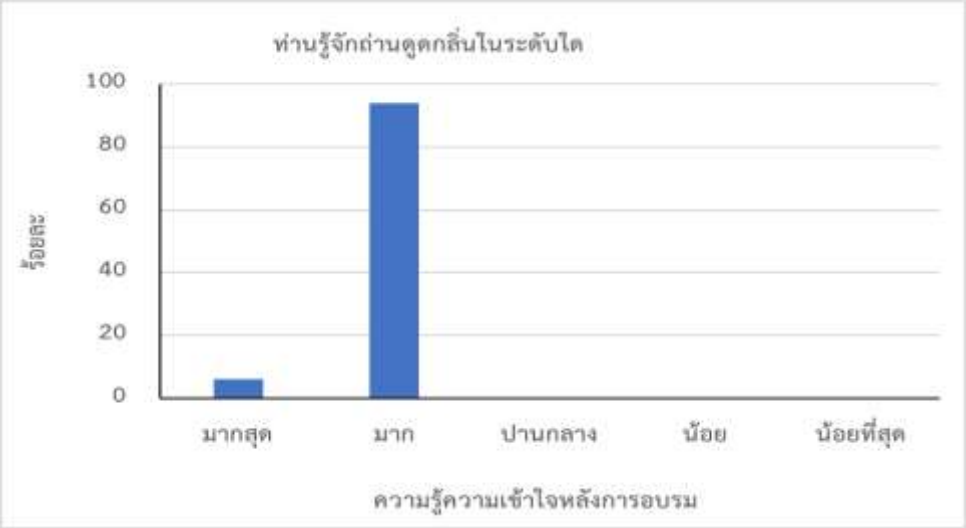


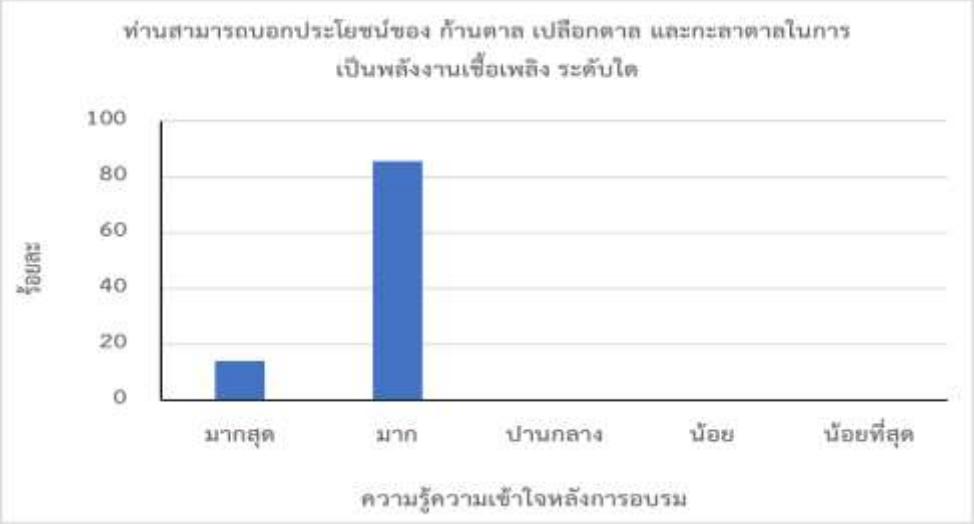


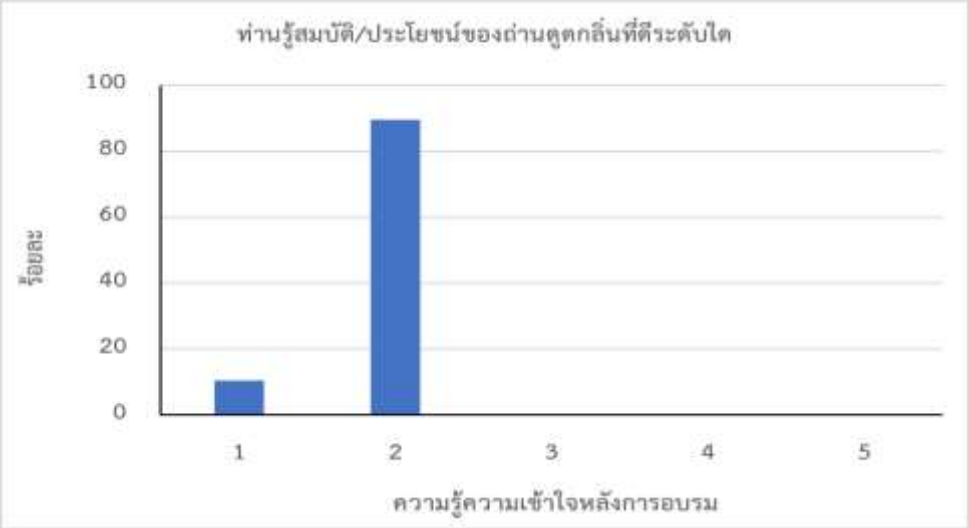
ภาพที่ 4.1 ร้อยละความรู้ความเข้าใจก่อนการอบรม การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด

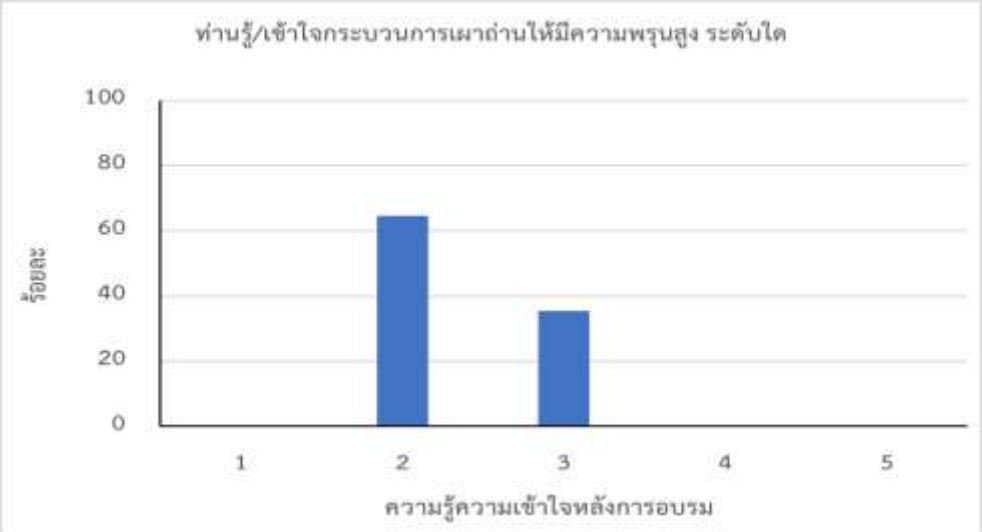
ภายหลังการเข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่าผู้เข้ารับการอบรมทั้ง 38 ราย รู้จักถ่านดูดกลิ่นในระดับมากถึงร้อยละ 93.94 และจากการสัมภาษณ์ สามารภบอกได้ว่าการใช้กะลาตาลหรือไม้ที่เป็นเนื้อแข็งจะเหมาะสมกับการถ่านดูดกลิ่นมากว่าและวิธีการเผาต้องมีอุณหภูมิสูง 600-800 องศาเซลเซียส จะทำให้มีความพรุ่นมาก และสามารถบอกประโยชน์ของ ก้านตาล เปลือกตาล และกะลาตาลในการเป็นพลังงานเชื้อเพลิงให้ความร้อนสูง แต่ประโยชน์ของวัสดุตาลโตนดสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มเป็นถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 มีราคา/มูลค่าเพิ่มกว่าเป็นเชื้อเพลิงความร้อน และสามารถบอกได้ว่าถ่านที่มีความมันวาวจะมีความพรุนสูง เพราะวิธีการเผาแบบควบคุมปริมาณอากาศ จะมีประสิทธิภาพดีกว่าถ่านไม้ทั่วไป และต้องผ่านการตากแดด ที่ 3-4 วันจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ความชื่นเหมาะสมสุด สอดคล้องกับระดับการประเมินที่จะในระดับดีมากกว่าร้อยละ 90 ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความเข้าใจและจำแนกความแตกต่างของถ่าน

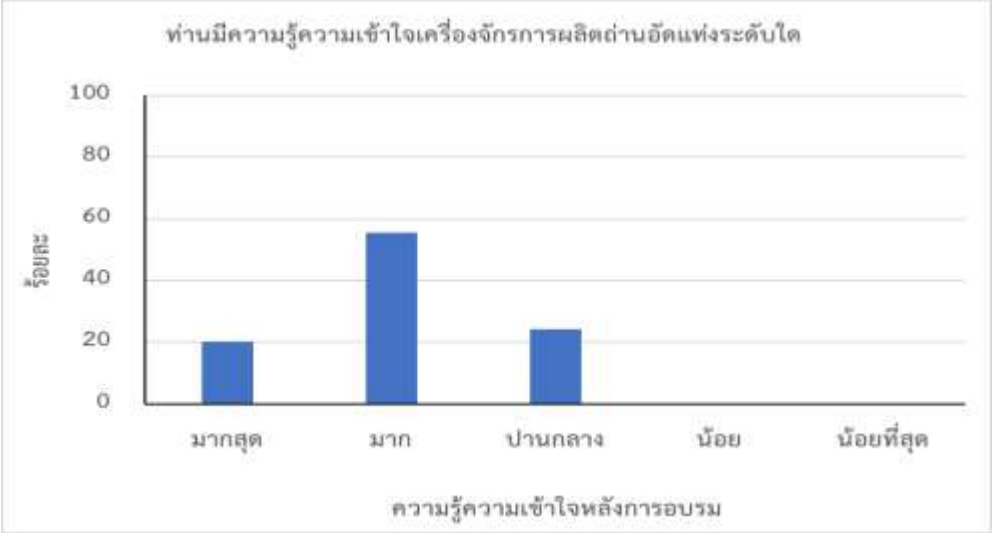
ดูดกลิ่นกับถ่านอัดแท่งของการเป็นเชื้อเพลิง และเห็นความสำคัญของกรรมวิธีการเผาถ่านที่มีประสิทธิภาพสูง ที่อุณหภูมิสูง 600-800 องศาเซลเซียส ในกระบวนการคาร์บอนไนเซชั่น (Carbonization) โครงสร้างเป็นระบบบิด ที่สามารถควบคุมอากาศได้ จึงไม่มีการลุกติดไฟของเนื้อไม้ ดังนั้นถ่านที่ได้จึงมีคุณภาพสูง และความพรุนสูง ในระดับดีมากสุด ร้อยละ 90 และระดับมากร้อยละ 10 และส่งผลให้เกิดความตระหนักถึงมูลค่าเพิ่มจากประโยชน์ของถ่านจากตาลโตนดในการเป็นถ่านดูดกลิ่นที่มีการทดสอบประสิทธิภาพดูดซับกลิ่น กำจัด/ป้องกันเชื้อโรคในอากาศ ลดกลิ่นอับชื้นในตู้เย็น รถ ตู้เสื้อผ้า ห้องนอน และที่อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน และจากกิจกรรมการอบรเชิงปฏิบัติการให้ได้ลงมือปฏิบัติ และได้เรียนรู้การผสมอัตราส่วนถ่าน แป้งมัน และน้ำ และจังหวะการป้อนถ่านเข้าเครื่องอัดแท่ง การประคองถ่านที่กำลังถูกอัดด้วยระบบเครื่องอัดระบบไฮดรอลิค ทำให้ได้เรียนรู้การใช้วัสดุ-อุปกรณ์ และเครื่องมือการผลิตถ่านอัดแท่งในการผลิตเป็นถ่านดูดกลิ่นในระดับดีมากร้อยละ 55.45 ระดับมากสุดร้อยละ 20.25 และระดับปานกลางร้อยละ 24.3 ที่ระดับปานกลางจะเป็นสุภาพสตรี และมีอายุช่วง 46 ปีขึ้นไป แต่จะมีความถนัดในการลำเลียงจัดรูปทรงถ่านก่อนเข้าตู้อบ ส่วนประเด็นสำคัญของถ่านดูดกลิ่นที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับจากถ่านที่มีความพรุนสูงจากการเผา หัวใจสำคัญนั้นคือความชื้นทั้งหมดต้องไม่เกิน 8% ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ถ่านดูดกลิ่น” ดังนั้นการตากในตู้อบในช่วงที่มีแสงแดดยาวนานกว่า 7 ชั่วโมงต่อวัน ต้องตากแดดประมาณ 3-4 วัน และช่วงที่มีแสงแดดสั้น ประมาณ 4-5 ชั่วโมงต่อวัน ต้องตากยาวนาน 1 สัปดาห์

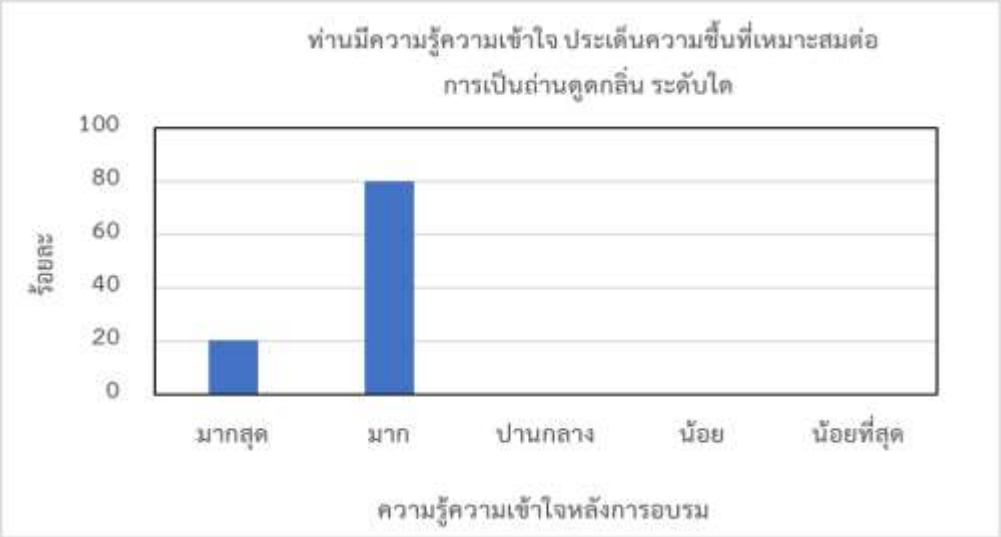


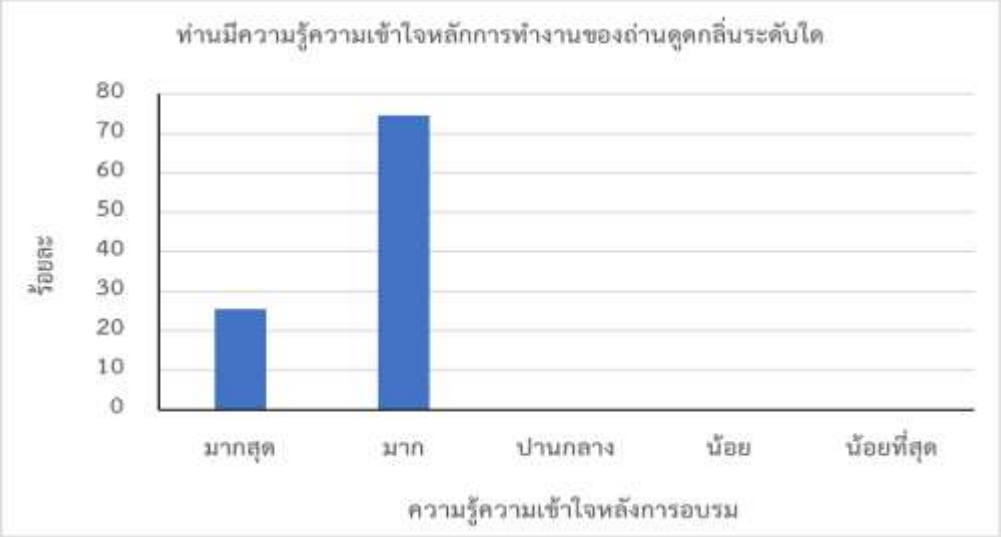

ท่านสามารถบอกประโยชน์ของ ก้านตาล เปลือกตาล และกะลาตาลในการ
เป็นพลังงานเชื้อเพลิง ระดับใด
100
80
60
40
20
0
ร้อยละ
มากสุด
มาก
ปานกลาง
น้อย
น้อยที่สุด
ความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม


ท่านรู้สมบัติ/ประโยชน์ของถ่านดูดกลิ่นที่ดีระดับใด
100
80
60
40
20
0
ร้อยละ
1
2
3
4
5
ความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม


ท่านรู้/เข้าใจกระบวนการเผาถ่านให้มีความพรุนสูง ระดับใด
100
80
60
40
20
0
ร้อยละ
1
2
3
4
5
ความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม







ภาพที่ 4.2 ร้อยละความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของกลุ่มผู้เข้ารับการอบรม การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด (ระดับคะแนนเต็มเท่ากับ 5 คะแนน)

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ
ด้านวิทยากร		
1.การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมีความชัดเจน	4.95	มากที่สุด
2. ความสามารถในการอธิบายเนื้อหาและตรงประเด็น	4.82	มากที่สุด
3. การเชื่ยมโยงเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.92	มากที่สุด
4. มีความครบถ้วนของเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.86	มากที่สุด
5. การใช้เวลาตามที่กำหนด	4.75	มาก
6. การตอบข้อซักถามในการฝึกอบรม	4.90	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	**4.87**	**มากที่สุด**
ด้านสถานที่ / ระยะเวลา / อาหาร		
1. สถานที่สะอาดและมีความเหมาะสม	4.85	มากที่สุด
2. ความพร้อมของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์	4.75	มาก
3. ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	5.00	มากที่สุด
4. อาหาร มีความเหมาะสม	5.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	**4.90**	**มากที่สุด**
ด้านความรู้ความเข้าใจ		
1. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ <u>ก่อน</u> การอบรม	34.46	น้อย
2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ หลัง การอบรม	94.62	มากที่สุด
ด้านการนำความรู้ไปใช้		
1. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการ ปฏิบัติงานได้	92.43	มากที่สุด
2. มีความมั่นใจและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้	90.15	มากที่สุด
3. คาดว่าสามารถนำความรู้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้	80.45	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	87.68	มากที่สุด

4.3 ความพึงพอใจของกลุ่มผู้เข้าร่วมรับการฝึกอบรม

จากการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจหลังจากการฝึกอบรมการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด พบว่า กลุ่มผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการมีความพึงพอใจใจด้านวิทยากร ในด้านการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมีความชัดเจน ความสามารถในการอธิบายเนื้อหาและตรงประเด็น การเชื่ยมโยงเนื้อหาในการฝึกอบรมมีความครบถ้วนของเนื้อหาในการฝึกอบรม และการใช้เวลาตามที่กำหนด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.87 อยู่ในระดับดีมากที่สุด ในประเด็นการเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร การถ่ายทอด การอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจนและตรงประเด็น ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม การตอบคำถามตลอดจนเอกสารประกอบการบรรยายมีความเหมาะสม ในระดับมากถึงมากที่สุด

จากการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจหลังจากการฝึกอบรมการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด ภาพรวมของด้านสถานที่ ระยะเวลา และอาหาร อยู่ในระดับดีมากที่สุด 4.90 ในขณะที่ด้านความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ก่อนการอบรมอยู่ในระดับน้อย เนื่องจากวิธีการผลิตถ่านดูดกลิ่นหัวใจสำคัญเรื่องของการเผาที่ทำให้เกิดความพรุนสูงและให้มีปริมาณเนื้อไม้เหลือจากการเผามากกว่าการเป็นเถา ทำให้ผู้เข้ารับการอบรมยังไม่เข้าใจกรรมวิธี แต่หลังการอบรมที่ได้มีการสร้างความรู้ความเข้าใจถึงถ่านดูดกลิ่นที่ดีจะต้องมีคุณลักษณะเช่นไร ที่เน้นกระบวนการอบรมตลอดจุดสำคัญของขั้นตอนการเผาและเปอร์เซ็นต์ความชื้นในถ่าน และสาเหตุที่ต้องมีการประยุกต์นำวัตถุเหลือทิ้งจากตาลโตนด เป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุในท้องถิ่นที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีของการเป็นถ่านให้ความร้อนสูง ร่วมกับกากกาแฟและใบชาที่เหลือทิ้ง สามารถเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจได้สูงกับประโยชน์ของถ่านดูดกลิ่นที่มีประโยชน์กับสุขภาพชีวิต พบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความตระหนักมากขึ้นจากการสังเกตุความสนใจในกิจกรรมการฝึกอบรม ส่งผลให้หลังการอบรมมีความรู้และความเข้าใจมากขึ้น และภาพรวมของผู้เข้ารับการอบรมที่ได้ประเมินความพึงพอใจด้านการนำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ มีความมั่นใจและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้ และคาดว่าสามารถนำความรู้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้ อยู่ในระดับดีมาก (ตารางที่ 4.2)

4.4 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีถ่านจากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟ และใบชา

จากตารางที่ 4.3 พบว่าทั้งกากกาแฟและกากชาที่เผาแล้ว (Carbonization) มีค่าความร้อนเพิ่มขึ้นจาก 5,712 kgcal/kg เป็น 7,412 kgcal/kg สำหรับกากกาแฟ ส่วนกากชามีค่าความร้อนเพิ่มขึ้นจาก 4,456 kgcal/kg ไปเป็น 5,650 kgcal/kg และร้อยละคาร์บอนคงตัวของกากกาแฟ และกากชาเพิ่มขึ้นจาก 19.21 ไปเป็น 73.45 และ 17.65 ไปเป็น 63.48 ตามลำดับ เนื่องจากกระบวนการคาร์บอไนซ์กากกาแฟและกากชาเป็นการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สารระเหยในกากกาแฟและกากชาออกมา จึงทำให้ปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของกากกาแฟและกากชาที่เผาได้เพิ่มสูงขึ้นด้วย และจากหัวใจสำคัญของการทำถ่านดูดกลิ่น คือค่า

ความชื้นต้องไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่ากากกาแฟอาจไม่จำเป็นที่จะต้องนำไปเผา เพราะมีค่าไม่เกินตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านดูดกลิ่น (4.13 – 5.98) ส่วนกากใบชาก่อนเผามีค่าความชื้น 8.43 เปอร์เซ็นต์ หลังการเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ส่งผลค่าความชื้นลดลงเหลือ 5.24 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลดังกล่าว ได้นำผลการทดลองไปใช้โดยประยุกต์เป็นการตากแห้งในตู้อบถ่านนาน 2 วัน ส่งผลให้ค่าความชื้นของกากกาแฟและกากใบชา มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.67 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ประหยัดเวลาและลดขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบในการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 ในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพของกากกาแฟและกากใบชา

วัสดุเหลือใช้	ความชื้น (%)	สารระเหย (%)	คาร์บอนคงตัว (%)	เถ้า (%)	ค่าความร้อน (kgcal/kg)
กากกาแฟ (ไม่เผา)	5.98	74.12	19.21	1.65	5,712
กากใบชา (ไม่เผา)	8.43	62.56	17.65	5.32	4,456
กากกาแฟ (เผา)	4.13	10.87	73.45	6.10	7,412
กากใบชา (ไม่เผา)	5.24	16.38	63.48	10.97	5,650
กะลาตาล (เผา)	4.72	15.42	78.65	5.57	7,600
ขั้วตาลและก้านตาล (เผา)	5.62	20.76	72.13	6.43	7,400

เปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล เมื่อเผาแล้วจะมีลักษณะมันเงาสีดำเข้มแตกหักง่าย (ภาพที่ 4.3, 4.4) และผลจากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน 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) พบว่าถ่านจากกะลาตาลประกอบไปด้วย ค่าความชื้น (moisture) 4.72 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า (ash) 5.57 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย (volatile matter) 15.42 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ประมาณ 78.65 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 7,600 kgcal/kg (ตารางที่ 4.2) ในขณะที่ขั้วตาลและก้านตาล ประกอบไปด้วย ค่าความชื้น (moisture) 5.62 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า (ash) 6.43 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารระเหย (volatile matter) 20.76 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) 72.13 เปอร์เซ็นต์ และค่าความร้อน (heating value) 7,400 kgcal/kg (ตารางที่ 4.3)

4.5 ผลการตรวจมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านดูดกลิ่น 3 In 1

ผลจากการส่งตรวจมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟ และกากใบชา พบว่า เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) “ถ่านดูดกลิ่น” ผลจากตรวจพบว่าลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุหรือวัสดุหุ้มห่อที่ใช้ เป็นไปตามที่กำหนด ของ มผช 180/2560 ในขณะที่ค่าความชื้นไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด เท่ากับ 6 เปอร์เซ็นต์ (ต้องไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์) ด้วยวิธี Drying Method และค่าไอโอดีน เท่ากับ ร้อยละ 205 เป็นไปตามมาตรฐาน มผช 180/2560 และภาชนะบรรจุ น้ำหนักสุทธิ เป็นไปตามที่กำหนด (ภาพที่ 4.3)

TR 099 / 60

หน้า 1/1

ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
27 ถ.อินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
โทร. (055) 416601 – 30 ต่อ 1679, 1789

รายงานผลการทดสอบ

หมายเลขวิเคราะห์ที่ ศวท.อต. 0099/60
รับตัวอย่างเมื่อ 17 ธ.ค. 60
ชื่อหน่วยงาน/ผู้ขอรับบริการ จันทร์เพ็ญ ชุมแสง

ชื่อตัวอย่าง ถ่านดูดกลิ่น
วิเคราะห์เมื่อ 20 ธ.ค.- 27 ธ.ค. 60
ที่อยู่ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ 27 ถนนอินใจมี ต. ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

ชื่อตัวอย่าง/ รหัสปฏิบัติการ	ลักษณะตัวอย่าง	รายการทดสอบ	ผลการวิเคราะห์ (หน่วย)	วิธีทดสอบ / เครื่องมือ
ถ่านดูดกลิ่น (27/12/60-0228)	มีสีดำ บรรจุใน ภาชนะปิดสนิท	1. ลักษณะทั่วไป	เป็นไปตามที่กำหนด	ตรวจตาม มผช.180/2560
		2. ภาชนะบรรจุหรือวัสดุหุ้มห่อที่ใช้	เป็นไปตามที่กำหนด	ตรวจตาม มผช.180/2560
		3. ความชื้น	ร้อยละ 6	Drying Method
		4. ค่าไอโอดีน	ร้อยละ 205	ASTM D4607-94 (1-2)
		5. ภาชนะบรรจุ	เป็นไปตามที่กำหนด	ตรวจตาม มผช.180/2560
		6. น้ำหนักสุทธิ	เป็นไปตามที่กำหนด	ตรวจตาม มผช.180/2560

หมายเหตุ: - รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
- รายงานผลการทดสอบ ต้องไม่ถูกสำเนาเฉพาะบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

ลงชื่อ .....
(นางสาวสมใจ เขียวสดใส)
นักวิเคราะห์

ลงชื่อ .....
(นางสาวมีนา กรมมี)
ทวนสอบผล/หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

ลงชื่อ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ ชุมแสง)
ผู้บริหารสูงสุดของห้องปฏิบัติการ
(ผู้อนุมัติ)

********** End of data **********

แก้ไขครั้งที่...2... ออกเมื่อ...05/01/61.....

ศวทF-5.10(1)-1/1

ภาพที่ 4.3 ใบรายงานผลการทดสอบ ถ่านดูดกลิ่น

4.6 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มทุนและผลสัมฤทธิ์เชิงประจักษ์ ถ่านดูดกลิ่น 3 In 1

การผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟ กากใบชา จำเป็นที่ต้องมีการลงทุนทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ในการผลิตถ่านอัดแท่ง (ถ่านดูดกลิ่น) เตาเผา เครื่องบดถ่านและเครื่องผสมถ่าน เครื่องอัดถ่านดูดกลิ่น ทรงหกเหลี่ยมและทรงกลม ตู้อบถ่านดูดกลิ่น เครื่องเจียร เลื่อยวงเดือน กล่องบรรจุภัณฑ์ และวัสดุอื่น ๆ เช่น แป้งมัน

จากตารางที่ 4.4 เมื่อนำมาคำนวณหาต้นทุนต่อหน่วย โดยกำหนดกำลังอัตราการผลิต วันละ 400 กิโลกรัม/วัน ระยะเวลาทำงาน 8 ชั่งโมง/วัน เมื่อกำหนดให้ใน 1 ปี ทำงาน 260 วัน (ไม่นับวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์) จะสามารถคำนวณต้นทุนโดยรวมได้ดังนี้ ซึ่งต้นทุนของวัตถุดิบเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล มีราคาต้นทุนต่อหน่วยที่เท่ากัน และผลจากการทดลองนี้ใช้อัตราแป้งมันคงที่ คือ อัตราส่วนถ่าน 10 กิโลกรัมใช้แป้งมัน 1 กิโลกรัม และน้ำอยู่ประมาณ 0.5-0.8 ลิตร ตามความเหมาะสมกับความชื้นของถ่าน ดังนั้นจึงสามารถคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละอัตราส่วนผสมคงที่ได้ประมาณ 4.93 บาท/กิโลกรัม ซึ่งคำนวณมาจาก

- ราคาต้นทุนวัตถุดิบถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อนและกะลาตาล 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 ดังนั้นจะเสียค่าไฟฟ้าในการผลิตวันละประมาณ 104.44 บาท หรือชั่วโมงละ 13.055 บาท
- ค่าแรงงานคนวันละ 200 บาท ใช้แรงงาน 3 คนต่อวัน เท่ากับ 600 บาทต่อวัน

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

เมื่อนำมาคำนวณหาต้นทุนต่อหน่วยการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด กากกาแฟ กากใบชา โดยกำหนดกำลังอัตราการผลิต วันละ 400 กิโลกรัม/วัน จะได้ถ่านอัดดูดกลิ่น 40 ก้อน ระยะเวลาทำงาน 3 ชั่งโมง/วัน เมื่อกำหนดให้ใน 1 ปี ทำงาน 260 วัน (ไม่นับวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์) จะผลิตถ่านดูดกลิ่นได้ ประมาณ 10,400 ก้อนต่อปี สาเหตุเนื่องจากการกำหนดระยะเวลาทำงาน 3 ชั่วโมงต่อวัน (จากการประชุมร่วมกันในความเป็นไปได้การดำเนินงานของกลุ่ม) เพราะถ่านดูดกลิ่นคืออาชีพเสริมของกลุ่ม อัตราถ่านที่จะนำมาใช้ในการผลิตได้ต่อวัน และประมาณการด้านการตลาดที่จะมีการจำหน่ายทั่วประเทศ

จากตารางที่ 4.4 จะมีต้นทุนเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต 117,000 บาท อายุการใช้งานเครื่องจักรทั่วไปประมาณ 10 ปี สามารถผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 ได้ 104,000 ก้อนต่อปี ราคาต้นทุนเครื่องจักรอยู่ประมาณ 2 บาทต่อก้อน และค่าบรรจุภัณฑ์ ราคาต่อใบต่อหน่วยละ 20 บาท

จากตารางที่ 4.5 ต้นทุนผันแปรของวัตถุดิบในการะบวนการผลิต ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าแรงงาน ต่อวันของการใช้ถ่านวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด 400 กิโลกรัมต่อวัน จะสามารถผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 ได้ 40 ก้อนต่อวัน ราคาต้นทุนผันแปรจะตกที่ราคาก้อนละ 31.81 บาท

รวมราคาต้นทุนเครื่องจักและอุปกรณ์การผลิตต่อหน่วยต่อก้อน 2 บาทต่อก้อน ต้นทุนผันแปรเท่ากับ 31.81 บาท และค่าบรรจุภัณฑ์ต่อหน่วย 20 บาท รวมต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 53.81 บาทต่อก้อน

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

ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 ในระยะเวลา 2-3 เดือน อัตราการผลิต 40 ก้อนต่อวัน 867 ก้อนต่อเดือน ราคาจำหน่ายก้อนละ 80-100 บาท สามารถคืนทุนต้นเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตได้ ที่มีต้นทุนการผลิตทั้งหมดก้อนละ 53.81 บาท กำไรก้อนละ 46 บาท หรืออาจกล่าวได้ว่ากำไรต่อวัน ของการทำงานวันละ 3 ชั่วโมง ได้กำไร 1840 บาทต่อวัน ต่อเดือนประมาณ 55,000 บาท หรือปีละ 660,000 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.4 แสดงรายการราคาต้นทุนคงที่ของเครื่องผลิตถ่าน**ถ่านดูดกลิ่น 3 IN 1**

รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ถ่านดูดกลิ่น 3 IN 1	**ราคา (บาท)**
1. ค่าแรงและอุปกรณ์สร้างเตาผาถัง 200 ลิตร	5,000.00
2. เครื่องบดถ่าน	35,000.00
3. เครื่องอัดถ่าน	60,000.00
4. ตู้อบถ่าน	5,000.00
5. เครื่องเจียร เลื่อยวงเดือน	12,000.00
6. กล่องบรรจุภัณฑ์ 5,000 ใบๆ ละ 20 บาท	100,000.00
ราคาต้นทุนรวม	217,000.00

ตารางที่ 4.5 แสดงรายการราคาต้นทุนผันแปร ของการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 IN 1

รายการวัสดุและแรงงาน	**ต้นทุนรวม (บาท) (400kg/วัน)**
1. ค่าวัตถุดิบถ่านจากวัสดุตาลโตนด (1 กิโลกรัม 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: ผลิตถ่านดูดกลิ่นได้ 40 ก้อนต่อวัน

จากการติดตามผลหลังจากการอบรม พบว่าถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 มีการนำสินค้าว่างจำหน่ายยังร้านค้าจำหน่ายสินค้าภูมิปัญญาท้องถิ่นในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ร้านขายของฝากในจังหวัดเพรชบุรี การจำหน่ายโดยตัวแทนจำหน่าย และโรงแรม รีสอรท์ และ ออกงานของหน่วยงานในจังหวัด ภายใต้แบรด์ คนเอาถ่าน (ภาพที่ 4.4 -4.5)

ภาพที่ 4.4 การว่างจำหน่าย ร้านค้าจำหน่ายสินค้าภูมิปัญญาท้องถิ่นในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ร่วมแสดงสินค้าในงานของสำนักงานสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในงานวิจัยนวัตกรรมได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2554-2560 ได้ร่วมแสดงผลงานวิจัยขายได้ ในงาน "สุดยอด SME ส่งสุข ส่งท้าย ส่งความประทับใจตลาดคลองผดุงกรุงเกษม 2560”

ภาพที่ 4.5 จำหน่ายในร้านขายของฝากในจังหวัดเพรชบุรี และที่ทำการผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 2 เนื่องจากเป็นแหล่งเรียนรู้ของชุมขน มีการมาศึกษาดูงาน

บทที่ 5
สรุปและข้อแนะนำ

5.1 ผลการประเมินความสำเร็จของโครงการ

5.1.1 จำนวนผู้เข้ารับการอบรม

เกณฑ์การประเมิน มีจำนวนผู้เข้าร่วมการอบรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของกลุ่มเป้าหมาย เนื่องจากในช่วงดังกล่าวเกษตรกรต้องลงแปลงทำนาข้าว และในวันอบรมฝนตกหนัก และผู้เข้าร่วมการอบรมในกิจกรรมทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ มีความถี่ในการเข้าอบรมร้อยละ 100

5.1.2 ผลการประเมินการจัดอบรมเชิงปฏิบัติ: การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด

(1) เกณฑ์การประเมิน ในประเด็นท่านรู้จักถ่านดูดกลิ่นในระดับใด ก่อนการอบรมอยู่ระดับน้อยร้อยละ 84.18 หลังการอบรมภาคทฤษฎีและปฏิบัติการการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 ส่งผลให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจและรู้จักถ่านดูดกลิ่นในระดับมากถึงร้อยละ 93.94

(2) ผลการประเมินในประเด็นความสามารถในการบอกประโยชน์ของกะลาตาล ก้านตาล เปลือกตาล และกะลาตาลในการเป็นพลังงานเชื้อเพลิง ผู้เข้ารับการอบรมส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยเป็นอย่างดีทั้งก่อนและหลังการอบรม ในระดับมากร้อยละ 80

(3) ผลการประเมินในประเด็นความรู้ความเข้าใจในสมบัติ/ประโยชน์ของถ่านดูดกลิ่นที่ดีระดับใด พบว่าก่อนการอบรมผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจระดับปานกลางร้อยละ 60.24 และมาก 30.52 เมื่อใช้กระบวนสร้างความรู้ความเข้าใจ ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการส่งผลให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความเข้าใจในดับมากร้อยละ 89.44

(4) ผลการประเมินความรู้ความเข้าใจกระบวนการเผาถ่านให้มีความพรุนสูง ผู้เข้ารับการอบรมส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจในประเด็นกระบวนการเผาถ่านให้มีความพรุนสูง ระดับน้อยถึงร้อยละ 90.15 หลังการอบรมสร้างความรู้ความเข้าใจและลงมือปฏิบัติการเผาถ่านในกระบวนการคาร์บอนไนเซชั่น (Carbonization) ส่งผลให้มีความเข้าใจในระดับดีมากสุด ร้อยละ 90 และระดับมากร้อยละ 10

(5) ผลการประเมินประเด็นความรู้ความเข้าใจการใช้เครื่องจักรการผลิตถ่านอัดแท่ง โดยส่วนใหญ่จะมีระดับความรู้ความเข้าใจมากถึงระดับปานกลาง เนื่องจากสมาชิกที่เข้ารับการอบรม เคยได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดแบบมีส่วนร่วมของชุมชน

(6) ผู้เข้ารับการอบรมมากกว่าร้อยละ 90 ยังมีความรู้ความเข้าใจประเด็นความชื้นที่เหมาะสมต่อการเป็นถ่านดูดกลิ่น และความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของถ่านดูดกลิ่น ในระดับน้อย (มากว่าร้อยละ 90) หลังการอบรมผู้เข้ารับการอบรมที่เป็นสุภาพสตรี จะมีความเข้าใจถึงการ

ลดความชื้นในถ่านดูดกลิ่นในกระบวนการตากเป็นอย่างดีและสามารถอธิบายได้การตากในตู้อบในช่วงที่มีแสงแดดยาวนานกว่า 7 ชั่วโมงต่อวัน ต้องตากแดดประมาณ 3-4 วัน และช่วงที่มีแสงแดดสั้น ประมาณ 4-5 ชั่วโมงต่อวัน ต้องตากยาวนาน 1 สัปดาห์

5.1.3 ความพึงพอใจของกลุ่มผู้เข้าร่วมรับการฝึกอบรม

จากการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจหลังจากการฝึกอบรมการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด พบว่า กลุ่มผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการมีความพึงพอใจใจด้านวิทยากร ด้านสถานที่ / ระยะเวลา / อาหาร ด้านความรู้ความเข้าใจ และด้านการนำความรู้ไปใช้ ในระดับมากที่สุด และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ มีความมั่นใจและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้ และคาดว่าสามารถนำความรู้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้ โดยเฉลี่ยมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์

5.1.4 ความยั่งยืนในการนำไปใช้

จากการประเมินผลพิจารณาจากการติดตามผลในระหว่างการอบรมและภายหลังการอบรมในประเด็นของการนำความรู้จากการอบรมไปปฏิบัติจริง โดยการดำเนินการพิจารณาจากจำนวนผู้เข้ารับการอบรมที่ได้มีการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ในพื้นที่ของตนเอง ซึ่งผลการประเมินส่วนหนึ่งได้มาจากการดำเนินการตรวจพื้นที่ และสอบถามจากผู้เข้ารับการอบรม ผลการประเมิน พบว่าโครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สามารถมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการจัดการองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการ ทำให้เกิดการพัฒนาเชิงพื้นที่หลายแห่งจนอาจกล่าวได้ว่า เป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนบนพื้นฐานโจทย์วิจัยเชิงพื้นที่ที่เป็นความต้องการของเกษตรกร อีกทั้งการประยุกต์องค์ความรู้แบบบรูณาการศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การจัดการสิ่งแวดล้อม พลังงาน และสิ่งทอ อีกทั้งตาลโตนดเป็นพืชที่เกี่ยวพันในวิถีชีวิตคนไทยมาช้านาน อีกทั้งวิถีชีวิตของคนในหลายพื้นที่ผูกพันกับตาลโตนดเพราะตาลโตนดคือพืชเศรษฐกิจประจำท้องถิ่น ผนวกกับการนำเทคโนโลยี องค์ความรู้ เทคนิคการเผาถ่านในกระบวนการคาร์บอนไนเซชั่น (Carbonization) ทำให้ถ่านจากตาลโตนด มีรูพรุนสูง เนื่องจากมีองค์ประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนอยู่สูง ซึ่งสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอน จึงเป็นกลไกในการดูดซับที่เกิดจากรูพรุนของตัวถ่าน ทำให้สามารถจะดูดซับสารเคมีที่มีกลิ่น ซึ่งสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนนี้จะถูกจับติดอยู่ที่รูพรุนทำให้กลิ่นต่างๆ จางหายไปในที่สุด นอกจากนี้แล้ว กากกาแฟ และกากใบชาที่เหลือทิ้งจากร้านค้าต่างเป็นจำนวนมากมีประโยชน์ในการดูดซับกลิ่นและฆ่าเชื้อโรคได้อีก

5.2 แนวทางการขยายผลการดำเนินงานโครงการไปในพื้นที่อื่น ๆ

จากผลการดำเนินโครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด เพื่อการส่งเสริมอาชีพและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยการจัดการองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการ ผนวกกับความตั้งใจและการยอมเปลี่ยนแปลงของผู้เข้ารับการอบรม ที่มีความกล้าที่ลอง กล้าที่จะอดทน ผนวกกับโอกาสที่ทางหน่วยงานของรัฐสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้เล็งเห็นถึงผลงานเชิงประจักษ์ ได้เปิดตลาดให้กับทางกลุ่มเกษตรกรและนักวิจัยอย่างต่อเนื่อง ทำให้เป็นที่รู้จักของผู้บริโภค ผู้ประกอบการ และภาคประชาชน ในหลายจังหวัดและหลายกลุ่มที่มีตาลโตนดในท้องถิ่น เช่น สงขลา สุพรรณ เพชรบุรี และหรือการสร้างมูลค่าเพิ่มจากเศษผงถ่าน มาใช้ประโยชน์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มในวัสดุเหลือทิ้งและได้ผลิตภัณฑ์ดูดซับกลิ่นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสุขภาพ ลดการใช้สเปรย์ดับกลิ่น ในการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า หากมีการให้ความรู้ในรูปแบบที่เหมาะสมแก่เกษตรกรแล้ว เกษตรกรก็มีความพร้อมที่จะนำไปปฏิบัติจริง

5.3 ข้อเสนอแนะ

(1) ควรมีการส่งเสริม ประชาสัมพันธ์ ให้ถึงมือผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ

(2) ควรมีการส่งเสริมด้านการตลาด ให้ตรงใจผู้บริโภค เพื่อลดสารเคมีจากน้ำยาดับกลิ่น สเปรย์ปรับอากาศ

(3) หน่วยงานในท้องถิ่น และจังหวัดควรมีการส่งเสริม กลุ่ม OTOP กลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีผลงานผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถใช้เป็นสินค้าประจำจังหวัด

(4) การเลือกกลุ่มเป้าหมายในการถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัย ควรเป็นกลุ่มที่เกษตรกรมีความต้องการและไปตอบโจทย์แก้ไขปัญหา และความลงตัวทั้งศาสตร์วิชาการและอาชีพของชุมชน เพื่อนำไปตอบโจทย์ “งานวิจัยขายได้”

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. ม.ป.ป. อุตสาหกรรมเส้นด้าย. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 56 หน้า.

กัญญา เม้ามีทรัพย์. 2544. การผลิตถ่านเชื้อเพลิงจากชีวมวลและกระบวนการ Pyrolysis. วารสารประสิทธิภาพพลังงาน. 11(52): 42-48.

เกษศิรินทร์ รัทจร. 2551. การจำแนกเพศตาลโตนดโดยใช้ลักษณะพฤกษศาสตร์และเครื่องหมายเอเอฟแอลพี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา. 165 หน้า.

จรุงศักดิ์ ธรรมรักษ์. 2551. ตาลเมืองเพชร. ออนไลน์ http: // www. phetchaburi.doae.go.th (วันที่ค้นข้อมูล: 20 ตุลาคม 2551)

ชาญชัย สิริเกษมเลิศ. 2552. นวัตกรรมสิ่งทอสีเขียว. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, กรุงเทพฯ. 86-92 หน้า.

ไชยยงค์ พึ่งเกียรติไพโรจน์. 2543. เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่องการทดสอบเส้นใยสิ่งทอ. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 38 หน้า.

_____. 2543. สมบัติของเส้นใย. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

_____. 2544. เส้นด้ายและคุณสมบัติของเส้นด้าย. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

ทรงพล รดิศพงศ์. ม.ป.ป. เส้นใยกับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ (Fibers with Textile Products). ออนไลน์ http: // www. phetchaburi.doae.go.th (วันที่ ค้นข้อมูล: 20 มีนาคม 2552)

ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์. 2535. การศึกษาความเหมาะสมการปั่นด้ายผสมเศษไหมจากเปลือกรังกับใยฝ้ายหรือใยพอลิเอสเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ. 147 หน้า.

ธีระดล รุ่งเรืองกิจไกร. 2542. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์พอริเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 101 หน้า.

นฤมล เหลืองนภา. 2533. การผลิตและการใช้เนื้อตาลสุกผงในขนมไทยบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 210 หน้า.

นวลแข ปาลิวนิช. 2542. ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย. (ฉบับปรับปรุงใหม่). เม็ดทรายพริ้นติ้ง. กรุงเทพฯ. 134 หน้า.

นิรนาม. 2551. ตาล. ออนไลน์ http: // www. oknation.net/blog/coolnews. (วันที่ค้นข้อมูล: 20 ตุลาคม 2551)

บุญมา นิยมวิทย์ และ พยอม อัตถวิบูลย์กุล. 2547. ผลิตภัณฑ์จากลูกตาล. อาหาร. 34(4): 272-274 หน้า.

บรรพต เตกะจรินทร์. 2539. การผลิตเส้นด้าย. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 78 หน้า.

บุษรา สร้อยระย้า, กฤตพร ชูเส้ง และ อัชชา ศิริพันธุ์. 2550. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นใยกล้วยในเชิงอุตสาหกรรม. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, กรุงเทพฯ. 135 หน้า.

ปิฎฐะ บุนาค. 2524. ตาล. บรรณกิจเทรดดิ้ง. กรุงเทพฯ. 78 หน้า.

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2549. ตาลโตนด มรดกพืชจากบรรพบุรุษ แหล่งสร้างงานสร้างรายได้. เพชรกะรัต จำกัด. กรุงเทพฯ. 58 หน้า.

พรรณราย รักษ์งาม. 2548. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา ทดสอบสิ่งทอทางฟิสิกส์.ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุร

พรรณิภา โสตถิพันธุ์ และคณะ. 2547. วัฒนธรรมตาลโตนด กระบวนการสร้างชุมชนเข้มแข็ง. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

พิทักษ์ อุปัญญ์ และคณะ. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบรูณ์ การศึกษาการเพิ่มมูลค่าเส้นใยตาลและศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ผ้าทอจากใยตาล. กรมอาชีวศึกษา, กรุงเทพฯ.

พิทักษ์ อุปัญญ์ และ จันทร์เพ็ญ อุปัญญ์. 2553. รายงานวิจัยฉบับสมบรูณ์ การพัฒนาเส้นใยตาลในเชิงอุตสาหกรรมสิ่งทอ. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, กรุงเทพฯ.

———. 2553. เสวนาเผยแพร่ผลงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นใยตาลในเชิงอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. โครงการภายใต้แผนแม่บทโครงสร้างพื้นฐานทางปัญญาประจำปี 2553” จาก เส้นใยสร้างสรรค์...สู่ นวัตกรรมสิ่งทอรักษ์โลก วันที่ 13 ตุลาคม 2553 ณ ห้องมีทติ้งรูม 1-2 ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์.

มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด. 2541. วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น. หอรัตนชัยการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 96 หน้า.

เมธา วรรณพัฒน์ และศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย. 2528. วิธีการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 15 หน้า.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ และคณะ. 2530. โครงการเชื้อเพลิงแข็ง. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ และคณะ. 2548. ชุดโครงการต้นแบบการใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยฯ, กรุงเทพฯ. 322 หน้า.

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. วิทยาศาสตร์เส้นใย. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 56 หน้า.

_____. 2541. วิทยาศาสตร์เส้นใย. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 156 หน้า.

สมศรี ลีปิพัฒนาวิทย์. 2529. จุลินทรีย์ในผลตาลสุก. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์. 5 (1):11-17 หน้า.

สมยศ ทุ่งหว้า. 2527. ตาลโตนด. พืชศาสตร์สาส์น. 6(4): 32-38 หน้า.

สุรพล จันทร์เรือง. 2544. ตาลโตนด. กสิกร. 74(1); 30- 52 หน้า.

สุชาดา อุชชิน และคณะ. 2548. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการต้นแบบการใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยฯ, กรุงเทพ.

สาธิต ศิริมังคมานนท์ และคณะ. 2532. ศึกษาการปรับสภาพเส้นใยรามีและลินินเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ.ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 55 หน้า.

สงคราม เสนาธรรม. ม.ป.ป. คู่มือการฝึกอบรม เทคนิคการทอผ้าด้วยมือ การออกแบบลายผ้า. ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 37 หน้า

สารานุกรมวัฒนธรรมภาคใต้. 2549. ตาลโตนด. สารานุกรมวัฒนธรรมภาคใต้ เล่มที่ 3. 1267-1272 หน้า. ออนไลน์ http://www.nfe.go.th/90/LIBRARY/INDEX/index.html, 9 (วันที่ค้นข้อมูล: 12 มิถุนายน 2551)

สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี. 2545. ตาลเมืองเพชร. เพชรบุรีการพิมพ์. เพชรบุรี. 45 หน้า.

สุนันท์ อุดมเวช. ม.ป.ป. ต้นตาลไม้ประจำเมือง ไม้สัญญาลักษณ์ ราชภัฏเพชรบุรี. ออนไลน์ www.geocities.com/BourbonSreet/Delta/7219/ Dessertslie-thaidessertlist.htm (วันที่ ค้นข้อมูล: 20 มีนาคม 2552)

อัจฉราพร ไศละสูต. 2525. การผลิตเส้นใยจากใบสับปะรดและการใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งทอ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยฯ, กรุงเทพฯ. 9 หน้า.

อัจฉราพร ไศละสูต . 2539. ความรู้เรื่องผ้า. สร้างสรรค์วิชาการ จำกัด. กรุงเทพฯ. 178 หน้า.

อภิชาติ สนธิสมบัติ. 2542. กระบวนการทางเคมีสิ่งทอ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี. 4 – 46 หน้า.

Association of official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official method of Analysis. 17th ed. AOAC international. Galthersbury, Maryand. 2087-2417. USA.

Alstrom-Rapaport, C., Lascoux, M. and Gullberg, U. 1997. Sex determination and sex ratio in the dioecious shrub *Salix viminalis* L. Theoretical and Applied Genetics. 94: 493-497 p.

Anonymous. 1988. Egg Yolk Pigmentation with Chlorophyll. F.Hottman-La Roche R Co. Ltd, Basel, Switzerland.

Akin, D.E., L.L. Rigsby and W. Perkins. 1999. Quality properties of flax fibers retting with enzymes. Textile Res. J. 68(10) : 747-753.

Buschle-Diller, G., Y.E. Mogahzy, M.K. Ingresby and S.H. Zeronian. 1998. Couring with enzymes with organic solvents and caustic soda on properties of hydrogen peroxide bleached cotton yarn. Textile Res. J. 68(12): 920-929.

Buschle-Diller, G., S.H. Zeronian, N. Pan and M.Y. Yoon. 1994. Enzymatic hydrolysis of cotton, linen, ramie and viscoserayon fiber. *Textile Res. J.* 64(5): 270-279.

Bhaduri, S.K., Sen, S.K., and Dasgupta, P.C. 1979. The nature of pineapple Zananas comosus Merr.) fiber. Ind. Pulp & Paper. 34, 15-16.

Corbman, B.P. (1983). Textile Fiber to fabric. Mc graw-hill. 6 th ed. Singapore.

Dransfield, J. and Uhl, N. W. 1998. Palmae. The Families and Genera of Vascular Plants, Heidelberg: Springer-Verlag. 306-340 p.

Ghosh, S.K. and Sinha, M.K. 1977. Assessing textile value of pineapple fibre. Ind. Text. J., 88, 111-115.

Goswarni,B.C., J.G.Martindale., and F.L. Scardino. 1977. Textile Yarns. New York.John wiley&sons. USA.

Hamilton, J.B. & Cooper, D.N.E. 1958. The radial distribution of fibres in blended yarns, Part II: Factors affects the preferential migration of components in blends, J. Tex. Inst. 49: 687-705.

Jong, T. J. and Klinkhamer, P. G. 2002. Sex ratios in dioecious plant. *In* I. C. W. Hardy (ed.) Sex Ratios Concepts and Research Methods, The Cambridge University Press , Cambridge. 349-364 p.

Kularatnam. P.K. 1971. Some Effects about the Plamara Palm (tan) its Importance Food. 3(4) : 19-23 p.

Korpelainen, H. 2002. A genetic method to resolve gender complements investigations on sex ratios in Rumex acetosa. Molecular Ecology. 11: 2151-2156 p.

Krischik, V. A., and Denno, R. F. 1990. Differences in environmental response between the sexes of the dioecious shrub, *Baccharis halimifolia* (Compositae). Oecologia. 83: 176-181 p.

Li. Y., and I. R. Harden. 1998. Treating cotton with cellulases and pectinase : effect on cuticle and fiber properties. Textile Res. J. 68(9): 671-679.

Nicotra, A. B. 1998. Sex ratio variation and spatial distribution of *Siparuna grandiflora*, a tropical dioecious shrub. Oecologia. 115: 102-113 p.

Pfaffli, l. and Marja, S. 1995. Fiber atlas Identification of Papermaking Fibers. T.E. Timell, USA.

Stana-Kleinschek, K., et al. 2001. "Reactive and Electrokinetical Properties of Different Types of Regenerated Cellulose Fibres." Colloids and Surfaces. 195: 275-284 p.

Sinha, M.K., and Ghosk, S.K. 1978. Annual report of jute technological res. laboratories, Calcutta, 14 p.

SITRA (The South India Textile Research Association). 1986. Use of unconventional fibers for the manufacture of fabrics, *In* Draft terminal report of the UNDP assisted project, Coimbatore, India.

Whitemore, T.C. 1997. Palms of Malaya. New york: Oxford University press.

Yuanming, Z., Chongwen, Y. 2001. Properties and processing of the Pineapple-leaf fiber. J of Dong Hua Univ. 18(4):24-26 p.

ภาคผนวก

แบบประเมินการอบรม และความพึงพอใจ

แบบประเมินการอบรมเชิงปฏิบัติ: การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด: ระหว่างวันที่ 7- กันยายน พ.ศ. 2560 ณ. ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 พื้นที่ตำบลบ้านกุม อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

คำอธิบาย แบบประเมินฉบับนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ขอให้ผู้ตอบแบบประเมินตอบให้ครบทั้ง 2 ตอน เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อไป

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหน้าข้อความ

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 25 ปี ☐ 25 - 35 ปี ☐ 36 – 45 ปี ☐ 46-55 ปี ☐ 56 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจ ต่อการเข้าร่วมโครงการ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ประเด็นความคิดเห็น	ความรู้ความเข้าใจก่อนการอบรม				
	มากสุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
1.ท่านรู้จักถ่านดูดกลิ่นในระดับใด					
2. ท่านสามารถบอกประโยชน์ของ ก้านตาล เปลือกตาล และกะลาตาลในการเป็นพลังงานเชื้อเพลิง ระดับใด					
3. ท่านรู้สมบัติ/ประโยชน์ของถ่านดูดกลิ่นที่ดีระดับใด					
4. ท่านรู้/เข้าใจกระบวนการเผาถ่านให้มีความพรุนสูง ระดับใด					
5. ท่านมีความรู้ความเข้าใจเครื่องจักรการผลิตถ่านอัดแท่ง ระดับใด					
6. ท่านมีความรู้ความเข้าใจ ประเด็นความชื้นที่เหมาะสมต่อการเป็นถ่านดูดกลิ่น ระดับใด					
7. ท่านมีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของถ่านดูดกลิ่น ระดับใด					

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามค่ะ

แบบประเมินการอบรมเชิงปฏิบัติ: การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด: ระหว่างวันที่ 7- กันยายน พ.ศ. 2560

ณ. ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 พื้นที่ตำบลบ้านกุม อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

<u>คำอธิบาย</u> แบบประเมินฉบับนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ขอให้ผู้ตอบแบบประเมินตอบให้ครบทั้ง 2 ตอน เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อไป

<u>ตอนที่ 1</u> สถานภาพทั่วไป

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหน้าข้อความ

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 25 ปี ☐ 25 - 35 ปี ☐ 36 – 45 ปี ☐ 46-55 ปี ☐ 56 ปีขึ้นไป

<u>ตอนที่ 2</u> ความรู้ความเข้าใจ ต่อการเข้าร่วมโครงการ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ประเด็นความคิดเห็น	**ความรู้ความเข้าใจหลังการอบรม**				
	มากสุด 5	**มาก 4**	**ปานกลาง 3**	**น้อย 2**	**น้อยที่สุด 1**
1.ท่านรู้จักถ่านดูดกลิ่นในระดับใด					
2. ท่านสามารถบอกประโยชน์ของ ก้านตาล เปลือกตาล และกะลาตาลในการเป็นพลังงานเชื้อเพลิง ระดับใด					
3. ท่านรู้สมบัติ/ประโยชน์ของถ่านดูดกลิ่นที่ดีระดับใด					
4. ท่านรู้/เข้าใจกระบวนการเผาถ่านให้มีความพรุนสูง ระดับใด					
5. ท่านมีความรู้ความเข้าใจเครื่องจักรการผลิตถ่านอัดแท่ง ระดับใด					
6. ท่านมีความรู้ความเข้าใจ ประเด็นความชื้นที่เหมาะสมต่อการเป็นถ่านดูดกลิ่น ระดับใด					
7. ท่านมีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของถ่านดูดกลิ่น ระดับใด					

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามค่ะ

แบบประเมินการอบรมเชิงปฏิบัติ: การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านดูดกลิ่น 3 In 1 จากวัสดุเหลือทิ้งตาลโตนด: ระหว่างวันที่ 7- กันยายน พ.ศ. 2560

ณ. ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 พื้นที่ตำบลบ้านกุม อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

คำอธิบาย แบบประเมินฉบับนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ขอให้ผู้ตอบแบบประเมินตอบให้ครบทั้ง 2 ตอน เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อไป

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหน้าข้อความ

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 25 ปี ☐ 25 - 35 ปี ☐ 36 – 45 ปี ☐ 46-55 ปี ☐ 56 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ ต่อการเข้าร่วมโครงการ (ต่อ)

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ ของท่านเพียงระดับเดียว

ประเด็นความคิดเห็น	ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำความรู้ไปใช้					**สรุปประโยชน์ที่ท่านได้รับจากการฝึกอบรม**
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1	.....
ด้านวิทยากร						.....
1. การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมีความชัดเจน						.....
2. ความสามารถในการอธิบายเนื้อหา						.....
3. การเชื่อมโยงเนื้อหาในการฝึกอบรม						.....
4. มีความครบถ้วนของเนื้อหาในการฝึกอบรม						.....
5. การใช้เวลาตามที่กำหนดไว้						.....
6. การตอบข้อซักถามในการฝึกอบรม						.....
ด้านสถานที่ / ระยะเวลา / อาหาร						.....
1. สถานที่สะอาดและมีความเหมาะสม						.....
2. ความพร้อมของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์						.....
3. ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม						.....
4. อาหาร มีความเหมาะสม						.....

<u>ตอนที่ 2</u> ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ ต่อการเข้าร่วมโครงการ (ต่อ)

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ ของท่านเพียงระดับเดียว

ประเด็นความคิดเห็น	ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำความรู้ไปใช้					ท่านจะนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ ได้อย่างไร
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1	....
ด้านความรู้ความเข้าใจ						.....
1. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ **<u>ก่อน</u>** การอบรม						....
2. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ **<u>หลัง</u>** การอบรม						**ความไม่พึงพอใจของท่าน ระบุ** .....
ด้านการนำความรู้ไปใช้						.....
1. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการ ปฏิบัติงานได้						....
2. มีความมั่นใจและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้						....
3. คาดว่าสามารถนำความรู้ไปเผยแพร่/ถ่ายทอดได้						....

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1. ข้อเสนอแนะ ติชม ในการอบรมครั้งนี้ ได้แก่

.....

.....

.....

.....

2. หัวข้อที่ท่านอยากให้จัดอบรมครั้งต่อไป ได้แก่

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามค่ะ