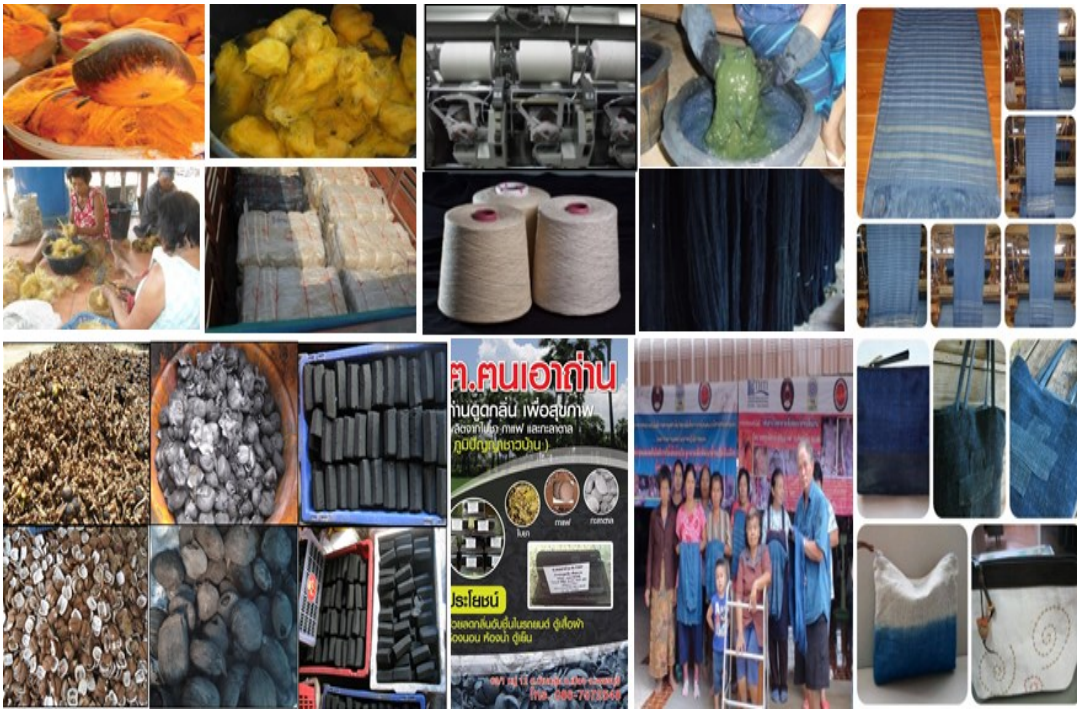
การสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนด



เผยแพร่โดยโครงการ

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการจัดการองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการชุมชน

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

กิตติกรรมประกาศ

คู่มือฉบับนี้เป็นเอกสารประกอบการอบรม “การถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการจัดการองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการชุมชน” ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยประเภทโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมายที่มีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ภายใต้โครงการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2556

คำนำ

เอกสารคู่มือ “การสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนด” เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เหลือทิ้งจากตาลโตนด คือ เส้นใยลูกตาลเพื่อนำมาผลิตเป็น **เส้นด้ายใยลูกตาล** และ**ถ่านอัดแท่ง**จากเปลือกและก้านตาลอ่อน และกะลาตาล โดยเนื้อหาสาระของคู่มือเล่มนี้ประกอบด้วยความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับตาลโตนดเส้นใยตาลโตนด ถ่านอัดแท่ง และเส้นด้ายใยลูกตาลโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้อ่านมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเพิ่มมูลค่าวัสดุที่เหลือทิ้งจากส่วนที่เหลือทิ้งจากการประกอบอาชีพเฉาะตาลอ่อน และการยี/สกัดเนื้อตาลโตนดจนได้เส้นด้ายใยลูกตาล นวัตกรรมใหม่ทางด้านสิ่งทอ และถ่านอัดแท่งที่ให้พลังงานความร้อนสูง คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ ไม่มากก็น้อย

คณะนักวิจัย
ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง
อาจารย์พิทักษ์ อุปัญญ์

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
คำนำ	2
บทที่ 1 ตาลโตนด	5
1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตาลโตนด	5
1.2 เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบผลตาลสุก	11
1.3 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของเส้นใยลูกตาล	13
บทที่ 2 เส้นใยลูกตาลวัตถุดิบผลิตเส้นด้าย	16
2.1 เส้นใยกับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ	16
2.2 การตัดและการเตรียมเส้นใยตาล	17
บทที่ 3 ถ่านอัดแท่งจากเปลือกและก้านตาลอ่อน และกะลาตาล	21
3.1 กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่ง	21
3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิง	24
3.3 สมรรถนะและมลภาวะของถ่านอัดแท่ง	26
3.4 การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านอัดแท่ง	28
3.5 การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล	30
บทที่ 4เส้นด้ายและผ้าทอเส้นใยลูกตาล	35
4.1 เส้นด้ายใยลูกตาล	36
4.2 การย้อมสีเส้นด้ายใยลูกตาลด้วยพืชในท้องถิ่น	37
4.3 การออกแบบและผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือด้วยเส้นด้ายใยลูกตาล	39
เอกสารอ้างอิง	41

บทที่ 1
ตาลโตนด

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตาลโตนด

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

ต้นตาลโตนด

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

ใบตาลโตนด มีลักษณะยาว ใหญ่ เป็นรูปพัด (flabellate หรือ fan leaf หรือ palmate leaf) ใบจะมีใบย่อยเรียกว่า segment ซึ่งจะแตกออกจากจุดๆ เดียวกันที่ปลายก้านใบ ตามขอบทางจะมีหนามทู่สีดำติดอยู่ซึ่งที่ยอดตาลประกอบด้วย ใบตาลประมาณ 25–40 ใบ ซึ่งขึ้นอยู่กับอายุของตาลโตนดใบมีสีเขียวเข้มเป็นรูปวงกลม รัศมีประมาณ 4 เมตร ถ้าตาลต้นใดไม่ได้ใช้ใบเป็นประโยชน์ ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งใบแก่มีสีน้ำตาลอ่อนและจะห้อยแนบลำต้น คลุมบริเวณคอตาลเป็นรัศมีครึ่งวงกลม ความกว้างของใบวัดได้ 50–70 เซนติเมตร ใบแต่ละใบอายุไม่เกิน 3 ปี ตาลโตนดต้นหนึ่งๆ สามารถให้ใบตาลได้ 12–15 ใบ ต่อปี ส่วนที่เป็นทางตาลบางทีอาจยาวถึง 2 เมตรทางตาลนี้จะหนาโค้งตามความยาวมีหนามแหลมรอบทั้งสองด้านโดยลักษณะของหนามเป็นฟันเลื่อยขนาดไม่สม่ำเสมอกันตาลโตนดจะผลิตใบได้ 1 ใบ ใช้เวลาประมาณ 2 เดือน

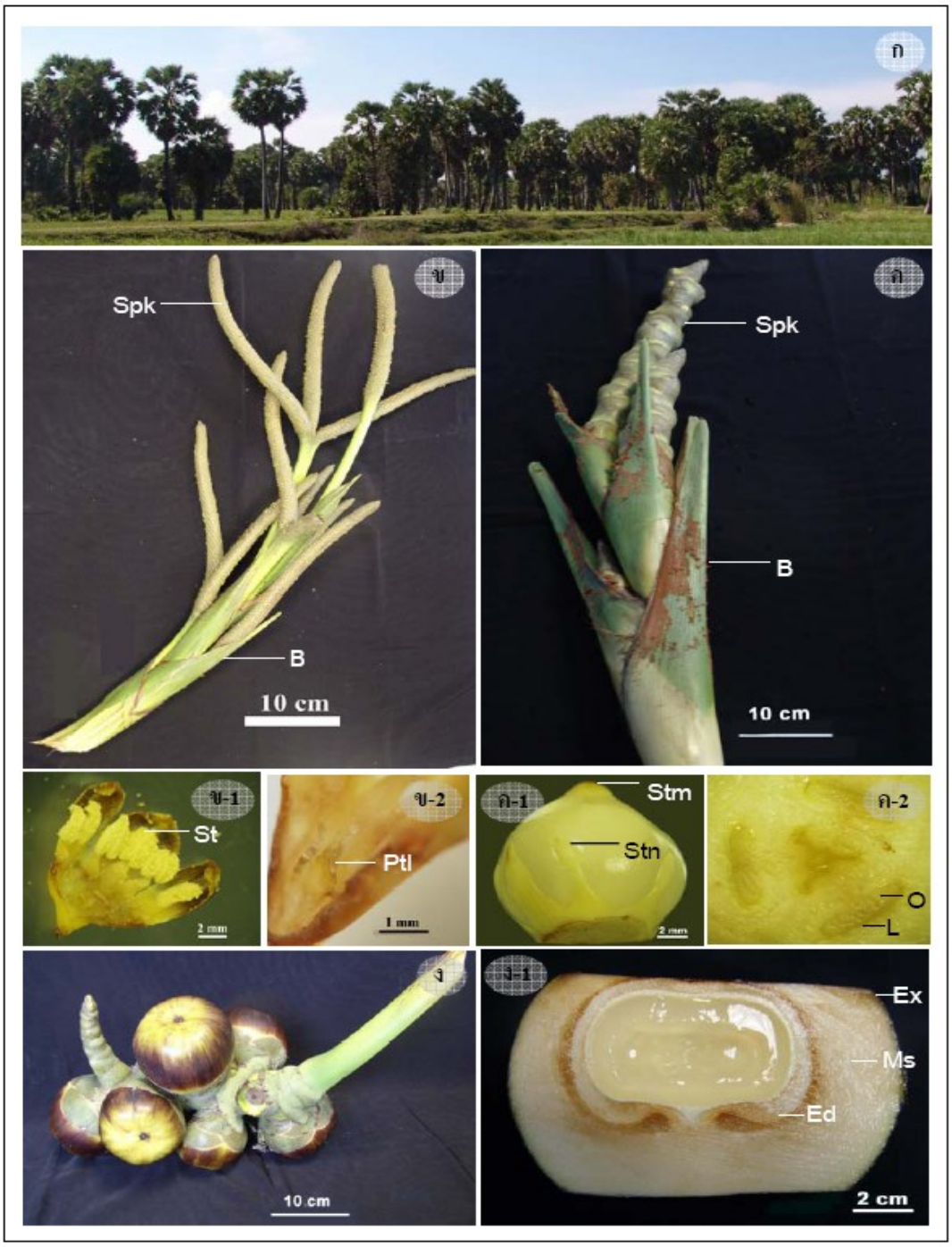
ดอกตาลโตนด ออกดอกเป็นช่อ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่คนละต้น ช่อดอกตัวผู้จะมีลักษณะเป็นงวงยาว ประมาณ 30–40 เซนติเมตร โดยมีกระโปงห่อหุ้มอยู่ภายในกระโปงจะมีช่อดอกตัวผู้ประมาณ 3–5 ช่อ การออกของกระโปงจะออกเวียนรอบคอ โดยประมาณ 10–15 กระโปงต่อต้น ใน 1 ช่อดอก ประกอบด้วยดอกตัวผู้มากน้อยแล้วแต่ความสมบูรณ์ของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียจะออกจากกระโปงเหมือนกัน จะรู้ได้ว่าเป็นดอกตัวผู้หรือดอกตัวเมียเมื่อออกกระโปงแล้วเท่านั้น จากการสังเกตลักษณะของกระโปงพบว่าถ้ากระโปงปลายแหลมจะเป็นตัวผู้ และถ้าผิวของกระโปงมีลักษณะเป็นคลื่นๆ จะเป็นตัวเมีย ช่อดอกตัวเมียจะมีลักษณะเป็นทะลายมีผลตาลเล็กๆ ติดอยู่ ถ้า 1 กระโปง มี 1 ทะลาย จะได้ทะลายที่มีผลขนาดใหญ่ เต้ามีขนาดใหญ่และสวย แต่ถ้าใน 1 กระโปงมีมากกว่า 1 ทะลาย จะได้ผลที่มีขนาดเล็ก คุณภาพของผลตาลไม่ดีเท่าที่ควร

รากตาลโตนด สามารถหาธาตุอาหารในดินได้มาก ลักษณะของรากตาลจะเป็นเสี้ยน กลมยาวรวมตัวกันเป็นกระจุกคล้ายรากมะพร้าวแต่หยั่งลงในดินได้ในระดับที่ลึกกว่า และไม่แผ่ไปตามผิวดินเหมือนรากมะพร้าวฉะนั้นจึงไม่ส่งผลต่อการรบกวนต้นข้าว เมื่อปลูกต้นตาลลงบนคันนา และรากของต้นตาลที่สามารถหยั่งลงในดินได้ลึกมากมีผลทำให้ตาลสามารถยึดกับดินได้ดีโอกาสที่จะโค่นล้มหรือถอนรากเป็นไปได้ยาก

เกษตรกรจึงนิยมปลูกต้นตาลโตนดไว้เพื่อเป็นหลักในการแบ่งเขตของคันนา หรือเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับดินในบริเวณที่ทำการทดน้ำเข้านา

ผลตาลโตนด จะเกิดกับต้นตาลที่เป็นตัวเมียเท่านั้น โดยผลจะออกเวียนรอบต้นตามกาบใบ คือ 1 กาบใบจะออก 1 กระโปง ในหนึ่งปีจะออก 10–15 กระโปง โดยภายใน 1 กระโปง จะมีช่อดอกประมาณ 1–3 ทะลาย และใน 1 ทะลาย ประกอบด้วยผลตาลอ่อนประมาณ 1–20 ผล และใน 1 ผล จะมี 2–4 เมล็ด (เต้า)ผลของตาลโตนดมีส่วนประกอบของผล สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกคือ เปลือกชั้นนอกผิวเรียบเป็นมัน เรียกว่า Exocarp ส่วนที่สอง เป็นเส้นใยเรียก Mesocarp และส่วนที่สามเป็นกะลาแข็งหุ้มเมล็ดเรียกว่า Endocarp เมื่อผลตาลแก่จัด (สุก) จะมีกลิ่นหอม และผลของเนื้อตาลสุกเหลือง จะประกอบไปด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้เนื้อตาลสุกที่อยู่รวมกันเส้นใยลูกตาลยังมีส่วนผสมของแคโรทีนอยด์ซึ่งให้สีเหลือง ใช้แต่งสีขนมต่างๆ ได้

ตาลโตนดสามารถสืบพันธุ์จากเมล็ดอย่างเดียวทำได้โดยนำเมล็ดแก่ที่ตกอยู่บริเวณตามโคนต้นมาฝังดินลึกประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากนั้น 2–3 เดือน ก็จะเริ่มงอกในระยะปีแรกๆ การเจริญเติบโตของตาลโตนดจะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยเฉลี่ยแล้วปีหนึ่งๆ จะมีใบใหม่เพิ่มขึ้นเพียง 1 ใบเท่านั้น เมื่อตาลโตนดอายุ 5–6 ปี ลำต้นจะสูง 1 เมตร หลังจากระยะนี้จะเป็นลำต้นยืดตัวสูงขึ้นปีละ 1 เมตรหลังจากระยะนี้แล้วจะเป็นลำต้นยืดตัวจะสูงขึ้นปีละ 30 เซนติเมตร ดังนั้น**ตาลโตนดเมื่อมีอายุ 10–15 ปี จะมีความสูงเพียง 4–5 เมตร ถือว่าเป็นระยะเริ่มให้ดอก นักวิจัยเชื่อว่าตาลโตนดให้ผลครั้งแรกอายุ 15–20 ปีแต่ชาวบ้านเชื่อว่าตาลโตนดจะให้ผลครั้งแรก เมื่ออายุ 15 ปี** บางที่ลดลงมาเหลือ 12 ปีทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งการงอกเยื่อหุ้มเมล็ดหรือหน่อ (opocolon) จะเจริญข้างล่างขณะที่ใบแรกของผลจะงอกออกมา จากนั้นส่วนที่สะสมอาหารภายในเมล็ดก็จะถูกย่อยกลายเป็นคาร์โบไฮเดรตอย่างง่าย โดยส่วนที่สะสมอาหารของใบเลี้ยงและคาร์โบไฮเดรตก็จะถูกนำไปสร้าง plunule และรากแขนงให้เจริญเติบโตขึ้น



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

ที่มา:เกษศิรินทร์ รัทจร. (2551)

การใช้ประโยชน์จากลูกตาล

ถึงแม้คนไทยจะรู้จักการใช้ประโยชน์จากลูกตาลมานาน แล้วแต่การนำไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อยโดยเฉพาะในปัจจุบันซึ่งลูกตาลเป็นผลไม้ที่คนไทย รู้จักนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งลูกตาลอ่อนลูกตาลเฉาะลูกตาลยีและจาวตาล

ลูกตาลเฉาะ ซึ่งตาลโตนดตัวเมียนั้นจะมี “ลูกตาล” ติดเป็นทะลาย เมื่อยังไม่แก่จัดจนสุกเหลือง ชาวบ้านก็จะตัดลงมาทั้งทะลาย แล้วนำมา “เฉาะ” ทีละลูก เพื่อให้ได้ “เต้าตาล” หรือ “ลอนตาล” ใน 1 ลูกตาล หรือ 1 ผลตาล จะมีเต้าตาลประมาณ 2-3 เต้า ชาวบ้านจะเรียกว่าลูกตาลเฉาะเมื่อลูกตาลมีอายุมากขึ้นจะมีเปลือกสีเขียวมากขึ้น เป็นระยะที่เนื้อลูกตาลอ่อน จะมีความแก่มากขึ้นเนื้อจะเหนียวนุ่มเหมาะสมที่จะนำมาทำไส้พาย หรือลูกตาลลอยแก้ว ชาวสวนจะตัดลูกตาลจากต้นไปขาย หรือทำขนมวิธีการตัดตาลจากต้นจะต้องทำอย่างระมัดระวังต้องใช้เชือกผูกทะลายตาลไว้แล้ว หย่อนลงดินการปล่อยให้ลูกตาลตกจากต้นจะต้องทำให้เต้าตาลออกการเฉาะเอาเต้าตาลออก ให้เริ่มด้วยการปาดหัวตาลด้วยมีดคมๆ สังเกตดูร่องพูตาลแล้วใช้มีดเฉาะบริเวณก้นพูที่มีเต้าตาลอยู่ตามด้วยเฉาะอีก 2 ข้างของพูใช้มีดแงะเปลือกตาลให้หมดแคะเอาเต้าตาลออกวิธีนี้ทำได้สะดวก และรวดเร็วแต่ผู้ปฏิบัติต้องมีความชำนาญในการใช้มีดมากก่อนนำเต้าตาลไปใช้ต้องปอกเปลือกที่หุ้มเต้าตาลออกไป

ลอนตาลอ่อน หรือลูกตาลเฉาะ

ลูกตาลยีลูกตาลเมื่อโตเต็มที่ จะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10–20 เซนติเมตร ผิวเหลืองจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนถึงดำขั้วยังมีสีเขียวเข้มจนถึงสีน้ำตาล บริเวณก้นเป็นปุ่มเล็กน้อยมีสีเหลืองจนถึงสีส้มเรียกว่าลูกตาลสุก คนโบราณมีวิธีตรวจสอบความสุกของผลตาลได้ง่ายเพียงแต่เอานิ้วมือกดลงบนผลตาล ถ้าผลตาลสุกจะยุบตัวลงตามแรงที่กดแสดงว่าผลตาลสุกได้ที่แล้วแกะเอาเปลือกสีดำออก จะพบเส้นใยลูกตาลและ

เนื้อสีเหลืองจนถึงสีส้มห่อหุ้มเมล็ดไว้ 3–4 เมล็ดตรงกลางระหว่างเมล็ดจะมีแกนกลางเป็นเส้นใยรวมกัน เป็นกลุ่มชาวบ้านเรียกว่าดีตาลเป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างขั้วกับผลตาล ซึ่งดีตาลมีรสขมมาก จะต้องกำจัดออกก่อนใช้ผลตาลมีขนาดแตกต่างระหว่าง 600–2,000 กรัมผลตาลสุก ประกอบด้วยขั้วตาลสุกสามารถนำไปทำดอกไม้ เปลือกตาลสุกใช้เป็นอาหารเลี้ยงวัว เมล็ดตาลที่งอกสามารถขายจาวตาล และกากใยหรือเส้นใยลูกตาลส่วนใหญ่เป็นส่วนที่เหลือทิ้งในท้องถิ่น เป็นส่วนที่ผู้วิจัยนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการเป็นวัสดุสิ่งทอทางธรรมชาติ ชาวบ้านส่วนใหญ่มีวิธีการ ยีตาลหรือการสกัดเนื้อตาลสุก

เนื้อตาลโตนดที่ได้จากการสกัด/ยีเนื้อตาลจากผลตาลโตนดสุก

จาวตาล เกิดจากผลแก่จัดของต้นตาลตัวเมีย เมื่อผลหล่นลงมาชาวบ้านจะเก็บรวบรวมกองไว้ ต่อมาต้นตาลตัวเมียจะแทงส่วนที่คล้ายรากงอกออกมาลงสู่พื้นดิน เรียกว่า “งอกตาล” ส่วนนี้จะกลายเป็นต้นอ่อนของต้นตาล เมื่อแทงยอดพ้นดินขึ้นมาจะเจริญเติบโตเป็นต้นตาลต่อไป จาวตาลนิยมนำไปเชื่อมรับประทานเป็นของหวาน “จาวตาลเชื่อม” หรือนิยมเรียกกันว่า “ลูกตาลเชื่อม”

ผลตาล หรือลูกตาลที่ยังไม่แก่จัด ถ้านำเอาส่วนของหัวตาลมาปอกผิวนอกออก แล้วหั่นออกเป็นชิ้นบางๆ ก็จะได้หัวตาลอ่อนนำไปปรุงเป็นอาหารที่มีรสอร่อย กลมกล่อม หัวตาล นิยมนำไปลอยน้ำตาลใส โดยตัดเฉพาะส่วนหัวลูกตาลที่ค่อนข้างอ่อนแล้วเอาหัวตาลอ่อนมาร้อยเข้ากับเส้นตอกเป็นพวง ประมาณพวงละ 7–10 หัว แล้วนำไปลอยน้ำตาลใสที่กำลังเคี่ยวเดือดพล่านอยู่ในกระทะ เมื่อสุกดีแล้วจึงนำขึ้นเอาไปรับประทานได้ผิวนอกของลูกตาล เมื่อเอามีดปาดออกชาวบ้านเรียกว่า “พลอมออก” นิยมนำไปเป็นอาหารสำหรับวัว มีกลิ่นหอมและรสออกหวาน

เปลือกตาลโตนด เปลือกแข็ง คือส่วนที่เป็นกะลา หลังจากที่ผ่าเอาจาวตาลออกแล้ว นิยมนำไปทำเชื้อเพลิง จะได้ถ่านสีดำที่มีเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนสูง ปัจจุบันมีผู้รับซื้อถ่านที่ผลิตได้จากเปลือกแข็งของลูกตาลจำนวนมาก เพื่อเป็นสินค้าส่งออก นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนประกอบของยาแก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และลดกรดในกระเพาะอีกด้วย ในส่วนที่เป็นกะลานั้น หากเลือกลูกที่สวยงามมาผ่าครึ่งเป็นสองฝา นำมาขัดเช็ดถูผิวนอกให้สะอาดเกลี้ยงเกลาจนขึ้นเงา ใช้เป็นของประดับ

1.2 เปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบผลตาลสุก

พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, (2554) พบว่าส่วนประกอบของผลตาลสุกตามขนาดของผลตาลที่มีน้ำหนักของผลตาลต่างกัน ระหว่าง 500–3,000 กรัม พบว่าหลังจากการปอกเปลือกสีดำของผลตาลสุกออก จะพบส่วนของเส้นใยลูกตาลและเนื้อตาลที่มีลักษณะเป็นเนื้อสีเหลืองอมส้มห่อหุ้มเมล็ดไว้ 3–4 เมล็ด ตรงกลางระหว่างเมล็ดจะมีแกนกลางเป็นเส้นใยรวมกันเป็นกลุ่ม

ผลตาลสุกจะน้ำหนักตาลทั้งผลประมาณ 1,000–3,000 กรัม จะส่งผลทำให้ร้อยละของเส้นใยลูกตาลและเนื้อตาลมีมากกว่าผลตาลที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1,000 กรัม แต่ผลตาลที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1,000 กรัมกลับส่งผลทำให้มีร้อยละของเมล็ด เปลือก และขั้วผลที่มากกว่าผลตาลที่มีน้ำตาลมากกว่า 1,000–3,000 กรัม โดยส่วนประกอบร้อยละของผลตาลสุกเมื่อแยกตามขนาดประกอบไปด้วย เปลือกตาลที่มีสีน้ำตาลจนถึงดำมีร้อยละ 4.6–6.8 (b) ขั้วตาลร้อยละ 3.0–8.5 (c) และเส้นใยลูกตาลร้อยละ 23.5–37.5 (d) เนื้อตาลร้อยละ 31.5–34.3 (e) และเมล็ดตาลร้อยละ 29.8– 35.8 (f)

ตาราง ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาด

น้ำหนักตาลทั้งผล (กรัม)	ส่วนประกอบร้อยละ				
	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 และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, (2554)

ภาพส่วนประกอบของผลตาลสุก

(a) ผลตาลสุก (b) เปลือกตาล (c) ขั้วตาล (d) เส้นใยลูกตาล
(e) เนื้อตาล (f) และเมล็ดตาล

ที่มา: พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, (2554)

1.3 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของเส้นใยลูกตาล

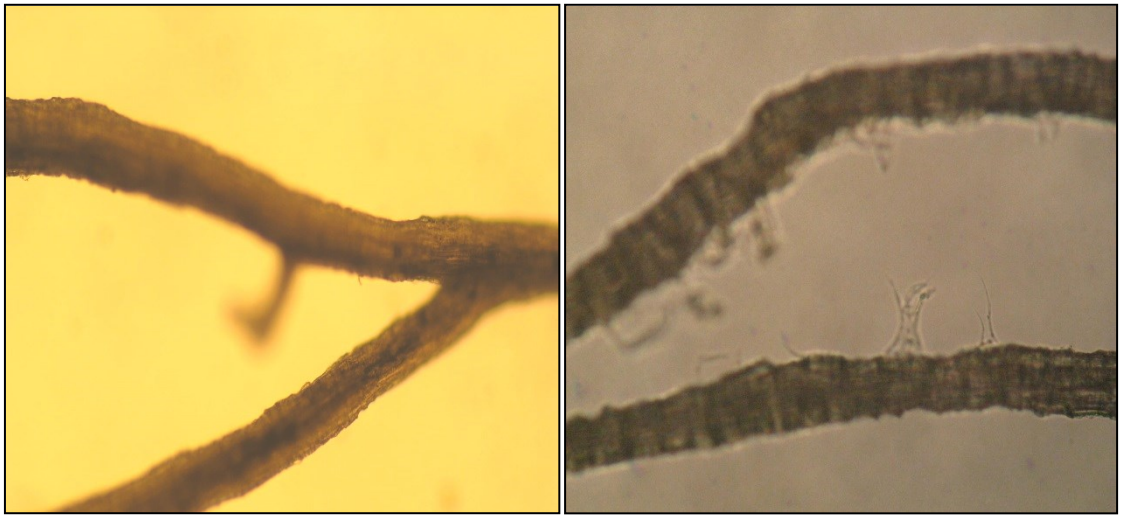
ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเส้นใยลูกตาล พบว่าเส้นใยลูกตาลที่นำมาทดลองในการวิจัยครั้งนี้ มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ปริมาณความชื้นเท่ากับ 8.9%, ปริมาณน้ำเท่ากับ 1.2%, ปริมาณเถ้า เท่ากับ 1.1%, ปริมาณไขมันและขี้ผึ้ง เท่ากับ 0.8%, ปริมาณลิกนิน เท่ากับ 12.2%, ปริมาณเซลลูโลส เท่ากับ 62.9%,ปริมาณเฮมิเซลลูโลส เท่ากับ 18.4% และปริมาณเปกตินเท่ากับ 1.6% และได้กล่าวไว้ว่าเส้นใยลูกตาลเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีปริมาณเยื่อใยหรือส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ยาก ซึ่งเป็นส่วนของผนังเซลล์พืช (เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน) ในปริมาณที่สูง ซึ่งนับได้ว่ามีบทบาทอย่างยิ่งต่อการกำหนดสมบัติของเส้นใยเพราะว่าหมู่ไฮดรอกซิล (–OH) (หน่วยของกลูโคส) เป็นการบ่งชี้ถึงสมบัติของการเป็นตัวดึงดูดน้ำ มีผลทำให้เส้นใยลูกตาลน่าจะมีความสามารถในการดูดซับน้ำ และความชื้นได้ดี และยังส่งผลทำให้เส้นใยลูกตาลมีความแข็งแรง และมีความสามารถทนต่อการย่อยด้วยกรดและด่างได้สูง ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของสารเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน แต่เส้นใย ลูกตาลอาจไม่คงทนต่อการขึ้นรา เนื่องจากเส้นใยลูกตาลเป็นเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติชนิดหนึ่งที่มีปริมาณความชื้นและน้ำอยู่ แต่สามารถป้องกันโดยการเก็บรักษาเส้นใยเมื่อแห้งสนิท ในห้องที่มีความชื้นต่ำ(พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, 2554)

ตาราง ส่วนประกอบทางเคมีของเส้นใยลูกตาล

องค์ประกอบ	เส้นใยลูกตาลก่อนการหมัก(%)
ความชื้น	6.9
เถ้า	0.9
ไขมันและขี้ผึ้ง	1.59
ลิกนิน	8.29
เซลลูโลส	57.0
เฮมิเซลลูโลส	12.4
สารประกอบเปกติน	13.3

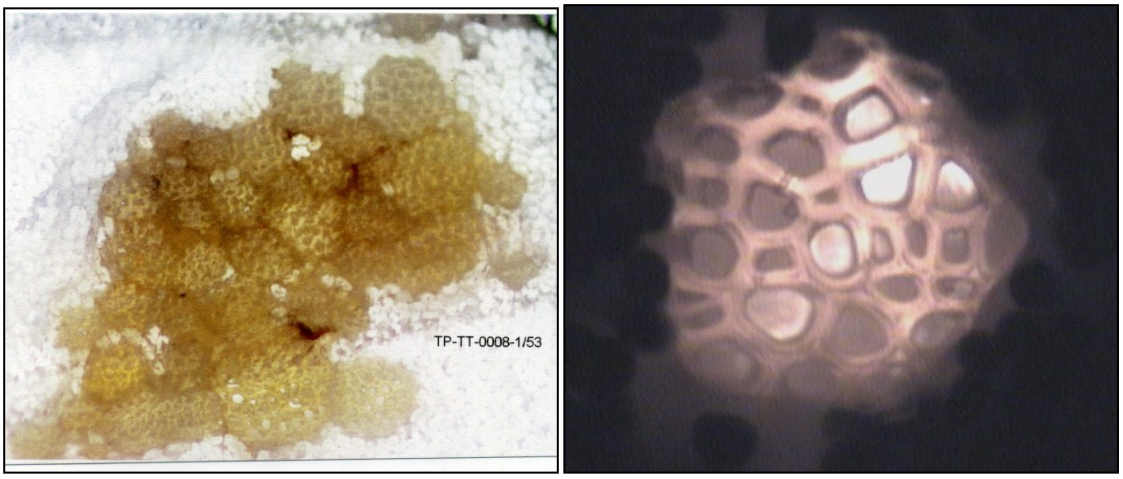
ที่มา: พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, (2554)

รูปทรงภายนอกของเส้นใยลูกตาล จากกล้องจุลทรรศน์ทำให้ทราบลักษณะภายนอก รูปร่างของเส้นใยตามความยาว ประกอบด้วยกลุ่มของเส้นใยเล็กๆ เรียงความยาวของเส้นใยเป็นรูปทรงกรวยมีลักษณะเป็นกิ่งแตกออกจากเส้นใยหลักและมีรอยหยิกงอ จัดเป็นเส้นใยสั้นดังภาพ (พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, 2554)



ภาพลักษณะภายนอกของเส้นใยตาล

รูปทรงตามภาคตัดขวางของเส้นใย (cross – section) จากกล้องจุลทรรศน์ทำให้ทราบลักษณะภายในตามภาคตัดขวางของเส้นใยลูกตาล ก่อนการหมักทางชีวภาพ มีลักษณะเป็นรูปรีเกือบกลมมีลูเมนเห็นได้ชัดเจนผนังเซลล์ค่อนข้างบาง ดังภาพ



ภาพภาคตัดขวางของเส้นใยลูกตาล

ที่มา: พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, (2554)

ความยาวของเส้นใยลูกตาล (fiber length) ผลการวิเคราะห์ พบว่าเส้นใยลูกตาลมีความยาวไม่สม่ำเสมอกัน ทั้งนี้เป็นเส้นใยธรรมชาติ อาจเนื่องมาจากอิทธิผลของปัจจัยสภาพแวดล้อม ผลจากการสังเกต พบว่าความยาวของเส้นใยลูกตาลมีความผันแปรตามขนาดลูกตาล ถ้าผลตาลที่มีขนาดใหญ่จะมีความยาวของเส้นใยยาวกว่าผลตาลขนาดเล็ก โดยเฉลี่ยมีความยาวประมาณ 11.15 เซนติเมตร แต่ความยาวของเส้นใยและการที่เส้นใยมีลักษณะเป็นกิ่งแตกออกจากเส้นใยหลักและมีรอยหยิกงอจะไปมีผลต่อกระบวนการปั้นเส้นดายแบบปลายเปิด (open–end spinning)ได้นอกจากนั้น ผลการวิเคราะห์ค่าความละเอียดของเส้นใยลูกตาล โดยเฉลี่ย เท่ากับ 9.58 ดีเนียร์ และเส้นใยลูกตาลมีค่าความเหนียว (tenacity) โดยเฉลี่ย 12.32 กรัมแรงต่อดีเนียร์ และมีค่าการยืดตัวขณะขาด (elongation) โดยเฉลี่ย 43.50% (พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, 2554)

ตารางสมบัติทางกายภาพของเส้นใยลูกตาล

สมบัติทางกายภาพ	เส้นใยลูกตาล			
	Average	MIN	MAX	S.D.
ความยาว (cm)	11.15	6.90	15.70	2.43
ความละเอียด (ดีเนียร์)	9.58	7.70	12.98	5.39
ค่าความเหนียว (tenacity) (กรัมแรงต่อดีเนียร์)	12.32	6.87	18.43	2.82
การยืดตัวขณะขาด (elongation) (%)	43.50	30.40	62.20	10.32
ปริมาณความชื้น (moisture content)	8.56	3.45	10.34	3.15

พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, (2554)

บทที่ 2
เส้นใยลูกตาลวัตถุดิบผลิตเส้นด้าย

2.1 เส้นใยกับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ (fibers with textile products)

ผลิตภัณฑ์สิ่งทอเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในการทำเครื่องนุ่งห่ม เพื่อให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายจนถึงการตกแต่ง เพื่อให้เกิดความสวยงามนอกจากนี้ยังเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อื่นๆ สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้นไม่ว่าเพื่อวัตถุประสงค์ของการใช้งานที่สะดวกขึ้น ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สิ่งทอได้เจริญก้าวหน้าไปมาก และยังได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ความนิยมของผู้บริโภคให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม นั้นหมายถึงวัตถุดิบที่เป็นธรรมชาติ และเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร มีกระบวนการผลิตที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเมื่อใช้แล้วผลิตภัณฑ์เหล่านั้นสามารถย่อยสลายได้ ดังเห็นได้จากกระแสอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการเอาใจใส่และการตื่นตัวต่อปัญหาโลกร้อนทุกภาคส่วน แม้แต่ภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอมีนโยบายเร่งส่งเสริมการศึกษาวิจัยในการหาวัสดุสิ่งทอที่เป็นธรรมชาติเพื่อทดแทนเส้นใยสังเคราะห์

<u>เส้นใยที่จะเป็นเส้นใยทางสิ่งทอ</u> ควรมีสมบัติดังต่อไปนี้

(1) ควรมีความยาวมากกว่าความกว้างหลายร้อยเท่าตัว

(2) สามารถบิดตัวรวมกันเป็นเส้นด้ายได้

(3) เส้นใยจะต้องมีความแข็งแรงและมีความยืดหยุ่นตัว

(4) มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะทนต่อกระบวนการปั่นด้ายและทอผ้า และเมื่อผลิตเป็นผืนผ้าได้แล้วจะทำให้ผ้านั้นมีความแข็งแรงเพียงพอในการใช้งานได้

(5) หากเส้นใยมีความยืดหยุ่นตัวดีจะทำให้เกิดลักษณะการพลิ้วตัวของผ้า

(6) ความยาวของเส้นใยโดยปกติแล้วเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดความยาวเส้นใยจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า1/4 ถึง1/2 นิ้วจนถึงความยาวไม่จำกัดเพื่อทำให้เกิดแรงยึดตัวกันอย่างเหมาะสมภายหลังกระบวนการปั่นด้าย

(7) ความละเอียดของเส้นใยยิ่งเส้นใยละเอียดเท่าใดผ้าจะมีความนุ่มนวล เช่นเส้นใยไหมแต่ถ้าเส้นใยที่เป็นป่านปอควรผลิตเป็นกระสอบป่านมากกว่าเสื้อผ้า เนื่องจากเส้นใยเหล่านั้นหยาบมาก

(8) ความยืดหยุ่นตัวทำให้เสื้อผ้าคงรูปร่างเมื่อมีแรงดึงยืด

(9) รอยหยิกงอเป็นสมบัติเฉพาะตัวของเส้นใยธรรมชาติจำพวกเส้นใยขนสัตว์

(10) การดูดความชื้นของเส้นใยทำให้สบายตัวเมื่อสวมใส่และลดไฟฟ้าสถิตบนเส้นใยเช่นเส้นใยสังเคราะห์ในฤดูหนาวได้ดี

(11) น้ำหนักของเส้นใยทำให้การทิ้งตัวของผืนผ้าดีขึ้นถ้าเส้นใยหนักเกินไปจะทำให้สวมใส่ไม่สบายตัวเนื่องจากน้ำหนักของผ้าถ่ายมาที่ตัวผู้สวมใส่

(12) จะต้องหาง่ายและราคาถูก

(13) จะต้องย้อมสีพิมพ์และตกแต่งได้ง่ายไม่ทำให้เกิดการติดสีที่ไม่สม่ำเสมอ

(14) ควรมีส่วนที่ไม่เป็นระเบียบอยู่ในโครงสร้างบ้างเพื่อทำให้สีสามารถแทรกซึมเข้าไปในเส้นใยได้ในกรณีที่ย้อมสีเส้นใยนั้นๆ

2.2 การตัดและการเตรียมเส้นใยตาล

1. หลังการยี/สกัดเนื้อตาล จะเห็นได้ว่าส่วนของเส้นใยลูกตาลที่ติดกับเมล็ดตาล โดยเฉลี่ยเส้นใยลูกตาลจะมีความยาวประมาณ 7–10 เซนติเมตร จัดว่าเป็นเส้นใยธรรมชาติประเภทสั้น มีเส้นใยลูกตาลจะมีสีเหลืองสด

ภาพ เส้นใยลูกตาลที่ได้หลังการยี/สกัดเนื้อตาล

2. หลังจากล้างด้วยน้ำประปา 2-3 ครั้ง หลังจากนั้นจะใช้กรรไกรตัดเส้นใยลูกตาล ให้มีความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร

ภาพ การตัดเส้นใยลูกตาลสด ที่ติดกับเมล็ดตาลภายหลังการยีเนื้อตาล ด้วยกรรไกร

3. ล้างเส้นใยลูกตาลให้สะอาดด้วยน้ำประปา

4. ตากเส้นใยกลางแดดให้แห้ง

5. การเก็บรักษาเส้นใย การอัดก้อนเส้นใยเพื่อส่งโรงงานผลิตเส้นด้าย

6. การหมักเส้นใยลูกตาลด้วยกระบวนหมักภายใต้สภาพน้ำขัง(กรณีเตรียมเส้นให้ได้คุณภาพตามโรงงานสั่งวัตถุดิบ)

นำเส้นใยลูกตาลที่ได้รวบรวมไว้ มาทำการหมักภายใต้สภาพน้ำขัง ระยะเวลาการหมัก 14 วันซึ่งในขั้นตอนการหมักจะได้รับกากน้ำตาล และไนโตรเจน (ปุ๋ยยูเรีย) ในปริมาณ 45 mgN/เส้นใยลูกตาลแห้ง 1,000 g เพื่อที่ไนโตรเจนไปเป็นแหล่งอาหารให้กับจุลินทรีย์ท้องถิ่นและใส่จุลินทรีย์ประสิทธิภาพ (effective microorganism; EM) จำนวน 20 ml (พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, 2554) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายผนังเซลล์พืชส่วนของสารอื่นๆ ที่ไม่ใช่เส้นใยหลุดออกจากเส้นใย เมื่อครบกำหนดจะนำเส้นใยมาทำความสะอาดการล้าง หมักด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม และตากแดดให้แห้ง จึงทำการอัดก้อนเส้นใยเพื่อส่งโรงงานผลิตเส้นด้ายต่อไป

บทที่ 3
ถ่านอัดแท่งจากเปลือกและก้านตาลอ่อน และกะลาตาล

ถ่านอัดแท่ง charcoal briquettes คำว่า charcoal หมายถึง ถ่าน หรือคาร์บอน ส่วนคำว่า briquette หมายถึงวัสดุที่สามารถให้ความร้อนที่มีลักษณะเป็นก้อนหรือแท่ง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือถ่านที่นำมาขึ้นรูปเป็นแท่งหรือก้อน เพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนโดยมากแล้วจะใช้สำหรับประกอบการทำอาหารปิ้ง ย่าง ถ่านอัดแท่งที่ใช้ในทางการค้า สำหรับประกอบอาหาร มีส่วนประกอบของ ถ่านจากไม้ กะลา ฟางข้าว แกลบ เศษไม้ ขี้เลื่อย ถ่านหิน biomass ฯลฯ ภาษาอังกฤษเรียกว่า mineral charcoal ส่วนนี้ใช้สำหรับเป็นเชื้อเพลิงผงแป้ง (starch) ใช้เป็นตัวยึดผงถ่านให้ยึดติดกันดีโซเดียมไนเตรท (sodium nitrate) ใช้เร่งให้ไฟแรง แวกซ์ (wax) ใช้เป็นตัวยึดผงถ่าน เป็นตัวเร่งให้ไฟแรงขึ้นแถมยังช่วยให้ติดไฟได้ง่ายอีกด้วยนอกจากนั้นอาจมีการเติม หินปูน (limestone), บอแรกซ์ (borax) หรือสารเคมีตัวอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือคุณสมบัติของถ่านให้ดีขึ้น

3.1 กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่ง

วัสดุเหลือใช้ต่างๆที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ต้องผ่านการแปรรูปให้เหมาะสมก่อนโดยมีกระบวนการแปรรูปดังนี้การผลิตถ่านการบดย่อยการผสมการอัดเป็นแท่งการทำให้แห้ง

(1) การผลิตถ่าน ถ่านคือไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบางหรือกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมากเมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการจะช่วยกำจัดน้ำน้ำมันดินและสารประกอบอื่นๆ ออกจากไม้ซึ่งถ่านที่ได้หลังการผลิตจะมีปริมาณของคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้นทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูงโดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้งสำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่านเรียกว่า carbonization ซึ่งสามารถแยกกระบวนการดังกล่าวออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือการเผาไหม้ (combustion) เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมากระหว่างการเกิด

คาร์บอนไนเซชั่น โดยให้ความร้อนกับวัสดุภายในเตาเผาถ่านใน ขั้นตอนที่ 2 จะเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อนเพื่อไล่ความชื้นออกจากเนื้อวัสดุซึ่งใน ขั้นตอนนี้จะใช้อุณหภูมิจนถึง 270 องศาเซลเซียส ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไปซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาทึบส่วนใน ขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการจะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อนโดยเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 250 – 300 องศาเซลเซียส ในระหว่างปฏิกิริยาคายความร้อนจะเกิดแก๊สต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซค์ (CO) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) นอกจากนี้ยังเกิดกรดอะซิติกเมทิลแอลกฮอล์ และสารพวกน้ำมันดินในขั้นตอนนี้องค์ประกอบที่ระเหยได้ที่ยังคงอยู่ในกระบวนการจะถูกขับออกไป จะทำให้ปริมาณคาร์บอนของถ่านเพิ่มขึ้น สำหรับใน ขั้นตอน ที่ 4 เป็นการนำผลิตภัณฑ์ถ่านมาทำให้เย็นซึ่งจะใช้เวลาหลายชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผาที่ใช้ในการผลิตคุณภาพของถ่านที่ผู้ใช้ยอมรับได้คือต้องมีปริมาณคาร์บอนคงตัว 70 เปอร์เซ็นต์สารระเหยได้ต้องน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ขี้เถ้าประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และความหนาแน่นประมาณ 0.25 – 0.30 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งถ่านจะมีสมบัติเปราะปานกลาง (กัญญา เม้ามีทรัพย์, 2544)

(2) การบดย่อย (grinding) ผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี ขนาดของผงถ่านที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่าน และวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่งวิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับ และเครื่องป่นวัสดุหรือวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการบดด้วยมือโดยอาจใช้ครกและสากเป็นอุปกรณ์ ซึ่งวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานานจากการอัดขึ้นรูปผงถ่านหินขนาดต่างๆ พบว่าในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันผงถ่านหินขนาดเล็กมีแนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่า และสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านหินอัดแท่งแตกหักได้ดีกว่าผงถ่านหินขนาดใหญ่

(3) การผสม (mixing) การผสมเป็นการผสมวัสดุที่ถูกป่นย่อยแล้วกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันง่ายขึ้นลักษณะของตัวประสานที่ดีนั้น นอกจากจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงแล้วความชื้นต้องมากพอ และสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวของถ่านได้ทั่วถึงในการทำถ่านอัดแท่งจากลิกไนท์อบ พบว่าลิกไนท์ เมื่อผ่านกรรมวิธีอบแล้วจะขาดสมบัติในการจับตัวเมื่อได้รับแรงกด ดังนั้นจึงต้องมีตัวประสานช่วยซึ่งในต่างประเทศใช้ coal tars มาผสมสำหรับประเทศไทย ได้ทดลองใช้ผลิตผลทาง

การเกษตรเป็นตัวประสาน พบว่ากากน้ำตาลและแป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ดี ถ่านอัดแท่งที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานนั้นมีค่าความร้อนสูงกว่า และมีปริมาณเถ้าต่ำกว่าถ่านอัดแท่งที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวเชื่อมประสานแต่ข้อเสียของการใช้กากน้ำตาลคือต้องใช้ปริมาณมากกว่า และเมื่อทิ้งไว้ในอากาศชื้นๆ จะดูดความชื้นจากในอากาศเข้าไปทำให้อ่อนตัวลง (วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ และคณะ, 2530) อย่างไรก็ตาม ยังมีวัสดุอีกมากมายสามารถนำมาใช้เป็นตัวประสานได้ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นก็จะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการที่จะเลือกวัสดุใดเป็นตัวประสานนั้นก็ควรพิจารณาถึงสมบัติดังต่อไปนี้ คือ ราคาถูกมีแรงยึดเกาะที่ดีไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขณะเผาไหม้และสามารถหาได้ง่าย สำหรับเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ไม่ได้ใช้ตัวเชื่อมประสานใดๆ เมื่ออัดเสร็จแล้วต้องนำไปใช้เลย เพราะมีความเปราะมากทำให้หักเป็นท่อนๆ และป่นกระจายได้ง่ายจึงไม่สามารถเก็บรักษาไว้นานๆ

(4) การอัดแท่ง (compaction) ขั้นตอนในการอัดส่วนผสมเป็นแท่งนี้เป็นขั้นตอนในการกำหนดรูปร่างและความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งโดยที่ขนาด และรูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการของผู้ใช้ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการใช้มือปั้นและอัดส่วนผสมให้เป็นแท่ง แม้ว่าแรงอัดด้วยวิธีนี้จะไม่มากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนั้นประกอบด้วย สมบัติที่เป็นปัญหาต่างๆ ทำให้จำเป็นต้องมีการลดขนาดเพื่อเพิ่มความหนาแน่นและให้ได้รูปร่างที่เหมาะสมโดยเรียกกระบวนการนี้ว่า Densification (Bhattacharya, 1990) การเพิ่มความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งเป็นการเพิ่มค่าความร้อนต่อปริมาตรของวัตถุดิบง่ายต่อการขนส่งและจัดเก็บ และเพื่อให้ได้รูปร่างและคุณภาพที่เป็นมาตรฐานการเพิ่มความหนาแน่นวิธีการอัดแท่งการอัดก้อนวัสดุต่างๆ นั้นอาจแบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ

(4.1) การอัดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วยการอัดร้อน และใช้แรงอัดสูงเหมาะสำหรับวัสดุที่มีลิกโนเซลลูโลส เช่นเศษไม้แกลบขี้เลื่อย (hot and high pressure densification) เป็นวิธีที่ใช้อย่างกว้างขวางปัจจัยที่มีผลต่อการทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้แก่

– ปริมาณความชื้น (moisture content) ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 6–12 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียกถ้าความชื้นเกิน 12 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียกจะทำให้เกิดการระเบิดที่กระบอกอัดเพราะน้ำในวัสดุ เมื่อโดนความร้อนจะกลายเป็นไอเกิดการขยายตัวในก้อนเชื้อเพลิง

– ขนาดของวัตถุดิบ (particle size) ขนาดที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 48– 52เมซ ขนาดยิ่งละเอียดพื้นที่ผิวในการยึดตัวมากให้การอัดแท่งสะดวก

- แรงดัน (pressure) ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นตามแรงดันที่ใช้

- อุณหภูมิ (temperature) วัสดุที่ใช้ในการอัดแท่งก่อนที่จะป้อนเข้าเครื่องอัดหากทำให้ร้อนที่ 200–225 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันลง 2 เท่า

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

(4.3) การตากแห้งเนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูงจึงต้องไปตากให้แห้ง เพื่อเป็นการลดความชื้นให้ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่นซึ่งวิธีที่ง่าย และถูกที่สุดสำหรับการทำให้แห้งก็ คือการนำไปผึ่งแดดประมาณ 3 – 4 วัน แต่หากใช้เป็นห้องอบโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ก็จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานให้สั้นลงนอกจากนี้ เราอาจใช้ความร้อนจากเตาเผามาไล่ความชื้น จากแท่งถ่านให้แห้ง ข้อควรระวังสำหรับวิธีนี้ก็คือต้องรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบไม่ให้สูงเกินกว่าที่ทำให้ถ่านลุกไหม้สำหรับเวลาที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นนั้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของส่วนผสมและชนิดของห้องอบที่ใช้

3.2 **การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิง**ตามมาตรฐาน ASTM

1. ความชื้น (moisture content) คือเปอร์เซ็นต์ของน้ำต่อน้ำหนัก วัสดุมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของแก๊สเชื้อเพลิงที่มีขนาดความชื้นต่ำยิ่ง จะเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบผลิตแก๊สได้มากขึ้นเท่านั้น

2. สารที่ระเหยได้ (volatile matters) หมายถึง องค์ประกอบของถ่านที่ระเหยออกมาเมื่อเผาถ่านอุณหภูมิที่กำหนดในภาชนะปิด โดยไม่รวมน้ำที่ระเหยออกมา เมื่อเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิเหนือจุดเดือดของน้ำเล็กน้อย สารระเหยที่ออกมามีทั้งที่มาจากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์สารประกอบเหล่านี้ ได้แก่แก๊สที่ติดไฟ เช่น แก๊สไฮโดรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่างๆ และแก๊สที่ไม่ติดไฟ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ ปริมาณสารระเหยในถ่านจะลดลง เมื่อถ่านมีคุณภาพสูงขึ้นด้วยเหตุนี้ปริมาณสารระเหยจึงเป็นปริมาณสำคัญในการวิเคราะห์ถ่าน

3. ปริมาณเถ้า (ash content) หมายถึงสารประกอบอนินทรีย์ที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านที่อุณหภูมิสูง

4. คาร์บอนคงตัว (fixed carbon) หมายถึงปริมาณคาร์บอนที่เหลืออยู่หลังจากที่สารระเหยออกจากถ่านแล้วจัดเป็นสารประกอบอินทรีย์ ในถ่านที่หลังจากการระเหยของสารระเหยปริมาณคาร์บอนคงที่ เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของแข็งที่ติดไฟได้ที่เหลืออยู่ในเตาเผาอัตราส่วนระหว่างปริมาณคาร์บอนคงที่ต่อปริมาณสารระเหยเรียกว่า fuel ratio

5. ค่าความร้อน (heating value) นำไปจัดแบ่งคุณภาพของเชื้อเพลิงนอก จากนี้ยังเป็นตัวแปรสำคัญที่จะบ่งชี้ปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมา ถ่านอัดแท่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่งกำหนดให้มีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม และค่าความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่งเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มในครัวเรือนนั้นถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุด นั้นไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุดแต่ต้องมีสมบัติที่ดีของถ่านทางด้านอื่นๆ ด้วย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) คือ

- การแตกปะทุขณะติดไฟถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟผู้ใช้จะไม่ชอบไม่นิยมใช้ ดังนั้นถ่านที่มีคุณภาพดีจะไม่มีการแตกปะทุเลยหรือมีการแตกปะทุเล็กน้อยในช่วงนาทีแรกที่ติดไฟ
- น้ำหนักถ่านถ่านหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน
- ควันถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควันและกลิ่นฉุนในขณะลุกไหม้

– ความแข็งแรงถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือป่นเป็นผงทำให้สะดวกต่อการใช้การขนส่งและการเก็บรักษา

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งที่ดีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ข้อหลักๆข้อแรกคือคุณสมบัติด้านการจัดการหมายถึงถ่านอัดที่ได้ไม่ควรร่วนหรือแตกแยกออกเป็นส่วนๆในระหว่างการจัดการเก็บรักษาและการเคลื่อนย้ายและสมบัติด้านเชื้อเพลิงโดยจะเกี่ยวเนื่องกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้รูปร่างและความหนาแน่นที่ได้ซึ่งในการปรับปรุงสมบัติด้านการจัดการโดยเพิ่มความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งจะมีผลกระทบต่อสมบัติการเผาไหม้ด้วย

3.3 สมรรถนะและมลภาวะของถ่านอัดแท่ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชนถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

– ลักษณะทั่วไปในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกันขนาดใกล้เคียงกันมีสีดำสม่ำเสมอไม่เปราะอาจแตกหักได้บ้าง

– การใช้งานเมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็นไม่มีควันและกลิ่น

– ความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก

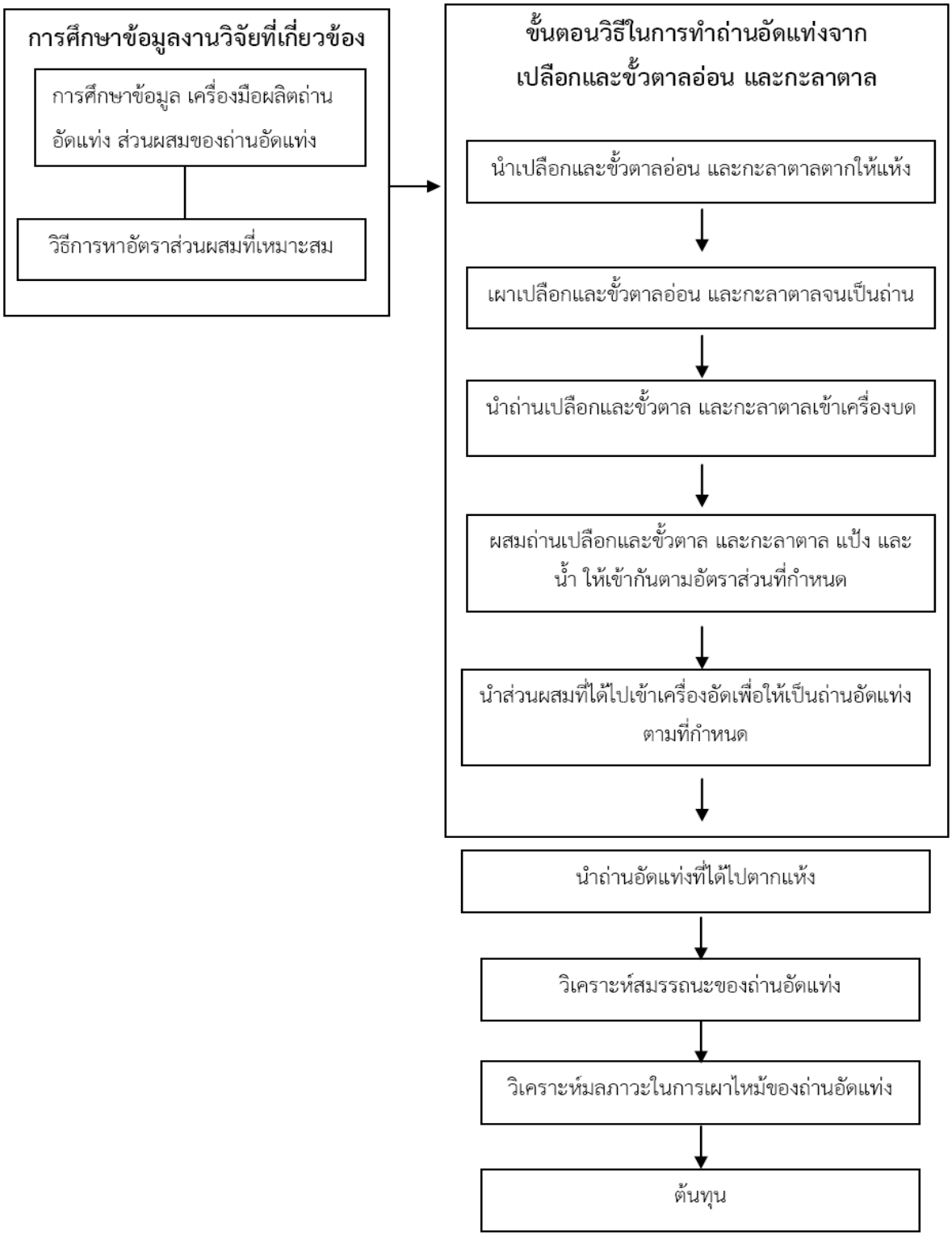
– ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

– หากมีการบรรจุให้บรรจุถ่านอัดแท่งในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้งและสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแท่งได้

– น้ำหนักสุทธิของถ่านอัดแท่งในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

– ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแท่งทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจนชื่อผลิตภัณฑ์ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำน้ำหนักสุทธิเดือนปีที่ทำข้อแนะนำในการใช้ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำพร้อมสถานที่ตั้งหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

ขั้นตอนการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลา



3.4 การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านอัดแท่ง

1. เตาเผาถ่านแบบตั้งหรือการสร้างเตาแบบดินเหนียว

เตาเผาถ่านแบบตั้งได้พัฒนาให้เป็นระบบความร้อนตามหลักของชีวมวลโดยการเผาถ่านด้วยถังน้ำมัน 200 ลิตรมีอุปกรณ์หลัก 3 ส่วนเพื่อช่วยในการเผาไหม้ ดังนี้ (1) ตะแกรงเหล็ก ความสูงจากฐานเตา 8 เซนติเมตรเพื่อคั่นไม้ฟืนกับฐานเตา (2) ท่อนทรงกรวยเส้นผ่านศูนย์กลางฐาน 8 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน 6 นิ้ว ความสูงของท่อ 30.5 เซนติเมตรถือเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ตามหลักชีวมวลหรือการเผาควัน (3) ครีบเกลียวขนาด 1 1/8 นิ้ว จำนวน 3 ใบเพื่อช่วยเร่งในการเผาไหม้ให้เร็วขึ้น

เตาแบบตั้ง **เตาดินเหนียว**

2. เครื่องบดถ่าน ซึ่งส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ใบมีดที่ติดเรียงตัวกันบนเพลาที่หมุนได้รอบตัว โดยใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นตัวขับเคลื่อน ใช้ไฟฟ้า 2 เฟส และสามารถทำการตีถ่านได้มากกว่า 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทั้งนี้ขนาดของเครื่องบด และจำนวนใบมีดที่ติดบนเพลาตลอดจนลักษณะของใบมีด ได้มีการออกแบบให้เหมาะสมกับ

ชนิด ขนาด และปริมาณของวัสดุถ่านจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล นอกจากนั้นได้ติดตะแกรงร่อนรองรับถ่านที่ผ่านการย่อยก่อนนำไปใช้ในการอัดแท่ง

ภาพเครื่องบดถ่าน

3. เครื่องผสมถ่านกับวัสดุประสาน เป็นถังผสมทรงกลมแนวตั้งใช้ในการผสมคลุกเคล้าถ่านให้เข้ากับตัวประสานก่อนเข้าเครื่องอัด รายละเอียดของเครื่องผสมถ่านกับวัสดุประสานจะ ประกอบด้วย ตัวเครื่องทำจากสแตนเลท์ ขนาดความกว้าง 80 เซนติเมตร และความสูง 60 เซนติเมตร จะสามารถผสมได้ครั้งละ ประมาณ 100 กิโลกรัม และมีช่องเทออกทางก้นถัง ขาตั้ง 4 ขา ใช้ระบบเกียร์ทดรอบ ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ สามารถทำการผสมถ่านได้ 100 กิโลกรัมต่อ 20 นาที

เครื่องผสมถ่านกับวัสดุประสาน

4. เครื่องอัดถ่านแบบเกลียวตัวหนอน

ใช้การอัดเกลียวหรืออัดสกรู (screw extrusion) เพราะมีความสะดวกหลายประการและเป็นที่นิยมในการผลิตถ่านทั่วไปทำงานด้วยมอเตอร์2แรงม้าสามารถอัดก้อนถ่านได้ประมาณ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมงเกลียวที่หมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าบีบเข้าไปยังกระบอกอัดซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรและถูกดันออกมาทางที่รองรับไว้ที่ปลายกระบอกอัดอีกข้างหนึ่งดังภาพ

ภาพเครื่องอัดถ่านแท่ง

3.5 การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล

การผลิตถ่านอัดแท่งโดยใช้ถ่านจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล ที่อัตราส่วนผสมต่างๆและคุณภาพของถ่านอัดแท่งให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชนถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547) และส่งเสริมให้นำไปใช้ในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล

1. อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมตามชนิดปริมาณวัตถุดิบ

โดยการนำถ่านกะลาตาลที่ได้จากการบดแล้วมาผสมกับถ่านจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน ที่ได้จากการบดแล้ว มาทำการผสมเพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมดังนี้ (ถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน: ถ่านกะลาตาล) โดยอัตราส่วนดังนี้

(1) ถ่านจากเปลือกและขั้วตาลอ่อน	100:0 (เปอร์เซ็นต์)
(2) ถ่านจากกะลาตาล	0:100 (เปอร์เซ็นต์)
(3) ถ่านเปลือกและขั้วตาลอ่อน: ถ่านกะลาตาล	50:50 (เปอร์เซ็นต์)
(4) ถ่านเปลือกและขั้วตาลอ่อน: ถ่านกะลาตาล	60:40 (เปอร์เซ็นต์)
(5) ถ่านเปลือกและขั้วตาลอ่อน: ถ่านกะลาตาล	70:30 (เปอร์เซ็นต์)
(6) ถ่านเปลือกและขั้วตาลอ่อน: ถ่านกะลาตาล	80:20 (เปอร์เซ็นต์)

2.อัตราส่วนตัวประสาน

อัตราส่วนตัวประสานโดยใช้แป้งมันสำปะหลังและน้ำโดยการเลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมดังนี้ถ่านจากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาลตามอัตราส่วน 10 กิโลกรัม ตามอัตราส่วนผสมแป้งมัน 1 กิโลกรัม น้ำ 0.5-0.8 ลิตร ตามความเหมาะสมกับความชื้น ของถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล (บุญมา ป้านประดิษฐ์ และคณะ, ม.ป.ป.)

ใช้ความเร็วรอบเครื่องรีดประมาณ 140 รอบต่อนาทีอัตราการป้อน 140 กิโลกรัมต่อชั่วโมงในผลการทดสอบเบื้องต้นเป็นค่าที่เหมาะสมและสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (จุฑามาศ บุษราคัมวดี, 2547)

(1) นำเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาล ไปตากแดดจนแห้ง

ภาพการตากเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และกะลาตาลให้แห้ง

(2) นำเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน กะลาตาล มาเผาจนเป็นถ่านในถังน้ำมัน 200 ลิตร ในแนวตั้งหลังจากที่ถ่านสุกแล้ว ก็จะปล่อยให้ถ่านเย็นตัวลงแล้วจึงนำออกจากถัง (ระยะเวลาการเผาประมาณ 2 ชั่วโมง)

ภาพถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล

(3) นำถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน ถ่านกะลาตาล ไปเข้าเครื่องบดให้ละเอียดความละเอียดกำหนดไว้ที่ 5 มิลลิเมตร

ภาพบดถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาล

(4) นำผงถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน ถ่านกะลาตาล ผสมให้เข้ากันให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน สัดส่วนการผสมแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำหนักวัตถุดิบ 1:10

ภาพการผสมผงถ่านเปลือกตาลและขั้วตาลอ่อน และถ่านกะลาตาลแป้ง และน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนด

(5) นำส่วนผสมที่ได้ผสมไว้เรียบร้อยแล้วไปเข้าเครื่องอัดในการอัดขึ้นรูปตามแบบที่กำหนด โดยกำหนดใช้ความเร็วรอบเครื่องรีดประมาณ 140 รอบต่อนาที จะมีรูปทรงกระบอกหรือกลม ตามวัตถุประสงค์การใช้งานและความต้องการ

ภาพ ถ่านอัดแท่งทรงกลม

(6) หลังจากนั้นถ่านอัดแท่งที่ได้จากการอัด นำไปตากแดดให้แห้งสนิท บนพื้นคอนกรีตประมาณ 7 วัน (ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ) และวัดความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 8

(7) การวิเคราะห์หาสมรรถนะของถ่านอัดแท่งและมลภาวะตามวิธีมาตรฐาน ASTM**กรณีของมาตรฐาน มผช.** ดังนี้ค่าความร้อน (heating value), ASTM D 5865 ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (volatile matter), ASTM D 3175 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon), ASTM D 3172 ปริมาณเถ้า (ash), ASTM D 3174 และปริมาณความชื้น (moisture), ASTM D 3173 และปริมาณกำมะถันรวมโดยใช้เครื่อง Klett-Summerson Photoelectric Colorimeter โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 2547)

บทที่ 4
เส้นด้ายและผ้าทอเส้นใยลูกตาล

เส้นใยลูกตาลเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการยี/สกัดเนื้อตาล จากผลตาลโตนดสุก และผลตาลนั้น ได้เฉพาะตาลโตนดเพศเมีย ที่มีอายุ 10–15 ปีขึ้นไป และมีปริมาณเหลือทิ้งในท้องถิ่นเป็นจำนวนมากในหลายๆ จังหวัด ผลจากการปรับปรุง และพัฒนากรรวิธีการเตรียมเส้นใยลูกตาล ด้วยวิธีการหมักทางชีวภาพร่วมกับวิธีการทางกายภาพส่งผลให้เส้นใยลูกตาลมีขนาดที่เล็กลง มีความนุ่ม และโค้งตัวได้ดี สิ่งสำคัญเส้นใยมีความแข็งแรง และการยืดตัวขณะขาดสูงกว่าเส้นใยฝ้าย จึงส่งผลให้เส้นด้ายผสมเส้นใยลูกตาลกับฝ้าย มีความแข็งแรงของความต้านแรงดึง และการยืดตัวขณะขาดดีกว่าเส้นด้ายฝ้าย 100% ในขณะที่ค่าความสม่ำเสมอต่ำกว่าเส้นด้ายฝ้าย 100% เส้นด้ายใยลูกตาลผลิตด้วยกระบวนการผลิตแบบ open end ด้วยเครื่องจักรกลที่ทันสมัยมีหลากหลายเบอร์และขนาด เมื่อนำเส้นด้ายใยลูกตาลย้อมสีธรรมชาติ พบว่ามีความคงทนต่อแสงดีมาก และมีลวดลายปรากฏของสีเข้มเป็นจุดๆ บนเส้นด้าย จะส่งผลให้เมื่อนำไปทอเป็นพื้นผ้าเกิดลวดลายบนเนื้อผ้า ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของเส้นใยลูกตาล น้ำหนักผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายใยลูกตาลมีน้ำหนักเบากว่าผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้าย และผ้าทอจากเส้นด้ายใยลูกตาลมีค่าแรงดึงขาด และความต้านแรงดึงขาดมากกว่าผ้าทอจากฝ้าย

ผลงานวิจัยนวัตกรรมเส้นด้ายใยลูกตาล เป็นผลงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยพัฒนาต่อยอดมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ตอบโจทย์ต่อกลุ่มสิ่งทอทั้งภาคเอกชนและผ้าสิ่งทอพื้นบ้าน โดยได้รับทุนสนับสนุน 2 หน่วยงานหลักคือ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ (THTI) และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และได้รับความร่วมมือการผลิตเส้นด้ายด้วยเครื่องจักรกลที่ทันสมัยของบริษัท ก้องเกียรติเท็กซ์ไทล์ จำกัด เส้นด้ายใยลูกตาลถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมเส้นด้ายใหม่ ที่แสดงถึงความเป็นอัตลักษณ์และเอกลักษณ์ของความเป็นไทย เพราะตาลโตนดคือพืชเศรษฐกิจและพืชอาหาร พืชประกอบพิธีกรรมทางศาสนาของคนไทย จึงควรได้รับการส่งเสริมด้านการตลาด

และการนำเสนอเข้าสู่เชิงพาณิชย์ในภาคหัตถกรรมสิ่งทอไทย เพื่อยกระดับความแปลกใหม่ และสร้างมูลค่าให้กับผ้าทอไทย อีกทั้งช่วยรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม และการจัดการทรัพยากรเหลือทิ้งในท้องถิ่นที่ยั่งยืน และเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนที่พอเพียง และสร้างเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอใหม่ของไทยที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

4.1 เส้นด้ายใยลูกตาล

ค่าความเหนียวและค่าการยืดตัวขณะขาด ของเส้นด้ายผสมเส้นใยลูกตาลกับฝ้ายของด้ายเบอร์ 7, เบอร์ 10 และ เบอร์ 16 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อนำมาแสดงด้วยความสัมพันธ์ระหว่าง สมบัติทางกายภาพของเส้นใยลูกตาลหลังการปรับปรุงด้วยวิธีการหมักภายใต้สภาพน้ำขัง การบีบ และการสางเส้นใย พบว่าสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมของเส้นใยลูกตาลและฝ้าย ของค่าความแข็งแรงจำเพาะและการยืดตัวขณะขาดมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของเส้นใยลูกตาลลดลง แต่อย่างไรก็ตามเส้นด้ายใยลูกตาลมีความแข็งแรงของความต้านแรงดึง และการยืดตัวขณะขาดดีกว่าเส้นด้ายฝ้าย 100% (พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, 2554)

อัตราส่วนผสมของเส้นใยลูกตาลที่เพิ่มขึ้นทำให้ความไม่สม่ำเสมอ พื้นที่บางพื้นที่หนาปมและการขึ้นขน ของเส้นด้ายเพิ่มขึ้นทั้งนี้เพราะเส้นใยลูกตาล มีกิ่งแตกออกจากเส้นใยหลักและมีขนาดเส้นใยใหญ่กว่าเส้นใยฝ้าย เมื่อทำการผสมและปั่นเส้นด้าย ทุกขนาดของเส้นด้ายส่งผลให้เส้นใยลูกตาลจะอยู่บริเวณผิวมากกว่าเส้นใยฝ้าย ซึ่งเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่ของเส้นใยโดยที่เส้นใยที่ละเอียดจะเข้าไปอยู่ภายในแกนกลางของเส้นด้าย ส่วนเส้นใยที่มีขนาดใหญ่กว่าจะกระจายตัวอยู่ที่ผิวนอกของด้ายปั่นผสม จึงทำให้เส้นด้ายใยลูกตาลมีสมบัติความสม่ำเสมอต่ำกว่าเส้นด้ายฝ้าย 100% แต่ความไม่สม่ำเสมอของเส้นด้าย ที่เป็นผลจากเส้นใยลูกตาล จะส่งผลให้เกิดลวดลายปรากฏบนพื้นผ้า และเป็นเอกลักษณ์ของผ้าทอเส้นใยลูกตาลจากการสัมผัสและการสังเกตด้วยตา พบว่าเส้นด้ายใยลูกตาลทุกเบอร์ มีความเงามันของเส้นด้ายและผิวสัมผัสของเส้นใยลูกตาลนั้นมีความเงามันมากจึงมีการสะท้อนแสงได้ดีมาก

ภาพการผสมและทำแผ่นม้วนเส้นใย ในระบบปั่นเส้นด้ายแบบ open– end spinning

4.2 การย้อมสีเส้นด้ายใยลูกตาลด้วยพืชในท้องถิ่น

เพื่อสร้างความหลากหลายของสีเส้นด้ายใยลูกตาล โดยการนำเส้นด้ายใยลูกตาลที่ได้ จากการวิจัยมาย้อมสีธรรมชาติ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนกลุ่มผ้าทอมือพื้นบ้าน เพื่อใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอด้วยกี่พื้นบ้าน เพื่อเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์วิทยากร การย้อมสีเส้นด้ายด้วยสีธรรมชาติครั้งนี้ คือนางสีนวล หมวกทอง ครูภูมิปัญญาไทยในการนำพืชพรรณไม้ในท้องถิ่นมาย้อมสีธรรมชาติและรับพระราชทานเครื่องหมายรับรองมาตรฐานผ้าไหมไทยสัญญาลักษณ์ตรา “นกยูง”

ภาพการย้อมสีเส้นด้ายใยลูกตาล สีเขียวจากใบหูกวาง และสีน้ำเงินจากคราม

– นำตัวอย่างพืชให้สีแต่ละชนิด มาหั่น/สับให้ละเอียด ตามปริมาณที่ต้องการแล้ว นำพืชแต่ละชนิดไปต้มด้วยความร้อนสูงประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วกรองแยกน้ำสีที่ได้ด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำสีขึ้นตั้งไฟใหม่ให้ร้อน แล้วนำเส้นด้ายที่ผ่านการทำความสะอาดและบิดให้หมาดๆ ตรึงเส้นด้ายให้เส้นด้ายแตกแยกเป็นเส้นๆ ก่อน นำลงไปย้อมกับน้ำสีให้อยู่ในความร้อนพอประมาณ คนเส้นด้ายให้น้ำสีซึมเข้าเส้นด้ายจนอิ่มสี ประมาณ 1 ชั่วโมง จึงนำเส้นด้ายที่ผ่านการย้อมสีแล้วไปซัก ด้วยน้ำสะอาดจนสีไม่เกิดการตกของสี (ประมาณ 10 ครั้ง)เสร็จแล้วนำไปคลึงหรือกระตุกให้เส้นด้ายเกิดการเหยียดตรง ผึ่งแดดให้แห้ง แล้วจึงนำไปปั่นเพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการทอเป็นผืนผ้า

– การเตรียมสารช่วยย้อม

น้ำมะขาม เตรียมได้โดยนำมะขามเปียก 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 3 ลิตร ต้มให้เดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองให้ได้น้ำมะขามที่ไม่มีตะกอน

น้ำปูนใส เตรียมได้โดยนำปูนขาว 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 3 ลิตร กรองให้ได้น้ำปูนใสที่ไม่มีตะกอน

น้ำขี้เถ้า เตรียมได้โดยนำขี้เถ้า 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 3 ลิตร กรองให้ได้น้ำขี้เถ้าใสที่ไม่มีตะกอน

ดินโคลน เตรียมได้โดยนำดินโคลน 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 3 ลิตร กรองให้ได้น้ำดินโคลนใสที่ไม่มีตะกอน

สารส้ม เตรียมได้โดยนำสารส้ม 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 3 ลิตร กรองให้ได้น้ำสารส้มใสที่ไม่มีตะกอน

จุนสี เตรียมได้โดยนำจุนสี 250 กรัม เติมน้ำ 3 ลิตร แล้วค้นให้ละลายและได้น้ำจุนสีใสที่ไม่มีตะกอน

(6) พัฒนาด้านคุณภาพสีย้อมธรรมชาติ ให้มีความสม่ำเสมอ และมีการตรวจเช็คคุณภาพสีย้อมเส้นด้ายและนำจุดด้อยมาพัฒนาและปรับคุณภาพสีย้อมเส้นด้ายใยลูกตาลให้ดีขึ้น และสุ่มเก็บเส้นด้ายย้อมสีตัวอย่างไปทดสอบสมบัติการคงทนของสีต่อการซักล้าง ต่อเหงื่อ ต่อแสง

(7) นำเส้นด้ายใยลูกตาลที่ได้จากการวิจัย เบอร์ 7 เบอร์ 10 และ เบอร์ 16 ไปทดลองย้อมสีธรรมชาติ

ภาพย้อมสีธรรมชาติเส้นด้ายใยลูกตาล โดยกลุ่มผ้าทอมือพื้นบ้าน

4.3 การออกแบบและผลิตภัณฑ์ผ้าทอมือด้วยเส้นด้ายใยลูกตาล

นำเส้นด้ายใยลูกตาลที่ผ่านการย้อมสีและไม่ย้อมสี มาทดลองทอด้วยกี่พื้นบ้าน โดยมีวิทยากร ป้าสุพิน นาห้วย มีการออกแบบลายผ้า 3 แบบ ได้แก่ ผ้าทอลายขัด ผ้าทอยกดอกมุก และผ้าทอยีนส์ลาย4 ตะกอ

การทอผ้าในครั้งนี้ใช้เส้นด้ายใยลูกตาลที่ผ่านกระบวนการย้อมสีธรรมชาติและที่ไม่ย้อมสีเป็นเส้นด้ายเส้นพุ่ง และใช้เส้นด้ายจากไหม, เรยอน, ฝ้าย และไหมอีรี เป็นด้ายเส้นยืน

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.

จันทร์เพ็ญ ชุมแสง และ พิทักษ์ อุปัญญ์, 2554, รายงานการวิจัยการมีส่วนร่วมของประชาชนในการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือทิ้งของตาลโตนดเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกในเขตอำเภอศรีมาศ จังหวัดสุโขทัย,ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท: ทุนวิจัยนวมินทร์ด้านพลังงานทดแทนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

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. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่องการทดสอบเส้นใยสิ่งทอ. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 38 หน้า.

_____. 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.

นฤมล เหลืองนภา. 2533. การผลิตและการใช้เนื้อตาลสุกผงในขนมไทยบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 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 พะยอม 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.

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

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2549. ตาลโตนดมรดกพืชจากบรรพบุรุษแหล่งสร้างงานสร้างรายได้. เพชรกะรัตจำกัด. กรุงเทพฯ. 58 หน้า.

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

พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ อุปัญญ์. 2553.รายงานวิจัยฉบับสมบรูณ์ การพัฒนาเส้นใยตาลในเชิงอุตสาหกรรมสิ่งทอ.สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, กรุงเทพฯ.

พิทักษ์ อุปัญญ์ และจันทร์เพ็ญ ชุมแสง, 2554,รายงานการวิจัยการใช้เส้นด้ายใยลูกตาล มาพัฒนาคุณภาพผ้าทอพื้นบ้านทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท โครงการสนับสนุนการวิจัยขยายผลสู่การปฏิบัติและพัฒนาต่อยอดงานวิจัยและสิ่งประดิษฐ์จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

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

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

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

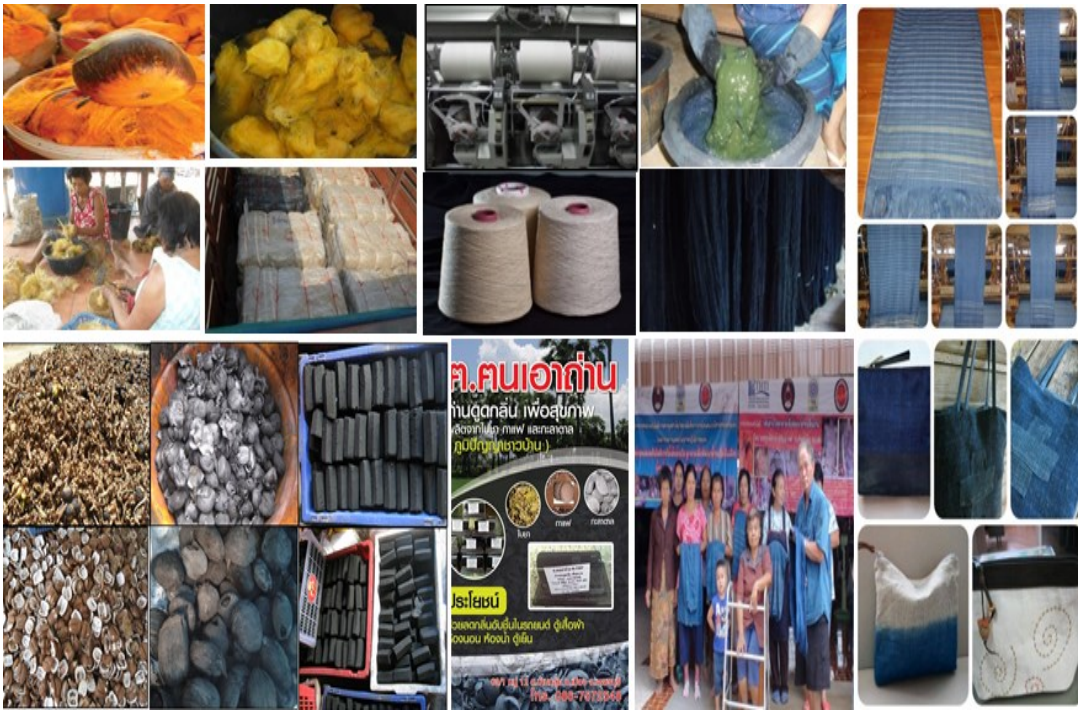
วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. วิทยาศาสตร์เส้นใย. ภาควิชาวัสดุศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 56 หน้า.

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. www.geocities.com/BourbonSreet/Delta/7219/ Dessertslie–thaidessertlist.htm (วันที่ ค้นข้อมูล: 20 มีนาคม 2552)



คณะนักวิจัย

ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ ชุมแสง มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

อาจารย์พิทักษ์ อุปัญญ์วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย