การปั่นด้ายจากเส้นใยผลตาลสุกด้วยกระบวนการปั่นด้ายแกนกลาง

Spinning Yarn from Borassus Fruit Fibers by Core-spinning Process

นรากร พรมกัณฑ์[1], ภัทราพร ไวยะเขตกรณ์[1], รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์[1], นฤพน ไพศาลตันติวงศ์[1],ไกรฤกษ์ วิเสสพันธุ์[1], สัมภาษณ์ สุวรรณคีรี[1], กิติยาพร ทิมาไชย[2*]

[1]คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 517 ถนนนครสวรรค์ แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

[2]ภาควิชาวิทยาการสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: กิติยาพร ทิมาไชย e-mail: kitiyapornt@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยผลตาลสุก ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการปั่นด้ายแบบแกนกลาง โดยเลือกใช้เส้นด้ายพอลิเอสเทอร์เป็นแกนกลางในการตีเกลียวควบคู่กับเส้นใยตาล ผลิตเส้นด้ายด้วยเครื่องมือปั่นด้ายด้วยมือ นำเส้นด้ายที่ได้ไปทอเป็นผืนผ้าด้วยโครงสร้างลายขัด และทดสอบสมบัติทางกายภาพทั้งในระดับเส้นด้ายและผืนผ้า พบว่า เส้นด้ายที่ได้มีขนาดเฉลี่ย 471.42 เท็กซ์ มีค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง 0.04 นิวตัน/เท็กซ์ และอัตราการยืดตัวเฉลี่ย 16.06% ลักษณะของเส้นด้ายมีความหนาแน่น เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องการความแข็งแรงมากกว่าความประณีต เช่น งานหัตถกรรมหรือวัสดุก่อสร้าง ขณะที่ผ้าทอมีน้ำหนัก 550.21 กรัมต่อตารางเมตร ความหนาแน่นของเส้นด้ายยืนและพุ่งอยู่ที่ 19 และ 18 เส้นต่อนิ้วตามลำดับ มีองค์ประกอบของเส้นใยฝ้ายร้อยละ 50 เส้นใยตาลร้อยละ 45 และเส้นใยพอลิเอสเทอร์ร้อยละ 5 ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงแนวด้ายพุ่งสูงกว่าด้ายยืน (595 นิวตัน ต่อ 581 นิวตัน) แสดงถึงประสิทธิภาพของการผสมผสานเส้นใยธรรมชาติกับเส้นใยสังเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าเส้นใยผลตาลสุกสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอเชิงสร้างสรรค์ได้ดี ช่วยเพิ่มมูลค่าทรัพยากรท้องถิ่น ลดของเสีย และสนับสนุนแนวคิดสิ่งทอยั่งยืนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง

คำสำคัญ: เส้นใยผลตาลสุก การปั่นเส้นด้าย กระบวนการปั่นด้ายแกนกลาง อุปกรณ์ปั่นด้ายด้วยมือ

Abstract

This research aims to develop yarn from Borassus fruit fibers, a natural waste material, using the core-spinning process by incorporating polyester yarn as the core and hand-spun Borassus fibers as the sheath, and the resulting yarn was woven into plain weave fabric and tested for physical properties, showing that the yarn had an average fineness of 471.42 tex, a tensile strength of 0.04 N/tex, and an elongation of 16.06%, with irregular thickness and coarse texture suitable for structural textile applications such as handicrafts or composite textiles; moreover, the woven fabric, weighing 550.21 g/m²,

demonstrated excellent durability with a warp density of 19 threads/inch and weft density of 18 threads/inch, composed of 50% cotton, 45% Borassus fiber, and 5% polyester, and had higher tensile strength in the weft direction (595 N) than in the warp (581 N), indicating the effective reinforcement by blending natural and synthetic fibers, thus highlighting the potential of Borassus fruit fibers as a sustainable and value-added material for the eco-friendly textile industry.

Keywords: Borassus fruit fiber, Spinning, Core-spinning, Handspun tools

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบัน การแสวงหาวัตถุดิบจากแหล่งธรรมชาติเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้กลายเป็นแนวโน้มสำคัญที่ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในแง่ของความยั่งยืน การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการเสริมสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับทรัพยากรท้องถิ่น หนึ่งในทรัพยากรที่มีศักยภาพแต่ยังไม่ได้รับการพัฒนาอย่างแพร่หลายคือ เส้นใยจากผลตาลสุก (Borassus fruit fibers) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวตาลโตนดที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานสิ่งทอได้อย่างหลากหลาย เส้นใยจากผลตาลสุกมีคุณสมบัติทางกายภาพที่โดดเด่น เช่น ความเหนียว ความทนทานต่อแรงดึง และความสามารถในการย้อมสีจากธรรมชาติได้ดี ทำให้เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้เป็นวัสดุในผลิตภัณฑ์สิ่งทอหลากหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นเส้นด้ายทอผ้า วัสดุถักสาน หรือวัสดุเสริมในผลิตภัณฑ์เชิงหัตถกรรม [1] นอกจากนี้ เส้นใยจากผลตาลยังจัดเป็นเส้นใยธรรมชาติประเภทลิกโนเซลลูโลส (lignocellulosic fiber) ที่มีองค์ประกอบของเซลลูโลสในระดับสูง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงทางกล (Mechanical strength) และความสามารถในการยึดเกาะของเส้นใยกับสารย้อมหรือสารเคลือบ [2]

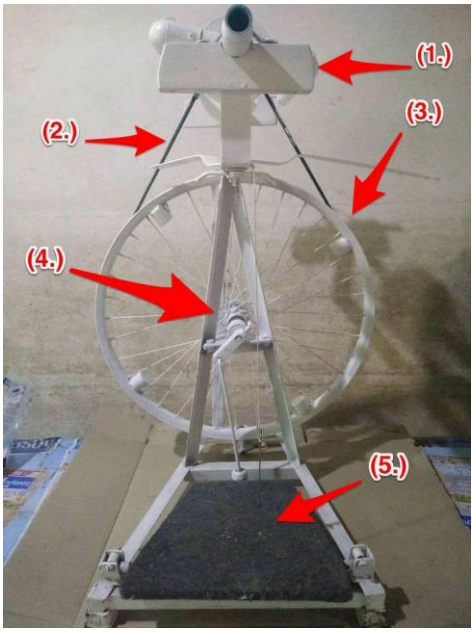
จากงานวิจัยหลายชิ้น พบว่าเส้นใยจากผลตาลสามารถนำมาแปรรูปและดัดแปลงด้วยเทคนิคทางวัสดุศาสตร์เพื่อเพิ่มสมรรถนะในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยให้เหมาะสมกับการย้อมสีธรรมชาติ การทำให้เส้นใยมีความอ่อนนุ่มมากขึ้นเพื่อใช้ในการทอผ้า หรือแม้กระทั่งการประยุกต์ใช้เป็นวัสดุเสริมแรงในคอมโพสิตชีวภาพ (Bio-composites) [3] คุณลักษณะเชิงนิเวศ (Eco-friendly properties) ของเส้นใยชนิดนี้ยังช่วยตอบสนองต่อความต้องการของตลาดสากลที่เน้นความยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย การศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเส้นใยจากผลตาลสุกจึงไม่เพียงแต่ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่นอย่างคุ้มค่า แต่ยังเปิดโอกาสให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมในภาคการผลิตสิ่งทอที่มีความเป็นเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมและตอบโจทย์ของเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ในอนาคต ดังนั้น การวิจัยในด้านนี้จึงมีความสำคัญต่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และเป็นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่มีคุณค่าในระดับสากล

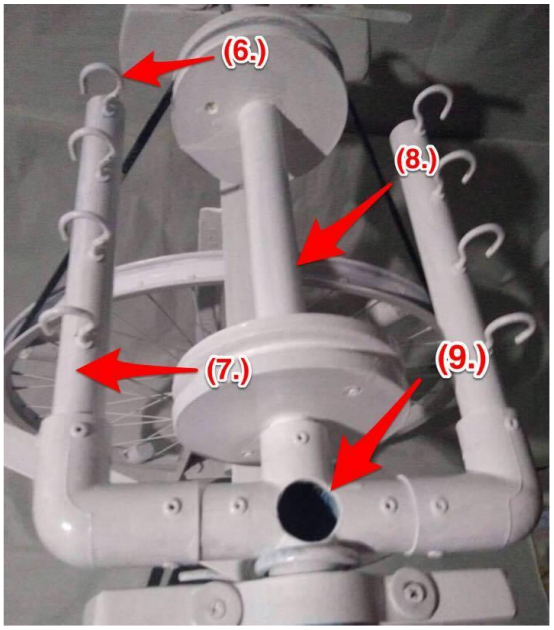
งานวิจัยนี้เป็นการใช้ประโยชน์จากเส้นใยผลตาลสุก ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือทิ้ง นำมาผลิตเป็นเส้นด้ายด้วยกระบวนการปั่นด้วยมือแบบแกนกลาง ซึ่งจะใช้เส้นด้ายพอลิเอสเทอร์เป็นเส้นด้ายแกนกลางในการตีเกลียว

ควบกับเส้นใยผลตาลสุก โดยเส้นด้ายที่ผลิตได้จะถูกนำไปทอเป็นผืนผ้า และนำไปทดสอบสมบัติเชิงกายภาพตามลำดับ

ภาพที่ 1 เส้นใยจากผลตาลสุก

ภาพที่ 2 เส้นด้ายพอลิเอสเทอร์





(1) ฐานไม้ ทำหน้าที่วางท่อพีวีซี

(2) สายพาน ทำหน้าที่ช่วยส่งกำลังให้กงล้อจักรยานหมุน

(3) กงล้อจักรยาน ทำหน้าที่ช่วยส่งกำลังให้ท่อพีวีซีหมุน

(4) โครงเหล็ก ทำหน้าที่ให้เครื่องปั่นด้ายมีความมั่นคงแข็งแรง

(5) ไม้กระดานสำหรับวางเท้าเหยียบ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเครื่องสายพาน

(6) ตะขอเกี่ยว ทำหน้าที่ใช้จัดเส้นด้ายให้เป็นระเบียบ

(7) ท่อพีวีซีด้ายซ้ายและขวา ทำหน้าที่เป็นตัวยึดตะขอเกี่ยวเส้นด้าย

(8) ท่อพีวีซีแกนกลาง ทำหน้าที่เป็นตัวพันเก็บเส้นด้ายที่ผ่านการปั่นเสร็จแล้ว

(9) ช่องว่าง ทำหน้าที่ไว้สอดเส้นด้ายแกนกลางและเส้นใยตาล เพื่อปั่นเส้นด้าย

ภาพที่ 3 อุกรณ์สำหรับปั่นด้ายแกนกลาง

2. วิธีการศึกษา

2.1 วัสดุและอุปกรณ์และเครื่องมือ

เส้นใยจากผลตาลสุก ที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดและการฟอกขาว (ภาพที่ 1) [4] เส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ เบอร์ 150 เท็กซ์ สีขาว มีลักษณะเป็นเส้นตรงยาวผิวเรียบ (ภาพที่ 2) อุปกรณ์ปั่นด้าย (ภาพที่ 3) กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Nikon SMZ1500 (ภาพที่ 4) เครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายต่อแรงดึงขาด (LLOYD INSTRUMENTS LR 5K) (ภาพที่ 5) และเครื่องทดสอบความแข็งแรงของผืนผ้าต่อแรงดึงขาด (Tinius Olsen) (ภาพที่ 6)

ภาพที่ 4 กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Nikon SMZ1500

ภาพที่ 5 เครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายต่อแรงดึงขาด

ภาพที่ 6 เครื่องทดสอบความแข็งแรงของผ้าทอต่อแรงดึงขาด

(ก)

(ข)

ภาพที่ 7 การสางหรือแยกเส้นใยตาลด้วยมือ (ก) เส้นใยผลตาลสุกแช่น้ำ (ข) เส้นใยผลตาลสุกแช่น้ำและนำมาจัดเรียงเป็นเส้นให้เป็นระเบียบ

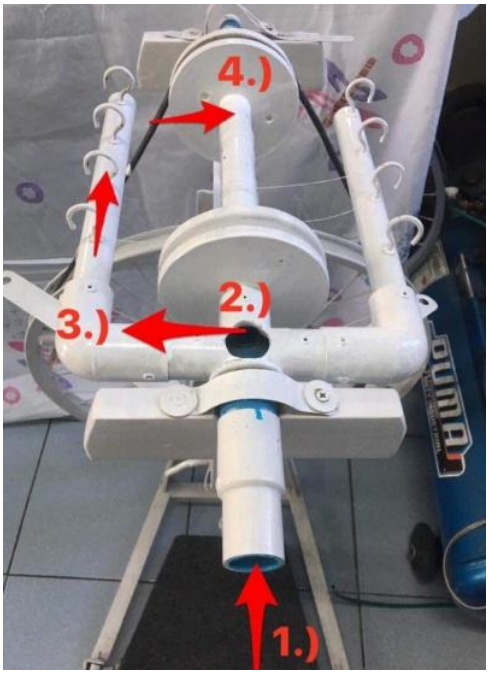
2.2 การเตรียมเส้นใยผลตาลสุก สำหรับปั่นเป็นเส้นด้าย

นำเส้นใยผลตาลสุกที่ผ่านการฟอกขาวแล้วมาแช่น้ำเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำเส้นใยผลตาลสุกที่ฟอกขาวและผ่านการแช่น้ำมาทำการสาง โดยทำการจับให้เป็นเส้นขนาดเล็กพอเหมาะตามที่ต้องการ เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการปั่นเส้นด้าย (ภาพที่ 7)

2.3 การปั่นเส้นด้ายจากเส้นใยผลตาลสุก

นำเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์มาใช้เป็นเส้นด้ายแกนกลาง รอดผ่านช่องของท่อพีวีซี (หมายเลข 1) ขึ้นช่องด้านบน (หมายเลข 2) โดยใช้ตะขอช่วยเกี่ยวเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ขึ้นทางช่องด้านบน จากนั้นนำเส้นด้ายที่รอดผ่านขึ้นมาด้านบนแล้วพาดตามแนวท่อพีวีซี (หมายเลข 3) พันเข้าท่อพีวีซีแกนกลางของเครื่องปั่นเส้นด้ายด้วยมือ (หมายเลข 4) ดังภาพที่ 8 ทำการเหยียบไม้กระดาน เพื่อส่งกำลังแรงในการหมุนของกงล้อ ซึ่งทำให้เกิดการตีเกลียวเข้าด้วยกันระหว่างเส้นด้ายแกนกลางทั้งสองเส้น

นำเส้นใยจากผลตาลสุกที่ได้ทำการเตรียมไว้ (ภาพที่ 8) ใส่เข้าไปตรงกลางระหว่างเส้นด้ายแกนกลางทั้งสองเส้น เพื่อให้เกิดการควบเกลียวเข้าด้วยกันระหว่างเส้นใยจากผลตาลสุกกับเส้นด้ายแกนกลางดังภาพที่ 9 เมื่อทำการปั่นเส้นด้ายจากเส้นใยผลตาลสุกเสร็จแล้วให้ทำการพันเส้นด้ายที่ได้ใส่แกนกระดาษ และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการร้อยเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์

ภาพที่ 9 การปั่นเส้นด้ายจากเส้นใยผลตาลสุก

2.4 การทดสอบหาอัตราเร็วในการปั่นเส้นด้ายจากผลตาลสุก

การศึกษาหาอัตราเร็วในการปั่นเส้นด้าย เพื่อเปรียบเทียบอัตราเร็วในการปั่นเส้นด้ายโดยไม่ทำการเตรียมเส้นใยกับทำการเตรียมเส้นใยซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 การทดสอบหาอัตราเร็วในการปั่นเส้นด้าย (เวลาต่อความยาว) โดยไม่เตรียมเส้นใย

ดำเนินการโดยนำเส้นใยที่ผ่านการแช่น้ำ (ภาพที่ 7 (ก)) นำขึ้นมาปั่นทันทีโดยใส่ลงในเส้นด้ายแกนกลาง ในระหว่างการปั่นเส้นด้ายให้ทำการจับเวลานาน 10 นาทีต่อ 1 รอบ ดำเนินการทำทั้งหมด 6 รอบ และนำมาวัดหาความยาวของเส้นด้ายที่ผ่านการตีเกลียวในแต่ละรอบ คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ยในการปั่นเส้นด้ายจากผลตาลสุก

2.4.2 การทดสอบหาอัตราเร็วในการปั่นเส้นด้าย (เวลาต่อความยาว) โดยเตรียมเส้นใยผลตาลสุกให้เป็นระเบียบ

ดำเนินการโดยนำเส้นใยที่ผ่านการเตรียม (ภาพที่ 7 (ข)) มาใส่ลงในเส้นด้ายแกนกลางที่เป็นเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ ทำการจับเวลาในขณะปั่นเส้นด้าย เป็นเวลา 10 นาทีต่อ 1 รอบ ทำทั้งหมด 6 รอบ และนำมาวัดหาความยาวของเส้นด้ายที่ผ่านการตีเกลียวในแต่ละรอบ คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ยในการปั่นเส้นด้ายจากผลตาลสุก

2.5 การนำเส้นด้ายจากผลตาลสุกไปทอเป็นผืนผ้า

ในการทอผ้าจะใช้เส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายฝ้าย ส่วนเส้นด้ายพุ่งใช้เป็นเส้นด้ายผลตาลสุกที่เกิดจากการปั่นด้ายแบบแกนกลาง การทอผ้าจะดำเนินการทอเป็นโครงสร้างลายขัด (Plain weave)

2.6 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายและผืนผ้าทอ

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายจากผลตาลสุก จะดำเนินการทดสอบในเรื่องเกี่ยวกับภาพถ่ายกำลังขยายสูง การทดสอบหาเบอร์เส้นด้าย ตามมาตรฐาน ASTM D 1059-01 [5] การทดสอบหาอัตราส่วนผสมของเส้นใย ตามมาตรฐาน AATCC 20A-2020 [6] การทดสอบหาค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายต่อแรงดึงขาด ตามมาตรฐาน ASTM D 2256-97 [7] สำหรับผืนผ้าทอจะดำเนินการทดสอบสมบัติเชิงกายภาพเกี่ยวกับ น้ำหนักผ้า ตามมาตรฐาน ASTM D 3776/ D3776M-09a (Reapproved 2013) [8] ความแข็งแรงของผ้าทอต่อแรงดึงขาด ตามมาตรฐาน ASTM D 5035-09 (Reapproved 2013) [9] และความแข็งแรงของผ้าทอต่อแรงฉีกขาด ตามมาตรฐาน ASTM D 1424-11 (Reapproved 2015) [10]

3. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

จากการศึกษาการผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยผลตาลสุก โดยศึกษาตัวแปรเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของเส้นด้าย ซึ่งได้แก่ ภาพกำลังขยายเส้นด้าย เบอร์เส้นด้าย ความแข็งแรงของเส้นด้าย อัตราเร็วในการปั่นเส้นใย ค่าความหนาแน่นของเส้นด้ายในผ้าทอ และน้ำหนักของเส้นด้าย ซึ่งผลการทดลองทั้งหมดดังนี้

3.1 ผลการศึกษาเกี่ยวกับการสางเส้นใยผลตาลสุก

จากการสางเส้นใยตาลผลตาลสุกด้วยมือ พบว่าการนำเส้นใยผลตาลสุกไปแช่ในน้ำ ดังภาพที่ 10 (ก) จะสามารถสางได้ง่ายกว่าเส้นใยที่ไม่ได้แช่น้ำ ดังภาพที่ 10 (ข) เส้นใยจะมีลักษณะนุ่ม และฟูขึ้นง่ายต่อการแยกเส้นใย ส่วนเส้นใยที่ไม่ได้แช่น้ำ ทำให้การสางเส้นใยทำได้ยาก เนื่องจากเส้นใยมีลักษณะกระด้าง และแข็ง ในขณะที่สางออกจะทำให้เส้นใยขาด และสั้นลง

(ก)

(ข)

ภาพที่ 10 เส้นใยจากผลตาลสุก (ก) เส้นใยจากผลตาลสุก (ไม่ทำการแช่น้ำ) (ข) เส้นใยจากผลตาลสุก (ทำการแช่น้ำ)

3.2 ผลการศึกษาการทดสอบอัตราเร็วในการปั่นเส้นใย

ผลการศึกษากรณีที่เตรียมเส้นใยไว้ล่วงหน้าก่อนการนำมาปั่นเส้นด้าย ทำให้การปั่นเส้นด้ายมีความยาวที่มากกว่าการไม่เตรียมเส้นใยไว้ โดยในเวลา 10 นาที ความยาวเฉลี่ย 5.31 เมตร แต่ภายใน 1 ชั่วโมง ได้ความยาวเฉลี่ย 31.86 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากขณะที่ปั่นสามารถหยิบจับเส้นใยขึ้นมาปั่นได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ติดขัด และง่ายต่อการปั่น ทำให้ได้ขนาดเส้นด้ายที่เท่ากันหรือมีขนาดที่ใกล้เคียงกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราเร็วในการปั่นด้าย ในหน่วยเวลาต่อความยาว (กรณีที่มีการเตรียมเส้นใย)

ครั้งที่	เวลา (นาที)	ความยาว (เมตร)
1	10	5.30
2	10	5.35
3	10	5.36
4	10	5.30
5	10	5.20
6	10	5.35
เฉลี่ย	10	5.31

ผลการศึกษากรณีที่ไม่ได้เตรียมเส้นใยไว้ล่วงหน้า ทำให้ระยะเวลาในการปั่นมีความยาวของเส้นด้ายที่น้อย และสั้นกว่าการเตรียมเส้นใยไว้ โดยในเวลา 10 นาที ความยาวเฉลี่ย 1.28 เมตร แต่ภายใน 1 ชั่วโมง ได้ความยาวเฉลี่ย 7.67 เมตร เนื่องจากขณะที่ปั่นต้องหยิบจับเส้นใยที่ยังไม่ได้ผ่านการสางออก ทำให้เวลาที่แยกไปด้วยปั่นไปด้วยช้า และทำให้เส้นด้ายที่ได้มีขนาดที่แตกต่างกัน และกำหนดขนาดเส้นด้ายไม่ได้ตามที่ต้องการ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราเร็วในการปั่นด้าย ในหน่วยเวลาต่อความยาว (กรณีที่ไม่มีการเตรียมเส้นใย)

ครั้งที่	เวลา (นาที)	ความยาว (เมตร)
1	10	1.30
2	10	1.35
3	10	1.22
4	10	1.20
5	10	1.25
6	10	1.35
เฉลี่ย	10	1.28

3.3 ผลการศึกษาสมบัติเชิงกายภาพของเส้นด้ายจากเส้นใยผลตาลสุก

3.3.1 ลักษณะทั่วไปของเส้นด้าย

ลักษณะทางกายภาพของเส้นด้ายเมื่อมองด้วยตาเปล่าจะเห็นการผสมกันของเส้นใยทั้ง 2 ชนิดมีการควบเกลียวกันแน่น เส้นด้ายมีขนาดเล็กมีความหนา บางไม่เท่ากัน และมีปมอยู่บ้างเป็นบางส่วนให้ผิวสัมผัสที่ดูมีมิติมากขึ้นมีความสับสน และเป็นเนื้อเดียวกัน

ผลจากการส่องกล้องดูภาพกำลังขยายสูงของเส้นใยผสมพบว่าเส้นใยมีการควบเกลียวกันได้อย่างสวยงามและเห็นความแตกต่างของเส้นใยแต่ละชนิดได้อย่างชัดเจนดังนี้ เส้นใยที่มีสีขาวซึ่งเป็นเส้นใยพอลิเอสเทอร์ เส้นใยที่มีสีออกเหลืองคือเส้นใยผลตาลสุก จากผลการทดลองยังสังเกตได้ว่าเส้นด้ายมีเส้นใยสีออกเหลืองมากกว่าเส้นใยสีขาว เส้นด้ายมีความเรียบไม่สม่ำเสมอ และนอกจากนี้พบว่ามีเส้นใยพอลิเอสเทอร์ปรากฏออกมาบนผิวของเส้นด้าย ดังภาพที่ 11

3.3.2 ผลการทดสอบขนาดเบอร์ของเส้นด้าย และความแข็งแรงของเส้นด้ายต่อแรงดึงขาด

จากข้อมูลในตารางที่ 3 ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยของขนาดเบอร์เส้นด้ายและความแข็งแรงของเส้นด้ายต่อแรงดึงขาด พบว่าเส้นด้ายที่ได้มีขนาดเท่ากับ 471.42 เท็กซ์ หรือเทียบเท่ากับ 0.80 คอตตอนเคาท์ โดยมีค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงเฉลี่ยที่ 0.04 นิวตันต่อเท็กซ์ และมีค่าร้อยละการยืดตัวอยู่ที่ 16.06 ผลลัพธ์นี้สามารถอภิปรายได้ในเชิงคุณสมบัติของเส้นด้ายที่ได้จากเส้นใยเซลลูโลส ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วเป็นเส้นใยหยาบ ขนาดใหญ่ และมีแรงต้านทานสูงแต่มีความเหนียวจำกัด

ภาพที่ 11 ภาพกำลังขยายของเส้นด้ายใยผสมจากเส้นใยตาลผสมเส้นใยพอลิเอสเทอร์

ค่าขนาดเส้นด้ายมีค่า (471.42 เท็กซ์) สะท้อนให้เห็นว่าเส้นด้ายมีความหนาและเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความแข็งแรงมากกว่าความละเอียด เช่น การถักทอเป็นเชือก เสื่อ หรือวัสดุก่อสร้างเชิงหัตถกรรม ซึ่งแตกต่างจากเส้นด้ายจากฝ้ายหรือไหมที่นิยมใช้ในงานสิ่งทอสำหรับสวมใส่ ส่วนค่าความแข็งแรงของเส้นด้ายที่ 0.04 นิวตันต่อเท็กซ์ ถือว่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์หรือเส้นใยจากเซลลูโลสชนิดอื่น ผลการทดลองแสดงถึงข้อจำกัดในด้านแรงดึงที่เส้นด้ายชนิดนี้สามารถรับได้ ขณะที่ร้อยละการยืดตัว 16.06 ถือว่าอยู่ในระดับที่ดี แสดงให้เห็นว่าเส้นด้ายยังคงความยืดหยุ่นพอสมควร ซึ่งอาจมาจากการจัดเรียงตัวของเส้นใยภายในเส้นด้ายอย่างหลวมตัว ทำให้สามารถรับแรงดึงได้ในระดับหนึ่งก่อนขาด

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเส้นด้ายที่ได้จากเส้นใยผลตาลสุกโดยใช้เส้นด้ายพอลิเอสเทอร์เป็นเส้นด้ายแกนกลางเหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงในเชิงโครงสร้างมากกว่าความละเอียดประณีต โดยมีความยืดหยุ่นอยู่ในระดับที่พอเหมาะ แต่มีข้อจำกัดด้านความแข็งแรงต่อแรงดึงซึ่งควรพิจารณาในกระบวนการผลิตหรือการประยุกต์ใช้งานต่อไป.

ตารางที่ 3 ขนาดเบอร์ของเส้นด้าย และความแข็งแรงของเส้นด้ายต่อแรงดึง

ขนาดเบอร์ของเส้นด้ายเฉลี่ย		ความแข็งแรงของเส้นด้ายต่อแรงดึง/เบอร์เส้นด้าย เฉลี่ย	
เท็กซ์	คอตตอนเคาท์	นิวตัน/เท็กซ์	ร้อยละการยืดตัว
471.42	0.80	0.04	16.06

3.4 ผลการศึกษาสมบัติเชิงกายภาพของผ้าทอ

3.4.1 ผลการทดสอบการหาอัตราส่วนเส้นใยผสมในเส้นด้าย

ผลการทดสอบการหาอัตราส่วนเส้นใยผสมพบว่าผ้าที่ได้ทำการทดสอบนั้นมีเส้นใยผสมอยู่ 2 ชนิด คือ เส้นใยผลตาลสุกร้อยละ 82 และเส้นใยพอลิเอสเทอร์ร้อยละ 18

3.4.2 ผลการทดสอบสมบัติเชิงกายภาพของผ้าทอ

ผ้าที่ทอออกมาปรากฏดังภาพที่ 12 โดยจะสังเกตเห็นเส้นด้ายยืนซึ่งเป็นเส้นใยฝ้ายมีลักษณะสีขาว เส้นด้ายพุ่งที่ได้จากการปั่นระหว่างเส้นใยผลตาลสุกและพอลิเอสเทอร์มีลักษณะสีเหลือง

ภาพที่ 12 ผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายฝ้าย และเส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นใยผสมระหว่างเส้นใยผลตาลสุกและเส้นใยพอลิเอสเทอร์

ตารางที่ 4 เป็นการแสดงผลการทดสอบสมบัติเชิงกายภาพของผ้าทอ โดยพิจารณาจากความหนาแน่นของเส้นด้าย ร้อยละของส่วนผสมเส้นใย และน้ำหนักของผืนผ้า พบว่าผ้าทอที่ได้มีลักษณะเฉพาะที่สะท้อนถึงการออกแบบโครงสร้างผ้าตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงทนทานและมีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี จากข้อมูลพบว่าแนวเส้นด้ายยืนมีความหนาแน่นอยู่ที่ 19 เส้นต่อนิ้ว และใช้เส้นใยฝ้ายร้อยละ 50 ซึ่งสะท้อนถึงความต้องการให้ผ้ามีความนุ่ม ยืดหยุ่น และระบายอากาศได้ดี เส้นด้ายยืนซึ่งเป็นแกนหลักในการรับแรงตึงในกระบวนการทอ จำเป็นต้องมีสมดุลระหว่างความแข็งแรงและความอ่อนตัว ซึ่งเส้นใยฝ้ายสามารถตอบโจทย์ในด้านนี้ได้ดี

ในส่วนของแนวเส้นด้ายพุ่ง มีความหนาแน่น 18 เส้นต่อนิ้ว ใช้เส้นใยผลตาลสุกร้อยละ 45 ร่วมกับเส้นใยพอลิเอสเตอร์ร้อยละ 5 ส่วนผสมนี้ชี้ให้เห็นถึงความพยายามผสมผสานคุณสมบัติจากเส้นใยธรรมชาติที่มีความแข็งแรงและหยาบกระด้างอย่างผลตาลสุก กับเส้นใยสังเคราะห์ที่ให้ความยืดหยุ่นและคืนตัวได้ดีอย่างโพลีเอสเตอร์ เพื่อเพิ่มความคงทนโดยไม่กระทบต่อสัมผัสผิวหรือการใช้งาน น้ำหนักของผืนผ้าที่ได้อยู่ที่ 550.21 กรัมต่อเมตร^2 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง สะท้อนถึงลักษณะของผ้าที่มีความแน่น แข็งแรง และทนทาน

เหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุที่ต้องการรับแรงหรือมีอายุการใช้งานยาวนาน เช่น ผ้าหุ้มเบาะ ผ้าปูพื้น หรือวัสดุในงานหัตถกรรมที่ต้องการความมั่นคงของโครงสร้าง

ตารางที่ 4 นี้ยังแสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้เส้นใยในสัดส่วนที่เหมาะสม รวมถึงการกำหนดค่าความหนาแน่นของเส้นด้ายในแนวยืนและแนวพุ่งอย่างรอบคอบ ส่งผลโดยตรงต่อสมบัติเชิงกายภาพของผืนผ้า ทั้งในด้านน้ำหนัก ความคงทน และความเหมาะสมต่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสมบัติเชิงกายภาพของผ้าทอด้านความหนาแน่นของเส้นด้าย ร้อยละส่วนผสมของเส้นใย และน้ำหนักของผืนผ้า

สมบัติเชิงกายภาพ / แนวเส้นด้ายในผืนผ้า	ความหนาแน่นของเส้นด้ายในผ้าทอ (เส้นต่อนิ้ว)	ส่วนผสมของเส้นใยในผ้าทอ	น้ำหนักของผืนผ้า (กรัมต่อตารางเมตร)
แนวเส้นด้ายยืน	19	เส้นใยฝ้ายร้อยละ 50	550.21
แนวเส้นด้ายพุ่ง	18	เส้นใยผลตาลสุกร้อยละ 45 และเส้นใยพอลิเอสเทอร์ร้อยละ 5	

ตารางที่ 5 เป็นการแสดงผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าทอต่อแรงดึงขาดและแรงฉีกขาด พบว่าผ้าทอที่ดำเนินการทอโดยใช้แนวเส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายฝ้าย และเส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นใยผสมระหว่างเส้นใยผลตาลสุกและพอลิเอสเทอร์ มีค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงขาดสูงทั้งในแนวเส้นด้ายยืนและแนวเส้นด้ายพุ่ง โดยแนวเส้นด้ายยืนมีค่าความแข็งแรงเท่ากับ 581 นิวตัน และแนวเส้นด้ายพุ่งมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยที่ 595 นิวตัน ในส่วนการยืดตัวพบว่าแนวเส้นด้ายยืนมีค่าการยืดตัวมากกว่าแนวด้ายพุ่ง ความแข็งแรงในแนวเส้นด้ายพุ่งที่สูงกว่าแนวยืนสามารถอธิบายได้จากชนิดของเส้นใยที่ใช้ในการทอแนวเส้นด้ายพุ่ง ซึ่งอาจประกอบด้วยเส้นใยผลตาลสุกที่มีโครงสร้างหยาบ แข็งแรง และเส้นใยพอลิเอสเตอร์ที่มีความเหนียวและคืนรูปได้ดี ช่วยเสริมกำลังรับแรงได้มากขึ้น ในขณะที่แนวเส้นด้ายยืนที่ใช้เส้นใยฝ้ายที่แม้จะมีความนุ่มและยืดหยุ่น แต่ก็ไม่สามารถรับแรงดึงได้มากเท่ากับเส้นด้ายพุ่ง ส่วนความแข็งแรงของผ้าทอต่อแรงฉีกขาดมีค่า 65.05 นิวตัน สำหรับแนวด้ายยืน และ 78.95 นิวตัน สำหรับแนวด้ายพุ่ง

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าผ้าทอดังกล่าวมีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีเยี่ยม โดยเฉพาะในด้านความทนทานต่อแรงภายนอก ทั้งแรงดึงและแรงฉีก ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญในการใช้งานผ้าที่ต้องรับน้ำหนักหรือแรงกระทำ เช่น ในงานตกแต่งภายใน งานหัตถกรรม หรือแม้กระทั่งในภาคอุตสาหกรรม

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าทอต่อแรงดึง และแรงฉีกขาด

สมบัติเชิงกายภาพ / แนวเส้นด้ายในผืนผ้า	ความแข็งแรงและการยืดตัวของผ้าทอต่อแรงดึงขาด		ความแข็งแรงของผ้าทอต่อแรงฉีกขาด (นิวตัน)
	ความแข็งแรง (นิวตัน)	การยืดตัว (ร้อยละ)	
แนวเส้นด้ายยืน	581	30.38	65.05
แนวเส้นด้ายพุ่ง	595	20.46	78.95

4. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าเส้นใยจากผลตาลสุกสามารถนำมาปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยกระบวนการปั่นแบบแกนกลางได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เส้นด้ายพอลิเอสเทอร์เป็นแกนกลางและเส้นใยตาลเป็นเปลือกหุ้มรอบแกน เส้นด้ายที่ได้มีลักษณะเฉพาะตัว คือมีความหนาไม่สม่ำเสมอ ผิวสัมผัสหยาบ มีการควบเกลียวแน่นและมีความยืดหยุ่นในระดับที่ดี แม้ว่าค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงจะต่ำ แต่ยังเหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่เน้นแรงดึงสูง เช่น การผลิตผ้าหัตถกรรม ผ้าปูพื้น หรือของตกแต่ง การเปรียบเทียบการปั่นเส้นด้ายระหว่างกรณีเตรียมเส้นใยและไม่เตรียมเส้นใย พบว่าการเตรียมเส้นใยก่อนปั่นช่วยให้ปั่นได้เร็วขึ้นและได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพสม่ำเสมอมากกว่า ผ้าที่ทอจากเส้นด้ายผสมระหว่างเส้นใยผลตาลสุกและพอลิเอสเทอร์ แสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงทั้งต่อแรงดึงและแรงฉีกขาด โดยเฉพาะในแนวด้ายพุ่งที่มีค่าความแข็งแรงสูงกว่าแนวด้ายยืน แสดงถึงประสิทธิภาพของการเสริมแรงจากเส้นใยพอลิเอสเทอร์ ผลการวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางใหม่ในการใช้ประโยชน์จากวัสดุธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่น เพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ และช่วยส่งเสริมแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนในอุตสาหกรรมสิ่งทออย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาไปสู่นวัตกรรมสิ่งทอที่มีเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมและความแข็งแรงทางโครงสร้างในผลิตภัณฑ์ระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] Kumar, R., Singh, S., and Singh, R. (2017). Characterization of natural fibers obtained from Borassus flabellifer fruit. Journal of Natural Fibers, 14 (2), 201–210.

[2] Ramesh, M., Palanikumar, K., and Reddy, K. H. (2019). Plant fibre based bio-composites: Sustainable and renewable green materials. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 79, 558-584.

[3] Sreenivasan, V. S., Manikandan, V., Narayanasamy, R., Rajini, N., and Bharathiraja, G. (2020). Materials and characterization techniques for natural fibre composites: A review. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 39 (1), 15–26.

[4] รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, จรูญ คล้ายจ้อย, กิตติศักดิ์ อริยะเครือ, ก้องเกียรติ มหาอินทร์, ศรัณย์ จันทร์แก้ว สาคร ชลสาคร, ณัฐดนย์ รุ่งเรืองกิจไกร, ศิริอร วณิชโชตยานนท์, ณัฐยา พรรณรัตนศิลป์, จิตติ พัทธวณิช, เริงศักดิ์ มานะสุนทร, มนัส แป้งใส, จันทร์เพ็ญ ชุมแสง และ พิทักษ์ อุปัญญ์. (2557). การพัฒนาเส้นใยจากผลลูกตาลเพื่อผลิตแผ่นกันความร้อน และการประยุกต์ใช้งานสำหรับสิ่งทอเทคนิค. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ.

[5] The American Society of Textile Materials (ASTM). (2002). ASTM D 1059-01 Standard Test Method for Yarn Number Based on Short-Length Specimens. Pennsylvania: ASTM International.

[6] American Association of Textile Chemist and Colorists (AATCC). (2020). Technical Manual: Volume 95. North Carolina: American Association of Textile Chemists and Colorists.

[7] The American Society of Textile Materials (ASTM). (2002). ASTM D 2256-97 Standard Test Method for Tensile Properties of Yarns by the Single-Strand Method. Pennsylvania: ASTM International.

[8] The American Society of Textile Materials (ASTM). (2015). ASTM D 3776/ D3776M-09a (2013) Standard guide for mass per unit area (weight) of fabric. Pennsylvania: ASTM International.

[9] The American Society of Textile Materials (ASTM). (2015). ASTM D 5035-09 (Reapproved 2013) Standard test method for breaking strength and elongation of textile fabrics (Strip Method). Pennsylvania: ASTM International.

[10] The American Society of Textile Materials (ASTM). (2015). ASTM D 1424-11 (Reapproved 2015) Standard test method for tearing strength of fabrics by falling pendulum (Elmendorf –type) apparatus. Pennsylvania: ASTM International.