



การพัฒนาเส้นด้ายจากกาบไผ่และการประยุกต์ใช้งานสำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ
DEVELOPMENT OF YARN FROM BAMBOO SHEATH AND ITS
APPLICATION FOR TEXTILE PRODUCTS

ว่าที่ร้อยตรีหญิง ทศนีย์ จันทร์แสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานวัตกรรมสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

การพัฒนาเส้นด้ายจากกาบไผ่และการประยุกต์ใช้งานสำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

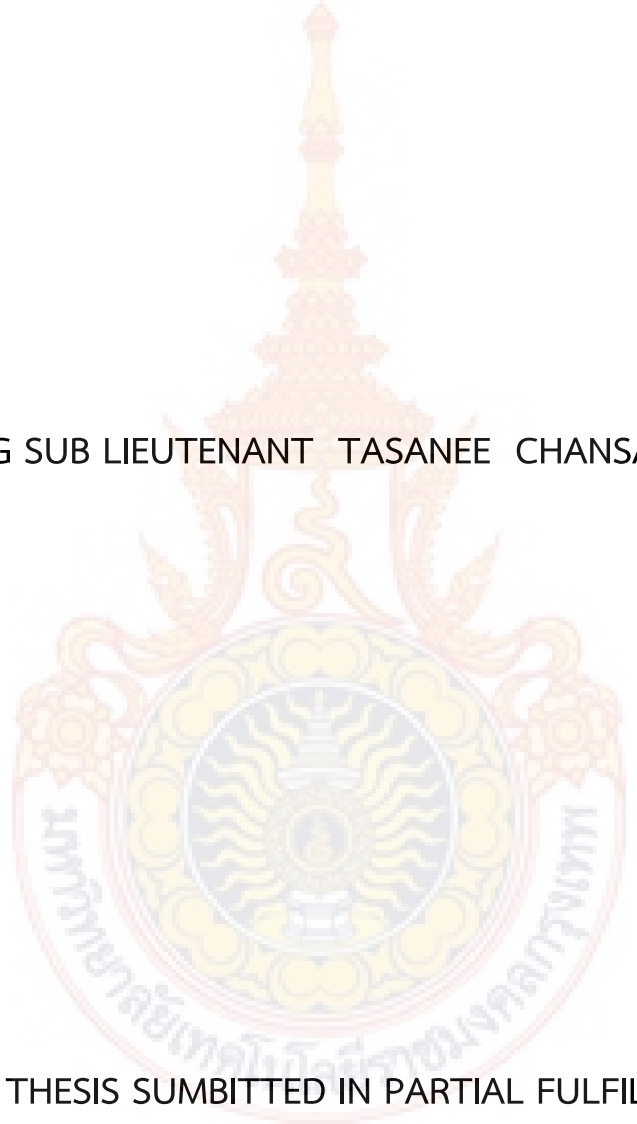
ว่าที่ร้อยตรีหญิง ทศนีย์ จันทรแสง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานวัตกรรมสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

DEVELOPMENT OF YARN FROM BAMBOO SHEATH AND ITS
APPLICATION FOR TEXTILE PRODUCTS

ACTING SUB LIEUTENANT TASANEE CHANSAENG WRTA



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE MASTER DEGREE
OF TEXTILE INNOVATION FACULTY OF TEXTILE INDUSTRY
RAJMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP
ACADEMIC YEAR 2019
COPYRIGHT OF RAJMANGALA UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP

ชื่อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาเส้นด้ายจากกาบไผ่และการประยุกต์ใช้งาน
สำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

โดย

ว่าที่ร้อยตรีหญิงทัศนีย์ จันทร์แสง

สาขาวิชา

นวัตกรรมสิ่งทอ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ว่าที่พันตรี ดร.สมชาย อุดร

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ดร.เกษม มานะรุ่งวิทย์

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์
นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัทรานิษฐ์ สีหิณพนธ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนพล มงคลรัตนาสีห์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ว่าที่พันตรี ดร.สมชาย อุดร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์
(ดร.เกษม มานะรุ่งวิทย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี คู่สุขธรรม)

หน้าลิขสิทธิ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ในคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ดังนั้นงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และข้อความต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

ทัศนีย์ จันทรแสง
(ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์)

COPYRIGHT © 2018

ลิขสิทธิ์ พ.ศ 2561

FACULTY OF TEXTILE INDUSTRIES

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHAP มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์หลายท่าน ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณว่าที่พันตรี ดร.สมชาย อุดร และ ดร.เกษม มานะรุ่งวิทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัตนพล มงคลรัตนาสีธิ ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์บุญศรี คู่สุขธรรม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาในการช่วยเหลือ ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือสำหรับการศึกษาวิจัยจนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะครู อาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ความสามารถต่าง ๆ ให้แก่ผู้ศึกษาทั้งในอดีตและปัจจุบัน จนผู้ศึกษาสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้ชีวิต กำลังใจ สมอง และสติปัญญา รวมทั้งเลี้ยงดูด้วยความรัก ความเอาใจใส่มาโดยตลอด ตลอดจนญาติพี่น้อง ที่ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุน การศึกษาเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ทัศนีย์ จันทร์แสง

วิทยานิพนธ์

การพัฒนาเส้นด้ายจากกาบไผ่และการประยุกต์ใช้งาน
สำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

โดย

ว่าที่ร้อยตรีหญิงทัศนีย์ จันทร์แสง

สาขาวิชา

นวัตกรรมสิ่งทอ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ว่าที่พันตรี ดร.สมชาย อุดร

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ดร.เกษม มานะรุ่งวิทย์

ปีการศึกษา

2562

บทคัดย่อ

การสกัดเส้นใยจากกาบไผ่โดยวิธีการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น ร้อยละ 5 ระยะเวลา 10 วัน จะได้เส้นใยออกมาดีที่สุด องค์ประกอบที่สำคัญในเส้นใยที่สกัดได้ ประกอบด้วยเซลลูโลส ร้อยละ 72.09 เฮมิเซลลูโลส ร้อยละ 8.21 ลิกนิน ร้อยละ 9.45 และอื่น ๆ ร้อยละ 10.25 เมื่อนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยกระบวนการปั่นด้ายแกนกลาง (corespinning) แล้วนำไปทดสอบแรงดึงขาด (breaking force) พบว่า มีค่าแรงดึงขาดเฉลี่ยอยู่ที่ 16.80 นิวตัน เส้นด้ายที่ปั่นแล้วสามารถนำมาทอเป็นผืนผ้าได้แต่ทำได้เฉพาะเส้นด้ายพุ่งเท่านั้น และเมื่อนำมาทอเป็นผืนผ้าแล้วจะได้ผืนผ้าที่มีความสวยงามและมีความคงรูปค่อนข้างดี แต่ผิวสัมผัสของผ้าที่ได้จะมีความหยาบและแข็งกระด้างเหมือนเส้นด้าย ผ้าจึงไม่เหมาะสำหรับการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอเพื่อการสวมใส่ที่ต้องสัมผัสกับผิวหนังของร่างกายโดยตรง ผ้าทอที่ได้นั้นเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทกระเป๋าสำหรับสุภาพสตรีเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน

คำสำคัญ : กาบไผ่, เส้นใย, การปั่นด้ายแกนกลาง, การทอผ้า

Thesis	Development of Yarn from Bamboo Sheath and Its Application for Textile Products
Author	Acting Sub.Lt. Tasanee Chansaeng
Major	Textiles Innovation
Advisor	Acting Major Dr. Somchai Udon
Co advisor	Dr. Kasem Manarungwit
Academic Year	2019

Abstract

The extraction of fibers from bamboo sheath by soaking in sodium hydroxide solution at 5% concentration for 10 days will bring about the best quality fiber. The significant composition of the extracted fiber consists of 72.09% cellulose, 8.21% hemicellulose, 9.45% lignin and 10.25% others.

When the extracted fibers are spun into yarn by corespinning method and after the yarn has been tested the breaking force, the test result is 26.80 newtons on average. The yarn obtained can serve only as weft yarn for weaving into fabric. And after weaving the resulting fabric is beautiful with rather good dimensional stability but hand-feel is rough like yarn thus not suitable for production as textile products for wearing with direct contact with human skin. Therefore, bag for women for use in daily life.

Key words: Bamboo sheath, Fiber, Corespinning, Weaving

สารบัญ

	หน้า
หน้าลิขสิทธิ์	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ผังการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้อมูลทั่วไปของไฟ	4
2.2 การแยกเส้นใย	7
2.3 การวิเคราะห์สมบัติของเส้นใย	8
2.4 กระบวนการผลิตเส้นด้าย	10
2.5 กระบวนการทอผ้า	19
2.6 กระบวนการทดสอบสิ่งทอ	21
2.7 การตกแต่งสิ่งทอ	25
2.8 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์	28
2.9 การออกแบบเชิงการยศาสตร์	36
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	
3.1 รูปแบบการวิจัย	47
3.2 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการศึกษา	47
3.3 ขั้นตอนการทำวิจัย	50
3.4 การวิเคราะห์และทดสอบ	55
3.5 การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปใช้งาน	61

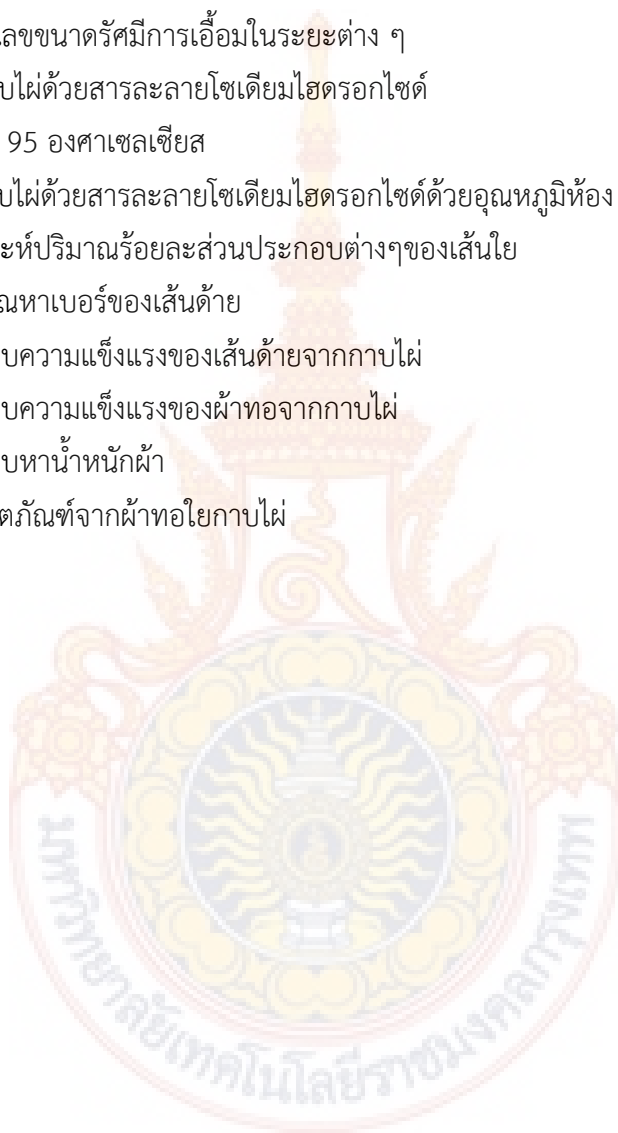
สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 ผลการทดลองการต้มและแช่กาบไผ่ต้งด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	64
4.2 ผลการทำความสะอาดเส้นใย และการเตรียมเส้นใยก่อนการปั่นด้ายด้วยมือ	67
4.3 ผลการปั่นด้ายกาบไผ่ด้วยเครื่องปั่นด้ายด้วยมือ	68
4.4 ผลการทอผ้าจากเส้นด้ายกาบไผ่	69
4.5 ผลการวิเคราะห์และทดสอบ	70
4.6 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผ้าทอใยกาบไผ่	75
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	77
บรรณานุกรม	78
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	80
ประวัติผู้จัดทำ	85



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การแสดงการจำแนกประเภทของกระเป๋า	30
2.2 การแสดงส่วนต่างๆของร่างกาย	37
2.3 การแสดงตัวเลขขนาดศีรษะมีการเอื้อมในระยะต่าง ๆ	38
4.1 ผลการต้มกาบไผ่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ด้วยอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	64
4.2 ผลการแช่กาบไผ่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ด้วยอุณหภูมิห้อง	65
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละส่วนประกอบต่างๆของเส้นใย	70
4.4 ผลการคำนวณหาเบอร์ของเส้นด้าย	71
4.5 ผลการทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายจากกาบไผ่	72
4.6 ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าทอจากกาบไผ่	73
4.7 ผลการทดสอบหาน้ำหนักผ้า	73
4.8 ผลการทำผลิตภัณฑ์จากผ้าทอใยกาบไผ่	75



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ต้นไผ่ตง	5
2.2 กาบไผ่	5
2.3 กาบหุ้มลำไผ่	6
2.4 การปั่นฝ้าย	12
2.5 เครื่องปั่นด้ายเมเดลลีจักรา	12
2.6 ทิศทางเกลียวของเส้นด้าย	17
2.7 เครื่องทอผ้า	20
2.8 การแสดงภาพการเคลื่อนที่ส่วนต่างๆของร่างกาย	37
2.9 การแสดงภาพส่วนต่างๆของร่างกาย	38
2.10 การแสดงภาพขนาดของรัศมีเอี่ยมในลักษณะต่าง ๆ	38
2.11 ภาพการแสดงการเคลื่อนไหวช่วงคอ	39
2.12 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง	40
2.13 ภาพการเคลื่อนไหวส่วนไหล่	40
2.14 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวส่วนข้อศอก	41
2.15 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวส่วนมือและข้อมือ	41
2.16 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวส่วนสะโพก	42
2.17 ภาพการเคลื่อนไหวส่วนเข่า	42
2.18 ภาพการเคลื่อนไหวส่วนเท้า	43
2.19 การเปรียบเทียบสัดส่วนส่วนขงร่างกายของเพศชายใน 7 ช่วงชีวิต	44
2.20 การเปรียบเทียบสัดส่วนส่วนขงร่างกายของเพศหญิงใน 7 ช่วงชีวิต	44
3.1 ด้ายพอลิเอสเตอร์	47
3.2 เครื่องปั่นด้าย	48
3.3 กล้องจุลทรรศน์	49
3.4 เครื่องทดสอบความแข็งแรงของผืนผ้า	49
3.5 การแช่กาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	50
3.6 การต้มกาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	51
3.7 ภาพก่อนทำความสะอาด (ก) และหลังการทำความสะอาดเส้นใย (ข)	52
3.8 การเตรียมเส้นใยก่อนการปั่นด้ายด้วยมือ	52
3.9 การร้อยเส้นด้ายแกนกลาง	53
3.10 การปั่นเส้นด้ายจากกาบไผ่	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.11 เส้นด้ายที่ม้วนเก็บเพื่อรอไปทอเป็นผืนผ้า	54
3.12 การทอผ้าจากเส้นใยกาบไผ่	55
3.13 การซั้่งน้ำหนักเส้นด้าย	56
3.14 การทดสอบรูปร่างตามยาวของเส้นใย	57
3.15 การตัดผ้าทอตามแนวด้ายยืน (ก) และแนวด้ายพุ่ง (ข)	58
3.16 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าทอ	59
3.17 การทดสอบหาน้ำหนักผ้า	59
3.18 การตกแต่งนุ่ม (Softening finishes)	60
3.19 กระเป๋াপัดตรงกลาง	61
3.20 กระเป๋าสำหรับใส่อุปกรณ์การเขียน	61
3.21 กระเป๋าสำหรับใส่เครื่องสำอาง	62
3.22 กระเป๋าสำหรับใส่เหรียญ	62
3.23 ขั้นตอนการตัดชิ้นส่วนกระเป๋า	63
3.24 ขั้นตอนการเย็บกระเป๋า	63
4.1 ผลการทำความสะอาดก่อนการปั่นด้ายด้วยมือ	67
4.2 ผลการเตรียมเส้นใยก่อนการปั่นด้ายด้วยมือ	67
4.3 เส้นด้ายหลังการปั่นด้ายด้วยมือ	68
4.4 ภาพขยายของเส้นด้ายกาบไผ่	68
4.5 ผ้าทอลายเกล็ดนาคา	69
4.6 ผ้าทอลายทิวลูกแก้ว	69
4.7 ภาพขยายของผ้าทอกาบไผ่	70
4.8 ภาพตามยาว (ก) กำลังขยาย 100 เท่า และภาพตัดขวาง (ข) กำลังขยาย 200 เท่า ของเส้นใยกาบไผ่	71
4.9 ผ้าทอที่ผ่านการทำนุ่ม	74
4.10 เซตกระเป๋าสำหรับสุภาพสตรี	76

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไม้ไผ่ เป็นไม้ที่ขยายพันธุ์ง่ายและโตเร็ว เจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาวะอากาศและทุกสภาพพื้นดิน เป็นไม้ที่ตายยาก และที่สำคัญคือ ไผ่เป็นพันธุ์ไม้ที่มีคุณประโยชน์หลากหลายประการ ทั้งประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม ซึ่งถูกนำมาใช้เพื่อเป็นอาหาร วัสดุดิบ ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ทุกส่วนของไผ่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น หน่อไม้ ใช้ในการบริโภค กาบไผ่ใช้เป็นภาชนะในการห่ออาหาร ใบไผ่ ใช้มุงหลังคา ลำไผ่ใช้ทำเครื่องจักสาน สิ่งก่อสร้าง ไม้อัด ไม้ค้ำยัน ที่อยู่อาศัย และการผลิตถ่านจากไผ่ เนื่องจากไผ่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายด้าน ไผ่จึงเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกอย่างแพร่หลาย ไผ่จึงถูกจัดให้เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย

ปัจจุบันกระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติ มีผู้สนใจในวงกว้าง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากผลกระทบจากการทำลายสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน เช่น สภาวะของอากาศที่เปลี่ยนแปลง และอากาศที่ร้อนขึ้น สภาวะของฝุ่นในอากาศที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถตอบสนองผู้บริโภคที่ต้องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี การพัฒนานวัตกรรมสิ่งทอสีเขียวสามารถทำได้หลายรูปแบบ มีโอกาสในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหลายด้าน เช่น การนำวัสดุที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใช้วัสดุดิบที่สามารถผลิตใหม่ได้ การจัดการกับของเสีย และการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการผลิต เป็นต้น (สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC))

เนื่องจากกาบไผ่เป็นวัสดุทางธรรมชาติที่ถูกนำมาใช้งานน้อย และส่วนใหญ่กลายเป็นวัสดุเหลือทิ้ง และไม่ได้ใช้ประโยชน์ การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการผลิตเส้นใยธรรมชาติจากกาบไผ่ เนื่องจากไผ่เป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่นิยมปลูกเป็นจำนวนมาก และมีการเพาะปลูกในหลายภูมิภาคของประเทศ การนำกาบไผ่ที่ได้มาสกัดเป็นเส้นใย เป็นการนำวัสดุทางธรรมชาติที่ใช้งานน้อยและเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นการพัฒนาวัสดุสิ่งทอที่เป็นเส้นใยจากธรรมชาติใหม่ ๆ ให้เป็นทางเลือกสำหรับผู้สนใจผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เส้นใยจากกาบไผ่ที่ได้จะถูกนำมาศึกษาสมบัติของเส้นใย การปั่นเส้นด้ายด้วยการปั่นมือ เพื่อไปประยุกต์และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ได้จากเส้นใยกาบไผ่ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีสกัดเส้นใยจากกาบไผ่
- 1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการปั่นเส้นด้ายจากกาบไผ่ด้วยมือ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาสมบัติของเส้นใย เส้นด้าย และผ้าทอจากกาบไผ่
- 1.2.4 เพื่อพัฒนาผ้าทอจากกาบไผ่เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษากาบไผ่ตงจากจังหวัดนครปฐม
- 1.3.2 สกัดเส้นใยด้วยวิธีการแช่กาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 15 โดยมวลต่อปริมาตรที่อุณหภูมิห้องโดยมีระยะเวลาในการแช่ต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 3 วัน, 5 วัน, 7 วัน, 10 วัน และ 14 วัน
- 1.3.3 สกัดเส้นใยด้วยวิธีการต้มกาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.5 และ ร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส โดยมีระยะเวลาในการต้มต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 20 นาที, 40 นาที และ 60 นาที
- 1.3.4 ทดสอบสมบัติของเส้นใย เส้นด้ายและผ้าทอจากกาบไผ่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้เส้นใยธรรมชาติ
- 1.6.2 เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับกาบไผ่ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งในธรรมชาติ

1.5 ผังการดำเนินงาน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปของไผ่

ไผ่เป็นพืชกอ เป็นพืชสารพัดประโยชน์ที่มนุษย์นำมาใช้เป็นเวลานาน ใช้เป็นอาหาร วัสดุค้ำยันที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ไผ่ถือเป็นพืชเมืองร้อนแต่ก็สามารถเจริญเติบโตได้ทุกทวีป ไผ่หลายสกุลพบมากที่สุดในเขตร้อนทางใต้และตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชียจากอินเดีย ไทย จีน ญี่ปุ่น เกาหลี มีน้อยสกุลที่พบในเขตอบอุ่นของโลก บางส่วนของทวีปอเมริกาก็พบมาก ในประเทศแถบอเมริกาใต้ เช่น เปอโตริโก ชิลี อาร์เจนตินา และมีอีก 2-3 ชนิดที่พบในออสเตรเลีย (ศราวุธ โตสวัสดิ์. 2554 : 7)

ไผ่มีวิวัฒนาการมาจากพืชตระกูลหญ้า สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทั่วโลก มีการค้นพบไม้ไผ่ที่ให้เนื้อไม้ (Woody bamboo) ที่มนุษย์มีการนำหน่อไผ่และลำไผ่มาใช้ประโยชน์ซึ่งมีประมาณ 77 สกุล 1,030 ชนิด และประเทศไทยมีไผ่ขึ้นอยู่ประมาณ 45 สกุล 750 ชนิด ไผ่หนึ่งต้นจะเจริญเติบโตสูงสุดภายในหนึ่งปี และมีอายุยืนหลายปี ลำไผ่ (Culms) จะมีข้อและปล้อง ซึ่งข้อของไผ่จะมีใบหนึ่งใบ หรืออาจมีกิ่งแขนง ไผ่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledons) เมื่อต้นไผ่เจริญเติบโตขึ้นกาบที่หุ้มลำไผ่จะหลุดออก ประโยชน์ที่ได้จากกาบไผ่ (Bamboo sheath) คือ นำไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ ใช้ในการห่ออาหาร ใช้ในการทำวาว ใช้ทำยาถ่ายพยาธิให้ลูกกระบือ และใช้ตกแต่งงานฝีมือ เป็นต้น ไผ่บางชนิดออกดอกเมื่ออายุ 10-100 ปี ขึ้นไป และจะแห้งตายหลังจากดอกพัฒนาเป็นเมล็ดแล้ว (Monocarpic) ในประเทศไทยมีไผ่หลากหลายชนิด ไผ่ที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ได้แก่ ไผ่ป่า ไผ่สีสุก ไผ่บงดา ไผ่เหลือง ไผ่เลี้ยง ไผ่ข้าวหลาม ไผ่ตง ไผ่บงใหญ่ ไผ่เปี๊ยะ ไผ่หมาจู ไผ่ชางนวล ไผ่ชาง ไผ่ไร่ ไผ่บาง ไผ่ทอง ไผ่รวก เป็นต้น

ไผ่ตง *Dendrocalamus asper* เป็นไม้ไผ่ที่มีการปลูกทั่วไปในภาคพื้นตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศไทยนิยมปลูกไผ่ตงเพื่อการตัดหน่อ การส่งหน่อหน่อไม้ไผ่ตงแปรรูปสร้างรายได้เป็นจำนวนมาก ถือได้ว่าไผ่ตงเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง ไผ่ตงในประเทศไทยมีหลายสายพันธุ์ย่อย แต่ละสายพันธุ์ย่อยมีลักษณะของกาบ การแตกกิ่ง ใบ และรายละเอียดอื่น ๆ มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากจนไม่สามารถแบ่งแยกเป็นไม้ไผ่ต่างชนิดกันได้ (กรรณิการ์ ภัฏจนากาญจน์. 2555 : 6) ลักษณะของต้นไผ่ตรงมีลักษณะตามภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ต้นไผ่ตง

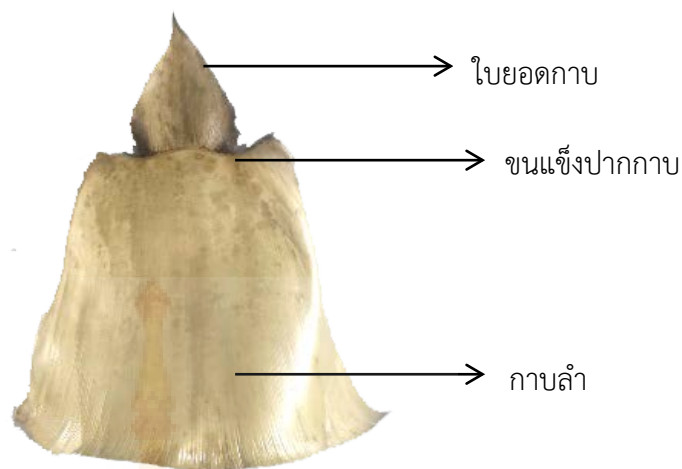
กาบหุ้มลำ (Culm sheath) คือส่วนที่หุ้มอยู่รอบลำ สำหรับป้องกันลำเมื่อยังอ่อนอยู่ กาบหุ้มนี้มักจะหลุดร่วงไปเมื่อลำเจริญเติบโตเต็มที่ แต่มีไผ่บางชนิดที่กาบไม่หลุดร่วงไป ตามภาพที่ 2.2 กาบหุ้มลำแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ตามภาพที่ 2.3

1) กาบ คือ ส่วนที่หุ้มรอบลำไผ่ อาจมีสภาพหนา แข็ง กรอบ หรือบางอ่อน มีขนคาย หรือเกลี้ยงไม่มีขน สั้นหรือยาว แตกต่างกันไปตามชนิดของไผ่ ตอนปลายกาบตรงที่ติดกับใบยอดกาบจะมีส่วนที่เรียกว่า กระจิง อาจเป็นขนยาว ขนสั้น หรือเป็นเยื่อบาง ๆ นอกจากนี้แล้วตรงด้านบนทั้งสองข้างของกาบซึ่งมีลักษณะคล้ายหัวไหล่นั้น บางทีจะมีครีบหรือขนอยู่เรียกว่า ครีบกาบ

2) ใบยอดกาบ คือ ส่วนของตอนปลายของกาบมีส่วนที่มีลักษณะคล้ายใบ แต่มีขนาดใหญ่ และเนื้อหนากว่า ใบยอดกาบนี้ตามปกติจะหลุดร่วงพร้อมกันกับกาบ แต่มีบางชนิดที่หลุดร่วงไปก่อน อย่างไรก็ตามใบยอดกาบจะมีรอยต่อติดอยู่กับกาบเสมอ ไม่ได้เชื่อมเป็นแผ่นเดียวกันโดยตลอด



ภาพที่ 2.2 กาบไผ่



ภาพที่ 2.3 กาบหุ้มลำไผ่

บุษบา บุษบาพุทธเลิศล้ำ และคณะ (2561) กล่าวถึงประโยชน์ของไผ่ ดังนี้

1) ด้านการอนุรักษ์ธรรมชาติ ไผ่จะช่วยป้องกันการพังทลายของดินตามริมฝั่ง และสามารถเป็นแนว ป้องกันลมพายุ ช่วยในการชะลอความเร็วของกระแสน้ำป่าเมื่อฤดูน้ำหลาก ป้องกันภาวะน้ำท่วมฉับพลันและให้ความร่มรื่น สามารถในการใช้ประดับตกแต่งสวน จัดแต่งเป็นมุมพักผ่อนหย่อนใจในบ้านเรือน

2) ประโยชน์จากลักษณะทางฟิสิกส์ เนื่องจาก ความแข็งแรง ความเหนียว การยืดหด ความโค้งงอ และการสปริงตัว ซึ่งเป็นคุณลักษณะประจำตัวของไม้ไผ่ จึงสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเสริมในงานคอนกรีต และเป็นส่วนต่าง ๆ ของการสร้างที่อยู่อาศัย

3) ประโยชน์จากลักษณะทางเคมีของไม้ไผ่ เนื้อไผ่นำมาใช้บำบัดเป็นเยื่อกระดาษ เส้นใยใช้ทำไหมเทียม เนื้อไผ่บางชนิดมีคุณสมบัติสามารถสกัดทำยารักษาโรคได้

4) การใช้ไม้ไผ่ในผลิตภัณฑ์หัตถกรรม และอุตสาหกรรม แบ่งออกได้ ดังนี้ ผลิตภัณฑ์เครื่องจักสานจากเส้นตอก ได้แก่ กระจาด กระบุง กระด้ง กระเช้าผลไม้ ตะกร้าจ่ายตลาด ชะลอม ตะกร้าใส่ขยะ กระเป๋าสตางค์ เข่งใส่ขยะ เครื่องมือจับสัตว์น้ำ เช่น ข้องใส่ปลา ลอบไซ ฯลฯ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากลำต้น และกิ่งของไม้ไผ่ ได้แก่ เก้าอี้ โต๊ะ ชั้นวางหนังสือ ทำด้ามไม้กวาด ไม้เท้า คันเบ็ด รวตากผ้า โครงสร้างบ้านส่วนต่าง ๆ เช่น ทำแคร่ นั่งร้านก่อสร้าง ท่อส่งน้ำ ฯลฯ ผลิตภัณฑ์จากเนื้อไม้ไผ่ ได้แก่ ถาดใส่ขนม ทับทิม ตะเกียบ ไม้เสียบอาหาร กรอบรูป ไม้ ก้านธูป ไม้พาย ไม้เกาหลัง เครื่องดนตรี พื้นบ้าน ไม้บรรทัด ฯลฯ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไผ่ซีก ได้แก่ โครงคอกกระดาด โครงพัด โครงร่ม ลูกกระพรวน คันธนู พื้นม้านั่ง แผงตากปลา สุ่มปลา สุ่มไก่ เป็นต้น

5) ประโยชน์ของต้นไผ่ทางการบริโภค เช่น การนำหน่อไม้ไผ่มาทำเป็นอาหาร ไม่ว่าจะเป็นซุบ แกง ต้ม หรือนำมาดองจิ้มน้ำพริก เป็นต้น

2.2 การแยกเส้นใย

มนูญ จิตต์ใจฉ่ำ และคณะ (2557) กล่าวถึงวิธีการแยกเส้นใยออกจากต้นพืช มีหลายวิธี ดังนี้ 1) การแยกเส้นใยด้วยมือ (Scraping) มักใช้ในอุตสาหกรรมครอบครัวเป็นส่วนมาก 2) การแยกโดยปฏิกิริยาของแบคทีเรียและความชื้น (Retting) เป็นกระบวนการกำจัดเนื้อเยื่อออกจากบริเวณรอบเส้นใยพืช เมื่อสารเหล่านี้ถูกกำจัดออกไป เส้นใยสามารถแยกออกจาก Stem ได้ง่าย กระบวนการนี้สามารถใช้น้ำหรือจุลินทรีย์ก็ได้ 3) การแยกโดยเครื่องจักรกล (Decorticating machine) การแยกเส้นใยโดยใช่มือนั้นเปลืองแรงงานและทำได้ช้ามาก ต่อมาจึงพัฒนาใช้เครื่องจักรแทน ซึ่งนับว่าสะดวกและทุนแรงได้มากแต่คุณภาพของเส้นใยชนิดนี้จะด้อยกว่าการแยกโดยปฏิกิริยาของแบคทีเรียและความชื้น 4) การแยกโดยใช้สารเคมี (Chemical extraction) เป็นวิธีการสกัดเส้นใยโดยใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมซัลเฟต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคลอไรด์ วิธีนี้ใช้เวลาน้อยกว่าการแยกเส้นใยโดยปฏิกิริยาของแบคทีเรียและความชื้น และประหยัดแรงงานด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้สิ่งสำคัญในการแยกเส้นใยจากกาบไผ่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ คือ การใช้ส่วนของกาบไผ่จากลำต้นไผ่ที่ไม่ใช้ประโยชน์ นำมาแยกเส้นใยที่มีคุณสมบัติเหนียวและยืดหยุ่นเหมาะกับการนำไปแปรรูปเพื่อทำผลิตภัณฑ์ เส้นใยที่ได้จากกาบไผ่จะให้เส้นใยที่มีความยาว หรือสั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของกาบไผ่และลำต้นของไผ่ ในการแยกเส้นใยเป็นขั้นตอนของการผลิตเส้นใยที่สำคัญ วิธีการแยกเส้นใยจากพืชมีหลายวิธีแตกต่างกันดังนี้

กระบวนการทางเคมี เป็นวิธีที่ทำให้เยื่อที่ได้มีความสะอาดมาก เพราะถูกต้มด้วยน้ำยาเคมีในหม้อต้มจนกระทั่งเส้นใยแยกออกจากกัน เส้นใยที่ผ่านกระบวนการนี้จะมีผิวละเอียด เยื่อจะมีความนุ่มและพองขาวได้ง่ายหลักการของกระบวนการทางเคมีเป็นกรรมวิธีการผลิตเยื่อที่ใช้สารเคมีละลายในเนื้อไม้ที่เป็นตัวยึดให้เส้นใยกับเส้นใยที่จับตัวกันไว้ออกมา วิธีการนี้เป็นวิธีการนำวัตถุดิบมาต้มกับสารเคมีความเข้มข้นสูงในหม้อต้มเยื่อ เยื่อจากกระบวนการนี้จะมีปริมาณเซลลูโลสสูง มีลิกนินและสารอินทรีย์อื่น ๆ ปนอยู่น้อยมาก มีความเหนียวสูง กระบวนการนี้แบ่งได้ดังนี้คือ

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) หรือ โซดาไฟ (Causitic soda) เป็นต่างแก่ที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีสูตรทางเคมีว่า NaOH เป็นสารเคมีประเภทหนึ่งที่มีฤทธิ์เป็นด่างอย่างแรง เมื่ออยู่ในสารละลายจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 11-12 มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวอยู่ในรูปเม็ดแผ่น หรือสารละลาย ถ้าทิ้งไว้ในบรรยากาศจะสามารถดูดความชื้นจากอากาศจนกลายเป็นสารละลาย ได้ค่าความถ่วงจำเพาะ 2.14 จุดหลอมเหลว 318 องศาเซลเซียส ละลายได้ในน้ำ แอลกอฮอล์ และกลีเซอรอล ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ เช่น ผงชูรส สบู่ ผงซักฟอก ทอผ้า ฟอกย้อม และกระดาษ และใช้ในอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน ตลอดจนใช้ฟอกล้างและกัดสิ่งสกปรก

อุณหภูมิ (Temperature) โดยทั่วไปอุณหภูมิที่สูงปฏิกิริยาการสลายตัวก็ยิ่งรุนแรงมากขึ้น อุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องควบคุม

การแยกเส้นใยโดยการแช่หมัก การแช่หมักเพื่อแยกเส้นใย เป็นการแช่หมักด้วยแบคทีเรียซึ่งแบคทีเรียจะทำลายเนื้อเยื่อให้เน่าเปื่อย แล้วจึงแยกเส้นใยออกจากผิวและเนื้อใบ แบคทีเรียจะทำปฏิกิริยาสลายเนื้อเยื่อที่ยึดเส้นใยอยู่กับผิว และเนื้อใบออกจากกัน เส้นใยที่ได้ยังคงสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลส เพื่อให้การแช่หมักได้อย่างสม่ำเสมอเนื้อเยื่อสลายตัวได้ดี ชิ้นส่วนของพืชที่เตรียมไว้ควรหมักพอหลอมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร ในแต่ละมัด นำไปวางเรียงในบ่อหมัก หรือลำน้ำที่มีความลึกไม่ต่ำกว่า 90 เซนติเมตร ใช้เวลาประมาณ 5-12 วัน ต้องระมัดระวังให้ชิ้นส่วนของพืชจมใต้น้ำตลอดเวลาการแช่หมัก ใช้วัตถุนักพอควรวางทับไว้ข้างบนเพื่อให้ใบอยู่ใต้ผิวน้ำตลอดเวลาที่แช่หมัก ถ้าแช่หมักในทางน้ำไหลจะช่วยให้สีของเส้นใยยง่ายขึ้น และไม่มึนกลิ่นเหม็น จะรู้ว่าใบที่แช่หมักไว้แยกเส้นใยออกได้หรือไม่ ต้องคอยตรวจดูอย่างใกล้ชิดและบ่อย ๆ หลังจากการแช่หมักไปแล้วระยะหนึ่ง เมื่อใบที่แช่หมักพร้อมที่จะแยกเส้นใยได้ นำไปล้างน้ำ โดยจับโคนใบที่มัดไว้แล้วส่ายในน้ำสะอาดไปมาแรง ๆ จนกว่าผิวและเนื้อเยื่อใบหลุดออกทั้งหมด และเหลือแต่เส้นใย แล้วนำเส้นใยไปล้างน้ำให้สะอาดอีกครั้ง จึงนำไปผึ่งแดดให้แห้ง

การแยกเส้นใยโดยใช้ต่าง การแยกเส้นใยโดยใช้ต่าง มีกระบวนการคล้ายกับการแยกเส้นใยโดยการแช่หมัก แต่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นด่างมาช่วยย่อยสลายเนื้อเยื่อแทนแบคทีเรีย โดยการทำให้พืชที่ต้องการจะแยกเส้นใยเกิดการพองตัว และโซเดียมไฮดรอกไซด์ย่อยสลายเนื้อเยื่อส่วนที่หลุดออกมาโดยจะเหลือส่วนที่เป็นเส้นใยที่ต้องการ ขั้นตอนนี้ดีกว่าการแช่หมักเพราะไม่ส่งกลิ่นเหม็น และใช้เวลาที่น้อยกว่า แต่ถ้าใช้ปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์มากเกินไป มีผลทำให้สมบัติเชิงเส้นใยเปื่อยและแตกขาดได้ง่ายเนื่องจากสารที่เข้มข้นไปทำลายโครงสร้างภายในเส้นใย (นฤพน ไพศาลตันติวงศ์ และคณะ 2556 : 6-7)

2.3 การวิเคราะห์สมบัติของเส้นใย

อัจฉริยา ม่วงพานิล (2556 : 31-32) กล่าวถึง การวิเคราะห์สมบัติของเส้นใยทางกายภาพและทางเคมีไว้ดังนี้

2.3.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1) ความเหนียว ความแข็งแรงของฝ้าย เนื่องจากการเรียงตัวของพอลิเมอร์ที่ยาวมีการสร้างตัวของพันธะไฮโดรเจนระหว่างพอลิเมอร์ที่ติดกัน เส้นใยฝ้ายจึงเป็นเส้นใยที่แข็งแรงกว่าเดิมเมื่อเปียกน้ำ เนื่องจากการจัดเรียงตัวใหม่ชั่วคราวในส่วนที่ไม่เป็นระเบียบ นอกจากนั้นเมื่อเปียกน้ำยังส่งผลให้เพิ่มปริมาณของพันธะไฮโดรเจนขึ้นทำให้ค่าความเหนียวเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 5

2) การยืดหยุ่นตัวและความเป็นพลาสติก เส้นใยฝ้ายจะไม่มีมียืดหยุ่นตัวเพราะว่าเป็นเส้นใยที่มีส่วนที่เป็นผลึกสูง ดังนั้นผ้าที่ทำจากเส้นใยฝ้ายจะมีการหดตัวและเกิดรอยยับง่าย เนื่องจากการมีส่วนที่เป็นระเบียบมาก ทำให้ไม่สามารถพับหรือทบ เพราะจะทำให้พอลิเมอร์ขาดออกจากกันทำให้ผ้าฉีกขาดง่าย

3) การดูดซึมความชื้น ที่ภาวะมาตรฐานอุณหภูมิ 70 องศาฟาเรนไฮต์ (21 องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 ฝ้ายมีความสามารถในการดูดซึมความชื้นได้สูงถึงร้อยละ 7-10 และและความแข็งของฝ้ายจะสูงเมื่อเปียก เนื่องจากมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) มากมายในพอลิเมอร์ การที่น้ำจะสามารถแทรกซึมจะเป็นบริเวณที่ไม่เป็นระเบียบเท่านั้น เพราะช่องว่างภายในบริเวณที่เป็นผลึกมีขนาดเล็กกว่าโมเลกุลของน้ำ การพองตัวในน้ำก็เช่นกันจะเกิดในบริเวณที่ไม่เป็นระเบียบเนื่องจากการดูดซึมน้ำได้ดี ทำให้ผู้สวมใส่สบายตัว และยังลดปริมาณไฟฟ้าสถิต

4) สมบัติความคงทนต่อความร้อน ฝ้ายทนต่อความร้อนได้ดี อุณหภูมิที่ใช้ในการรีดอาจสูงถึง 400-425 องศาฟาเรนไฮต์ (204-218 องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาสั้น ๆ ฝ้ายเริ่มไหม้และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่อุณหภูมิ 475 องศาฟาเรนไฮต์ (246 องศาเซลเซียส) ถ้าสูงกว่านั้นเส้นใยอาจถูกทำลายได้ สำหรับความร้อนที่ร้อนมากเกินไปอาจทำให้เส้นใยฝ้ายกลายเป็นเถ้าถ่านและไหม้ไฟ

2.3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

1) กรด เส้นใยฝ้ายจะอ่อนแอและถูกทำลายโดยกรด สภาวะที่เป็นกรดจะละลายพอลิเมอร์ของฝ้าย บริเวณอะตอมของ Glucoside oxygen (-O-) ที่เชื่อมอยู่ระหว่างกลูโคส 2 หน่วยที่จะสร้างเป็น Cellobiose กรดเร่หรือกรดอนินทรีย์

2) อิทธิพลของด่าง ฝ้ายมีความทนทานต่อด่างมาก เนื่องจากไม่มีบริเวณที่จะทำปฏิกิริยากับด่างและตัวเส้นใยเอง นอกจากนั้นแล้วด่างที่เป็นสารเคมีหลักในการทำเมอร์เซอร์ไรซ์กลับทำให้ฝ้ายมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น การเมอร์เซอร์ไรซ์ที่ไม่มีแรงดึงจะทำให้เส้นใยพองตัว เนื่องจากการขยายตัวตามขวางและหดตัวตามยาว การเมอร์เซอร์ไรซ์โดยมีแรงดึงจะมีการหดตัวหรือพองตัวน้อยมาก เส้นใยที่ทำแล้วมีความเหนียว และมีความมันเงาสูงขึ้นแรงดึงของเส้นด้ายหรือผ้าฝ้ายในสารละลายด่างจะช่วยทำให้พอลิเมอร์จัดเรียงตัวเพิ่มเติม เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของพันธะไฮโดรเจนส่วนความมันเงา เกิดมาจากการเรียงตัวบนผิวหน้าของเส้นใยที่ดีขึ้นทำให้ผิวของเส้นใยเรียบและคงที่

3) อิทธิพลของการฟอกขาว สารฟอกขาวสำหรับฝ้าย มีโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite) และโซเดียมเปอร์บอร์เรต (Sodium perborate) โซเดียมไฮโปคลอไรท์สามารถฟอกขาวเส้นใยฝ้ายได้ ณ อุณหภูมิห้อง โซเดียมเปอร์บอร์เรตจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเมื่อซักในสารละลายที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่สารทั้งสองตัวถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะมีผลทำให้ฝ้ายเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกลายเป็นสภาพที่เรียกว่า ออกซีเซลลูโลส (Oxycellulose) ที่มีสมบัติอ่อนแอกว่าฝ้ายปกติ ขาดง่ายเมื่อเปียกและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและจะมีประสิทธิภาพในการฟอกขาวเมื่ออยู่ในสภาวะด่าง ซึ่งเส้นใยฝ้ายทนทานต่อด่างได้ดี

4) อิทธิพลต่อแสงแดดและมลภาวะทางอากาศ รังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงแดดจะมีพลังงานที่เรียกว่า พลังงานทางแสง - เคมี (Photochemical energy) ในขณะที่ยังมีรังสีอินฟราเรดจะมีพลังงานความร้อน ซึ่งสามารถทำลายเส้นใยฝ้ายเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจนความชื้นและมลภาวะทางอากาศ ความชื้นจะมีผลในการแตกตัวของพอลิเมอร์ในบริเวณผิวหน้าของเส้นใยฝ้าย โดยปกติ

ไฮโดรไลซิสขั้นต่อไปจะเกิดการตัดพอลิเมอร์ออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ และสุดท้ายพอลิเมอร์จะถูกทำลายอย่างสิ้นเชิง การย่อยสลายสามารถรับสีย้อมได้หลายชนิด เช่น สีรีแอคทีฟ สีแวน นอกจากนี้ยังสามารถเป็นสีไดเร็กและสีเบสิก

2.4 กระบวนการผลิตเส้นด้าย

พรศิริ หลงหนองคุณ (2560) ได้พูดถึงการผลิตเส้นด้ายไว้ดังนี้ เส้นด้าย คือ ไยสิ่งทอที่รวมตัวอยู่ด้วยกันเป็นเส้นยาว ซึ่งมีความแข็งแรงพอที่จะนำไปทอถัก หรือทำการผลิตเส้นด้ายโดยวิธีอื่น ๆ เพื่อผลิตเป็นสิ่งทอ เส้นด้ายมีด้วยกันหลายชนิด โดยมีลักษณะที่แตกต่างกันแล้วแต่กระบวนการผลิตและกระบวนการตกแต่งต่าง ๆ การผลิตเส้นด้ายมีเทคนิคและกรรมวิธีการผลิตได้หลายวิธี ซึ่งในแต่ละวิธีนั้นจำเป็นต้องศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อเส้นด้าย คือ เบอร์ของเส้นด้าย เกลียวของเส้นด้าย อัตราส่วนการผสมและการพันกันของเส้นใย เส้นด้ายประกอบด้วยเส้นใยสั้น ๆ รวมกัน และต่อกันเป็นเส้นยาวจนเป็นเส้นด้ายที่ใช้ทอผ้าและนำมาผลิตเป็นผ้าหรือสิ่งทอ ซึ่งต้องเป็นรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้

- 1) เส้นใยสั้นจำนวนหนึ่งที่นำมาเข้าเกลียวรวมกันและต่อกันเป็นเส้นยาว
- 2) เส้นใยยาวจำนวนหนึ่งที่นำมารวมกันโดยไม่ได้เข้าเกลียว
- 3) เส้นใยยาวจำนวนหนึ่งที่นำมารวมกันแล้วเข้าเกลียวหลวม ๆ หรือเข้าเกลียวแน่น
- 4) เส้นใยยาวเดี่ยว
- 5) รีวของวัสดุที่ตัดเป็นเส้นยาว หรือแผ่นยาว เช่น ด้ายโลหะ

การผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยธรรมชาติ ส่วนมากจะใช้วิธีการปั่นด้าย เนื่องจากใยธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นใยสั้น การปั่นด้ายมี 2 ลักษณะคือ การปั่นด้ายด้วยมือ และการปั่นด้ายแบบอุตสาหกรรม

การปั่นด้ายด้วยมือมีกานิยามมานานนับแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ ได้มีการค้นพบว่าชาวอียิปต์โบราณใช้ผ้าที่ทอจากลินินคุณภาพดี พันหุ้มมัมมี่ ด้ายสามารถปั่นด้วยมือโดยอุปกรณ์ง่าย ๆ คือ ไนปั่นด้าย การปั่นด้ายด้วยมือโดยส่วนใหญ่แล้วใช้ปั่นเส้นใยจากธรรมชาติ เช่น ฝ้าย ลินิน เป็นต้น สำหรับในประเทศไทย ในปัจจุบันการปั่นด้ายด้วยมือยังทำกันอยู่บ้างและนำไปใช้ในการทอผ้าในระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน ก็คือการปั่นด้ายจากฝ้าย

กรรมวิธีปั่นเส้นด้ายฝ้ายด้วยมือ คือ การทำปุยฝ้ายให้เป็นเส้นด้าย ซึ่ง กฤตพร ชูแสง (2546) ได้อธิบายขั้นตอนในการปั่นไว้ดังต่อไปนี้

- 1) การอ้วฝ้ายหรือการหีบฝ้าย ใช้เครื่องหีบฝ้ายหรือเครื่องอ้วฝ้าย ซึ่งจะมีฟันเฟืองคล้ายฟันเฟืองรถ 2 ฟันเฟือง ทำด้วยไม้กลม ๆ คล้ายสว่าน ฟันเฟืองล่างยาวกว่าฟันเฟืองบนมีที่หมุนพร้อมด้ามถือเป็นไม้ มีหลักเสาเพื่อใช้ใส่ไม้หมุนทั้งสองอัน เสาจะปักอยู่บนแผ่นไม้อีกแผ่นหนึ่งซึ่งเป็นฐานรองเสา ในการหีบฝ้าย ทำให้เมล็ดฝ้ายแยกออกจากปุยฝ้าย

2) การติดฝ้าย เครื่องมือที่ใช้ติดฝ้ายจะมีลักษณะเหมือนคันธนู ทำด้วยไม้ไผ่ใช้เชือกผูกปลายทั้งสองข้างให้โค้งเข้าหากัน เชือกจะเป็นตัวที่ทำให้ฝ้ายแตกกระจายออกเป็นเนื้อเดียวกันนำฝ้ายที่ฉีแล้วมาติดด้วยเครื่องติดฝ้าย ติดในเครื่องจักรสาน เพื่อกันไม่ให้ปุยฝ้ายปลิวหรืออาจจะติดบนเสื้อก็ได้

3) การดัดฝ้าย เครื่องมือที่ใช้เรียกไม้ล้อ มีลักษณะคล้ายไม้ตะเกียบ และมีแผ่นรองเป็นไม้คล้าย ๆ เชียง นำด้ายที่ติดเป็นปุยแล้วมาล้อหมุนให้ได้ปุยฝ้ายที่มีลักษณะเป็นเส้นกลม ในการล้อฝ้ายจะใช้ฝ้ายประมาณเท่าฝ่ามือวางบนพื้นไม้ แล้วใช้ไม้ล้อวางทับบนปุยฝ้าย ใช้ฝ่ามือหมุนไปกับพื้นไม้เพื่อให้ปุยเป็นด้าย ซึ่งมีลักษณะกลม ๆ แล้วดึงออกจากไม้

4) การปั่นฝ้ายหรือการเส้นฝ้าย ใช้เครื่องมือที่เรียกว่าโนหรือหลา ใช้สำหรับหมุนหรือปั่นล้อด้ายที่ดัดแล้วให้เป็นเส้นด้าย วิธีทำนำปลายฝ้ายที่ล้อหรือม้วนแล้วมาพันเข้ากับแกนเหล็กใน ซึ่งเหล็กในจะมีเชือกโยงเข้าหาหลา มือหนึ่งจับโนหรือหลาหมุนให้วงล้อหมุนอีกมือหนึ่งจับฝ้ายที่ล้อแล้วค่อย ๆ ป้อนฝ้ายให้แกนที่พันฝ้ายดึงฝ้ายออกไป แกนที่พันฝ้ายนั้นจะหมุนพันฝ้ายเป็นเส้นด้าย ฝ้ายที่ปั่นจะได้เส้นเล็กเส้นใหญ่มีความเรียบสม่ำเสมอ เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้เส้นฝ้าย เมื่อปั่นเข้าแกนได้พอสมควร ก็หยุด หลังจากนั้นก็ใช้ไม้ซึ่งมีลักษณะเป็นหลัก เรียกว่าไม้เปียด้าย พันด้ายจนมีขนาดโตพอประมาณแล้วดึงด้ายออก เรียกว่า ปอย หรือใจ ไม้เปียใช้สำหรับเปียด้ายไม่ให้พันกันทำให้ด้ายมีระเบียบง่ายขึ้น

การปั่นเส้นด้ายด้วยมือ

พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้กล่าวถึง กระบวนการผลิตและอุปกรณ์ในการผลิตเส้นใยฝ้ายนั้น เป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมายาวนานพัฒนาจนเหมาะสมกับวิถีชีวิตคนไทย ในสังคมเกษตรกรรม เครื่องมือสำหรับการปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย นิยมใช้ใน จังหวัดสกลนคร จังหวัดมุกดาหาร การปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใยฝ้ายจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กงปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายนี้ภาษาท้องถิ่นทางภาคอีสานเรียกว่า การเส้นฝ้าย การปั่นฝ้าย หรือหลาปั่นฝ้าย ส่วนโครงสร้างทำจากไม้เนื้อแข็ง ส่วนวงล้อนั้นประกอบจากไม้ไผ่ โครงสร้างส่วนฐานประกอบจากท่อนไม้คล้ายตัวอักษร T โดยส่วนหัวมีเสาหลัก 2 ข้างเข้าต่อเป็นเดือยทะลุฐานข้างหนึ่งสั้นกว่า เพื่อให้เอียงเข้าหาด้านผู้ปั่น โดยส่วนกึ่งกลางจะเจาะทะลุใส่แกนของวงล้อปั่นฝ้าย วงล้อนี้จะทำด้วยไม้ไผ่มัดประกบกันด้วยเส้นเชือกมีลักษณะคล้ายวงล้อจักรยาน ที่แกนกลางวงล้อนี้จะต่อยาวออกมาเป็นที่จับสำหรับหมุนปั่นฝ้ายส่วนฐานอีกด้านหนึ่ง เข้าเดือยไม้อีกชิ้นหนึ่งซึ่งมีหลักเดียวๆ ขึ้นไปเป็นแกนใส่เหล็กด้านหนึ่งยื่นเป็นปลายแหลมเข้าหาด้านผู้ปั่นฝ้าย เหล็กปลายแหลมนี้เรียกว่า “โน” ซึ่งหมุนโดยแรงเหวี่ยงของเส้นเชือกที่ผูกโยงรอบวงล้อมาหาแกนของเหล็กโน เมื่อหมุนวงล้อเหล็กโนก็หมุนไปด้วย

วิธีการปั่นฝ้ายหรือเส้นฝ้าย เอาปลายม้วนฝ้ายจ่อไว้ที่โน ส่วนมืออีกข้างจับที่หมุนให้วงล้อหมุน ส่วนโนก็จะหมุนตาม ทำให้แรงเหวี่ยงดีเกลียวม้วนฝ้ายที่จ่อไว้ เมื่อถึงมือที่ถือม้วนฝ้ายออกมาก็จะเป็นเส้นฝ้าย เมื่อผ่อนมือย้อนกลับเส้นฝ้ายก็จะม้วนอยู่กับเหล็กโน เมื่อใกล้จะหมดม้วนฝ้ายก็เอาม้วนฝ้ายอันใหม่ทำต่อเนื่องกับม้วนฝ้ายอันเดิมให้เป็นเส้นฝ้ายเดียวกัน จนเส้นฝ้ายเต็มเหล็กโน จึงค่อยๆ คลายเส้นใยฝ้ายจากเหล็กโนใส่ไม้เปียด้ายหรือไม้เปฝ้าย ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การปั่นฝ้าย

ที่มา : <http://www.openbase.in.th/node/5621>

เมเดลลีจักรา (Medleri charka) คือ กงล้อสำหรับปั่นด้าย โดยใช้เชื้อที่เกิดจากการคิดค้นพัฒนาเครื่องมือนี้ ที่หมู่บ้านเมเดลี แคว้นคานาตะกะ ประเทศอินเดีย และจักรา แปลว่า กงล้อ หลักการทำงานของเมเดลลีจักราประกอบด้วย ฐานล่างเป็นแผ่นกระดานพนักวางเท้าที่มีก้านคันโยกเป็นตัวเชื่อมส่งกำลังไปยังกงล้อ สำหรับวางสายพานเชื่อมต่อกับกระสวยด้านบน ทำให้กระสวยปั่นด้ายหมุน และดึงเส้นใยไปเก็บไว้ในหลอดด้าย โดยมือทั้งสองข้างเป็นตัวควบคุมการส่งเส้นใยเข้าหลอดด้ายทำให้เส้นด้ายที่ปั่นออกมามีลักษณะเส้นเรียบและสม่ำเสมอ เล็กใหญ่ได้ตามต้องการ เครื่องปั่นด้ายเมเดลลีจักรา (ภาพที่ 2.5) มีประสิทธิภาพการใช้งานที่ค่อนข้างได้เปรียบกว่าเครื่องปั่นด้ายแบบพื้นบ้านของไทยในด้านการผลิตเส้นใยที่มีคุณภาพ สามารถทำเส้นด้ายเล็กละเอียดเส้นด้ายขนาดกลาง และเส้นหยาบ นอกจากนี้ยังสามารถทำเกลียวเส้นด้ายในเครื่องเดียวกัน ปัจจุบันเริ่มมีการนำเครื่องเมเดลลีจักรา มาใช้ในไทยบ้างแล้ว โดยกลุ่มสตรีจาก อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่, อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด และกลุ่มสตรีกะเหรี่ยงทอผ้าย้อมสีธรรมชาติ อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ เนื่องจากสภาพปัญหาขาดแคลนเส้นใย และไม่ต้องการซื้อเส้นใยราคาสูงในท้องตลาดเป็นหลักในการผลิต



ภาพที่ 2.5 เครื่องปั่นด้ายเมเดลลีจักรา

ที่มา : <http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2535>

การปั่นด้ายแบบอุตสาหกรรม หรือการปั่นด้ายระบบฝ้าย มีลำดับขั้นตอนในการผลิต 7 ขั้นตอน ซึ่ง อัจฉริยา ม่วงพานิล (2556) ได้อธิบายไว้ดังนี้

1) การคัดเลือกและการผสมเส้นใย (Sorting and blending) เริ่มจากการคัดเลือกด้ายฝ้ายที่มีคุณภาพใกล้เคียงกันและมีขนาดความยาวเท่ากัน โดยแกะห่อฝ้ายที่มาเป็นห่อ ๆ ใส่รวมกันในเครื่องผสม (blending machine) เพื่อผสมเส้นใยให้เข้ากัน

2) การทำแผ่นเส้นใย (Picking) เครื่องนี้ช่วยทำความสะอาดเส้นใยอีกครั้งและทำให้เส้นใยเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 นิ้ว กว้างประมาณ 4-5 นิ้ว มีลักษณะเหมือนม้วนสำลี

3) การสาวเส้นใย (Carding) เส้นใยจะเข้าเครื่องสาวเพื่อสาวและทำความสะอาดต่อ โดยสาวเอาเส้นใยสั้น ๆ ออก แล้วจัดเรียงเส้นใยให้ขนานกันเป็นแนวยาว เส้นใยจะแผ่เป็นแผ่นบาง ๆ และเรียงสม่ำเสมอ

4) การหวีเส้นใย (Combing) เป็นขั้นตอนที่ทำให้เส้นใยเรียบอีกครั้งหนึ่งและเอาเส้นใยสั้น ๆ ออกให้หมดเหลือแต่เส้นใยที่มีคุณภาพดี แล้วจัดเส้นใยให้เรียงและขนานกันอย่างเป็นระเบียบ เรียกว่า สไลด์เวอร์ (Sliver)

5) การดึง (Drawing) จะขึ้นอยู่กับสภาพเส้นด้ายที่ต้องการทำหลังจากล้างแล้วโดยจะต้องนำเส้นใยมาดึงด้วยเครื่องดึง (Drawing machine) เครื่องจะดึงออกมาเป็นสไลด์เวอร์ให้มีขนาดเล็กกว่าเดิม

6) การดึงลดขนาด (Roving) คือการดึงเส้นใยให้เล็กลงเหลือเส้นผ่านศูนย์กลาง $1/4 - 1/8$ ของขนาดสไลด์เวอร์เดิม หรือให้ได้ขนาดตามความต้องการ และบิดเกลียวเล็กน้อย

7) การบิดเกลียว (Spinning) เป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายของการปั่นเส้นด้ายโดยบิดเกลียวเส้นด้ายให้เส้นด้ายแน่นและเหนียว แล้วกรอเข้าหลอด

อย่างไรก็ตามหลักการทั้งหมดอาจไม่จำเป็นต้องผ่านครบทุกขั้นตอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ใช้และผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิต (กฤตพร ชูแสง. 2546)

การปั่นด้ายจากใยสั้นสามารถจำแนกการปั่นด้ายตามลักษณะได้ 3 แบบ คือ

1) การปั่นด้ายระบบวงแหวน (Ring spinning) ซึ่งนฤพน ไพศาลตันติวงศ์ และคณะ (2556) ได้อธิบายไว้ว่า การปั่นด้ายระบบวงแหวน ใช้แพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถผลิตเส้นด้ายต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางตั้งแต่ขนาดเล็กมากจนถึงขนาดใหญ่ คือ ตั้งแต่ 5 เทกซ์ ถึง 600 เทกซ์ แต่เนื่องจากด้ายที่ปั่นเสร็จแล้วไปพันอยู่บน Spindle ซึ่งหมุนตาม Spindle มีน้ำหนักมาก จึงไม่สามารถเพิ่มกำลังผลิต โดยการเพิ่มกำลังผลิตโดยการเพิ่มความเร็วของ Spindle ให้สูงขึ้นมากได้ เพราะจะต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการหมุนกลุ่มด้าย ข้อจำกัดทางด้านชิ้นส่วนของเครื่องจักรเกี่ยวกับแรงที่เกิดขึ้นและพลังงานที่ใช้

2) การปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Break or open-end spinning) ซึ่งมณูญ จิตต์ใจฉ่ำ และคณะ (2557) ได้อธิบายไว้ว่า ในปัจจุบันดูเหมือนว่าจะมีเพียงไม่กี่ระบบเท่านั้นที่ประสบความสำเร็จเป็นการปั่นด้ายที่ใช้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่เคลื่อนที่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบากว่าแบบวงแหวน จึงสามารถเดินเครื่องจักรด้วยความเร็วสูงมาก แต่การปั่นด้ายวิธีนี้จะปั่นด้ายที่มีขนาดปานกลางถึงใหญ่เท่านั้น สำหรับการปั่นด้ายใยสั้นในเชิงอุตสาหกรรมที่เข้ามาแบ่งส่วนตลาด คือ การปั่นด้ายปลายเปิด (Open-end) ในระบบลูกถ้วย (Rotor spinning) และระบบการปั่นด้ายด้วยความฝืด (Friction spinning)

3) การปั่นด้ายแบบอื่น ๆ (Others) นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ส่วนมากจะใช้กับ Worsted yarn ซึ่งทำจากขนสัตว์ เส้นใยประดิษฐ์ หรือ เป็นการผสมกันระหว่างขนสัตว์กับใยประดิษฐ์ และในระบบการปั่นด้ายแบบนี้ จะไม่ค่อยประสบผลสำเร็จในเชิงอุตสาหกรรมปั่นด้ายใยสั้น เช่น การปั่นด้ายแบบเกลียวสลับ (Selftwist spinning) แบบแคป (Cap spinning)

ปัจจุบันเส้นด้ายที่นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีลักษณะและสมบัติของเส้นด้ายแต่ละชนิดที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากเส้นด้ายแต่ละชนิดที่นำมาใช้นั้นมีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ด้านในกระบวนการผลิตเส้นด้าย เช่น เครื่องมืออุตสาหกรรมในการนำมาใช้ในการปั่นเส้นด้ายรวมทั้งลักษณะของเส้นใยมีผลทำให้เส้นด้ายมีความแตกต่าง และคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป (มณูญ จิตต์ใจฉ่ำ และคณะ 2557)

1) ลักษณะโครงสร้างและรูปร่างของเส้นด้าย

โครงสร้างและรูปร่างของเส้นใยมีผลต่อเส้นด้ายหรือผืนผ้าที่ผลิตจากเส้นใยเหล่านั้น ลักษณะของผิวของขนแกะคล้ายกับเกล็ดปลา ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติของเส้นด้ายในด้าน (Felting) และการหดตัว (Shrinkage)

ฝ้ายมีลักษณะรูปร่างที่คล้ายแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่บิดตัวไปมา สามารถช่วยให้เส้นใยอิสระแต่ละเส้นจับตัวกันเป็นเส้นด้ายได้อย่างดี เส้นใยที่มีผิวเรียบมันใสให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความมันเงาสวยงาม เช่น ไนลอน และใยประดิษฐ์อื่น ๆ

รูปร่างของภาคตัดขวาง (Cross-section shape) ของเส้นใยมีผลกระทบต่อผืนผ้าที่ทอเช่นกัน เส้นใยที่มีภาคตัดขวางเป็นวงกลม เช่น ขนแกะ เมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอให้สัมผัสดีกว่าเส้นใยที่มีภาคตัดขวางคล้ายแถบผ้า เช่น ฝ้าย เป็นต้น

2) ลักษณะและสมบัติการยืดออกและการหดกลับของเส้นด้าย

ความแข็งแรง (Tensile strength) หมายถึง ความแข็งแรงของวัสดุหรือความแข็งแรงในขณะที่วัสดุถูกดึงให้ขาด โดยทั่วไปใช้เป็นแรงต่อพื้นที่หน้าตัดของวัสดุนั้น ๆ เช่น ไดน์ (Dyne) ต่อตารางเซนติเมตร หลักการนี้สามารถนำไปใช้หาความเหนียวของเส้นใยและเส้นด้ายได้เช่นกัน

ความเหนียว การนำเส้นด้ายเดี่ยวมาพิจารณาหาค่าความเหนียวของ (Tenacity) เป็นการหาค่าของ (Specific stress) ที่จุดเริ่มต้นถูกดึงขาดของเส้นด้าย 2 ชนิด อาจมีค่าของ (Tenacity) ที่เท่ากันแต่อาจมีค่าของแรงดึงก่อนขาด (Tensile strength) ไม่เหมือนกัน เพราะมีความหนาแน่นของวัสดุไม่เท่ากัน ทำให้พื้นที่หน้าตัดขวางของเส้นด้ายไม่เท่ากันด้วย

การยืดตัวออก เส้นด้ายมีแรงยืดมากเป็นการทำจำนวนหนึ่ง เส้นด้ายนั้นยืดตัวออกไประยะหนึ่ง เรียกว่า elongation or extention มักหาค่านี้ด้วยการหาค่าเปรียบเทียบกับความยาวเดิมของเส้นด้ายนั้น ๆ และคำนวณออกเป็นร้อยละ โดยปกติความเหนียวของเส้นด้ายมีค่าเท่าไรขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ชนิดของเส้นใยและเบอร์เส้นด้าย

ความไม่สม่ำเสมอของเส้นด้าย (Yarn irregularity) เกิดจากเปลี่ยนแปลงของเส้นด้ายในระหว่างกระบวนการผลิต โดยปกติแสดงค่าทางสถิติเป็นค่าร้อยละ CV หรือ ร้อยละ U สามารถทำได้โดยการวัดขนาดของเส้นด้ายในแต่ละช่วงความยาว และคำนวณค่าออกมาโดยอาศัยหลักพื้นฐานทางสถิติ

คุณสมบัติของการยืดออก และการหดตัวกลับของเส้นด้ายเมื่อเส้นด้ายถูกดึงออกด้วยแรงเพียงเล็กน้อย เส้นด้ายจะหดตัวกลับมามีตำแหน่งเดิม เรียกว่า เส้นด้ายนั้นมี elastic recovery แต่ถ้าเส้นด้ายถูกแรงมากกระทำด้วยขนาดของแรงที่มากขึ้น การหดตัวกลับอาจไม่สามารถทำได้ร้อยละ 100 เหมือนกรณีแรก ซึ่งเส้นด้ายมีการเปลี่ยนรูปได้

ขนบนเส้นด้าย เส้นด้ายที่เกิดจากการปั่นเส้นใยสั้น มีลักษณะอย่างหนึ่งที่ไม่เหมือนด้ายฟิลาเมนต์ คือ การเกิดขนบนตัวเส้นด้าย หมายถึง เส้นใยอื่นไพล่ออกมาจากตัวโครงสร้างเส้นด้ายการกำหนดค่าบนเส้นขนในทางปฏิบัติ หมายถึง จำนวนขนที่ยื่นออกมาต่อระยะความยาวระยะหนึ่งซึ่งปัจจุบันมีเครื่องมือนับจำนวนขนนี้ได้ และแสดงค่าออกมาอย่างอัตโนมัติการเกิดขนบนเส้นด้ายมีผลต่อคุณสมบัติที่สำคัญของด้าย เพราะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของเส้นด้ายสาเหตุของการเกิดขน อาจเกิดจากหลายองค์ประกอบตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต เครื่องจักร และอุปกรณ์

ความคงทนต่อการขัดถูของเส้นด้าย เส้นด้ายเมื่อนำมาทอหรือนำมาผลิตเป็นสิ่งทอในรูปแบบต่าง ๆ พบว่าต้องสัมผัสกับวัตถุอื่น ๆ ซึ่งเส้นด้ายมีความคงทนต่อการขัดถูได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ชนิดของเส้นใย และโครงสร้างเส้นด้าย

การฟุ้งตัวของเส้นด้าย ลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของเส้นด้ายมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตขึ้นต่อไปอย่างมาก เช่น รูปร่างที่ปรากฏของผืนผ้าที่การทอผ้าหรือถักผ้า การดูดซึมสีที่กระบวนการย้อมสี เป็นต้น องค์ประกอบที่ทำให้การฟุ้งตัวของเส้นด้ายเป็นแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับระบบการปั่นด้ายเป็นหลัก

ผลกระทบจากความชื้นเส้นใย หรือเส้นด้ายเกือบทุกชนิด มีสมบัติการดูดซึมความชื้นได้ ปริมาณการดูดซึมความชื้นที่ดูดขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ เส้นด้ายเมื่อดูดความชื้นแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติหลายอย่างของเส้นใยแต่ละชนิด มีความสามารถในการดูดความชื้นที่แตกต่างกัน และด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตในขั้นตอนการย้อมสี สามารถแทรกซึมในเส้นใยที่ดูดซึมความชื้นได้ดีมากกว่าเส้นใยที่ไม่ดูดซึมความชื้น

ผลกระทบจากความร้อนของเส้นด้ายทุกชนิด ปฏิกริยาต่อความร้อนสูงมากแต่ลักษณะการเกิดปฏิกริยาแตกต่างกันออกไป เช่น ขนแกะแปดสภาพเปลี่ยนไปหากได้รับความร้อนสูงโดยไม่มีการหลอมละลายก่อนของเส้นด้ายพอลิเอทิลีน หรืออะซิเตด การอ่อนตัวและหลอมละลายก่อนการเปลี่ยนแปรสภาพ ดังนั้นผลของความร้อนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำมาใช้งานหากนำมาผลิตเป็นสิ่งทอควรคำนึงถึงสิ่งนี้เป็นสำคัญ

ผลกระทบจากแสงแดด แสงแดดมีผลกระทบต่อเส้นด้ายเกือบทุกชนิด เนื่องจากเส้นด้ายแต่ละชนิด มีการแปรสภาพเปลี่ยนไปและชำรุดเสียหายอย่างรวดเร็ว เมื่อเจอแสงแดดซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียความเหนียวในเส้นด้ายหรือผืนผ้าและสีเปลี่ยน

คุณสมบัติทางไฟฟ้า ผืนผ้าที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นวัสดุที่สำคัญในการนำไปใช้งานด้านการป้องกันกระแสไฟฟ้า อุทสาหกรรมที่เกี่ยวกับไฟฟ้า และยังมีอิทธิพลต่อปริมาณของประจุไฟฟ้าสถิต ที่สะสมอยู่ในเส้นด้ายหรือผืนผ้าในระหว่างการผลิต หรือการสวมใส่ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นส่งผลให้เส้นใยเกิดการพันกันหรือแยกออกจากกัน ในขณะที่เครื่องจักรทำงานอยู่ และปริมาณการเกิดไฟฟ้าสถิตลดลง เมื่อเส้นด้ายหรือผืนผ้ามีความชื้นหรือเปียก

3) ชนิดของเส้นด้าย

เส้นด้ายที่ใช้ทอผ้าในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด และหลากหลายรูปแบบจึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ เส้นด้ายธรรมดา และเส้นด้ายพิเศษ

เส้นด้ายธรรมดา (Simple yarn) คือเส้นด้ายที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนเกลียวสม่ำเสมอตลอดทั้งเส้น จำแนกได้ คือ เส้นด้ายเดี่ยว เส้นด้ายรวม และเส้นด้ายเชือก

เส้นด้ายพิเศษ หมายถึง เส้นด้ายที่มีลักษณะไม่เรียบ มีขนาดไม่เท่ากันตลอดทั้งเส้น บางตอนเข้าเกลียวแน่น บางตอนเข้าเกลียวหลวม หรือมีลักษณะเป็นห่วงเป็นปุ่มปม และเส้นใยอาจมีสีต่างกัน การผลิตด้ายชนิดนี้ เพื่อต้องการให้เกิดความแตกต่างกันเกิดความแปลกสวยงามทนทาน และมีประโยชน์การใช้สอยแบบกว้าง ๆ โครงสร้างของเส้นด้ายพิเศษประกอบด้วย เส้นด้ายหลัก เส้นด้ายพิเศษ เส้นด้ายพัน

4) ขนาดและเกลียวของเส้นด้าย

ทิศทางการควบเกลียว (Twist direction) เส้นด้ายมี 2 แบบ คือ เกลียว S และเกลียว Z (สมพรรณนา วงษ์กล้า, 2554)

เกลียว S หมายถึง เส้นด้ายที่มีการควบเกลียว โดยมีทิศทางการลาดเอียงของเส้นใยหรือเส้นด้าย เหมือนการลาดเอียงของเส้นกลางของอักษร S หรือเกลียวที่มีทิศทางเฉลิยงลงจากซ้ายไปหาขวาเหมือนกับ S

เกลียว Z หมายถึง เส้นด้ายที่มีการควบเกลียว โดยมีทิศทางการลาดเอียงของเส้นใยหรือเส้นด้าย เหมือนการลาดเอียงของเส้นกลางของอักษร Z หรือเกลียวที่มีทิศทางเฉลิยงขึ้นจากซ้ายไปหาขวาเหมือนอักษร Z



ภาพที่ 2.6 ทิศทางเกลียวของเส้นด้าย

ที่มา: <https://de.wikipedia.org/wiki/Schlagrichtung>

ขนาดและเบอร์ด้าย (The linear density or yarn count) บรรพต เตกะจรินทร์ (2539) ได้กล่าวไว้ว่า เบอร์ด้ายเป็นตัวกำหนดขนาดความเล็กใหญ่ของเส้นด้าย ระบบที่กำหนดขนาดของเส้นด้ายในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือ ระบบตรง และระบบกลับ

ระบบตรง (Direct system) เป็นระบบที่กำหนดเบอร์ด้าย “น้ำหนักต่อความยาว” หน่วยของระบบตรงที่นิยมเรียกกันได้แก่ Tex และ Denier ซึ่งแต่ละหน่วยมีนิยามของตัวเองในการกำหนด เช่น

1 เท็กซ์ (Tex) ได้แก่ด้ายที่มีน้ำหนัก 1 กรัม มีความยาว 1000 เมตร

1 ดีเนียร์ (Denier) ได้แก่ด้ายที่มีน้ำหนัก 1 กรัม มีความยาว 9000 เมตร

เขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้คือ

$$\text{เบอร์เท็กซ์ (Tex)} = \frac{M \times 1000}{L}$$

เมื่อ M = น้ำหนักเส้นด้ายหน่วยเป็น กรัม

L = ความยาวเส้นด้ายหน่วยเป็น เมตร

$$\text{เบอร์ดีเนียร์ (Denier)} = \frac{M \times 9000}{L}$$

เมื่อ M = น้ำหนักเส้นด้ายหน่วยเป็น กรัม

L = ความยาวเส้นด้ายหน่วยเป็น เมตร

ระบบกลับ (Indirect system) ในระบบนี้การคำนวณเบอร์เส้นด้ายคิดจากข้อกำหนด “ความยาวต่อน้ำหนัก” หน่วยที่นิยมใช้ได้แก่ cotton count, metric count, worsted count และ woollen count เป็นต้น ซึ่งในแต่ละหน่วยจะมีความยาวมาตรฐานจำเพาะที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการคิดเบอร์ด้ายจึงมีความแตกต่างในรายละเอียด เช่น

1 cotton count = เส้นด้ายยาว 840 หลา น้ำหนัก 1 ปอนด์

1 metric count = เส้นด้ายยาว 1000 เมตร น้ำหนัก 1 กก.

1 worsted count = เส้นด้ายยาว 560 หลา น้ำหนัก 1 ปอนด์

1 woollen count = เส้นด้ายยาว 256 หลา น้ำหนัก 1 ปอนด์

เขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้คือ

สำหรับ cotton count

$$\text{cotton count (Ne)} = \frac{L}{W \times 840}$$

เมื่อ Ne = เบอร์ด้ายที่ต้องคำนวณ หน่วยเป็น cotton count

L = ความยาวเส้นด้ายตัวอย่าง หน่วยเป็นหลา

W = น้ำหนักด้ายตัวอย่าง หน่วยเป็นปอนด์

สำหรับ metric count

$$\text{metric count (Nm)} = \frac{L}{M}$$

เมื่อ Nm = เบอร์ด้ายที่ต้องคำนวณ หน่วยเป็น metric count

L = ความยาวเส้นด้ายตัวอย่าง หน่วยเป็นเมตรหรือกิโลเมตร

W = น้ำหนักด้ายตัวอย่าง หน่วยเป็นกรัมหรือกิโลกรัม

2.5 กระบวนการทอผ้า

การเตรียมด้ายยืนหรือเส้นยืน หลังจากการปั่นใส่หลอดเรียบร้อยแล้วก็ให้นำด้าย เหล่านั้นไปใส่เครื่องเดินด้าย ซึ่งมีราวสำหรับบรรจุหลอดด้ายลงแคร่สำหรับเดินด้ายต่อไป ราวนี้มีขนาดใหญ่สามารถบรรจุหลอดด้ายประมาณ 200 หลา และแคร่สามารถบรรจุเส้นยืนได้ยาว 200 หลา เมื่อเดินเส้นด้ายเสร็จแล้วก็จะปลดเอาด้ายออกมาจากแคร่และขมวดให้เป็นลูกโซ่ เพื่อป้องกันมิให้เส้นด้ายยุ่ง นำเก็บสำหรับหิวต่อไป ซึ่งเรียกว่าการเดินด้าย หรือจะใช้วิธีเดินด้ายโดยไม่ใช้เครื่องก็ได้

การร้อยพื้นหิวและการหิวด้าย การหิวด้ายคือการแผ่เส้นด้ายจากลักษณะที่เป็นก่าอยู่ ให้กระจายออกเป็นแผ่นเรียบเสมอกันแล้วม้วนเก็บเข้าแกนของกงพันสำหรับตั้งบนกี่ต่อไป จากนั้นต้องเอาปลายด้ายหนึ่งของก่าเส้นยืนเข้ากับพื้นหิว ซึ่งพื้นหิวและส่วนกว้างเท่ากับความต้องการแล้วผูกเข้ากับแกนของกงพันม้วนด้าย ในการหิวด้ายจำเป็นอย่างน้อย 2 คน คนหนึ่งม้วนกงพัน อีกคนใช้พื้นหิว หิวด้ายให้เรียบร้อยเสมอกัน และนำไปจึงบนกี่สำหรับเก็บตะกอดต่อไป

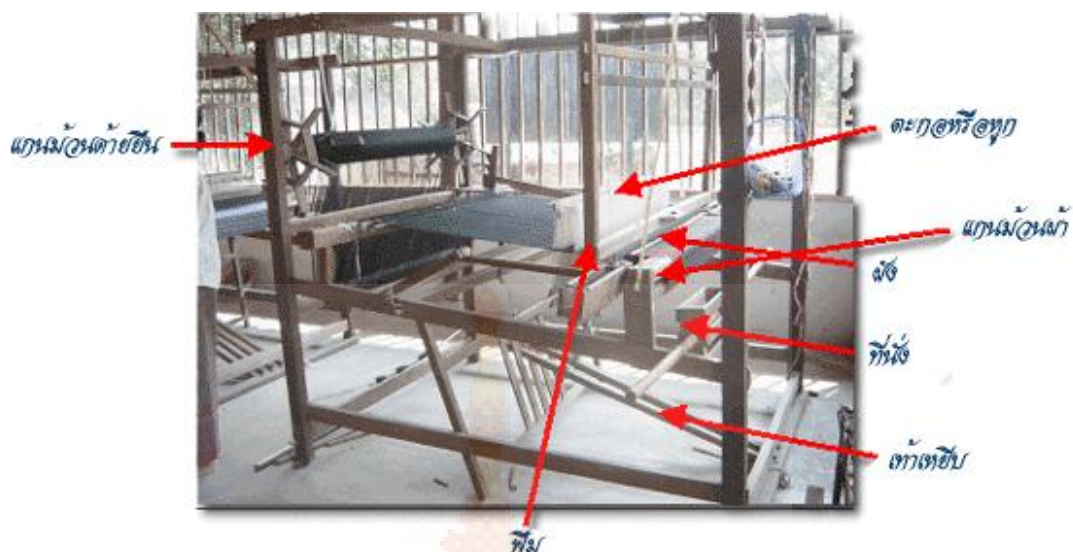
การนำด้ายจึงบนกี่ เมื่อเรานำด้ายที่หิวด้ายเรียบร้อยแล้วตามความยาว ตามความต้องการนำเอามาขึ้นกี่ที่จะใช้ในการทอผ้า ปลายด้านหนึ่งม้วนเข้ากับเครื่องม้วนด้ายยืนด้านหน้าและปลายด้ายอีกด้านติดกับฟืมม้วนเข้ากับไม้ม้วนผ้าด้านหลัง

การเก็บตะกอด การเก็บตะกอดด้าย หมายถึง การที่เรานำด้ายที่จะทอซึ่งขึ้นบนกี่เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็มาถึงขั้นตอนการเก็บตะกอด โดยการเก็บสวดลายหรือแบบที่เราจะทอตามที่ต้องการผูกเข้ากับเท้าเหยียบให้ เรียบร้อยก่อน เมื่อเก็บตะกอดตามแบบที่เราต้องการจนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถเริ่มการทอผ้าได้เลย

การเตรียมด้ายพุ่งหรือเส้นพุ่ง นำด้ายฝ้ายที่จะใช้ในการทอผ้าตามสวดลายที่ต้องการแล้วมาเข้าเครื่องกรอด้วยเข้ากับหลอดด้าย ให้มีจำนวนมากตามจำนวนที่เราต้องการใช้ในการทอผ้าสำหรับด้ายพุ่ง

การทอผ้า หลักของการทอผ้าก็คือการทำให้เส้นด้ายสองกลุ่มขั้ดกัน โดยทั้งสองพวกตั้งฉากกัน เส้นด้ายพวกหนึ่งเรียกว่าเส้นด้ายยืน และอีกพวกเรียกว่าเส้นด้ายพุ่ง ลักษณะของการขั้ดกันของด้ายพุ่งและด้ายยืนจะขั้ดกันแบบธรรมดาที่เรียกว่า ลายขั้ดหรืออาจจะเพิ่มเทคนิคพิเศษเพื่อให้ผ้ามีลวดลายสวยงามและแปลกตา

เมื่อซึ่งด้ายเข้ากับกี่เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็ใช้กระสวยซึ่งบรรจุเอาหลอดด้ายใส่ไว้ในร่องของกระสวยสำหรับสอดเส้นด้ายใน แนวขวาง (ด้ายพุ่ง) การสอดก็จะสอดกลับไปกลับมาอยู่เสมอเวลาสอด 1 ครั้งก็ต้องเหยียบ 1 ครั้ง และใช้ฟืมกระทบจัดให้เข้ากันเพื่อคัดเส้นด้ายให้แน่นเข้ามียืนไปไม่ถึงก็ปลดเส้นด้ายที่ซึ่งก่อน แล้วม้วนเข้าไปในไม้ม้วนผ้าจะตั้งทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ ต่อไปจนกระทั่งเสร็จแล้ว จึงเอาม้วนผ้าที่ทอได้ออก (นฤพน ไพศาลตันติวงศ์ และคณะ. 2556)



ภาพที่ 2.7 เครื่องทอผ้า

ที่มา: นฤพน ไพศาลตันติวงศ์ และคณะ (2556)

พิศุทธิ์ จันทรคำ (2554) ได้กล่าวถึง ส่วนประกอบของอุปกรณ์สำหรับทอผ้า ดังนี้

1) ฟืมหรือฟันหวี มีลักษณะคล้ายหวียาวเท่ากับความกว้างของหน้าผ้าทำด้วยโลหะมีลักษณะเป็นซี่เล็ก ๆ มีกรอบทำด้วยไม้หรือโลหะแต่ละซี่ของฟืมจะเป็นช่องสำหรับสอดด้ายยืนเข้าไปเป็นการจัดเรียงด้ายยืนให้ห่างกันตามความละเอียดของเนื้อผ้า เป็นส่วนที่ใช้กระทบให้เส้นด้ายที่ทอเรียงติดกันแน่นเป็นผืนผ้าฟืมสมัยโบราณทำด้วยไม้แกะสลักเป็นรูปนกหรือเป็นลวดลายต่าง ๆ

2) เขาหูก หรือตะกอ คือส่วนที่ใช้สอดด้ายเป็นด้ายยืน และแบ่งด้ายยืนออกเป็นหมู่ ๆ ตามต้องการ เพื่อที่จะพุ่งกระสวยเข้าหากันได้สะดวก เขาหูกมีอยู่ 2 อัน แต่ละอันเวลาสอดด้ายต้องสอดสลับกันไปเส้นหนึ่งเว้นเส้นหนึ่ง ที่เขาหูกจะมีเชือกผูกแขวนไว้กับด้านบน โดยผูกเชือกเส้นเดียวสามารถจะเลื่อนไปมาได้ ส่วนล่างผูกเชือกติดกับคานเหยียบ หรือตีนเหยียบไว้ เพื่อเวลาต้องการดึงด้ายให้เป็นช่องก็ใช้เท้าเหยียบคานเหยียบนี้ คานเหยียบจะเป็นตัวดึงเขาหูกให้เลื่อนขึ้นลง ถ้าหากต้องการทอเป็นลาย ๆ ก็ต้องใช้คานเหยียบหลายอัน เช่น ลายสองใช้คานเหยียบ 4 อัน เรียกว่า ทอ 4 ตะกอ ลายสามใช้คานเหยียบ 6 อัน เรียก ทอ 6 ตะกอ จำนวนตะกอที่ช่างทอผ้าเกาะยอใช้ มีตั้งแต่ 2-12 ตะกอ ผ้าผืนใดที่ทอหลายตะกอถือว่ามีความงามที่มีลวดลายที่ละเอียดสวยงาม และมีราคาแพง

3) กระสวย คือไม้ที่เป็นรูปรีตรงปลายทั้งสองข้าง ตรงกลางใหญ่ และมีร่องสำหรับใส่หลอดด้ายพุ่ง ใช้สำหรับพุ่งสอดไปในช่องด้ายยืนระหว่างการทอผ้า หลังจากทอเหยียบคานเหยียบให้เขาหูกแยกเส้นด้ายยืนแล้ว

4) ไม้แกนม้วนผ้า หรือ ไม้กำพัน ชาวบ้านเกาะยอเรียกว่า พันรับผ้า เป็นไม้ที่ใช้สำหรับม้วนผ้าที่ทอแล้ว ไม้แกนม้วนผ้ามีขนาดความยาวเท่ากันกับที่หรือเท่ากับ ความกว้างของหน้าผ้า

5) คานเหยียบ หรือตีนเหยียบ เป็นไม้ใช้สำหรับเหยียบเครื่องบังคับตะโก เพื่อให้เชือกที่โยงต่อมาจากเขาหูกหรือตะกอดึงด้ายขึ้นให้แยกออกเป็นหมู่ ขณะที่ช่างทอพุ่งกระสวยด้ายพุ่งเข้าไปขัดด้ายขึ้นให้เกิดเป็นลวดลายต่าง ๆ

6) สายกระตุก หรือเชือกดึงเวลาพุ่งกระสวย จึงเกิดศัพท์ว่า ก็กระตุก โดยช่างทอผ้าจะใช้มือข้างหนึ่งกระตุกสายเชือกนี้ กระสวยก็จะแล่นไปแล่นมาเองและใช้มืออีกข้างดึงฟืมให้กระแทกเนื้อผ้าที่ทอแล้วให้แน่น

7) ระหัดถักด้าย เป็นไม้ระหัดสำหรับม้วนด้ายขึ้น

8) หลอดด้ายพุ่ง เป็นหลอดไม้ไผ่ที่บรรจุด้ายสีต่าง ๆ สอดอยู่ในรางกระสวยเพื่อใช้พุ่งไปขัดด้ายขึ้นในขณะที่ช่างทอกำลังทอผ้าและกระตุกสายกระตุกไปหลอดเส้นด้ายพุ่งก็จะพุ่งไปขัดกับเส้นด้ายขึ้นเกิดเป็นลายผ้าตามต้องการ

9) หลอดด้ายขึ้น เป็นหลอดด้ายหลักที่ซึ่งอยู่ในก็โดยสอดผ่านฟืมเรียบร้อยแล้วมีลักษณะอยู่ในแนวตั้ง

10) ไนปั่นด้าย เป็นอุปกรณ์ที่แยกออกมาจากที่ทอผ้า ใช้สำหรับปั่นด้ายเข้ากระสวยและปั่นด้ายขึ้นเข้าระหัดถักด้าย

11) ผัง เป็นไม้สำหรับค้ำความกว้างของผ้า ให้น้ำผ้าตึงพอดีกับฟืม เพื่อว่าจะได้สะดวกเวลาทอ และเส้นด้ายตรงลายไม่คดไปคดมา ด้านหัวและด้านท้ายของผังจะผูกเข็มไว้เพื่อใส่สอดริมผ้าทั้งสองข้าง

2.6 กระบวนการทดสอบสิ่งทอ

ประเภทของการทดสอบสิ่งทอโดยปกติการทดสอบสิ่งทอแบ่งได้ 2 วิธี คือ

1) การทดสอบทางกายภาพ (Physical testing) เป็นการทดสอบเกี่ยวกับความแข็งแรงและความเหมาะสมในการใช้งานด้านต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือทดสอบประเภทต่าง ๆ เช่น ความคงทนต่อแรงดึงขาด (tensile strength) ความคงทนต่อการฉีกขาด (Tear strength) ความคงทนต่อการขัดถู (abrasion resistant) และการตรวจสอบเบอร์เส้นด้าย (Yarn count) เป็นต้น

2) การทดสอบทางเคมี (Chemical testing) เป็นการทดสอบที่มีสารเคมีมาเกี่ยวข้องโดยมีการทดสอบในหลาย ๆ หัวข้อ เช่น ความคงทนของสีต่อการซักล้าง ซักแห้ง ฟอกขาว เหงื่อ และแสงแดด การหาปริมาณอัตราส่วนผสมของเส้นใย และการหาปริมาณฟอรัมาลดีไฮด์บนวัสดุสิ่งทอ เป็นต้น

พรศิริ หลงหนองคุณ (2560) ได้อธิบายไว้ว่าการวิเคราะห์เส้นใยขึ้นอยู่กับการวิจัยหลายประการ นับตั้งแต่ลักษณะตัวอย่างที่ทดสอบประสิทธิภาพของผู้วิเคราะห์ ตลอดจนถึงเครื่องมือทดสอบที่ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนากาเกิดเส้นใยใหม่ และการปรับปรุงสมบัติของเส้นใยประดิษฐ์ให้ดีขึ้น ขึ้นอยู่ตลอดเวลาจึงทำให้การวิเคราะห์เส้นใยมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามประเทศไทยที่พัฒนาแล้วส่วนใหญ่มีกฎหมายบังคับให้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอทุกประเภท ต้องแสดงส่วนประกอบของเส้นใยในผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

หลักการทั่วไปของการวิเคราะห์เส้นใย จำเป็นในการเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลาย ๆ วิธีรวมกัน เพื่อนำไปสู่ความมั่นใจในการสรุปผลนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้วิเคราะห์เป็นอย่างมากมี 6 วิธี ดังนี้

1) การทดสอบด้วยสายตา (Visual inspection) การตรวจสอบด้วยการสังเกตผลิตภัณฑ์รวมไปถึงการใช้มือสัมผัสเป็นวิธีการขั้นตอนแรกเสมอ เป็นวิธีการที่ค่อนข้างประหยัดเวลาแต่ต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้วิเคราะห์อย่างแท้จริง วิธีการนี้เคยใช้ได้ผลค่อนข้างดี โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์เส้นใยธรรมชาติ เช่น ผ้าฝ้าย เป็นต้น แต่ในปัจจุบันเส้นใยประดิษฐ์ได้เลียนแบบ เพื่อใช้ทดแทนธรรมชาติมากขึ้น ทำให้ยากต่อการสรุปผลหรืออาจได้ผลสรุปที่ผิดไป

2) การทดสอบด้วยการเผาไหม้ (Burning test) วิธีการนี้สามารถบอกได้ถึงเส้นใยกลุ่มใหม่ ๆ ได้ เช่น เส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยประดิษฐ์ไปจนกระทั่งถึงอาจบอกส่วนประกอบทางเคมีกว้าง ๆ ของเส้นใยชนิดนั้น หากนำผลที่ได้ประกอบเข้ากับผลการตรวจสอบด้วยสายตา ก็อาจทำให้ชัดเจนขึ้น เช่น การเผาไหม้แล้วทราบว่าเป็นเซลลูโลส และลักษณะของเส้นใยเป็นเส้นใยยาว สรุปได้ว่าน่าจะเป็นเส้นใยประดิษฐ์ ประเภทเส้นใยเซลลูโลส เช่น เรยอน เป็นต้น

3) การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Microscopic examination) ความรู้การศึกษาโครงสร้างของเส้นใย ดูจากกล้องจุลทรรศน์ จะช่วยให้เข้าใจความแตกต่างของเส้นใยชนิดต่าง ๆ ได้มากขึ้น วิธีนี้ให้ผลดีในการศึกษาเส้นใยธรรมชาติมีความถูกต้องสูงในขณะที่ค่อนข้างจำกัดต่อการศึกษเส้นใยประดิษฐ์ การทดสอบมักกระทำที่กำลังขยายต่ำประมาณ 50-60 เท่า ดูโครงสร้างตามยาว และพื้นที่หน้าตัด จากนั้นดูรายละเอียดที่กำลังสูงขึ้น ในกรณีของเส้นใยประดิษฐ์ต้องอาศัยหลักการทางกล้องโพลาริซไมโครสโคปิก เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของเส้นใยก็ทำให้ผลถูกต้องยิ่งขึ้น

4) การทดสอบความสามารถในการละลาย (Solubility) ประโยชน์จากการทดสอบความสามารถในการละลายคือ ทดสอบว่าเป็นเส้นใยชนิดใด มีส่วนประกอบของเส้นใยอะไรบ้าง หลักการทั่วไป คือ การสังเกตปฏิกิริยาเส้นใยธรรมชาติที่มีต่อ กรด- ด่าง หรือสารเคมีเฉพาะอย่าง ซึ่งแตกต่างกันแต่ในกรณีของเส้นใยประดิษฐ์นั้น การทดสอบอาจสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ผลการทดสอบมีความถูกต้องเมื่อปฏิบัติตามวิธีการที่ถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาวะในระหว่างการทดสอบ หลังจากนั้นก็นำผลการทดสอบที่ได้เปรียบเทียบกับความสามารถในการละลายของเส้นใยที่สรุปเป็นข้อมูลอ้างอิง

5) การทดสอบการเกิดสี (Staining test) วิธีการทดสอบสีมักเป็นวิธีการทำเพื่อยืนยันผลการทดสอบด้วยวิธีการอื่นมาแล้ว เป็นวิธีการที่ต้องการทดสอบอย่างรวดเร็ว สะดวก และสำเร็จรูป โดยอาศัยสีที่เตรียมมา เพื่อวัตถุประสงค์นี้โดยเฉพาะบริษัทผู้ผลิตสีหลายแห่งได้ผลิตสี เพื่อการทดสอบพร้อมมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบกับ การหาจุด ใช้ทดสอบได้กับเส้นใยสีขาวหรือสีอ่อนเท่านั้น และยาวต่อการแยกชนิดของเส้นใยด้วยด้ายผสม โดยทั่วไปมักไม่สรุปจากการทดสอบโดยใช้สีของบริษัทใดบริษัทหนึ่งเพื่อสร้างความมั่นใจในผลสรุปที่ได้ การทดสอบในรายละเอียดมีปรากฏในเอกสารคู่มือจาก

บริษัทผู้ผลิตสีแต่หลักการทั่วไปคล้ายกัน คือ ตัวอย่างเส้นใยถูกทำให้เปียกด้วยน้ำร้อนก่อนการย้อมสี จากนั้นจุ่มเส้นใยลงในสีย้อมตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต นำตัวอย่างนี้มาแล้วล้างออก ปล่อยให้แห้ง แล้วจึงนำไปประเมินผล ตัวอย่างของสีที่มีใช้ในการใช้ในการทดสอบดังกล่าวคือ สีที่ผลิตโดย บริษัท ดูปองท์ ของสหรัฐอเมริกา เรียกว่า Du Pont Fiber Identification Stem No.4

6) การทดสอบความหนาแน่นของเส้นใย (Fiber density test) ความหนาแน่นของเส้นใยแต่ละชนิด มีค่าแตกต่างกันเฉพาะตัวเป็นค่าที่บ่งบอกถึงน้ำหนักของเส้นใย โดยหลักการทั่วไปความหนาแน่นมีความหมายถึงอัตราส่วนของมวลต่อปริมาตรซึ่งหน่วยที่ใช้ คือ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในบางครั้งมีการนำไปเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของน้ำที่มีค่าเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าเป็นความถ่วงจำเพาะที่ไม่มีค่าหน่วยวัด ในบางกรณีมีการนำเสนอเป็นสัดส่วนกลับกันของความหนาแน่น เพื่อประโยชน์ของการใช้งานบางลักษณะ โดยกำหนดให้เป็นค่าของปริมาตรจำเพาะ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม

การทดสอบสมบัติทางกายภาพของผืนผ้า

ในการวิเคราะห์เส้นใยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ นับตั้งแต่ตัวอย่างที่จะทดสอบ ประสิทธิภาพของผู้วิเคราะห์ ตลอดไปจนถึงเครื่องมือทดสอบที่ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพัฒนาการของการเกิดเส้นใยใหม่ และการปรับปรุงสมบัติของเส้นใยประดิษฐ์ให้ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลาซึ่งทำให้การวิเคราะห์เส้นใยมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามประเทศที่พัฒนาแล้วส่วนใหญ่จะมีกฎหมายบังคับให้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอทุกประเภทต้องแสดงส่วนประกอบของเส้นใยในการผลิตอย่างชัดเจน

การทดสอบหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาว

1) ขึ้นทดสอบสำหรับหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาว ให้ตัดชิ้นทดสอบออกจากผืนผ้าบริเวณที่ห่างจากปลายทั้งสองข้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร ถ้าเป็นผ้าที่มีลวดลายและน้ำหนักแตกต่างกัน ต้องตัดมาให้ได้แบบ หรือลายที่ซ้ำกัน การตัดชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นต้องตัดออกเป็นแนวตั้งฉากกับริมผ้า และตลอดความกว้างของผืนผ้า ส่วนความยาวให้เป็นดังนี้

1.1 ถ้าผ้ากว้าง 10 เซนติเมตร ให้ตัดยาวไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร

1.2 ถ้าผ้ากว้าง 10 เซนติเมตร หรือน้อยกว่าให้ตัดยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร

2) ขึ้นทดสอบสำหรับหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ให้ตัดชิ้นทดสอบออกมาจากผืนผ้าบริเวณห่างจากปลายทั้งสองข้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร และห่างจากริมผ้าทั้งสองข้างไม่น้อยกว่าหนึ่งในสิบของความกว้างผืนผ้า หากเป็นผ้าที่มีลวดลายหลายแบบ และมีน้ำหนักแตกต่างกัน ขึ้นทดสอบแต่ละชิ้นที่ตัดออกมาต้องประกอบด้วยลวดลายทุกแบบเหมือน ๆ กัน ขึ้นทดสอบแต่ละชิ้นจะต้องมีรูปร่างสม่ำเสมอ และมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 200 ตารางเซนติเมตร

จำนวนชิ้นทดสอบ ให้ตัดชิ้นทดสอบจากตำแหน่งที่ 3 จุด เป็นระยะห่างเท่า ๆ กันตลอดความยาวของผืนผ้า ดังนี้

1) วิธีหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาว ให้ทำดังนี้

- 1.1 วัดความยาวของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ได้ค่าละเอียดถึงร้อยละ 0.5
- 1.2 ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ได้ค่าละเอียดถึงร้อยละ 0.5
- 1.3 คำนวณหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยความยาวของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

2) วิธีหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ให้ทำดังนี้

- 2.1 วัดความยาวและความกว้างของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ได้ค่าเฉลี่ยถึงร้อยละ 0.5 และคำนวณหาพื้นที่
- 2.2 ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ได้ค่าละเอียดถึงร้อยละ 0.5
- 2.3 คำนวณหาน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นแล้วหาค่าเฉลี่ย

การทดสอบความแข็งแรง

การทดสอบแรงดึงสูงสุดและการยืดของผ้าที่แรงดึงสูงสุด โดยวิธีดึงเต็มหน้ากว้างของชิ้นทดสอบ และกำหนดวิธีหาแรงดึงสูงสุดสำหรับให้กับผ้าทอ แต่ไม่ใช้กับผ้าทอแบบยืดหยุ่น (Woven elastic fabrics) สิ่งทอทางธรณี (Geotextile) ผ่านอนวูฟเวน (Nonwovens) ผ้าเคลือบ (Coated fabrics) ผ้าทอใยแก้ว (Textile-glass woven fabrics) และผ้าที่ทำจากเส้นใยคาร์บอน หรือทำจากเส้นด้ายเทปโพลิโอเลฟิน (Polyolefin tape yarns) ทดสอบโดยการดึงชิ้นทดสอบที่มีขนาดตามที่กำหนดด้วยอัตราของระยะยืดคงที่จนชิ้นทดสอบขาด วัด บันทึกค่าแรงดึงสูงสุด และการยืดที่จุดที่ได้รับแรงดึงสูงสุด

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องทดสอบแรงดึงชนิดอัตรายืดคงที่ เป็นเครื่องทดสอบแรงดึงที่มีอุปกรณ์หรือวิธีการระบุหรือบันทึกค่าแรงดึงที่ทำให้ชิ้นทดสอบยืดจนขาด และระยะยืดของชิ้นทดสอบที่แรงดึงขาด ความผิดพลาด (error) ของค่าแรงดึงสูงสุดต้องไม่เกินร้อยละ ± 1 และความผิดพลาดของระยะห่างระหว่างตัวยึดจับต้องไม่เกิน ± 1 มิลลิเมตร และมีลักษณะดังนี้

- 1.1 ถ้าการบันทึกค่าแรงดึง และการยืด ได้มาจากแผงวงจรสำหรับเก็บข้อมูล (Data acquisition boards) และซอฟต์แวร์ ต้องบันทึกข้อมูลได้อย่างน้อย 8 ค่าต่อวินาที
- 1.2 ต้องให้อัตราเร็วของระยะยืดคงที่ ที่ 20 มิลลิเมตรต่อวินาที และ 100 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยมีความแม่นยำ (Accuracy) ร้อยละ 10
- 1.3 ตั้งค่าระยะทดสอบที่ (100 ± 1) มิลลิเมตร และ (200 ± 1) มิลลิเมตร

1.4 อุปกรณ์ยึดจับของเครื่องต้องอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้กึ่งกลางของตัวยึดจับทั้ง 2 ตัวอยู่ตรงกับแนวแรงดึงที่ทำให้ขอบด้านหน้าของตัวยึดจับต้องตั้งฉากกับแนวแรง และ ผิวหน้าสำหรับยึดจับต้องอยู่ระนาบเดียวกัน

1.5 ตัวยึดจับ ต้องยึดขึ้นทดสอบโดยไม่ลื่นหลุด และไม่ทำให้ชิ้นทดสอบขาด หรือมีความแข็งแรงลดลง

1.6 ผิวหน้าของตัวยึดจับต้องเรียบและแบน ยกเว้นในกรณีที่ไม่สามารถยึดขึ้นทดสอบด้วยตัวยึดผิวหน้าเรียบ ให้ใช้ตัวยึดจับที่มีผิวเป็นร่องเพื่อป้องกันการลื่น หรือใช้วัสดุอื่นช่วยในการยึด เช่น กระดาษ หนัง พลาสติก หรือยาง

1.7 ตัวยึดจับ ควรมีความกว้างอย่างน้อย 60 มิลลิเมตร แต่ต้องไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

การเตรียมชิ้นทดสอบ (Test specimens)

ตัวอย่างทดสอบแต่ละชิ้นให้นำมาเตรียมชิ้นทดสอบ 2 ชุด คือ ชิ้นทดสอบจากแนวเส้นด้ายยืน 1 ชุดและชิ้นทดสอบจากแนวเส้นด้ายพุ่ง 1 ชุด (หรือแนวขนานกับเครื่องจักรและแนวขวางเครื่องจักร) โดยตัดชิ้นทดสอบห่างจากริมผ้าประมาณ 150 มิลลิเมตร ชิ้นทดสอบในแนวเส้นด้ายยืนต้องมีเส้นด้ายยืนที่ไม่ซ้ำกัน และชิ้นทดสอบในแนวเส้นด้ายพุ่งต้องมีเส้นด้ายพุ่งที่ไม่ซ้ำกัน ชิ้นทดสอบแต่ละชุดมีจำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชิ้น กรณีที่ต้องการระดับความเที่ยง (Precision) มีค่าสูงให้ใช้ชิ้นทดสอบมากกว่า 5 ชิ้น

ขนาดของชิ้นทดสอบ มีความกว้าง 50 ± 0.5 มิลลิเมตร (ไม่รวมผ้าลู่) มีความยาวเพียงพอเมื่อยึดด้วยตัวจับแล้วมีระยะทดสอบ 200 ± 1 มิลลิเมตร สำหรับผ้าที่คาดว่าจะมีการยึดที่แรงดึงสูงที่สุดมากกว่าร้อยละ 75 ให้ใช้ระยะทดสอบ 100 ± 1 มิลลิเมตร กรณีที่มีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น อาจใช้ความกว้างอื่นได้ โดยระบุความกว้างในรายงานผลการทดสอบด้วย (เสาวนีย์ อาริวงเจริญ. 2556)

2.7 การตกแต่งสิ่งทอ

การตกแต่งนุ่ม (Softening finishes) ผ้าผืน เสื้อผ้าต่าง ๆ ที่มีผิวสัมผัสที่นุ่ม ลื่น ยืดหยุ่น นำใช้และสวมใส่ เป็นคุณสมบัติสำคัญแรก ที่ผู้บริโภคทั่วไปให้การพิจารณาเพื่อซื้อผ้า ในปัจจุบันการตกแต่งผ้าให้นุ่มถือเป็นกระบวนการตกแต่งสำเร็จทางเคมีสิ่งทอพื้นฐานที่โรงงานฟอกย้อมตกแต่งสำเร็จของจะต้องมีในกระบวนการ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผ้าหรือสิ่งทอที่ผ่านกระบวนการย้อมหรือกระบวนการต่าง ๆ มีคุณสมบัติดังที่กล่าวมาข้างต้น การตกแต่งผ้าให้นุ่มก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาผ้าแข็งได้ การตกแต่งนุ่มมี 2 วิธี การตกแต่งผ้าให้นุ่มเชิงกล และการตกแต่งผ้าให้นุ่มเชิงเคมี

1) กลไกการยึดติดผ้าของสารช่วยให้ผ้านุ่ม (Softener) เชิงเคมี

สารช่วยให้ผ้านุ่ม (Softener) จะแสดงผลโดยตรงที่ผิวของเส้นใยในผืนผ้าที่จะทำให้ผ้านุ่ม ลื่น นำสัมผัส โดยโมเลกุลเล็ก ๆ ของของสารนุ่มจะซึมเข้าไปในช่องว่างในโมเลกุลของพอลิเมอร์ของเส้นใย

โดยการลดอุณหภูมิแก้ว (Tg) และลักษณะการเรียงตัวของโมเลกุลของสารช่วยให้ผ้านุ่มบนผืนผ้า ซึ่งแสดงไว้ด้านล่างนี้ โดยขึ้นอยู่กับไอออนของโมเลกุลของสารนุ่มและส่วนที่ไม่ชอบน้ำของผิวเส้นใย

สารช่วยให้ผ้านุ่ม (Softener) ประเภทประจุบวก ส่วนที่เป็นประจุบวกจะยึดกับผ้าที่มีส่วนเป็นประจุลบ เกิดพื้นผิวที่ไม่ชอบน้ำที่มีความนุ่มลื่นที่ดีมาก ส่วนสารช่วยให้ผ้านุ่ม (Softener) ที่เป็นประจุลบจะหันส่วนที่เป็นประจุลบออกจากตัวผ้าและปลายของโมเลกุลมายึดติดกับผ้า ซึ่งจะทำให้ความนุ่มจะน้อยกว่าสารช่วยให้ผ้านุ่มประจุบวกซึ่งมีส่วนที่ชอบน้ำสูงกว่า ส่วนสารช่วยให้ผ้านุ่มที่ไม่มีประจุจะยึดติดกับผิวเส้นใยโดยส่วนที่ชอบน้ำ จะยึดติดกับส่วนที่ชอบน้ำส่วนที่ไม่ชอบน้ำจะยึดติดกับส่วนที่ไม่ชอบน้ำ

2) ชนิดของสารเคมีตกแต่งนุ่มที่ใช้ในสิ่งทอ สารช่วยให้ผ้านุ่ม (Softener) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกย้อมตกแต่งสิ่งทอในปัจจุบันมีหลายชนิด โดยแต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมกับชนิดของเส้นใย และชนิดสีที่ย้อมเส้นใย บางครั้งในการตกแต่งนุ่มนั้นยังต้องคำนึงถึงโครงสร้างและความละเอียดของผ้า ด้วย การตกแต่งผ้านุ่มนี้อาจจะส่งผลให้คุณสมบัติอื่น ๆ ของผ้าเปลี่ยนแปลงได้ เช่น ทำให้เนื้อสีของผ้าเปลี่ยนแปลงไปได้อาจจะเข้มหรืออ่อนลง ประสิทธิภาพการคงทนต่อแสงและความคงทนต่อการขัดถูลดลง หรือสารปรับผ้านุ่มบางชนิดมีผลให้เกิดการเหลืองของผ้าได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความร้อนอยู่ตลอดเวลา (Phenolic yellowing)

สารช่วยให้ผ้านุ่ม (Softeners) จะประกอบด้วยโมเลกุลที่มีส่วนชอบน้ำ (Hydrophilic part) และไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic part) สามารถแบ่งได้หลายชนิด ตามโครงสร้างเคมีหรือ แบ่งตามประจุของโมเลกุล โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สารช่วยให้ผ้านุ่มที่ขายกันในท้องตลาดนั้นจะเป็นแบบอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil in water emulsions) ซึ่งจะมี solid content ประมาณร้อยละ 20-30 โดยในสายโซ่โมเลกุลนั้นจะมีอะตอมคาร์บอนอยู่ประมาณ 16-22 อะตอม ยกเว้นในโครงสร้างโมเลกุลของสารช่วยให้ผ้านุ่มชนิดที่เป็นซิลิโคน พาราฟิน และพอลิเอทิลีน ส่วนใหญ่สารช่วยให้ผ้านุ่ม (Softeners) ในปัจจุบันจะเป็นชนิดซิลิโคน

2.1 สารช่วยให้ผ้านุ่มประจุบวก (Cationic softeners) สารนุ่มชนิดนี้จะให้ผลความนุ่มที่ดีที่สุด และมีความคงทนต่อการซักได้ดี สามารถประยุกต์ใช้ได้กระบวนการตกแต่งแบบดูดซึม (Exhaustion) สารนุ่มชนิดนี้จะทำให้ผืนผ้านั้นมีสมบัติสะท้อนน้ำและไม่ดูดซึมน้ำ สารนุ่มชนิดไม่สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นประจุลบอื่น ๆ ได้ เพราะอาจจะเกิดการจับแล้วเกิดการตกตะกอนได้ แต่สารนุ่มประจุบวกที่สามารถละลายน้ำได้เนื่องจากตัวของ Cation active softener จะอยู่ในรูปของ amine salt หรือ quaternary ammonium salt ที่ทำให้มันมีคุณสมบัติที่สามารถละลายน้ำได้ สารช่วยให้ผ้านุ่มส่วนใหญ่เป็นชนิดแคทไอออนิก เช่น ซิลิโคน หรืออิมัลชันของพอลิเอทิลีน เป็นต้น

ดังนั้น กลุ่มนี้จึงจัดเป็นกลุ่มที่มีปริมาณการใช้มากที่สุดตัวหนึ่งข้อดีของสารช่วยให้ผ้านุ่มประจุบวก ได้แก่ ให้ความนุ่มดีมาก, สามารถทำได้ทั้งกระบวนการ Exhaustion และกระบวนการ Padding ได้, ช่วยในการปรับปรุงการเกิดไฟฟ้าสถิตย์, สามารถรวมตัวกับการตกแต่งด้วย Resin บางชนิดได้โดยไม่เกิดตะกอน และราคาไม่แพง

ข้อเสียสารช่วยให้ผ้านุ่มประจุบวก ได้แก่ ไม่สามารถใช้ร่วมกับสารที่มีประจุได้ ทำให้เกิดสีเปลี่ยน และ Cationic softener บางตัวอาจทำให้ผ้าซีมน้ำได้ไม่ดี, ทำให้เกิดการเหลืองของผ้า (Phenolic yellowing) เมื่อผ้าอยู่ภายใต้อุณหภูมิสูงนาน ๆ และอาจจะทำให้ความคงทนต่อแสงของสีไดเรกซ์และสีรีแอคทีฟลดลงได้ เป็นต้น

2.2 สารช่วยให้ผ้านุ่มประจุลบ (Anionic softeners) สารนุ่มชนิดนี้จะทนต่อความร้อนได้ดีเมื่อใช้ในกระบวนการตกแต่งสำเร็จผ้า และสามารถเข้ากันได้ดีโดยไม่ทำปฏิกิริยากับสารประกอบอื่น ๆ ที่ใช้ในการย้อม และฟอกผ้า มีคุณสมบัติในการต้านไฟฟ้าสถิตย์ ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารนุ่มชนิดนี้สามารถซีมน้ำได้ดี ตัวอย่างสารนุ่ม Anionic-softener สารประเภทนี้จะประกอบด้วย Long chain ของ Fatty acid ทำให้สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งอยู่ในรูปของเกลือโซเดียม

ข้อดีของสารช่วยให้ผ้านุ่มประจุลบ ได้แก่ ไม่ทำให้ผ้าเหลือง และสามารถใช้ในสภาวะต่างได้ ขณะที่ข้อเสียสารช่วยให้ผ้านุ่มประเภทนี้ คือ ราคาค่อนข้างแพง และให้ประสิทธิภาพความนุ่มต่ำกว่าสารนุ่มประเภทอื่น ๆ

2.3 สารช่วยให้ผ้านุ่มประจุไม่มีประจุ (Nonionic softeners) เป็นสารที่มีบทบาทและมีการนำมาใช้มากในการตกแต่งนุ่ม ซึ่งในองค์ประกอบของสารกลุ่มนี้จะประกอบด้วย hydrophilic ที่เป็น Polyglycolester chain และ hydrophilic ที่เป็น Fatty-rest ซึ่งตัวที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้งานคือ Alkyl-Rest ที่ประกอบด้วย Carbon atom 15 หรือมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ Nonionic softener กับ Anionic และ Cationic softener แล้ว Nonionic softener จะมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีกว่า Anionic และ Cationic softener

ข้อดีของสารช่วยให้ผ้านุ่มประจุไม่มีประจุ ได้แก่ ไม่ทำให้ผ้าเหลือง และสามารถใช้ร่วมกับสารเคมีตกแต่งประเภทอื่นได้ดี โดยไม่ทำให้เกิดการตกตะกอน

ข้อเสียสารช่วยให้ผ้านุ่มไม่มีประจุ ได้แก่ ไม่ทนการซัก ผ้าที่ผ่านการตกแต่งจะซีมน้ำไม่ดี และใช้วิธีการตกแต่งในระบบ Exhaustion ให้ผลที่ไม่ดี

2.4 สารช่วยให้ผ้านุ่มประจุ ประเภท Emulsion softener softener ประเภทนี้จะมี Hydrophilic group ที่ทำให้สามารถละลายน้ำได้ ดังนั้นสารประเภทนี้จึงไม่สามารถละลายน้ำได้ ในการนำมาใช้ในการตกแต่งจะใช้ในรูปของ Emulsion

3) การเลือกใช้สารนุ่มในการตกแต่งผ้านั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้จะต้องเป็นอยู่ในรูปที่เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous form) สามารถละลายน้ำได้ดี ไม่ตกตะกอนหรือแยกชั้น ไม่ระเหยง่าย ไม่มีสีในตัวเอง และไม่ทำปฏิกิริยากับสีที่อยู่ในผ้า ไม่ทำให้ผ้าเกิดการเหลือง (Phenolic yellowing) เมื่อวัสดุสิ่งทอผ่านความร้อนสูง ๆ หรือทั้งวัสดุที่ผ่านการตกแต่งเอาไว้เป็นเวลานาน ๆ

4) การตกแต่งผ้าให้นุ่มนั้นมีวิธีที่นิยมกัน 2 วิธี คือ

4.1 การตกแต่งโดยวิธีจุ่มแช่ (Exhaustion method) ส่วนใหญ่วิธีนี้จะทำในเครื่องย้อมและ rotary วิธีนี้จะใช้วิธีการแช่ผ้าลงในเครื่องย้อมที่มีสารนุ่มละลายอยู่ โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นตาม

TDS ของสารนุ่นนั้น ใช้เวลาประมาณ 20-40 นาที ตั้งอุณหภูมิ 40-70 องศาเซลเซียส เสร็จแล้วนำไปอบแห้งโดยไม่ต้องผ่านน้ำอีก

4.2 การตกแต่งโดยวิธีจุ่มบีบอัดสารนุ่นเข้าไปในผ้า (Padding method) ส่วนใหญ่วิธีนี้จะทำในเครื่องตกแต่งผ้า หรือ stenter โดย การผ่านผ้าลงในอ่างที่มีสารนุ่นที่มีความเข้มข้นละลายอยู่ โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นตาม TDS ของสารนุ่นนั้น (ซึ่งส่วนใหญ่จะเข้มข้นกว่าวิธี Exhaustion method) โดยบีบด้วยลูกกลิ้ง เพื่อควบคุมเปอร์เซ็นต์การบีบอัด (% Pick up) ให้สารนุ่นคงอยู่ในผ้า ในปริมาณที่เราต้องการ จากนั้นจึงไปอบแห้งต่อไป (Thai textile academy, ออนไลน์, 2559)

2.8 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบทั่ว ๆ ไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่าง ๆ ดังนี้ (ณัฐธิกันต์ ปิ่นจูไร . 2558 : 6-14)

1. หน้าที่ใช้สอย (Function) ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้บริโภคต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในหนึ่งผลิตภัณฑ์นั้นอาจมีหน้าที่ใช้สอยอย่างเดียวหรือหลายหน้าที่ก็ได้ แต่หน้าที่ใช้สอยจะดีหรือไม่นั้น ต้องใช้งานไประยะหนึ่งถึงจะทราบข้อบกพร่อง

2. ความปลอดภัย (Safety) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีพของมนุษย์ มีทั้งประโยชน์และโทษในตัว การออกแบบจึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สินของผู้บริโภคเป็นสำคัญ ไม่เลือกใช้วัสดุ สี กรรมวิธีในการผลิต ฯลฯ ที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรือทำลายสิ่งแวดล้อม ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ต้องแสดงเครื่องหมายเตือนไว้ให้ชัดเจนและมีคำอธิบายการใช้แนบมากับผลิตภัณฑ์ด้วย

3. ความแข็งแรงทนทาน (Durability) ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีความแข็งแรงในตัวตนทนต่อการใช้งานตามหน้าที่และวัตถุประสงค์ที่กำหนดโครงสร้างมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติของวัสดุ ขนาด แรงกระทำในรูปแบบต่าง ๆ からのใช้งาน ต้องสามารถควบคุมพฤติกรรมการใช้งานให้กับผู้ใช้อย่างดี และต้องรู้จักผสมความงามเข้ากับชิ้นงานได้อย่างกลมกลืน

4. ราคา (Cost) ก่อนการออกแบบผลิตภัณฑ์ควรมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ว่าเป็นกลุ่มใด อาชีพอะไร ฐานะเป็นอย่างไร ซึ่งจะช่วยให้นักออกแบบสามารถกำหนดแบบผลิตภัณฑ์และประมาณราคาขายให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายได้ใกล้เคียงมากขึ้น การจะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสมนั้น ส่วนหนึ่งอยู่ที่การเลือกใช้นิดหรือเกรดของวัสดุ และวิธีการผลิตที่เหมาะสม ผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ในกรณีที่ประมาณราคาจากแบบสูงกว่าที่กำหนดก็อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่าง ๆ กันใหม่เพื่อลดต้นทุน แต่ทั้งนี้ต้องคงไว้ซึ่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

5) วัสดุ (Material) การออกแบบควรเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความใส ผิวมันวาว ทนความร้อน ทนกรดด่าง ไม่สิ้น ฯลฯ ให้เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาถึงความง่ายในการดูแลรักษา ความสะดวกรวดเร็วในการผลิต สิ่งซื้อและ

คงคลัง รวมถึงจิตสำนึกในการรณรงค์ช่วยกันพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการเลือกใช้วัสดุที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ก็เป็นสิ่งที่นักออกแบบต้องตระหนักถึงในการออกแบบร่วมด้วย เพื่อช่วยลดปริมาณขยะของโลก

6) ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or sales appeal) ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีรูปทรง ขนาด สี สันสวยงาม น่าใช้ ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมและได้ผลดี เพราะความสวยงามเป็นความพึงพอใจแรกที่คนเราสัมผัสได้ ก่อนมักเกิดมาจากรูปร่างและสีเป็นหลัก

7) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นต้องเข้าใจกายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับขนาด สัดส่วน ความสามารถและขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะต่าง ๆ ของผู้ใช้ การเกิดความรู้สึกที่ดีและสะดวกสบายในการใช้ผลิตภัณฑ์ ทั้งทางด้านจิตวิทยา และสรีระวิทยา ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะเพศ เผ่าพันธุ์ ภูมิภาคนา และสังคมแวดล้อมที่ใช้ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นข้อบังคับในการออกแบบ

8) กรรมวิธีการผลิต (Production) ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดควรออกแบบให้สามารถผลิตได้ง่าย รวดเร็ว ประหยัดวัสดุ ค่าแรงและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ แต่ในบางกรณีอาจจะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับกรรมวิธีของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม และควรตระหนักอยู่เสมอว่าไม่มีอะไรที่จะลดต้นทุนได้ รวดเร็วย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่าการประหยัดเพราะการผลิตที่ละมาก ๆ

9) การขนส่ง (Transportation) ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบควรคำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง ความสะดวกในการขนส่ง ระยะทาง เส้นทางขนส่ง การกินเนื้อที่ในการขนส่ง ส่วนการบรรจุหีบห่อต้องสามารถป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายของผลิตภัณฑ์ได้ง่าย กรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบนั้นมีขนาดใหญ่ อาจต้องออกแบบให้ชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ง่าย เพื่อทำให้ห่อมีขนาดเล็กลง

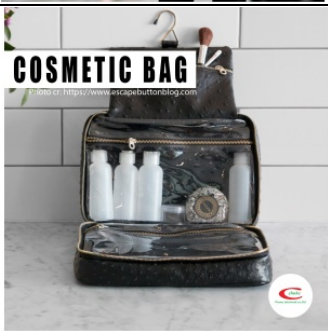
10) การบำรุงรักษาและซ่อมแซม (Maintenance) ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดควรออกแบบให้สามารถบำรุงรักษา และแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้น ง่ายและสะดวกต่อการทำความสะอาดเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งควรมีค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ การออกแบบที่ดีนั้นยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น การใช้ชิ้นส่วนร่วมกันให้ได้มากที่สุด โดยเฉพาะอุปกรณ์ยึดต่อการเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดมาตรฐานที่หาได้ง่าย การถอดเปลี่ยนได้เป็นชุด ๆ การออกแบบให้บางส่วนสามารถใช้เก็บอะไหล่ หรือใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับการซ่อมบำรุงรักษาได้ในตัว เป็นต้น

การจำแนกประเภทของกระเป๋าตามรูปร่างและลักษณะเฉพาะของกระเป๋า สามารถจำแนกออกได้เป็น 28 ประเภท ดังตารางที่ 2.1 (chokepranee, ออนไลน์, 2560)

ตารางที่ 2.1 การแสดงการจำแนก ประเภทของกระเป๋า

ชื่อกระเป๋า / ลักษณะของกระเป๋า	รูปร่างของกระเป๋า
1) Backpack รูปแบบการใช้งานเหมาะสำหรับเพื่อสะพายไว้ที่หลัง จุดเด่นของกระเป๋า คือมี 2 สายไว้สำหรับสะพายที่บ่า ทั้ง 2 ข้าง บางครั้งอาจมีชื่อเรียกกระเป๋านี้ได้อีก เช่น Rucksack, Knapsack, pack หรือ Bergen เป็นต้น	
2) Baguette รูปร่างกระเป๋าทรงยาวเหมือนขนมปังฝรั่งเศส คือ ตัวกระเป๋ามักจะมีความยาวมากกว่าความสูง ส่วนใหญ่พบในกระเป๋านขนาดเล็ก - กลาง	
3) Bowler bag หรือ Bowling bag กระเป๋าเป็นทรงครึ่งวงรีเหมือนเป็นกระเป๋ใส่ลูกโบว์ลิ่ง ส่วนหูกระเป๋ามักจะทำจากสายหนังที่มีความแข็งแรง ทนทาน	
4) Box bag รูปร่างเหมือนกล่องทั่วไป มีทั้งแบบเหลี่ยมและกลม ตัวกระเป๋านี้แข็งแรง ส่วนใหญ่ดีไซน์มาสำหรับกระเป๋านขนาดเล็ก - กลาง	

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การแสดงการจำแนก ประเภทของกระเป๋า

ชื่อกระเป๋า / ลักษณะของกระเป๋า	รูปทรงของกระเป๋า
5) Briefcase มีลักษณะเป็นทรงแบนฐานแคบเหมือนกล่อง จุดประสงค์เพื่อใส่เอกสาร ปกติกระเป๋าสไตร์นี้จะดีไซน์ออกมาสำหรับให้ถือ แต่ก็อาจจะมีบางแบบที่ดีไซน์ให้มีสายสำหรับสะพายบ่าเพิ่มขึ้น เพื่อทำให้สะดวกในการใช้งานมากขึ้น	
6) Bucket bag ลักษณะรูปทรงเหมือนถัง อาจมีหูหิ้ว ที่จับ หรือที่ถือ 1 เส้น บางครั้งอาจมีการผสมผสานโดยการนำเอา Tote bag เข้ามาร่วมตกแต่งด้วย	
7) Change Purse กระเป๋าใส่เงินขนาดเล็ก อาจรวมถึง กระเป๋าตังค์ที่มีช่องเก็บเศษเหรียญเงินทองต่าง ๆ	
8) Clutch bag กระเป๋าถือขนาดเล็กที่ไม่มีสายหรือที่จับ รูปทรงส่วนใหญ่มีความกว้างมากกว่าความสูง และมักมีที่เปิด - ปิดเป่า สไตร์ออกแบบมาเพื่อให้สามารถใช้ได้ทั้งกลางวัน - กลางคืน รวมไปถึงในโอกาสงานปาร์ตี้ด้วย โดยส่วนมากจะถูกหนีบไว้ใต้รักแร้ หรือถือธรรมดาปกติ	
9) Cosmetic case bag มีลักษณะคล้ายๆกระเป๋าเดินทางขนาดเล็ก รูปทรงมักจะคล้าย ๆ กับ Box bag	

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การแสดงการจำแนก ประเภทของกระเป๋า

ชื่อกระเป๋า / ลักษณะของกระเป๋า	รูปทรงของกระเป๋า
10) Demi handbag กระเป๋าถือที่มีหูหิ้วหรือสายสะพายอยู่ด้านบน โดยที่สายสะพายหรือหูหิ้วมีความยาวพอที่จะใช้คล้องไหล่ได้ แต่ก็จะไม่ยาวเท่ากับแบบ Handbag	 DEMI HANDBAG
11) Doctor's bag หรือ Gladstone bag ถูกออกแบบมาให้เหมือนกระเป๋าของหมอ มีลักษณะรูปทรงเป็นแบบสามเหลี่ยม จะมีหูจับสั้น ๆ 1 – 2 อันไว้สำหรับถือส่วนใหญ่มีที่เปิดอยู่ด้านบนของกระเป๋า เพื่อให้ง่ายต่อการใส่ของในกระเป๋า	 DOCTOR'S BAG
12) Drawstring bag กระเป๋าที่มีที่เปิด – ปิดอยู่ด้านบน และเปิด – ปิดด้วยวิธีการรูดและคลายสายรัด	 DRAWSTRING BAG
13) Duffle bag หรือ Weekend bag รูปทรงเหมือนทรงกระบอกในแนวนอน ส่วนมากมีขนาดใหญ่ – ใหญ่มาก และมักทำจากวัสดุเนื้อนุ่ม เช่น ผ้าหรือหนัง เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานเวลาเดินทาง	 DUFFLE BAG
14) Fanny bag หรือ Hip/waist bag กระเป๋าแบบนี้ถูกดีไซน์ให้มีสายรัดหรือเข็มขัดใช้สำหรับรัดรอบเอว	 FANNY BAG

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การแสดงการจำแนก ประเภทของกระเป๋า

ชื่อกระเป๋า / ลักษณะของกระเป๋า	รูปทรงของกระเป๋า
15) Flap bag หรือ Fold over lap bag กระเป๋าแบบนี้จะมีส่วนที่ยื่นออกมานอกตัวกระเป๋าเพื่อให้พับปิดลงมาเป็นส่วนเปิด - ปิดตัวกระเป๋า	
16) Hobo bag ส่วนใหญ่ดีไซน์สำหรับกระเป๋าสะพายขนาดกลาง - ใหญ่ เมื่อบ่งจากด้านบนของกระเป๋าจะเห็นเป็นรูปทรงคล้ายพระจันทร์เสี้ยว สายสะพายมีความยาวปานกลางจนถึงยาวมาก ทำให้กระเป๋าดู เหี่ยว ๆ ห่อ ๆ	
17) Kelly bag รูปทรงของกระเป๋าเป็นทรงสามเหลี่ยม มีหูจับ 1 อัน และมีที่เปิด - ปิดกระเป๋าทำจากโลหะ	
18) Messenger bag กระเป๋ามีขนาดใหญ่และมีสายสะพายที่ค่อนข้างยาวสำหรับสะพาย คาดขวางลำตัว และจะมีฝาพับลงมาสำหรับเปิด - ปิดที่ด้านหน้า หรือใช้ฉีกสำหรับการเปิด - ปิดแทนก็ได้ การใช้งานเพื่อสำหรับใส่จดหมาย เอกสารงานต่าง ๆ หรือหนังสือพิมพ์ที่จะนำส่ง เป็นต้น	
19) Pocket book ลักษณะทรงแบนและพับได้ เพื่อไว้สำหรับใส่เงินหรือเอกสารส่วนตัว บัตรต่างๆ เป็นต้น	

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การแสดงการจำแนก ประเภทของกระเป๋า

ชื่อกระเป๋า / ลักษณะของกระเป๋า	รูปทรงของกระเป๋า
20) Pouchette กระเป๋าถือขนาดเล็กที่มีรูปทรงเป็น รูปไข่ มีสายสำหรับสะพายด้วยข้าง	
21) Quilted bag กระเป๋าที่ทำจากหนังเนื้อนุ่มหรือวัสดุอื่น ๆ โดยมีเอกลักษณ์หรือรอยเย็บที่ทำเป็นลวดลายตาข่าย ตามแบบที่เห็นกันในงานฝีมือ	
22) Satchel bag กระเป๋าที่มีลักษณะเป็นรูปทรงสามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมคางหมู โดยส่วนมากมักมีขนาดกลาง – ใหญ่ มีที่หิ้วอยู่ด้านบน	
23) Shoulder bag กระเป๋าสะพายบ่าแบบโหนดแบนโหนดก็ได้	
24) Signature bag กระเป๋าที่กลายมาเป็นที่รู้จักกันดี เพราะตัวโลโก้และเอกลักษณ์หรือดีไซน์ของกระเป๋า	

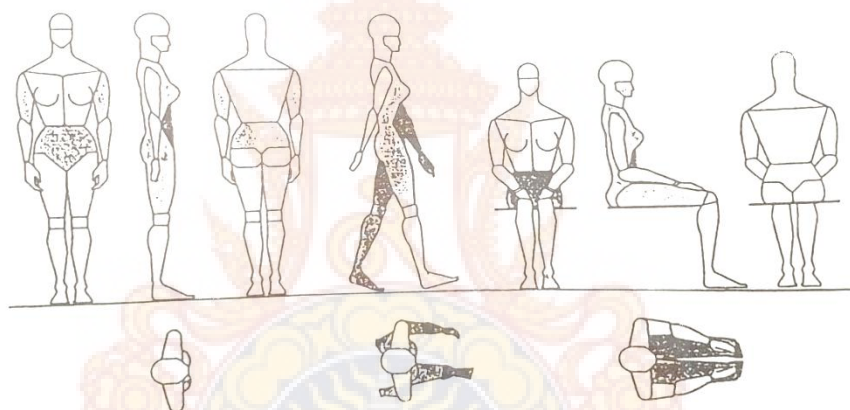
ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การแสดงการจำแนก ประเภทของกระเป๋า

ชื่อกระเป๋า / ลักษณะของกระเป๋า	รูปทรงของกระเป๋า
25) Top handle bag กระเป๋าที่ออกแบบมาให้มีที่จับอยู่ด้านบน เพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	
26) Tote bag กระเป๋าที่ออกแบบมาสำหรับเวลาไปเดินเล่นที่ชายหาด ช็อปปิ้ง หรือจะเป็นช่วงเวลาใดก็ได้ที่ออกไปข้างนอก โดยปกติกระเป๋าแบบนี้จะมีขนาดใหญ่ และมีที่จับ 2 อัน หรืออาจจะมีสายสำหรับสะพายเพิ่มเติมเรียก กระเป๋าประเภทนี้ว่า Foldover bag	
27) Wallet กระเป๋าพับที่มีขนาดเล็ก และมีช่องใส่บัตรต่าง ๆ และเงิน	
28) Wristlet กระเป๋าที่ออกแบบมาให้มีสายห้อย เพื่อเอาไว้คล้องข้อมือสำหรับถือ ลักษณะส่วนใหญ่มีความใกล้เคียงกับ Clutch	

ที่มา: chokepranee, ออนไลน์ (2560)

เข้าใจวิธีการได้มาของข้อมูลเหล่านั้น ต้องเข้าใจวิธีการวัด กลุ่มประชากรที่เหมาะสมในการศึกษา ครั้งหนึ่ง อาจไม่เหมาะสมกับการศึกษาอีกครั้งหนึ่งก็ได้ (กิตติ อินทรานนท์. 2559)

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549) ได้กล่าวถึงการออกแบบโดยทั่วไปนั้นเป็นการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ รวมทั้งสภาพแวดล้อมเพื่อสนองความต้องการมนุษย์ เพิ่มความสะดวกสบายในการทำงาน เป็นการออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Ergonomic design) การออกแบบที่ดีจะต้องมีข้อมูลที่สัมพันธ์กับมนุษย์และความเป็นอยู่ของมนุษย์โดยเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางร่างกายของมนุษย์และสังคมสำหรับนำไปสู่ขั้นตอนของการออกแบบอย่างมีหลักเกณฑ์ ซึ่งสัดส่วนทางด้านกายวิภาค (Anatomy) ของมนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบ การคำนึงถึงสัดส่วนใช้สอยส่วนตัว ได้แก่ มือซึ่งเป็นเครื่องมือชิ้นแรกของมนุษย์ที่ใช้สัมผัส ทำ หยิบ อุ้ม บิด ทำนองเดียวกันแขนที่ช่วยในการยก อุ้ม ดึง วัตถุต่าง ๆ หรือแม้แต่กระทั่งขาที่ช่วยในการเคลื่อนไหวร่างกายเคลื่อนที่ไป ดังภาพที่ 2.8

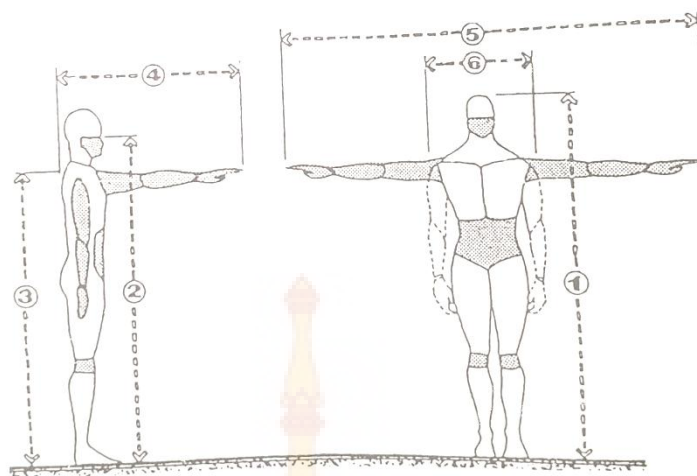


ภาพที่ 2.8 การแสดงภาพการเคลื่อนที่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

ตารางที่ 2.2 การแสดงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
5	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
6	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

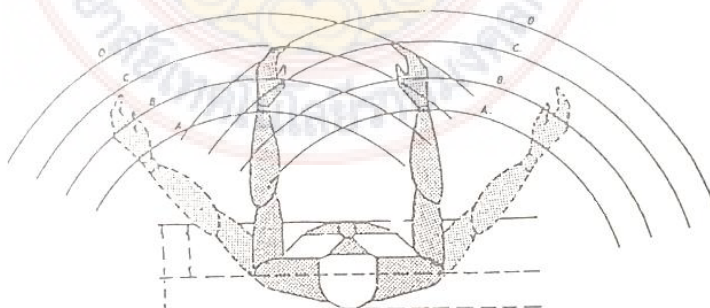


ภาพที่ 2.9 การแสดงภาพส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

ตารางที่ 2.3 การแสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอี๊ยมในระยะต่างๆ

	รัศมีการเอี๊ยม		ระยะกว้าง		ระยะไกล		ระยะห่าง จากตัวรถ	ระยะเอี๊ยมหางตา	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง		ชาย	หญิง
A	600	656	1530	1450	650	500	20	630	480
B	650	615	1530	1450	700	615	20	780	480
C	600	565	1530	1450	850	705	20	830	685
D	650	615	1630	1550	1000	815	20	800	795

ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

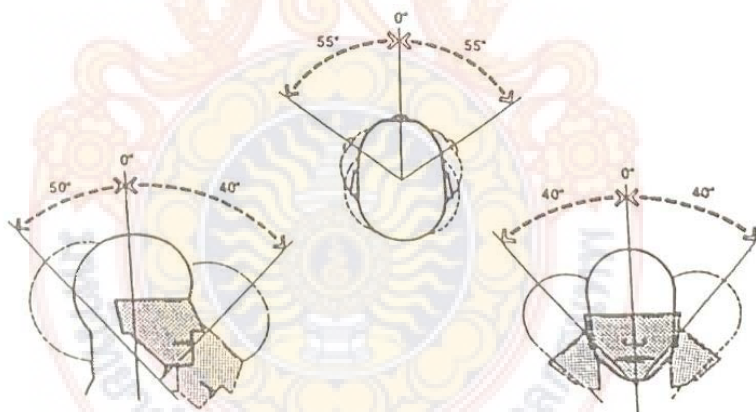


ภาพที่ 2.10 การแสดงภาพขนาดของรัศมีการเอี๊ยมในลักษณะต่าง ๆ
ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

ลักษณะและข้อจำกัดของการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย

จิราพร วรแสน (2559) ได้กล่าวถึงการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายแต่ละส่วนนั้นมีลักษณะของการเคลื่อนไหวและข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวแตกต่างกันไป บางส่วนเคลื่อนไหวได้หลายแบบ บางส่วนเคลื่อนไหวได้น้อย ดังนี้

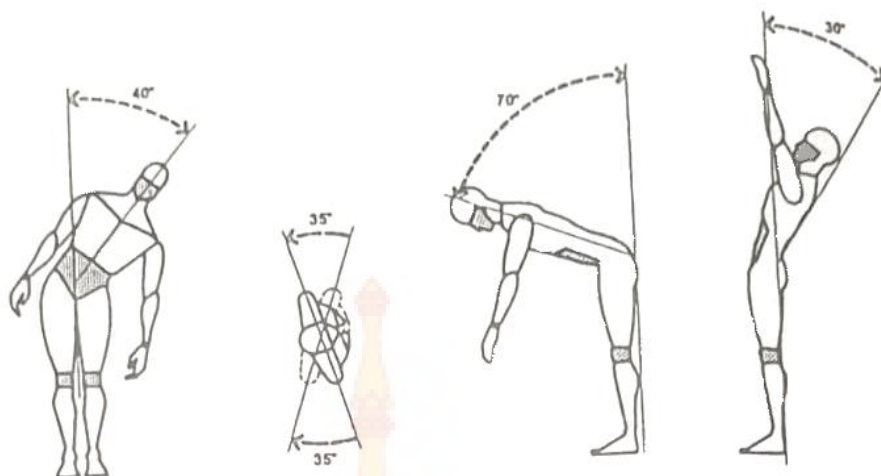
1) การเคลื่อนไหวของศีรษะและคอ (Head and neck) มีการเคลื่อนไหวได้หลายแบบ เช่น การเคลื่อนไหวของข้อต่อ Atlanto – Occipital joint ที่อยู่ระหว่างฐานกะโหลกศีรษะกับกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 1 (Atlas) สามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบการงอและการเหยียด การเหยียดเกินตำแหน่งปกติ การกางออก การหุบ หรือการงอออกไปทางด้านข้าง ส่วนการเคลื่อนไหวของข้อต่อ Atlanto – Axial joint ที่อยู่ระหว่างกระดูกสันหลังชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 2 (Axis) ช่วยในการหมุนคอ ข้อต่อ Temporomandibular joint เป็นข้อต่อที่ช่วยระหว่าง Gliding forward และ Rotate ที่เหมือนบานพับ การเคลื่อนไหวส่วนศีรษะ ได้แก่ การเคลื่อนไหวส่วนศีรษะในแนวนอนโดยหันไปทางซ้ายและทางขวานั้นสามารถเคลื่อนไหวได้สูงสุด 55 องศา แต่ระยะที่เคลื่อนไหวได้สบาย คือ ระยะประมาณ 45 องศา และการเคลื่อนไหวศีรษะในแนวตั้ง หรือการก้มและการเงยนั้นร่างกายแต่ละคนจะสามารถเคลื่อนไหวสูงสุดได้ 40 องศา แต่ระยะที่เคลื่อนไหวได้สบาย คือ ระยะประมาณ 30 องศา ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวช่วงคอ

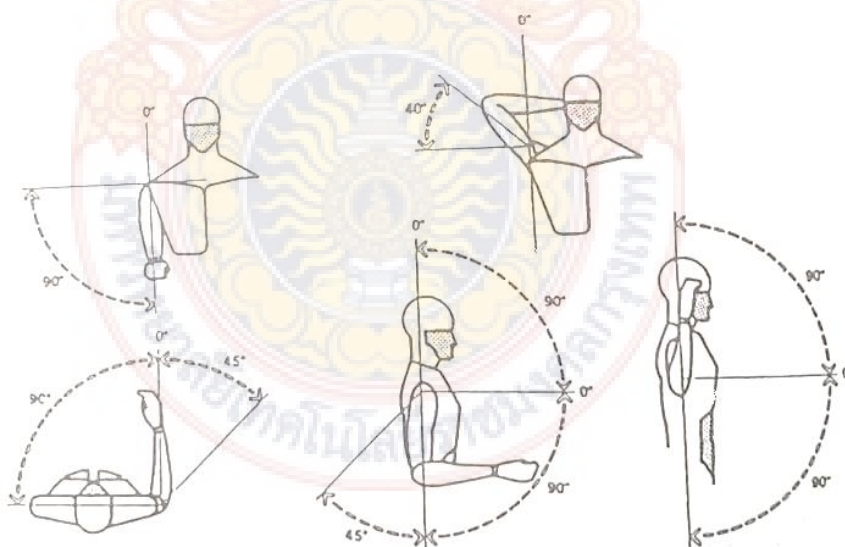
ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

2) การเคลื่อนไหวส่วนลำตัว (Axial skeleton) เป็นการเคลื่อนไหวที่บริเวณกระดูกสันหลัง (Vertebral column) ซึ่งมีการเคลื่อนไหวได้หลายแบบคือ มีการงอ การงอที่เกินตำแหน่งปกติ การเหยียด การเหยียดเกินตำแหน่งปกติ การเอียงลำตัวไปด้านข้าง และการบิดตัวไปทางซ้ายหรือทางขวาดังภาพที่ 2.12



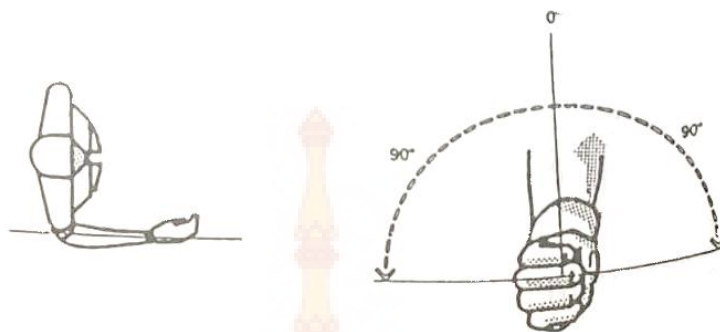
ภาพที่ 2.12 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง
ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

3) การเคลื่อนไหวของหัวไหล่ (Shoulder girdle) มีการเคลื่อนไหวได้รอบ ๆ แกน การเคลื่อนไหวทั้ง 3 แกน เช่น การงอ การเหยียด การกางหรือบิดเข้าด้านใน การบิดออกด้านนอก การยกไหล่ขึ้น – ลง การหมุนควง การหมุนและเอียงไหล่ขึ้น ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวส่วนไหล่
ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

4) การเคลื่อนไหวส่วนข้อศอก (Elbow joint) เป็นการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะของการงอและการเหยียดเท่านั้น ดังภาพที่ 2.14

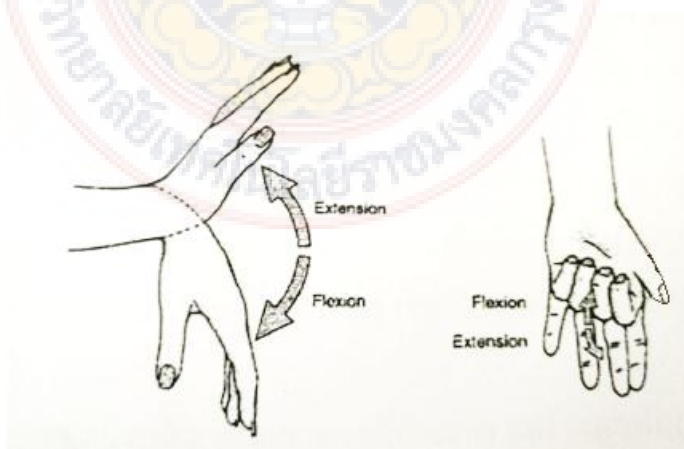


ภาพที่ 2.14 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวส่วนข้อศอก

ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

5) การเคลื่อนไหวส่วนปลายแขน (Radioulnar joint) เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นกับข้อต่อแบบ Pivot joint คือ สามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบ Pronation คือ หมุนแขนท่อนล่างเข้าด้านในโดยการคว่ำฝ่ามือลงกับแบบ Supination คือ เป็นการเคลื่อนไหวในทางตรงข้าม คือ หมุนออกด้านนอกโดยหงายฝ่ามือขึ้น

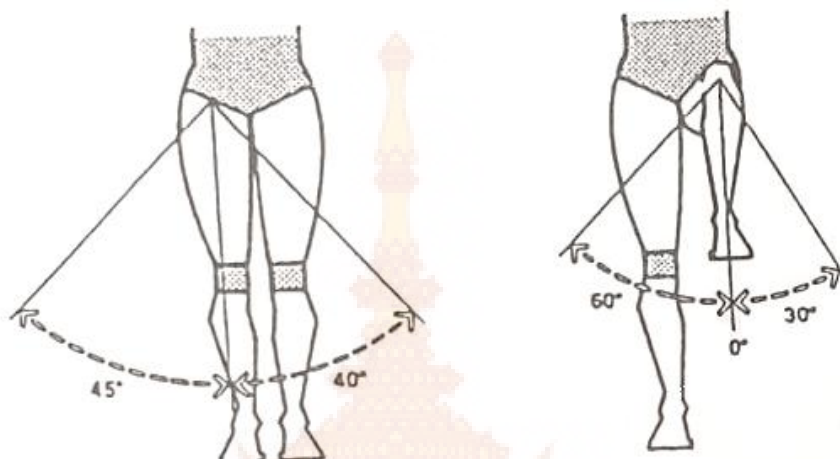
6) การเคลื่อนไหวของมือและข้อมือ (Wrist joint and carpometacarpal joint) การเคลื่อนไหวของข้อมือ มีการงอการเหยียด การกางออกและการหุบเข้า และที่นิ้วหัวแม่มือมีการเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบการกางออก การหุบเข้า การงอ การเหยียดและการหุบเข้าที่เกินกว่าปกติ การงอเกินกว่าปกติและการงอตรงกันข้าม ดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวส่วนมือและข้อมือ

ที่มา: จิราพร วรแสน (2559)

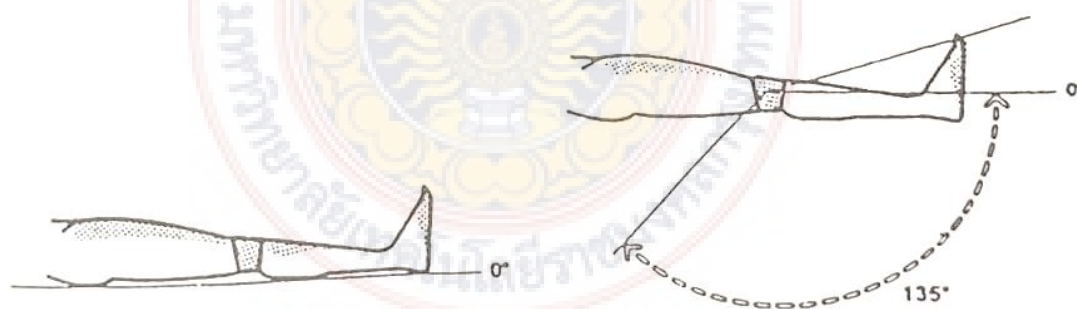
7) การเคลื่อนไหวของสะโพก (Hip joint) คล้ายกับการเคลื่อนไหวของหัวไหล่ คือ มีความอิสระคล้ายกัน สามารถเคลื่อนไหวได้หลายแบบ คือ มีทั้งการงอการเหยียด การกางออก การหุบเข้า การหมุนหรือบิดเข้าด้านใน การเหยียดเกินกว่าปกติ หรือการหมุนควง ดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวส่วนสะโพก

ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

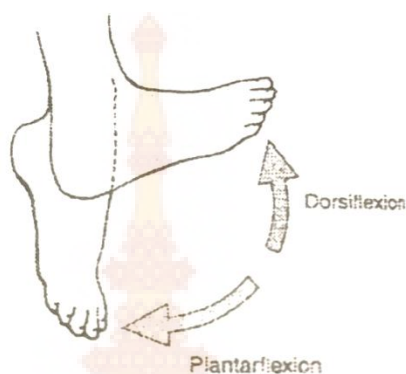
8) การเคลื่อนไหวของหัวเข่า (Knee joint) เหมือนกับการเคลื่อนไหวของข้อศอก คือ มีการงอและการเหยียดเท่านั้น ดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวส่วนเข่า

ที่มา: อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549)

9) การเคลื่อนไหวของเท้า (Foot movement) ประกอบด้วยการเคลื่อนไหวของข้อเท้า ซึ่งมีการเคลื่อนไหวแบบการงอหรือการกดฝ่าเท้าลง การยกหลังเท้าขึ้นและการเคลื่อนไหวระหว่างเท้ากับนิ้วเท้า ซึ่งมีการงอและการเหยียด รวมทั้งมีการยกฝ่าเท้าออกด้านนอกหรือการตะแคงฝ่าเท้าออกด้านนอก ดังภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 ภาพแสดงการเคลื่อนไหวส่วนเท้า
ที่มา: จิราพร วรแสน (2559)

จิราพร วรแสน (2559) ได้กล่าวถึง สัดส่วนของร่างกายมนุษย์เป็นความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์และเรขาคณิตของส่วนต่าง ๆ บนร่างกายมนุษย์ การกำหนดสัดส่วนมนุษย์สามารถทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแบ่งสัดส่วนตามแนวโครงสร้างของกระดูก การหาเส้นแกนกลางของร่างกายโดยใช้เส้นตรงเป็นเกณฑ์กำหนด เป็นต้น การวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ เป็นการวัดขนาดรูปร่างและสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ในแง่ต่าง ๆ มีจุดประสงค์เพื่อนำไปใช้ในงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สัดส่วนโดยปกติของคนทั่วไปสามารถเปรียบเทียบได้ใกล้เคียงกันทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยมีความสูงตามอายุ สัดส่วนร่างกายมนุษย์มีความสำคัญอย่างยิ่งในงานศิลปะรวมทั้งการออกแบบด้านวิศวกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์

สัดส่วนโดยปกติของคนทั่วไป ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ใกล้เคียงกันทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยมีความสูงตามอายุ ดังนี้

ระยะแรกเกิด มนุษย์จะมีสัดส่วนความสูงประมาณ 4 ส่วน คือมีความสูงเท่ากับ $\frac{1}{2}$ ของผู้ใหญ่ โดยมิกะโหลกศีรษะใหญ่ แขน ขาสั้น และส่วนกึ่งกลางของร่างกายอยู่ประมาณใต้สะดือเล็กน้อย

ระยะวัย 2 ขวบ มีสัดส่วนความสูงอยู่ประมาณ $4\frac{1}{2}$ ส่วน จุดกึ่งกลางของร่างกายจะอยู่ต่ำกว่าสะดือเล็กน้อย

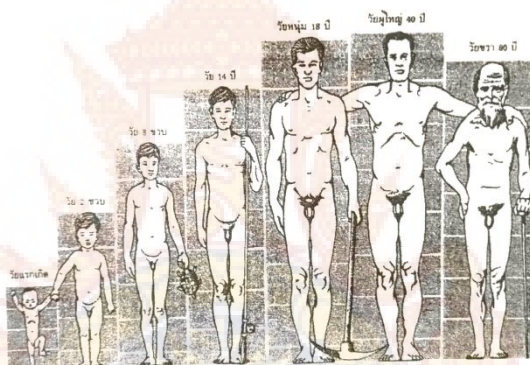
ระยะวัย 8 ขวบ จะมีสัดส่วนความสูงอยู่ประมาณ $6 \frac{1}{2}$ ส่วน จุดกึ่งกลางของร่างกายอยู่ประมาณอวัยวะเพศ

ระยะวัย 14 ปี เป็นระยะย่างเข้าวัยรุ่น มีสัดส่วนขยายใกล้เคียงผู้ใหญ่มากขึ้นจะมีสัดส่วนความสูงประมาณ 7 ส่วน จุดกึ่งกลางของร่างกายอยู่ประมาณกระดูกหัวไหล่ ในระยะนี้เด็กผู้หญิงจะมีความเปลี่ยนแปลงนำหน้าเด็กผู้ชายไปประมาณ 2 ปี

ระยะวัย 18 – 19 ปี จะมีสัดส่วนความสูงประมาณ $7 \frac{1}{2}$ ส่วน ซึ่งเป็นวัยกำลังเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่จะมีจุดกึ่งกลางของร่างกายอยู่ประมาณข้อมือ หรือกระดูกหัวไหล่

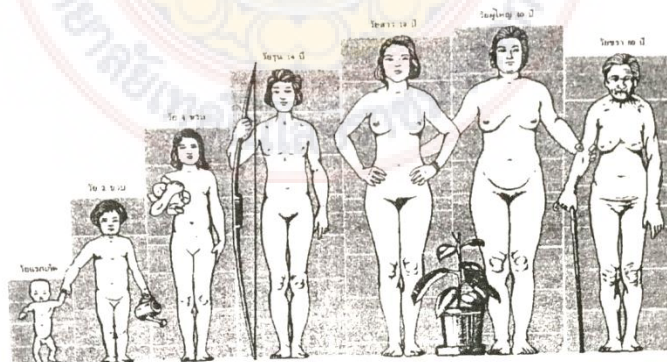
ระยะวัยผู้ใหญ่ประมาณ 40 ปี จะมีสัดส่วนเป็น $7 \frac{1}{2}$ เช่นเดียวกัน เพียงแต่ลักษณะท่าทางค่อนข้างมีไขมันเพิ่มขึ้น จุดกึ่งกลางของร่างกายอยู่ประมาณข้อมือ หรือกระดูกหัวไหล่เช่นเดียวกัน

ระยะวัยชรา อายุประมาณ 80 ปี จะมีสัดส่วนลดลงเหลือเพียง 7 ส่วนเท่านั้น เนื่องจากการหดและงอตัวของกระดูกสันหลัง ทำให้ร่างกายสั้นและหลังค่อม



ภาพที่ 2.19 เปรียบเทียบสัดส่วนร่างกายของเพศชายใน 7 ช่วงชีวิต

ที่มา: จิราพร วรแสน (2559)



ภาพที่ 2.20 เปรียบเทียบสัดส่วนร่างกายของเพศหญิงใน 7 ช่วงชีวิต

ที่มา: จิราพร วรแสน (2559)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศราวุธ โตสวัสดิ์ (2554) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การศึกษาการแยกเส้นใยฝ้ายสีสุกเพื่อนำเส้นใยมาใช้เป็นวัตถุดิบทางสิ่งทอมีวัตถุประสงค์ต้องการค้นหาวัตถุดิบใหม่ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมสิ่งทอ ที่สามารถนำมาใช้ทดแทนฝ้ายหรือลดปริมาณการใช้ฝ้ายให้น้อยลงเนื่องจากปัญหาการขาดแคลนฝ้ายในปัจจุบัน ศึกษาสมบัติทางกายภาพของใยฝ้ายสีสุก จากนั้นทำการต้มแยกใยฝ้ายโดยการต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ด้วยเทคนิคการแยกใยแบบการทำเยื่อกระดาษ โดยใช้ความเข้มข้น เวลา และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน จากนั้นทำการปรับสภาพใยฝ้ายที่แยกได้ด้วยการลงสารตกแต่งให้ใยนุ่ม แล้วทำการทดสอบสมบัติของใยตามวิธีทดสอบใยทางสิ่งทอ ฝ้ายสีสุกสามารถที่จะนำมาทำการแยกเส้นใยด้วยกระบวนการทางเคมีตามกระบวนการทำเยื่อกระดาษ โดยใช้หม้อต้มความดันด้วยการต้มฝ้ายกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายน้ำ ในอัตราส่วน 1:3 พบว่าเวลาที่ใช้ 90 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถแยกใยออกมาได้ดีที่สุด การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ สามารถแยกกลุ่มของเส้นใยออกได้เท่านั้น ซึ่งยังไม่สามารถแยกเป็นใยเดี่ยวได้ จากการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของกลุ่มเส้นใยฝ้ายสีสุก พบว่า ใยฝ้ายสีสุก มีความเหมาะสมทางด้านความแข็งแรงและความยาว ซึ่งสามารถนำมาทำเป็นวัตถุดิบทางสิ่งทอได้อีกทั้งมีความโดดเด่นกว่าเส้นใยธรรมชาติที่ใช้ในเชิงอุตสาหกรรมในเรื่องการต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

กรรณิการ์ กัญจนกาญจน์ (2555) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การผลิตเส้นใยธรรมชาติจากกาบไผ่ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษา ผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของเส้นใยจากกาบไผ่ตง เส้นใยถูกสกัดจากกาบไผ่ตงด้วยวิธีการทางเคมี 2 วิธี คือ แช่วาบไผ่ตงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และต้มกาบไผ่ตงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แสดงให้เห็นว่าเส้นใยที่ได้จากวิธีการแช่และต้มเป็นกลุ่มเส้นใย การแช่กาบไผ่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ระยะเวลา 20 วัน ให้ปริมาณร้อยละของผลผลิตสูงสุด และเส้นใยยาวที่สุดจากการแช่กาบไผ่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 ระยะเวลา 10 วัน ผลจากวิธีการต้มแสดงให้เห็นว่าร้อยละของผลผลิตที่สูงที่สุดและเส้นใยยาวที่สุดได้จากการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 5 ระยะเวลา 90 นาที และร้อยละ 15 ระยะเวลา 60 นาที ตามลำดับค่า $L^*a^*b^*$ แสดงให้เห็นว่าสีของเส้นใยที่ได้มีค่าความสว่างน้อย มีความเป็นสีแดงและความเป็นสีเหลือง

นฤพน ไพบูลย์ตันติวงศ์ และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอจากเส้นใยตะไคร้ มีวัตถุประสงค์เพื่อแปรรูปเส้นด้ายจากใยตะไคร้ พัฒนาผลิตภัณฑ์ทางด้านสิ่งทอเป็นผืนผ้า และเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์สู่ชุมชน โดยนำใยตะไคร้มาผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อผลิตเป็นเส้นใยตะไคร้ นำเส้นใยตะไคร้ไปปั่นเป็นเส้นด้ายใยตะไคร้ ร้อยละ 100 จะได้เส้นใยซึ่งมีขนาดใหญ่ ผิวสัมผัสไม่ค่อยเรียบ สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

ประเภทกระเป๋ หมวก รองเท้า จึงได้ทำการพัฒนาเส้นด้ายใยตะไคร้เป็นเส้นด้ายสำหรับทอเป็นผืนผ้าเพื่อการนุ่งห่ม โดยการนำเส้นใยตะไคร้ผสมเส้นใยฝ้ายอัตราส่วน 60:40 มาผลิตเป็นผ้าทอมือ โดยใช้เครื่องทอมือ ภูมิปัญญาชาวบ้าน ชุมชนตากฟ้า จ.นครสวรรค์ และทำการย้อมสีธรรมชาติจากใบหูกวางและตากแห้งผสมผัสดำเพื่อการใช้งานที่ดีขึ้น ผ้าผืนใยตะไคร้ จะมีกลิ่นของตะไคร้อยู่ แต่กลิ่นจะจางหายไป พร้อมทดสอบสมบัติทางกายภาพของผืนผ้าใยตะไคร้ ทางด้านความคงทน ความแข็งแรง และความคงทนต่อการขัดถู ในส่วนของการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ได้รับการตอบสนองในด้านการนำประโยชน์ของผืนผ้ามาใช้งานได้จริง จึงควรมีการศึกษาการผสมของเส้นใยตะไคร้กับเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่น เพื่อปรับปรุงสมบัติของเส้นใย ทางด้านความคงทน ความมันวาวของเส้นใย เป็นการเพิ่มมูลค่าของ เส้นใยได้อีกทางหนึ่งด้วย หรือนำผ้าทอเส้นใยตะไคร้ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์เคหะภัณฑ์

กฤตพร ชูแสง (2546) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ด้ายปั่นมือจากไหมป่าอีรี สรุปผลการศึกษากายภาพของใยไหมป่าอีรี พบว่า ใยไหมป่าอีรีมีลักษณะตามยาวราบเรียบ แต่ไม่สม่ำเสมอ ส่วนกลางใสเหมือนแท่งแก้ว ส่วนขอบเป็นเส้นสีดำ ภาพตัดขวางมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน บางรูปเกือบจะเป็นรูปไข่ ทิศทางของรูปสามเหลี่ยมไม่เป็นระเบียบ เมื่ออยู่เป็นกลุ่มจะมีช่องว่างระหว่างรูปสามเหลี่ยมเหล่านี้ ใยไหมป่าอีรีชั้นในมีขนาดใหญ่และแข็งแรงกว่าไหมทั้งรังและไหมชั้นนอก กรรมวิธีปั่นมีผลต่อขนาดของเส้นด้าย เส้นด้ายที่ปั่นโดยกรรมวิธีปั่นเปียกมีขนาดใหญ่กว่าเส้นด้ายที่ปั่นโดยวิธีปั่นแห้ง กรรมวิธีปั่นมีผลต่อจำนวนเกลียวเส้นด้าย เส้นด้ายที่ปั่นโดยกรรมวิธีปั่นเปียกมีจำนวนเกลียวมากกว่าเส้นด้ายที่ปั่นโดยกรรมวิธีปั่นแห้ง เส้นด้ายไหมป่าอีรีที่ปั่นได้เป็นเส้นด้ายขนาดใหญ่ เหมาะที่จะใช้ทอเป็นผืนผ้าสำหรับเคหะสิ่งทอ เส้นด้ายที่ปั่นจากไหมชั้นในจะมีคุณภาพดีกว่า เนื่องจากเส้นด้ายมีความละเอียดและมีความแข็งแรงมากกว่าเส้นด้ายที่ปั่นจากไหมชั้นนอกและเส้นด้ายที่ปั่นจากไหมทั้งรัง

อัจฉริยา ม่วงพานิล (2556) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การผลิตเส้นด้ายจากก้านไหมงจาก พบว่า เส้นใยก้านไหมงจากมีความยาว 80-100 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 เซนติเมตรลักษณะผิวขรุขระไม่เรียบและแข็งกระด้าง หลังผ่านกระบวนการกำจัดสิ่งสกปรก ลักษณะภาพตามยาวของเส้นใยมีการจัดเรียงเส้นใยเป็นระเบียบ ภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยม มีรูเมนตรงกลาง ความแข็งแรงของเส้นใยเฉลี่ย 18.3 นิวตัน และความยาวเฉลี่ย 91.5 เซนติเมตร ผลการศึกษาการผลิตเส้นด้ายใยผสม พบว่า ก้านไหมง 1 ก้าน มีน้ำหนัก 550 กรัม หลังผ่านกระบวนการกำจัดสิ่งสกปรก มีน้ำหนักคงเหลือ 430 กรัม เมื่อนำมามัดต่อกันให้เป็นเส้นด้าย มีความยาว 35.1 เมตร ผลการทดสอบลักษณะและสมบัติของเส้นด้ายพบว่า เส้นด้ายจากก้านไหมงจากที่อัตราส่วนผสมเส้นใยก้านไหมงจาก 1 เส้น : เส้นด้ายฝ้าย 1 เส้น (1:1) ปั่นจำนวน 2 รอบ มีความแข็งแรงมากที่สุด 13.41 นิวตัน มีขนาดเส้นด้ายเท่ากับ 33.04 (Tex) และมีจำนวนเกลียว 6.5 เกลียวต่อนิ้ว ทิศทางการเข้าเกลียวแบบ S-turn

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

3.1 รูปแบบการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกรอบการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกาบไผ่ ประกอบด้วย การศึกษาและค้นหาข้อมูลด้านวัตถุดิบ การศึกษาวิธีการแยกเส้นใยและคุณสมบัติของเส้นใยกาบไผ่ การทดสอบเส้นใย เส้นด้าย ผืนผ้า การพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์

3.2 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการศึกษา

3.2.1 วัสดุสำหรับการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ กาบไผ่ตงแห้ง ซึ่งหาได้โดยทั่วไป โดยนำส่วนของ กาบไผ่ที่ไม่ใช้ประโยชน์มาใช้ในการดำเนินการวิจัย

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้และสารเคมี

- 1) สารเคมีที่ใช้ในการสกัดเส้นใยได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- 2) Silicone Soft CONC (Silicone emulsion softener)
- 3) ปีกเกอร์
- 4) เครื่องซั้แบบละเอียด
- 5) หม้อสแตนเลส
- 6) เตาแก๊ส
- 7) ถังพลาสติก
- 8) ตะกร้า

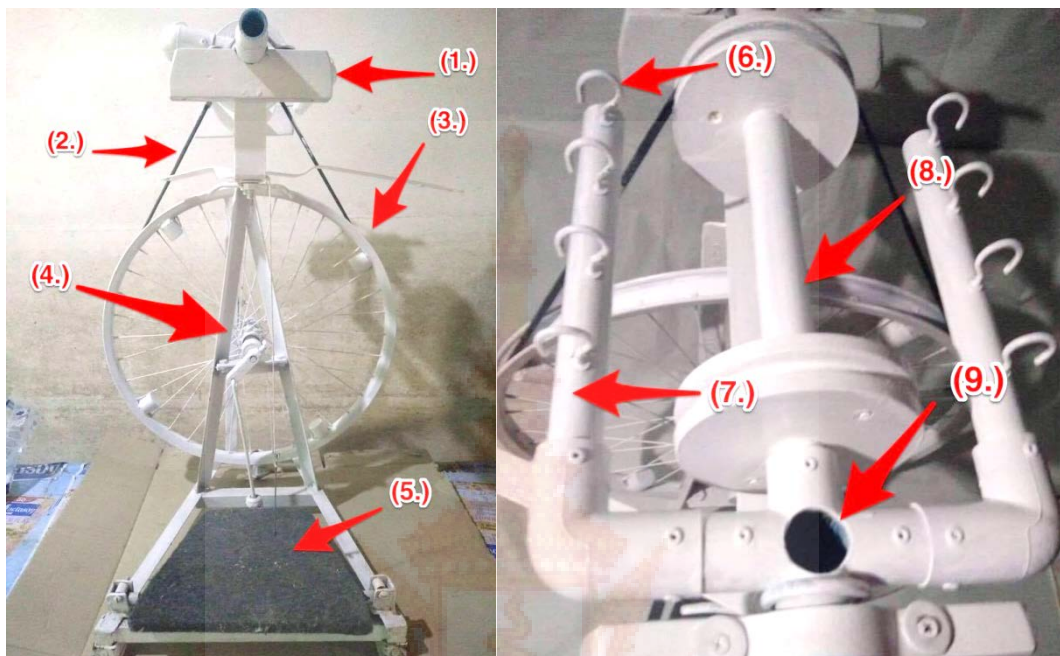
9) ด้ายพอลีเอสเตอร์ เบอร์ 150 เท็กซ์ สีขาว มีลักษณะเป็นเส้นตรงยาวผิวเรียบมีความมันเงา เส้นใยมีความเหนียวทนทาน และยืดหยุ่นได้ดี ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ด้ายพอลีเอสเตอร์

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้

1) เครื่องปั่นด้ายด้วยมือ มีลักษณะและส่วนประกอบตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 เครื่องปั่นด้าย

ที่มา: นรกร พรหมกัณฑ์ และ ภัทรพร ไวยะเขตกรณ์ (2561)

มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ฐานไม้ มีหน้าที่วางท่อน ทวีชี
- 2) สายพาน มีหน้าที่ช่วยส่งกำลังให้กงล้อจักรยานหมุน
- 3) กงล้อจักรยาน มีหน้าที่ช่วยส่งกำลังให้ท่อนทวีชีหมุน
- 4) โครงเหล็ก มีหน้าที่ทำให้เครื่องปั่นด้ายมีความมั่นคงแข็งแรง
- 5) ไม้กระดาน มีหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนสายพาน
- 6) ตะขอเกี่ยว มีหน้าที่ใช้จัดเส้นด้ายให้เป็นระเบียบ
- 7) ท่อนทวีชีด้ายซ้ายและขวา มีหน้าที่เป็นตัวยึดตะขอเกี่ยวเส้นด้าย
- 8) ท่อนทวีชีแกนกลาง มีหน้าที่เป็นตัวพันเก็บเส้นด้ายที่ผ่านการปั่นแล้ว
- 9) ช่องว่าง มีหน้าที่ไว้สอดเส้นด้ายแกนกลางและเส้นใยกาบไผ่ เพื่อปั่นเส้นด้าย

2) กล้องจุลทรรศน์ มีลักษณะและส่วนประกอบตามภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 กล้องจุลทรรศน์

3) เครื่องทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง มีลักษณะตามภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 เครื่องทดสอบความแข็งแรงของผ้า

3.3 ขั้นตอนการทำวิจัย

3.3.1 แผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ ทำการทดลองสกัดเส้นใยจากกาบไผ่ตงแห้งด้วยวิธีการแช่และวิธีการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่และการต้มที่แตกต่างกัน

รายละเอียดการแช่กาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะใช้ระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ระยะเวลาในการแช่ 5 ระดับ คือ 3 วัน, 5 วัน, 7 วัน, 10 วัน และ 14 วัน

รายละเอียดการต้มกาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะใช้ระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.5 และ ร้อยละ 1 ระยะเวลาในการต้ม 3 ระดับ คือ 20 นาที, 40 นาที และ 60 นาที

3.2.2 การสกัดเส้นใยจากกาบไผ่ตงแห้งด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

วิธีการแช่กาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง

1) นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 250, 500 และ 750 กรัม ละลายในน้ำสะอาด 5,000 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยมวลต่อปริมาตร

2) แช่กาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้อัตราส่วนกาบไผ่ตงแห้งต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 1 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน, 5 วัน, 7 วัน, 10 วัน และ 14 วัน ลักษณะของกาบไผ่ที่กำลังแช่มีลักษณะตามภาพที่ 3.5

3) คัดแยกเส้นใยและเนื้อเยื่อของกาบไผ่ออกจากกัน

4) นำเส้นใยที่ได้ไปล้างน้ำสะอาดจนมีค่าเป็น กลาง (pH 7) และตากแดดให้แห้ง



ภาพที่ 3.5 การแช่กาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

วิธีการต้มกาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

- 1) นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 25 และ 50 กรัม ละลายในน้ำสะอาด 5,000 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ ร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร
- 2) ต้มกาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้อัตราส่วนกาบไผ่ตงแห้งต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 1 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที, 40 นาที และ 60 นาที ลักษณะของกาบไผ่จะเป็นดังภาพที่ 3.6
- 3) คัดแยกเส้นใยและเนื้อเยื่อออกจากกัน
- 4) นำเส้นใยที่ได้ไปล้างน้ำสะอาดจนมีค่าความเป็นกรดต่างเป็นกลาง (pH 7) และตากแดดให้แห้ง



ภาพที่ 3.6 การต้มกาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

3.2.3 การทำความสะอาดเส้นใย และการเตรียมเส้นใยก่อนการปั่นด้วยมือ

เส้นใยที่ได้จากการผ่านกระบวนการแช่แยกเส้นใยเรียบร้อยแล้ว ดังภาพที่ 3.7 (ก) ต้องนำมาผ่านกระบวนการคัดแยกเศษของเปลือกกาบไผ่ เพื่อให้เส้นใยนั้นมีความสะอาดและเรียงตัวกันมากขึ้น ดังภาพที่ 3.7 (ข)



(ก)

(ข)

ภาพที่ 3.7 ภาพก่อนการทำความสะอาดเส้นใย (ก) และหลังการทำความสะอาดเส้นใย (ข)

หลังจากผ่านกระบวนการทำความสะอาดและคัดแยกเศษของเปลือกกาบไผ่ออกเสร็จแล้ว จะเป็นขั้นตอนของการเตรียมเส้นใยก่อนเข้าสู่กระบวนการปั่นเส้นด้ายแกนกลาง โดยการนำเส้นใยที่ได้มาทำให้เป็นเส้นขนาดเล็กพอเหมาะตามที่ต้องการก่อน เพื่อความสะดวกในการปั่นด้ายและจะทำให้เส้นด้ายที่ได้นั้น มีลักษณะที่สม่ำเสมอมากขึ้น ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 การเตรียมเส้นใยก่อนการปั่นด้ายด้วยมือ

3.2.4 การปั่นเส้นด้ายด้วยมือ

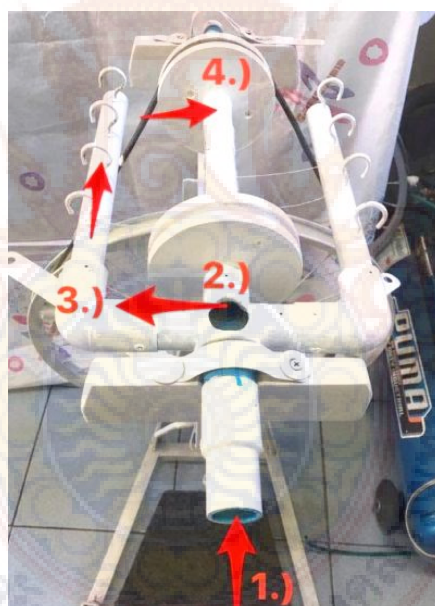
การปั่นเส้นด้ายด้วยเครื่องปั่นมือนั้น เส้นด้ายที่ได้ จะประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

- 1) เส้นด้ายที่พันรอบเส้นใย คือ เส้นด้ายพอลิเอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์
- 2) เส้นใยจากกาบไผ่ที่ผ่านการเตรียมเส้นใยแล้ว

วิธีการปั่นเส้นด้ายด้วยเครื่องปั่นมือ มีดังนี้

1) นำเส้นด้ายพอลิเอสเตอร์มาใช้เป็นเส้นด้ายแกนกลาง รอดผ่านช่องของท่อพีวีซี (หมายเลข 1) ขึ้นช่องด้านบน (หมายเลข 2) โดยใช้ตะขอช่วยเกี่ยวเส้นด้ายพอลิเอสเตอร์ขึ้นทางช่องด้านบน จากนั้นนำเส้นด้ายที่รอดผ่านขึ้นมาด้านบนแล้วพาดตามแนวท่อพีวีซี (หมายเลข 3) ไปพันเข้าท่อพีวีซีแกนกลางของเครื่องปั่นเส้นด้ายด้วยมือ (หมายเลข 4) ดังภาพ 3.9

2) ทำการเหยียบไม้กระดาน เพื่อส่งกำลังแรงในการหมุนของกงล้อ ซึ่งทำให้เกิดการตีเกลียวเข้าด้วยกันระหว่างเส้นด้ายแกนกลางทั้งสองเส้น



ภาพที่ 3.9 การร้อยเส้นด้านแกนกลาง

ที่มา: นรากร พรหมกัณฑ์ และ ภัทราพร ไวยะเขตกรณ์ (2561)

3) ทำการเหยียบไม้กระดานเป็นจังหวะอย่างสม่ำเสมอไปเรื่อยๆ เพื่อให้เส้นด้ายแกนกลางทั้งสองเส้นได้เกิดการควบเกลียวกันอย่างสม่ำเสมอ

4) นำเส้นใยกาบไผ่ที่ได้ทำการเตรียมไว้แล้ว ส่งเข้าไปตรงกลางระหว่างเส้นด้ายแกนกลางทั้งสองเส้น เพื่อให้เกิดการควบเกลียวเข้าด้วยกันระหว่างเส้นใยจากกาบไผ่กับเส้นด้ายแกนกลาง ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 การปั่นเส้นด้ายจากใยกาบไผ่

5) เมื่อทำการปั่นเส้นด้ายจากเส้นใยกาบไผ่เสร็จแล้ว ให้ทำการพันเส้นด้ายที่ได้ใส่แกนกระดาษ เพื่อเตรียมไว้สำหรับการไปทอเป็นผืนผ้าต่อไป ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 เส้นด้ายที่ม้วนเก็บเพื่อรอไปทอเป็นผืนผ้า

3.2.5 การทอผ้าจากเส้นใยกาบไผ่

การทอเป็นผืนผ้า มีกระบวนการทอโดยการนำเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นด้ายไปใช้ทำเป็นเส้นด้ายพุ่งสำหรับการทอ ขณะที่เส้นด้ายยืนบนเครื่องทอเป็นเส้นด้ายฝ้ายล้วนที่ผ่านการย้อมสีที่มีขนาดของเส้นด้ายเบอร์เท็กซ์เจอร์ 50 และในระหว่างการทอด้วยพุ่ง จะมีการสลับเส้นด้ายฝ้ายและเส้นด้ายกาบไผ่สลับกัน โดยเส้นด้ายฝ้ายที่ใช้สลับกับด้ายกาบไผ่มีขนาดของเส้นด้ายเบอร์เท็กซ์เจอร์ 69 โดยเครื่องทอผ้าที่ใช้เป็นเครื่องทอผ้าแบบกระสวยทอมือ ดังภาพที่ 3.12 ผ้าทอที่ได้จะมีความกว้างหน้าผ้า 24 นิ้ว โดยการทอในครั้งนี้ได้ส่งเส้นด้ายให้กับท่านอาจารย์สงคราม เสนาธรรม เป็นผู้ออกแบบลายทอและทอเป็นผืนผ้าต่อไป



ภาพที่ 3.12 การทอผ้าจากเส้นใยกาบไผ่

3.4 การวิเคราะห์และทดสอบ

3.4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยกาบไผ่

วิเคราะห์โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อหาปริมาณของส่วนประกอบในเส้นใยกาบไผ่ที่สกัดได้ดังนี้

1. เซลลูโลส (Cellulose)
2. เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)
3. ลิกนิน (Lignin)
4. ภาพตามยาวและตัดขวางเส้นใย

3.4.2 การวิเคราะห์ภาพตัดตามยาวและภาพตัดขวางของเส้นใยกาบไผ่

วิเคราะห์โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ ณ ศูนย์วิเคราะห์ทดสอบสิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยใช้เครื่องทดสอบ MICROSCOPE (OLYMPUS BX4)

3.4.3 การทดสอบสมบัติของเส้นด้าย

1. การทดสอบความแข็งแรง โดยนำเส้นด้ายที่ปั่นเสร็จไปทำการทดสอบแรงดึงขาด (Breaking force) ตามมาตรฐาน ASTM D 2256 : 2002 โดยส่งทดสอบ ณ ศูนย์วิเคราะห์ทดสอบสิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

วิธีการทดสอบความแข็งแรง มีวิธีดังนี้

- 1) ตัดเส้นด้ายกาบไผ่ความยาวเส้นละ 20 เซนติเมตร จำนวน 20 เส้น
- 2) นำไปทดสอบกับเครื่องทดสอบความแข็งแรง แล้วบันทึกผลการทดสอบ

2. การทดสอบเบอร์เส้นด้าย, ขนาดของเส้นด้าย มาตรฐาน ASTM D 1059-87 (1992) ทดสอบหาเบอร์ของเส้นด้ายเบื้องต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) เตรียมเส้นด้าย โดยทำการวัดความยาวของเส้นด้ายที่เหยียดตรง และใช้กรรไกรตัดที่ความยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 5 เส้น
- 2) นำเส้นด้าย ที่ตัดออกภายหลังจากเส้นด้ายที่ยืดเหยียดตรงไปทำการชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักที่ได้ (กรัม) ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 การชั่งน้ำหนักเส้นด้าย

3) นำมาคำนวณหาค่าเบอร์ของเส้นด้าย และค่าเฉลี่ยในหน่วยของ เท็กซ์ (Tex), ดีเนียร์ (Denier) และระบบเบอร์ฝ้าย (Cotton count) ตามสูตร

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{เบอร์เท็ก (Tex)} = \frac{M \times 1000}{L}$$

เมื่อ M = น้ำหนักเส้นด้ายหน่วยเป็น กรัม
 L = ความยาวเส้นด้ายหน่วยเป็น เมตร

$$\text{เบอร์ดีเนียร์ (Denier)} = \frac{M \times 9000}{L}$$

เมื่อ M = น้ำหนักเส้นด้ายหน่วยเป็น กรัม
 L = ความยาวเส้นด้ายหน่วยเป็น เมตร

$$\text{cotton count (Ne)} = \frac{L}{W \times 840}$$

เมื่อ Ne = เบอร์ด้ายที่ต้องคำนวณ หน่วยเป็น cotton count
 L = ความยาวเส้นด้ายตัวอย่าง หน่วยเป็น หลา
 W = น้ำหนักด้ายตัวอย่าง หน่วยเป็น ปอนด์

3. รูปภาพกำลังขยายตามยาวของเส้นด้ายจากภาพ

การดูลักษณะภาพกำลังขยายของเส้นด้ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดังนี้

1) ตัดเส้นด้ายให้มีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

2) นำเส้นด้ายที่ตัดแล้วมาวางลงบนฐานกล้อง และทำการปรับภาพกำลังขยายปรับ

ความชัดของเส้นด้าย บันทึกภาพที่ได้แล้วรายงานผล ดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 การทดสอบรูปภาพตามยาวของเส้นใย

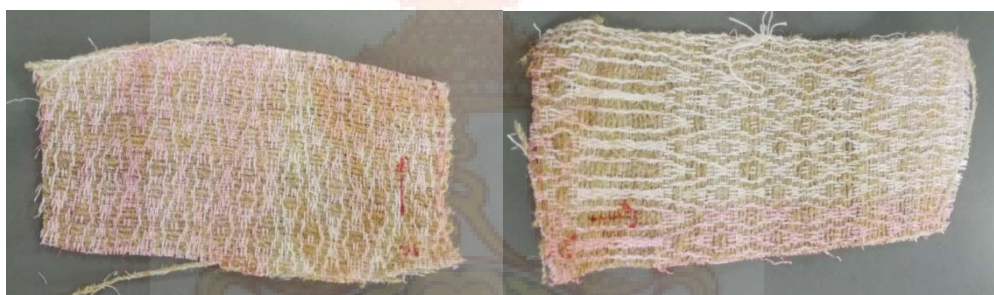
3.4.4 การทดสอบสมบัติของผ้าทอ

การศึกษาการทดสอบสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ โดยการทอใช้เส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายฝ้าย ส่วนเส้นด้ายพุ่งใช้เป็นเส้นด้ายจากกาบไผ่ มาทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1. การทดสอบความแข็งแรงของผ้าทอจากกาบไผ่โดยทดสอบ ณ ห้องทดสอบสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตามมาตรฐาน ASTM D 5034 : 2009

วิธีการทดสอบมีดังนี้

- 1) ทำการเตรียมชิ้นทดสอบ โดยตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และยาว 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) โดยด้านยาวจะต้องขนานกับด้านที่จะทดสอบ และแรงดึง
- 2) จากนั้นทำการลากเส้นตรง ห่างจากขอบของชิ้นทดสอบ 37 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) ยาวตลอดความยาวของชิ้นทดสอบขนานกับเส้นด้ายตามแนวยาว และตัดชิ้นทดสอบ ตามภาพที่ 3.15



(ก)

(ข)

ภาพที่ 3.15 การตัดผ้าทอตามแนวด้ายยืน (ก) และแนวด้ายพุ่ง (ข)

3) ทำการยึดชิ้นทดสอบ โดยให้อยู่ในแนวกึ่งกลางของชิ้นทดสอบให้ด้านยาวขนานกับทิศทางของการดึง และมีความตึงสม่ำเสมอตลอดแนวกว้างของที่ยึด

4) เมื่อทดสอบการยืดตัว (elongation) ให้ยึดชิ้นทดสอบไว้ด้วยที่ยึดอันแรกในแนวกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ ดึงชิ้นทดสอบให้ตึงด้วยแรงดึงประมาณร้อยละ 0.5 ของแรงดึงขาดแล้วยึดชิ้นทดสอบกับที่ยึดอันที่ 2

5) ตั้งค่าเครื่องและอ่านค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง และ ระยะการยืดตัวออก อ่านค่าแล้วบันทึกผลการทดสอบ ดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าทอ

2. การทดสอบหาน้ำหนักผ้าทอ โดยนำผ้าทอไปทดสอบ ณ ห้องทดสอบสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตามมาตรฐาน ASTM D 3776 : 2009

วิธีการทดสอบมีดังนี้

- นำผ้าทอที่ทอเสร็จแล้วตัดด้วยเครื่องตัดผ้าวงกลมที่มีพื้นที่หน้าตัด 100 ตารางเซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น
- นำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักที่ได้เป็นกรัม ดังภาพที่ 3.17
- นำผ้าแต่ละชิ้นที่ชั่งได้ไปทำการคูณด้วย 100 ซึ่งค่าที่ได้ออกมาจะมีหน่วยเป็น กรัมต่อตารางเมตร หรือนำไปหาร 33.906 จะได้หน่วยเป็น ออนซ์ต่อตารางหลา
- ทำการหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่ได้ของผ้าทั้ง 5 ชิ้น



ภาพที่ 3.17 การทดสอบหาน้ำหนักผ้า

3. การหาร้อยละการยืดหดตัวของผ้าทอจากกาบไผ่ ตามมาตรฐาน AATCC 179 คืออัตราที่วัสดุยืดตัวก่อนที่จะแตกหักโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือร้อยละ ในสมการทางคณิตศาสตร์นี้ เท่ากับผลรวมของการเสียรูปหารด้วยความยาวเดิม โดยคิดค่านี้เป็นเปอร์เซ็นต์คือคูณด้วย 100 ดังนี้

$$\text{ร้อยละการยืด / หดตัว} = \frac{\text{ความยาวหลังแช่} - \text{ความยาวก่อนแช่}}{\text{ความยาวหลังแช่}} \times 100$$

3.4.5 การตกแต่งสิ่งทอ

การตกแต่งนุ่ม (Softening finishes) มีวิธีการดังนี้

- 1) หลังจากที่ได้ผ้าทอแล้ว จะนำผ้าทอไปแช่ในสารทำนุ่ม 2 ชนิด ได้แก่
 - Sunmrol NP CONC (Cationic softener) 5 กรัมต่อลิตร
 - Silicone Soft CONC (Silicone emulsion softener) 1 กรัมต่อลิตร
- 2) แช่ทิ้งไว้ 30 นาที ดังภาพที่ 3.18 แล้วนำไปตากให้แห้ง
- 3) หลังจากผ้าแห้งแล้ว นำมาวัดความกว้างและความยาวแล้วบันทึกผล
- 4) นำค่าที่ได้หลังการแช่ ไปคำนวณหาร้อยละการหดตัวของผืนผ้า



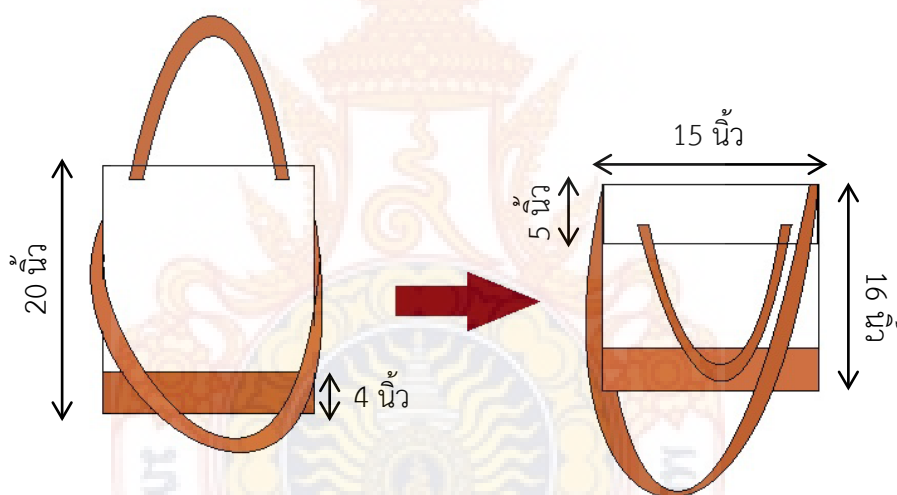
ภาพที่ 3.18 การตกแต่งนุ่ม (Softening finishes)

3.5 การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปใช้งาน

3.5.1 การพัฒนากระเป๋าสำหรับสุภาพสตรี

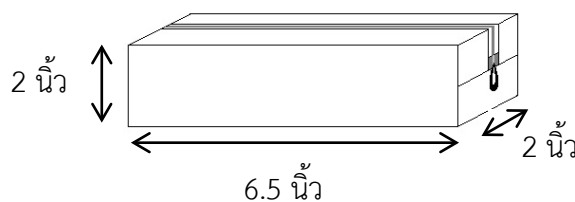
โดยให้ความสำคัญในด้านรูปแบบที่ร่วมสมัยและใช้วัสดุจากธรรมชาติ โดยยึดตามหลักการออกแบบที่ต้องคำนึงถึงประโยชน์การใช้สอย ความสวยงามน่าใช้ ความสะดวกสบายในการใช้ และสามารถใช้ได้ดีในราคาที่เหมาะสม ผู้พัฒนามีแนวคิดในการใช้ผ้าทอจากเส้นใยกาบไผ่ที่ได้ทอด้วยเทคนิคการย้อมเส้นด้ายขึ้นมาใช้เป็นวัสดุร่วมกับหนังเทียม (PVC) เพื่อผลิตเป็นเซตของกระเป๋าสะพายสำหรับสุภาพสตรี มีจำนวน 4 ชิ้น ได้แก่ กระเป๋าพับตรงกลาง กระเป๋าสำหรับใส่อุปกรณ์การเขียน กระเป๋าสำหรับใส่เครื่องสำอาง และกระเป๋าสำหรับใส่เหรียญ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) กระเป๋าพับตรงกลาง ขนาด กว้าง 15 นิ้ว ยาว 20 นิ้ว จะมีการใช้หนังเทียมในส่วนของกันกระเป๋าสายกระเป๋า เพื่อลดความเสี่ยงที่ผ้าทอจะเสียหายและเสี่ยงการสัมผัสของผ้าทอที่จะระคายเคืองกับผิวหนังได้ ดังภาพที่ 3.19



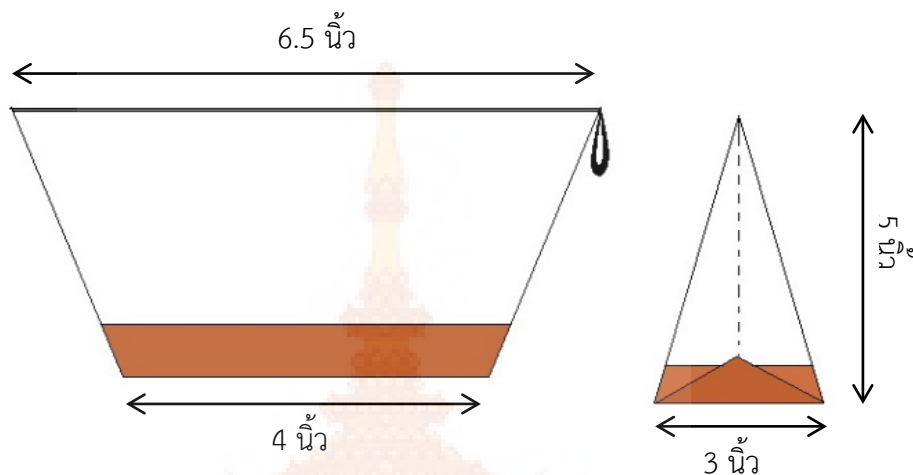
ภาพที่ 3.19 ภาพกระเป๋าพับตรงกลาง

2) กระเป๋าสำหรับใส่อุปกรณ์การเขียน ขนาด กว้าง 2 นิ้ว ยาว 6.5 นิ้ว สูง 2 นิ้ว จะใช้ผ้าทอจากเส้นใยกาบไผ่ในการผลิตทั้งใบ และใช้ซิปปลาสติกสำหรับการเปิดปิดกระเป๋าเครื่องเขียน เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้สัมผัสกับร่างกายโดยตรงดังภาพที่ 3.20



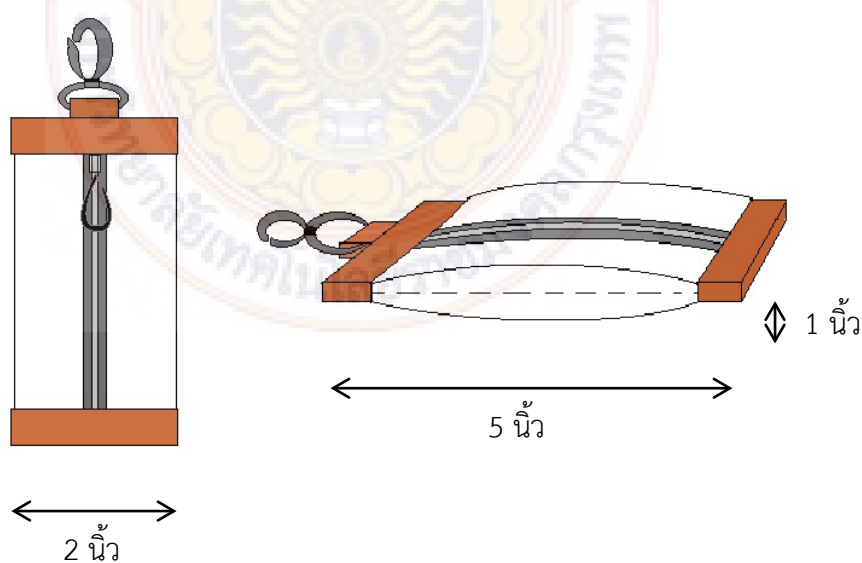
ภาพที่ 3.20 ภาพกระเป๋าสำหรับใส่อุปกรณ์การเขียน

3) ครอบปากสำหรับใส่เครื่องสำอาง ขนาด กว้าง 6.5 นิ้ว ยาว 5 นิ้ว จะเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมคางหมูโดยมีก้นครอบปากที่เย็บด้วยหนังเทียม เพื่อป้องกันการเสียหายของผ้าทอหาจากการขีดจากอุปกรณ์เครื่องสำอาง มีการใช้ซิปปลาสติกในการเปิดปิดของครอบปาก ดังภาพที่ 3.21



ภาพที่ 3.21 ครอบปากสำหรับใส่เครื่องสำอาง

4) ครอบปากสำหรับใส่เหรียญ เป็นครอบปากใบเล็กๆ ที่ออกแบบให้คล้ายคลึงกับซองขนม มีตัวเกี่ยวสำหรับห้อยไว้ที่ข้างครอบปาก เพื่อที่จะสะดวกในการหยิบใช้ จะใช้ผ้าทอในส่วนของตัวครอบปาก ส่วนหัวและท้ายของครอบปากจะใช้หนังเทียม และมีซิปปลาสติกสำหรับเปิดปิดหยิบเหรียญ ครอบปากจะมี ขนาด กว้าง 2.5 นิ้ว ยาว 5 นิ้ว ดังภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 ครอบปากสำหรับใส่เหรียญ

3.5.2 ขั้นตอนการตัดเย็บผลิตภัณฑ์กระเป๋าสำหรับสุภาพสตรี

หลังจากได้ทำการออกแบบเซตกระเป๋าแล้ว ได้นำไปตัดชิ้นส่วนของกระเป๋าแต่ละแบบที่ได้ออกแบบไว้ ดังภาพที่ 3.23 และเย็บขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์โดนช่างผู้ชำนาญด้านการเย็บกระเป๋า ดังภาพที่ 3.24 เพื่อให้ได้กระเป๋าที่มีความสวยงามและเหมาะสมกับการใช้งานสำหรับสุภาพสตรี โดยมีขั้นตอนการตัดเย็บดังนี้

- 1) นำผ้าทอที่ได้ไปรีดอัดผ้ากาวชนิดอ่อนเพื่อป้องกันการหลุดลุ่ยของผ้าทอ
- 2) หลีกจากรีดอัดผ้ากาวเรียบร้อยแล้ว นำมาวาดแพทเทิร์นของกระเป๋า
- 3) ตัดผ้าทอตามแบบแพทเทิร์นที่วาดไว้ เพื่อเตรียมเย็บกระเป๋า
- 4) นำไปเย็บขึ้นรูปเป็นกระเป๋าตามที่ออกแบบไว้ เสร็จเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 3.23 ขั้นตอนการตัดชิ้นส่วนกระเป๋า



ภาพที่ 3.24 ขั้นตอนการเย็บกระเป๋า

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเส้นด้ายจากกาบไผ่และการประยุกต์ใช้งานสำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีสกัดเส้นใยจากกาบไผ่ เพื่อศึกษาวิธีการปั่นเส้นด้ายจากกาบไผ่ด้วยมือเพื่อศึกษาสมบัติของเส้นใย เส้นด้าย และผ้าทอจากกาบไผ่ และเพื่อพัฒนาผ้าทอจากกาบไผ่เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ จากการวิจัยสามารถแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 6 ส่วนดังนี้ คือ

4.1 ผลการทดลองการต้มและแช่กาบไผ่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

รายละเอียดการต้มกาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะใช้ระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.5 และ ร้อยละ 1 ระยะเวลาในการต้ม 3 ระดับ คือ 20 นาที, 40 นาที และ 60 นาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการต้มกาบไผ่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ด้วยอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ)	ลักษณะของเส้นใย		
	ระยะเวลา		
	20 นาที	40 นาที	60 นาที
ร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	เส้นใยมีสีน้ำตาลเข้ม แยกตัวเป็นกระจุก กลุ่มใย 	เส้นใยมีสีน้ำตาล แยกตัวเป็นกระจุก กลุ่มใย 	เส้นใยมีสีน้ำตาลอ่อน แยกตัวเป็นกระจุก กลุ่มใย 
ร้อยละ 1 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	เส้นใยมีขนาดเล็ก มีสีขาวครีม 	เส้นใยมีขนาดเล็กและสั้น มีสีขาวครีม 	เส้นใยมีขนาดเล็กและสั้น มีสีขาวครีม 

รายละเอียดการแช่กาบไผ่ตงแห้งในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะใช้ระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ระยะเวลาในการแช่ 5 ระดับ คือ 3 วัน, 5 วัน, 7 วัน, 10 วัน และ 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการแช่กาบไผ่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง

จำนวนวันที่แช่กาบไผ่ ในสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์	ลักษณะของเส้นใย		
	ความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ)		
	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
3 วัน	เส้นใยมีสีเหลืองอ่อน เส้นใยมีขนาดเล็ก และยาว 	เส้นใยมีสีเหลืองอ่อน เส้นใยมีขนาดเล็ก และมีความหยิก 	เส้นใยมีสีเหลืองอ่อน เส้นใยมีขนาดเล็ก และมีความหยิกมาก 
5 วัน	เส้นใยมีสีเหลืองอ่อน เส้นใยมีขนาดเล็ก 	เส้นใยมีสีน้ำตาลอ่อน เส้นใยมีขนาดเล็ก มี ความหยิกงอเล็กน้อย 	เส้นใยมีสีน้ำตาล เส้น ใยมีขนาดเล็ก มีความ หยิกมาก 
7 วัน	เส้นใยมีสีเหลืองอ่อน แยกตัวเป็นกระจุกกลุ่ม ใย 	เส้นใยมีสีเหลือง เส้นใย มีขนาดเล็กและมีความ หยิกงอ 	เส้นใยมีสีน้ำตาล มี ความหยิกงอมาก 

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการแช่กาบไผ่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง

จำนวนวันที่แช่กาบไผ่ ในสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์	ลักษณะของเส้นใย		
	ความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ)		
	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
10 วัน	เส้นใยมีสีเหลือง เส้นใย มีขนาดเล็กและยาว 	เส้นใยมีสีเหลืองอ่อน มี ขนาดเล็ก มีความหยิก งอของเส้นใยปานกลาง 	เส้นใยมีสีน้ำตาล มี ความหยิกงอมาก 
14 วัน	เส้นใยมีสีขาวเหลือง เปื่อยยุ่ยเป็นเส้นใย ขนาดเล็ก 	เส้นใยมีสีเหลืองอ่อน เปื่อยยุ่ย มีขนาดเล็ก มีความหยิกงอ 	เส้นใยมีสีน้ำตาลอ่อน เปื่อยยุ่ยเป็นเส้นใย ขนาดเล็ก หยิกงอมาก 

จากตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 พบว่าการทดลองสกัดเส้นใยทุกกรณี เส้นใยจากกาบไผ่ที่แช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 10 วัน ผลปรากฏว่า เส้นใยมีความตรงยาว และมีขนาดเส้นใยเล็กกำลังดี มีสีของเส้นใยเหลืองสวย และเส้นใยกับเนื้อเยื่อแยกออกจากกันได้ง่ายและเส้นใยมีความเรียงตัวดีกว่ากรณีอื่น

4.2 ผลการทำความสะอาดเส้นใย และการเตรียมเส้นใยก่อนการปั่นด้ายด้วยมือ

ผลจากการทำความสะอาดเส้นใยและเตรียมเส้นใยก่อนการปั่นด้าย พบว่า เส้นใยจากกาบไผ่ มีความตรงและยาว และมีขนาดเส้นใยเล็กกำลังดี ทำให้เส้นใยกับเนื้อเยื่อแยกออกจากกันได้ง่าย ทำให้มีความง่ายต่อการทำความสะอาดเส้นใย ดังภาพที่ 4.1 ทำให้การเตรียมเส้นใยก่อนการปั่นด้ายมีความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ดังภาพที่ 4.2 เส้นใยสามารถปั่นเป็นเส้นได้ดี มีความเกาะเกี่ยวของเส้นใยดี



ภาพที่ 4.1 ผลการทำความสะอาดก่อนการปั่นด้ายด้วยมือ



ภาพที่ 4.2 ผลการเตรียมเส้นใยก่อนการปั่นด้ายด้วยมือ

4.3 ผลการปั่นด้ายกาบไผ่ด้วยเครื่องปั่นด้ายด้วยมือ

เส้นด้ายที่ปั่นเสร็จเรียบร้อยแล้วจะม้วนไว้ที่แกนกลางของเครื่องปั่นด้าย หลังจากปั่นด้ายเสร็จนั้นจะนำด้ายออกจากแกนกลางโดยการม้วนเก็บไว้ให้แกนกระดาษ เพื่อรอการนำไปทอเป็นผืนผ้าต่อไปดังภาพที่ 4.3 เส้นด้ายเมื่อมองด้วยตาเปล่าจะเห็นการผสมกันของเส้นใยทั้ง 2 ชนิดมีการควบเดียวกันแน่นเส้นด้ายมีขนาดเล็กมีความหนาบางไม่เท่ากัน และมีปมอยู่บ้างเป็นบางส่วนให้ผิวสัมผัสที่ดูมีมิติมากขึ้นมีความสับสน และเป็นเนื้อเดียวกัน



ภาพที่ 4.3 เส้นด้ายหลังการปั่นด้ายด้วยมือ

ผลจากการส่องกล้องจุลทรรศน์ภาพกำลังขยายสูงของเส้นใยผสม พบว่าเส้นใยมีการควบเกลียวกันได้อย่างสวยงามเห็นความแตกต่างของเส้นใยแต่ละชนิดได้อย่างชัดเจนดังนี้ เส้นใยสีขาวคือเส้นใยพอลิเอสเตอร์ เส้นใยสีออกเหลืองคือเส้นใยกาบไผ่ จะเห็นเส้นใยสีออกเหลืองมากกว่าสีขาว ความเรียบไม่สม่ำเสมอ และจะเห็นเส้นใยพอลิเอสเตอร์ โผล่ออกมาบนผิวของเส้นด้าย ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ภาพขยายของเส้นด้ายกาบไผ่

4.4 ผลการทอผ้าจากเส้นด้ายกาบไผ่

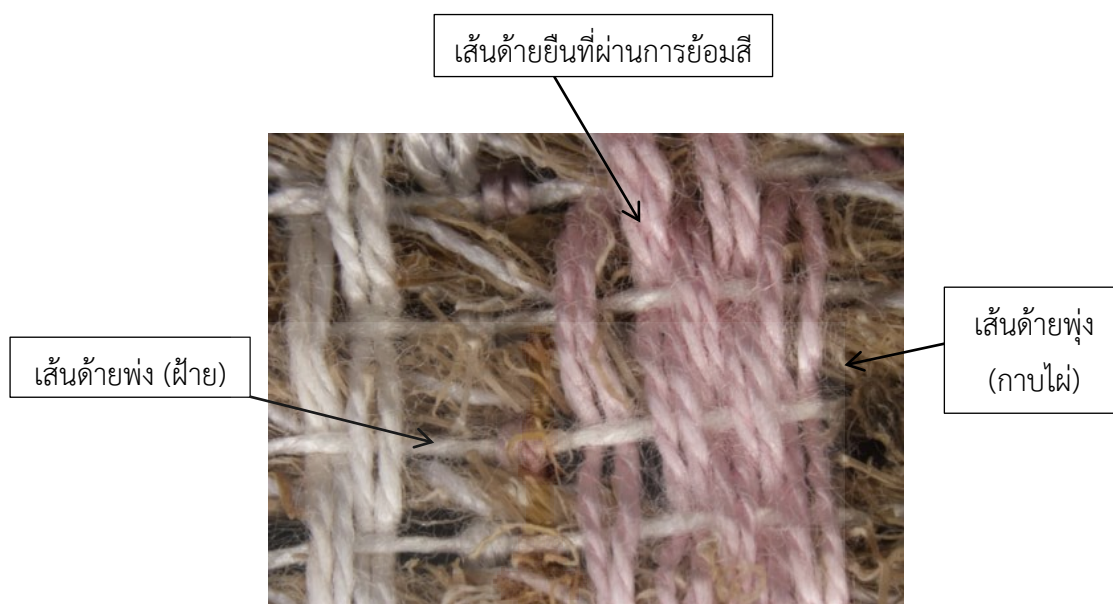
ผลจากการทอผ้าด้วยเส้นด้ายจากกาบไผ่โดยใช้เครื่องทอผ้าแบบกระสวยทอด้วยมือ ได้ผ้าทอที่มีความกว้างหน้าของผ้า 24 นิ้วโดยเส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายฝ้ายย้อมสี ส่วนเส้นด้ายพุ่งใช้เส้นด้ายจากกาบไผ่ที่ผ่านกระบวนการปั่นด้วยมือ และเส้นด้ายฝ้ายที่มีสมบัติที่มีความยืดหยุ่นตัวสูงและมีความแข็งแรงมาทอสลับกับเส้นด้ายกาบไผ่เพื่อลดความหนาแน่นของเส้นด้ายพุ่งกาบไผ่ ทำให้ได้ผ้าทอทั้งหมด 2 ลาย ได้แก่ ลายเกล็ดนาคา ดังภาพที่ 4.5 และลายทิวลูกแก้ว ดังภาพที่ 4.6 และจากภาพขยายของผ้าทอ ดังภาพที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าผ้าทอจากเส้นใยกาบไผ่มีลักษณะของเส้นด้ายพุ่งกาบไผ่สลับกับเส้นด้ายฝ้าย เพื่อลดความชิดกันของเส้นด้ายกาบไผ่



ภาพที่ 4.5 ผ้าทอลายเกล็ดนาคา



ภาพที่ 4.6 ผ้าทอลายทิวลูกแก้ว



ภาพที่ 4.7 ภาพขยายของผ้าทอกาบไผ่

4.5 ผลการวิเคราะห์และทดสอบ

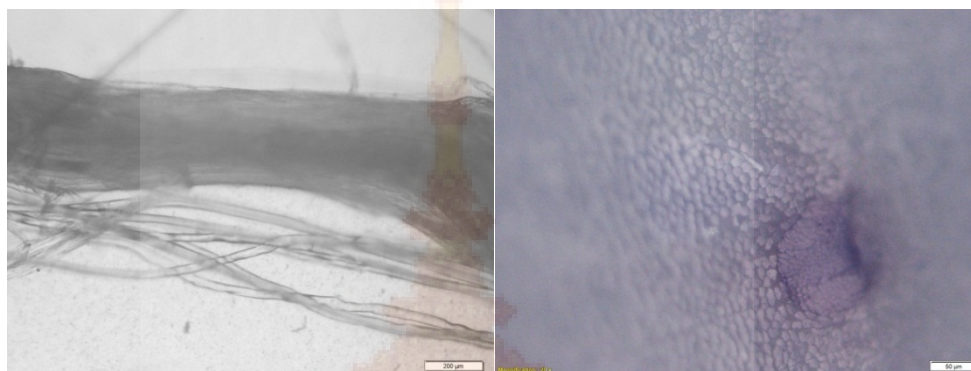
4.5.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเส้นใยกาบไผ่

การทดสอบลักษณะและสมบัติทางกายภาพของเส้นใยจากกาบไผ่ จะต้องนำเส้นใยจากกาบไผ่ผ่านกระบวนการกำจัดสิ่งสกปรก เพื่อทำความสะอาดเส้นใยและปรับสภาพเส้นใยให้มีความนุ่มและอ่อนตัวมากขึ้น ซึ่งหลังจากนำเส้นใยผ่านกระบวนการกำจัดสิ่งสกปรกแล้ว นำเส้นใยไปวิเคราะห์หาปริมาณร้อยละของส่วนประกอบต่าง ๆ ในเส้นใยกาบไผ่ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3 พบว่าในเส้นใยกาบไผ่มีปริมาณเซลลูโลสมากกว่าส่วนประกอบอื่น ๆ ภายในเส้นใยกาบไผ่ แต่ภายในเส้นใยกาบไผ่ก็ยังมีปริมาณเซลลูโลสน้อยกว่าเส้นใยฝ้าย เพราะเส้นใยฝ้ายมีปริมาณเซลลูโลสภายในเส้นใยมากที่สุดร้อยละ 98 น้อยสุดร้อยละ 88

ตารางที่ 4.3 ผลการการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละส่วนประกอบต่าง ๆ ของเส้นใย

รายการวิเคราะห์	ร้อยละ
เซลลูโลส (Cellulose)	72.09
เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)	8.21
ลิกนิน (Lignin)	9.45
อื่น ๆ (Protein, non-structural carbohydrate)	10.25

ผลจากการทดสอบลักษณะภาพตามยาวและภาพตัดขวางของเส้นใย พบว่า ลักษณะภาพตามยาวของเส้นใยมีการจัดเรียงเส้นใยเป็นเส้นยาว ๆ ตลอดทั้งเส้น ลักษณะเหมือนแท่งแก้วใส ๆ ดังภาพที่ 4.8 (ก) ส่วนลักษณะภาพตัดขวางของเส้นใย พบว่า เส้นใยประกอบด้วยเซลล์หลาย ๆ เซลล์รวมกัน แต่ละเซลล์มีภาพตัดขวางเป็นลักษณะรูปหลายเหลี่ยม และมีรูเมนตรงกลางของเส้นใย ดังภาพที่ 4.8 (ข)



(ก)

(ข)

ภาพที่ 4.8 ภาพตามยาว (ก) กำลังขยาย 100 เท่า และภาพตัดขวาง (ข) กำลังขยาย 200 เท่าของเส้นใยจากกาบไผ่

4.5.2 ผลการทดสอบสมบัติเส้นด้ายจากใยกาบไผ่

การทดสอบหาเบอร์เส้นด้าย โดยการนำเส้นด้ายจากเส้นใยกาบไผ่ไปชั่งน้ำหนักและคำนวณหาเบอร์ของเส้นด้ายซึ่งมีผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการการคำนวณหาเบอร์ของเส้นด้าย มาตรฐาน (ASTMD 1059-87 (1992))

ชนิดของเส้นด้าย	ระบบเบอร์ด้าย ขนาดของเส้นด้าย		
	เท็กซ์ (Tex)	ดีเนียร์ (Denier)	Cotton count
เส้นด้ายพุ่ง (กาบไผ่)	696	6264	0.84

จากผลการทดสอบหาเบอร์เส้นด้ายในตารางที่ 4.4 พบว่า เส้นด้ายมีขนาดที่ใหญ่มากทำให้เส้นใยมีผลต่อการใช้งานและสมบัติทางผิวสัมผัส เส้นใยกาบไผ่ที่ได้จะให้ความรู้สึกที่หยาบและแข็งเมื่อนำไปทอเป็นผืนผ้า แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้ผ้ามีความแข็งแรงมากกว่า แต่ผ้าที่ได้นั้นจะไม่เหมาะกับการนำมาสวมใส่ที่จะต้องมาการสัมผัสกับร่างกายเพราะเส้นด้ายมีความแข็งแรงกระด้าง มีผิวสัมผัสที่หยาบ ทำให้เหมาะกับการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่สัมผัสกับร่างกายมากเกินไป เช่น กระเป๋าถือ หรือกระเป๋าสะพาย เป็นต้น

การทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายจากกาบไผ่ที่ส่งทดสอบ ณ ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตามมาตรฐาน ASTM D 2256 : 2002 พบว่าเส้นด้ายจากกาบไผ่ มีความแข็งแรงของเส้นใยโดยเฉลี่ย 16.80 นิวตัน เนื่องจากเป็นเส้นด้ายที่ได้ปั่นร่วมกับเส้นด้าย พอลิเอสเตอร์จึงทำให้เส้นด้ายมีความแข็งแรงมาก ซึ่งมีรายละเอียดผลการทดสอบตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้ายจากกาบไผ่

ความแข็งแรง : ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 2256 : 2002	
แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)	
เส้นที่ 1	14.84
เส้นที่ 2	18.38
เส้นที่ 3	14.01
เส้นที่ 4	14.85
เส้นที่ 5	15.15
เส้นที่ 6	15.37
เส้นที่ 7	15.16
เส้นที่ 8	20.10
เส้นที่ 9	18.85
เส้นที่ 10	13.79
เส้นที่ 11	19.76
เส้นที่ 12	19.85
เส้นที่ 13	17.29
เส้นที่ 14	14.44
เส้นที่ 15	18.09
เส้นที่ 16	20.21
เส้นที่ 17	14.37
เส้นที่ 18	14.43
เส้นที่ 19	17.09
เส้นที่ 20	20.01
ค่าเฉลี่ย	16.80

4.5.2 ผลการทดสอบสมบัติของผืนผ้า

ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าทอ โดยทดสอบ ณ ห้องทดสอบสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีผลของค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงและระยะการยืดตัวออก ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความแข็งแรงของผ้าทอจากกาบไผ่ (มาตรฐาน ASTM D 5034 : 2009)

ผ้าทอจากกาบไผ่	ค่าการทดสอบความแข็งแรง	
	ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง (Breaking strength) (นิวตัน)	ระยะการยืดตัวออก (Extension) (ร้อยละ)
ด้ายยืน	383.60	17.50
ด้ายพุ่ง	581	15.20

จากตารางที่ 4.6 สรุปได้ว่า ด้ายพุ่งที่มีใยไผ่จะมีค่าความแข็งแรงมากกว่าด้ายยืน เนื่องจากในกระบวนการปั่นด้ายจากเส้นใยกาบไผ่ด้วยมือได้มีการใช้เส้นด้ายที่เป็นแกนสำหรับให้เส้นใยกาบไผ่ได้ยึดเกาะและเส้นด้ายแกนดังกล่าวเป็นเส้นด้ายที่ผลิตมาจากเส้นใยพอลิเอสเตอร์ซึ่งมีความเหนียวและแข็งแรงมากจึงทำให้แนวเส้นด้ายพุ่งมีค่าความแข็งแรงที่มากกว่า

ผลการทดสอบหาน้ำหนักผ้า โดยนำผ้าทอที่ตัดด้วยเครื่องตัดผ้าวงกลม ไปทำการทดสอบ ณ ห้องทดสอบสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีผลการทดสอบและการคำนวณหาน้ำหนักของผ้า ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบหาน้ำหนักผ้า (มาตรฐาน ASTM D 3776 : 2009)

ผ้าชิ้นที่	น้ำหนักของผ้า	
	กรัมต่อตารางเมตร	ออนซ์ต่อตารางหลา
1	452.10	13.33
2	420.30	12.39
3	445.30	13.13
4	439.70	12.96
5	441.10	13.00
ค่าเฉลี่ย	439.70	12.96

จากตารางที่ 4.7 สรุปผลการทดสอบหาน้ำหนักผ้า พบว่าผ้าทอมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 439.7 กรัมต่อตารางเมตร หรือเท่ากับ 12.96 ออนซ์ต่อตารางหลา ทำให้สามารถจำแนกประเภทของน้ำหนักผืนผ้า ว่าเป็นผ้าที่มีน้ำหนักมากที่สุด

4.5.3 ผลการตกแต่งสิ่งทอ

หลังจากการตกแต่งสิ่งทอแล้วพบว่า ผ้าที่ได้มีความนุ่มขึ้น มีความหยابกระด้างลดลง และผลหลังจากการตกแต่งสิ่งทอแล้วยังพบอีกว่า ความกว้างของหน้าผ้าที่ทอตามแนวด้ายพุ่งด้วยเส้นใยกาบไผ่มีขนาดลดลง จากการคำนวณตามสูตรการหาร้อยละการยืด / หดตัว สรุปได้ว่า ผ้ามีการหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 16.66 ส่วนด้านความยาวของผ้าที่มีเส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้ายฝ้ายไม่มีการหดตัว



ภาพที่ 4.9 ผ้าทอที่ผ่านการทำนุ่ม

4.6 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผ้าทอโยกาบไผ่

หลังจากการพัฒนาารูปแบบกระเป๋าและตัดเย็บเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้รูปแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 4 ชิ้น ได้แก่ กระเป๋าพับตรงกลาง กระเป๋าใส่เครื่องเขียน กระเป๋าเครื่องสำอาง และกระเป๋าใส่เหรียญ ซึ่งมีรายละเอียดขนาดของผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 4.8

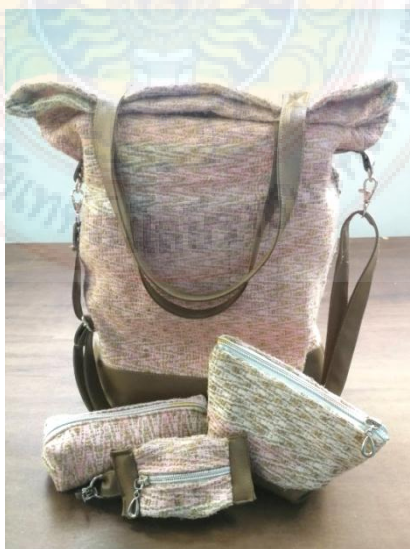
ตารางที่ 4.8 ผลการทำผลิตภัณฑ์จากผ้าทอโยกาบไผ่

ผลิตภัณฑ์	ขนาดของผลิตภัณฑ์ (นิ้ว)		
	ความกว้าง	ความยาว	ความสูง
1. กระเป๋าพับตรงกลาง 	4	15	20
2. กระเป๋าใส่เครื่องเขียน 	2	6.5	2
3. กระเป๋าใส่เครื่องสำอาง 	3	6.5	5

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ผลการทำผลิตภัณฑ์จากผ้าทอใยกาบไผ่

ผลิตภัณฑ์	ขนาดของผลิตภัณฑ์ (นิ้ว)		
	ความกว้าง	ความยาว	ความสูง
4. กระเป๋าใส่เหรียญ 	2	5	1

จากตารางที่ 4.8 พบว่าผ้าทอที่ได้จากเส้นใยกาบไผ่สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับสุภาพสตรีได้ 4 ชนิด ได้แก่ กระเป๋าพับตรงกลาง กระเป๋าใส่เครื่องเขียน กระเป๋าเครื่องสำอาง และกระเป๋าใส่เหรียญ ดังภาพที่ 4.10 โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลตามหลักของการยศาสตร์โดยใช้สมบัติทางกายภาพและมิติของร่างกาย มาตรฐานสรีระของสุภาพสตรี ในการออกแบบพัฒนาสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นสุภาพสตรีวัยสาว โดยยึดตามหลักการออกแบบที่ต้องคำนึงถึงประโยชน์การใช้งาน ความสะดวกสบายในการใช้ และความสวยงามน่าใช้ แต่เนื่องจากผ้าทอที่ได้จากเส้นใยกาบไผ่ยังคงมีความแข็งกระด้างอยู่อาจจะทำให้ระคายเคืองต่อผิวผู้ใช้งานได้ และเส้นใยที่ใช้ทอเป็นเส้นใยที่มีความยาวของเส้นใยสั้นถึงยาวปานกลาง ทำให้ในระหว่างการใช้งานอาจจะมียเส้นใยหลุดไปเกาะตามเสื้อผ้าของผู้ที่ใช้งานได้ ซึ่งผู้ที่สนใจต่อยอดงานวิจัยนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมและนำไปแก้ไขและพัฒนาต่อไป



ภาพที่ 4.10 เซตกระเป๋าสำหรับสุภาพสตรี

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า การสกัดเส้นใยจากกาบไผ่ด้วยวิธีการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน จะได้เส้นใยที่ออกมาค่อนข้างมีความยาวและมีความแข็งแรงกระด้าง ซึ่งเมื่อนำเส้นใยดังกล่าวไปปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยวิธีการปั่นด้วยมือ (Hand spinning) จำเป็นต้องมีเส้นด้ายแกนกลาง (core) เพื่อให้เส้นใยกาบไผ่ใช้เกาะเกี่ยวในขั้นตอนการปั่น และเมื่อปั่นออกมาเป็นเส้นด้ายแล้วจะพบว่าเส้นด้ายมีความหยวบ แข็งกระด้าง ไม่มีความสม่ำเสมอ รวมถึงความหนา-บางที่ไม่เท่ากัน จากสมบัติข้างต้นทำให้เส้นด้ายจากเส้นใยกาบไผ่ไม่มีสมบัติเหมาะสมที่จะนำไปทำเป็นเส้นด้ายยืนสำหรับการทอผ้า ผู้วิจัยจึงใช้เส้นด้ายดังกล่าวข้างต้นเป็นเพียงเส้นด้ายพุ่งสำหรับการทอ โดยเส้นด้ายยืนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเส้นด้ายฝ้าย ภายหลังการทอเป็นผืนผ้าแล้วเสร็จพบว่าผ้าทอที่ได้มีลักษณะทางกายภาพด้วยการมองเห็น (appearance) ที่ดูดี สวยงาม แต่เมื่อจับสัมผัสผืนผ้าพบว่าผิวสัมผัส (feeling) ค่อนข้างแข็ง หยวบกระด้าง ขรุขระ ทำให้รู้สึกน่ารำคาญเมื่อต้องสัมผัส ดังนั้นผ้าผืนดังกล่าวที่ทอจากเส้นด้ายที่เป็นเส้นใยจากกาบไผ่จึงไม่เหมาะสมจะนำมาทำผลิตภัณฑ์สิ่งทอเพื่อการสวมใส่ในลักษณะที่ต้องสัมผัสร่างกายตลอดเวลา ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการใช้งานในชีวิตประจำวันอื่น ๆ ดังผลในรายงานวิจัยฉบับนี้

บทสรุปและข้อเสนอแนะ พบว่า มีความเป็นไปได้อย่างมากในการที่จะพัฒนานำเอาเส้นใยที่สกัดได้จากกาบไผ่มาทำเป็นวัสดุเริ่มต้น (เส้นใย) ทางสิ่งทอ จนกระทั่งนำมาสู่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่มีความเหมาะสมต่อไป แต่ทั้งนี้ในรายงานวิจัยฉบับนี้เป็นเพียงรายงานการศึกษาเบื้องต้นเท่านั้น ผู้ที่สนใจศึกษาหรือจะทำงานวิจัยต่อยอดควรศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นต่าง ๆ เช่น ศึกษา รูปแบบหรือวิธีการสกัดเส้นใยจากกาบไผ่เพื่อให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพดีพอที่จะนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายได้ การนำเส้นใยจากกาบไผ่มาปั่นเป็นเส้นด้ายทั้งในแบบชาวบ้าน (การปั่นด้ายด้วยมือ) และในเชิงอุตสาหกรรม การผลิตผ้าผืนจากเส้นใยกาบไผ่ (ผ้าทอ ผ้าถักและผ้าไม่ทอหรือที่เราเรียกกันว่านอนวูฟเวน) การเพิ่มมูลค่าผ้าผืนที่ผลิตจากเส้นใยกาบไผ่ด้วยการย้อม พิมพ์และการตกแต่งสำเร็จต่าง ๆ รวมถึงการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอจากเส้นใยกาบไผ่ ในแง่รูปแบบและบริบทอื่น ๆ ร่วมด้วย และประเด็นสำคัญที่นักวิจัยมักลืมหรือมองข้ามไป คือ การคิดต้นทุน ซึ่งถือได้ว่าเป็นประเด็นที่จะบ่งชี้ว่างานวิจัยที่กำลังทำอยู่มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาไปสู่สิ่งทอเชิงพาณิชย์หรือไม่ ซึ่งการศึกษาให้รอบด้านและดีพอจะสามารถทำให้การพัฒนาเส้นใยจากกาบไผ่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลสูงสุด

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ กัญจนกาญจน์. (2555). **การผลิตเส้นใยธรรมชาติจากกาบไผ่**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 กฤตพร ชูแสง. (2546). **ด้ายปั่นมือจากไหมป่าอีรี่**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กิตติ อินทรานนท์. (2559). **การยศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย
- จิราพร วรแสน. (2559). **การยศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นฤพน ไผ่ศาลตันติวงศ์, รัตนพล มงคลรัตนาสี, สาคร ชลสาคร, และเสาวนีย์ อารีจางเจริญ. (2556).
การพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอจากเส้นใยตะไคร้. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- นรากร พรหมกันท์ และ ภัทราพร ไวยะเขตกรณ์. (2561). **การปั่นเส้นด้ายจากเส้นใยผลตาลสุก ด้วย
 กระบวนการปั่นด้ายแกนกลาง**. (ปริญญาานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
 พระนคร).
- บุษบา บุษาทุทธเลิศล้ำ, เพ็ญจันทร์ อมรไผ่ธนากุล, และวราณี ใฝ่ในกิจ. **ประโยชน์ของไผ่**. [ออนไลน์].
 สืบค้นจาก: <http://bamboorpk21.wordpress.com/ประโยชน์ของไผ่> (วันที่สืบค้น 15
 พฤศจิกายน 2561).
- พรศิริ หลงหนองคุณ. (2560). **การพัฒนาเส้นด้ายผสมปั่นมือจากเส้นใยใบอ้อยและเส้นใยฝ้าย**.
 (วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- พิพิธพันธ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร. **จากฝ้ายกลายเป็นเส้น การปั่นฝ้ายให้กลายเป็นเส้น**.
 [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <http://www.openbase.in.th/node/5621> (วันที่สืบค้น 19
 กุมภาพันธ์ 2563)
- พิศุทธิ์ จันทร์คำ. (2554). **การผลิตเส้นด้ายจากเศษไหมในกระบวนการทอผ้า**. (วิทยานิพนธ์,
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- มนูญ จิตดีใจจำ, ศักดิ์ดา ปรีชาวัฒนสกุล, สมเกียรติ อรุณเศรษฐานนท์, และปิยะพร คามภิรภาพพันธ์.
 (2557). **การปั่นเส้นด้ายจากขนแกะ**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- มนูญ จิตดีใจจำ, และปิยะพร คามภิรภาพพันธ์. (2557). **การผลิตเส้นด้ายจากใยกล้วยงด้วยระบบ
 การผลิตเส้นด้ายแบบวงแหวน**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- ศราวุธ โตสวัสดิ์. (2554). **การศึกษาการแยกใยไผ่สีสุกเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบทางสิ่งทอ**.
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC). (ม.ป.ป.).
นวัตกรรมสิ่งทอสีเขียว (Eco-Innovative Textiles), 58-64.
- สมพรรณนา วงกล้า. (2554). **การศึกษาสมบัติของผ้าฝ้ายที่ได้จากเส้นด้ายที่เกลียวระหว่างไหมกับ
 พอลิเอสเตอร์**. (วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- อัจฉริยา ม่วงพานิช. (2556). **การผลิตเส้นด้ายก้านไหมงจาก**. (วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
 ราชมงคลธัญบุรี).

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549). เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

Thai textile academy. การตกแต่งนุ่ม(Softening finishes). [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <http://www.thaitextileacademy.com> (วันที่สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2561).

Chokepranee. 28 แบบกระเป๋ที่ต้องรู้ หากอยากเริ่มธุรกิจกระเป๋า. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <http://www.chokepranee.com>. (วันที่สืบค้น 24 กุมภาพันธ์ 2563).



ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบสมบัติ





หนังสือรับรองผลการวิเคราะห์ตัวอย่าง
ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Animal Nutrition Laboratory
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture,
KHON KAEN UNIVERSITY

ชื่อบริษัท/ผู้ส่งตัวอย่าง: ว่าที่ร้อยตรีหญิง ทศนีย์ จันทร์แสง

ที่อยู่: 88 ซอยหมู่บ้านเปรมฤทัย20 แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร 10260

โทรศัพท์: 081-4525927 โทรสาร: -

รายการวิเคราะห์*	ชื่อตัวอย่างวิเคราะห์
	เส้นใยจากกากป่น
cellulose, %	72.09
Hemicellulose, %	8.21
Lignin, %	9.45

* ค่าวิเคราะห์ที่แสดงไม่ได้ปรับเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (on dry matter basis)

* ผลการวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์เท่านั้น

ขอรับรองว่าข้อความที่ระบุนี้เป็นจริงทุกประการ

(ดร.วรุณ แก้วพิลา)

หัวหน้าห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์
วันที่ 3 เดือน กันยายน พ.ศ. 2562

(รศ.ดร.นง วชิราภกร)

หัวหน้าสาขาวิชาสัตวศาสตร์
วันที่ 3 เดือน กันยายน พ.ศ. 2562

ใบรับวิเคราะห์เลขที่ 72/2562



Foundation for Industrial Development
Thailand Textile Institute / Textile Testing Center
 Soi Trimit, Rama 4 Road, Phraknong, Klong-toey, Bangkok 10110, THAILAND.
 Tel: (66) 2713 5492-9 Fax: (66) 2712 4527 www.thaitextile.org

F-017T Rev.17, 1 เม.ย. 57, 1/1

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ: ทศนีย์ จันทร์แสง หมายเลขรายงานผล: G 4617/62
 88 ซ.หมู่บ้านเปรมฤทัย 20 แขวงบางจาก เขตพระโขนง หมายเลขใบคำขอทดสอบ: 34424
 กรุงเทพฯ 10260 วันที่ออกรายงาน: 14/08/62
 วันที่รับตัวอย่าง: 06/08/62 หน้า: 1/3
 วันที่ทดสอบ: 07/08/62-14/08/62
 หมายเลขตัวอย่าง: ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)
 G 4617-1/62 เส้นใยกาบไผ่

G 4617-1/62

ความแข็งแรง : ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 2256: 2002

แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)

- เส้นที่ 1	14.84
- เส้นที่ 2	18.38
- เส้นที่ 3	14.01
- เส้นที่ 4	14.85
- เส้นที่ 5	15.15
- เส้นที่ 6	15.37
- เส้นที่ 7	15.16
- เส้นที่ 8	20.10
- เส้นที่ 9	18.85
- เส้นที่ 10	13.79
- เส้นที่ 11	19.76
- เส้นที่ 12	19.85
- เส้นที่ 13	17.29
- เส้นที่ 14	14.44
- เส้นที่ 15	18.09
- เส้นที่ 16	20.21
- เส้นที่ 17	14.37
- เส้นที่ 18	14.43
- เส้นที่ 19	17.09
- เส้นที่ 20	20.01
ค่าเฉลี่ย	16.80

ผู้อนุมัติ

นางสาวพรพิมล เสงแสงธรรม

(นางสาวพรพิมล เสงแสงธรรม)
(นักวิทยาศาสตร์)

175356

“การปลอมรายงานผลการทดสอบ ไม่ว่าจะเป็นการปลอมทั้งฉบับหรือแต่ส่วนหนึ่งส่วนใด หรือใช้รายงานผลการทดสอบปลอม เป็นความผิดตามประมวลกฎหมายอาญา”

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/ goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile Institute.

รายงานผลการทดสอบ

หมายเลขรายงานผล : G 4617/62

หมายเลขใบคำขอทดสอบ : 34424

วันที่ออกรายงาน : 14/08/62

หน้า : 2/3

หมายเหตุ: - เครื่องทดสอบ : TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566)
- ความเร็วในการทดสอบ : 300 มิลลิเมตรต่อนาที
- ระยะทดสอบ : 250 มิลลิเมตร
- TESTING CONFIGURATION : CONFIGURATION A, STRAIGHT SPECIMEN
- สภาวะขึ้นของทดสอบ : อุณหภูมิ $21 \pm 1^\circ\text{C}$, ความชื้นสัมพัทธ์ $65 \pm 2\%$



รูปที่ 1: ภาพตามยาวของตัวอย่างหมายเลข G 4617-1/62

175358

"การปลอมรายงานผลการทดสอบ ไม่ว่าจะเป็นการปลอมทั้งฉบับหรือแต่ส่วนหนึ่งส่วนใด หรือใช้รายงานผลการทดสอบปลอม เป็นความผิดตามประมวลกฎหมายอาญา"

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile Institute.

รายงานผลการทดสอบ

หมายเลขรายงานผล : G 4617/62
หมายเลขใบคำขอทดสอบ : 34424
วันที่ออกรายงาน : 14/08/62
หน้า : 3/3



รูปที่ 2: ภาพตัดขวางของตัวอย่างหมายเลข G 4617-1/62

หมายเหตุ : - เครื่องทดสอบ: MICROSCOPE (OLYMPUS BX41)
- กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์:
- ภาพตามยาว: 100X
- ภาพตัดขวาง: 200X

175357

"การปลอมรายงานผลการทดสอบ ไม่ว่าจะเป็นการปลอมทั้งฉบับหรือแต่ส่วนหนึ่งส่วนใด หรือใช้รายงานผลการทดสอบปลอม เป็นความผิดตามประมวลกฎหมายอาญา"

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/ goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile Institute.

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ - นามสกุล ว่าที่ร้อยตรีหญิง ทศนีย์ จันทร์แสง

วัน เดือน ปีเกิด 30 กรกฎาคม 2537

เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 0814525922

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนสิริรัตนาร จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ระดับปริญญาตรี

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น

สาขาวิชาเทคโนโลยีเสื้อผ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประสบการณ์การทำงาน

ผ่านการสหกิจศึกษาจากบริษัท ยัสपाल จำกัด

ปัจจุบันประกอบธุรกิจส่วนตัวด้านสิ่งทอ

