- 5 มิ.ย. 2545

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อภินันทนาการ
จาก
ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

นายนที ศรีสวัสดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2542

ISBN 974-662-782-1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

วพ
น152ก
2542
ฉ.3

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัด
มาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ

.....

นายนที ศรีสวัสดิ์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษณรักษ์ ธีรรัฐ

วท.ม.(เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์

วท.ม.(เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

นายสมนึก สังข์หนู

Ph.D.(Textile Science and Engineering)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....

นายชุมพร ยุวรี

วท.ม.(เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการ
พัฒนาทรัพยากร)

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการ
พัฒนาทรัพยากร
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัด

มาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ได้รับพิจารณาให้นับส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2542

.....

นายนที ศรีสวัสดิ์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษณรักษ์ ธีรรัฐ

วท.ม.(เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์

วท.ม.(เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุจิระ ขอจิตต์เมตต์

วท.ม.(เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

นายสมนึก สังข์หนู

Ph.D.(Textile Science and Engineering)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุตะเจริญ

วท.ม.(เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยศาตราจารย์กฤษณรักษ์ ธีรรัฐ , ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ , อาจารย์สมนึก สังข์หนู และผู้ช่วยศาสตราจารย์สุจิระ ขอจิตต์เมตต์ ที่ให้คำปรึกษาจนทำให้การศึกษาวิจัยในครั้งที่ประสบผลสำเร็จได้เป็นที่เรียบร้อยได้ด้วยดี

คณาจารย์ , เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาทุกท่าน ในภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ที่ให้ความสนับสนุนข้อมูลและอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือในการศึกษาวิจัยฉบับนี้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้ผู้วิจัยและผู้ที่ได้อ่านวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้พบวิทยาการด้านสิ่งทอมากขึ้น

คุณพูนลาภ ตันหยงมาศ บริษัท อุตสาหกรรมทอผ้าไทย จำกัด ที่เอื้อเฟื้อเครื่องจักรในงานวิจัยครั้งนี้

พร้อมทั้งเพื่อนๆ AT10 ทุกคน (ปิ๊ด อ้น อรรถ โม ป้อม มด เจ๋ง อุ๊ กบ เอ็ม พี่เกษมพล พี่อิ้ง พี่ๆและเพื่อนคนอื่นๆ), พร้อมทั้งเพื่อนเก่าที่สำเร็จจากเทคนิคกรุงเทพฯ และคุณกิตติยา บำบัดภัย ที่ให้กำลังใจตลอดมา

ที่สำคัญที่สุดคือทางบ้านที่ให้กำลังใจและกำลังทรัพย์ ตลอดจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคคลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นและบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวมานะที่นี้ด้วย ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ตามวัตถุประสงค์

นที ศรีสวัสดิ์

Copyright by Mahidol University

3836244 ENAT/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
; วท.ม.(เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)
คำสำคัญ : เส้นใยหญ้าขัด / สิ่งทอ / การปั่นด้าย

นที ศรีสวัสดิ์ : การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ (A FEASIBILITY STUDY USED THE FIBER FROM SIDA ACULA BURMT. FOR UTILIZING IN TEXTILE INDUSTRY) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาตราจารย์ กฤษณรักษ์ ธีรรัฐ , วท.ม. , ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ , วท.ม. , อาจารย์สมนึก สังข์หนู , Ph.D. , ส.ด. 138 หน้า. ISBN 974-662-782-1

เส้นใยที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิดทั้งที่มาจากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติที่มีการใช้กันมากที่สุดเป็นเส้นใยฝ้าย แต่อย่างไรก็ตามก็มีการค้นคว้าหาเส้นใยธรรมชาติชนิดใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทออยู่ตลอดเวลา

เส้นใยหญ้าขัดเป็นเส้นใยเซลลูโลสที่ได้จากธรรมชาติหนึ่งที่มีสมบัติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้ โดยการนำต้นหญ้าขัดมาหมักด้วยน้ำเปล่าเป็นเวลา 15 วัน ซึ่งได้เส้นใยหญ้าขัดเทียบกับน้ำหนักของต้นหญ้าขัดเท่ากับ 5-6 เปอร์เซ็นต์ จากสมบัติของเส้นใยหญ้าขัดที่ได้จากการหมักนั้น มีความยาวเส้นใยเท่ากับ 57.99 เซนติเมตร , ความสามารถในการดูดซึมความชื้นเท่ากับ 10.65 เปอร์เซ็นต์ (Moisture Regain) และความสามารถในการละลายในสารต่างๆและการเผาไหม้ของเส้นใยหญ้าขัดได้เช่นเดียวกับเส้นใยเซลลูโลสชนิดอื่น

เส้นใยหญ้าขัดก่อนที่จะนำไปทำเป็นสไลเวอร์และเส้นด้ายนั้น จำเป็นต้องนำไปทำให้เส้นใยแตกตัวเป็นอย่างดีเสียก่อน โดยนำเส้นใยที่ลอกจากลำต้นหลังการหมักแล้วผึ่งให้แห้งในร่มนั้นมาผ่านการสางใยด้วยเครื่อง Roller Card 1 ครั้ง แล้วนำไปทำให้เส้นใยนุ่มด้วยสารทำนุ่มชนิดประจุบวกที่ความเข้มข้น 7 กรัม/ลิตร จากนั้นจะนำเส้นใยหญ้าขัดผ่านเครื่องสางใยอีก 4 ครั้ง จะได้เส้นใยที่แตกตัวได้ดี จากนั้นนำเส้นใยที่ผ่านเครื่องสางใย (Carding Machine) ซึ่งเส้นใยหญ้าขัดสามารถที่ทำเป็นสไลเวอร์ได้จำเป็นต้องนำเส้นใยหญ้าขัดผสมกับเส้นใยฝ้ายในอัตราส่วน 50 : 50 ซึ่งจะได้ สไลเวอร์มีส่วนผสมจริงของเส้นใยหญ้าขัดเท่ากับ 35.48 เปอร์เซ็นต์ เป็นเพราะเส้นใยหญ้าขัดมีการสูญเสียที่เครื่องสางใยสไลเวอร์ที่ได้มีน้ำหนักต่อหน่วยความยาวเท่ากับ 34.70 เกรน/หลา จากนั้นนำ สไลเวอร์ผ่านเครื่องรีดปุย (Draw frame) เพื่อทำให้สไลเวอร์มีเส้นใยเรียงตัวดีขึ้น สไลเวอร์ที่ได้มีน้ำหนักต่อหน่วยความยาวเท่ากับ 45.31 เกรนต่อหลา จากนั้นจึงนำสไลเวอร์ไปปั่นด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด โดยในการศึกษาวิจัยมีการปั่นเส้นด้ายเป็น 3 ขนาด ได้เส้นด้ายมีขนาดเท่ากับ 11.1 , 16.61 และ 21.38 Ne. (Cotton Count) ด้ายมีเกลียว Z และจำนวนเกลียวเท่ากับ 21.83 , 17.47 และ 17.10 ตามลำดับ เส้นด้ายมีความแข็งแรง (Strength) เท่ากับ 7.61 , 6.30 และ 6.63 cN/Tex และมีค่าการดึงยืดเมื่อขาด (%Elongation at Break) เท่ากับ 9.08 , 11.31 และ 9.28 ตามลำดับ ในการศึกษาวิจัยได้นำเส้นใยที่ได้นั้นมาทำเป็นผืนผ้าด้วยวิธีการถัก ซึ่งได้นำเส้นด้ายเบอร์ 16.61 Ne. แล้วนำผ้าถักนั้นไปทดลองด้วยการฟอกและย้อมด้วยสี 2 ชนิด ชนิดสีไดเร็กซ์และสีรีแอคทีฟ ที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ

การปั่นด้ายใยผสมเส้นใยหญ้าขัดและเส้นใยฝ้ายนั้นมีมูลค่าในการปั่นด้ายเท่ากับ 425.97 บาท/กิโลกรัม โดยใช้ฐานข้อมูลจากมูลค่าของการปั่นด้ายฝ้ายเบอร์ 20 Ne. การปั่นด้ายแบบปลายเปิด

Copyright by Mahidol University

3836244 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT ; M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)
KEY WORDS : SIDA ACULA BURMT. FIBER / TEXTILE / SPINNING

NATEE SRISAWAT : A FEASIBILITY STUDY USED THE FIBER FROM SIDA ACULA BURMT. FOR UTILIZING IN TEXTILE INDUSTRY., THESIS ADVISORS : GRITSANARUCK THEERARAJ, M.Sc. , TIRAPONG CHAICHALERMVONG, M.Sc. , SOMNUK SONGNOO, Ph.D. , 138 P. , ISBN 974-662-782-1

Textile fiber is 'a generic term for the various of matter that form the basic elements of textile fabrics and other textile structure'. Many different types of fibers form yarn and fabrics, but the most common fiber is cotton. Even though our world is filled with numerous types of textile fibers, the new types continue to be developed.

This research was focused of SIDA ACULA BURMT. fiber which is a natural cellulose fiber. A roper treating process is necessary before the SIDA ACULA BURMT. fiber can be utilized.

First, the SIDA ACULA BURMT. was fermented for 15 days. The resulting SIDA ACULA BURMT. fiber weight was 5-6 percent of the original weight of SIDA ACULA BURMT., the moisture regain was approximately 10.65 percent, length of the SIDA ACULA BURMT. fiber was 57.99 centimeters and solvency in the chemicals and burning behavior were the same as for other cellulose fibers.

It was necessary to open the disorder bulk of fiber before further processing by carding and treating with cationic softener. Fiber was then passed through the carding machine for another four rounds. The SIDA ACULA BURMT. fiber was most applicable when mixed with cotton fiber in the ratio of 50:50. However, during the next carding process some SIDA ACULA BURMT. fiber is lost, resulting in a final sliver with 35.48 percent SIDA ACULA BURMT. fiber content. The weight of sliver was 34.70 grain per yard. The sliver passed through the draw frame machine had a weight of 45.31 grain per yard. The sliver was passed through the end spinning machine to spin three sizes of yarn – 11.1 , 16.61 and 21.38 Ne. (Cotton Count). The yarn was spined as 'Z' twist and number of twists were 21.38 , 17.47 and 17.10 twists per inch. The tensile strengths were 7.61 , 6.30 and 6.63 cN/Tex and percentages of elongation at break were 9.08 , 11.31 and 9.28 percent.

For further processing, the fiber was knitted into fabric, then bleached and dyed with direct and reactive dyes. The cost of spinning was 425.97 baht/kilogram, calculated based on spinning of cotton 20 Ne. open end spinning.

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 แนวคิดในการวิจัย	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.4 สมมุติฐานการวิจัย	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 คุณสมบัติของเส้นใยทางสิ่งทอ	6
2.2 การแยกเส้นใยจากลำต้นโดยวิธีการหมัก	33
2.3 การปั่นด้าย	33
2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นหญ้าขัดและข้อมูลทางพฤกษศาสตร์	42
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ลักษณะของการวิจัย	46
3.2 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย	46
3.3 เครื่องมือ, อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	70
3.4 สถานที่ทำการทดลอง	72

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 การเตรียมต้นหญ้าขัด 73

4.2 การเตรียมเส้นใยหญ้าขัด 73

4.3 การทดสอบเส้นใยหญ้าขัด 75

4.4 ผลการศึกษาการทำเส้นใยหญ้าขัดให้นุ่ม 80

4.5 การทำให้เส้นใยหญ้าขัดแตกตัว 81

4.6 การทำสไลเวอร์ด้วยเครื่องสางใย 85

4.7 การทำให้เส้นใยเรียงตัวขนานกันด้วยเครื่องรีดปุย 86

4.8 การปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด 87

4.9 การทดสอบเส้นด้าย 87

4.10 การทำเป็นผืนผ้า 92

4.11 การทดลองย้อมสีผืนผ้า 93

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการวิจัย 95

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง 97

บทที่ 6 ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 109

6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัย 109

เอกสารอ้างอิง 111

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แสดงตารางเทียบค่ามาตรฐานในการคำนวณเฟืองของเครื่อง Open end Spinning 115

ภาคผนวก ข ภาพตัดขวางและตามยาวของเส้นใยชนิดต่างๆ 117

ภาคผนวก ค เอกสารการใช้งานของสารทำนุ่ม ของบริษัท Ipposha Oil Industries Co.,Ltd. 128

ประวัติผู้วิจัย 138

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 มูลค่าการส่งออกและนำเข้า : แยกเฉพาะส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ	1
2 ความเหนียวของเส้นใยชนิดต่างๆ	11
3 ค่าการยืดตัวเมื่อขาด และค่าความยืดหยุ่น ซึ่งจะแสดงตามชนิดของเส้นใย	12
4 การความชื้นของเส้นใยชนิดต่างๆ	14
5 ค่าความยาวและความเหนียวต่อน้ำหนักของเส้นใยฝ้าย	23
6 แสดงความแตกต่างระหว่างปอสองพันธุ์	27
7 ส่วนประกอบของรามีไม่ฟอกตากแห้ง	30
8 สารเคมีที่ใช้และสภาวะที่ใช้ในการทดสอบเส้นใยหญ้าขัด	53
9 รายละเอียดการทำให้เส้นใยหญ้าขัดนุ่มที่สาร Softener ชนิดต่างๆ	55
10 รายละเอียดการทำนุ่มที่ความเข้มข้นต่างๆ	57
11 ขั้นตอนการทดลองการแยกเส้นใยหญ้าขัดให้แตกตัว	58
12 แสดงปริมาณสีและสารเคมีที่ใช้ในการย้อมด้วยสีไดเร็กซ์	68
13 แสดงปริมาณสีและสารเคมีที่ใช้ในการย้อมด้วยสีรีแอกทีฟ	69
14 แสดงการหาปริมาณเส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัด	74
15 ผลการวิเคราะห์น้ำที่ได้จากการหมักเส้นใยหญ้าขัด	74
16 ผลการวัดความยาวของเส้นใยหญ้าขัด	75
17 ผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเส้นใยหญ้าขัด	76
18 ผลความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับน้ำหนักของเส้นใยหญ้าขัด	77
19 ผลการทดสอบการละลายเส้นใยหญ้าขัดมอญด้วยสารเคมี	79
20 ผลการทดสอบการเผาไหม้ของเส้นใยหญ้าขัด	79
21 ผลการทดสอบในการย้อมสี (Staining Test)	80
22 ผลการทำนุ่มด้วยสารทำนุ่มต่างๆ	80
23 ผลการทำนุ่มด้วยสารทำนุ่มที่ความเข้มข้นต่างๆ	81
24 แสดงน้ำหนักต่อความยาวของสไลเวอร์หลังจากผ่านเครื่องสางใย	85
25 แสดงน้ำหนักต่อความยาวของสไลเวอร์ที่ผ่านเครื่องรีดปุย	86

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
26 แสดงน้ำหนักของเส้นด้ายยาว 120 หลา จากการเปลี่ยนเฟืองขนาดต่างๆ	88
27 แสดงเบอร์ด้ายที่ได้จากการปั่นด้วยเฟืองทั้ง 3 ชุด	89
28 สรุปการปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด ทั้ง 3 เบอร์ พร้อมสภาวะการปั่น	89
29 จำนวนเกลียวของเส้นด้ายทั้ง 3 ขนาด	90
30 ผลการทดสอบความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้าย ในแต่ละเบอร์	91
31 การคำนวณ WORKING RATIO ของการปั่นด้ายด้วยใยฝ้าย 100%	101
32 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของการปั่นด้ายด้วยใยฝ้าย 100%	102
33 แสดงสัดส่วนมูลค่าของการผลิตด้ายฝ้าย 100% เบอร์ 20 Ne.	103
34 การคำนวณ WORKING RATIO ของการปั่นด้ายเส้นใยหญ้าขัดผสมกับเส้นใยฝ้าย	105
35 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของการปั่นด้ายเส้นใยหญ้าขัดผสมกับเส้นใยฝ้าย	106
36 แสดงสัดส่วนมูลค่าของการผลิตด้ายเส้นใยหญ้าขัดผสมกับเส้นใยฝ้าย	108

Copyright by Mahidol University

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ลักษณะตามขวางของเส้นใยบางชนิด	8
2	แสดงการจัดเรียงตัวของโซ่โมเลกุลในเส้นใย	9
3	แสดงโครงสร้างทางเคมีของเส้นใยเซลลูโลส	16
4	ระบบการปั่นด้ายแบบวงแหวน	40
5	ระบบการปั่นด้ายแบบปลายเปิด	41
6	แสดงขั้นตอนการปั่นด้ายแบบระบบวงแหวนและระบบปลายเปิด	42
7	ลักษณะของต้นหญ้าขัด	43
8	เครื่องทดสอบ Tensile Strength Tester ของ Instron รุ่น 5569	50
9	กล้องจุลทัศน์ Nikon Labophot-Pol FX35	51
10	เครื่อง Roller Card	58
11	เครื่องสางใย (Carding machine), Daito Textile Machinery Co.,Ltd.	60
12	เครื่อง Draw Frame ของ Toyoda Automatic Loom Works ,Ltd.	61
13	เครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด	63
14	เครื่องระวิงกรอด้ายของ James H.Heal & Co.,Ltd.	64
15	เครื่องทดสอบหาจำนวนเกลียวของ James H.Heal & Co.,Ltd.	65
16	เครื่องถักผ้า	66
17	แสดงภาพตามยาว	78
18	แสดงภาพตัดขวาง	78
19	แสดงผลการทดลองที่ 1	82
20	แสดงผลการทดลองที่ 2	82
21	แสดงผลการทดลองที่ 3	83
22	แสดงผลการทดลองที่ 4	83
23	แสดงผลการทดลองที่ 5	84
24	แสดงผลการทดลองที่ 6	84
25	แสดงเส้นด้ายที่ปั่นได้ทั้ง 3 ขนาด (11.01, 16.61 และ 21.38 Ne.)	87

Copyright by Mahidol University

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
26 แสดงรูปของผ้าที่ได้จากการถัก	92
27 แสดงผ้าที่ได้ผ่านการฟอก และย้อมด้วยสีย้อม (สีไดเร็กซ์และสีรีแอคทีฟ)	93

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมสิ่งทอจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญมากสาขาหนึ่งของประเทศ โดยมีมูลค่าการส่งออกสินค้าสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มทั้งสิ้น 150,833.3 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2538 ซึ่งเป็นร้อยละ 10.7 ของการส่งออกทั้งหมด โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุตสาหกรรมประเภทนี้เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาคือปี พ.ศ. 2537 สูงขึ้น 6.3 % (อาทิตย์ วุฒิคะโร และคณะ,2539) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มูลค่าการส่งออกและนำเข้า : แยกเฉพาะส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ

	2536	2537	2538
Total export	935,862	1,135,006	1,406,158
Growth rate (%)	13.5	21.3	23.9
Textile and Clothing exports	123,067.0	141,880.6	150,833.3
Growth rate (%)	3.3	15.3	6.3
Share of Total exports (%)	13.2	12.5	10.7

หน่วย เป็น ล้านบาท

ดัดแปลงมาจาก : สถิติสิ่งทอไทย 2538/39 , กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม , มิถุนายน 2539

แต่อย่างไรก็ตามได้มีการนำเข้าสินค้าประเภทเส้นใย (Fibers) เข้ามาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สิ่งทอเป็นจำนวนมากดังเช่นในปีพ.ศ. 2538 มีปริมาณการนำเข้าสูงถึง 380,768.2 ตัน มีมูลค่า 20,844.6 ล้านบาท โดยแยกเป็นเส้นใยฝ้าย 326,857.3 ตัน มูลค่า 16,479.1 ล้านบาท และเส้นใยประเภทอื่นอีก 53,910.9 ตัน มูลค่า 4,365.5 ล้านบาท จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมในประเทศต้องพึ่งพาเส้นใยฝ้ายจากต่าง

Copyright by Mahidol University

ประเทศเป็นจำนวนมาก โดยที่การผลิตเส้นใยฝ้ายภายในประเทศมีปริมาณเพียง 26,000 ตัน ในปีพ.ศ. 2538 ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีการผลิตลดลงทุกปี เพราะการปลูกฝ้ายในปัจจุบันนี้มีต้นทุนที่เพิ่มขึ้น แต่ราคาฝ้ายไม่เหมาะสมกับต้นทุนการผลิต จึงมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่การปลูกฝ้ายไปใช้ในการเกษตรประเภทอื่นแทน นอกจากนั้นคุณภาพของฝ้ายในประเทศยังไม่ดีพอ จึงมีผลทำให้ต้องมีการนำเข้าฝ้ายจากต่างประเทศที่มีคุณภาพดีกว่ามาใช้แทน

ในการผลิตผลิตภัณฑ์สิ่งทอนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีทางด้านสิ่งทอซึ่งประกอบไปด้วยความรู้จากหลายด้านมาประกอบกัน ดังเช่น ความรู้ในการผลิตเส้นใย เส้นด้าย ผ้าผืน การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านกายภาพและเคมี และการผลิตสินค้าสำเร็จรูป เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตเส้นใยที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานในด้านอื่นๆกว้างขวางมากขึ้น ในอดีตมีการใช้เส้นใยธรรมชาติในปริมาณมาก เมื่อมีการคิดค้นการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ที่มาจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีก็ทำให้มีการผลิตและการใช้เพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเส้นใยธรรมชาติก็ยังคงเป็นเส้นใยที่มีความสำคัญและมีปริมาณการใช้ที่สูงอยู่เช่นเดิม ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าสมบัติที่ดีของเส้นใยธรรมชาติ เช่น สมบัติการดูดความชื้นที่สูงกว่า และการเกิดไฟฟ้าสถิตที่ต่ำกว่า จึงเป็นผลทำให้ผู้สวมใส่เกิดความสบายตัว ดังนั้นเส้นใยธรรมชาติจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมประเภทนี้

จากข้อเท็จจริงข้างต้นการศึกษาวิจัยหาเส้นใยธรรมชาติที่สามารถผลิตได้ในประเทศก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะลดปริมาณการนำเข้าและการใช้เส้นใยจากต่างประเทศได้ เพื่อลดการสูญเสียเงินตราภายในประเทศด้วย และยังมีผลทำให้ลดการใช้เส้นใยฝ้ายและลินินในภาพรวมได้ รวมถึงการศึกษาค้นหาเส้นใยชนิดใหม่นั้น อาจพบว่ามีคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีที่ดีกว่าเส้นใยฝ้ายและลินินก็เป็นได้ ต้นหญ้าขัด (หรือที่เรียกว่า ต้นไม้กวาด ต้นหญ้าขัดใบยาว ต้นขัดมอญ) เป็นวัชพืชชนิดหนึ่งซึ่งสามารถพบได้ในที่รกร้างทั่วไป ตามริมถนน และริมแหล่งน้ำ ซึ่งตามปรกติจะไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์มากนัก หากแต่บางสถานที่ก็ได้มีการนำส่วนที่เป็นต้นหญ้าขัดมาผลิตเป็นไม้กวาด และส่วนต่างๆของต้นหญ้าขัดก็สามารถนำมาเป็นส่วนผสมของสมุนไพรได้ซึ่งก็ไม่ได้เป็นที่นิยมมากนัก แต่ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยที่จะใช้ประโยชน์ต้นหญ้าขัดมากขึ้นคือ ได้นำเส้นใยที่ลำต้นของต้นหญ้าขัดมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมงานสาน (จินดา นัยผ่องศรี,2536) ลักษณะของต้นหญ้าขัดเป็นพืชไม้พุ่ม ต้นสูงประมาณ 30-100 เซนติเมตร ลักษณะเด่นชัดของต้นหญ้าขัดคือ ลักษณะที่ลำต้นที่มีเส้นใยที่เหนียวมีการประสานติด

Copyright by Mahidol University

ต่อกันเป็นเปลือกนอกของลำต้น และกิ่งก้านของต้นหญ้าขัด เส้นใยที่เกิดขึ้นนั้นมีลักษณะที่มีเส้นเล็กยาว มีความเหนียว แข็งแรง และมีความมันเงามากเป็นพิเศษ

ซึ่งหากว่าได้มีการศึกษาวิจัยในการนำส่วนต่างๆ ของต้นหญ้าขัดนี้ มาใช้ประโยชน์มากขึ้นแล้ว ต้นหญ้าขัดนี้อาจจะสามารถเป็นพืชเส้นใยที่สำคัญได้อีกชนิดหนึ่งในอนาคต จากการศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยคิดว่าควรจะทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ

1.2 แนวคิดในการวิจัย

เส้นใยธรรมชาติที่นำมาใช้ในปัจจุบันนี้มีมากมายหลายชนิด เส้นใยที่สำคัญคือ เส้นใยฝ้าย ลินิน เป็นต้น ซึ่งเป็นที่ต้องการและนิยมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอเป็นอันมาก แต่เนื่องจากในสถานการณ์ปัจจุบันประเทศไทย ได้มีการสั่งเข้าเส้นใยฝ้ายเป็นจำนวนมาก เพราะการผลิตฝ้ายในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานปั่นด้าย

คุณสมบัติของเส้นใยจากต้นหญ้าขัดนั้นมีความเป็นไปได้ที่น่าจะสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้ เพราะจากการศึกษาคุณสมบัติของเส้นใยที่ได้จากลำต้นของต้นหญ้าขัด พบว่าเส้นใยที่ได้นั้นเป็นเส้นใยเล็ก ละเอียด เป็นมัน และมีความเหนียวที่สูง และการศึกษาครั้งนั้นได้นำมาผลิตเป็นงานหัตถกรรมงานสาน (จินดา นัยผ่องศรี ,2536)

จากการศึกษาคุณสมบัติของหญ้าขัดจึงทำให้ผู้วิจัยเกิดแนวความคิดที่จะนำเส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัดมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เพื่อที่จะสามารถนำทดแทนเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่นๆ ซึ่งผลิตได้ในประเทศ และอาจได้เส้นใยและผลิตภัณฑ์สิ่งทอใหม่ๆขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดในปัจจุบัน

Copyright by Mahidol University

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีของเส้นใยจากต้นหญ้าขัด
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

เส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัดมีความเหมาะสมที่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ในการศึกษาวิจัยนี้ทำการศึกษาต้นหญ้าขัด (Sida acuta Burm.) ที่โตเต็มที่แล้ว และทำการทดสอบทางสิ่งทอ เพื่อหาคุณสมบัติของเส้นใยที่จะนำไปใช้ในการปั่นด้าย โดยใช้กระบวนการปั่นด้ายแบบปลายเปิด (open-end spinning) เนื่องจากเป็นกระบวนการที่สั้นกว่าและผลผลิตสูงกว่า และทำการศึกษาดูการติดสีย้อม

1.5.2 การศึกษาความเป็นไปได้ฯในกระบวนการปั่นด้าย จะทำการผลิตเส้นด้ายที่ทำจากเส้นใยหญ้าขัด 100% ก่อน หากทำการผลิตไม่ได้จึงจะนำเส้นใยหญ้าขัดผสมกับเส้นใยฝ้าย และนำสไลเวอร์ที่ได้มาเรียงตัวที่เครื่องรีดปุย แล้วจึงนำเส้นสไลเวอร์เส้นใยผสมมาปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิดต่อไป

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.6.1 เพื่อเป็นการศึกษาคุณสมบัติของเส้นใยทางสิ่งทออันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการที่จะนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัดมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

1.6.2 หากเส้นใยต้นหญ้าขัดสามารถผลิตเป็นเส้นด้ายได้ก็จะเป็นประโยชน์ในการทดแทนวัตถุดิบประเภทเส้นใยธรรมชาติในการผลิตผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ทั้งในระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรมได้

Copyright by Mahidol University

1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 ต้นหญ้าขัด (Sida acuta Burm.) หมายถึง ต้นพันธุ์ใบเล็กยาว สูงประมาณ 30-100 เซนติเมตร ใบรูปไข่บ้านเว้าเล็กน้อย ปลายแหลมเรียว ดอกเหลือง ลำต้นมีเส้นใยเหนียว

1.7.2 เส้นใย (Fiber) หมายถึง หน่วยที่เล็กที่สุดในการผลิตวัสดุสิ่งทอ มีความยาวมากกว่าความกว้างหลายเท่า ไม่จำกัดขนาดและรูปร่าง

1.7.3 การศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพ หมายถึง การใช้เครื่องทดสอบทางฟิสิกส์และเชิงกลตรวจสอบคุณสมบัติบางประการ หรือเครื่องทดสอบที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ทดสอบผ้าโดยเฉพาะก็ได้

1.7.4 การศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมี หมายถึง การใช้หลักวิชาเคมี หาส่วนประกอบหรือความทนต่อสารเคมี เพื่อประโยชน์ใช้สอยและการตกแต่งย้อมสีให้ดีและสวยงามขึ้น

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติของเส้นใยทางสิ่งทอ

2.1.1 การจำแนกประเภทเส้นใยทางสิ่งทอ (Kathryn L.Hatch, 1993)

ในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้แบ่งประเภทของเส้นใย ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

1. เส้นใยธรรมชาติ (Natural Fibers) สามารถแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

1.1 เส้นใยโปรตีน (Protein Fibers)

ได้แก่ ไหม ขนแกะ แคชเมียร์ อูฐ กระต่าย

1.2 เส้นใยเซลลูโลส (Cellulosic Fibers)

ส่วนของเมล็ด ได้แก่ ฝ้าย นุ่น

ส่วนของลำต้น ได้แก่ ลินิน ปอกระเจา ปอแก้ว ป่านรามี

ส่วนของใบ ได้แก่ สับปะรด ป่านศรนารายณ์

ส่วนของผล ได้แก่ มะพร้าว

1.3 เส้นใยจากแร่ (Mineral Fibers)

ใยหิน (Asbestos)

2. เส้นใยประดิษฐ์ (Man-made or Manufactured Fibers)

สามารถแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

2.1 จากเซลลูโลส (Cellulosic)

ได้แก่ วิสโคส คิวปาโมเนียม อาซิเตท

2.2 ประดิษฐ์จากการสังเคราะห์ (Synthetic)

ได้แก่ โพลีเอไมด์ (Polyamide) โพลีเอสเตอร์ (Polyester)

อะครีลิค (Acrylic) โพลียูลีเทน (Polyulethene)

2.3 จากอนินทรีย์ (Inorganic)

ได้แก่ ใยแก้ว (Glass) ใยโลหะ (Metalic) ใยซิลิคอน (Silicon)

2.4 จากโปรตีน (Protein)

Azlon

Copyright by Mahidol University

2.1.2 โครงสร้างเส้นใย

โครงสร้าง (structure) หมายถึง ส่วนประกอบต่างๆของวัตถุสิ่งของนั้นๆ จัดเรียงตัวในรวมเป็นหน่วยเดียวกัน โครงสร้างของวัตถุจะแสดงคุณสมบัติของสิ่งนั้นๆ โครงสร้างเส้นใย (fiber structure) จะแสดงให้เห็นคุณสมบัติหลายประการของเส้นใย โดยทั่วไปโครงสร้างของเส้นใยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

1. โครงสร้างภายนอก (External structure) เป็นลักษณะรูปร่างภายนอกของเส้นใย ได้แก่ ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลาง ความละเอียด ภาคตัดตามขวาง และการหยิกงอของเส้นใย

2. โครงสร้างภายใน (Internal structure) หรือการเรียงตัวของโมเลกุลภายในเส้นใย (molecular arrangement) ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากส่วนประกอบเคมีของเส้นใย (chemical composition)

โครงสร้างภายนอกของเส้นใย

- <u>ความยาว</u> เส้นใยที่ผลิตจำหน่ายมี 2 ชนิดได้แก่ ใยยาว (filament) และ ใยสั้น (stable) ใยยาวเดี่ยว (monofilament) หรือใยยาวรวมจำกัดจำนวนเส้นใย (mutifilament) หรือใยยาวรวมไม่จำกัดจำนวนเส้นใย (filament tow) ตามปกติใยยาวมีผิวเรียบ แต่ดัดแปลงทำให้มีผิวแตกต่างกันได้ ใยสั้นยาวประมาณ 1.9 ถึง 45.0 เซนติเมตร ใยธรรมชาติทั้งหมดเป็นใยสั้น ยกเว้นใยไหม ใยยาวรวมไม่จำกัดจำนวน ต้องทำให้หยิกก่อนจึงจะตีเกลียวเป็นเส้นด้ายได้

- <u>ขนาด</u> ระบุได้หลายแบบ อาจเป็นเส้นผ่าศูนย์กลาง ความละเอียด หรือ Linear density ของเส้นใย ขนาดใยมีความสำคัญต่อรูปลักษณะและเนื้อสัมผัสของผ้า ถ้าเป็นใยหยาบ ค่อนข้างใหญ่จะทำให้ผ้ามีเนื้อหยาบ กระด้าง แข็งแต่มีเนื้อมาก และทนต่อการเค้นได้ดี ใยธรรมชาติผิวไม่เรียบสม่ำเสมอ แตกต่างกันมาก เพราะความสมบูรณ์ไม่เท่ากัน การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางทำได้ยาก บางครั้งจะวัดเป็นความละเอียด ซึ่งมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของเส้นใยมาก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใยสังเคราะห์ขึ้นอยู่กับขนาดของรูในแว่นกดเส้นใยและปริมาณการดึงยืดภายหลังการกดเส้นผ่าศูนย์กลางของใยสังเคราะห์สามารถควบคุมให้มีขนาดเท่ากันโดยตลอดหรือไม่เท่าก็ได้ วิธีวัดความละเอียดของใยสังเคราะห์จึงคำนวณเป็นน้ำหนักต่อหน่วยความยาวเรียกว่า ดีเนียร์หรือเดนเยอร์ (denier)

- <u>ลักษณะตามขวาง</u> (ภาคตัดขวาง = cross section) รูปร่างหรือลักษณะตามขวางของเส้นใยมีความสำคัญต่อความมัน ความพองฟู (bulk) เนื้อผ้า ผิวสัมผัสและเนื้อสัมผัสของผ้ามาก

Copyright by Mahidol University

ลักษณะตามขวางของใยธรรมชาติไม่เปลี่ยนแปลง แต่ใยประดิษฐ์ดัดแปลงปรับปรุงให้เป็นรูปต่างๆ มีคุณสมบัติแตกต่างกันได้หลายแบบตามลักษณะของรูในแว่นกดเส้นใย

รูปที่ 1 ลักษณะตามขวางของเส้นใยบางชนิด

- <u>ผิวเส้นใย</u> (surface contour) เมื่อพิจารณาภาพ จะเห็นว่า เส้นวงรอบภาคตัดขวางของเส้นใยมีลักษณะแตกต่างกัน บ้างเรียบ บ้างเหลี่ยม บ้างเหมือนฟันเลื่อย บ้างขรุขระ บ้างมีผิวซ้อนกัน ลักษณะผิวเช่นนี้มีส่วนสำคัญทำให้เนื้อสัมผัสและผิวสัมผัสของผ้าเปลี่ยนแปลงไป

- <u>รอยหยิก</u> (crimp) หมายความถึงลักษณะหยิกงอหรือเป็นลูกคลื่นของเส้นใยและเส้นด้าย แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

ก. เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เรียกว่า Natural crimp หรือ Molecule crimp

ข. เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาของสารเคมีที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน เรียกว่า Latent crimp

ค. เกิดขึ้นจากการกระทำโดยเชิงกลแบบต่างๆ เรียกว่า mechanical crimp

รอยหยิกทำให้เส้นใยเกาะและยึดตัวกันดี ปั่นเป็นเส้นด้ายได้ง่าย คงรูป ยืดได้ ให้ความอบอุ่นดี ทำให้มีเนื้อมาก และดูดน้ำได้ดีขึ้น แต่จะทำให้ความมันลดน้อยลง

Copyright by Mahidol University

โครงสร้างภายในของเส้นใย

สารประกอบเคมีที่รวมตัวยึดกันเป็นเส้นใย เป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ (polymer) ประกอบด้วยโมเลกุลเล็กๆ จำนวนมาก ที่มีคุณสมบัติอย่างเดียวกันหรือคล้ายกันเรียงตัวกันเป็นโซ่ (chain) ยาวแบบต่างๆ มี 3 แบบ คือ

1. โมเลกุลใหญ่ที่ประกอบด้วยสารชนิดเดียวกัน (homopolymer)

2. โมเลกุลใหญ่ที่ประกอบด้วยสารเคมี 2 ชนิด (copolymer)

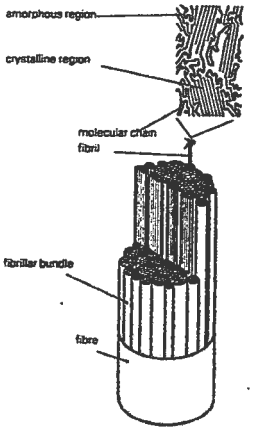
3. โมเลกุลใหญ่ที่เชื่อมต่อกันโดยมีสารหมู่อื่นมาต่อด้านข้าง (side chain) ทำให้โครงสร้างโดยส่วนรวมยึดกันไม่แน่น เปิดออกเป็นช่อง (less crystallinity) โมเลกุลแบบนี้ดูดสีย้อมหรือสารเคมีเข้าไปไว้ในช่องว่างนี้ได้มาก

การรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ คือ polymerization ซึ่งมีโมเลกุลเล็กๆ ว่า monomer หรือโมเลกุลเดี่ยว โซ่โมเลกุลยิ่งยาวเท่าไรก็ยิ่งมีจำนวนโมเลกุลเดี่ยวมารวมกันมากขึ้นเท่านั้น เรียกว่าระดับการรวมตัวของโมเลกุล (degree of polymerization = DP) อันเป็นตัวแสดงน้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบชนิดนั้น น้ำหนักโมเลกุลจะเป็นตัวแสดงคุณสมบัติ เช่น ความเหนียว การยืดตัว และการรวมตัวกันเป็นกระจุกเล็กๆ (pilling) ของเส้นใย

ลักษณะการเรียงตัวของโซ่โมเลกุลเพื่อรวมเป็นเส้นใยมี 2 แบบ คือ

ก. เรียงตัวเป็นระเบียบ (Crytalline) หมายความว่า โซ่โมเลกุลนั้นอยู่รวมตัวกันเป็นเส้นยาวขนานไปตามความยาวของเส้นใย (oriented)

ข. เรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบ (Amorphous) หมายความว่า โซ่โมเลกุลของเส้นใยไม่มีการเรียงอย่างเป็นระเบียบ หรือมีการเกี่ยวพันกันไปมาไม่เป็นแนวเดียวกัน



รูปที่ 2 แสดงการจัดเรียงตัวของโซ่โมเลกุลของเส้นใย

Copyright by Mahidol University

การเรียงตัวของโซ่โมเลกุลทั้ง 2 แบบนั้นจะมีผลต่อ ความแข็งแรง การเกิดปฏิกิริยาเคมี การติดสีของเส้นใย เป็นต้น ซึ่งหากเส้นใยมีส่วนที่เรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบในอัตราส่วนที่สูงกว่าจะมีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาได้ดีกว่าเส้นใยที่มีส่วนที่เรียงตัวเป็นระเบียบมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทางเคมีด้วยในแต่ละชนิดของเส้นใย

2.1.3 สมบัติของเส้นใย

การใช้ประโยชน์จากเส้นใยให้ได้ดีนั้นจะขึ้นอยู่ที่สมบัติของเส้นใยนั้นเป็นสำคัญ ใยสังเคราะห์สามารถออกแบบดัดแปลงเพื่อเพิ่มหรือลดสมบัติได้ ส่วนใยธรรมชาติทำได้ยาก แต่ยังมีความพยายามค้นคว้าอยู่เสมอ ดังเช่น การนำเส้นใยจากต้นรูปฤาษี (ชัยยุทธ ช่างสารและคณะ, 2536) และการนำเส้นใยจากใบสับปะรด (อัจฉราพร ไคละสูตและคณะ, 2525) ส่วนที่จะทำมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับประโยชน์ใช้สอยว่าจะใช้เส้นใยนั้นทำอะไร ถ้าใช้ทำผ้าจะทำผ้าชนิดไหน เส้นใยผ้ามีสมบัติแตกต่างกันตามชนิดและที่มาของเส้นใย ทำให้ผ้ามีคุณสมบัติและลักษณะต่างกัน วิธีการทดสอบสมบัติของเส้นใยกระทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. วิธีทดสอบทางกายภาพ ใช้เครื่องทดสอบทางฟิสิกส์และเชิงกลตรวจสอบคุณสมบัติบางประการ หรือเครื่องทดสอบที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ทดสอบผ้าโดยเฉพาะก็ได้ เช่น ความต้านทานแรงดึง ความทนต่อการขัดสี และการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ก็เป็นการทดสอบทางกายภาพด้วยเช่นกัน เพื่อดูลักษณะภายนอกและรูปร่างของเส้นใย และลักษณะภายในเป็นภาพตัดขวางว่าเส้นใยนั้นมีโครงสร้างอย่างไร

2. วิธีทดสอบทางเคมี ใช้หลักวิชาเคมี หาส่วนประกอบหรือความทนต่อสารเคมีเพื่อประโยชน์ใช้สอยและการตกแต่งย้อมสีให้ดีและสวยงามขึ้น

สมบัติของเส้นใยจึงมีทั้งที่เป็นสมบัติทางกายภาพและเคมี โดยทั่วไปที่ควรทราบมีดังนี้คือ

- ความยาว ความยาวของเส้นใยนับว่ามีความสำคัญมากต่อการปั่นเป็นด้าย ซึ่งความยาวของเส้นใยมีผลต่อขนาดเส้นด้ายที่จะปั่น ความเหนียวของเส้นด้ายและผิวสัมผัสของเส้นด้าย
- ความมัน ความมันของเส้นใยจะมีผลต่อการสะท้อนแสงของเส้นด้าย ผ้า และยังอาจทำให้ลื่น ความมันเกิดจากการสะท้อนแสงของพื้นเรียบ ยิ่งเรียบมากยิ่งสะท้อนมาก ดังนั้นความมันเงาของเส้นใยขึ้นอยู่กับลักษณะราบเรียบของเส้นใยเช่นกัน ความมันเงาของเส้นด้ายขึ้นอยู่กับความเรียบของเส้นด้ายซึ่งจะมีผลต่อความมันเงาของผ้าด้วย

Copyright by Mahidol University

- ความต้านแรงดึง ความต้านทานแรงดึง คือ ค่าน้ำหนักที่สามารถทำให้เส้นด้ายขาดออกได้ ยิ่งมีความเนียวมากก็จะแสดงความทนทานต่อการฉีกขาดหรือความทนต่อแรงดึง ซึ่งมีความหมายโดยตรงถึงการต้านแรงดึงของวัตถุนั้นจนถึงจุดก่อนที่จะขาดจากกัน ซึ่งอาจวัดเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือวัดเป็นกรัมต่อขนาดของใยที่วัดเป็นเดนเยอร์ เส้นใยบางอย่างจะเพิ่มความเหนียวเมื่อเปียก บางชนิดความเหนียวจะลด แต่บางชนิดความเหนียวไม่เปลี่ยนแปลง โดยค่าความต้านแรงดึงของเส้นใยชนิดต่างๆ ได้แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเหนียวของเส้นใยชนิดต่างๆ

Fibers	gms/denier	Fibers	gms/denier
Asbestos	2.5-3.1	Glass	6.3-6.9
Cotton , raw	3.0-4.9	Modacrylic	2.5-3.0
Flax	2.6-7.7	Nylon , regular	2.5-6.7
Hemp	5.8-6.8	Nylon , HT	7.5-8.3
Jute	3.0-5.8	Polypropylene olefin	3.0-7.0
Ramie	5.5	Polyester	4.6-7.0
Silk	2.4-5.1	Saran	1.1-2.3
Wool	1.0-1.7	Spandex	0.75-0.9
Acrylic	2.0-4.0	Rayon , regular	0.7-3.2
Acetate	1.2-1.5	Rayon , HT	3.0-5.0
Triacetate	1.2-1.4	Rayon , HWM	2.5-5.0

ที่มา : J.W.S. Hearle and R.H. Peters (1963)

- ความยืดหยุ่น ความยืดหยุ่น หมายถึงสมบัติของเส้นใยเมื่อดึงให้ยืดออกแล้วหดกลับจะมีขนาดเท่าเดิม ถ้าสามารถใช้แรงน้อยยืดเส้นใยได้มากหมายความว่า เส้นใยมีความยืดหยุ่นได้มาก เมื่อใยยืดหยุ่นได้ด้ายจะยืดหยุ่นดี มีผลให้ผ้ามีการคืนตัวดี ทนยับได้ตามปริมาณที่ใยยืดหยุ่นได้ทำให้ผ้าไม่ฉีกขาดง่าย ซึ่งความยืดหยุ่นมีความสัมพันธ์กับความโยนตัว ความอ่อนตัว ความคงตัว และสามารถจัดรูปใหม่ได้ง่าย ซึ่งค่าการยืดตัวเมื่อขาดและค่าความยืดหยุ่นของเส้นใยชนิดต่างๆ ได้แสดงในตารางที่ 3

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 3 ค่าการยืดตัวเมื่อขาด และค่าความยืดหยุ่น ซึ่งจะแสดงตามชนิดของเส้นใย

เส้นใย	สภาวะมาตรฐาน (% Dry Elongation)	ค่าเฉลี่ยการคืนตัวทันที เมื่อถูกดึงให้ยืด (x%)
Cotton	3-10	75 (2%)
Flax	2.7-3.3	65 (2%)
Jute	1.7-1.9	74 (1%)
Ramie	3-7	52 (2%)
Silk	10-25	92 (2%)
Wool	20-40	99 (2%)
Acrylic	25-46	92-99 (2%)
Acrilan	36	99 (2%)
Creslan	40	90 (1%)
Orlan	15-22	97 (2%)
Zefran	33	99 (2%)
Acetate	23-45	94 (2%)
Triacetate	25-40	90-92 (2%)
Glass	3-4	100 (2%)
Modacrylic	33-39	79-97 (2%)
Dynel	38	94-100 (2%)
Verel	35	79 (2%)
Nylon , regular	26-40	100 (8%)
high-tenacity, filament	16-20	100 (4%)
high-tenacity, staple	23-58	100 (2%)
Olefin : propylene	25-75	100 (2%)
Polyester , regular	19-23	97 (2%)
high-tenacity	11-28	100 (2%)
Spendex	440-700	100 (2%)
Rayon , regular	15-30	82 (2%)
high-tenacity	9-26	70-100 (2%)
high-wet-modulus	9-18	95+ (2%)

ที่มา : J.W.S. Hearle and R.H. Peters (1963)

Copyright by Mahidol University

- **ความโยนตัว** ความโยนตัว หมายถึงสมบัติที่ใยสามารถคืดตัว หรือโยนตัวกลับเข้าที่เดิมได้อย่างรวดเร็วหลังจากที่ถูกดึงหรือกด ความโยนตัวทำให้ผ้าทนยับได้เล็กน้อย ใยที่มีความโยนตัวน้อยหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของเส้นใยโดยเฉพาะใยสั้น ด้ายใยสั้นทำให้ผ้าไม่ค่อยเหนียวเท่าเดิม แต่มีเนื้อนุ่มมากขึ้น คืนรอยยับได้ดีขึ้น

- **ความอ่อนตัว** ความอ่อนตัว หมายถึงลักษณะที่ทำให้ผ้าจัดเป็นรูปแบบได้ดี ผ้าที่จัดเป็นรูปแบบได้ง่าย (draping) ต้องผลิตมาจากใยที่มีความอ่อนตัว ซึ่งเป็นการตรงกันข้ามกับความแข็งกระด้างของใยที่ทำให้ผ้ามีเนื้อและน้ำหนักมาก ค่าของความอ่อนตัวต่ำ ความอ่อนตัวทำให้ผ้านุ่มดูเบาบางน่าสวมใส่จับจีบได้ดี ความอ่อนตัวและแข็งกระด้างของใยสามารถแต่งให้มีขึ้นได้โดยใช้สารเคมีช่วย หรือโดยกรรมวิธีการผลิตอื่นๆ

- **การนำความร้อน** การนำความร้อน คือคุณลักษณะของการนำความร้อนหรือไม่นำความร้อนของผ้า มีความสำคัญในวงการผ้ามาก ผ้าจะเหมาะกับการสวมใส่ในอากาศเช่นใด ขึ้นอยู่กับนำความร้อนของเส้นใย เส้นใยที่นำความร้อนดีและเร็วเหมาะสมสำหรับสวมใส่ในฤดูร้อน ส่วนชนิดที่นำความร้อนไม่ควรใช้ในฤดูหนาว และชนิดที่ไม่นำความร้อนสามารถใช้เป็นฉนวนกันความร้อนได้ ลักษณะเช่นนี้นอกจากจะเป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในเส้นใยเองแล้ว การทอ การถัก การตกแต่งยังทำให้คุณลักษณะนี้ลดหรือเพิ่มขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น ผ้าที่ทอห่างๆ มีช่องว่างระหว่างเส้นด้ายอากาศผ่านไปมาได้ ผ้านั้นใส่แล้วจะไม่ร้อนผ้าที่ตกแต่งให้มีขนฟู นุ่ม ความร้อนจะถ่ายเทได้ยาก ผ้าชนิดนั้นจะให้ความอบอุ่นดี

- **การดูดความชื้น** การดูดความชื้น หมายถึงความสามารถของเส้นใย ที่สามารถดูดความชื้นจากอากาศเข้าไว้ภายในเส้นใย (ซึ่งค่าการดูดความชื้นของเส้นใยชนิดต่างๆ ได้แสดงในตารางที่ 4) ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นระบุเป็นอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักเส้นใย การดูดความชื้นและระเหยออกอย่างรวดเร็วสำคัญต่อสุขภาพและความสะดวกสบายของผู้สวมใส่ ตลอดถึงการทำความสะอาดด้วย เส้นใยจะดูดความชื้นได้ไม่เท่ากัน แต่สามารถทำให้มีการดูดความชื้นได้มากขึ้นได้ โดยกรรมวิธีการผลิตหรือการตกแต่ง ผ้าที่ทอหลวมๆ หรือทำขนให้ฟูจะสามารถดูดความชื้นได้มากกว่าผ้าเนื้อเรียบ การชุบมันทำให้ดูดความชื้นได้มากขึ้น การเพิ่มหมู่อะซีติล (acetylation) ทำให้ใยดูดความชื้นได้น้อยลงในด้านอุตสาหกรรม การดูดความชื้นมีความสำคัญมากเพราะมีความสัมพันธ์กับการย้อม การทำให้หดและการตกแต่ง บางครั้งต้องตกแต่งให้ใยดูดความชื้นได้ดีเสียก่อนจึงจะตกแต่งวิธีอื่นได้

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4 การดูดความชื้นของเส้นใยต่างๆ

เส้นใย	ค่าการดูดความชื้นที่ใช้ในทางการค้า (Commercial moisture regain)	ค่าการดูดความชื้นที่ 20°C (70° F) ความชื้นสัมพัทธ์ 95%
Asbestos	1.0	3.0
Cotton , raw	8.5	15.0 (approx)
Cotton , mercerized	8.5-10.3	
Flax	12.0	
Hemp	12.0	
Jute	13.75	
Ramie	6.0	
Silk	11.0	15.0+
Wool	13.6-16.0	29.0 ±
Acrylic	1.5 (1.3-2.5)	2.5-5.0
Acetate	6.5	14.0
Triacetate	3.2-3.5	8.8
Glass	0.0	0.3
Modacrylic	0.4-3.0	1.0-3.0
Nylon	4.5	6.5-8.5
Polypropylene olyfin	0.0	0.0
Polyester	0.4-0.9	0.4-2.0
Saran	0.0	0.1
Spandex	0.3-1.3	1.0 ± 2.0
Rayon	11.0 (10.7-13.0)	10.0-27.0

ที่มา : J.W.S. Hearle and R.H. Peters (1963)

- การทำความสะอาดและการซักได้ เส้นใยที่มีผิวนอกราบเรียบ จะสามารถทำความสะอาดได้ง่ายกว่าใยชนิดอื่น เช่น ฝ้าย ลินิน และเรยอน แต่ถ้าตกแต่งให้ขนฟูต้องระวังเป็นพิเศษ
- ปฏิกิริยาต่อสารฟอกขาว เส้นใยที่มีผิวนอกราบเรียบจะสามารถทำความสะอาดด้วยผงซักฟอกออกได้จำเป็นที่จะต้องใช้สารฟอกขาวช่วย ซึ่งสารฟอกขาวบางชนิดเป็นอันตรายต่อเส้นใยมาก เวลาใช้ควรศึกษาก่อน สารฟอกขาวประเภทด่างจะทำให้ขนสัตว์หดตัวและละลายได้ แต่จะทำให้ฝ้ายยิ่งเหนียวขึ้น สำหรับสารฟอกขาวประเภทไฮเตอร์หรือแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ถ้าใช้มากจะเป็นอันตรายต่อใยผ้า ส่วนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารฟอกขาวที่ไม่มีอันตราย มีอำนาจ

Copyright by Mahidol University

การฟอกสีอ่อนต้องทำซ้ำกันหลายๆ ครั้งใยที่ทนการฟอกขาวได้ดี เช่นฝ้าย ลินิน ออร์ลอน เดรอน ไดเนล และใยสังเคราะห์อื่นๆ ส่วนไหม ขนสัตว์ อาซิเตต และไนลอน ไม่ควรใช้สารฟอกขาว โดยเฉพาะสารประเภทด่าง

- ปฏิกิริยาต่อเห็ดรา ตามธรรมดาเมื่อผ้าชื้นและได้รับความอบอุ่นเพียงพอ เชื้อเห็ดราที่มีอยู่ในอากาศจะตกเกาะเสื้อผ้า และจะเจริญงอกงามขึ้นเป็นจุดด่างดำในบริเวณที่มีเชื้อรา บางชนิดทำให้เกิดกลิ่นเหม็นด้วย เห็ดราเหล่านี้เจริญงอกงามเฉพาะชนิดใยที่เป็นอาหารของมันเท่านั้น ใยสังเคราะห์ใหม่ๆ จึงไม่เป็นราถ้าไม่เปื้อนสกปรก
- ปฏิกิริยาต่อแสงแดด ในเขตที่มีแสงแดดตลอดปีเช่น ประเทศไทย สมบัติชนิดนี้สำคัญยิ่ง ใยบางชนิดทนต่อแสงแดดได้ดี บางชนิดจะเห็นได้อย่างชัดว่าโครงสร้างของเส้นใยเปลี่ยนจากเดิมทำให้ใยเปื่อยกลายเป็นสีเหลืองบางทีเป็นสีเทา บางครั้งใช้แสงแดดให้เป็นประโยชน์ในการฟอกขาวเส้นใยได้ เช่น การฟอกใยลินิน หรือการซักผ้าตามบ้านที่นิยมตากแดด ทำให้ผ้าขาวมีสีขาวมากขึ้นแต่ถ้ามากเกินไปก็ไม่ดีจะทำให้ใยผ้าเสื่อมคุณภาพได้
- ปฏิกิริยาต่อด่างและกรด สมบัตินี้สำคัญต่อการผลิตและการใช้งาน ตามปกติด่างจะทำลายใยที่มาจากสัตว์ และกรดจะทำลายใยที่มาจากพืชแม้จะเป็นกรดอย่างอ่อน ใช้ละลายเส้นใยเพื่อตรวจสอบชนิดของเส้นใยได้ การฟอกขาว การตกแต่งหรือการย้อมจะทำได้ดีหรือไม่เพียงไร มีส่วนสัมพันธ์กับปฏิกิริยาของใยที่มีต่อด่าง และกรดที่นำมาใช้เพื่อการนั้นๆ

2.1.4 เส้นใยเซลลูโลส

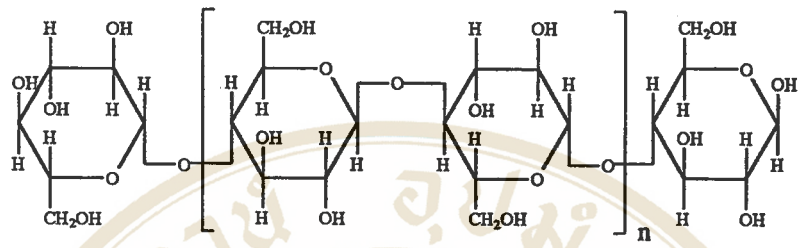
ด้วยเหตุที่เส้นใยจากต้นหญ้าขัดเป็นเส้นใยประเภทเซลลูโลสจากธรรมชาติ ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องศึกษาทางด้านทฤษฎีของเส้นใยเซลลูโลสเป็นพิเศษ เซลลูโลสเป็นสารประกอบมูลฐานของพืช ใยเซลลูโลสทุกชนิดมีสมบัติทั่วไปอย่างเดียวกัน แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ความแตกต่างกันนี้จะบอกได้ว่าใยนั้นมาจากพืชชนิดใด

คุณสมบัติทั่วไป

เซลลูโลสเป็นสารประกอบเคมีสมบูรณ์ ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ไม่มีเซลลูโลสบริสุทธิ์ในธรรมชาติ จะต้องปนด้วยสารประเภทลิกนิน เปกตินหรือขี้ผึ้งเสมอ สูตรโครงสร้างของเซลลูโลสเขียนได้อย่างง่ายๆ คือ $(C_6H_{10}O_5)_x$; X หมายถึงจำนวนไม่จำกัดของกลูโคสที่รวมกันในหนึ่งโมเลกุล ถ้าใช้รังสีเอกซ์ถ่ายภาพเซลลูโลส จะเห็นผลึกของกลูโคสเกาะดันเป็นเส้นยาวเซลลูโลสเป็นกลูโคสโพลิเมอร์ ประกอบด้วยแอนไฮโดรกลูโคสจำนวน

Copyright by Mahidol University

ไม่จำกัดตั้งแต่ 100 ถึง 200 หรือ 1,000 ถึง 2,000 หน่วยขึ้นไป ท่านผู้รู้ทั้งหลายพยายมให้คำอธิบายทฤษฎีเซลลูโลสไว้หลายอย่างด้วยกัน ทฤษฎีที่นับว่าสมเหตุผล คือ Partical Theory



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างทางเคมีของเส้นใยเซลลูโลส

ทฤษฎีนี้ค้นคว้าโดย W.K.Far เมื่อ พ.ศ. 2481 กล่าวว่า หน่วยเล็กๆ รูปรียาวประมาณ 0.00015 เซนติเมตร ประกอบขึ้นเป็นเซลของพืชปลายของหน่วยเล็กนี้ จะต่อกันเป็นโซ่ยาวเกิดเป็นไมโครไฟบริล และไมโครบริลนี้รวมกันเป็นหมู่ ยึดด้วยสารประกอบเปกตินเป็นเซลลูโลส

โดยทั่วไปเมื่อนำเซลลูโลสไปกระทำกับสารละลายเคมี จะเกิดปฏิกิริยาหลายอย่าง ตามชนิดของสารเคมีที่ใช้ แบ่งง่ายๆ เป็น 3 ชนิดด้วยกัน

1. ปฏิกิริยาที่ทำให้เซลลูโลสพองตัวและกระจายตัว โดยไม่ทำให้โซ่เซลลูโลสยาวขึ้น หรือเปลี่ยนโครงสร้างเคมีของหมู่เซลลูโลสในเส้นใย
2. ปฏิกิริยาที่ทำให้ความยาวของโซ่เซลลูโลสเปลี่ยนแปลง เพราะการเสื่อมสภาพ
3. ปฏิกิริยาที่ทำให้หมู่ไฮดรอกซิลเปลี่ยนเอสเตอร์ หรือสารประกอบอื่นอย่างสมบูรณ์

ปฏิกิริยาทั้ง 3 ชนิดนี้มิใช่ว่าจะเกิดอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวโดยสมบูรณ์ แต่จะเกิดร่วมกันเสมอ บางครั้งทั้ง 3 ชนิดจะเกิดขึ้นพร้อมกัน

ใยเซลลูโลสทนด่างแต่ไม่ทนกรดเข้มข้น ถ้าสามารถควบคุมปฏิกิริยาของกรดและด่างให้เกิดแต่พอสมควร ใช้ตกแต่งใยได้ ใยไหม้ได้ง่ายในอากาศโดยไม่มีกลิ่นเหม็น เหลือเถ้านุ่มเล็กน้อย ถ้าเผาในหลายทดลองจะมีหยดน้ำเกาะที่ข้างๆ หลอด แสดงให้เห็นว่ามีไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นส่วนประกอบ คาร์บอนกลายเป็นเถ้า

ในเซลลูโลสธรรมชาติเช่น ฝ้าย ลินิน ตนต่อปฏิกิริยาเคมีได้มากกว่าใยเซลลูโลสอื่นๆ การออกซิไดซ์และการทิ้งไว้ในอากาศนานๆ ทำให้ใยเสื่อมสภาพได้

Copyright by Mahidol University

2.1.5 เส้นใยฝ้าย

ฝ้ายเป็นพืชให้เส้นใยจำพวกเซลลูโลสที่สำคัญที่สุด และใช้ประโยชน์ได้มากมายหลายทาง มีแหล่งปลูกกระจายทั่วโลก เป็นพืชที่มีผู้ทำการวิจัยทุกแง่ทุกมุม ทั้งทางด้านที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ในที่นี้ จะกล่าวถึงลักษณะของเส้นใยฝ้ายที่ทำเป็นการค้า การจัดมาตรฐานและคุณสมบัติทางกายภาพที่น่าสนใจบางประการของฝ้าย

กำเนิดและโครงสร้างของเส้นใย

เส้นใยฝ้ายที่นำมาใช้กัน คือ ส่วนที่เรียกว่าขนเมล็ด(seed hair) ของพืชในสกุล Gossypium อยู่ในตระกูล Mallow หรือ Malvaceae ฝ้ายแต่ละชนิดจะให้เส้นใยที่มีคุณภาพต่างๆ กันไป พวก Sea Island ฝ้ายอียิปต์(Egyptian) และฝ้ายอเมริกันอียิปต์เชี่ยน(American Egyptian) โดยส่วนใหญ่มีเส้นใยละเอียด ยาว และมีความเป็นมันมาก ฝ้ายดอนอเมริกัน(American upland) มีความยาวปานกลางและค่อนข้างหยาบ ส่วนพวกฝ้ายเอเชี่ยนหรือฝ้ายโลกเก่า มีปุยสั้นและหย่าบกว่าฝ้ายดอนอเมริกัน

การเจริญเติบโต

เส้นใยฝ้ายเป็นเซลล์เดี่ยว มีกำเนิดมากจากผิวชั้นนอกสุดหรือ epidermis ของเปลือกเมล็ด ขณะที่ดอกเริ่มบาน ดอกฝ้ายจะบานอยู่เพียงวันเดียว โดยเริ่มบานในตอนเช้าและเหี่ยวร่วงไปในตอนค่ำหรือในวันต่อมา การผสมละอองเกสรอาจจะเกิดในดอกเดียวกัน หรือผสมข้ามดอกก็ได้ซึ่งมีเป็นส่วนน้อย ไข่ที่ผสมแล้ว (fertilized ovule) และเปลือกหุ้มเมล็ดของมันจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ในระยะของการเติบโตมีเซลล์ 5 ชนิด เกิดขึ้นในขั้นต่างๆ ของเปลือกหุ้มเมล็ด บางชนิดมีจุดสี(pigment) บางชนิดไม่มี ในแง่ของการสร้างเส้นใย เซลล์กลุ่มที่สำคัญที่สุด คือ เซลล์ชั้นนอกสุด เมื่อทำการศึกษาในระยะก่อนดอกบาน พบว่า เซลล์ของผิวชั้นนอกสุดของเมล็ด(seed epidermis) จะเหมือนกันหมด พอดอกเริ่มบาน เซลล์บางส่วนมีการเปลี่ยนสภาพโดยเจริญยืดตัวออกไปจากผนังชั้นนอกสุด

นิวเคลียสของเซลล์เคลื่อนที่ตามออกไปที่จุดเจริญ การเจริญเติบโตนี้จะออกไปในส่วนกว้างก่อน แล้วจึงขยายตัวต่อไปตามความยาวจนยาวเต็มที่ การเจริญเติบโตของแต่ละเซลล์ใช้เวลา 17 - 25 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะเวลาเดียวกับที่สมอเจริญไปได้ครึ่งหนึ่ง ขบวนการเปลี่ยนสภาพของเซลล์นี้ บางครั้งใช้เวลา 2 - 3 วันหลังดอกบานหรืออาจจะถึง 10 วันในฝ้ายบางพันธ์ เมล็ดก็มีการเจริญเติบโตเล่นเดียวกัน ประมาณว่า เพิ่มขึ้นถึง 32 เท่า ใน 20 วันแรกเซลล์อีพพิเดอร์

Copyright by Mahidol University

มิสเพิ่มจำนวนขึ้นตามขนาดของเมล็ด และบางส่วนเปลี่ยนสภาพเป็นเส้นใยโดยวิธีการดังกล่าวข้างต้น

มีผู้ทำการวิจัยพบว่า เส้นใยฝ้ายอียิปต์และฝ้ายดอนอเมริกาเป็นเซลล์เดี่ยว มีนิวเคลียสภายในเซลล์ ซึ่งเคลื่อนออกมาอยู่ที่ส่วนปลายในระยะที่เริ่มสร้างเส้นใย แล้วเคลื่อนออกไปอยู่ตรงกลางของเส้นใยในขณะที่มีการเจริญเติบโต ในที่สุด จะเสื่อมสภาพแล้วสลายตัวไป

นักวิจัยบางท่านมีความเห็นว่า ในฝ้ายป่าบางชนิด เส้นใยประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ และในช่วงแรกๆ จะประกอบด้วยเซลล์อย่างน้อย 4 เซลล์ แต่ผลการทดลองยังไม่เพียงพอที่จะยืนยันได้ สิ่งที่พบแน่นอน คือ เซลล์ของเส้นใยได้รับอาหารจากเยื่อชั้นนอกที่มีสี(outer pigment layer) คือฐาน(foot) ซึ่งอยู่ล่างสุด ถัดขึ้นมาคือ แชงค์(shank) ส่วนที่โผล่ขึ้นมาเรียก elbow

ปลายของฐานที่อยู่ล่างสุดจะแผ่ออกเป็นวงกลมกว้าง ทำให้ยึดผิวเมล็ดได้แน่น ส่วนแชงค์ (shank) มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าเส้นใย มุมระหว่างเส้นใยกับ shank จะมีได้ตั้งแต่ 90 - 180 แต่ที่พบมาก คือ 135 ส่วนของเมล็ดที่ติดออกไปกับเส้นใยเนื่องจากการหีบนั้น เป็นเพียงส่วนนอกสุดเท่านั้น ดังนั้น หลังจากหีบส่วนฐานจะคงค้างอยู่ในเมล็ดตามเดิม

จุดที่เกิดเส้นใยครั้งแรกนั้น มักอยู่บนปลายด้านที่กว้างของเมล็ด แล้วขยายออกไปยังส่วนแหลม เส้นใยในระยะที่กำลังยาวออกมีลักษณะเป็นทรงกลม พอยาวเต็มที่ เส้นรอบวงจะคงที่ในส่วนกลาง แต่ที่ฐานค่อนข้างแบนและส่วนปลายจะแบนมาก ระยะหลังการสร้างหรือฟอร์มเส้นใย 15 - 18 วัน(ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฤดูกาลและอื่นๆ) ผนังเซลล์จะเริ่มหนาขึ้น โดยการสะสมของเซลลูโลสภายในผนังเซลล์เดิม เกิดเป็นชั้นเรียกว่าผนังชั้นที่สอง (secondary wall) การสะสมนี้เกิดขึ้นตลอดเวลาจนถึง 45 - 70 วัน หรือก่อนที่สมอแตกเพียง 1 - 2 วัน

การเจริญเติบโตของผนังชั้นที่สอง มักไม่สมบูรณ์เต็มที่ ทำให้เกิดช่องว่างในส่วนกลางของเส้นใยที่เรียกว่า ลูเมน(lumen) ขบวนการเจริญเติบโตของเส้นใยดำเนินติดต่อกันจนถึงวันที่สมอแตก ขณะที่สมอแตกนั้น เส้นใยฝ้ายยังคงสภาพของเซลล์รูปแท่งกลมยาวอยู่ในของเหลวและโปรโตพลาซึมบางส่วนยังมีชีวิต การที่สมอแตกออก ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและเส้นใยแฟบลง เพราะไม่มีแรงพยุงจากภายใน โปรโตพลาสซึมเมื่อแห้ง ก็กลายเป็นของแข็งที่ตกค้างอยู่ในช่อง lumen หรือเป็นเยื่อบางๆ ติดอยู่กับผนังด้านใน ดังนั้น เส้นใยจึงมีสภาพคล้ายกับแถบริบบิ้นแบนๆ และบิดเป็นเกลียว จำนวนเกลียวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใย

ขนเมล็ดสั้น (fuzz) ขนเมล็ดอีกชนิดหนึ่ง คือ ขนเมล็ดสั้นหรือฟัส(fuzz) มีกำเนิดเหมือนกับเส้นใยแต่ลักษณะแตกต่างกัน คือ ความยาวของเส้นใยสั้น (fuzz fiber) หรือลิ้นเตอร์(linter) มีความยาวไม่เกิน 1/8 นิ้ว ในขณะที่เส้นใยซึ่งทำเป็นการค้ายาวประมาณ 1 นิ้วขึ้นไป ผนังของ linter

Copyright by Mahidol University

หนากว่าเส้นใยธรรมดา สีแก่กว่า มีตั้งแต่เขียว เหลือง น้ำตาล หรือเทา เส้นรอบวงจะใหญ่กว่าเส้นใยธรรมดา linter สองเท่าขึ้นไป

วงแหวนการเจริญ (growth ring) ของเส้นใย (fuzz fiber) ส่วนใหญ่หนาและแยกชั้นกันเห็นได้ชัดกว่าเส้นใยธรรมดา ลักษณะของเส้นใยสั้นฟูและเจริญอยู่อย่างหนาแน่นใต้เส้นใยยาวการหีบใช้วิธีเดียวกับการหีบฝ้ายธรรมดา linter ที่ได้เป็นแหล่งของเซลลูโลสที่สำคัญทางเคมี

ส่วนประกอบทางเคมีของเส้นใยฝ้าย (จากการทดลองของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา เมื่อความชื้นของฝ้าย = 8%) มีดังนี้

เซลลูโลส	94%
โปรทีน (%N*6.25)	1.3%
สารเพคติก	1.2%
ขี้ผึ้ง (wax)	0.6%
เถ้า (ash)	1.2%

คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของเส้นใยฝ้าย

คุณสมบัติของฝ้ายที่สำคัญมีหลายประการ เช่น ความยาว ความเหนียว ความละเอียดอ่อน ความแก่ เป็นต้น คุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้ล้วนมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ฝ้ายทั้งสิ้น จึงต้องทำการทดสอบให้ทราบผลที่แน่นอนก่อนว่า ฝ้ายนั้นๆ มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะทำผลิตภัณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่ ความสำคัญและวิธีการหามีดังต่อไปนี้

<u>ความยาวเส้นใย</u> เป็นคุณสมบัติที่สำคัญมาก และการซื้อขายส่วนใหญ่จะใช้ความยาวเป็นหลัก โดยทั่วไป ฝ้ายที่มีความยาวมากกว่าจะละเอียดกว่าฝ้ายปุยสั้น ฝ้ายที่มีความยาว 1 นิ้วขึ้นไป ใช้ปั่นเป็นเส้นด้ายและทอผ้าซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป ความยาวยิ่งมากขึ้นจะปั่นเป็นด้ายเส้นเล็กลง หรือทอเป็นผ้าเนื้อละเอียดมากขึ้น ส่วนฝ้ายที่ความยาวต่ำกว่า 1 นิ้วลงมาจะปั่นเป็นด้ายเส้นใหญ่ ซึ่งใช้ทอเป็นผ้าเนื้อหยาบมากๆ ได้แก่ จำพวกผ้าใบ ถ้าสั้นกว่านี้มากๆ ก็นำไปใช้ทำของอื่นๆ เช่น ไส้ผ้านวม สำลี เป็นต้น

วิธีการหาความยาวนั้น มีทั้งวิธีที่หาโดยบุคคลและวิธีในห้องปฏิบัติการ เรียกค่าความยาวต่างๆ กันไป ดังนี้คือ

1) ความยาวสเตเปิล (staple length) เป็นวิธีการหาความยาวด้วยมือ โดยดึงฝ้ายตัวอย่างเล็กๆ ซึ่งมีความยาวอยู่ในระดับเป็นตัวแทนของฝ้ายส่วนใหญ่ออกมา แล้วกะประมาณด้วยสายตา วิธีนี้ต้องใช้บุคคลที่มีความชำนาญมากๆ ซึ่งจะให้ค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมาก

Copyright by Mahidol University

2) ความยาวเอฟเฟคทีฟ (effective length) หาได้โดยใช้เครื่องสาง (comb sorter) สุ่มเลือกตัวอย่างฝ้ายมาประมาณ 0.25 กรัม นำไปวางบนเครื่องสาง แล้วค่อยๆ ดึงเส้นใยออกมาทีละน้อย นำมาจัดวางลงบนแผ่นกระดานกำมะหยี่สีดำ เริ่มจากความยาวสูงสุดถึงต่ำสุด จะได้ไดอะแกรมหรือแผนภูมิของความยาว ค่าความยาวเอฟเฟคทีฟจะอยู่ในระดับกลางค่อนข้างสูง ซึ่งถือเป็นตัวแทนความยาวส่วนใหญ่ของเส้นใยทั้งหมด และใกล้เคียงกับค่าความยาวสเตเปิล

3) ความยาวเส้นใย (fiber length) หาได้โดยใช้เครื่องวัดความยาวเส้นใย(fibrograph) ใช้หวีคู่หนึ่งสางตัวอย่างเส้นใยติดออกมาประมาณ 30 เซนติกรัม จัดให้ขนานกัน โดยปลายด้านหนึ่งของเส้นใยยึดอยู่กับหวี แล้วผ่านเข้าไปในเครื่องวัดโดยวิธีใช้แสง (photoelectric) ความยาวที่วัดได้มีชื่อเรียกว่า span length วัดเริ่มจากจุดที่ห่างจากซี่หวี 0.15 นิ้ว จนถึงส่วนปลายสุดของเส้นใย ค่าที่วัดได้มีทั้งหน่วยเป็นนิ้ว และ มิลลิเมตร ในทางปฏิบัติ หาค่าที่ 2.5 % และ 50 % span length

ค่า 2.5 % span length หมายความว่า 2.5 ของเส้นใยทั้งหมดมีความยาวในระดับนั้นหรือมากกว่า

<u>ตัวอย่าง</u> เมื่อทำการวัดแล้วอ่านค่า 2.5 % span length จากเครื่อง เท่ากับ 30 มม. หมายความว่า ถ้าเส้นใยทั้งหมดมี 200 เส้น จะมีเส้นใย 5 เส้นที่ยาว 30 มม. หรือมากกว่า 30 มม. ขึ้นไป

ค่า 50 span length หมายถึง ค่าฐานนิยม (mode) ของความยาวของเส้นใยในตัวอย่างนั้น เช่น เมื่อทำการวัดแล้วอ่านค่า 50 span length ได้ 25 มม. หรือมากกว่าขึ้นไป

จัดระดับความยาวของเส้นใย (ตามมาตรฐานอเมริกัน) ได้ดังนี้

2.5 % span length

ต่ำกว่า 25 มม. (ต่ำกว่า 1.00 นิ้ว)	เส้นใยสั้น
25 มม. - 28 มม. (1.00 - 1.14 นิ้ว)	เส้นใยปานกลาง
29 มม. - 32 มม. (1.15 - 1.29 นิ้ว)	เส้นใยยาว
32 มม. ขึ้นไป (สูงกว่า 1.29 นิ้ว)	เส้นใยยาวพิเศษ

ส่วนค่าอัตราส่วนความสม่ำเสมอ (uniformity ratio - U.R.) หาได้จาก

$$\text{อัตราส่วนความสม่ำเสมอ} = \frac{\text{50\% span length}}{\text{2.5\% span length}}$$

Copyright by Mahidol University

ค่ายิ่งมาก หมายถึง เส้นใยมีความสม่ำเสมอดีขึ้น ฝ้ายที่มีค่าอัตราส่วนความสม่ำเสมอ (U.R.) ต่ำ มักจะทำให้เกิดการสูญเสียในการผลิตมาก ทำให้ขบวนการผลิตยุ่งยาก และผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ค่าอัตราส่วนความสม่ำเสมอ (U.R.) แบ่งได้ดังนี้

50% / 2.5% uniformity ratio

ต่ำกว่า 41	ต่ำมาก
41 - 43	ต่ำ
44 - 46	ปานกลาง
47 - 48	สูง
สูงกว่า 49	สูงมาก

<u>ความละเอียดอ่อน</u> (ไมโครแนร์) ทดสอบโดยเครื่องวัดความละเอียดอ่อน(WIRA cotton fineness meter) เป็นค่าที่แสดงความละเอียดอ่อน และความแก่ของเส้นใยในเวลาเดียวกัน เมื่อทดสอบเส้นใยที่ค่าความแก่ (maturity) ใกล้เคียงกัน ค่า micronaire ที่ต่ำกว่าแสดงว่า ฝ้ายมีความละเอียดดีกว่า ซึ่งสามารถปั่นเป็นด้ายเบอร์สูง(เส้นเล็ก) กว่าฝ้ายที่หยาบแต่เมื่อเปรียบเทียบฝ้ายที่มีความละเอียดเท่าๆกันหรือฝ้ายพันธุ์เดียวกัน ฝ้ายที่แก่กว่า จะมีค่า micronaire สูงกว่าฝ้ายที่ไม่แก่

โดยทั่วไปจัดกลุ่มค่า micronaire ดังนี้ (เมื่อความแก่ของเส้นใยอยู่ในระดับปกติ)

ต่ำกว่า 3.0	ละเอียดมาก
3.0 - 3.9	ละเอียด
4.0 - 4.9	ปานกลาง
5.0 - 5.9	หยาบ
6.0 ขึ้นไป	หยาบมาก

<u>ความเหนียวของกลุ่มเส้นใย</u> (fibre bundle strength) เป็นการวัดความเหนียวของกลุ่มเส้นใยด้วยเครื่องสเตโลเมเตอร์(Stelometer) หน่วยเป็นกรัม (g/tex) ใช้แรงดึงให้กลุ่มเส้นใยขาดออกจากกัน แล้วหาค่าความเหนียว (tenacity) สำหรับเส้นใยจำพวกเส้นใยยาวปานกลาง (medium staple) และเส้นใยยาว (long staple) มีมาตรฐานดังนี้

Copyright by Mahidol University

medium staple (g/tex)

19 - 21	ความเหนียวต่ำ
22 - 24	ความเหนียวปานกลาง
25 - 28	ความเหนียวสูง

long stable (g/tex)

20 - 22	ความเหนียวต่ำ
23 - 25	ความเหนียวปานกลาง
26 - 28	ความเหนียวสูง

ความสมบูรณ์ (maturity) ความแก่ของฝ้าย ถือเอาความหนาของผนังชั้นใน (secondary wall) ซึ่งเป็นส่วนที่สะสมของเซลลูโลสเป็นเกณฑ์ ฝ้ายที่เส้นใยผนังหนามาก แสดงว่าแก่มาก ในทางปฏิบัติ จะนำเส้นใยมาจำนวนหนึ่ง ส่องกล้องจุลทรรศน์หา % เส้นใยแก่และเส้นตาย (ผนังบางมาก) แล้วคำนวณค่าเป็นอัตราส่วนความแก่ (maturity ratio) ดังนี้

สูงกว่า 0.80	ความสมบูรณ์ดี
0.76-0.80	ความสมบูรณ์ปานกลาง
0.70 - 0.75	ความสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ
ต่ำกว่า 0.69	ความสมบูรณ์ใช้ไม่ได้

เส้นใยที่ความสมบูรณ์ต่ำ ทำให้เกิดปัญหาในการปั่นด้าย เช่น เป็นไข่ปลา (nep) มากทำให้ลักษณะ (appearance) ของผ้าไม่ดี นอกจากนี้ ยังเกิดปัญหาเกี่ยวกับการย้อมสี และอาจทำให้ความเหนียวของด้ายลดลง

การพิจารณาเลือกฝ้ายเพื่อนำไปปั่นด้าย

การเลือกว่าฝ้ายชนิดใดควรจะนำไปใช้ในการปั่นด้ายเบอร์อะไร หรือนำไปทำผลิตภัณฑ์ใช้นั้น สิ่งแรกที่นำมาพิจารณา คือ ความยาว กล่าวคือ ฝ้ายปุยสั้นจะปั่นเป็นเส้นด้ายเส้นใหญ่ และฝ้ายปุยยาวจะปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์ละเอียดขึ้น ส่วนคุณสมบัติอื่นๆจะต้องนำมาพิจารณาประกอบด้วย เช่น ฝ้ายสองชนิด มีความยาวเท่าๆกัน แต่มีความเหนียวมากและละเอียดกว่า (ค่า micronaire ต่ำกว่า) อาจจะนำไปปั่นเส้นด้ายเส้นเล็กกว่า ส่วนฝ้ายที่มีค่าความเหนียวต่ำหรือหยาบกว่า(ค่า micronaire สูงกว่า) ก็จะปั่นเป็นด้ายเส้นใหญ่ขึ้นเพราะแรงที่จะช่วยในการยึดมีน้อยลง อย่างไรก็ตามในการปั่นด้ายเส้นใหญ่ ได้แก่ ด้ายเบอร์ 10-20 นั้น ความเหนียวไม่มีผลมากนัก เมื่อปั่นเส้นด้ายเส้นเล็ก (เบอร์เล็ก 32 ขึ้นไป) ความเหนียวจะนำมาพิจารณาและให้ความสำคัญมากขึ้น

Copyright by Mahidol University

ฝ้ายที่นำมาปั่นด้ายสำหรับทอผ้าใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและของใช้ทั่วๆไป ซึ่งมีเนื้อค่อนข้างละเอียดนั้น มักจะยาวประมาณ 1 นิ้วขึ้นไปส่วนฝ้ายที่สั้นกว่านี้เล็กน้อยก็จะนำไปใช้ในการผลิตผ้าเนื้อหยาบ เช่น ผ้าใบ ผ้าขนหนู ชนิดที่สั้นมาก ๆ ก็นำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น สำลี เป็นต้น ค่าของความยาวและความเหนียวที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาอย่างกว้าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าความยาวและความเหนียวต่อน้ำหนักของเส้นใยฝ้าย

เบอร์ด้าย	10	20	30	40และ45
ความยาว	$^{15}/_{16} - 1^{1}/_{2}$	$^{15}/_{16} - 1\ ^{1}/_{32}$	$1\ ^{1}/_{32} - 1\ ^{1}/_{16}$	$1\ ^{1}/_{16}$ ขึ้นไป
ความละเอียด	3.3 - 3.5	3.2 - 3.5	3.5 - 3.8	3.5 - 4.5
(ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	ประมาณ 75000	75000	76000 - 80000	80000 ขึ้นไป

ตัวอย่างในตารางที่ 5 เป็นเพียงขอบเขตกว้างๆ ซึ่งจัดตามมาตรฐานของอเมริกา ส่วนฝ้ายไทยจะใช้ค่า micronaire สูงกว่านี้เล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการปั่นด้ายเบอร์ 10 - เบอร์ 32

2.1.6 ใยจากลำต้นหรือใยจากเซลล์ท่อน้ำ

ใยจากเซลล์ท่อน้ำได้มาจากลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ตอนส่วน Fibrovascular bundle หรือ Phloem ที่อยู่รอบๆ เนื้อไม้อยู่ถัดเข้าไปจากเปลือก เซลล์ของใยต่อซ้อนกันเหมือนกับข้อของสนต่อเป็นเส้นยาว มีวัตถุคล้ายขี้ผึ้งหรือยางยึดเส้นใยให้ติดกันเป็นหมู่ ทำให้ต้นพืชแข็งแรงตั้งตัวตรงอยู่ได้ เมื่อจะใช้เป็นเส้นใย ต้องแยกใยออกเป็นเส้นเดียวเล็กๆก่อน

ใยจากลำต้นที่สำคัญมี แฟลกซ์ รามี ปอ ป่าน นอกจากนี้ก็ยังมีใยที่นิยมใช้กันอยู่บางประเทศ ไม่เป็นที่แพร่หลายทั่วไป เป็นต้นว่า Sunn , Kenaf , Urena และ Nettle

ใยแฟลกซ์ (Flax)

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนดไว้ในมาตรฐานอุตสาหกรรมสิ่งทอหลายฉบับแห่งเรียกใยที่ได้จากต้นแฟลกซ์ว่า ใยแฟลกซ์ และด้ายใยแฟลกซ์ ส่วนผ้านั้นยังคงเป็นผ้าลินิน ดังนั้นสมควรจะเรียกเสียใหม่ให้ถูกต้องตามที่อุตสาหกรรมทั่วไปใช้กัน ใยแฟลกซ์ค้นพบและใช้กันเมื่อใดไม่มีหลักฐานแน่ชัด เข้าใจว่าต้องเริ่มใช้ที่ภาคตะวันออกก่อน ผ้าห่อมัมมี่ของอียิปต์ทำด้วยผ้าลินิน ในคัมภีร์ของคริสต์ศาสนากล่าวถึงการใช้แฟลกซ์ตั้งแต่สมัยหินที่ 2 ผ้าลินินที่พบใน Swiss Lake Dwelling แสดงว่าชาว Neolithic มีทักษะในการปลูกและทอผ้าลินินตั้งแต่เมื่อประมาณ

Copyright by Mahidol University

3000 กว่าปีมาแล้ว ผลผลิตใยแฟลกซ์ในยุโรปได้เจริญถึงขีดสุดแล้วค่อยๆเสื่อมลง ไปรุ่งเรืองในอียิปต์ จนกระทั่งประเทศอียิปต์ได้สมญาว่า ดินแดนแห่งลินิน

ประมาณพุทธศตวรรษที่ 10 ต้นแฟลกซ์นิยมปลูกกันทั่วทิศเหนือของฝรั่งเศส เยอรมนี ไอร์แลนด์ และเบลเยี่ยม ต่อมาแพร่เข้าไปในรัสเซีย พ.ศ. 2228 ประเทศไอร์แลนด์กลายเป็นศูนย์กลางของการตกแต่งผ้าลินิน เพราะหมู่ชน Huguenot ผู้มีทักษะในการผลิตผ้าลินินหลบหนีจากการฆ่าฟันกันเองไปตั้งรกรากอยู่

ปัจจุบันใยแฟลกซ์ผลิตจากประเทศรัสเซียมากที่สุด เยอรมนีและประเทศในกลุ่มทะเลบอลติก อาร์เจนตินา รองลงมาตามลำดับ สหรัฐอเมริกา และแคนนาดานิยมปลูกเพื่อเอาเมล็ดทำน้ำมันมากกว่าใช้ใย

การปลูกและเก็บเกี่ยว แฟลกซ์ชอบพื้นดินอุดม มีอากาศชื้นและเย็น ต้องเอาใจใส่มากเป็นโรคง่าย การเตรียมดินต้องไถดินให้ลึก เพราะรากต้นแฟลกซ์หยั่งลงดินลึกกว่าต้นพืชชนิดอื่นที่ขนาดเดียวกัน ควรย้ายแปลงปลูกทุกระยะสามถึงห้าปี เวลาปลูกโดยใช้เมล็ดหว่านให้ถี่ เพื่อให้ต้นขึ้นหนาแน่นจะได้ต้นที่มีความสูงชะลูดและต้นเล็ก มีใยยาวละเอียด

เมื่อปลูกเพื่อใช้เส้นใยจะเลือกพันธุ์ที่มีดอกสีฟ้า ถ้าปลูกเพื่อใช้เมล็ดจะเลือกพันธุ์ที่มีดอกสีขาว แฟลกซ์ขึ้นเป็นต้นเดียวไม่แตกกิ่งก้านสูงประมาณ 90 - 120 เซนติเมตร มีกิ่งเล็ก ๆ ที่ยอดสองถึงสามกิ่ง พอออกดอกเป็นเมล็ดต้องตัดต้นก่อนที่เมล็ดจะแก่ มิฉะนั้นเส้นใยที่ได้จะไม่นุ่มและเป็นมัน เส้นใยที่ได้จากต้นเมล็ดแก่ใช้ทำผ้าเนื้อหยาบ

การตัดต้นแฟลกซ์จะทำด้วยมือ บางแห่งจะใช้เครื่องจักร ถ้าถอนทั้งรากจะได้ใยขาวสะอาด การตัดต้นทิ้งไว้ในแปลงปลูก โคนต้นจะดูดสีจากดินทำให้มีสีขุ่น ราคาตก เมื่อถอนหรือตัดแล้วมัดเป็นมัดเล็ก ๆ ตั้งเอาโคนลงไว้ในแปลงปลูกสองถึงสามวัน ให้ใบแห้ง เคาะเอาเมล็ดและใบออกแล้วนำไปหมัก

การหมักใย (Retting) การหมักคือการทำให้เยื่อไม้เปื่อยด้วยความชื้น มีปฏิกิริยาของแบคทีเรียช่วย การหมักให้ได้ที่พอดีเป็นสำคัญ น้อยไปจะแยกใยออกยาก มากเกินไปจะทำให้เส้นใยเปื่อย

การหมักด้วยน้ำค้างเป็นวิธีโบราณ โดยการแผ่ต้นแฟลกซ์บนแปลงหญ้า เรียงโคนให้สม่ำเสมอทิ้งไว้ประมาณ 15-20 วัน ให้แบคทีเรีย ความชื้น และอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับเยื่อไม้ให้เส้นใยแยกออกจากกัน โอกาสที่จะหมักได้ดีที่สุดคือ ตอนกลางคืนมีน้ำค้าง กลางวันอากาศร้อนจัด ใยที่ได้มักมีสีดำแต่คุณภาพดี ต่อมาใช้หมักในทางน้ำไหล บ่อน้ำ แล้วเปลี่ยนเป็นถังน้ำ

Copyright by Mahidol University

เพื่อควบคุมอุณหภูมิและปริมาณแบคทีเรียให้มีเท่าที่จำเป็นใช้ เส้นใยมีคุณสมบัติดีกว่าที่หมักด้วยวิธีอื่นๆทั้งหมด วิธีหมักต้องเรียงต้นแฟลกซ์เอาทางโคนลงในถัง ต้มน้ำทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 26.6 – 32.2 องศาเซลเซียส ใส่น้ำจนกระทั่งท่วมปลาย รักษาอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ในระดับนี้ตลอดเวลา น้ำที่ใช้หมักต้องเป็นน้ำสะอาดไม่มีแร่ธาตุใด ๆ เจือปนโดยเฉพาะเหล็ก เพราะทำให้เกิดจุดด่างและเสื่อมคุณภาพได้ น้ำจะซึมเข้าไปภายในลำต้นให้พองตัวออก เยื่อหุ้มชั้นนอกจะแตกตัวให้แบคทีเรียผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับ Pectin ในเนื้อไม้เปลี่ยนให้เป็นสารละลายน้ำได้ ระยะหมักหกถึงแปดชั่วโมงสิ่งสกปรกและสีในลำต้นจะละลายออก ควรเปลี่ยนน้ำใหม่เส้นใยจะมีสีขาวสะอาดขึ้นต้องระวังมิให้เกิดการหมักเชื้อ (Fermentation) จะทำให้เกิดกรดเป็นอันตรายต่อเส้นใย ต้องควบคุมจำนวนแบคทีเรียในน้ำให้คงที่ น้ำหมักนี้ เมื่อทำให้เป็นกลางโดยปูนขาวหรือแคลเซียมคลอไรด์ ใช้เป็นปุ๋ยได้ดี

การแยกเส้นใย เมื่อหมักได้ที่แล้ว เอาต้นแฟลกซ์ขึ้นตากแดดให้แห้ง ในบางแห่งใช้อบ เก็บไว้ในห้องมิดชิด อากาศเปลี่ยนแปลงได้ไม่มากนัก นานหนึ่งเดือนหรือมากกว่า จึงนำไปทุบหรือบดด้วยเครื่องจักรให้ใยที่เกาะกันแตกออก เข้าเครื่องขูดแยกใยและเนื้อไม้ออกจากกันสางอีกครั้งหนึ่ง เอาเส้นใยสั้น ๆ ออก เส้นใยเหล่านี้พร้อมที่จะปั่นได้

การปั่นเส้นด้าย หลักการปั่นด้ายแฟลกซ์ คล้ายกับการปั่นด้ายฝ้าย ใยแฟลกซ์ต้องใช้น้ำช่วยให้เส้นใยอ่อนจึงจะตีเกลียวได้ เส้นด้ายมีขนาดสม่ำเสมอ ใยแฟลกซ์ยังมีกาว (gum) มาก ต้องฟอกออกเมื่อปั่นหรือทอเป็นผ้าแล้ว

ใยแฟลกซ์มีสีขาวเทา มีขี้ผึ้งประมาณ 1 % เป็นมันมาก ขี้ผึ้งทำให้ปั่นด้ายยาก ถ้าน้อยเกินไปเส้นใยกรอบหักง่าย ถ้ามากเกินไปก็ติดเครื่องจักร การปั่นใยแฟลกซ์ต้องมีความชื้นช่วย

ใยแฟลกซ์เหนียวกว่าใยฝ้ายถึงสามเท่า นับเป็นเส้นใยพืชที่เหนียวเป็นที่สอง ดูดซึมน้ำได้ดี ทนความชื้นและรา ผ้าลินินซักง่ายย้อมสีติดดี

ใยที่แยกได้ยาว 15 – 100 เซนติเมตร ส่วนเฉลี่ยอยู่ในระหว่าง 37 – 65 เซนติเมตร เซลล์ต่อกันเป็นข้อ ยึดรวมกันเป็นหมู่ด้วยกาว (gum) เซลล์เซลล์หนึ่งยาว 2.5 - 13.5 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 - 18 ไมครอน มีรูปทรงกรวย ผิวเรียบ ภาคตัดตามขวางเป็นรูปหลายเหลี่ยม มีลูเมนอยู่ตรงกลาง ใยอ่อนมีลูเมนใหญ่ ผนังเซลล์บาง เซลล์ตามขวางเป็นรูปรี

แฟลกซ์ทนต่อด่างและฟอกขาวได้น้อยกว่าฝ้าย ผ้าลินินส่วนมากจึงฟอกขาวแต่เพียงเล็กน้อย เมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเป็นสีขาวเอง ทนแสงแดดได้ดีเหมือนฝ้าย

Copyright by Mahidol University

การตกแต่งผ้าลินิน ใยแฟลกซ์ไม่ใคร่คงรูป ยับง่าย รอยยับเลือนหายยาก ต้องตกแต่งให้ทนยังยืดหดง่าย ต้องชุบมันให้ใยหดเสียก่อนบ้าง วิธี Sanforize ให้ใยหดจริง ๆ กำลังนิยมกันอยู่ทั่วไป ผ้าลินินที่ชุบมันแล้วดูดสีได้ดีกว่ายังไม่ไดชุบมัน ย้อมสีได้สวยกว่า คุณสมบัติการดูดสีมีน้อยกว่าฝ้าย เวลาย้อมต้องใช้สีที่มีคุณภาพดีจึงจะไม่ใคร่ตก

การทุบให้เส้นด้ายแบน (beetling) เป็นการตกแต่งทำเฉพาะเส้นใยแฟลกซ์เท่านั้น มีเครื่องจักรทุบผ้าโดยเฉพาะ ทุบนานติดต่อกัน 30-60 ชั่วโมง เส้นด้ายจะแบน ดูผ้านั้นแน่น ผิวผ้าเป็นมันมากขึ้น เรียบและดูดน้ำได้ดีขึ้น เนื้อนุ่มกว่าผ้าไม่ได้ทุบ แต่เมื่อซักบ่อย ๆ เส้นด้ายจะกลับกลมเข้ารูปเดิม การตกแต่งผ้าลินินเกือบทั้งหมดทำที่ Belfast ในประเทศไอร์แลนด์ แม้ว่าจะทอในประเทศอื่นก็ตาม จึงนิยมเรียกว่า Irish Linen คุณภาพของผ้าลินินอยู่ที่ความยาวและความละเอียดของเส้นใย คุณสมบัติของเส้นด้าย การฟอกขาวและการย้อมสี เวลาตัดเย็บผ้าลินินไม่ต้องทำให้หดก่อน เพียงแต่ใช้เตารีดไอน้ำรีดเท่านั้น ถ้านำไปแช่น้ำให้หดเวลาสวมใส่จะยืดเป็นถุง และเกิดรอยย่นตามตะเข็บ เพื่อแก้ไขปัญหาการยับและยืดหดง่าย ปัจจุบันผสมกับใยโพลิเอสเตอร์ ทำให้ทนทานยิ่งกว่าผ้าฝ้ายผสมโพลิเอสเตอร์ ได้ผ้าเนื้อดีกว่า

การเก็บรักษาผ้าลินิน ไม่ควรใช้จนกระทั่งเปื่อนมาก ทำให้ซักยาก ผ้าสีขาวควรตากแดด ถ้าต้องการฟอกขาว ควรใช้สารฟอกขาวประเภทเปอร์ออกไซด์อย่างอ่อน ไม่ควรลงแห้งเพราะใยมีลักษณะแข็งอยู่แล้ว ลงครามได้ถ้าใช้บ่อย ๆ ผ้าที่ซักเก็บไม่ควรลงครามจะทำให้เกิดจุดด่างเหลือง รีดผ้าลินินเมื่อยังชื้นอยู่ รีดทั้งสองด้าน อย่าให้มีรอยย่น รอยพับต้องเปลี่ยนบ่อย ๆ ผ้าทีนาน ๆ ใช้ครั้ง ควรม้วนกลมไม่ให้มีรอยพับ

ใยปอ (Jute)

Jute เป็นภาษาอินเดีย ทั่วโลกใช้คำนี้เรียกปอ ทำให้เชื่อว่าปอต้องใช้กันภาคตะวันออกนี้เป็นเวลานานก่อนประวัติศาสตร์ ปัจจุบันอินเดียและปากีสถานยังคงปลูกปอมากที่สุดในโลก แม้จะได้ผลที่ไม่สมบูรณ์นัก

ปอเป็นพืชล้มลุก ใช้เมล็ดหว่านให้ต้นขึ้นชะลูดตรง มีสองพันธุ์ ได้แก่ Capsularis และ Olitorius (ดังแสดงความแตกต่างของปอทั้งสองพันธุ์ในตารางที่ 6) สูง 150 – 180 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.75 – 1.90 เซนติเมตร มีใบเฉพาะที่ยอดสีเขียวไม่เข้ม ดอกเดี่ยวสีเหลืองมีห้ากลีบ Capsularis มีผลกลมเหมือนผลมะยม แต่ Olitorius มีผลยาวเหมือนฝักถั่ว

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 6 แสดงความแตกต่างระหว่างปอสองพันธุ์

ลักษณะ	Capsularis	Olitorius
ลักษณะของผล	กลมเหมือนลูกสนต่อ	ยาวเป็นฝักเหมือนถั่วแระ
สีของลำต้น	สีเขียวอ่อนจนกระทั่งสีม่วง ต้นสีเขียว มีเนื้อไม้หนากว่าต้นสีม่วง ปลูกได้ทั้งที่ราบสูงและต่ำ	สีเขียวอ่อนจนกระทั่งชมพูปนแดง ทนน้ำได้เพียงเล็กน้อย ต้องระยะใกล้ตัดจึงจะทนดี
ทนต่อน้ำ	เมื่อต้นสูง 150 เซนติเมตรขึ้นไปแล้ว ทนน้ำได้ดีสีขาว,ละเอียด ค่อนข้างสั้นกว่าอีกพันธุ์	เหลืองทองจนกระทั่งน้ำตาลเป็นมัน
ใย		เหนียว แยกออกได้ง่าย

ใช้เวลา 17 – 25 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะเวลาเดียวกับที่สมอเจริญไปได้ครึ่งหนึ่ง ขบวนการเปลี่ยนสภาพของเซลล์นี้ บางครั้งใช้เวลา 2 –3 วัน หลังดอกบานหรืออาจจะถึง 10 วันในฝ้ายบางพันธ์ เมล็ดก็มีการเจริญเติบโตเช่นเดียวกัน ประมาณว่า เพิ่มขึ้นถึง 32 เท่า ใน 20 วันแรก เซลล์อีพพิเดอร์มิสเพิ่มจำนวนขึ้นตามขนาดของเมล็ด และบางส่วนเปลี่ยนสภาพเป็นเส้นใยโดยวิธีการดังกล่าวข้างต้น

ปอเป็นใยที่สำคัญมากชนิดหนึ่ง แม้จะไม่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม แต่ใช้ทำกระสอบ ผ้าห่อเครื่องจักร ผ้าห่อของเพื่อขนส่งทอด้วยปอทั้งสิ้น ประเทศไทยใช้กระสอบปีละมาก ๆ ประกอบกับมีโรงงานผลิตกระดาษจากใยปอ ปริมาณผลผลิตปอจึงเพิ่มมากขึ้นในที่ดินปนทราย เวลาปลูกต้องไถดินร่วน หว่านเมล็ดถี่ ๆ เมื่อขึ้นแล้วไม่ต้องทำอะไรเลย จะตัดได้ภายใน 120 วัน ใช้เคียวตัดที่โคน มัดเป็นฟ่อน ๆ ทิ้งไว้ในแปลงให้ใบร่วง ควรหาฟางใบไม้คลุม มิให้แสงแดดออกซีไดซ์เส้นใย จะทำให้สีคล้ำ

การแยกใย ใช้วิธีหมักเช่นเดียวกับใยแฟลกซ์ เมื่อหมักได้ที่แล้วไม่ต้องตากให้แห้งใช้ค้อนทุบหรือขูดลอกได้เส้นใยที่มีคุณภาพดี เอาที่ลอกออกมาได้นั้นไปล้างให้หมดยางและเมือกแขวนตากในที่ร่ม

การแบ่งระดับใยปอ มิได้กำหนดเป็นมาตรฐานสากล ผู้ผลิตและผู้ขายส่งแบ่งตามใจชอบอย่างหนึ่ง กับสมาคมปอแห่งลอนดอน (London Jute Association) แบ่งไว้อีกอย่างหนึ่งระดับที่แบ่งตามสมาคมปอจะมีอักษร LJA นำหน้า

ปอแต่ละระดับแบ่งออกเป็นระดับย่อยได้อีก เป็นที่ทราบกันดีในระหว่างผู้ส่งสินค้าปอออกจำหน่ายต่างประเทศ

Copyright by Mahidol University

ปอขาว	-ระดับที่หนึ่ง
	-(Lightning)
	-(Hearts)
ปอ Tossa	-ระดับที่ 2 และที่ 3 ปนกัน
	-ระดับที่ 4
	-ระดับที่ 5
ปอ Daisee	-ระดับที่ 2
	-ระดับที่ 4
	-ระดับที่ 5

คุณสมบัติและลักษณะเฉพาะ

ใยที่ได้มาจากต้นสมบูรณ์หมักได้ที่ ล้างสะอาด จะเป็นมันเหนียวพอใช้ ยืดได้ประมาณร้อยละ 0.05 ทำให้ใช้ทอกระสอบและผ้าห่อของได้ดี ย้อมสีเข้มติดดี ฟอกขาวได้แต่ไม่ขาวบริสุทธิ์ ใยที่แยกได้จะติดกันเป็นแผ่นยึดไว้ด้วย gum ขี้ผึ้ง และ ลินินใยมีเฉพาะที่หุ้มล้อมเนื้อไม่อยู่ถัดเข้าไปจากเปลือกเท่านั้น เซลล์แต่ละเซลล์ยาว 0.15 – 0.5 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 20-25 ไมครอน ต่อกันแนบสนิทเป็นเส้นยาว แม้ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ก็เห็นได้ยากผิวใยเรียบ ผนังเซลล์หนามีลูเมนค่อนข้างใหญ่ ตรงกลางมักคอดเล็กเป็นตอน ๆ เห็นได้ชัด ตามยาวเป็นรูปทรงกรวยปลายตัดแหลม

ใยปอเป็น Ligno-cellulose เมื่อทดสอบด้วยไอโอดีนในกรดกำมะถันจะเป็นสีเหลืองใน Zine chloriodide จะเป็นสีเหลืองเช่นกัน

ใยรามี (Ramie)

รามีเป็นพืชใน Genus Boehmeria คำว่า Ramie มาจากภาษามาลายัน ครั้งแรกสหรัฐอเมริกาและประเทศยุโรปสั่งใยรามีจากประเทศจีน จึงเรียกกันว่า China grass, grass linen หรือ grass cloth มาจนกระทั่งถึงทุกวันนี้ ต้นรามีที่ใช้ใยได้เป็นพืชในตระกูล Urticceae ชนิด Urtica niva หรือ Boehmeria เป็นชนิดที่มีท้องใบสีขาว ส่วนชนิดที่มีท้องใบสีเขียวเรียกว่า Boehmeria tenacissima พันธุ์นิวาเป็นพันธุ์ที่ปลูกเพื่อใช้ใยมากที่สุด

รามีชนิด Boehmeria niva มีกิ่งก้านสาขา ลำต้นเรียว สูง 150 – 240 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.25 – 1.87 เซนติเมตร มีใบเฉพาะตอนส่วนยอด รูปหัวใจ กว้างประมาณ 5.0 – 12.5 เซนติเมตร ยาว 12.5 – 15.0 เซนติเมตร ริมหยัก โคนใบเขียวและเป็นมัน ดอกสีขาวปนเขียวออก

Copyright by Mahidol University

ตามโคนใยตอนท่ติดกับลำต้นดอกมีทั้งชนิดดอกตัวผู้อยู่ตอนส่วนยอด และดอกตัวเมียอยู่ตอนส่วนโคนเมล็ดเล็กมากประมาณ 3 – 4 ล้านเมล็ด จึงจะหนัก1ปอนด์รากมีทั้งชนิดที่เป็นรากเก็บอาหาร รากหาอาหาร และรากสืบพันธุ์

มีหลักฐานยืนยันว่า รามีใช้กันในประเทศทางภาคตะวันออกสมัยก่อนประวัติศาสตร์ ประเทศจีนมีหลักฐานบันทึกเก่าที่สุดประมาณ 2500 กว่าปีมาแล้ว ประเทศอียิปต์มีหลักฐานจากผ้าห่อมัมมี่ ซึ่งมีอายุประมาณ 5000 กว่าปี ยุโรปตอนกลางและชาวอินเดียนแดงในสหรัฐฯ รู้จักใช้ใยรามีมาก่อน ปัจจุบันญี่ปุ่นทอผ้าใยรามีผสมโพลิเอสเตอร์จำหน่ายมากที่สุด

รามีขอบขึ้นในเขตชุ่มชื้นและอบอุ่น มีอากาศในฤดูหนาวไม่ถึง 0 องศาเซลเซียสมีบางพันธุ์ที่สามารถขึ้นในเขตหนาวได้ ใช้รากเป็นพันธุ์ ชนิดที่ใต้ใบสีขาวมีราคาแพงปลูกมากที่ไต้หวันและมาเลเซีย ชนิดใต้ใบสีเขียวปลูกมากที่จีน อินเดียและได้หวันก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ใยรามีเกือบทั้งหมดมาจากจีน ปัจจุบันปลูกมากที่ฟิลิปปินส์ ประเทศอื่น ๆ ปลูกเหมือนกันแต่น้อยมาก ส่วนประเทศไทยมีปลูกบ้างที่จังหวัดลพบุรี

การปลูก วิธีปลูกต่างกันตามภูมิประเทศ ค่าแรงงานและเครื่องจักร พื้นดินต้องไถเมื่อตัดออกมาแล้วนำไปปลูกทันที ถ้าพื้นดินชุ่มชื้นดีจะมีรากงอกออกมาภายใน 10 – 15 วันสามารถตัดได้ทุก ๆ 2 – 4 เดือน ปลูกเป็นแถวห่างกันแถวละ 90 – 120 เซนติเมตร เกลี่ยดินกลบข้างบนหนา 2.5 – 5.0 เซนติเมตร กิ่งใหม่ที่เจริญดีจะยาว 180 – 240 เซนติเมตร ต้นหนึ่งจะแตกออกมาประมาณสิบกิ่ง ปีหนึ่งจะตัดได้ประมาณ 20 – 50 กิ่ง

ใยรามีคุณภาพดีเมื่อตัดขณะที่โคนต้นเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน ๆ และใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จะมีหน่อเล็ก ๆ งอกแซมขึ้นมาใหม่ ตัดใกล้พื้นดินให้มากที่สุด เพื่อให้ได้ลำต้นยาวที่สุด ต้องระวังอย่าให้ต้นอ่อนขาด โดยทั่วไปตัดด้วยมือ นอกจาในสหรัฐอเมริกาเท่านั้นที่ใช้เครื่องจักร ปริมาณผลผลิตต่อเนื้อที่แตกต่างกันตามภูมิประเทศและความสมบูรณ์ของดินตลอดจนทักษะในการปลูก และการแยกเส้นใย

การแยกใย ใยแยกออกจากต้นที่ยังสดอยู่หรือตากแห้ง จีนและอินเดียแยกใยออกด้วยมือตั้งต้นด้วยการลอกเอาเปลือกออก แล้วค่อย ๆ ลอกใยออกเป็นแผ่นบาง ๆ ด้วยมีดทื่อ ๆ หรือวัสดุอื่นที่มีคุณภาพคล้ายกัน แล้วจึงนำไปขูดเอาส่วนที่เป็นเนื้อไม้ออก

ถ้าแยกโดยเครื่องจักร นำกิ่งรามีอัดเข้าไปในเครื่องจักรพิเศษเหมือนหีบอ้อย ส่วนที่เป็นเนื้อไม้จะแตกออก มีอุปกรณ์ลักษณะเหมือนใบมีดไม่มีคม หมุนเป็นวงกลมตามลูกกลิ้งขูดเอาเนื้อไม้ออก ใยรวมกันเป็นแผ่น นำไปล้างยางออกด้วยสารเคมี แล้วล้างสารเคมีออกให้สะอาด ใยจะออกเป็นเส้น ๆ ยาว 2.5 – 25.0 เซนติเมตร มีสีขาวปนเหลือง ฟอกขาวอีกครั้งหนึ่งใยจะขาวสะอาด

Copyright by Mahidol University

ใช้เครื่องจักรปั่นใยแฟลกซ์เป็นเส้นด้าย การแยกโดยวิธีหมักแบบแฟลกซ์ไม่ได้ผลดีเหมือนใช้เครื่องจักร ใยเสียหายมาก การทดสอบลอกเส้นใยออกจากต้นรามีแห้งโดยอบไอน้ำก่อน แล้วขูดลอกเอาใยออก ปรากฏว่าลอกได้ดี ใยเสียหายน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ ทั้งหมด ใยยังเป็นมันเหมือนเดิม การฟอกเอายางออกนั้น ถ้าทำให้ถูกต้อง จะลดความแข็งกรอบของเส้นใยลงได้บ้าง ทำให้ผ้าใช้ได้ทนยิ่งขึ้น

คุณสมบัติและลักษณะเฉพาะ

โดยธรรมชาติเป็นสีขาว ไม่เปลี่ยนสีแม้จะตากแดดเป็นเวลานาน เป็นมันมากทนต่อแบคทีเรียและฟังไจ (fungi) ตลอดจนเห็ดราได้ดี ดูดน้ำดีและเร็ว สามารถดูดน้ำได้ร้อยละ 100 ภายในเวลา 10 นาที และร้อยละ 195 ภายใน 72 ชั่วโมง ดูดสีย้อมได้ดี แต่ต้องระวังให้สีกระจายตัวได้สม่ำเสมอ ซักง่าย ทนทาน

ความถ่วงจำเพาะ 1.50-1.55 เฉลี่ย 1.51

ความละเอียด 4.5 - 10.5 เดนเยอร์ เฉลี่ย 6.7 เดนเยอร์ ใยจากส่วนโคนจะใหญ่กว่าตอนกลางประมาณร้อยละ 45 - 50 ตอนกลางใหญ่กว่าตอนปลายร้อยละ 25-38 ความต้านแรงดึง (tensile strength) 35-45 หรือ 6-7 กรัมต่อเดนเยอร์ ความเหนียวเมื่อเปียกร้อยละ 140-160 ของความเหนี่ยวเมื่อแห้ง เฉลี่ยได้ร้อยละ 3-4 ด้ายรามีขนาดเดียวกันจะเหนียวกว่าด้ายฝ้ายประมาณสี่เท่า และเหนียวกว่าลินินประมาณสองเท่า

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบของรามีไม่ฟอกตากแห้ง

ส่วนประกอบ	วิเคราะห์โดย	
	ครอสและเทลเลอร์	ชาวญี่ปุ่น
เถ้า(ash)	2.05	3.15
น้ำสกัด(aqueous extract)	9.90	6.89
ไขมันและขี้ผึ้ง(fast & waxes)	0.32	0.22
เซลลูโลส(cellulose)	82.32	83.09
เปกตินและสารอื่นๆ (pectin & others)	7.51	6.96

เซลล์แต่ละเซลล์ยาว 1.25-50.0 เซ็นติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 25-75 ไมครอน เมื่อแก่จัดมีรูปทรงกรวย ตลอดความยาวใยโป่ง ๆ ขอด ๆ ทำให้ภาคตัดขวางเป็นรูปหลายเหลี่ยม ผนังเซลล์หนา ลูเมนเห็นได้ชัดเจน เซลล์อ่อนแบนเหมือนริบบิ้น จนกระทั่งโค้งเป็นวงแหวน พัน

Copyright by Mahidol University

กันเป็นเกลียวเล็กน้อย ผนังเซลล์บาง ลูเมนแบนและไม่เจริญ มีมากเฉพาะตอนโคนใย ปลายเซลล์มนไม่มีลูเมน

ใยไม่ฟอกมีเซลลูโลสสูง ใยฟอกจะมีเซลลูโลสประมาณร้อยละ 96-98 มีลิกนินอยู่เล็กน้อย หรือบางทีก็ไม่มีเลย ถ้าทดสอบด้วยไดโอดีนในกรดกำมะถันจะเป็นสีน้ำเงิน กับอนิลีนจะไม่มีสี กับคิวปราโมเนียมไฮดรอกไซด์จะพองตัวออกแต่ไม่ละลาย กับสังกะสีคลอริโอไดด์จะเป็นสีน้ำเงิน แต่กับแคลเซียมคลอริโอไดด์จะให้สีชมพูเข้ม

ใยรามีผลิตเป็นอุตสาหกรรมจริง ๆ น้อยเช่นเดียวกับใยลินิน ประเทศจีนผลิตเส้นใยมากที่สุด ประเทศญี่ปุ่นผลิตผ้าส่งจำหน่ายทั่วโลก ป่านรามียับง่าย ไม่อยู่ตัว ไม่ใคร่ยืด และกระด้างทำให้ผ้าขาดง่ายตามรอยพับ ทั้งในสหรัฐ ฯ และญี่ปุ่นได้พยายามค้นคว้าวิธีที่จะทำให้ใยรามีทนยับย้อมสีไม่ตก ไม่เป็นจุดด่าง ขณะนี้ใช้ทอปนกับฝ้าย เรยอน และโพลิเอสเตอร์ทำให้มีคุณสมบัติดีขึ้น

ความมันเหมือนไหมของใยรามีที่นักอุตสาหกรรมผ้าใฝ่ฝันที่จะนำมาใช้ให้ได้ดี คาดว่าต่อไปถ้าสามารถใช้เรซินตกแต่งให้ทนยับได้ และการแยกเส้นใยทำได้ง่ายกว่านี้ รามีคงจะเป็นใยผ้าที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง

ใยป่าน

ใยป่านเป็นใยจากลำต้นที่อ่อนกว่าใยจากลำต้นชนิดอื่น ได้มาจากพืชพันธุ์ Cannabis sativa เป็นพันธุ์ที่เรียกกันว่าป่านแท้ บางทีเรียกว่าป่านอเมริกา หรือ true hemp หรือ ป่านกัญชา ความจริงเป็นพืชพันธุ์เดียวกับกัญชาที่มีใบเป็นยาเสพติดให้โทษชนิดหนึ่ง ใบป่านจะมีขนาดเล็กกว่า ต้นกัญชาในประเทศไทยมีส่วนประกอบของยาเสพติดสูงกว่าที่ปลูกกันในประเทศอื่น และมีความหมายรวมไปถึง Indian hemp, sunn hemp แม้แต่ใยที่กระด้างแข็งอื่น ๆ จะเรียกว่าป่านเหมือนกัน เช่น ป่านศรนารายณ์ (Sisal hemp) ป่านสับปะรด เป็นต้น

มนุษย์เริ่มใช้ป่านภายหลังแฟลกซ์มาก ชาวอียิปต์และโฟนิเซียนยังไม่รู้จักใช้ป่าน เข้าใจว่าหลังยุคเหล็กนานมากจึงใช้รู้จักใช้ใยป่าน ป่านอาจเป็นพืชพันธุ์เดิมของถิ่นในแถบทะเลแคสเปียนแล้วแพร่ออกไปยังรัสเซียและไซบีเรีย ชาวจีนรู้จักใช้ใยป่านทำกระดาษ เมื่อประมาณพุทธศตวรรษที่ 4 ชาวญี่ปุ่นอ้างว่าใยป่านเป็นใยผ้าที่เก่าแก่ที่สุดของเสขาระยะใกล้ ๆ กัน ชาวโรมันใช้เชือกทำด้วยป่าน ที่ปลูกในประเทศอิตาลีได้ใยมีคุณภาพดีกว่าที่อื่น

Copyright by Mahidol University

การปลูก ป่านเป็นพืชที่แข็งแรงมาก สามารถขึ้นได้ในที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลถึง 8,000 ฟุต ต้องมีระยะอบอุ่นนานกว่าที่ต้นแฟลกซ์ต้องการ ไม่ต้องดูแลพิเศษใด ๆ ถ้าปลูกให้แน่นมากจะได้ใยดี เส้นละเอียด ประเทศรัสเซีย อินเดีย และจีนปลูกมากที่สุด

ป่านเป็นพืชล้มลุก ต้องปลูกใหม่ทุกปี เมื่อปลูกแน่นจะมีลำต้นเรียว สูง 150-480 เซ็นติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.25-1.80 เซ็นติเมตร มีใบแต่เฉพาะส่วนยอดเท่านั้น สีเขียวอ่อน ใบยาว 12.5-15.0 เซ็นติเมตร กว้าง 3.75-5.0 เซ็นติเมตร มีดอกเล็ก ๆ สีเหลืองอ่อน 5 กลีบ มีผลเล็กเมล็ดมาก ตัดต้นเมื่อใบที่โคนเริ่มเหลือง

การแยกใย แยกโดยวิธีเดียวกับการแยกลินิน มีบางชนิดปลูกได้ใยเส้นเล็ก ลักษณะภายนอกจะเหมือนกับลินินมากจนเกือบแยกไม่ออก แม้จะดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ก็ไม่สามารถจะแยกออกได้ ดังนั้นในเวลาที่ต้องการด้ายเส้นใหญ่จึงใช้ใยป่านแทน ทำให้ราคาต้นทุนต่ำลง เมื่อหมักจนได้ที่แล้วนำไปตากแดดหรืออบให้แห้ง ใช้ค้อนไม้ทุบหรือลอกใยออกด้วยมือ บางแห่งใช้เครื่องจักรแบบเดียวกับการแยกใยลินิน

ใยป่านยังไม่มีการจัดระดับ (Grade) การซื้อขายต้องตกลงกันตามตัวอย่าง ผู้ชายส่งกำหนดระดับเส้นใยของตนเอง ในสหรัฐอเมริกาแบ่งระดับตามความยาว ความสะอาด ความต้านแรงดึง และเนื้อสัมผัสของเส้นใย

คุณสมบัติและลักษณะเฉพาะ

ใยที่แยกอย่างประณีตจะมีสีนวลเป็นมันมาก ส่วนใหญ่ที่จำหน่ายมีสีเทาค่อนข้างเหลือง เหลืองปนเขียว สีน้ำตาลอ่อน เป็นเพราะพันธุ์และวิธีแยกใยไม่เหมือนกัน

ความยาวของใย 100 –200 เซนติเมตร เหนียวมาก เซลล์ แต่ละเซลล์ยาว 0.5 – 5.4 เซนติเมตร มีรูปทรงกรวย ผิวใยไม่เรียบ มีรอยต่อเซลล์เห็นได้ชัด ภาคตัดขวางเป็นรูปหลายเหลี่ยมมุมมน เส้นผ่าศูนย์กลางไม่แน่นอน มีขนาดตั้งแต่ 16 – 50 ไมครอน ผนังเซลล์หนาลูเมนใหญ่และแบนไปตามรูปเซลล์ ปลายเรียวและเล็กหายไปตอนปลายใย แช่ในสารประกอบไอโอดินในกรดกำมะถันจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเขียว ใน Zinc chloriodide จะเป็นสีฟ้าหรือสีม่วงปนเหลืองเล็กน้อย ในแอมโมเนียจะเป็นสีม่วงอ่อน

Copyright by Mahidol University

2.2 การแยกเส้นใยจากลำต้นโดยวิธีการหมัก

การหมัก (Retting) เป็นการแยกเส้นใยโดยการทำให้ต้นเปื่อย เพื่อเส้นใยหลุดออกมา สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

- หมักด้วยน้ำค้าง (Dew retting) เป็นการนำต้นมาตากน้ำค้าง ต้นจะถูกน้ำค้างและแสงแดดหมุนเวียนกันไปทุกวัน การหมักด้วยน้ำค้างเป็นวิธีธรรมชาติที่ทำให้ต้นเปื่อยและเปลือกหลุดออกมา เวลาที่ใช้ในการหมักประมาณ 4-6 สัปดาห์

- หมักในสระ (Pool retting) เป็นการหมักต้นใส่ไว้ในสระน้ำ การเจริญเติบโตของแบคทีเรียจะทาให้ต้นเปื่อยและเปลือกหลุดออกมา ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักประมาณ 2 – 4 สัปดาห์

- หมักในถัง (Tank retting) การหมักนี้คล้ายกับการหมักในสระแต่ใช้ถังขนาดใหญ่และใช้น้ำอุ่นหมักเพื่อเร่งให้เปื่อยเร็วขึ้น ใช้เวลาหมักเพียง 2-3 วัน

- หมักในลำธาร (Stream retting) นำต้นไปแช่ไว้ในลำธาร ซึ่งมีน้ำไหลช้า ๆ จะลดกลิ่นเน่าเหม็นลงได้บ้างหรือเหม็นน้อยกว่าวิธีอื่น เนื่องจากน้ำไหลผ่านอยู่เสมอการหมักวิธีนี้จะได้ใยที่มีคุณภาพดีเช่นกัน แต่ต้องใช้เวลานานเท่ากับการหมักด้วยน้ำค้าง

- หมัดด้วยน้ำยาเคมี (Chemical retting) โดยหมักในอ่างหรือถังที่มีน้ำยาผสมสารเคมี เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โซเดียมคาร์บอเนท (Na_2CO_3) หรือกรดกำมะถัน (H_2SO_4) อย่างเจือจาง การหมักด้วยวิธีนี้ใช้เวลาน้อยมาก เพียงไม่กี่ชั่วโมงแทนที่จะเป็นวันหรือสัปดาห์ แต่ต้องคอยระมัดระวังอยู่เสมอเพื่อไม่ให้เส้นใยเปื่อยเกินไป .

สำนักหอสมุด

2.3 การปั่นด้าย หรือ การผลิตเส้นด้าย

2.3.1 องค์ประกอบของเส้นใยที่มีผลต่อการปั่นด้าย

ในขบวนการปั่นด้าย เส้นใย (Fiber) เป็นวัตถุดิบที่สำคัญ ซึ่งมีอิทธิพลอย่างสูงในการกำหนดสภาวะของการปั่นด้ายไม่ว่าจะเป็นขนาดหรือเบอร์ด้าย ตลอดจนขบวนการผลิต องค์ประกอบที่สำคัญของเส้นใยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการปั่นด้ายจำแนกได้ดังนี้

1. <u>ความยาวใย (Staple length)</u>

ความยาวของเส้นใยมีผลต่อลักษณะของเส้นด้าย เช่นขนาด ,ความสม่ำเสมอ และความแข็งแรง เส้นใยยาวจะสามารถปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีขนาดเล็ก เรียบสม่ำเสมอ และมีความแข็งแรงสูงกว่า

Copyright by Mahidol University

I13386116

เส้นด้ายที่ปั่นจากเส้นใยสั้น นอกจากนั้นเส้นใยที่มีความยาวมากจะมีความละเอียดสูง (น้ำหนักต่อความยาวน้อยกว่า) และความยาวของใยจะมีความสัมพันธ์กับความเหนียวของเส้นด้ายกล่าวคือ ด้ายจะเหนียว ผ้าจะทนทานมีเนื้อเรียบถ้าผลิตจากใยยาว แต่ในกรณีของเส้นใยประดิษฐ์ (Man-made fiber) ความยาวของเส้นใยสามารถที่จะกำหนดและควบคุมได้โดยอิสระ ไม่เกี่ยวข้องกับความละเอียดเลย (แม้แต่ค่าใช้จ่ายในการผลิตก็ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก) ซึ่งในการตัดขนาดความยาวของเส้นใยประดิษฐ์นี้ ก็เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตเส้นด้าย เพื่อนำไปใช้ผสมกับเส้นใยตามธรรมชาติ หรือเส้นใยประดิษฐ์ต่างชนิดกัน นอกจากนั้นความยาวของใยยังมีผลต่อขนาดหรือเบอร์ด้าย (yarn count) ซึ่งเบอร์ด้ายในระบบของใยฝ้ายจะใช้หน่วยความยาวต่อหน่วยน้ำหนัก (Indirect System) ในการคำนวณหาเบอร์ด้าย โดยที่เบอร์ด้ายยิ่งมาก เส้นด้ายก็จะยิ่งมีขนาดเล็กลง

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเส้นใยกับขนาดของเส้นด้าย

ความยาวเส้นใย	เบอร์ด้าย (Cotton Count)
7/8 นิ้ว	20 ลงมา
1 นิ้ว	30 ลงมา
1 - 1 1/8 นิ้ว	30-36
1 1/8 - 1 1/4 นิ้ว	36-50
1 1/4 – 1 3/4 นิ้ว	50-70

2. <u>ความละเอียดของเส้นใย (Fineness)</u>

นอกจากจะถือเอาความยาวเป็นบรรทัดฐาน ในการกำหนดเป็นข้อดีสำหรับการปั่นด้ายแล้ว ความละเอียดของเส้นใยก็มีความสำคัญเท่าๆ กัน โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาถึงความไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้เพราะว่าความไม่สม่ำเสมอนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนของเส้นใยที่มีอยู่ในพื้นที่หน้าตัดของวัสดุสิ่งทอ ซึ่งถ้าในพื้นที่หน้าตัดของวัสดุสิ่งทอเหล่านั้นมีจำนวนเส้นใยมากกว่า ก็จะทำให้มีค่าความไม่สม่ำเสมอเบื้องต้น (basic irregularity) ลดน้อยลง นั่นคือสำหรับเส้นด้ายที่มีขนาดเท่ากันหรือเบอร์เดียวกัน (same count) จำนวนเส้นใยโดยเฉลี่ยในพื้นที่หน้าตัดจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของเส้นใยกล่าวโดยสรุปแล้ว ความละเอียดของเส้นใยมีประโยชน์ที่สามารถแยกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

ก. สำหรับผู้ผลิตเส้นใยประดิษฐ์

เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพของสิ่งผลิต

ข. สำหรับผู้ผลิตเส้นด้าย

Copyright by Mahidol University

- ในกรณีที่ต้องการปั่นด้ายเบอร์เดียวกัน จากเส้นใยที่มีความละเอียดและเส้นที่หยาบแล้ว จะพบว่าเส้นด้ายที่มีความสม่ำเสมอและแข็งแรงกว่านั้นจะมาจากเส้นใยที่มีความละเอียดกว่า
- เส้นใยที่มีความละเอียดกว่า จะสามารถปั่นด้ายที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นใยหยาบ

3. ความเหนียว (Fiber Strength)

เส้นใยต้องมีความเหนียวพอ เพื่อให้สามารถผ่านเครื่องจักรต่างๆ ได้ในแต่ละขั้นตอนของการปั่นด้ายหรือการผลิต ตลอดจนช่วยให้มีความคงทนต่อการนำไปใช้งาน

4. การยึดกันและการตีเกลียวของเส้นใย

ด้ายจากการปั่นนั้น การยึดตัวของเส้นใยขึ้นอยู่กับ inter-fiber friction ซึ่งเกิดขึ้นหรือเป็นผลมาจากการตีเกลียว ความสามารถในการยึดเกาะกันจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของหน้าตัดหรือโครงสร้างพื้นผิวของเส้นใยนั้นๆ ซึ่งพอจะสรุปได้ว่าเส้นใยที่มีความละเอียดและความยาวกว่าจะต้องการจำนวนเกลียวน้อยกว่า สมบัติของความสามารถในการยึดเกาะกันจะส่งผลโดยตรงและทางอ้อมต่อลักษณะของเส้นด้าย เช่นขนาดหรือเบอร์ด้าย แต่อย่างไรก็ตามความหยิก (Crimp) ของเส้นใยก็มีผลต่อการยึดตัวของเส้นใยเช่นกัน เช่นหากว่ามีความหยิกมากก็จะมีการยึดตัวของเส้นใยมากเช่นกัน

5. ความแข็งแรงต่อแรงบิด (torsion rigidity)

ความต้านทานต่อการตีเกลียว โดยสรุปพบว่า เส้นใยที่ยากต่อการบิดก็ย่อมยากที่จะปั่นเป็นเส้นด้ายได้ดี เพราะการปั่นด้ายเกี่ยวข้องกับการตีเกลียวของเส้นใย

6. ความกระด้าง (Stiffness)

ความกระด้างของเส้นใยจะมีผลต่อการปั่นโดยที่เส้นใยที่มีความกระด้างสูงก็มีความแข็งตัวสูงการอ่อนตัวของเส้นใยจะต่ำทำให้เกิดการเข้าเกลียวของเส้นด้ายต่ำทำให้การปั่นด้ายเป็นไปได้ไม่ดีเท่ากับเส้นใยที่มีความกระด้างต่ำกว่า และความกระด้างของเส้นใยจะมีผลต่อสมบัติของผืนผ้าที่จะทิ้งตัวได้ดี ตลอดจนความนุ่มนวลของผืนผ้าในด้านการสัมผัสด้วย

2.3.2 การผสมเส้นใย

การผสมเส้นใยเป็นกระบวนการนำเอาเส้นใย 2-3 ชนิด มาผสมและทำให้เข้ากันเป็นอย่างดีที่สุดของใยสั้นที่มีองค์ประกอบ ความยาว หน้าตัดหรือสีสรร และผ่านขั้นตอนต่างๆ จนกลายเป็น

Copyright by Mahidol University

เส้นด้าย ด้วยเหตุผลเพราะว่าไม่มีเส้นใยชนิดใดในโลกที่มีสมบัติครบถ้วนตามต้องการอย่างสมบูร์แบบ เส้นใยทุกชนิดมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันไป การผสมจะช่วยให้เราสามารถที่จะรวมเส้นใยต่างๆเข้าด้วยกันในลักษณะที่ลักษณะส่วนที่ดีจะได้รับการเน้น และลักษณะที่ด้อยหรือไม่ดีจะถูกควบคุมให้ปรากฏออกมาน้อยที่สุด

ปัจจุบันนี้การผสมมีความสำคัญมากขึ้นทุกที เพราะผู้บริโภคต้องการผ้าที่ทั้งสวมใส่สบาย เก็บรักษาง่าย ซักรีดสะดวกและมีความสวยงาม การกำหนดส่วนผสมของเส้นใยแต่ละชนิดเข้าด้วยกันเพื่อให้เส้นด้ายและผ้ามีสมบัติดังกล่าว เทคนิคในการผสมเส้นใยจะต้องใช้ความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และศิลปรวมกัน

1. <u>เหตุผลและวัตถุประสงค์ของการผสมเส้นใย</u>

- เป็นการพัฒนาเทคนิคการย้อมสีใหม่ ให้ได้สีสรรปรากฏเชิงซ้อนเพื่อต้องการให้ย้อมสีติดแตกต่างกัน โดยการใช้เส้นใย 2 ชนิดที่ดูดสีได้ไม่เหมือนกันผสมเข้าด้วยกันมาปั่นเป็นเส้นด้าย ทอผ้า แล้วจึงนำไปย้อมสี
- เพื่อช่วยในการปรับปรุงการปั่นด้าย การทอผ้า การตกแต่งสำเร็จในเชิงประสิทธิภาพ และความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์
- เพื่อทำให้ได้เนื้อผ้า ผิวสัมผัสและลักษณะปรากฏที่ดีกว่า เช่นเมื่อผสมใยเร-ยอนกับฝ้ายเข้าด้วยกัน จะทำให้ผ้ามีลักษณะเป็นมันและนุ่มมากกว่าเดิม
- เพื่อผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากราคาเส้นใยที่แตกต่างกัน การผสมอาจจะมีผลทำให้เส้นด้ายหรือผ้ามีราคาถูกลง โดยนำใยที่มีราคาแพงและคุณภาพดีมาผสมกับใยที่มีราคาถูกและคุณภาพด้อยกว่า ผ้าที่ผลิตได้จะมีลักษณะค่อนข้างไปทางใยที่มีคุณภาพดี
- เพื่อผลิตผ้าที่มีสมรรถภาพดีกว่าในเชิงการนำไปใช้ โดยทำให้ผ้าที่มีลักษณะที่ดีขึ้น ซึ่งจัดได้ว่าเป็นเหตุผลที่สำคัญในการผสมเส้นใย เช่นถ้าใช้โพลีเอไมล์หรือโพลีเอสเตอร์ผสมกับฝ้าย จะทำให้ผ้านั้นมีสมบัติไม่ใคร่ยับและรีดง่ายนัก

2. <u>สัดส่วนการผสม</u>

ความเหมาะสมในสัดส่วนการผสมเส้นใย จะเป็นผลมาจากการวิจัยศึกษาลักษณะเด่นด้อยของเส้นใยแต่ละชนิด คือ ถ้าต้องการให้ผ้ามีประโยชน์ใช้สอยอย่างสมบูรณ์ การผสมเส้นใย 2-3 ชนิดเข้าด้วยกัน จะให้ประโยชน์มากกว่าใช้เส้นใยชนิดเดียว แต่จำเป็นต้องทราบว่าจะผสมกันจำนวนเท่าใด

Copyright by Mahidol University

ในการวิเคราะห์ว่าผ้าใยผสมจะมีสมบัติอย่างใด อาจใช้สมมุติฐานง่ายๆ ตามที่ M.J.Caplan (อ้างตาม ธีรพงษ์ ไชยเฉลิมพงษ์,2531) ได้ทดลองไว้ดังนี้ คือใช้ใย ก.และข. สองชนิดผลิตเป็นผ้าแต่ละชนิดด้วยใยล้วน ทดลองสมบัติแล้วในคะแนนเต็ม 100 เสร็จแล้วนำใยทั้งสองชนิดมาผสมกันในอัตราส่วน 50 : 50 นำสมบัติของผ้าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน จะพบว่า สมบัติที่ดีและสูงกว่าของใยชนิดหนึ่งจะต่ำลง แต่สมบัติที่ต่ำของใยอีกชนิดหนึ่งจะสูงขึ้นเมื่อนำมาผสมกันแล้ว ผลก็คือจะได้สมบัติทั้งหมดของผ้านั้นเป็นสมบัติปานกลางเหมาะแก่การใช้สอย แต่ในทางปฏิบัติจริงเราอาจจะไม่ได้สมบัติตามที่ต้องการจากสัดส่วนการผสมที่เท่ากันเสมอไป

เพราะฉะนั้นโรงงานอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องทำการวิจัยอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสม แต่ก็เป็นการยากมากเพราะโครงสร้างของเส้นใยที่แตกต่างกันและสมบัติของผ้าที่ต้องการแตกต่างกัน นอกจากนั้นผู้ผลิตเส้นใยก็ยังต้องพยายามปรับปรุงสมบัติเส้นใยของตนให้เหมาะสมกับสมัยนิยม และยังจะต้องศึกษาวิจัยสัดส่วนการผสมที่เหมาะสมสำหรับเส้นใยของบริษัทเพื่อแนะนำเทคนิคการผสมให้กับลูกค้านำไปใช้ในการผลิต

3. <u>เทคนิคการผสมเส้นใย</u>

การผสมสามารถที่จะทำ ณ ขั้นตอนใดๆ ก่อนการปั่นด้ายก็ได้ เช่น ที่ขั้นตอนห้องผสมเส้นใย เครื่องรีดปุย และที่เครื่องโรฟวิ่ง แต่การผสมที่ขั้นตอนต้นๆ ในกระบวนการผลิตจะให้ผลดีกว่า เพราะจะสามารถผสมให้ใยปนคละกันดีมากขึ้น ในการผสมเส้นใย เส้นใยจะเคลื่อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยเคลื่อนจากรอบนอกเข้าไปอยู่กึ่งกลาง ใยละเอียดและยาวมันเคลื่อนเข้าหากึ่งกลางของเส้นด้าย และใยสั้นจะเคลื่อนออกมาสู่วงรอบนอก

- การผสมที่ห้องผสมเส้นใย

จะใช้ผสมเส้นใยชนิดเดียวกัน เช่น ฝ้ายที่ต่างพันธุ์หรือเกรดต่างกัน ถ้าผสมเส้นใยที่ต่างชนิดกันที่ห้องผสมนี้ จะมีผลต่อการปรับแต่งเครื่องจักรและการควบคุมปริมาณการตกหล่นใต้เครื่องของเส้นใย ซึ่งค่อนข้างทำได้ยาก

- การผสมที่เครื่องรีดปุย

ใช้ผสมเส้นใยที่มีสมบัติที่แตกต่างกันหรือชนิดต่างกัน เช่น ฝ้ายกับโพลีเอสเตอร์ นิยมทำให้แต่ละชนิดเป็นสายใย (sliver) ก่อน แล้วนำผสมกันที่เครื่องรีด ทำให้เส้นใยตกหล่นที่เครื่องไม่มาก

- การผสมที่เครื่องโรฟวิ่ง

จะนำเอาสายใยที่ที่ผ่านเครื่องรีดปุยให้ลดขนาดลงแล้วมาผสมกัน ดึงรีดให้เล็กลงให้เหลือขนาดเท่าที่ต้องการพร้อมทั้งตีเกลียวเล็กน้อย นิยมใช้ผสมเส้นใยที่ย้อมสีแล้ว

Copyright by Mahidol University

การผสมเส้นใยเป็นเทคนิควิธีที่ยุ่งยากและค่อนข้างแพง แต่ก็ช่วยให้สามารถนำเอาเส้นใยที่มีสมบัติเด่นแตกต่างกันมารวมเข้าด้วยกัน นั่นคือไม่เพียงแต่การผสมเพื่อให้ได้ผ้าที่ใช้งานได้ดีเท่านั้น หากยังรวมถึงความสวยงามและความนุ่มนวลด้วย

เหตุผลโดยสรุป ของการผสมเส้นใย

1. เพื่อทำให้เส้นใยนั้นๆ สามารถที่จะนำมาใช้ปั่นเป็นเส้นด้ายได้ จะต้องมีสมบัติตามที่ต้องการดังนี้คือ
   - ความยาวที่เหมาะสม
   - ความเหนียวดี
   - ความโค้งงอดี
   - ความมีสมรรถภาพในการเกาะยึดกันดี
2. ในเชิงเศรษฐศาสตร์ เส้นใยจะต้องมีสมบัติดังนี้
   - เส้นใยต้องมีราคาไม่แพงนัก
   - ผลิตออกมาจำหน่ายอย่างสม่ำเสมอ ไม่ขาดตลาด อันจะส่งผลต่อกระบวนการผลิต
   - เป็นผลิตภัณฑ์ที่หาได้ง่าย

2.3.3 ระบบการปั่นด้าย

กระบวนการปั่นด้าย คือ การนำเอาเส้นใยสั้นมารวมกันให้เป็นเส้นยาวยึดกันอยู่ได้ด้วยการบิดพันเป็นเกลียว มีความแข็งแรงคงทนต่อแรงดึงและแรงกระทบในกระบวนการทอได้

การปั่นด้ายหรือผลิตเส้นด้ายเป็นขั้นตอนหนึ่งในการผลิตผ้า ผิวสัมผัส เนื้อผ้า และการใช้ประโยชน์ของผ้านั้นขึ้นอยู่กับเส้นด้ายที่ผลิตได้เท่ากับชนิดของเส้นใยที่นำมาใช้ โดยวิธีผลิตและการตกแต่งผ้า การผลิตต้องใช้เครื่องจักรหลายชนิดทำงานติดต่อกัน

การจำแนกประเภทกระบวนการปั่นด้าย

กระบวนการปั่นด้าย เมื่อพิจารณาดูจากกระบวนการวิธีการปั่นด้ายแล้ว สามารถแบ่งออกได้ 2 วิธี คือ (ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมพงษ์, 2531)

1. กระบวนการปั่นเชิงกล (Mechanical spinning)

   ใช้สำหรับปั่นเส้นใยสั้น มีเครื่องจักรหลายแบบหลายขั้นตอนติดต่อกัน

2. กระบวนการปั่นทางเคมี (Chemical spinning)

Copyright by Mahidol University

ใช้เฉพาะกันเส้นใยสังเคราะห์ โดยการกดเส้นใยสังเคราะห์ผ่านแว่นกดเส้นใยออกมาตามรูปร่างและขนาดของรูตามที่ต้องการ

ระบบการปั่นด้ายใยสั้น

กระบวนการปั่นด้ายจะมีความแตกต่างกันอยู่บ้างในการปั่นด้ายจากเส้นใยสั้นกับเส้นใยยาว แต่ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะระบบการปั่นด้ายเส้นใยสั้น กระบวนการปั่นด้ายมีหลายระบบและมีผู้ผลิตอยู่หลายประเทศ และต่างก็แข็งขันกันพัฒนาขึ้นเพื่อให้ได้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพและผลผลิตสูง มีสมบัติดีกว่าเดิม ที่ใช้กันมากในปัจจุบันพอจำแนกออกได้ดังนี้ คือ

1. การปั่นระบบวงแหวน (Ring spinning)
2. การปั่นระบบปลายเปิด (Open-end spinning)
3. การปั่นระบบลม (Air jet spinning)
4. การปั่นระบบฟาสซิเอทเตด (Fasciated spinning)
5. การปั่นระบบเข้าเกลียวในตัว (Self-twist spinning)
6. การปั่นระบบไร้เกลียว (Twistless spinning)
7. การปั่นระบบด้ายเพื่อผิวสัมผัส (Texture yarn spinning)
8. การปั่นระบบพิเศษ

การปั่นด้ายใยสั้นที่นิยมใช้กันในปัจจุบันในประเทศไทยมีอยู่ 2 ระบบ คือ การปั่นด้ายระบบวงแหวนและระบบปลายเปิด เพราะฉะนั้นจึงขอแสดงรายละเอียดของระบบเพียง 2 ระบบเท่านั้น ดังนี้

<u>การปั่นด้ายระบบวงแหวน</u> (Ring spinning)

เป็นระบบการปั่นด้ายที่ใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน สามารถปั่นด้ายคุณภาพดี ปั่นเส้นด้ายได้เกือบทุกขนาด ตั้งแต่เบอร์ต่ำจนถึงเบอร์สูง ความเร็วสูง แกนปั่นสามารถหมุนด้วยความเร็วสูงถึง 15,000 รอบต่อนาที ใช้กับการปั่นด้ายฝ้ายและด้ายขนสัตว์ใยยาว

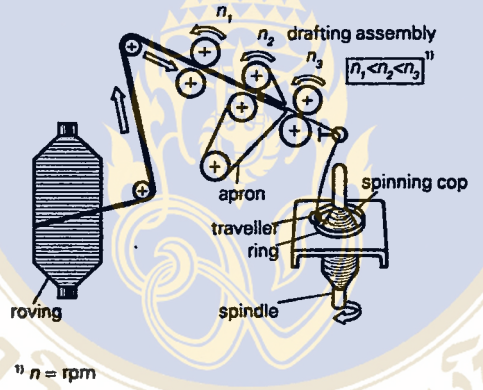
การทำงานของการปั่นระบบนี้ แสดงในรูปที่ 4 เส้นโรฟวิ่งถูกป้อนเข้าหลังเครื่องปั่น โดยเส้นโรฟวิ่งจะถูกรีดลดขนาดด้วยชุดลูกกลิ้งหลายคู่ที่เรียกว่า ระบบดราฟท์ ผ่านต่อไปยังตัวนำด้าย (thread guide) และตัวห่วง (traveller) เพื่อพันเข้าหลอดด้าย ตัวห่วงนี้จะเกาะติดไว้ที่ขอบของวงแหวน (ring) และสามารถหมุนไปได้โดยรอบตามแรงฉุดของเส้นด้ายขณะพันเข้าหลอด โดยที่แกน

Copyright by Mahidol University

หลอดจะหมุนด้วยความเร็วสูง ดังนั้นด้ายจะตัวห่วงให้หมุนไปด้วย ทำให้เกิดเกลียวในเส้นด้าย ตัวแท่นที่วงแหวนยึดติดจะเคลื่อนที่ขึ้นและลง ทำให้ด้ายพันเข้าหลอดเป็นรูปร่างอย่างมีระเบียบ

ข้อเสียของการปั่นระบบวงแหวน คือ

- ขนาดของวงแหวน (ring) เป็นตัวจำกัดขนาดของผลผลิตหรือหลอดด้าย
- การสูญเสียพลังงานและการสึกหรอสูง เนื่องจากการเสียดสีของตัวห่วงกับวงแหวน
- ผลผลิตต่ำกว่าการปั่นด้ายสมัยใหม่
- เครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำ ถ้าเปรียบเทียบกับการปั่นด้ายระบบใหม่ๆ เช่น การปั่นแบบปลายเปิดหรือแบบใช้ลม



รูปที่ 4 ระบบการปั่นด้ายแบบวงแหวน (Ring Spinning)

<u>การปั่นด้ายระบบปลายเปิด</u> (Open-end spinning)

การปั่นด้ายระบบใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้นภายหลังระบบ Ring spinning สามารถปั่นด้ายให้ผลผลิตสูงกว่าหลายเท่าตัว สิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่า แต่ด้ายที่ปั่นมีคุณสมบัติต่างกันเหมาะสมกับการใช้งานหลายประเภท การปั่นด้ายระบบนี้ทำให้สามารถลดขั้นตอนการทำโรฟวิ่งเพราะป้อนด้วยสไลเวอร์โดยตรง

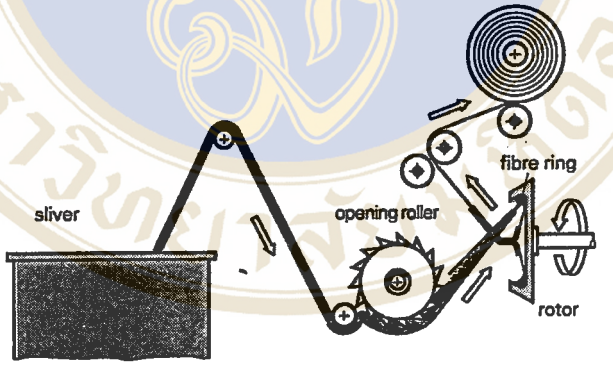
เชคโกสโลวาเกียเป็นประเทศแรกที่ผลิตเครื่องจักรปั่นด้ายแบบ OE และเริ่มใช้ในอุตสาหกรรมประมาณปี ค.ศ. 1960 หลักการทำงานของเครื่องได้แสดงดังรูปที่ 5 โดยเส้นสไลเวอร์ที่ผ่านการสางใยแล้วจะถูกป้อนเข้าหาลูกกลิ้งที่มีหนามโดยรอบหมุนด้ายความเร็วสูง ลูกกลิ้งทำหน้าที่ฉีกแยกเส้นใยออกจากกันเส้นใยอิสระนี้ จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยกระแสลมไปรวมตัวเข้าด้วยกันที่

Copyright by Mahidol University

ขอบด้านในของตัว Rotor ซึ่งทำเป็นร่องอยู่โดยรอบและต่อเชื่อมกับปลายเส้นด้าย Rotor นี้จะหมุนด้วยความเร็วสูงมากกว่า 50,000 รอบต่อนาที แรงหนีศูนย์ที่เกิดจากการหมุนทำให้เส้นใยรวมตัวเข้าด้วยกันและพร้อมกับถูกปั่นให้รวมกันเป็นเส้นด้าย เชื่อมต่อกับปลายเส้นด้ายที่ถูกปั่นแล้วก่อนหน้า ดังนั้นเมื่อกลุ่มเส้นใยเหล่านี้ถูกดึงออก เส้นใยจะบิดตัวและปั่นตีเกลียวเป็นด้ายเพราะการสัมผัสกับ Rotor ที่หมุนด้วยความเร็วสูง ด้ายจะถูกกรอเข้าหลอดขนาดใหญ่ต่อไป จากการที่เส้นใยถูกส่งเข้าหาปลายเส้นด้ายที่เปิดอยู่ (เส้นด้ายเดิม) เราจึงเรียกการปั่นด้ายระบบนี้ว่า การปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open)

กล่าวโดยสรุป ขั้นตอนต่างๆ ของการปั่นด้ายเป็นดังนี้

1. การลดขนาดขึ้นต้น (initial drafting)
2. การส่งผ่านเส้นใย (fiber transport)
3. การรวมเส้นใยเข้าด้วยกัน (fiber condensation)
4. การปั่นตีเกลียว (twist insertion)
5. การกรอด้ายเข้าหลอด



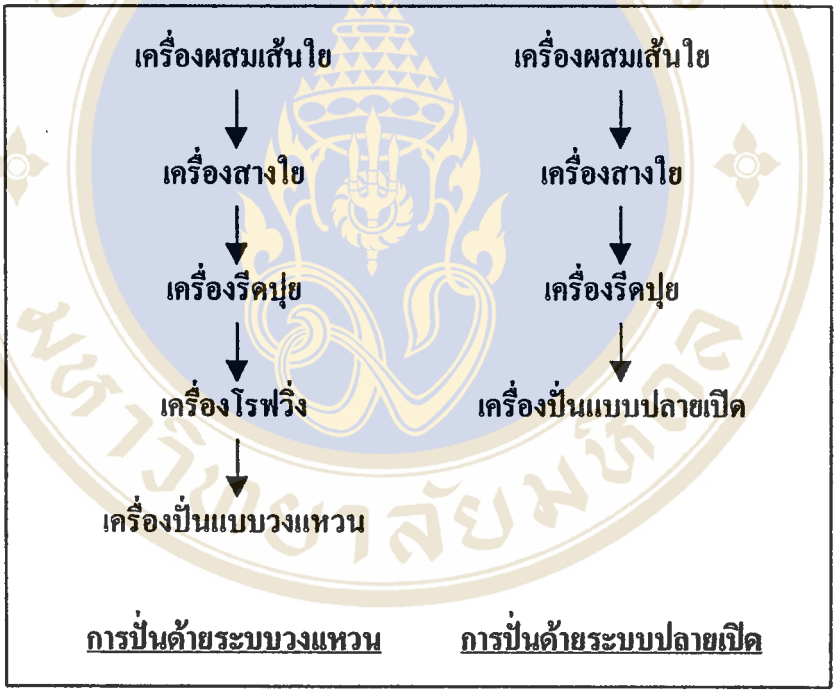
รูปที่ 5 ระบบการปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open end spinning)

ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดของการปั่นด้ายระบบนี้เปรียบเทียบกับแบบ ring spinning คือ การที่หลอดด้ายไม่ต้องถูกหมุนด้วยความเร็วสูงตามไปด้วยขณะปั่น และสามารถพันเป็นหลอดด้ายขนาดใหญ่กว่า ทำให้ประหยัดพลังงานและแรงงาน ผลผลิตจะสูงกว่า 3-5 เท่าตัว เครื่องปั่นด้ายนี้ใช้ได้เฉพาะการปั่นด้ายสางขนาดเบอร์ 10′ s 20′ s สูงสุดไม่เกินเบอร์ 30′ s เครื่องปัจจุบันสามารถปั่นด้ายความเร็วสูงมากถึง 100,000 รอบต่อนาที

Copyright by Mahidol University

ด้ายที่ปั่นจะมีลักษณะแตกต่างกันไป เส้นใยจะไม่เรียงตัวขนานกัน และที่ผิวด้ายจะมีเส้นใยพันอยู่โดยรอบ ด้ายจะมีความนุ่ม พองตัว มีความเหนียวต่ำกว่า แต่ความสม่ำเสมอของเส้นด้ายสูงกว่าด้ายปั่นจาก Ring spinning เส้นด้าย Open-end นี้ใช้ทอผ้าต่างๆ อย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับของตลาด เช่น ผลิตภัณฑ์ผ้ายีน

เมื่อเปรียบเทียบขบวนการปั่นเส้นด้ายทั้งสองระบบ คือ การปั่นด้ายระบบวงแหวน และการปั่นด้ายระบบปลายเปิด จะเห็นได้ว่าการปั่นด้านแบบวงแหวนจะมีกระบวนการที่มากกว่า ซึ่งจำเป็นต้องมีการลดขนาดของสไลเวอร์ ให้เป็นโรฟวิ่งสไลเวอร์ ก่อนถึงจะปั่นได้ ทำให้มีการใช้พลังงานที่สูงกว่า การปั่นด้ายระบบปลายเปิด



รูปที่ 6 แสดงขั้นตอนการปั่นด้ายแบบระบบวงแหวน และระบบปลายเปิด

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นหญ้าขัดและข้อมูลทางพฤกษศาสตร์

ธวัชชัย รัตนิชเวศ และศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา (2525) ได้รวบรวมชื่อของต้นหญ้าขัด นี้มากมาย ดังเช่น ต้นขัดมอญ ,ต้นไม้กวาด หรือต้นหญ้าขัดใบยาว มีชื่อวิทยาศาสตร์ Sida acuta Burm. วงศ์ Malvaceae เป็นไม้พุ่มอายุข้ามปี (perennial) ขนาดเล็ก มีกิ่งก้านสาขามาก สูง 30-100

Copyright by Mahidol University

เซนติเมตร กิ่งและลำต้นคล้ายแผ่แบนราบ ลำต้นแข็งแรงเกือบเป็นกิ่งไม้เนื้อแข็งเมื่อแก่ ลำต้นมีใยที่เหนียวมาก

ลักษณะของต้นหญ้าขัด ได้แสดงไว้ในรูปที่ 7 ซึ่งใบของต้นหญ้าขัด เป็นใบเดี่ยว ออกตามข้อๆละใบสลับกัน มีขนสั้นหรือเกือบจะไม่มีขน ใบลักษณะยาว รูปหอก ปลายแหลมเรียว ฐานใบกว้างออกเล็กน้อยแล้วมนเข้า ขอบใบมีรอยหยักเป็นซี่คล้ายฟัน ใบยาว 3-5 เซนติเมตร กว้าง 0.5-1.5 เซนติเมตร ก้านใบสั้น ยาวประมาณ 3-6 มิลลิเมตร มีหูใบ 1 คู่ หลังใบสีเขียว ท้องใบสีเขียวอ่อนกว่า

รูปที่ 7 ลักษณะของต้นหญ้าขัด

ดอก เป็นดอกเดี่ยว ออกที่ซอกใบ อาจมีหลายดอกออกจากซอกใบเดียวกัน ก้านดอกยาว 3-8 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางดอกประมาณ 1-2 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงติดกันเป็นหลอดสั้นๆปลายแยกเป็น 5 กลีบ แต่ละกลีบเป็นรูปสามเหลี่ยม กลีบดอกสีเหลืองมี 5 กลีบติดกันที่โคนยาว 6-9 มิลลิเมตรหรือมากกว่า ใหญ่กว่ากลีบเลี้ยงประมาณ 2 เท่า ปลายกลีบมีรอยหยักตื้นๆมีเกสรตัวผู้ขึ้น

Copyright by Mahidol University

มาจากเกสรตัวเมีย เกสรตัวเมียมี 1 อัน ปลายแยกออกเป็นเส้น รังไข่มีผนังกั้นแตกเป็น 8 ห้อง อยู่ในกลีบเลี้ยง

ผล (capsule) เมื่อแก่เป็นรูปจานกลมแบน เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 มิลลิเมตรมีรอยแยก 5-8 ซีก (carpel) สีน้ำตาล และจะแตกออกให้เมล็ด 1 เมล็ดต่อ 1 ซีก

เมล็ด ขนาดเล็กรูปสามเหลี่ยมหยาบๆ ยาวประมาณ 1.5 มิลลิเมตร สีน้ำตาลแดงจนถึงดำ ขยายพันธุ์โดยอาศัยเมล็ด เป็นพืชที่มีระบบรากแก้วแข็งแรง พบทั่วไปตามที่รกร้าง ในที่แห้งแล้ง

การใช้ประโยชน์ของต้นหญ้าขัดสามารถทำเป็นไม้กวาด เป็นยาสมุนไพรที่สามารถช่วยเจริญอาหาร บำรุงธาตุ ขับเหงื่อ ขับพยาธิ โรคทางเดินปัสสาวะ แก้ไข้ และแก้บิด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จินดา นัยผ่องศรี (2536) ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์จากต้นหญ้าขัดแล้วนำเส้นใยที่ได้จากการทดลองนั้นมาผลิตเป็นหัตถกรรมประเภทงานสาน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้ทดลองหากรรมวิธีต่างๆ หลายวิธีเพื่อที่จะทำการแยกเส้นใยจากต้นวัชพืช 2 ชนิด คือ ต้นหญ้าขัด และต้นข้าวต้ม โดยวิธีการผลิตเส้นใยจากต้นไม้ทั้ง 2 นั้น ได้เส้นใยที่ดี เส้นใยที่ได้จะมีคุณภาพดี นุ่ม และเหนียว โดยเฉพาะเส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัดจะมีลักษณะที่เล็กยาว ไม่ติดกันเป็นแพ มีความนุ่มนวลกว่าเส้นใยจากต้นข้าวต้ม ซึ่งวิธีการแยกเส้นใยนั้นงานวิจัยได้สรุปไว้ว่า การหมักกับน้ำเปล่า เป็นเวลา 15-20 วัน จะได้เส้นใยที่ดีเหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ธีรพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ (2535) ได้ทำการปั่นด้ายจากเศษไหมจากเปลือกรัง (Silk floss) ซึ่งการวิจัยในครั้งนั้นได้ทำการผสมเส้นใยไหมกับเส้นใยฝ้ายและเส้นใยโพลีเอสเตอร์ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้ทำการปั่นด้ายที่เป็นเส้นใยผสมระหว่างเส้นใยเศษไหมกับเส้นใยฝ้ายในอัตรส่วน 67:33 ด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open end spinning) และปั่นได้เป็นเส้นด้ายเบอร์ 26 Ne. มีความเหนียว (Tenacity) เท่ากับ 8.5 เซ็นตินิวตันต่อเท็กซ์ มีอัตราการยืดตัว (Elongation) ร้อยละ 8.10 และมีค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้าย (CV %) ร้อยละ 23.6 และเส้นด้ายสามารถนำมาทอและถักเป็นผืนผ้าได้ดี สามารถตัดเย็บเป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูปได้

ชัยยุทธ ช่างสาร และคณะผู้วิจัย (2536) ทำการศึกษาเกี่ยวกับต้นธูปฤาษี เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งได้นำเส้นใยธูปฤาษีผสมกับเส้นใยฝ้ายได้ตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึง 80 และปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด ได้เบอร์ 10 (ระบบฝ้าย) และนำด้ายนั้นได้ทำ

Copyright by Mahidol University

การฟอก ย้อม ด้วยสีไดเร็กซ์ สีรีแอคทีฟ และสีเบสิค พร้อมทั้งทำการทดสอบทั้งทางกายภาพและเคมี ซึ่งการศึกษาครั้งนั้นแสดงได้ว่าเส้นใยสามารถทางด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอได้

อัจฉราพร ไศละสูต และคณะ (2525) ได้ทำการทดลองค้นคว้าเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการที่จะแยกเส้นใยออกจากใบสับปะรดเพื่อนำเส้นใยนั้นมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งได้นำใบสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (Smooth Cyanne) ซึ่งปลูกในจังหวัดจันทบุรี ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ และเพชรบุรี ปรากฏว่าใช้เครื่องขูดเส้นใย ซึ่งดัดแปลงการทำงานจากเครื่องขูดเส้นใยป่านศรนารายณ์ ขูดเส้นใยได้ชั่วโมงละ 0.18 กิโลกรัม จากน้ำหนักใบสด 11.1 กิโลกรัม เส้นใยที่ได้ค่อนข้างกระด้าง มีส่วนประกอบที่ไม่ใช่เซลลูโลสอยู่ประมาณร้อยละ 18.5 ซึ่งนำไปขจัดส่วนนี้ออก 3 วิธีคือ วิธีหมักด้วยแบคทีเรีย วิธีหมักด้วยสารช่วยย่อย และการต้มด้วยด่าง (โซดาไฟ) และได้นำไปทำเส้นใยให้นุ่ม ประเภทแคทไอออน (Cationic Softener) ผสมน้ำมันประเภท matallic oil หรือน้ำมันซิลิโคน ให้มีสารอยู่บนเส้นใยไม่เกินร้อยละ 2 หมักไว้ 5-7 วัน แล้วนำเส้นใยไปผ่านเครื่อง Breaker หรือ Finisher card ที่ใช้ในโรงงานทอกระสอบป่าน เส้นใยอ่อนนุ่มและแยกออกเป็นเส้นเดี่ยวได้มาก เหมาะสำหรับจะทำไปปั่นเป็นเส้นด้ายโดยขบวนการปั่นด้ายฝ้าย โดยทำการตัดเส้นใยยาว 40-42 มิลลิเมตร ผสมกับเส้นใยโพลีเอสเตอร์ในอัตราส่วน 35:65 ปั่นเป็นเส้นด้ายเบอร์ 20 s มีสมบัติของเส้นด้ายมีความเหนียว 255 กรัม มีปมยาวๆ เป็นแห่งๆ แล้วนำเส้นด้ายไปทำเป็นผืนผ้าโดยการทอ และสามารถย้อมสีและตกแต่งได้เช่นเดียวกับฝ้าย

ในการศึกษาที่ผ่านมาเป็นการที่จะค้นคว้าหาเส้นใยชนิดใหม่ทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและเส้นใยที่ได้จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร ก็เป็นการเพิ่มลู่ทางในการเพิ่มรายได้ของเกษตรกร พร้อมทั้งได้เส้นใยที่มีสมบัติที่ดีเด่นซึ่งมีอยู่ในเส้นใยแต่ละชนิดนั้นด้วยเช่นกัน ซึ่งในการทดลองมีการใช้กระบวนการทั้งในการแยกเส้นใย การปั่นด้าย และได้มีการทดสอบถึงสมบัติทั้งการกายภาพและเคมีในการที่จะทราบถึงสมบัติในประเด็นต่างๆ เพื่อที่จะอธิปรายผลที่ได้นั้นมาหาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์เส้นใยนั้นๆ ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ทั้งหมดทำให้ผู้ศึกษาทราบถึงวิธีที่จะนำมาเป็นแนวทางในการที่จะสามารถศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยหญ้าขัดมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอในการวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ทำการทดสอบสมบัติของเส้นใยต้นหญ้าขัด และศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

3.1 ลักษณะของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research)

3.2 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

3.2.1 ขั้นเตรียมการ

- ทบทวนวรรณกรรมและการวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง
- การออกแบบขั้นตอนการวิจัย
- เตรียมสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองนี้จะสามารถแบ่งแยกออกเป็นหัวข้อ และวิธีการวิจัย ดังนี้

Copyright by Mahidol University

1. การเตรียมต้นหญ้าขัด

ในขั้นตอนการเตรียมต้นหญ้าขัดโดยทำการจัดหาต้นหญ้าขัดในช่วงเวลาเดียวกัน มีลักษณะที่ไม่อ่อนและไม่แก่เกินไป เพราะถ้าเป็นเส้นใยอ่อนเกินไป จะมีผลทำให้เส้นใยขาดเมื่อผ่านเครื่องสางใย ส่วนเส้นใยแก่จะมีผลทำให้เส้นด้ายและผ้ากระด้าง

2. การเตรียมเส้นใยหญ้าขัด

ทำการเตรียมเส้นใยด้วยวิธีการหมักโดยนำเอามาใช้เฉพาะลำต้นตรงของต้นเท่านั้นมาแยกเส้นใย ซึ่งวิธีการแยกเส้นใยที่ได้จากการวิจัยของจินดา นัยผ่องศรี (2536) ซึ่งได้ทำการศึกษาวิธีที่

Copyright by Mahidol University

เหมาะสมในการแยกเส้นใยจากต้นหญ้าขัด การศึกษาครั้งนั้นได้ผลสรุปไว้ว่า การแยกเส้นใยหญ้าขัดด้วยวิธีการหมักน้ำเป็นเวลา 15-20 วัน เป็นการแยกเส้นใยที่ได้เส้นใยที่มีคุณภาพเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุด เพราะฉะนั้นแล้วการแยกเส้นใยที่จะนำมาทำการวิจัยเพื่อศึกษาความเป็นไปได้เพื่อนำเส้นใยต้นหญ้าขัดมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมสิ่งทอในครั้งนี้ จะผลิตเส้นใยโดยการหมักกับน้ำเป็นเวลา 15 วัน แล้วนำมาแยกเส้นใย และทำความสะอาดเส้นใยที่ได้เพื่อที่จะให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับกระบวนการผลิตขั้นต่อไป

ลอกเส้นใยออกจากส่วนที่เป็นแกนของต้นหญ้าขัด แล้วนำเส้นใยหญ้าขัดที่ผ่านการหมักนั้นทำการตัดเส้นใยให้ได้เส้นใยให้มีความยาวของเส้นใยเท่ากับ 38 มิลลิเมตร เพราะในการปั่นด้ายด้วยเครื่อง Open-end spinning นั้นสามารถใช้ได้กับความยาวสูงสุดของเส้นใยเท่ากับ 38 มิลลิเมตร และให้มีความยาวใกล้เคียงกับเส้นใยฝ้ายที่นำมาผสม

นอกจากนั้นแล้วนำน้ำที่เหลือจากการหมักมาตรวจคุณภาพน้ำเพื่อตรวจสอบว่าน้ำที่เหลือจากการหมักนั้นมีคุณลักษณะอย่างไร และเพื่อประเมินการนำน้ำนั้นไปใช้ประโยชน์ต่อไป

- การทดสอบเพื่อหาปริมาณเส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัด

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักต้นหญ้าขัดที่ตัดยอดอ่อนและใบทิ้งแล้วจำนวน 10 ต้น บันทึกผล
2. ทำการหมักเส้นใยด้วยน้ำในบิกเกอร์ โดยหมักบิกเกอร์ละ 1 ต้นเป็นเวลา 15 วัน
3. เมื่อครบกำหนดนำต้นหญ้าขัดมาลอกเส้นใยที่ผิวต้นหญ้าขัดออก นำมาล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก
4. คำนวณหาปริมาณเส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัด จากสมการที่ 3.1

$$\text{ปริมาณเส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัด(ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใยหญ้าขัด} \times 100}{\text{น้ำหนักต้นหญ้าขัด}} \quad \ldots\ldots\ldots(3.1)$$

Copyright by Mahidol University

3. การทดสอบเส้นใยหญ้าขัด

- การทดสอบหาความยาวของเส้นใยหญ้าขัด

วิธีการทดสอบ

เนื่องจากเส้นใยต้นหญ้าขัดเป็นเส้นใยท่อน้ำ ซึ่งมีความยาวเท่ากับความยาวของลำต้นของต้นหญ้าขัด ทำให้ทดสอบหาความยาวของเส้นใยโดยทำการสุ่มตัวอย่างต้นหญ้าขัด แล้ววัดความยาวของต้นหญ้าขัด เป็นจำนวน 10 ตัวอย่าง นำหาค่าเฉลี่ยของความยาว บันทึกผล

- การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเส้นใยหญ้าขัดทั้ง Moisture Regain และ Moisture Content

วิธีการทดสอบ

การทดสอบหาความสามารถในการดูดความชื้นของเส้นใย มีวิธีการทดสอบดังนี้

1. นำเส้นใยตัวอย่างไปวางในห้องที่มีสภาวะมาตรฐาน (Standard Condition) คือมีอุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 50 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. นำไปชั่งน้ำหนัก
3. นำไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง
4. นำเส้นใยที่อบแล้วไปชั่งน้ำหนัก
5. นำเส้นใยไปอบต่ออีก 30 นาที
6. นำเส้นใยที่อบได้นี้มาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ถ้าน้ำหนักที่ได้มีค่าเท่ากับการชั่งในข้อ 4 ก็เป็นอันว่าใช้ได้ ถ้าน้ำหนักยังลดลงได้อีกต้องทำการอบต่อจนกว่าน้ำหนักของเส้นใยจะคงที่
7. คำนวณหาค่าร้อยละ Moisture Regain และ Moisture Content จากสูตร

$$\text{Moisture Regain (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักหลังอบ}} \times 100 \quad \text{.....(3.2)}$$

$$\text{Moisture Content (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100 \quad \text{.....(3.3)}$$

หมายเหตุ : การทดสอบใช้ตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) วิธีทดสอบสิ่งทอ มอก. 121 เล่ม 15-2521 .

Copyright by Mahidol University

- ความแข็งแรงของเส้นใยหญ้าขัด

เครื่องทดสอบที่ใช้คือ Tensile Strength Tester ของ Instron รุ่น 5569 ดังรูปที่ 8

วิธีการทดสอบ

1. นำเส้นใยหญ้าขัดมาหวีให้เรียงตัวกันดี
2. นำเส้นใยนำมารวมเป็นกลุ่มเรียงตัวกันดี มาจับที่ตัวหนีบจับเส้นใย ให้ระยะห่าง 1 นิ้ว
3. เปิดเครื่องทดสอบ
4. อ่านค่าความแข็งแรงที่ได้จากเครื่องทดสอบ
5. ตัดเส้นใยที่ทดสอบที่ช่วงระยะ 1 นิ้ว นำไปชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

หมายเหตุ : ใช้วิธี Bundle Strength

รูปที่ 8 เครื่องทดสอบ Tensile Strength Tester ของ Instron รุ่น 5569

Copyright by Mahidol University

- ลักษณะทางกายภาพของเส้นใยหญ้าขัดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

กล้องที่ใช้คือกล้องจุลทัศน์ (Micoscope) Nikon Labophot – Pol FX35 แสดงดังรูป 9

วิธีทดสอบ

1. ลักษณะตามยาว

1.1 วางเส้นใยหญ้าขัดลงบนแผ่นสไลด์ ปิดทับด้วยแผ่นแก้วสำหรับปิดแล้วดูด้วยกล้องจุลทัศน์

1.2 สังเกตเส้นใยตลอดความยาว ทำการถ่ายรูป

2. ลักษณะภาพตัดขวาง

2.1 ร้อยเส้นใยหญ้าขัดเข้าในรูของแผ่นเพลทให้แน่น

2.2 ใช้ใบมีดตัดเส้นใยที่โผล่ทั้งสองด้านแล้วดูด้วยกล้องจุลทัศน์ ทำการถ่ายรูป

รูปที่ 9 กล้องจุลทัศน์ (Microscope) Nikon Labophot – Pol FX35

Copyright by Mahidol University

- การทดสอบคุณสมบัติในการละลายของเส้นใยหญ้าขัดกับสารเคมีชนิดต่างๆ

วิธีการทดสอบ

1. เตรียมสารเคมีที่ใช้เป็นตัวทำละลายเส้นใยดังนี้

1.1 กรดอะซิติก ชนิดเกลเชียล

1.2 อะซิโตน ขั้นรีเอเจนต์

1.3 โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่สามารถให้คลอรีนในการฟอกขาว (available chlorine) ร้อยละ 5

1.4 กรดไฮโดรครอริก ความเข้มข้นร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

1.5 กรดฟอมิกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 85 ของน้ำหนัก

1.6 1,4 - ไดเอธิลีนไดออกไซด์ (หรือเรียกว่า 1,4 – ไดออกเซน)

1.7 1,3 – ไดเมธิลเบนซีน (หรือเรียกว่า เมตาไซลีน)

1.8 เอ็น , เอ็น – ไดเมธิลฟอร์มามีด

1.9 สารละลายกรดซัลฟูริค ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 59.5 ± 0.25 ของน้ำหนัก หรือมีความหนาแน่น 1.4929 ± 0.0027 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 20 °C เตรียมโดยเทกรดซัลฟูริคเข้มข้นจำนวน 61 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในน้ำ 39 ลูกบาศก์เซนติเมตรขณะที่เตรียมนั้นความร้อนจะเกิดขึ้นมาก ดังนั้นก่อนเติมกรด ควรแช่ภาชนะที่ใส่น้ำไว้ในอ่างน้ำเย็นเมื่อสารละลายเย็นลงถึง 20 °C แล้ววัดและปรับค่าความหนาแน่นให้ได้ตามที่ต้องการ

1.10 สารละลายกรดซัลฟูริก ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 ± 1 ของน้ำหนักหรือมีความหนาแน่น 1.6105 ± 0.0116 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 20 °C แล้วเตรียมโดยเทกรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 71 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในน้ำ 29 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 1.9

1.11 เมตตาครีซอล (หรือเรียกว่า 3 – เมธิลฟีนอล) ขั้นรีเอเจนต์

1.12 กรดไนตริค ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 63.5 ± 2.0 ของน้ำหนัก

2. การทดสอบโดยการละลาย

2.1 ถ้าทดสอบที่อุณหภูมิห้อง ให้วางเส้นใยจำนวนจำนวนหนึ่งลงบนกระจกนาฬิกาหรือในหลอดแก้วทดลองหรือบิกเกอร์ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้วเทตัวทำละลายแต่ละชนิดตามตารางที่ 8 ลงไปให้ท่วมตัวอย่าง ใช้ตัวทำละลายประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเส้นใย 10 มิลลิกรัม

Copyright by Mahidol University

2.2 ถ้าทดสอบที่จุดเดือดของตัวทำละลาย ให้ต้มตัวทำละลายให้เดือดโดยตั้งบนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นเหล็กในตู้ดวัน ปรับอุณหภูมิให้ตัวทำละลายเดือดช้าๆ และระวังอย่าให้แห้ง หย่อนตัวอย่างเส้นใยลงในตัวทำละลายที่กำลังเดือด

2.3 ถ้าทดสอบที่อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง ให้ต้มน้ำในบิกเกอร์บนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นเหล็กควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้ได้ตามที่ต้องการ ใส่ตัวอย่างเส้นใยและตัวทำละลายในหลอดแก้วทดลอง แล้วจุ่มหลอดแก้วทดลองลงในบิกเกอร์

2.4 สังเกตดูว่าเส้นใยละลายหมด อ่อนตัวลง หรือไม่ละลาย แล้วบันทึกผล เพื่อเปรียบเทียบกับสมบัติในการละลายของเส้นใย

ตารางที่ 8 สารเคมีและสภาวะที่ใช้ในการทดสอบเส้นใยหญ้าขัด

	กรดอะซิติค ชนิดเกลเชียล	อะซิโตน	โซเดียมไฮโปคลอไรท์	กรดไฮโดรคลอริก	กรดฟอมิค	1-4 ไดเอทิลีนไดออกไซด์	3 – เมทิลฟีนอล	1 – 3 ไดเมทิลเบนซีน	เอ็น–เอ็นไดเมทิลฟอร์มาไมด์	กรดซัลฟูริก	กรดซัลฟูริก	กรดไนตริค	กรดไนตริค
ความเข้มข้น (%)	100	100	5	20	85	100	100	100	95.5	70	59.5	63.5	63.5
อุณหภูมิ (°C)	20	20	20	20	20	101	139	90	20	38	20	100	25
เวลา (นาที)	5	5	20	10	5	5	5	10	20	20	5	5	5

หมายเหตุ : การทดสอบใช้ตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) , วิธีทดสอบสิ่งทอ มอก. 121 เล่ม 15 - 2518

- การทดสอบการเผาไหม้ของเส้นใยหญ้าขัด

วิธีการทดสอบ

1. ใช้ปากคีบจับเส้นใยหญ้าขัดมาจำนวนหนึ่ง แล้วนำไปจ่อข้างเปลวไฟ ให้สังเกตว่าเส้นใยหลอมตัวจากเปลวไฟหรือไม่

2. เลื่อนเส้นใยเข้าไปในเปลวไฟ สังเกตดูว่าเส้นใยไหม้ไฟหรือไม่ เมื่อเส้นใยติดไฟดีแล้วค่อยๆนำออกมาจากเปลวไฟ แล้วสังเกตดูว่าเส้นใยคงไหม้ไฟต่อไปอีกหรือไม่

3. ถ้าเส้นใยยังไหม้ไฟอยู่ให้เป่าไฟให้ดับ ดมกลิ่น แล้วตรวจดูสี ควัน และดูลักษณะของเถ้าที่เหลือ

Copyright by Mahidol University

- การทดสอบในการย้อมสี (Staining Test)

การเตรียมสารเคมีในการทดสอบ

1. ซิงก์คลอไรไอโอไดด์

เตรียมโดยละลายซิงค์คลอไรด์ 20 กรัม ในน้ำ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมสารละลายของโปตัสเซียมไอโอไดด์ 2.1 กรัมและไอโอดีน 0.1 กรัม ในน้ำ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังจากนั้นเติมไอโอดีนหนึ่งเกล็ด

2. แอซิด 1,3,5 เบนซีนไตรนอล (หรือเรียกว่า ฟลอโรกลูซินอล) เตรียมโดยละลาย 1,3,5 เบนซินโตรออล 2 กรัมในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น

วิธีการทดสอบ

1. วางเส้นใยหญ้าขัดจำนวนหนึ่งลงบนแผ่นสไลด์ หยดซิงค์คลอไรไอโอไดด์ลงไปหนึ่งหยด แล้วปิดด้วยแผ่นแก้วโดยไม่ให้มีฟองอากาศ ตรวจดูการติดสีด้วยกล้องจุลทรรศน์

2. วางเส้นใยหญ้าขัด 2 ถึง 3 เส้นบนแผ่นสไลด์หยดแอซิด 1,3,5 เบนซินไตรนอลลงไปหนึ่งหยด ตรวจดูการติดสีด้วยกล้องจุลทรรศน์

4. การทำเส้นใยหญ้าขัดให้นุ่ม

- การเลือกชนิดของสารทำนุ่ม (Softener) ในการทำให้เส้นใยหญ้าขัดนุ่ม

เพื่อศึกษาว่าสารทำนุ่ม ชนิดใดที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำให้เส้นใยหญ้าขัดมีความนุ่มมากที่สุด

วิธีการทดลอง ใช้เส้นใยหญ้าขัดที่ผ่านการสางแล้ว 1 ครั้ง น้ำหนัก 5 กรัม

- ใช้ L:R = 1 : 30 เพราะฉะนั้นต้องใช้สารละลายทั้งหมด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ใช้ความเข้มข้นของ Softener = 5 กรัม / ลิตร

เพราะฉะนั้นต้องใช้ Softener = 3 กรัม

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 9 แสดงรายละเอียดการทำให้เส้นใยหญ้าขัดนุ่มด้วยสาร Softener ชนิดต่าง ๆ

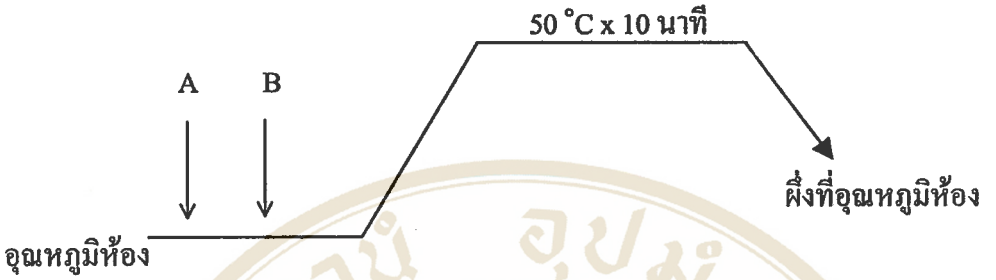
การทดลองเลือกสาร Softener	รายละเอียด
การทดลองที่ 1 ใช้สาร Bicron L – 15 (Cationic Softener)	- นำเส้นใยหญ้าขัดที่ผ่านการสางแล้ว 1 ครั้ง มาชั่งน้ำหนัก 5 กรัม - ชั่งสาร Bicron L – 15 หนัก 3 กรัม ใส่ในบิกเกอร์ - ใส่น้ำลงในบิกเกอร์ให้ครบ 150 ลบ.ซม. คนด้วยแท่งแก้วให้เข้ากัน - นำเส้นใยที่ชั่งไว้ 5 กรัม ใส่ในบิกเกอร์ - นำไปต้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที - ครบ 10 นาทีนำเส้นใยหญ้าขัดออกให้เส้นใยเสด็จน้ำ - ผึ่งเส้นใยให้แห้ง - เก็บตัวอย่างและบันทึกผล
การทดลองที่ 2 ใช้สาร Silicolen AN – 1030 (Nonionic Softener)	- ทำการทดลองโดยมีขั้นตอนเหมือนกับการทดลองที่ 1 แต่ใช้สาร Silicolen AN – 1030 (non ionic softener) เป็น softener - เก็บตัวอย่างและบันทึกผล
การทดลองที่ 3 ใช้สาร Royal soft A – 60 (Anionic Softener)	- ทำการทดลองโดยมีขั้นตอนเหมือนขั้นตอนที่ 1 และ 2 แต่ใช้สาร Royal soft A – 60 (An ionic softener) เป็น softener - ทำการทดลองโดยมีขั้นตอนเหมือนขั้นตอนที่ 1 และ 2 แต่ใช้สาร Royal soft A – 60 (An ionic softener) เป็น softener - เก็บตัวอย่างและบันทึกผล

หมายเหตุ : สารเคมีที่ใช้ทั้ง 3 เป็นชื่อทางการค้าของบริษัท Ipposha Oil Industires Co,Ltd.

: L : R หมายถึง อัตราส่วนของน้ำหนักวัสดุสิ่งทอต่อปริมาณน้ำที่ใช้

Copyright by Mahidol University

กระบวนการการทำเส้นใยให้นุ่ม



A = สารทำนุ่ม (Softener)

B = เส้นใยหญ้าขัด

- การเลือกความเข้มข้นของสารทำนุ่ม (Softener)

เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทำ Softener เส้นใยหญ้าขัด

วิธีการทดลอง ใช้เส้นใยหญ้าขัดที่ผ่านการสางแล้ว 1 ครั้ง น้ำหนัก 5 กรัม

- ใช้ L : R = 1 : 30 เพราะฉะนั้นต้องใช้สารละลายทั้งหมด 150 ลบ.ซม.
- ถ้าใช้ความเข้มข้นของ Softener = 3 กรัม / ลิตร
  เพราะฉะนั้นต้องใช้ Softener = 1.8 กรัม/ลิตร
  เติมน้ำให้ครบ 150 ลบ.ซม.
- ถ้าใช้ความเข้มข้นของ Softener = 5 กรัม / ลิตร
  เพราะฉะนั้นต้องใช้ Softener = 3 กรัม / ลิตร
  เติมน้ำให้ครบ 150 ลบ.ซม.
- ถ้าใช้ความเข้มข้นของ Softener = 7 กรัม / ลิตร
  เพราะฉะนั้นต้องใช้ Softener = 4.2 กรัม / ลิตร
  เติมน้ำให้ครบ 150 ลบ.ซม.
- ถ้าใช้ความเข้มข้นของ Softener = 9 กรัม / ลิตร
  เพราะฉะนั้นต้องใช้ Softener = 5.4 กรัม / ลิตร
  เติมน้ำให้ครบ 150 ลบ.ซม.

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 10 แสดงรายละเอียดการทำ Softener ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

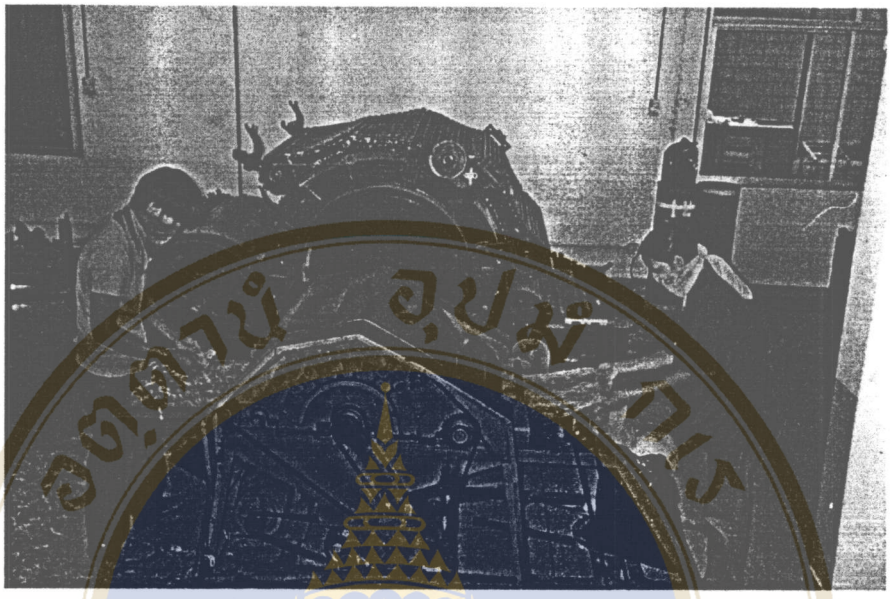
ความเข้มข้นของสาร Softener	รายละเอียด
การทดลองที่ 1 ความเข้มข้นของสาร Softener 3 กรัม / ลิตร	- ชั่งสาร Softener 1.8 กรัม ใส่ในบิกเกอร์ แล้วเติมน้ำจนครบ 150 cc คนให้เข้ากัน - ใส่เส้นใยที่ผ่านการสางแล้ว 1 ครั้ง - นำไปต้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที - นำเส้นใยออกจากบิกเกอร์บีบพอหมาด - ทำให้แห้งในที่ร่ม - เก็บตัวอย่างและบันทึกผล
การทดลองที่ 2 ความเข้มข้นของสาร Softener 5 กรัม / ลิตร	- ทำการทดลองโดยมีขั้นตอนเหมือนการทดลองที่ 1 แต่ใช้สาร Softener 3.0 กรัม - เก็บตัวอย่างและบันทึกผล
การทดลองที่ 3 ความเข้มข้นของสาร Softener 7 กรัม / ลิตร	- ทำการทดลองโดยมีขั้นตอนเหมือนการทดลองที่ 1 แต่ใช้สาร Softener 4.2 กรัม - เก็บตัวอย่างและบันทึกผล
การทดลองที่ 4 ความเข้มข้นของสาร Softener 9 กรัม / ลิตร	- ทำการทดลองโดยมีขั้นตอนเหมือนการทดลองที่ 1 แต่ใช้สาร Softener 5.4 กรัม - เก็บตัวอย่างและบันทึกผล

5. การทำให้เส้นใยหญ้าขัดแตกตัว

เพื่อศึกษาการทำให้เส้นใยหญ้าขัดแตกตัวมากที่สุด เพราะเส้นใยที่ได้จากกระบวนการเตรียมและการทำนุ่ม เส้นใยหญ้าขัดจะมีลักษณะที่เป็นแผ่น การแยกตัวของเส้นใยไม่ดีพอ ซึ่งไม่เหมาะในการผ่านกระบวนการทำเป็นสไลเวอร์และการปั่นด้าย

โดยใช้เครื่อง Roller card ขนาดทดลอง ดังรูปที่ 10

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 10 เครื่อง Roller card .

วิธีการทดลอง

การทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำให้เส้นใยหญ้าขัดแตกตัวจะทำโดยการนำผลที่ได้จากการหาผลจากสารทำนุ่มและการผ่านเครื่อง Roller card ดังแสดงวิธีการทดลองในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ขั้นตอนการทดลองการแยกเส้นใยหญ้าขัดให้แตกตัว

การทดลอง	รายละเอียด
การทดลองที่ 1	1. นำเส้นใยหญ้าขัดที่ตัดแล้ว ป้อนเข้าเครื่อง Roller card 1 ครั้ง 2. ทำ Softening ด้วยสาร Bicron L – 15 [cationic] ความเข้มข้น 7 กรัม / ลิตร 3. ป้อนเส้นใยเข้าเครื่อง Roller card อีก 1 ครั้ง
การทดลองที่ 2	1. นำเส้นใยหญ้าขัดที่ตัดแล้วป้อนเข้าเครื่อง Roller card 2 ครั้ง 2. ทำเหมือนข้อ 2 และ 3 ในการทดลองที่ 1

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 11 ขั้นตอนการทดลองการแยกเส้นใยหญ้าขัดให้แตกตัว (ต่อ)

การทดลอง	รายละเอียด
การทดลองที่ 3	1. นำเส้นใยหญ้าขัดที่ตัดแล้วป้อนเข้าเครื่อง Roller card 3 ครั้ง 2. ทำเหมือนข้อ 2 และ 3 ในการทดลองที่ 1
การทดลองที่ 4	1. ทำเหมือนข้อ 1 และ 2 ในการทดลองที่ 1 2. ป้อนเส้นใยเข้าเครื่อง Roller card อีก 2 ครั้ง
การทดลองที่ 5	1. ทำเหมือนข้อ 1 และ 2 ในการทดลองที่ 1 2. ป้อนเส้นใยเข้าเครื่อง Roller card อีก 3 ครั้ง
การทดลองที่ 6	1. ทำเหมือนข้อ 1 และ 2 ในการทดลองที่ 1 2. ป้อนเส้นใยเข้าเครื่อง Roller card อีก 4 ครั้ง

เมื่อทำการทดลองที่ 1 ถึง 6 เสร็จแล้วนำเส้นใยที่ได้มาส่องดูด้วยกล้องจุลทัศน์ Microscope Nikon Labophot – Pol FX35 กำลังขยาย 10 เท่า ส่องดูภาคตัดขวาง (cross-section) ของเส้นใย เพื่อดูว่าผลจากการทดลองที่ 1 ถึง 6 การทดลองใดทำให้เส้นใยมีการแตกตัวได้ดีที่สุด

6. การทำสไลเวอร์ (Sliver) ด้วยเครื่องสางใย (Carding machine)

นำเส้นใยที่ได้ผ่านขั้นตอนการตัดเส้นใยแล้ว นำมาเข้าเครื่องสางใยผลิตเป็นสไลเวอร์ (ซึ่งเครื่องที่ใช้จะมีส่วนผสมเส้นใย ส่วนป้อนเส้นใย และส่วนที่เป็นเครื่องสางใย ซึ่งจะทำให้มีการผสมของเส้นใยได้ดี) โดยทำการผลิตเป็นสไลเวอร์จากเส้นใยหญ้าขัดล้วน (100%) หากผลิตเป็นสไลเวอร์ไม่ได้แล้ว จะนำเส้นใยหญ้าขัดผสมกับเส้นใยฝ้าย (เส้นใยหญ้าขัด : เส้นใยฝ้าย) ในอัตราส่วน 75 : 25 และ 50 : 50 ตามลำดับ

เครื่องที่ใช้เครื่องสางใย (Carding machine) , Daito Textile machinery Co,Ltd. Manufacture Dati 9 1988.

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักเส้นใยรวมเป็น 8 กิโลกรัม (เส้นใยหญ้าขัด 100% เท่ากับ 8 กิโลกรัม , เส้นใยหญ้าขัด:เส้นใยฝ้าย ในอัตราส่วน 75 : 25 เท่ากับ 6 กิโลกรัม : 2 กิโลกรัม และ เส้นใยหญ้าขัด:เส้นใยฝ้าย 50 : 50 เท่ากับ 4 กิโลกรัม : 4 กิโลกรัม ใส่เข้าไปในเครื่องผสมเส้นใย

2. ทำการเดินเครื่องให้เส้นใยทั้ง 2 ผสมกันให้ทั่วหรือกระจายตัวกันอย่างสม่ำเสมอ

Copyright by Mahidol University

3. เดินเครื่องให้เส้นใยผ่านเครื่อง Card 1 และ Card 2 อย่างต่อเนื่อง เพื่อรวบเส้นใยเป็นสไลเวอร์

4. ทำการชั่งน้ำหนักต่อความยาวที่ได้ของสไลเวอร์ บันทึกผล

หมายเหตุ : ฝ้ายที่ใช้ในการผสมเป็นฝ้ายจากอเมริกา ขนาด 1.3 denier ความยาว 38 มิลลิเมตร

(ก) รูปด้านหน้าเครื่อง

(ข) รูปด้านหลังเครื่อง

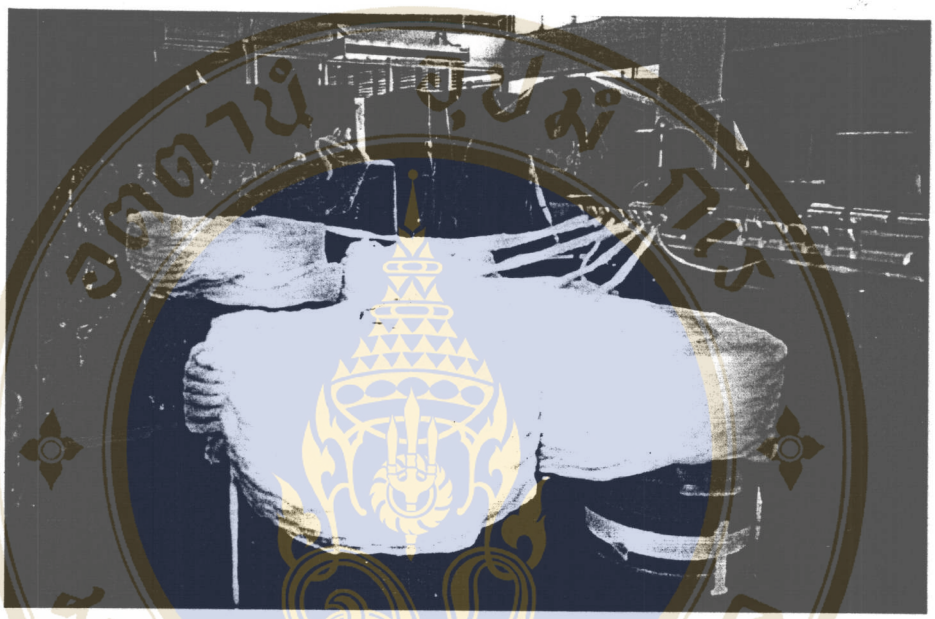
รูปที่ 11 เครื่องสางใย (Carding machine) , Daito Textile machinery Co,Ltd.

Copyright by Mahidol University

7. การทำให้เส้นใยเรียงตัวขนานกันด้วยเครื่องรีดปุย (Draw Frame)

นำสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยมาเข้าเครื่องรีดปุย เนื่องจากการเรียงตัวของเส้นใยในสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยยังไม่ดีพอ

เครื่อง Draw Frame ที่ใช้เป็นของ Toyoda Automatic Loom Works,Ltd.รุ่น DFA 6006



รูปที่ 12 เครื่อง Draw Frame ของ Toyoda Automatic Loom Works, LTD.

วิธีการทดลอง

1. นำเส้นสไลเวอร์ผสมระหว่างเส้นใยฝ้ายกับเส้นใยหญ้าขัด ผ่านเข้าเครื่อง Draw Frame จำนวน 8 เส้น เพื่อลดขนาดของเส้นสไลเวอร์

2. หาน้ำหนักต่อความยาวของสไลเวอร์และคำนวณค่าการลดขนาด (Draft) จากสูตรที่ 3.4 แล้วบันทึกผล

หมายเหตุ : ใช้สูตรการคำนวณค่า Draft จาก

$$\text{Draft} = \frac{\text{จำนวนเส้น Sliver x น้ำหนักต่อความยาวของ Sliver ก่อน Draft}}{\text{น้ำหนักต่อความยาวของ Sliver หลัง Draft}} \quad \ldots\ldots\ldots(3.4)$$

Copyright by Mahidol University

8. การปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open-end Spinning)

นำเส้นสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุย มาเข้าเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด โดยจะปั่นด้ายให้มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาดด้วยกันคือ เบอร์ 10 , 15 และ 20 Ne.

เครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิดที่ใช้ทดสอบ เป็นเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิดขนาดทดลองจำนวน 4 หัว (Rotor) ที่ประกอบโดย Department of Textile Engineering, University of Brardford , USA ดังแสดงดังรูป 13

วิธีการทดลอง

1. การคำนวณค่าการลดขนาด (ค่า Draft) จากความสัมพันธ์ที่ 3.5 ซึ่งจะได้ชุดลูกกลิ้งบน (Upper) และลูกกลิ้งล่าง (Lower) ในภาคผนวก ก

2. เปลี่ยนเฟืองที่ได้จากการคำนวณเพื่อที่จะให้ได้เส้นด้ายเบอร์ 10 , 15 และ 20 ตามค่าการลดขนาด และเบอร์ด้ายที่คำนวณไว้

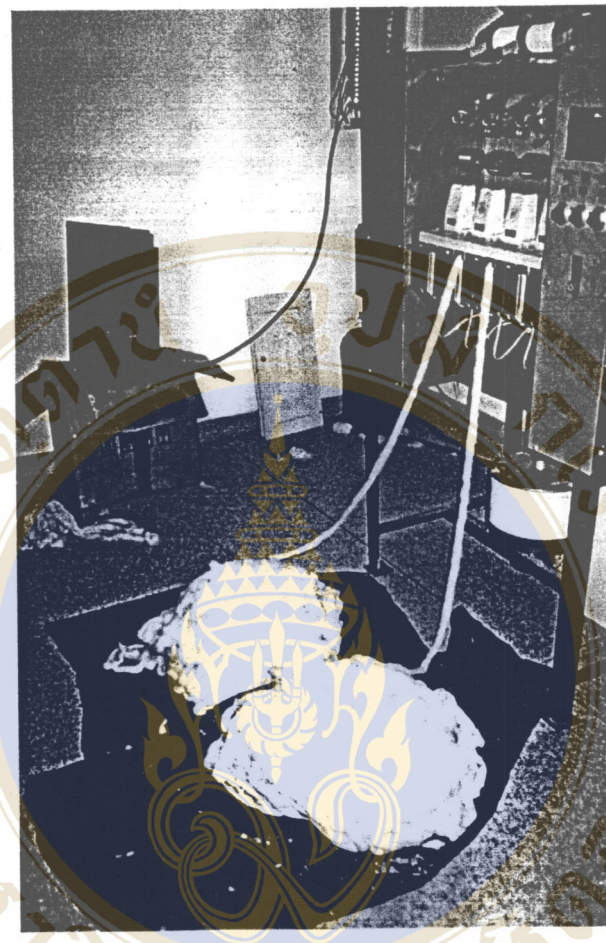
3. นำสไลเวอร์ใยผสมที่ได้จากเครื่องรีดปุยมาป้อนเข้าเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด

4. ปรับค่าความเร็วรอบของ Open Roller , Rotor Rotter และ Yarn Derivary เพื่อให้ปั่นด้ายได้อย่างต่อเนื่อง บันทึกผล

หมายเหตุ : การคำนวณหาค่าการลดขนาด (ค่า Draft) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด ดังนี้

$$\text{เบอร์ด้าย (Ne.)} = \frac{8.33 \times \text{ความยาว (หลา)} \times \text{ค่าการลดขนาด (Draft)}}{\text{น้ำหนักของสไลเวอร์ (เกรน)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.5)$$

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 13 เครื่องปั่นด้ายแบบ Open – end spinning

9. การทดสอบเส้นด้าย

- การหาเบอร์ด้าย (Yarn count)

เครื่องที่ใช้เป็นระวิงกรอด้าย(Wrap reel) ของ James H.Heal & Co,Ltd. Halifax england , Serial No. 58/2069 ดังรูปที่ 14

วิธีการทดสอบ

1. กรอเส้นด้ายให้ได้ความยาว 120 หลา ด้วยระวิงกรอด้าย
2. นำเส้นด้ายที่กรอแล้วไปชั่งน้ำหนัก
3. คำนวณเบอร์ด้ายโดยใช้สูตร

Copyright by Mahidol University

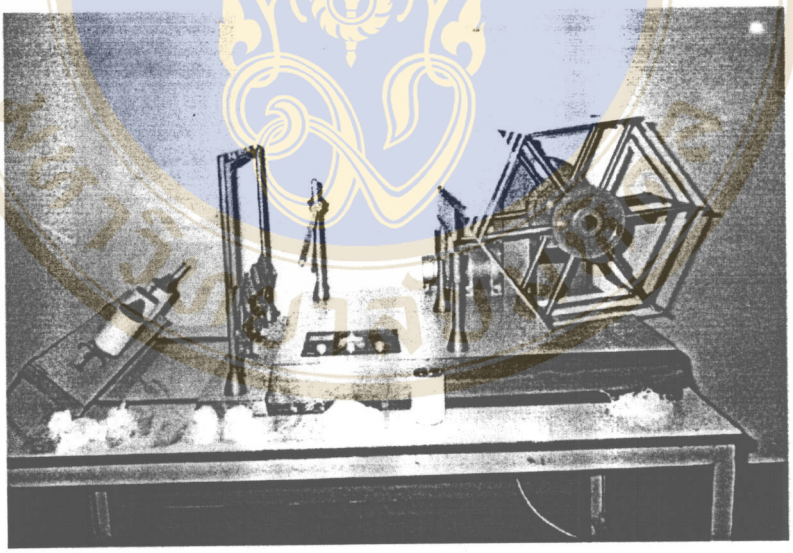
สูตรในการหาและเทียบเบอร์ด้ายมีดังนี้

$$\text{เบอร์ด้าย : Ne} = \frac{\text{ความยาวเส้นด้าย (หลา)}}{\text{น้ำหนักเส้นด้าย (ปอนด์) x 840}} \quad \text{.....(3.6)}$$

$$\text{เบอร์ด้าย : Tex} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นด้าย (กรัม)}}{\text{ความยาวเส้นด้าย (เมตร)}} \times 1000 \quad \text{.....(3.7)}$$

$$\text{เบอร์ด้าย : Denier} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นด้าย (กรัม)}}{\text{ความยาวเส้นด้าย (เมตร)}} \times 9000 \quad \text{.....(3.8)}$$

$$\text{เบอร์ด้าย : Ne} = \frac{590.5}{\text{Tex}} = \frac{5315}{\text{Denier}} \quad \text{.....(3.9)}$$



รูปที่ 14 เครื่องระวิงกรอด้าย(Wrap reel) by James H.Heal & Co,Ltd.

Copyright by Mahidol University

- การทดสอบหาเกลียวของเส้นด้าย

เครื่องที่ใช้ในการทดสอบจำนวนเกลียวเป็นของบริษัท James H.Heal & Co.,Ltd. Richimond works Halifax England , Serial No. 73A / 654 ดังรูป 15

วิธีการทดสอบ

1. ดึงด้ายที่ผ่านการปั่นด้ายแล้วออกจากแกนหลอดแต่ให้รักษาปริมาณเกลียวให้คงที่
2. จับปลายด้ายหนึ่งเข้ากับเครื่องและปลายอีกด้านเข้ากับแกนยึดให้ความยาวของเส้นด้ายเท่ากับ 1 นิ้ว
3. เดินเครื่อง ด้ายจะคลายเกลียวออก และอุปกรณ์นับจำนวนเกลียวจะนับจำนวนเกลียวไปเรื่อยๆ จนเกลียวในเส้นด้ายหมดจึงหยุดเครื่องและบันทึกผลจากอุปกรณ์นับจำนวนเกลียว

รูปที่ 15 เครื่องทดสอบหาจำนวนเกลียวของ James H.Heal & Co,Ltd.

- การทดสอบความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้าย

เครื่องทดสอบที่ใช้คือ Tensile Strength Tester ของ Instron รุ่น 5569 ดังรูปที่ 8

วิธีการทดสอบ

1. ปรับภาวะชิ้นทดสอบและทดสอบในบรรยากาศมาตรฐานคือ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 ± 2 และมีอุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส
2. ปรับเครื่องทดสอบให้สามารถดึงชิ้นทดสอบให้ยืดออกด้วยอัตราเร็วคงที่ที่ 200 ± 25 มิลลิเมตรต่อนาที

Copyright by Mahidol University

3. ยึดปลายชิ้นทดสอบด้วยที่ยึดของเครื่องทดสอบ ให้มีความยาว 300 มิลิเมตร ดึงชิ้นทดสอบให้ตึงจนมีแรงดึงประมาณ $(0.5 \pm 0.1) \times 10^{-2}$ นิวตันต่อเท็กซ์ แล้วจึงยึดปลายชิ้นทดสอบอีกด้านหนึ่งเข้ากับที่ยึดอีกด้านหนึ่งของเครื่องทดสอบ

4. เดินเครื่องดึงชิ้นทดสอบจนขาด บันทึกค่าแรงดึง (Tenacity; cN/Tex)และค่าการยืดตัวเมื่อชิ้นทดสอบขาด (% Elongation) ไว้ หากชิ้นทดสอบลื่นหลุดอยู่ภายในที่ยึดหรือขาดภายในระยะ 5 มิลลิเมตร ห่างจากที่ยึดหรือขาดตรงที่ยึด ให้ทดสอบใหม่โดยใช้ชิ้นทดสอบอีกชิ้นหนึ่ง

หมายเหตุ : การทดสอบใช้ตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) , วิธีทดสอบสิ่งทอ มอก. 121 เล่ม 8 – 2518 .

10. การทำเป็นผืนผ้า

เมื่อได้เส้นด้ายตามต้องการแล้ว นำเส้นด้าย เบอร์ 15 ที่ได้มาผลิตเป็นผืนผ้า โดยทำเป็นผ้าถักหน้าเดียว (Single Jersey) โดยถักด้วยเส้นด้ายเส้นเดียว ด้วยเครื่องถักขนาดทดลอง ดังรูปที่ 16 เป็นเครื่องถักที่สามารถถักได้ผ้าลักษณะคล้ายถุงเท้ายาว

รูปที่ 16 เครื่องถักผ้า

Copyright by Mahidol University

11. การทดลองย้อมสีผืนผ้า

ผ้าถักที่ได้จากการใช้เส้นด้ายเบอร์ 15 Ne. (จากข้อที่ 10) นั้นนำมาทดลองย้อมสี ด้วยสีไดเร็กซ์ (Direct Dye) และสีรีแอกทีฟ (Reactive Dye) ที่ความเข้มข้นของสีเป็น 3 ระดับ คือ สีอ่อน (Pale Shade) , สีกลาง (Medium Shade) และสีแก่ (Heavy Shade) ด้วยการใช้สีในการทดลอง 3 สี คือ สีเหลือง , สีแดง และสีน้ำเงิน

การทดลองย้อมสีนั้นต้องมีการผ่านกระบวนการเตรียมผ้าก่อนซึ่งมีปริมาณของสารเคมีและกระบวนการเตรียมผ้าดังนี้

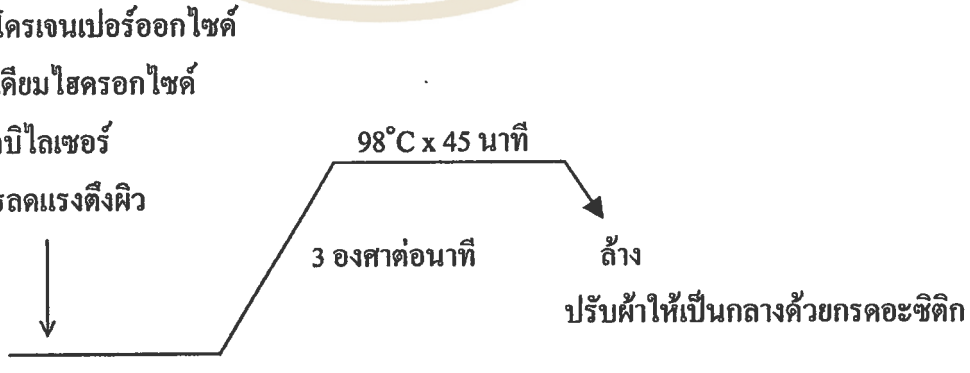
การกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอก (ซึ่งใช้ขั้นตอนเดียว) ดังนี้

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	5	g/l
โซเดียมไฮดรอกไซด์	5	g/l
สเตบิไลเซอร์	1	g/l
สารลดแรงตึงผิว	1	g/l

สารที่ใช้ : สเตบิไลเซอร์ คือ Stabilizer SIFA

สารลดแรงตึงผิว คือ Tanawet RC ผลิตภัณฑ์ของ บริษัท ลีแมนคอร์เปอร์เรชั่น จำกัด

กระบวนการการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอก



หลังจากได้ผ้าที่ผ่านการเตรียมแล้วนำมาย้อมด้วยด้วยสีไดเร็กซ์ (Direct Dye) และสีรีแอกทีฟ (Reactive Dye)

Copyright by Mahidol University

การทดลองการย้อมสีด้วยสีไดเร็กซ์ (Direct Dyes)

โดยจะทำการทดลองย้อมเป็น 3 ระดับความเข้มข้น คือเป็น สีอ่อน (Pale Shade) , สีกลาง (Medium Shade) และสีแก่ (Heavy Shade) และใช้สีในการทดลอง 3 สีคือ สีเหลือง , สีแดง และสีน้ำเงิน โดยใช้กระบวนการย้อมเดียวกัน ดังนี้

กระบวนการย้อมสีไดเร็กซ์

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณสีและสารเคมีที่ใช้ในการย้อมด้วยสีไดเร็กซ์

สี และเคมี	ระดับของสี (Shade)		
	สีอ่อน	สีกลาง	สีแก่
ก. สีย้อม (%)	0.5	2	6
ข. เกลือ Na_2SO_4 (g/l)	3.3	6.6	9.9

หมายเหตุ : จากหนังสือคู่มือการใช้สี Everdirect Dyes – Everlight Chemical Industrial Corporation (Technical Division)

: สีที่ใช้ได้แก่ - Everdirect Supra Red BWS (C.I. Direct Red 243)

- Everdirect Supra Yellow RL (C.I. Direct Yellow 86)

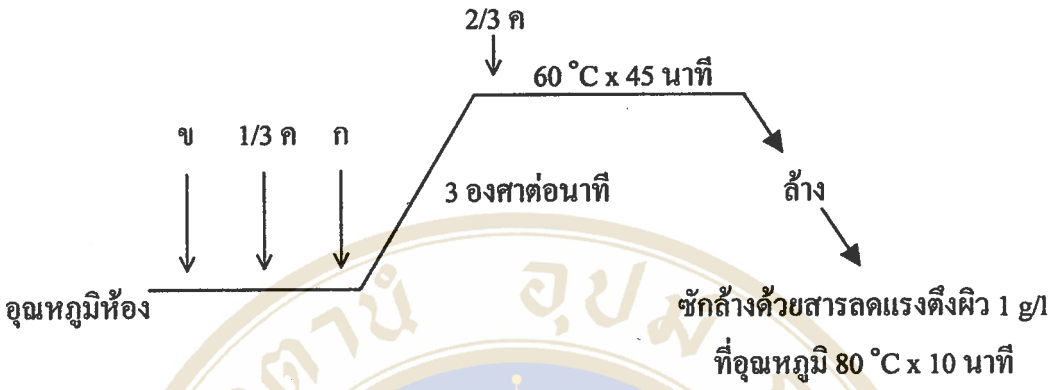
- Everdirect Blue 4BL conc. (C.I. Direct Blue 200)

การทดลองการย้อมสีด้วยสีรีเอคทีฟ (Reactive Dye)

ทำการทดลองย้อมเป็น 3 ระดับความเข้มข้น คือเป็น สีอ่อน (Pale Shade) , สีกลาง (Medium Shade) และสีแก่ (Heavy Shade) และใช้สีในการทดลอง 3 สีคือ สีเหลือง , สีแดง และสีน้ำเงิน โดยใช้กระบวนการย้อมเดียวกัน ดังนี้

Copyright by Mahidol University

กระบวนการย้อมสีรีแอคทีฟ



ตารางที่ 13 แสดงปริมาณสีและสารเคมีที่ใช้ในการย้อมด้วยสีรีแอคทีฟ

สี และเคมี	ระดับของสี (Shade)		
	สีอ่อน	สีกลาง	สีแก่
ก. สีย้อม (%)	0.5	2	6
ข. เกลือ Na_2SO_4 (g/l)	20	40	50
ค. โซดาแอส (Na_2CO_3) (g/l)	20	20	20

หมายเหตุ : จากหนังสือคู่มือการใช้สี Everzol Dyes – Everlight Chemical Industrial Corporation (Technical Division)

: สีที่ใช้ได้แก่ - Everzol Brilliant Red F2B

- Everzol Brilliant Yellow 4GL (C.I. Reactive Yellow 86)

- Everzol Navy Blue FBN

3.2.3 ขั้นตอนการรวบรวมผล วิเคราะห์ และประมวลผลการวิจัย

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำมาเสนอผลการทดลองของสมบัติต่างๆของเส้นใยและเส้นด้ายที่ได้ทำการทดสอบ จากสมบัติของเส้นใยและเส้นด้ายและกรรมวิธีในการผลิตซึ่งจะบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ของเส้นใยในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ในการวิเคราะห์จะทำการคำนวณหามูลค่าของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตเส้นด้ายหญ้าขัดว่ามีค่าใช้จ่ายเท่าใดต่อน้ำหนักด้ายที่ได้ และผลต่างๆของการใช้สารเคมีหรือกรรมวิธีทั้งหมดของการผลิตเพื่อเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมต่อไป รวมถึงข้อมูลการสูญเสียเส้นใยในแต่ละขั้นตอนการผลิตด้าย

Copyright by Mahidol University

หากมีปริมาณของเส้นด้ายเพียงพอจะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอซึ่งจะแสดงถึงประโยชน์การนำไปใช้และดูลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่ามีลักษณะผิวและสมบัติอื่นๆเป็นอย่างไร พร้อมกับวิเคราะห์สิ่งที่เหลือจากการผลิต เช่น กิ่งก้านของต้นหญ้าขัด ว่าจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นอย่างไร

การวิเคราะห์นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ และนำมาวิเคราะห์โดยใช้ตัวค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) ดังนี้

3.2.3.1 มัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{(\sum X)}{N} \quad \text{.....(3.10)}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน มัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2.3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\left(\sum (\bar{X} - X)^2\right)}{N}} \quad \text{.....(3.11)}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum$ แทน ผลรวม

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

X แทน ข้อมูลแต่ละตัว

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.3 เครื่องมือ, อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เครื่องสางใย (Carding machine)

เครื่องรีดปุย (Draw frame)

เครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open-end spinning)

Copyright by Mahidol University

เครื่องทดสอบสมบัติเส้นใย (Fiber testing)

เครื่องทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย (Tensile strength testing)

เครื่องทดสอบความละเอียดของเส้นใย

กล้องจุลทรรศ์ (Microscope)

สารทำนุ่ม (Softening agent)

เครื่องระวิงกรอด้าย (Wrap reel)

บิกเกอร์ (Beaker)

ช้อนตักสาร

แท่งแก้ว (Stirrer)

ลูกยาง

คีมคีบ

เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด

กรดอะซีติก ชนิดเกลเชียล

อะซีโตน

โซเดียมไฮโปคลอไรต์

กรดไฮโดรคลอริค

กรดฟอร์มิค

1-4 ไดเอทิลีนไดออกไซด์

3- เมทิลฟีนนอล

1-3 ไดเมทิลเบนซีน

เอ็น-เอ็นไดเมทิล ฟอร์มามีด

กรดซัลฟูริค

กรดไนตริค

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2)

กรดซัลฟูริก ($H_2(SO_4)$)

สารลดแรงตึงผิว (Detergent)

Copyright by Mahidol University

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

การศึกษาวิจัยทำการศึกษาทดลองที่

- ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
- คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การเตรียมต้นหญ้าขัด

ได้ทำการเตรียมและจัดหาต้นหญ้าขัดจากอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา เป็นจำนวน 150 กิโลกรัม โดยทำการรวบรวมต้นหญ้าขัดในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ซึ่งมีลักษณะที่ไม่อ่อนและไม่แก่เกินไป โดยทำการรวบรวมในวันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2541

4.2 การเตรียมเส้นใยหญ้าขัด

นำต้นหญ้าขัดที่ได้จำนวน 150 กิโลกรัม มาตัดยอดและกิ่งอ่อนของต้นออกให้หมดให้เหลือเฉพาะลำต้นและกิ่งที่แก่เท่านั้น หลังจากนั้นจึงนำมาทำการหมักด้วยน้ำเปล่าเป็นเวลา 15 วัน ซึ่งจากการทดลองพบว่าน้ำที่ใช้หมักมีกลิ่นเหม็น จากนั้นได้นำน้ำหมักนั้นไปนำการวิเคราะห์คุณภาพ หลังจากหมักต้นหญ้าครบตามเวลาแล้วทำการลอกเส้นใยจากต้นที่เป็นส่วนเปลือกที่รวมของเส้นใยที่ห่อหุ้มแก่นของต้นหญ้าขัด นำมาล้างด้วยน้ำเพื่อที่จะทำให้เปลือกที่ผิวมีสีเขียวหลุดออกจากส่วนที่เป็นเส้นใย เส้นใยที่ล้างน้ำแล้วทำการตัดเส้นใยให้มีความยาวประมาณ 38 มิลลิเมตร แล้วนำเส้นใยไปผึ่งในที่ร่มไม่ให้ถูกแสงแดด และที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

ในการทดสอบหาปริมาณเส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัดสามารถแยกเส้นใยออกจากต้นหญ้าขัดได้ทำการคำนวณจากสูตรการหาปริมาณเส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัด ดังสูตรที่ 3.1 จะได้เท่ากับร้อยละ 5.69 ของต้นหญ้าขัด ดังรายละเอียดในตารางที่ 14

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 14 แสดงการหาปริมาณเส้นใยที่ได้จากต้นหญ้าขัด

ตัวอย่างที่	น้ำหนักต้นหญ้าขัดต่อ 1 ต้น (กรัม)	น้ำหนัก เส้นใยหญ้าขัด1 ต้น (กรัม)
1	95.35	5.43
2	110.42	6.28
3	130.31	7.41
4	98.20	5.59
5	97.43	5.54
6	88.77	5.05
7	95.62	5.44
8	121.43	6.91
9	108.92	6.90
10	113.55	6.46
Mean	106.00	6.03
S.D.	12.52	0.72

จากการทดสอบคุณภาพน้ำที่ได้จากการหมักหญ้าขัด ได้ผลดังนี้คือมีปริมาณฟอสเฟต (PO_4^{-3}) 32.80 mg/l, ไนเตรต (NO_3^-) ไม่สามารถหาค่าได้ (Non detection; N.D.) , ความเป็นกรดด่าง (pH) 5.39 , บีโอดี(BOD) 3820.17 mg/l , ของแข็งแขวนลอยรวม (TSS) 262.67 mg/l , ไนโตรเจน (TKN) 154.40 mg NH_2-N/l ซึ่งดังแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์น้ำที่ได้จากการหมักเส้นใยหญ้าขัด

	ฟอสเฟต (PO_4^{-3}) mg/l	ไนเตรต (NO_3^-)	ความเป็นกรดด่าง (pH)	บีโอดี (BOD) mg/l	ของแข็งแขวนลอยรวม (TSS) mg/l	ไนโตรเจน (TKN) mg NH_2-N/l
1	33.00	N.D.	5.41	3775.50	260.50	153.20
2	34.10	N.D.	5.40	3865.00	262.50	164.40
3	31.30	N.D.	5.35	3820.00	265.00	145.60
Mean	32.80	N.D.	5.39	3820.17	262.67	154.40
S.D.	1.4107	N.D.	0.0321	44.7502	2.2546	9.4573

หมายเหตุ : N.D. หมายถึง ไม่สามารถหาค่าได้ (Non Detection)

Copyright by Mahidol University

4.3 การทดสอบเส้นใยหญ้าขัด

- ผลการทดสอบหาความยาวของเส้นใยหญ้าขัด

การวัดความยาวของเส้นใยหญ้าขัด หาได้โดยการหาความยาวของต้นหญ้าขัด ซึ่งจะเป็นความยาวของต้นหญ้าขัดที่นำมาทดลอง ด้วยเหตุที่เส้นใยหญ้าขัดจะเป็นเส้นใยที่ประกอบกันรวมตัวกันเป็นแผงล้อมรอบแกนต้นหญ้าขัด

ความยาวของเส้นใยหญ้าขัดได้มีค่าเท่ากับ 57.99 เซนติเมตร ดังมีรายละเอียดดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการวัดความยาวของเส้นใยหญ้าขัด

ตัวอย่างที่	ความยาวของต้นหญ้าขัด (เซนติเมตร)
1	58.3
2	47.1
3	38.8
4	60.4
5	85
6	69.4
7	43.2
8	41.2
9	66.9
10	69.6
Mean	57.99
S.D.	15.15

Copyright by Mahidol University

- ผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นทั้ง Moisture Regain และ Moisture Content

ผลการทำการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้ค่า Moisture Regain เท่ากับ 10.6527 และ Moisture Content เท่ากับ 9.6269 ดังรายละเอียดตามตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเส้นใยหญ้าขัด

ตัวอย่างที่	น้ำหนักของเส้นใยก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักของเส้นใยหลังอบ (กรัม)	Moisture Regain (%)	Moisture Content (%)
1	0.5688	0.5142	10.6184	9.5992
2	0.5956	0.5385	10.6035	9.5870
3	0.4936	0.4471	10.4004	9.4206
4	0.5872	0.5308	10.6255	9.6049
5	0.6678	0.6030	10.7463	9.7035
6	0.5031	0.4545	10.6931	9.6601
7	0.6855	0.6197	10.6180	9.5988
8	0.5022	0.4552	10.3251	9.3588
9	0.7603	0.6858	10.8632	9.7988
10	0.9510	0.8565	11.0333	9.9369
Mean	0.6315	0.5705	10.6527	9.6269
S.D.	0.1423	0.1275	0.2044	0.1669

Copyright by Mahidol University

- ผลการหาค่าความแข็งแรงของเส้นใยหญ้าขัด

จากการทำการทดสอบหาความแข็งแรงของเส้นใยหญ้าขัด ได้ความแข็งแรงของเส้นใยหญ้าขัดเท่ากับ 1.14 นิวตันต่อมิลลิกรัม ตามตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับน้ำหนักของเส้นใยหญ้าขัด

ครั้งที่	Load (นิวตัน)	น้ำหนัก(มิลลิกรัม)
1	3.10	3.10
2	3.40	2.30
3	3.40	4.20
4	3.80	2.50
5	3.80	3.60
6	3.10	2.00
7	3.40	3.00
8	3.10	3.00
9	3.60	3.50
10	3.40	2.80
mean	3.41	3.00
S.D.	0.26	0.65

หมายเหตุ : ความแข็งแรงของเส้นใยหญ้าขัดเท่ากับ $\frac{3.41}{3.00}$ = 1.14 นิวตันต่อมิลลิกรัม

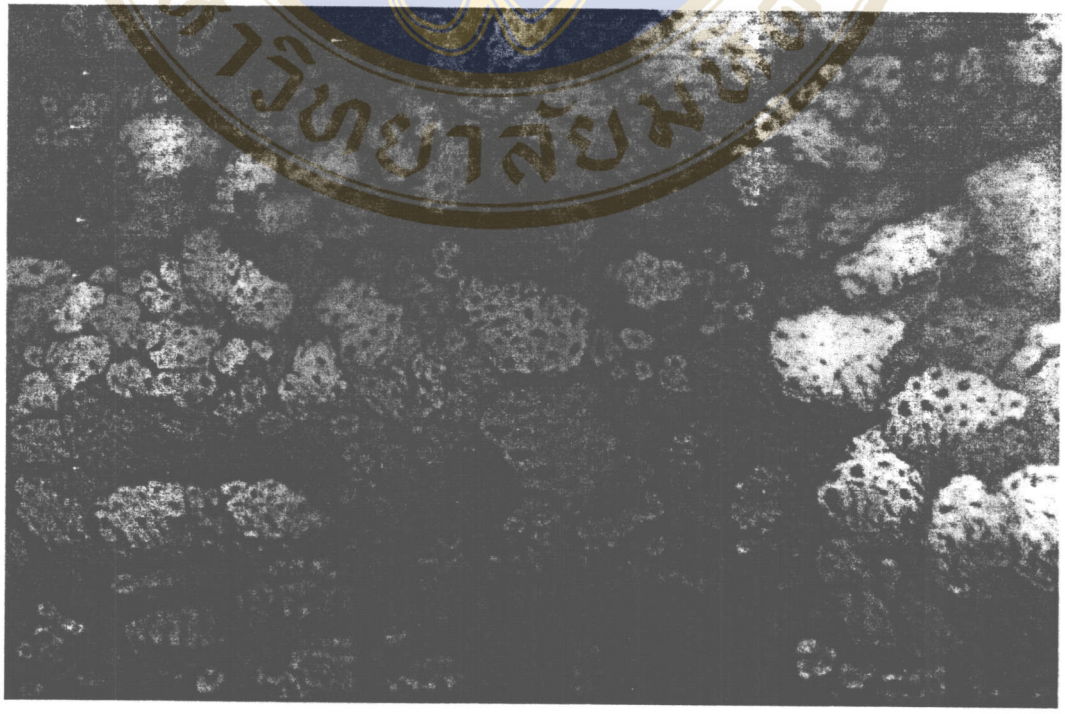
- ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเส้นใยหญ้าขัดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

เส้นใยหญ้าขัดเป็นเส้นใยเซลลูโลสที่มีลักษณะที่สามารถมองด้วยกล้องจุลทรรศน์แล้วเห็นได้ว่า เส้นใยหญ้าขัดมีลักษณะเส้นตรง สามารถที่แยกเป็นส่วนเล็กๆ ได้อีก มีลักษณะภายนอกคล้ายเส้นใยแฟลกซ์ และปอ โดยมีลักษณะที่เหยียดตรงมีการบิดงอน้อยมาก แตกต่างจากเส้นใยฝ้ายที่มีการบิดงอมาก ดังแสดงในรูปที่ 17 และ 18

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 17 แสดงภาพตามยาว (Long section)

รูปที่ 18 แสดงภาพตัดขวาง (Cross section)



Copyright by Mahidol University

- ผลการทดสอบสมบัติในการละลายของเส้นใยหญ้าขัดกับสารเคมีชนิดต่างๆ

จากการทดสอบสมบัติในการละลายของเส้นใยหญ้าขัดกับสารเคมีต่างๆนั้น ผลที่ได้นั้นคือ เส้นใยหญ้าขัดจะสามารถละลายได้เฉพาะที่เป็นตัวทำละลายกรดซัลฟูริค70% และกรดไนตริค 63.5% ทั้ง 2 อุณหภูมิ ซึ่งสมบัติการละลายแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 19 ผลการทดสอบการละลายเส้นใยหญ้าขัดด้วยสารเคมี

	กรดอะซิติค ชนิดเกลเชียล	อะซิโตน	โซเดียมไฮโปคลอไรท์	กรดไฮโดรคลอริก	กรดฟอร์มิค	1-4 ไดเอทีลีน ไดออกไซด์	3 – เมทิลพีนนอล	1 – 3 ไดเมทิลเบนซีน	เฮ็น–เฮ็น ไดเมทิลฟอร์มาไมด์	กรดซัลฟูริก	กรดซัลฟูริก	กรดไนตริค	กรดไนตริค
ความเข้มข้น (%)	100	100	5	20	85	100	100	100	95.5	70	59.5	63.5	63.5
อุณหภูมิ (°C)	20	20	20	20	20	101	139	90	20	38	20	100	25
เวลา (นาที)	5	5	20	10	5	5	5	10	20	20	5	5	5
ผลการละลาย	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ไม่	ละลาย	ไม่	ละลาย	ละลาย

- ผลการทดสอบการเผาไหม้ของเส้นใยหญ้าขัด

จากสมบัติการเผาไหม้ของเส้นใยหญ้าขัด สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 20 ดังนี้

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบการเผาไหม้ของเส้นใยหญ้าขัด

เส้นใย	จ่อข้างเปลวไฟ	ขณะอยู่ในเปลวไฟ	เมื่อออกจากเปลวไฟ	ลักษณะเถ้า	กลิ่น
หญ้าขัด	ไม่เกิดการหลอมหรือหดตัว	ลุกไหม้	ยังคงลุกไหม้	มีลักษณะเหมือนฝุ่นนุ่ม มีสีเทาดำ	เหมือนไฟไหม้กระดาษ

Copyright by Mahidol University

- ผลการทดสอบในการย้อมสี (Staining Test)

จากการทดสอบในการย้อมสี ด้วยสารซิงค์คลอไรไอโอไดด์ และแอซิด 1,3,5-เบนซินไตรนอล จะมีผลการติดสีดังตารางที่ 21 ดังนี้

ตารางที่ 21 ผลการทดสอบในการย้อมสี (Staining Test)

เส้นใย	เมื่อหยด ซิงค์คลอไรไอโอไดด์	เมื่อหยดแอซิด 1,3,5 –เบนซินไตรนอล
หญ้าขัด	สีม่วงแดง	ไม่มีสี

4.4 ผลการศึกษาการทำเส้นใยหญ้าขัดให้นุ่ม

- ผลการเลือกชนิดของสารทำนุ่ม (Softener)

จากผลการทดลองได้เลือกสารทำนุ่มด้วยสาร Bicron L – 15 [Cationic softener] เพราะเส้นใยหญ้าขัดมีความนุ่มมาก โดยอาศัยจากการสัมผัส

ตารางที่ 22 ผลการทำนุ่มด้วยสารทำนุ่มต่าง ๆ

การทดลองเลือกสารทำนุ่ม	ผลที่ได้จากการทดลอง
การทดลองที่ 1 ใช้สาร Bicron L – 15 (Cationic)	นุ่มมาก
การทดลองที่ 2 ใช้สาร Silicolan An – 1030 (Nonionic)	นุ่ม
การทดลองที่ 3 ใช้สาร Royal soft A – 60 (Anionic)	นุ่ม

Copyright by Mahidol University

- ผลการเลือกความเข้มข้นของสารทำนุ่ม

จากการทดลองได้เลือกความเข้มข้นของสารทำนุ่ม เท่ากับ 7 กรัม / ลิตร เพราะให้ความนุ่มที่ได้จากการสัมผัสมากที่สุดและประหยัดสารทำนุ่ม ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการทำนุ่มด้วยสารทำนุ่มที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารทำนุ่ม	ผลที่ได้จากการทดลอง
การทดลองที่ 1 ความเข้มข้น 3 กรัม / ลิตร	นุ่ม
การทดลองที่ 2 ความเข้มข้น 5 กรัม / ลิตร	นุ่ม
การทดลองที่ 3 ความเข้มข้น 7 กรัม / ลิตร	นุ่มมาก
การทดลองที่ 4 ความเข้มข้น 9 กรัม / ลิตร	นุ่มมาก

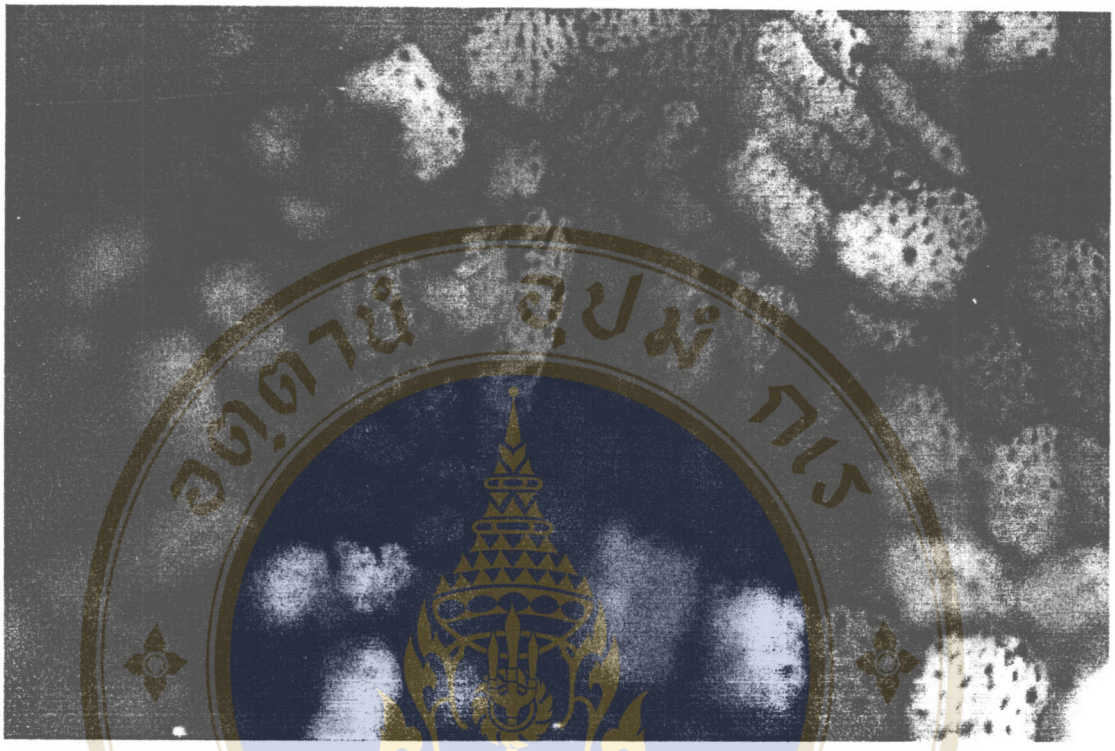
4.5 การทำให้เส้นใยหญ้าขัดแตกตัว

หลังจากนำเส้นใยจากหญ้าขัดผ่านเข้าเครื่อง Roller card และผ่านการตกแต่งให้นุ่มในแต่ละการทดลองดังที่กล่าวแล้วในบทที่ 3 จากนั้นนำเส้นใยที่ได้ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทัศน์ (Nikon Labophot – Pel FX35)

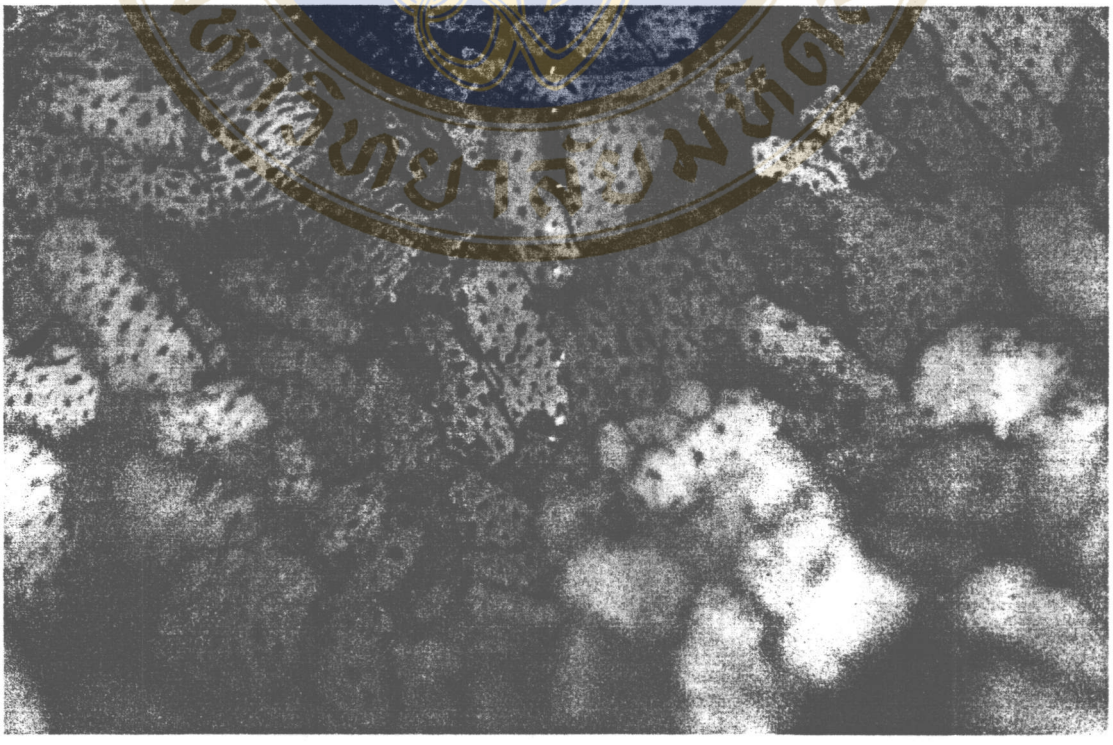
วิธีการแยกเส้นใยในการทดลองที่ 6 มีลักษณะของเส้นใยที่มีการแตกตัวมากที่สุด ซึ่งลักษณะของเส้นใย โดยทำการถ่ายรูปในภาคตัวขวางของเส้นใย ดังรูปที่ 19 ถึง รูปที่ 24 ดังนี้

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 19 แสดงผลการทดลองที่ 1



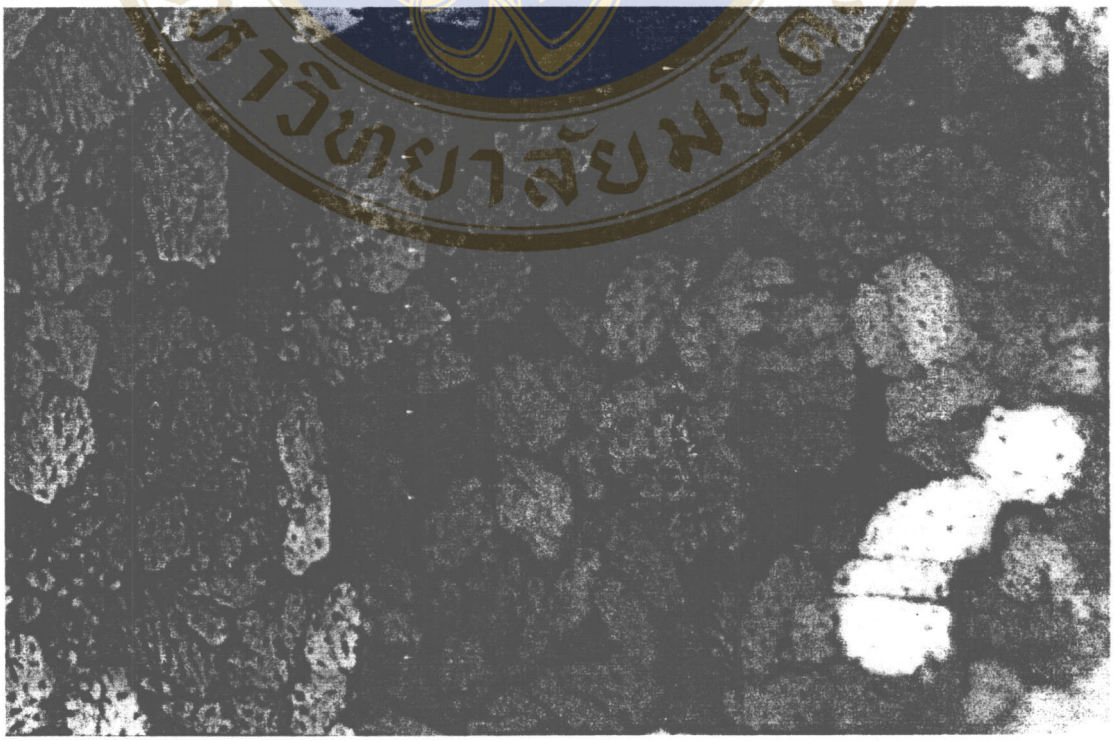
รูปที่ 20 แสดงผลการทดลองที่ 2



Copyright by Mahidol University

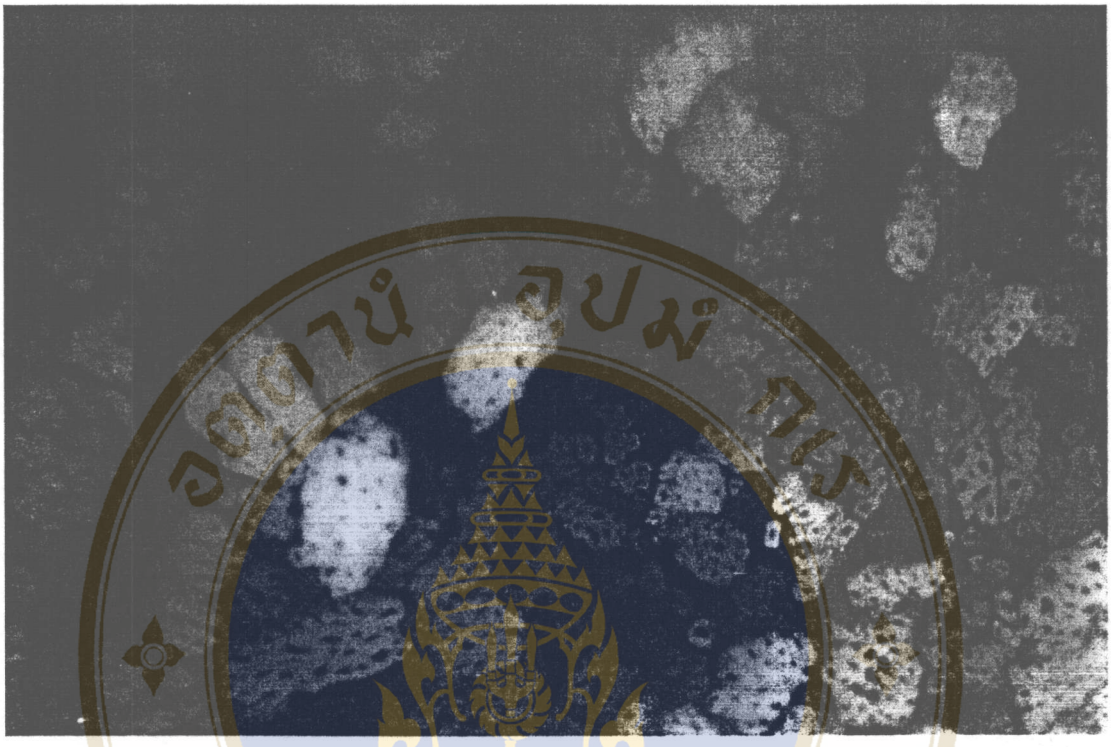
รูปที่ 21 แสดงผลการทดลองที่ 3

รูปที่ 22 แสดงผลการทดลองที่ 4

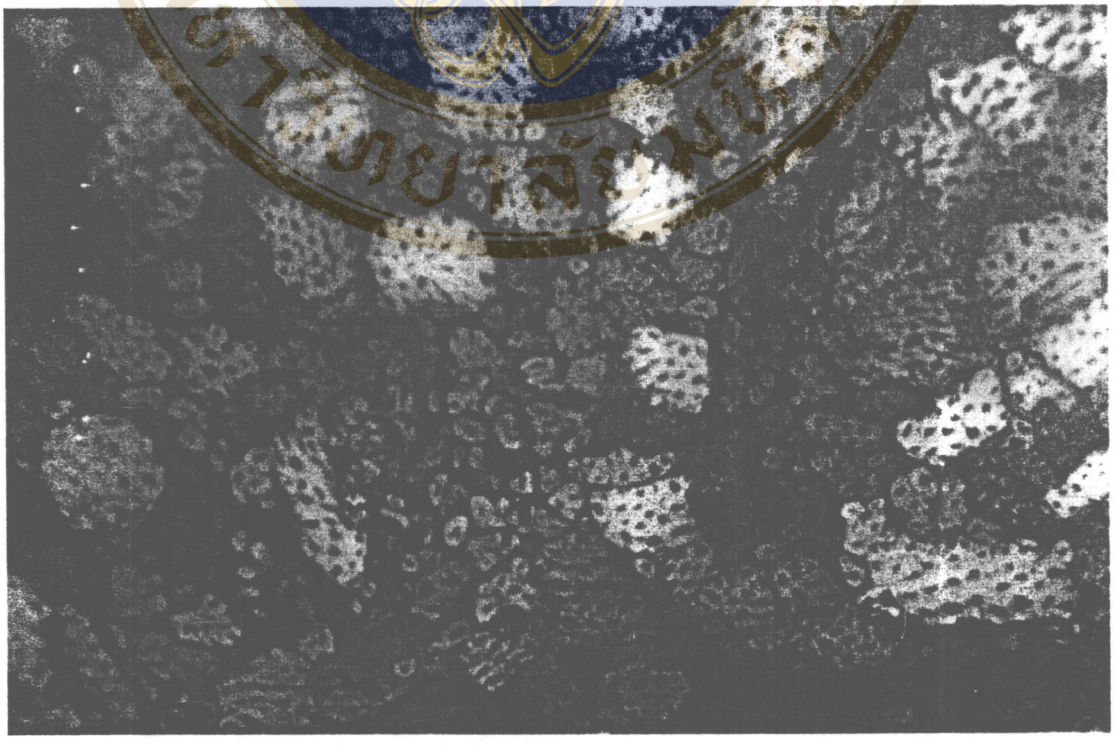


Copyright by Mahidol University

รูปที่ 23 แสดงผลการทดลองที่ 5



รูปที่ 24 แสดงผลการทดลองที่ 6



Copyright by Mahidol University

4.6 การทำสไลเวอร์ (Sliver) ด้วยเครื่องสางใย (Carding machine)

นำเส้นใยที่ผ่านกระบวนการที่ได้จากการทดลองที่ 6 ดังข้างบน นำไปผ่านเครื่องสางใย เพื่อผลิตเป็นสไลเวอร์ โดยเริ่มที่ใช้เส้นใยหญ้าขัด 100% ซึ่งไม่สามารถผลิตเป็นสไลเวอร์ได้ เนื่องจากเส้นใยไม่เกาะกัน จากนั้นได้ทำการทดลองผสมเส้นใยหญ้าขัดกับเส้นใยฝ้ายที่อัตราส่วนผสมเส้นใยหญ้าขัด : เส้นใยฝ้าย เท่ากับ 75 : 25 ซึ่งเส้นใยผสมก็ไม่สามารถรวมตัวเป็นสไลเวอร์ได้ จากนั้นจึงได้ผสมในอัตราส่วน 50:50 โดยสามารถผลิตเป็นสไลเวอร์ได้ จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักของสไลเวอร์ต่อหน่วยความยาว เป็น เกรนต่อหลา ผลค่าเฉลี่ยของสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยได้ผลเท่ากับ 34.70 เกรน / หลา ดังรายละเอียดตามตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แสดงน้ำหนักต่อความยาวของสไลเวอร์หลังจากผ่านเครื่องสางใย

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก Sliver (เกรน / หลา)
1	31.47
2	34.71
3	36.72
4	29.16
5	31.94
6	37.34
7	39.80
8	39.34
9	32.40
10	34.10
Mean	34.70
Standard Deviation	3.34

จากการทำสไลเวอร์ที่ผสมระหว่างเส้นใยหญ้าขัดกับเส้นใยฝ้ายในอัตราส่วนก่อนเข้าเครื่อง 50:50 หรือน้ำหนักรวม 8 กิโลกรัม แต่หลังจากผ่านเครื่องสางใยแล้วได้สไลเวอร์รวมมีน้ำหนักเท่ากับ 6.2 กิโลกรัม และมีเส้นใยที่ตกอยู่ใต้เครื่องสางใย เท่ากับ 1.8 กิโลกรัม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเส้นใยหญ้าขัด หากคิดว่าเส้นใยที่ตกใต้เครื่องเป็นเส้นใยหญ้าขัดทั้งหมดแล้วจะทำให้ทราบว่าสไลเวอร์ที่ได้นั้นจะเป็นอัตราส่วนของเส้นใยหญ้าขัดต่อเส้นใยฝ้ายประมาณ 35.48 %

Copyright by Mahidol University

ทำการหาค่า CV% จากการคำนวณจากสูตร

$$CV\% = \frac{\text{Standard Deviation}}{\text{Mean}} \times 100 \quad \text{.....(4.2)}$$

$$= (3.34 / 34.70) \times 100 = 9.62$$

ซึ่งจะเห็นความไม่สม่ำเสมอของเส้นสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใย

4.7 การทำให้เส้นใยเรียงตัวขนานกันด้วยเครื่องรีดปุย (Draw frame)

นำสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยมาเข้าเครื่องรีดปุย เนื่องจากการเรียงตัวของเส้นใยในสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใยยังไม่ดีพอ

จากสูตรคำนวณหาค่าลดขนาด (Draft) สมการที่ 3.4 ที่ผ่านเครื่องรีดปุย ได้ค่าลดขนาดของสไลเวอร์ได้ 6.13 เท่า และมีน้ำหนักต่อความยาวของสไลเวอร์เท่ากับ 45.31 เกรน/หลา ดังรายละเอียดตารางที่ 25

ตารางที่ 25 แสดงน้ำหนักต่อความยาวของสไลเวอร์ที่ผ่านการรีดปุย

ตัวอย่างที่	น้ำหนักสไลเวอร์ (เกรน / หลา)
1	43.97
2	44.12
3	43.66
4	43.66
5	44.12
6	47.21
7	49.37
8	46.59
9	43.35
10	47.06
Mean	45.31
Standard Deviation	1.99

จากสมการที่ 4.2 จะได้ค่า CV% ของเส้นสไลเวอร์ที่ผ่านการลดขนาด โดยผ่านเครื่อง Draw frame ที่ได้เท่ากับ 4.39

Copyright by Mahidol University

4.8 การปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open-end Spinning)

ผลิตเส้นใยที่ได้จากสไลเวอร์จากเครื่องรีดปุย (Draw frame) แล้วนำมาปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิดให้มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาดด้วยกันคือ เบอร์ 10 , 15 และ 20

จากสมการความสัมพันธ์ที่ 3.5 ของการปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด จะทำให้สามารถที่จะหาค่าการลดขนาด (Draft) ได้แล้วจึงเอาเบอร์ด้ายที่ต้องการทำการปั่นด้ายให้ได้เป็นเบอร์ 10 , 15 และ 20 Ne. ผลการคำนวณจะได้จากตารางค่าการลดขนาดในภาคผนวก ก. ทำให้เลือกค่าการลดขนาดได้เป็น 3 ค่า คือ 57.2 (ใช้เฟืองตัวบน 80 และตัวล่าง 50) , 84.3 (ใช้เฟืองตัวบน 70 และตัวล่าง 65) และ 112.7 (ใช้เฟืองตัวบน 65 และตัวล่าง 80) เพื่อที่จะปั่นด้ายออกมาเป็นด้ายเบอร์ 10.52 , 15.5 และ 20.74 Ne. ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับเบอร์ที่ต้องการ

รูปที่ 25 แสดงเส้นด้ายที่ปั่นได้ทั้ง 3 ขนาด (11.01, 16.61 และ 21.38 Ne.)

4.9 การทดสอบเส้นด้าย

- การหาเบอร์ด้าย (Yarn count)

จากการทดลองหาเบอร์ด้ายนั้นจะทำให้เราทราบว่าจากการปั่นด้วยเฟืองทั้ง 3 ชุดนั้นได้เส้นด้ายเบอร์ 11.01 , 16.61 และ 21.38 Ne. ตามรายละเอียดข้างล่าง

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 26 แสดงน้ำหนักของเส้นด้ายยาว 120 หลา จากการเปลี่ยนเฟืองขนาดต่างๆ

ตัวอย่าง	น้ำหนักของเส้นด้าย หน่วยเป็น กรัม		
	ปั่นด้วยเฟือง 80,50	ปั่นด้วยเฟือง 70,65	ปั่นด้วยเฟือง 65,80
1	5.63	3.91	2.98
2	6.01	4.03	2.95
3	5.77	3.70	2.92
4	5.97	4.00	2.98
5	5.85	3.88	3.08
6	5.92	3.91	2.98
7	5.87	3.95	2.99
8	6.00	3.82	3.02
9	5.89	3.90	3.01
10	5.92	3.92	2.89
Mean	5.883	3.902	2.980
S.D.	0.11	0.09	0.05

สามารถเทียบความยาวจากหน่วยหลาเป็นหน่วยเมตรได้จากสูตร

ความยาว (เมตร) = 0.9144 x ความยาว (หลา) .....(4.3)

ฉะนั้น จากความยาว 120 หลา จะเท่ากับ 109.728 เมตร

จากสมการที่ 3.7 เป็นการคำนวณหาเบอร์ด้าย ซึ่งจะได้เบอร์ด้ายเป็นหน่วย Tex และจากสมการที่ 3.9 สามารถเปลี่ยนจากเบอร์ด้ายที่มีหน่วยเป็น Tex เป็น Cotton Count (Ne.) ได้ดังสรุปในตารางที่ 27

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 27 แสดงเบอร์ด้ายที่ได้จากการปั่นด้วยเฟืองทั้ง 3 ชุด

	เบอร์ด้าย (Tex)	เบอร์ด้าย (Ne.)
ปั่นด้วยเฟือง 80,50	53.614	11.01
ปั่นด้วยเฟือง 70,65	35.561	16.61
ปั่นด้วยเฟือง 65,80	27.158	21.38

หมายเหตุ : ซึ่งจากการคำนวณในหัวข้อ 4.8 เบอร์ที่ปั่นด้ายได้นั้นเป็น 10.52 , 15.51 และ 20.74 ตามลำดับ แต่ผลที่ได้จากการปั่นด้ายจริงจะเท่ากับ 11.01 , 15.51 และ 21.74 ตามลำดับ

ตารางที่ 28 สรุปการปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด ทั้ง 3 เบอร์ พร้อมสภาวะการปั่น

ชุดเฟืองที่ใช้ในการปั่น upper/lower	ความเร็วรอบของ Combing Roller,rpm	ความเร็วรอบของ Rotor Roller,rpm	ความเร็วของ Yarn Delivaly,m/min	เบอร์ด้ายที่ได้จากการคำนวณ	เบอร์ด้ายที่ได้จากการทดสอบ
80/50	4,653	33,035	38.44	10.52	11.01
70/65	5,050	28,570	41.53	15.5	16.61
65/80	5,067.5	22,315	33.15	20.74	21.38

หมายเหตุ : การปั่นด้ายเบอร์ 21.38 การปั่นด้ายจะยากกว่าการปั่นด้ายเบอร์ 16.61 และ 11.01 ตามลำดับ เพราะเส้นด้ายมีขนาดเล็กและขาดบ่อยครั้งในขณะปั่นด้าย

Copyright by Mahidol University

- การทดสอบหาเกลียวของเส้นด้าย

เส้นด้ายเบอร์ 11.01 , 16.61 และ 21.38 Ne. มีเกลียว Z และมีจำนวนเกลียวเท่ากับ 21.83 , 17.47 และ 17.10 เกลียวต่อนิ้ว ตามลำดับ

ตารางที่ 29 จำนวนเกลียวของเส้นด้ายทั้ง 3 ขนาด

เบอร์ด้าย / ตัวอย่าง	11.01 Ne.	16.61 Ne.	21.38 Ne.
1	20.67	19.00	16.33
2	24.00	17.67	17.00
3	21.00	17.67	16.00
4	21.67	16.00	18.00
5	20.33	17.33	18.67
6	20.67	18.33	16.67
7	21.67	17.33	17.67
8	23.33	17.00	16.00
9	22.33	16.33	17.33
10	22.67	18.00	17.33
Mean	21.83	17.47	17.10
S.D.	1.23	0.89	0.88

Copyright by Mahidol University

- การทดสอบความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้าย

จากการทดสอบถึงความเหนียว (Tenacity:cN/Tex) และค่าการยืดตัวเมื่อขาด (%Elongation at Break) โดยเครื่องทดสอบ Tensile Strength Tester ของ Instron รุ่น 5569 ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการทดสอบความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้าย ในแต่ละขนาด

ตัวอย่างที่	ด้ายเบอร์ 11.01 Ne.		ด้ายเบอร์ 16.61 Ne.		ด้ายเบอร์ 21.38 Ne.	
	Tenacity (cN/Tex)	% Elongation at Brake	Tenacity (cN/Tex)	% Elongation at Brake	Tenacity (cN/Tex)	% Elongation at Brake
1	7.49	9.16	7.89	13.61	6.04	9.04
2	7.67	9.42	7.68	12.82	6.51	9.32
3	7.85	9.50	5.96	10.55	6.22	9.01
4	6.74	8.40	6.68	12.40	5.74	9.22
5	8.66	9.52	5.34	10.37	6.27	9.82
6	7.74	9.08	6.33	11.66	7.57	10.28
7	7.81	9.08	5.72	10.49	7.42	8.65
8	7.32	9.06	6.10	10.37	7.16	9.44
9	7.41	8.70	5.82	10.68	7.97	11.49
10	7.38	8.92	5.52	10.10	5.43	6.50
Mean	7.61	9.08	6.30	11.31	6.63	9.28
S.D.	0.49	0.35	0.87	1.24	0.85	1.27

Copyright by Mahidol University

4.10 การทำเป็นผืนผ้า

ผ้าถักที่ได้จากการทดลองนั้นเป็นผ้าถักแบบหน้าเดียว (Single Jersey) ด้วยเครื่องถักขนาดทดลอง โดยถักด้วยเส้นด้ายเบอร์ 16.61 เส้นเดี่ยว ซึ่งผ้าจะบาง ผิวสัมผัสของผ้าที่ได้มีลักษณะค่อนข้างกระด้าง เพราะจะมีเส้นใยหญ้าขัดโผล่ที่ผิวของผ้า ซึ่งเส้นใยหญ้าขัดมีลักษณะที่แข็งกระด้างและมีขนาดใหญ่กว่าเส้นใยฝ้ายที่นำมาผสม ดังแสดงในรูปที่ 26

รูปที่ 26 แสดงรูปผ้าที่ได้จากการถัก

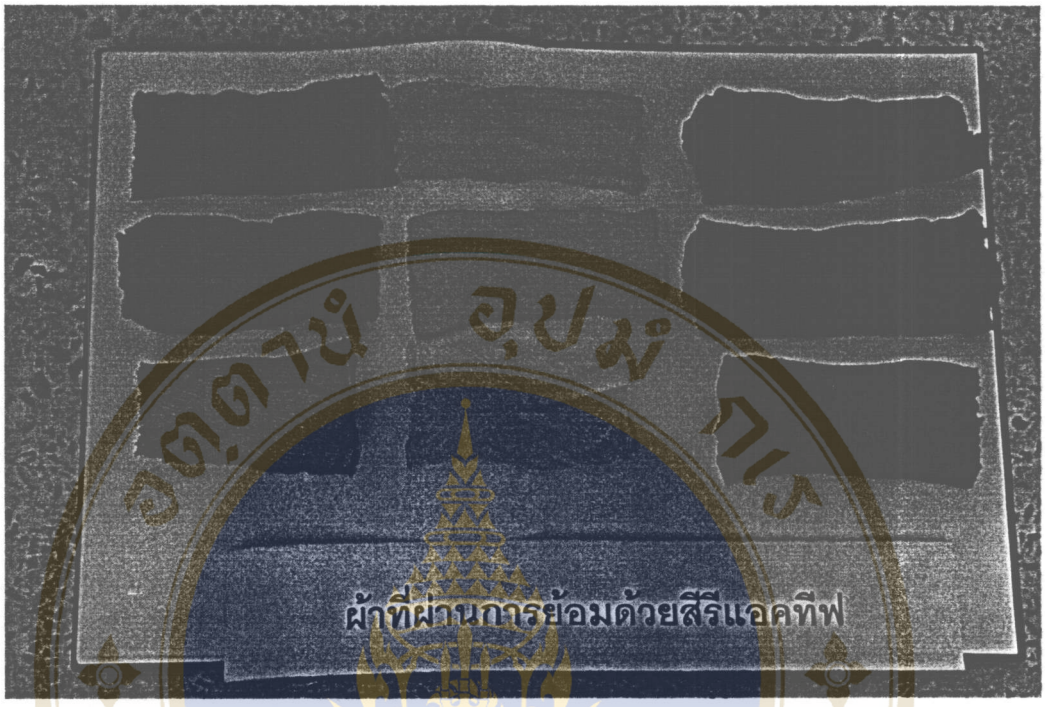
Copyright by Mahidol University

4.11 การทดลองย้อมสีผืนผ้า

จากกรรมวิธีการฟอก การย้อม และปริมาณสารเคมีที่ใช้ในหัวข้อที่ 3.11 นำผ้าถักที่ได้ผ่านการถักผ้านำมาฟอก และย้อมด้วยสีไดเร็กซ์ และรีแอกทีฟ ซึ่งแสดงผลได้ดังรูปที่ 27

รูปที่ 27 แสดงผ้าที่ได้ผ่านการฟอก และย้อมด้วยสีย้อม (สีไดเร็กซ์และสีรีแอคทีฟ)

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 27 แสดงผ้าที่ได้ผ่านการฟอก และย้อมด้วยสีย้อม (สีไดเร็กซ์และสีรีแอคทีฟ) (ต่อ)

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอนั้น เป็นการศึกษาวิจัยถึงข้อมูลพื้นฐานของเส้นใย และปัจจัยต่างๆที่มีส่วนที่จะนำเส้นใยจากต้นหญ้าขัดมาใช้ในการ ปั่นด้าย ถัก และการฟอกย้อม เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งจากการศึกษาได้ทำการทดลองตั้งแต่การผลิตเส้นใยจากต้นหญ้าขัด การปั่นด้าย แล้วนำเส้นด้ายนั้นมาทำเป็นผืนผ้า และสุดท้ายนำมาทำการย้อมเพื่อทำให้เกิดสีสรรขึ้นมา ซึ่งการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถแสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ผลการศึกษาวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การแยกเส้นใยหญ้าขัด

การแยกเส้นใยจากต้นหญ้าขัดนั้น สามารถแยกได้ด้วยการหมักต้นหญ้าขัดด้วยน้ำเปล่า เป็นเวลา 15 วันเพื่อแยกเส้นใยออกจากลำต้น ซึ่งเส้นใยจะได้จากส่วนที่ล้อมรอบแกนกลางของต้นหญ้าขัดนั้นเป็นเส้นใยเล็กๆ ที่มาประกอบกันเป็นเส้นใยใหญ่และยาวขึ้นจากการศึกษาพบว่า เส้นใยที่ได้เมื่อเทียบกับน้ำหนักของต้นหญ้าขัด (ตัดยอดและกิ่งอ่อนออกแล้ว) นั้นคิดเป็นอัตราส่วนได้เท่ากับ 5.69 % ของต้นหญ้าขัด สำหรับน้ำในการหมักได้นำไปตรวจสอบคุณภาพน้ำและมีผลดังนี้คือ นี้ฟอสเฟต (PO_4^{-3}) 32.80 mg/l, ไนเตรต (NO_3^-) ไม่สามารถหาค่าได้ (N.D.) , ความเป็นกรดด่าง (pH) 5.39 , บีโอดี(BOD) 3,820.17 mg/l , ของแข็งแขวนลอยรวม (TSS) 262.67 mg/l , ไนโตรเจน (TKN) 154.40 mg NH_2-N/l ซึ่งมีกลิ่นเหม็น เพราะการย่อยสลายของสารที่เคลือบผิวของต้นหญ้าขัดและเส้นใย

5.1.2 สมบัติของเส้นใยหญ้าขัด

จากภาพขยายของเส้นใยหญ้าขัด จะพบว่าเส้นใยหญ้าขัดมีลักษณะบิดงอเล็กน้อย แต่ละเส้นใยที่เป็นหน่วยเล็กที่สุดจะมีรูกลวงในเส้นใย การทดสอบการดูดความชื้นของเส้นใยหญ้าขัดมีความสามารถในการดูดซึมความชื้นเท่ากับ 9.62 % (Moisture Regain) และ 10.65 % (Moisture Content)

Copyright by Mahidol University

สมบัติในการละลายของเส้นใยหญ้าขัดจะละลายได้เฉพาะในกรดซัลฟูริก 70 % ที่ 38°C , กรดไนตริก 63.5 % ที่ 100 °C และที่ 25 °C ส่วนการเผาไหม้ก็มีลักษณะในการเผาไหม้และกลิ่นเช่นเดียวกับฝ้ายและกระดาษ เพราะเป็นเซลลูโลสเช่นเดียวกัน ในการทดสอบการติดสี (Staining Test) ได้ผลเมื่อใช้ ซิงค์คลอไรไอโอไดด์ ได้สีม่วงแดง

5.1.3 การผลิตเป็นเส้นด้าย

ในการทำให้เส้นใยไปผ่านกระบวนการต่างๆ จนเป็นด้ายหรือผืนผ้านั้น เส้นใยหญ้าขัดจะต้องนำมาทำให้นุ่มเสียก่อน ซึ่งเส้นใยหญ้าขัดทำให้นุ่มที่สุดด้วยสารทำนุ่มประเภทประจุบวก (Cationic Softener) คือ Bicron L-15 ที่ 7 กรัม/ลิตร และจำเป็นต้องทำให้เส้นใยหญ้าขัดแตกตัวเสียก่อน แล้วจึงจะนำไปผ่านเครื่องสางใย (Carding) ซึ่งผลการทดลองไม่สามารถทำเป็นสไลเวอร์จากหญ้าขัด 100 % และในอัตราส่วนของเส้นใยหญ้าขัด : เส้นใยฝ้าย 75 : 25 แต่สามารถผลิตเป็นสไลเวอร์ได้ที่ผสมเส้นใย 50 : 50 โดยน้ำหนัก แต่หลังจากผ่านเครื่องสางใย จะมีการสูญเสียเส้นใยโดยเฉพาะเส้นใยจากหญ้าขัด ได้สไลเวอร์ที่มีอัตราส่วนของเส้นใยหญ้าขัดต่อเส้นใยฝ้ายเท่ากับ 35.48% เพราะมีเส้นใยหญ้าขัดและเส้นใยฝ้ายตกได้เครื่องจำนวนหนึ่งซึ่งเส้นใยหญ้าขัดมีจำนวนมากกว่า สไลเวอร์ที่ได้มีค่าน้ำหนักต่อหน่วยความยาว เท่ากับ 34.7 เกรน/หลา และมีค่า CV% (จากการคำนวณ) เท่ากับ 9.62 % จากนั้นนำสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางใย แต่ยังมีการเรียงตัวและการผสมของเส้นใยทั้งสองยังไม่ดีพอจำเป็นต้องนำไปผ่านเครื่องรีดปุย โดยผลิตเป็นสไลเวอร์ ที่มีค่าน้ำหนักต่อหน่วยความยาว เท่ากับ 45.31 เกรน/หลา และมีค่า CV% (จากการคำนวณ) เท่ากับ 4.39 %

สไลเวอร์ที่ได้นำไปผลิตเป็นเส้นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด ซึ่งสามารถได้ด้ายเบอร์ 11.01 , 16.61 และ 21.38 Ne. เส้นด้ายทั้ง 3 มีเกลียวเป็นเกลียว Z ซึ่งมีจำนวนเกลียวเท่ากับ 21.83 , 17.47 และ 17.10 เกลียวต่อนิ้ว เส้นด้ายมีความแข็งแรงเท่ากับ 7.61 , 6.30 และ 6.63 cN/Tex ตามลำดับ และการยืดตัวเมื่อขาดเท่ากับ 9.08 , 11.31 และ 9.28 % ตามลำดับ

5.1.4 การผลิตเป็นผืนผ้า

การทำเป็นผืนผ้าโดยทำเป็นผ้าถักหน้าเดียว (Single Jersey) ด้วยเส้นด้ายเบอร์ 16.61 Ne. เส้นเดี่ยว ได้ผ้าที่มีผิวหยาบกระด้าง ซึ่งผิวสัมผัสที่ได้นั้นเป็นคุณสมบัติและลักษณะเฉพาะของเส้นใยหญ้าขัด โดยที่ปลายเส้นใยหญ้าขัดจะโผล่ออกมาที่ผิวของเส้นด้ายและผ้า สาเหตุเพราะหญ้าขัดมี

Copyright by Mahidol University

ขนาดโตกว่าใยฝ้าย ทำให้คุณสมบัติด้านการปิดตัวและการโค้งงอของเส้นใยน้อยลง ส่วนในการถักเป็นผ้านั้นถักได้ยากมากเพราะเส้นด้ายขาดบ่อย

5.1.5 การทำความสะอาด , การฟอก และย้อมผ้า

การนำผ้าที่ได้จากการผสมจากเส้นใย 2 ชนิดคือระหว่างเส้นหญ้าขัดและเส้นใยฝ้าย ในอัตราส่วนเท่ากับ 34.48 : 64.52 เป็นผลทำให้มีการคาดคิดว่าหากมีการนำไปใช้ประโยชน์ดังเช่นการย้อม โดยการนำไปใช้ประโยชน์นั้น หากมีการติดสีที่ไม่เท่าเทียมกันแล้วจะทำให้มีการเหลือบของสีได้ แต่ผลที่ได้จากการทดลองนำผ้าผืน ในที่นี้ที่เรานำมาเป็นผืนผ้าโดยการถัก เป็นผ้าถักหน้าเดียว (Single Jersey) นั้น ผ้าที่ผ่านการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอก (Scouring and Bleaching) ก็มีลักษณะที่เป็นเนื้อเดียวไม่มีการเหลือบหรือมีการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกสีของผ้า และพร้อมกับได้นำมาย้อมด้วยสี 2 ชนิด คือ สีไดเร็กซ์ (Direct Dye) และสีรีแอกทีฟ (Reactive Dye) ผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยสีทั้ง 2 ชนิดนั้น ได้มีการย้อมใน 3 ระดับคือ สีอ่อน (Pale Shade) , สีกลาง (Medium Shade) และสีแก่ (Heavy Shade) ซึ่งผ้าที่ติดสีนี้นั้นก็มีการติดสีที่ดี ดังได้แสดงผลจากการฟอกและย้อม ในบทที่ 4

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

5.2.1 การแยกเส้นใยหญ้าขัด

การแยกเส้นใยหญ้าขัดโดยวิธีการหมักด้วยน้ำเปล่านั้น เส้นใยจะมีการอ่อนตัวและง่ายต่อการลอกเส้นใย แต่อย่างไรก็ตามการหมักด้วยน้ำเปล่านี้นั้นใช้เวลาถึง 15 วันในการที่จะเหมาะสม ซึ่งเวลาที่มากนั้นจะทำให้มีการสูญเสียเวลาเป็นอันมาก ในการที่จะต้องการแยกเส้นใยในเวลาที่จำกัด แต่วิธีนี้ก็จะได้เส้นใยที่อ่อนนุ่มและมีสีที่ขาว

ปริมาณของเส้นใยหญ้าขัดที่ได้เมื่อเทียบกับต้นหญ้าขัดก่อนนำมาหมักด้วยน้ำเปล่าจากการทดลองมีค่า เท่ากับ 5.69 % ของต้นหญ้าขัด ส่วนในการทำการหมักต้นหญ้าขัดในปริมาณมากนั้นคือที่น้ำหนักของต้นหญ้าขัด 150 กิโลกรัม สามารถคำนวณการได้เส้นใยหญ้าขัดเท่ากับ 6.037 % ซึ่งมีความใกล้เคียงกัน ทำให้เราสามารถระบุได้ว่าหากมีการหมักต้นหญ้าขัดแล้วนั้น ก็จะได้เส้นใยหญ้าขัดประมาณ 5-6 % ของต้นหญ้าขัด (ที่ตัดส่วนใบและกิ่งอ่อนแล้ว) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของเส้นใยที่ได้เมื่อเทียบกับวัตถุดิบเดิม (อัฉราพร ไศละสูต, 2525) ดังเช่น

เส้นใยสับปะรดที่ได้จากใบสับปะรดมีค่าเท่ากับ 2.5-3.25 %

Copyright by Mahidol University

เส้นใยรามีที่ได้จากใบสับปะรดมีค่าเท่ากับ 2.5-6.0 %
เส้นใยแฟลกซ์ที่ได้จากต้นลินินมีค่าเท่ากับ 2.0-3.0 %
เส้นใยป่านศรนารายณ์ได้จากต้นป่านศรนารายณ์มีค่าเท่ากับ 3.0-4.0 %
เส้นใยสับปะรดพันธ์ Smooth Cyana ที่ปลูกในประเทศไทย มีค่าเท่ากับ 1.8-2.7 %
จะเห็นได้ว่าเส้นใยหญ้าขัดนั้นมีค่าที่สูงกว่า เมื่อเทียบกับเส้นใยประเภทอื่นๆ แล้ว

หลังจากการลอกแผ่นของเส้นใยออกจากแกนของต้นหญ้าขัดแล้ว แกนของต้นหญ้าขัดยังสามารถที่จะนำไปทำเป็นเครื่องประดับ ในบ้านเรือนหรือประดับแจกัน นำแกนไปทำให้เกิดสีขึ้นได้โดยการย้อมสีทำให้เกิดสีน่าใช้งานมากขึ้น

ในกรณีคุณภาพน้ำที่ได้จากการหมักนั้น จะเห็นได้ว่ามีความเป็นกรดด่าง (pH) เท่ากับ 5.39 , บีโอดี (BOD) 3,820.17 mg/l , ของแข็งแขวนลอยรวม (TSS) 262.67 mg/l จากการศึกษางานวิจัยของปราโมทย์ ศรีสุวรรณ (2538) ซึ่งมีความเป็นกรดด่าง (pH) 6.0 , บีโอดี(BOD) 4,200 mg/l , ของแข็งแขวนลอยรวม (TSS) 1,300 mg/l ในการศึกษาการใช้น้ำทิ้งจากการผลิตของโรงงานปลาทูน่ากระป๋องเพื่อเป็นอาหารเลี้ยงไก่เนื้อซึ่งสามารถเลี้ยงไก่ได้เช่นกัน ดังนั้นแล้วน้ำหมักนี้มีผลใกล้เคียงกับการผลิตปลาทูน่ากระป๋องก็อาจที่จะมีความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ดังกล่าวได้เช่นกัน หากมีการศึกษาและทดลองมากขึ้น

5.2.2 สมบัติของเส้นใยหญ้าขัด

สมบัติของเส้นใยหญ้าขัดที่ได้นั้นเป็นเส้นใยที่เป็นเซลลูโลสประเภทหนึ่งซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับเส้นใยธูปฤาษี (ชัยยุทธ ช่างสาร และคณะผู้วิจัย , 2536) คือมีความสามารถในการละลายได้เฉพาะได้เฉพาะในกรดซัลฟูริก 70 % ที่ 38°C , กรดไนตริก 63.5 % ที่ 100 °C และที่ 25 °C และมีพฤติกรรมของเส้นใยเมื่อเกิดการเผาไหม้ ดังแสดงพฤติกรรมของเส้นใยเมื่อเกิดการเผาไหม้ (Kathryn L. Hatch , 1993) ซึ่งมีการลุกไหม้ขณะที่อยู่ในเปลวไฟ เมื่อออกก็คงลุกไหม้อยู่ มีกลิ่นไหม้เหมือนกระดาษไหม้ และมีเถ้าเป็นฝุ่นนุ่มสีเทา มีสมบัติในการทดสอบการติดสี (Staining Test) ได้ผลเมื่อใช้ ซิงค์คลอไรไอโอไดด์ ได้สีม่วงแดง ซึ่งก็แตกต่างกับเส้นใยประเภทอื่น ดังเช่นป่านจะเป็นสีฟ้าหรือสีม่วงปนเหลืองเล็กน้อย และรามีจะได้สีน้ำเงิน (อัจฉราพร ไศละสูต , 2528) ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบเส้นใยหญ้าขัดจะมีสีใกล้เคียงกับสีที่เป็นเซลลูโลสเช่นกัน

Copyright by Mahidol University

ส่วนในสมบัติการดูดซึมความชื้นที่มีค่าเท่ากับ 10.65 % (Moisture Regain) และ 9.62 % (Moisture Content) ซึ่งหากว่ามีการเปรียบเทียบกับสมบัติด้านนี้กับเส้นใยต่างๆ (J.W.S. Hearle and R.H. Peters , 1963) แล้วก็เห็นได้ว่า เป็นอัตราส่วนที่สูงพอสมควร เพราะเส้นใยประเภทเซลลูโลส เช่นฝ้ายจะมีค่าการดูดซึมความชื้นอยู่ 8.5 % (Moisture Regain) แต่ส่วนแฟลกซ์มีค่าอยู่ประมาณ 12.0 % (Moisture Regain)

สมบัติของเส้นใยหญ้าขัดจะเห็นได้ว่าเป็นเส้นใยเซลลูโลสที่มีขนาดของเส้นใยระดับหยาบมาก มีสมบัติที่ทางกายภาพที่มีลักษณะคล้ายกับเส้นใยแฟลกซ์ หรือป่อ มากกว่าเส้นใยประเภทฝ้าย ซึ่งเป็นเพราะว่าเส้นใยหญ้าขัดก็เป็นเส้นใยประเภทเส้นใยท่อน้ำเช่นเดียวกัน ต่างจากเส้นใยฝ้ายที่เป็นเส้นใยจากดอก

5.2.3 การผลิตเป็นเส้นด้าย

ในการผลิตเป็นเส้นด้ายด้วยกรรมวิธีการปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open end spinning) การปั่นสามารถปั่นได้ทั้งหมดคือ ในการทดลองปั่นทั้ง 3 ขนาด (เบอร์ 11.01 16.61 และ 21.83 Ne.) แต่การปั่นด้านนั้นจะมีความยากง่ายต่างกันคือ เส้นด้ายที่มีขนาดใหญ่จะปั่นได้ง่ายกว่าด้ายที่มีขนาดเล็กกว่า และหากว่านำไปปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นมือน่าจะสามารถปั่นได้ต่อเนื่องกว่าการปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิดเพราะสามารถที่จะชะลอความเร็วขณะการปั่นเป็นเส้นด้ายได้ การปั่นนั้นจะแตกต่างจากการคำนวณอยู่บ้างคือ ในการคำนวณปั่นด้ายเบอร์ 10.52 Ne. แต่ปั่นด้ายได้จริงเท่ากับ 11.01 Ne. , คำนวณปั่นด้ายเบอร์ 15.5 Ne. แต่ปั่นด้ายได้จริงเท่ากับ 16.61 Ne. และคำนวณปั่นด้ายเบอร์ 20.74 Ne. แต่ปั่นด้ายได้จริงเท่ากับ 21.38 Ne. อาจเป็นไปได้ว่าอาจเกิดจากความไม่สม่ำเสมอกันของสไลเวอร์ สามารถแสดงได้จากค่า CV% ของสไลเวอร์ (CV% ของสไลเวอร์เมื่อผ่านเครื่องสางใย เท่ากับ 9.62 % และ CV% ของสไลเวอร์เมื่อผ่านเครื่องรีดปุย เท่ากับ 4.39 %) ซึ่งทำให้ในการหาน้ำหนักต่อความยาวของสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องรีดปุย (Draw frame) มีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามเส้นด้ายที่ได้ก็มีเบอร์ด้ายที่ไม่แตกต่างไปไม่มากนักกับการคำนวณ

ในการนำเส้นใยหญ้าขัด (ที่ผ่านการทำให้เส้นใยแตกตัวแล้ว) มาผสมกับเส้นใยฝ้ายในอัตราส่วน 50 : 50 ที่สามารถเกิดการฟอร์มตัวเป็นสไลเวอร์ได้นั้น แต่ผลที่เกิดขึ้นโดยจะมีการสูญเสียเส้นใยหญ้าขัดจนทำให้สไลเวอรที่มีอัตราส่วนของเส้นใยหญ้าขัดต่อเส้นใยฝ้ายเท่ากับ 35.48% ไม่เท่ากับที่มีการผสมกันในส่วนต้นของเครื่องสางใย (50:50) เป็นเพราะเส้นใยยังมีสิ่งสกปรกและ

Copyright by Mahidol University

การแตกตัวของเส้นใยไม่เพียงพอ จึงทำให้มีการสูญเสียที่ใต้เครื่องสางใย จากการศึกษาวิจัยมีการสูญเสียคิดเป็น 30 % ของเส้นใยหญ้าขัดที่ผสมในส่วนต้นเครื่องสางใย

5.2.4 การผลิตเป็นผืนผ้า

การผลิตเป็นผืนผ้าด้วยการถักนี้ ถักได้ยากมีการขาดของเส้นด้ายบ่อยเพราะเส้นใยมีความหนาบางไม่เท่ากัน หากการถักดำเนินไปจนถึงช่วงที่เส้นด้ายมีขนาดบาง (ที่มีความแข็งแรงต่ำ) เส้นด้ายก็จะขาดทำให้การถักเกิดการสดุดไม่ต่อเนื่อง และอีกประการเกี่ยวกับที่เส้นด้ายมีจำนวนเกลียวที่มากถึง 17.47 เกลียวต่อนิ้ว ซึ่งบางครั้งในการถักก็จะเกิดการหมุนของเกลียวทำให้ด้ายมัดเป็นปม และเมื่อปมด้ายนี้ผ่านเข้าไปในเข็มถัก ทำให้เกิดการติดของเส้นด้ายขณะเกิดการเข้าห่วงของเข็มถักเส้นด้ายก็อาจเกิดการขาดในเหตุนี้ได้ และอีกประการเส้นด้ายที่ปั่นได้นี้ไม่ได้ผ่านการลงแว็กซ์บนเส้นด้าย ซึ่งปกติหากนำเส้นด้ายใดๆ นำมาถักนั้นจำเป็นต้องมีการลงแว็กซ์บนเส้นด้าย เพื่อที่จะทำให้เส้นด้ายถักได้ลื่นไหลไม่มีการติดขัด เกิดการเข้าเกลียวที่ดียิ่งขึ้น

5.2.5 การทำความสะอาด , การฟอก และย้อมผ้า

จากผลการทดลองการทำความสำอาดและการฟอก และการย้อมผ้าด้วยสีไดเร็กซ์และสีรีแอกทีฟ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ แสดงให้เห็นถึงลักษณะของผ้าถัก มีความสามารถในการใช้งานที่ต้องการผ้าที่ติดสีได้โดยไม่เกิดการเหลือบของสี และสามารถใช้งานได้ไม่แตกต่างกับเส้นใยประเภทเซลลูโลสอื่นๆ

5.2.6 ด้านเศรษฐศาสตร์

- การคำนวณมูลค่าของการปั่นด้ายฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ เบอร์ 20 Ne.

การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด ของธีระพงษ์ ไชยเฉลิมพงษ์ (2535) ซึ่งได้ทำการสอบถามข้อมูลในโรงงานปั่นด้าย ซึ่งปั่นด้ายฝ้าย 100% เบอร์ 20 Ne. ซึ่งจำแนกมูลค่าหรือค่าใช้จ่ายการผลิตออกได้ดังนี้คือ

1. มูลค่าการผลิตของโรงงาน (Factory Value)
   = ค่าวัตถุดิบโดยตรง + ค่าใช้จ่ายโรงงาน
2. มูลค่าของการผลิตทั้งหมด (Total Value)
   = มูลค่าการผลิตของโรงงาน + ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขาย

Copyright by Mahidol University

โดยข้อมูลต่างๆ ได้มาจากการสอบถาม, การสัมภาษณ์และสูตรการคำนวณจากโรงงานปั่นด้ายฝ้าย 100 % ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- ราคาวัตถุดิบ (เส้นใยฝ้าย) ราคาโดยประมาณ = 44.16 บาท/กิโลกรัม
- ค่าใช้จ่ายโรงงานโดยประมาณ = 19.08 บาท/กิโลกรัม
- ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขายโดยประมาณ = 10 % ของมูลค่าการผลิตของโรงงาน
- ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเส้นใยในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open end Spinning) ซึ่งปั่นเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 20 Ne. ดังแสดงในตารางที่ 31

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สามารถนำไปคำนวณหาสัดส่วนการทำงาน (Working ratio calculation) เพื่อหาสัดส่วนและอัตราเป็นชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักรแต่ละขั้นตอน แล้วนำไปคำนวณวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการปั่นด้าย (Cost Analysis for Spinning Factory) เป็นมูลค่าการผลิตของโรงงาน (Factory Value) ดังแสดงในตารางที่ 32 แล้วจึงนำค่าที่ได้ไปเป็นฐานข้อมูลคำนวณหา มูลค่าของการผลิตเส้นด้ายใยผสมเส้นใยหญ้าขัดกับเส้นใยฝ้ายในที่มีเส้นใยหญ้าขัดต่อเส้นใยฝ้ายเท่ากับ 35.48 %

ตารางที่ 31 การคำนวณ Working Ratio ของการปั่นด้ายด้วยใยฝ้าย 100%

SECTION	MACHINE	HOUR	PRODUCTION	WORKING RATIO	WASTE (%)
Blow room	1.00	1	166.67	0.19	5.50
Carding	1.00	1	9.94	3.20	4.25
Drawing	1.00	1	92.05	0.35	0.01
Open end	1.00	1	31.82	1.00	1.15

หมายเหตุ : 1) วัตถุดิบที่ใช้เป็นฝ้าย 100%

2) มีเส้นใยสูญเสียเท่ากับ 10.91% (ทั้งหมด)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 32 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของการปั่นด้ายด้วยใยฝ้าย 100%

Production 1.00 Kg (Yarn)

Expenditure 19.08 Baht

SECTION	WORKING RATIO	COST (BAHT/Kg)	EXPENDITURE (BAHT)	COST DISTRIBUTED (%)	MATERIAL COST (BAHT/Kg)
Blow Room	0.19	0.77	0.77	4.03	-
Carding	3.20	12.89	12.89	67.57	-
Drawing	0.35	1.39	1.39	7.30	-
Open end	1.00	4.03	4.03	21.10	-
Expenditure Unit Cost		19.08	19.08		22.84
Total Cost (Included % Waste)			46.72		

หมายเหตุ : 1) การผลิตใช้ในการปั่นด้ายด้วยเครื่อง Open end Spinning Ne20

2) จากตารางที่ 31 หมายเหตุข้อ 2 การสูญเสียเท่ากับ 10.91% เพราะฉะนั้นปริมาณการใช้วัตถุดิบจะต้องเพิ่มขึ้นจาก 1 กิโลกรัมเป็น 1.11% และราคาวัตถุดิบ (ใยฝ้าย) เนื่องจากมีปริมาณเส้นใยสูญเสีย จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเท่ากับ 4.8 บาท เพราะฉะนั้นราคาวัตถุดิบที่ใช้จริงเท่ากับ 44.16 + 4.82 = 48.98 บาท

เพราะฉะนั้นจากข้อมูลและตารางที่ 31 และ 32 จะใช้คำนวณหาใช้จ่ายและมูลค่าของการผลิตหรือการปั่นด้ายฝ้าย 100% เบอร์ 20 Ne. จากเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open end Spinning)

1. มูลค่าการผลิตของโรงงาน (Factory Value)

= ค่าวัตถุดิบโดยตรง + ค่าใช้จ่ายโรงงาน

= 48.98 + 19.08

= 68.06 บาท/กิโลกรัม

2. มูลค่าของการผลิตทั้งหมด (Total Value)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทราบว่า ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขาย โดยประมาณเท่ากับ 10% ของมูลค่าการผลิตของโรงงาน เพราะฉะนั้นค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขายของการผลิตด้ายฝ้าย 100% เบอร์ 20 Ne. จะเท่ากับ 6.81 บาท/กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

มูลค่าของการผลิตทั้งหมด (Total Costs)

= มูลค่าการผลิตของโรงงาน + ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขาย

= 68.06 + 6.81

= 74.87 บาท/กิโลกรัม

สรุปสัดส่วนมูลค่าของการผลิตด้ายฝ้าย 100% เบอร์ 20 Ne.จากเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open end Spinning)

ตารางที่ 33 แสดงสัดส่วนมูลค่าของการผลิตด้ายฝ้าย 100% เบอร์ 20 Ne.

ประเภทมูลค่าของการผลิต หรือ ค่าใช้จ่าย	จำนวน (บาท / กิโลกรัม)	สัดส่วน (%)
1. ราคาวัตถุดิบ (ใยฝ้าย)	48.98	65.43
2. ค่าใช้จ่ายโรงงาน	19.08	25.48
3. ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขาย	6.81	9.09
4. มูลค่าของการผลิตทั้งหมด	74.87	100.00

- การคำนวณมูลค่าของการปั่นด้ายใยผสมระหว่างเส้นใยหญ้าขัดกับเส้นใยฝ้าย

ในการศึกษาทดลองได้มีการนำต้นหญ้าขัดจำนวนทั้งหมด 150 กิโลกรัม เมื่อนำมาหมักด้วยน้ำเปล่าเป็นเวลา 15 วันแล้วได้เส้นใยหญ้าขัดเท่ากับ 9.05632 กิโลกรัม คิดเป็น 6.037 % ซึ่งการจัดหาต้นหญ้าขัดนั้นได้จัดหาโดยการจัดจ้างโดยการซื้อในราคากิโลกรัมละ 6 บาท เป็นจำนวนเงินเท่ากับ 900 บาท

มีการจ้างคนงานเพื่อนำมาแยกเส้นใยและตัดเส้นใยจำนวน 4 คน เป็นเวลา 1 วัน เพราะฉะนั้นแล้วเป็นเงินเท่ากับ 150 x 4 = 600 บาท (ใช้อัตราค่าจ้างแรงงานเท่ากับ 150 บาท/คน/วัน)

ในการทำให้เส้นใยแตกตัวนั้น ได้นำเส้นใยที่ได้นี้ไปผ่านการสางใยครั้งที่ 1 มีการสูญเสียตกลงใต้เครื่องเท่ากับ 11.69 % ผ่านการทำให้นุ่ม แล้วนำไปผ่านการสางใยครั้งที่ 2 มีการสูญเสีย

Copyright by Mahidol University

ตกลงใต้เครื่องเท่ากับ 10.56% จากนั้นผ่านการสางใยครั้งที่ 3 มีการสูญเสียลงใต้เครื่องเท่ากับ 9.67% ผ่านการสางใยครั้งที่ 4 มีการสูญเสียลงใต้เครื่องเท่ากับ 7.22 % ผ่านการสางใยครั้งที่ 5 มีการสูญเสียลงใต้เครื่องเท่ากับ 6.76 % ทำให้เส้นใยที่ได้นั้นมี น้ำหนักเท่ากับ 5.58963 กิโลกรัม

นำเส้นใยที่ตกใต้เครื่องจากการสางใยครั้งที่ 2 , 3 , 4 และ 5 ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 2,408.01 กรัม แล้วนำเส้นใยที่ได้นั้นไปผ่านการสางใยอีกครั้ง ซึ่งมีการสูญเสียลงใต้เครื่องเท่ากับ 17.28 % ได้เส้นใยอีก 1.99190 กิโลกรัม ฉะนั้นจึงทำให้มีเส้นใยหญ้าขัดที่นำไปทำสไลเวอร์ที่เครื่องสางใยเท่ากับ 7.58153 กิโลกรัม (5.58963+1.99190)

ทำให้สามารถคำนวณการสูญเสียเส้นใยในขั้นตอนการทำให้เส้นใยแตกตัวเท่ากับ 16.28 %

ได้เส้นใยหญ้าขัดทั้งหมด 7.58153 กิโลกรัมกรัม นำเส้นใยหญ้าขัดไปผสมกับเส้นใยฝ้ายเพื่อทำเป็นสไลเวอร์ด้วยเครื่องสางใยได้ในอัตราส่วนของเส้นใยหญ้าขัดต่อเส้นใยฝ้ายเท่ากับ 35.48 % โดยการผสมเส้นใยหญ้าขัดจำนวน 4.00 กิโลกรัมกับเส้นใยฝ้าย 4.00 กิโลกรัม แต่สไลเวอร์ที่ได้จริงจะมีส่วนของเส้นใยหญ้าขัดเพียง 2.5808 กิโลกรัม ซึ่งส่วนที่เหลือเกิดการสูญเสียที่เครื่องสางใยนี้

ทำให้สามารถคำนวณการสูญเสียเส้นใยในขั้นตอนการทำเป็นสไลเวอร์และปั่นด้ายเท่ากับ 45 %

ในกรณีศึกษาการคำนวณและวิเคราะห์มูลค่าของการผลิตเส้นด้ายใยผสมเส้นใยหญ้าขัดและเส้นใยฝ้าย (อัตราส่วนของเส้นใยหญ้าขัดต่อเส้นใยฝ้ายเท่ากับ 35.48%) โดยใช้ฐานข้อมูลมูลค่าของการผลิตหรือการปั่นด้ายฝ้ายเบอร์ 20 Ne. จากเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด ที่ได้กล่าวถึงข้างต้นแล้วนั้น จะพบว่าค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นค่าแรงและค่าใช้จ่ายโรงงาน (Expenditure) ของงานวิจัยจะสูงกว่าการปั่นด้ายฝ้ายเพราะ

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียของเส้นใยหญ้าขัดทั้งกระบวนการผลิตจะสูงมาก ซึ่งมีการสูญเสียประมาณ 61.28 %

2. ค่าแรงงานในการจัดจ้างในการรวบรวมและการลอกเส้นใยออกจากแกนต้นหญ้าขัดรวมแล้วจะมีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 165.63 บาท/เส้นใยหญ้าขัด 1 กิโลกรัม

3. ในกระบวนการผลิตของงานวิจัยนี้ ได้ใช้เครื่องสางใย (Carding) จำนวน 6 ครั้ง ซึ่งจากข้อมูลค่าใช้จ่ายของเครื่องสางใย (Carding) ในการปั่นด้ายฝ้ายที่แสดงในตารางที่ 32 จะเท่ากับ

Copyright by Mahidol University

12.89 บาท/กิโลกรัม และไม่ใช้เครื่องผสมฝ้าย (Blow room) เพราะฉะนั้นจะต้องเสียค่าใช้จ่างโรงงานและค่าแรง (Expenditure) ในการผลิตเส้นด้ายหญ้าขัดกับเส้นใยฝ้ายคือ

= 19.09 – 0.77 + 5 (12.89)

ค่าใช้จ่ายรวม = 82.77 บาท/กิโลกรัม

หลังจากนั้นจึงนำค่าใช้จ่ายนี้ไปคำนวณวิเคราะห์หามูลค่าของการผลิตด้ายใยผสมเส้นใยหญ้าขัดกับเส้นใยฝ้าย ดังแสดงในตารางที่ 34 และ 35

ตารางที่ 34 การคำนวณ Working Ratio ของการปั่นด้ายเส้นใยหญ้าขัดผสมกับเส้นใยฝ้าย

SECTION	MACHINE	HOUR	PRODUCTION (Kg/Hr)	WORKING RATIO	WASTE(%)
Card 1	1	1	9.94	3.20	
Card 2	1	1	9.94	3.20	
Card 3	1	1	9.94	3.20	16.28
Card 4	1	1	9.94	3.20	
Card 5	1	1	9.94	3.20	
Card 6	1	1	9.94	3.20	
Drawing	1	1	92.05	0.35	45
Open end	1	1	31.82	1	

หมายเหตุ : 1) วัตถุดิบที่ใช้เป็นเส้นใยผสมของเส้นใยหญ้าขัดต่อเส้นใยฝ้ายเท่ากับ 35.48 %

2) เส้นใยเกิดการสูญเสียในระหว่างการผลิตทั้งหมด 61.28 %

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 35 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของการปั่นด้ายใยหญ้าขัดผสมกับเส้นใยฝ้าย

SECTION	WORKING RATIO	COST (BAHT/Kg)	EXPENDITURE	COST DISTRIBUTED	MATERIAL COST (BAHT/Kg)
Card 1	3.20	12.89	12.89	15.58	
Card 2	3.20	12.89	12.89	15.58	
Card 3	3.20	12.89	12.89	15.58	
Card 4	3.20	12.89	12.89	15.58	
Card 5	3.20	12.89	12.89	15.58	
Card 6	3.20	12.89	12.89	15.58	
Drawing	0.35	1.40	1.40	1.68	
Open end	1	4.02	4.02	4.84	
EXPENDITURE UNIT COST		82.76	82.76		194.12
TOTAL COST (INCLUDE % WASTE)			364.63		

หมายเหตุ : 1) การผลิตบนพื้นฐานการปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายแบบปลายเปิด (Open end Spinning) เบอร์ 20 Ne.

2) จากตารางที่ 34 หมายเหตุข้อ 2 เส้นใยเกิดการสูญเสียเท่ากับ 61.28 % เพราะฉะนั้น ปริมาณการใช้วัตถุดิบจะต้องเพิ่มขึ้นจาก 1 กิโลกรัมเป็น 1.61 กิโลกรัม จากด้าย 1 กิโลกรัม จะมีการใช้จ่ายเท่ากับ 194.12 บาท เนื่องจากการสูญเสียเส้นใยจะต้องเสียเพิ่มขึ้นเท่ากับ 110.37 บาท เพราะฉะนั้นราคาวัตถุดิบที่ใช้จริงเท่ากับ 194.12 + 110.37 = 304.49 บาท

จากข้อมูลในตารางที่ 34 และ 35 นำมาคำนวณและวิเคราะห์มูลค่าการผลิตเส้นด้ายใยผสมหญ้าขัดกับฝ้าย อัตราส่วนของเส้นใยหญ้าขัดต่อเส้นใยฝ้ายเท่ากับ 35.48 %

ในกรณีศึกษาครั้งนี้จะใช้วัตถุดิบหรือเส้นใย 2 ประเภทคือ เส้นใยหญ้าขัด 34.48 % กับเส้นใยฝ้าย 64.52 % จึงต้องแยกคำนวณหาราคาวัตถุดิบ

- เส้นใยหญ้าขัด จากข้างบนจะได้ว่ามีค่าใช้จ่ายต่อเส้นใยหญ้าขัด 1 กิโลกรัม = 165.63 บาท
- เส้นใยฝ้ายในสัดส่วน 64.52 % ราคากิโลกรัมละ 44.16 บาท

เพราะฉะนั้นราคาเส้นใยฝ้ายในสัดส่วน 64.52 %

= 28.49 บาท/กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

เพราะฉะนั้นราคาวัตถุดิบ เส้นใยหญ้าขัด 34.48 % กับเส้นใยฝ้าย 64.52 % ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จะมีราคาโดยประมาณ = 165.63 + 28.49 = 194.12 บาท / กิโลกรัม

ในกรณีศึกษานี้จะมีปริมาณการสูญเสียเส้นใยเนื่องจากในกระบวนการผลิตเท่ากับ 61.28 % ซึ่งมีผลทำให้ต้องใช้เส้นใยเพิ่มขึ้นและจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเท่ากับ 110.50 บาท

เพราะฉะนั้นราคาวัตถุดิบที่ใช้จริงเท่ากับ

= 194.12 + 110.37

= 304.49

การคำนวณมูลค่าการผลิตมีรายละเอียดดังนี้

1. มูลค่าการผลิตของโรงงาน (Factory Valve)

= ค่าวัตถุดิบโดยตรง + ค่าใช้จ่ายโรงงาน

= 304.49 + 82.76

= 387.25 บาท/กิโลกรัม

2. มูลค่าของการผลิตทั้งหมด (Total Value)

ในกรณีศึกษาที่ใช้ฐานข้อมูลตามสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขายดังได้กล่าวมาแล้ว มีค่าเท่ากับ 10 % ของมูลค่าการผลิตของโรงงานนั้น จะสามารถคำนวณหามูลค่าของการผลิตทั้งหมด ในการปั่นด้ายเส้นใยผสมเส้นใยหญ้าขัดกับเส้นใยฝ้ายได้ คือ

มูลค่าของการผลิตทั้งหมด (Total Value)

= มูลค่าการผลิตของโรงงาน + ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขาย

หรือ = มูลค่าการผลิตของโรงงาน + 10 % ของมูลค่าการผลิตของโรงงาน

= 387.25 + 38.72 = 425.97 บาท/กิโลกรัม

สรุปสัดส่วนมูลค่าของการผลิตหรือการปั่นด้ายใยผสมเส้นใยหญ้าขัดกับเส้นใยฝ้าย อัตราส่วนของเส้นใยหญ้าขัดต่อเส้นใยฝ้าย 35.48 %

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 36 แสดงสัดส่วนมูลค่าของการผลิตด้ายใยผสมเส้นใยหญ้าขัดกับเส้นใยฝ้าย

ประเภทมูลค่าของการผลิต หรือ ค่าใช้จ่าย	จำนวน (บาท/กิโลกรัม)	สัดส่วน (%)
1. ราคาวัตถุดิบ (เส้นใยหญ้าขัด + เส้นใยฝ้าย)	304.49	71.48
2. ค่าใช้จ่ายโรงงาน	82.76	19.43
3. ค่าใช้จ่ายในการบริหารงานและการขาย	38.72	9.09
4. มูลค่าของการผลิตทั้งหมด	425.97	100

Copyright by Mahidol University

บทที่ 6
ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยที่ผ่านมานี้นั้นมีข้อคิดเห็นและเสนอแนะอยู่บางประการอันที่จะมีประโยชน์ในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป ซึ่งผู้ศึกษาวิจัยได้รวบรวมเป็น 2 หัวข้อ คือ ข้อเสนอแนะจากการวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัย อันมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

6.1.1 ความแตกต่างของเส้นใยที่ได้จากโคนและปลายมีมาก ทำให้เกิดปัญหาในการแยกเส้นใยหญ้าขัดออกจากต้นหญ้าขัด

6.1.2 เส้นใยที่ได้จากการหมักมีปริมาณของสิ่งสกปรกมากเป็นผลทำให้ปริมาณเส้นใยที่ได้มีความแตกต่างกันระหว่างการผลิตที่มีปริมาณแตกต่างกัน

6.1.3 ฝุ่นละอองที่ติดอยู่บนสไลเวอร์ทั้งที่ได้จากการผลิตโดยตรง และที่ได้จากสภาวะแวดล้อมทำให้มีปัญหาในการปั่นด้าย

6.1.4 เครื่องจักรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยซึ่งต้องใช้เส้นใยในปริมาณมาก เพราะเครื่องจักรบางขั้นตอนการผลิตเป็นเครื่องจักรที่ใช้จริงในอุตสาหกรรม เพราะฉะนั้นการเตรียมเส้นใยหญ้าขัดให้มากพอจะเป็นการดีขึ้น

6.1.5 การใช้เครื่องจักรบางเครื่องมีปัญหาพอสมควร เพราะบางเครื่องเหมาะที่จะใช้กับเส้นใยฝ้าย ที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกับเส้นใยหญ้าขัด

6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัย

6.2.1 เนื่องจากเส้นใยหญ้าขัดมีลักษณะทางกายภาพในการหยิก (Crimp) น้อยมาก จึงทำให้ไม่เกิดการฟอร์มตัวเป็นสไลเวอร์ในช่วงการสางใยด้วย Carding Machine ดังนั้นควรมีการศึกษาในการทำหยิกของเส้นเส้นใยหญ้าขัด

6.2.2 การศึกษาควรมีการใช้เส้นใยหญ้าขัดในเทคนิคต่าง เพื่อที่จะมีการใช้ประโยชน์จากเส้นใยหญ้าขัดให้มากขึ้น เพราะผ้าที่ได้จากหญ้าขัดนั้นมีคุณค่าที่แตกต่างจากเส้นใยชนิดอื่น

Copyright by Mahidol University

6.2.3 ควรมีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ในการปลูกต้นหญ้าขัดให้มีปริมาณมากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า เพราะจะเป็นส่วนที่จะเพิ่มรายได้ของเกษตรกรได้

6.2.4 ควรมีการศึกษาในการผสมเส้นใยหญ้าขัดผสมกับเส้นใยชนิดอื่น โดยศึกษาเปรียบเทียบลักษณะภาคตัดขวางและตามยาวของเส้นใย อันจะทำให้มีการใช้ประโยชน์ของเส้นใยหญ้าขัดมากขึ้น

6.2.5 ควรมีการศึกษาถึงผลกระทบที่ได้จากการใช้งานผ้าที่ได้จากเส้นใยหญ้าขัดนี้ว่าจะมีผลหรือไม่ต่อผิวหนังของผู้ใช้

6.2.6 ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต้นหญ้าขัด ในพื้นที่ว่างเปล่าเพื่อจะได้นำต้นหญ้าขัดนั้นมาผลิตเส้นใยหญ้าขัด เพื่อทำให้เกษตรกรมีรายได้เสริม

6.2.7 ควรมีการศึกษาว่ามีกรรมวิธีใดที่จะมีการใช้ประโยชน์เส้นใยหญ้าขัดให้มากขึ้น เช่น การใช้ประโยชน์ในการผลิตผ้าไม่ทอ การปั่นด้ายด้วยเครื่องมือที่ใช้ได้ในชนบท เป็นต้น เพื่อเป็นการขยายการนำเส้นใยหญ้าขัดเป็นประโยชน์มากขึ้น

Copyright by Mahidol University

เอกสารอ้างอิง

กฤษณรักษ์ ธีรรัฐ. (2526) . การศึกษาทดลองนำเส้นใยจากฝักต้นรักมาใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งทอ . วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต . บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล .

จเร สดากร สกล สุธีสร และอำไพ ยาบุญเกิด . (---) . วัชพืชในสวนยาง . กรุงเทพมหานคร . แอัสเสทการพิมพ์ . หน้า 118 – 119.

จรูญ พรหมชุม วาสนา ผลารักษ์ และสุวิทย์ เลาห์ศิริวงศ์ . (2523) . วัชพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ . ขอนแก่น . ศิริภัณฑ์ออฟเซ็ท . หน้า 16 .

จินดา นัยผ่องศรี . (2536) . การศึกษาเส้นใยจากต้นหญ้าขัดเพื่อหัตถกรรมงานสาน . ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา .

ปราโมทย์ ศรีสุวรรณ . (2538) . การใช้น้ำทิ้งจากการผลิตของโรงงานปลาทูน่ากระป๋องเพื่อเป็นอาหารเลี้ยงไก่เนื้อ . วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต . บัณฑิตวิทยาลัย . มหาวิทยาลัยมหิดล .

ชัยยุทธ ช่างสาร และคณะผู้วิจัย . (2536) . รายงานการวิจัยโครงการศึกษาเส้นใยจากต้นธูปฤาษีเพื่อนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ . ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและสิ่งทอ คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล .

ชัยยุทธ ช่างสาร , ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ และคณะ . (2527) . เทคโนโลยีในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เล่ม 2 . ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและสิ่งทอ คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา

Copyright by Mahidol University

ธวัชชัย รัตนิชเวศ และศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา . (2525) . วัชพืชในที่ราบลุ่มเชียงใหม่ . โครงการศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ . พิมพ์ที่ ดารารัตน์การพิมพ์ เชียงใหม่ .

ธวัชชัย รัตนิเวชเลิศ และศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา . (2525) . วัชพืชในที่ราบลุ่มเชียงใหม่ . เชียงใหม่ . ดารารัตน์การพิมพ์ . หน้า 137 .

ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ . (2535) . การศึกษาความเหมาะสมการปั่นด้ายผสมเศษไหมจากเปลือกรังกับใยฝ้ายหรือใยโพลีเอสเตอร์ . วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต . บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล .

ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ . (2531) . การศึกษาความเหมาะสมการปั่นด้ายผสมจากเศษไหมกับใยโพลีเอสเตอร์และใยอะคริลิค . โครงการสัมมนา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล .

สาธิต ศิริรังคมานนท์ . (2521) . ทฤษฎีการดราฟท์และความไม่สม่ำเสมองานปั่นด้าย . กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม .

หลุย ภาคสัญไชย . (2519) . โครงสร้างผ้าถักพื้นฐาน . แผนกวิชาเทคโนโลยีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา .

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม . (2519) . มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . วิธีทดสอบสิ่งทอ มอก. 121 เล่ม 6 ถึงเล่ม 13 – 2518 .

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม . (2519) . มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . วิธีทดสอบสิ่งทอ มอก. 121 เล่ม 15-2521 .

อภิชาติ สนธิสมบัติ และ สมประสงค์ ภาษาประเทศ . (2540) . เส้นใย . เอกสารประกอบการเรียนสำหรับภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ . คณะวิศวกรรมศาสตร์ . สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล .

Copyright by Mahidol University

อาทิตย์ วุฒิคะโร ผดุง บุญแจ่ม และคณะ . (2539) . สถิติสิ่งทอไทย 2538/39 . งานปฏิบัติการพิเศษสิ่งทอ . กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม .

อัจฉราพร ไศละสูต . (2539) . ความรู้เรื่องผ้า . พิมพ์ครั้งที่ 10 . สำนักพิมพ์สร้างสรรค์-วิชาการ . บริษัท ต้นไทรการพิมพ์ จำกัด . กรุงเทพมหานคร .

อัจฉราพร ไศละสูต และ ชิเงรุ วาตานาเบ . (2520) . วิศวกรรมสิ่งทอ . พิมพ์ที่ Kinmel Printing co.,ltd. ญี่ปุ่น .

อัจฉราพร ไศละสูต และคณะฯ . (2525) . การผลิตเส้นใยจากใบสับปะรด และการใช้ประโยชน์ทางสิ่งทอ . วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา .

อำไพ ยงบุญเกิด . (2514) . เอกสารทางวิชาการ "วัชพืชบางชนิดในไร่ข้าวโพด" . กองพืชพันธุ์ . กรมกสิกรรม . พิมพ์ครั้งที่ 2 .

อำไพ ยงบุญเกิด สกล สุธีสร และจเร สลงกร . (2529) . เอกสารวิชาการ สววท.หมายเลข 3 , วัชพืชในสวนยางพารา . พิมพ์ที่ แอ๊ดเสทการพิมพ์ กรุงเทพฯ .

A. F. W Coulson and M.Tordoff (Ed.) . (1971) . Manual of Cotton Spinning : The Characteristics of Raw Cotton . E. Lord . Textile Institute . Printed in Great Britain by McCorquodale Printers Ltd. Newton-le-Willows . UK.

American Association of Textile Chemists and Colourists . (1877) . AATCC Technical Manual . New York . USA. .

Bernard P. Corbman . (1983) . Textile Fiber to Fabric . Sixth Edition . McGraw-Hill International Edition . Printed in Singapore . Singapore .

Clifford Preston . (1986) . The Dyeing of Cellulosic Fibres . Dyers' Company Publication Trust . England .

Copyright by Mahidol University

Corbman Bernard P. . (1975) . Textiles ; Fibre to Fabric . 5th ed. . McGraw-Hill Inc. . New York .

David M Hall . (1977) . Chemical Testing of Textiles . Department of Textile Engineering . Auburn University . Auburn , USA. .

Eric Dyson . (1975) . Rotor Spinning Technical and Economic Aspects . The Textile Trade Press New Mills Stockport . English .

Gerard Fiscus & Dominique Grunenavald . (1989) . Textile Finishing . Saushein .

J.E. Booth . (1976) . Principle of Textile Testing . Printe by J.W. Arrowsmith Ltd. . Newnws-Butterworths . English .

J.W.S. Hearle & R.H. Peters . (1963) . Fiber structure . London : Butterworth .

Kathryn L. Hatch . (1993) . Textile Science . West Publishing Company . St. Paul . Minneapolis . America .

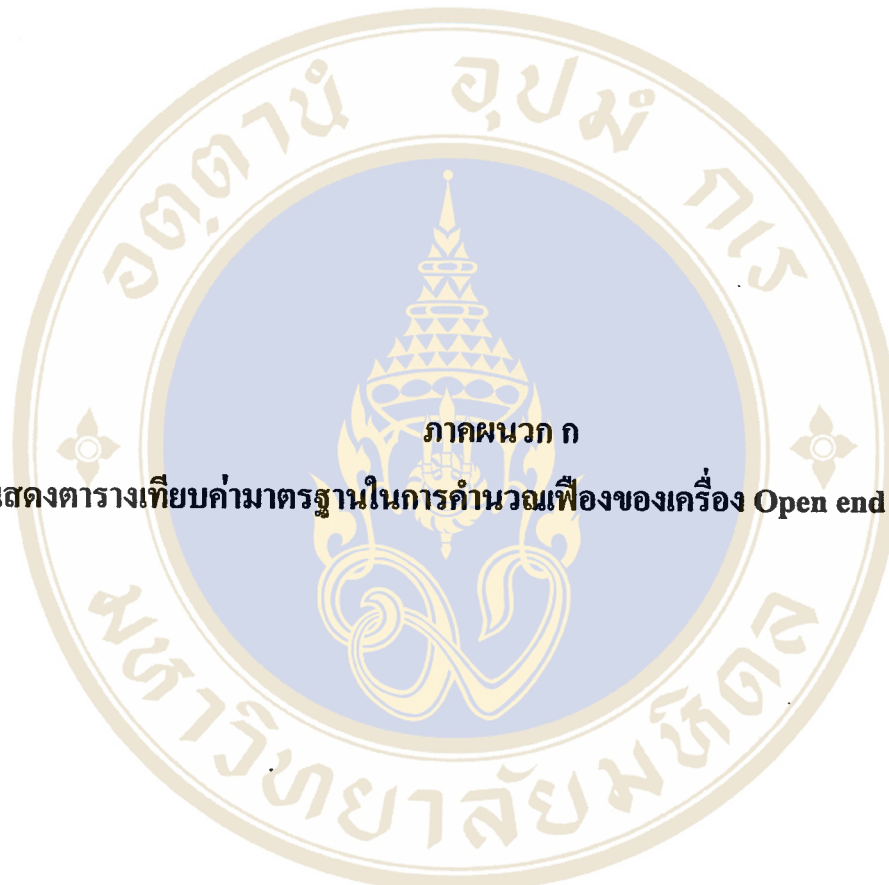
R. Nield . (1975) . Open-end Spinning . Textile Institute . Printed by Richard Bates Ltd. .Manchester . UK .

Menachem Lewin & Eli M. Peared . (1998) . Handbook of Fiber Chemistry . Marcel Dekker , Inc. USA .

Roland Kilgue (Ed.) . (1996) . Clothing Technology . Verlag Euro-Lehrmittel . Stockport . UK.

Wilfres Ingamells . (1993) . Colour for Textiles . Society of Dyers and Colourists . UK .

Copyright by Mahidol University



ภาคผนวก ก

แสดงตารางเทียบค่ามาตรฐานในการคำนวณเฟืองของเครื่อง Open end Spinning

Copyright by Mahidol University

แสดงเทียบค่ามาตรฐานในการคำนวณเฟืองของเครื่อง Open – end Spinning

Draft	Upper	Lower	Draft	Upper	Lower	Draft	Upper	Lower
36.7	100	40	73.2	75	60	137.2	50	75
39.2	95	40	74.3	80	65	141.4	55	85
40.7	90	40	78.4	70	60	146.4	50	80
41.1	100	45	79.3	75	65	149.8	55	90
43.1	85	40	80.1	80	70	152.5	45	75
43.3	95	45	84.3	70	65	155.6	50	85
45.7	90	45	88.4	65	60	158.1	55	95
48.1	95	50	85.4	75	70	162.6	45	80
48.4	85	45	91.5	70	70	164.7	50	90
50.8	90	50	98.1	70	75	172.8	45	85
51.5	80	45	98.5	65	70	173.9	50	95
53.0	95	55	99.2	60	65	182.9	45	90
53.8	85	50	104.6	70	80	185.5	45	95
54.9	75	45	105.6	65	75	194.4	40	85
56.0	90	55	106.8	60	70	203.3	45	100
57.2	80	50	108.1	55	65	205.8	40	90
59.2	85	55	112.7	65	80	217.3	40	95
61.0	90	60	114.3	60	75	228.7	40	100
62.9	80	55	116.5	55	70			
64.6	85	60	119.7	65	85			
65.3	70	50	122.0	60	80			
67.1	75	55	124.8	55	75			
68.6	80	60	128.1	50	70			
69.9	85	65	129.6	65	85			
71.9	70	55	133.0	55	80			

อ้างตาม รายงานการวิจัยเรื่อง การนำเส้นใยจากต้นธูปฤาษีเพื่อนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ข

ภาพตัดขวางและตามยาวของเส้นใยชนิดต่างๆ

ที่มา : AATCC Technical Manual. (1877) . New York . USA

Copyright by Mahidol University

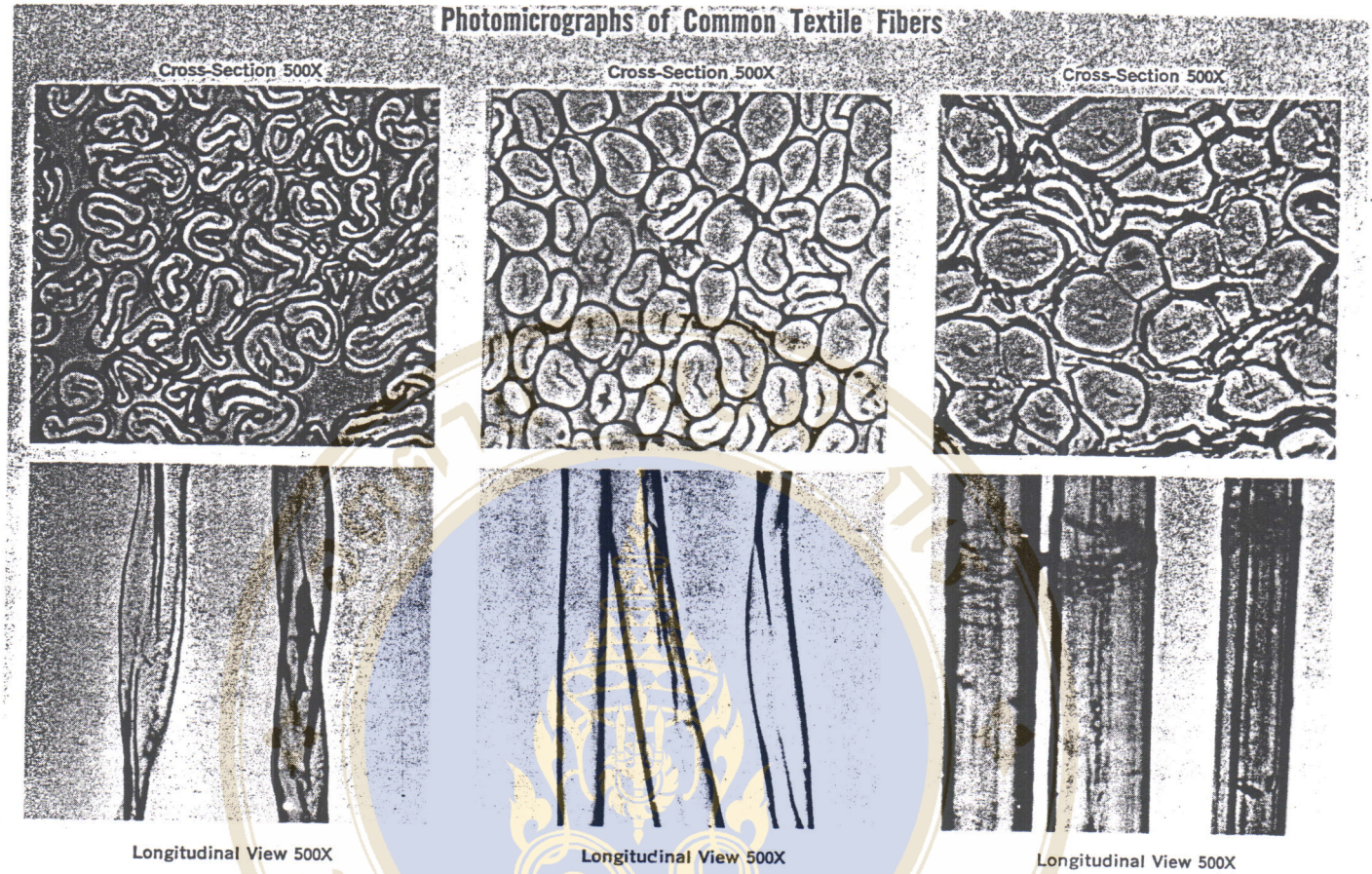


Fig. 1. Cotton, not mercerized

Fig. 2. Cotton, mercerized

Fig. 3. Flax

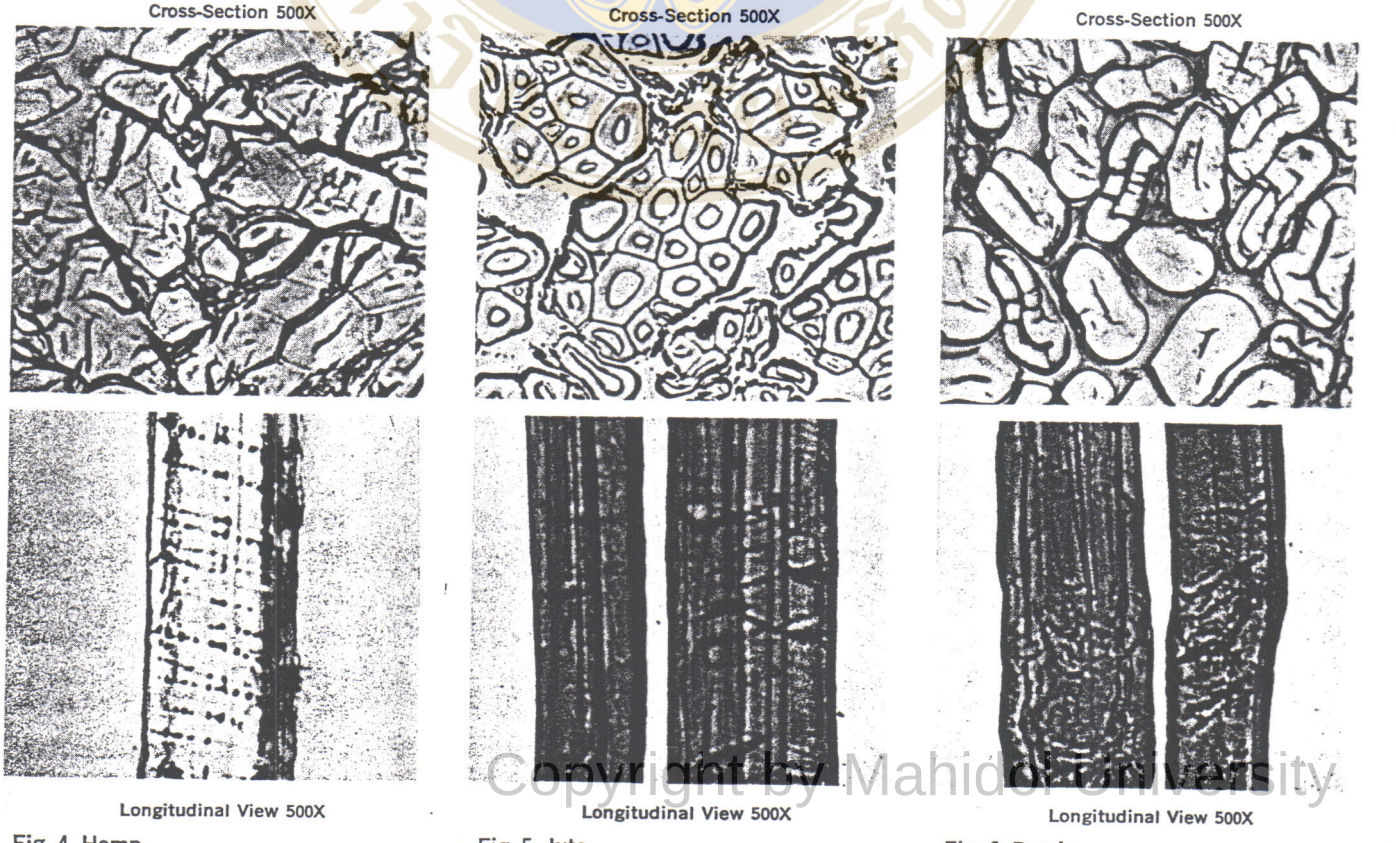


Fig. 4. Hemp

Fig. 5. Jute

Fig. 6. Ramie

Copyright by Mahidol University

Fig. 7. Sisal

Fig. 8. Abaca

Fig. 9. Kenaf

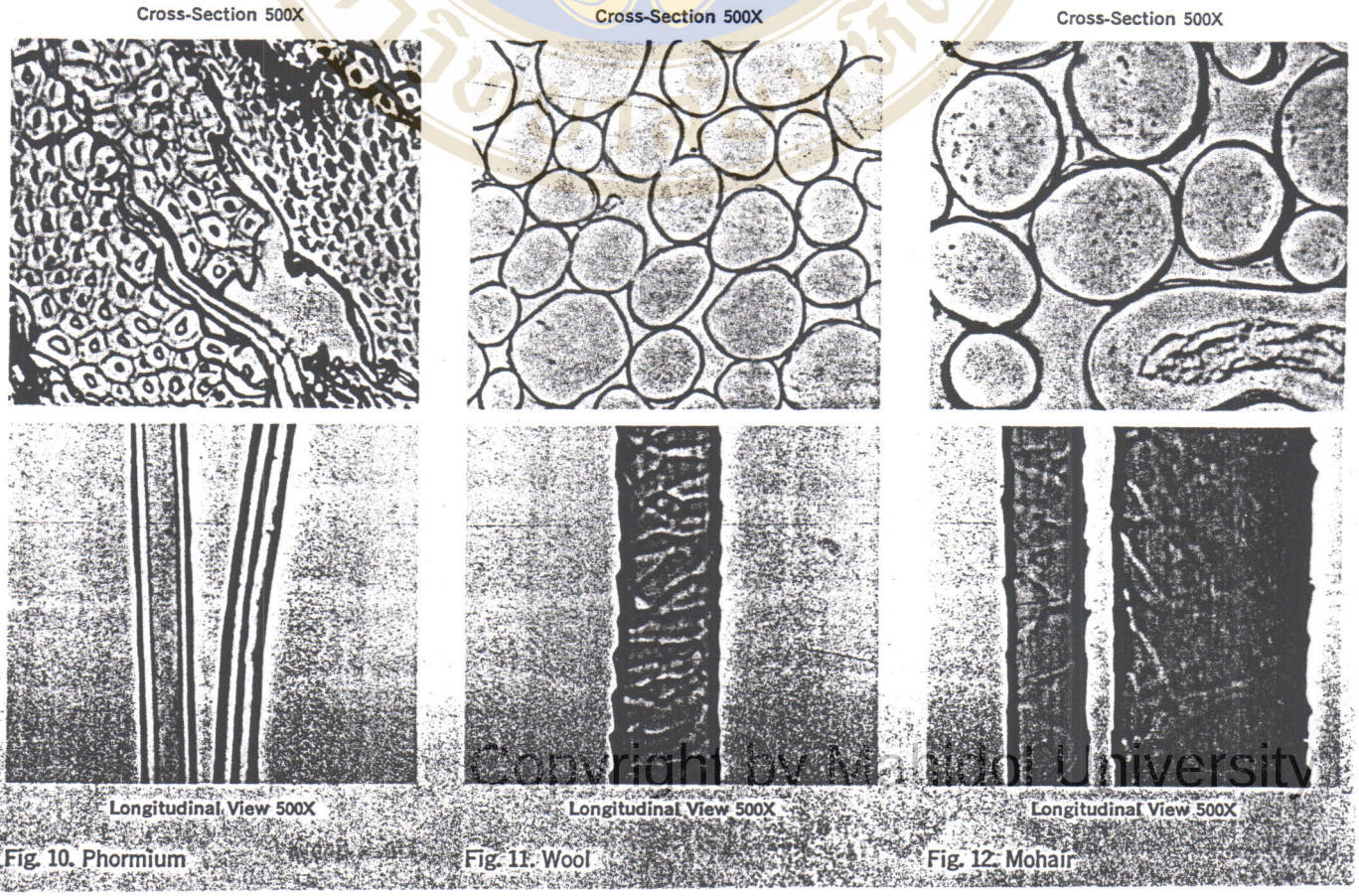


Fig. 10. Phormium

Fig. 11. Wool

Fig. 12. Mohair

Copyright by Mahidol University

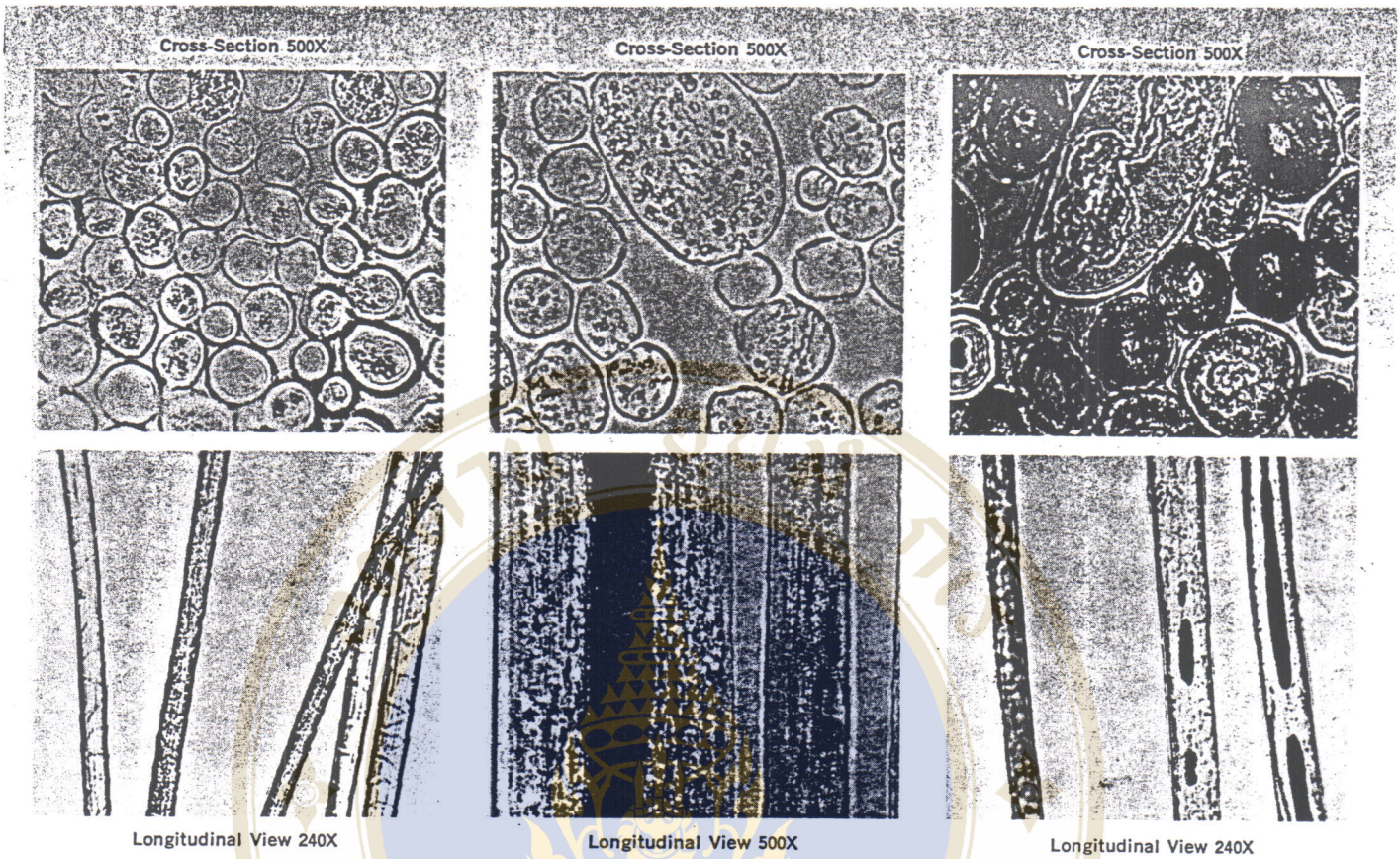


Fig. 13. Cashmere

Fig. 14. Camel Hair

Fig. 15. Alpaca

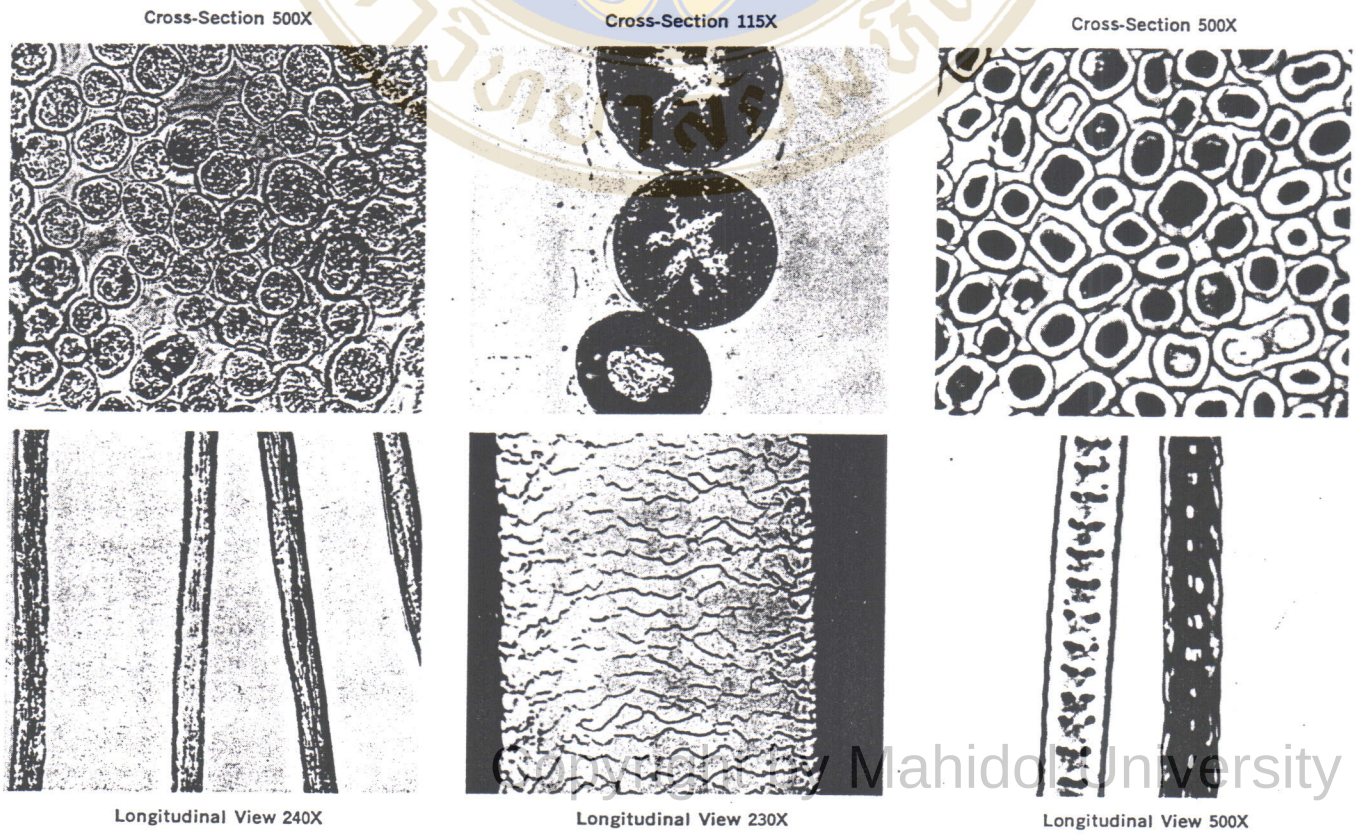


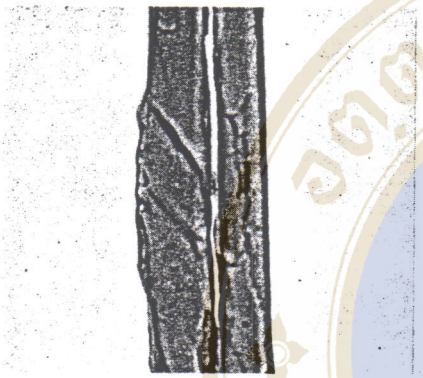
Fig. 16. Vicuna

Fig. 17. Horsehair

Fig. 18. Rabbit Fur

Copyright© by Mahidol University

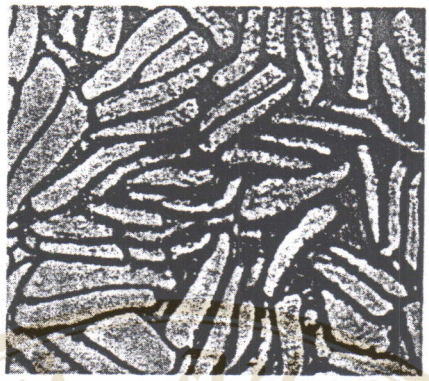
Cross-Section 500X

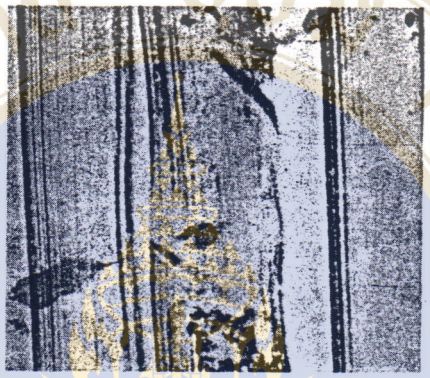


Longitudinal View 500X

Fig. 19. Silk

Cross-Section 500X

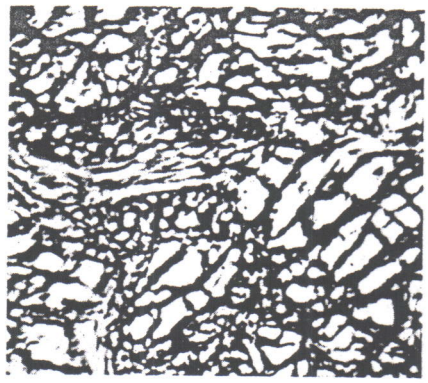


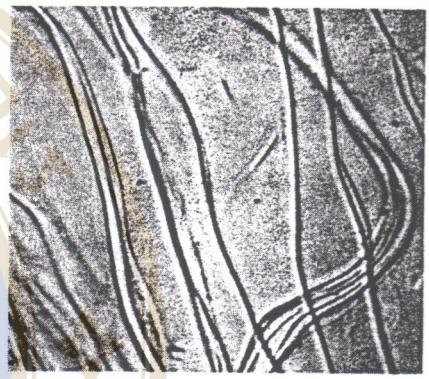


Longitudinal View 500X

Fig. 20. Silk, Tussah

Cross-Section 500X

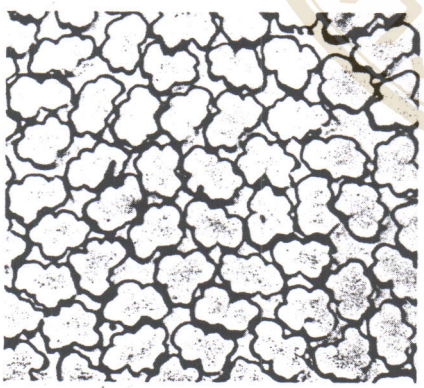


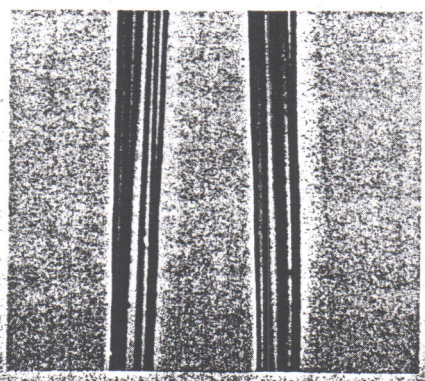


Longitudinal View 500X

Fig. 21. Asbestos

Cross-Section 500X

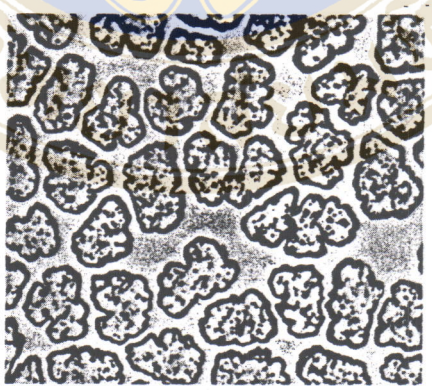


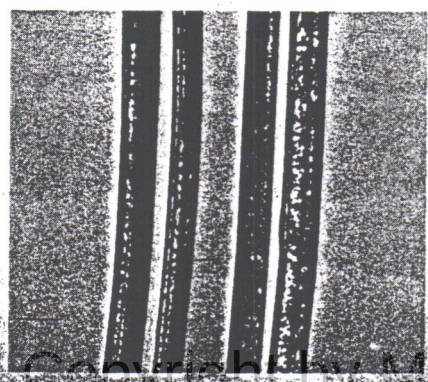


Longitudinal View 500X

Fig. 22. Acetate, secondary

Cross-Section 500X

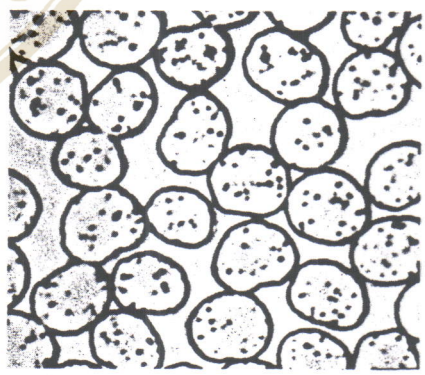


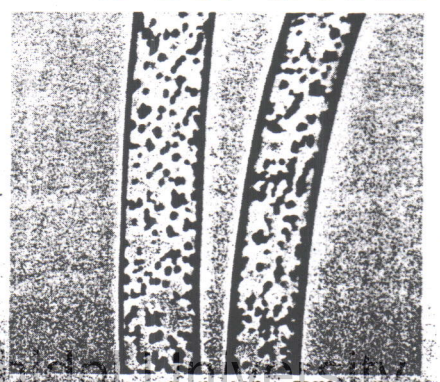


Longitudinal View 250X

Fig. 23. Triacetate, 2.5 denier (0.28 tex) per filament, dull luster.

Cross-Section 500X





Longitudinal View 500X

Fig. 24. Acrylic, Reg. Wet spun, semi-dull.

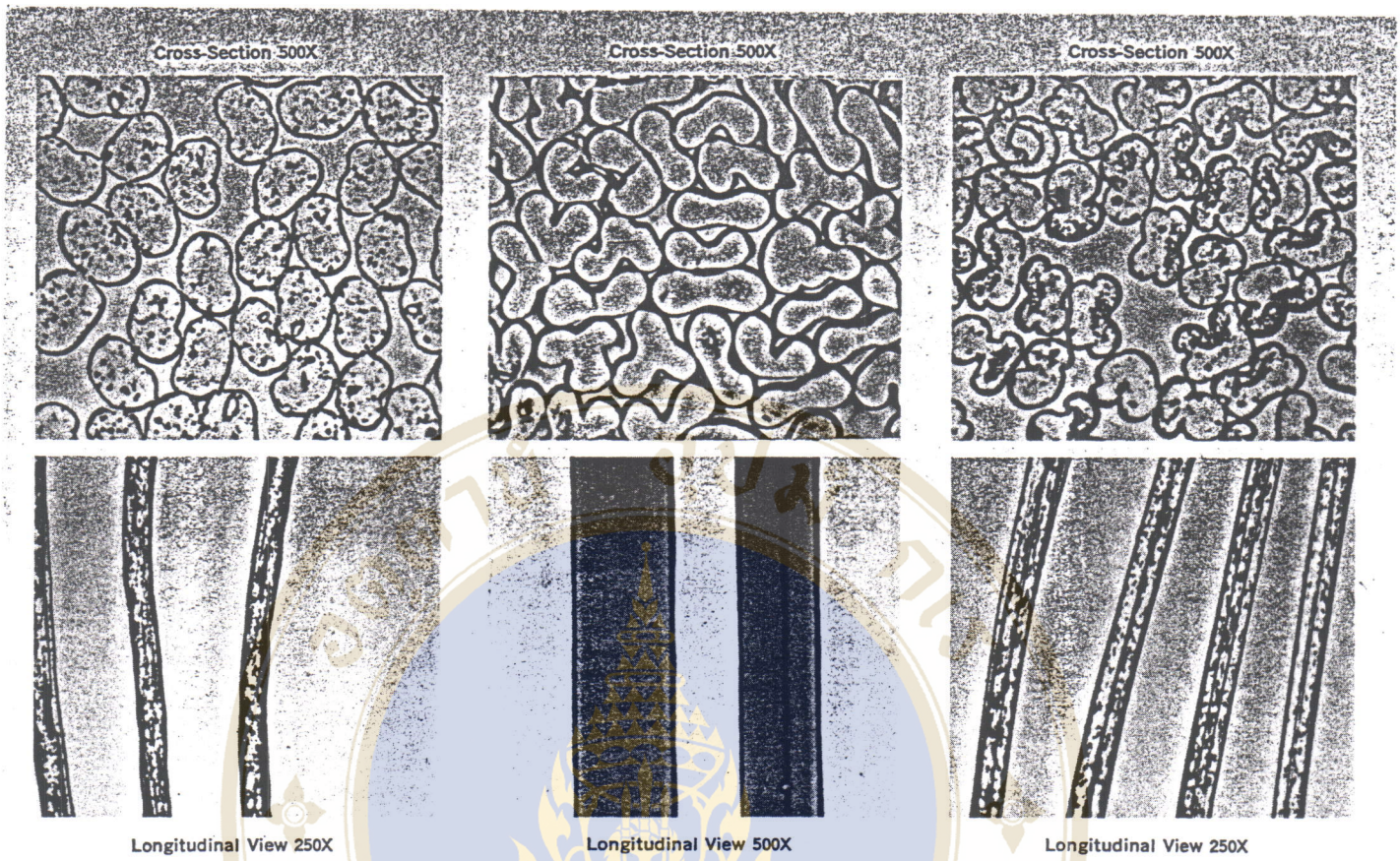


Fig. 25. Acrylic. Modified wet spun, 3.0 denier (0.33 tex) per filament, semi-dull luster.

Fig. 26. Acrylic, solvent spun.

Fig. 27. Acrylic. Two-component, 3.0 denier (0.33 tex) per filament, semi-dull luster.

Fig. 28. Anidex

Fig. 29. Glass

Fig. 30. Metallic

Copyright by Mahidol University

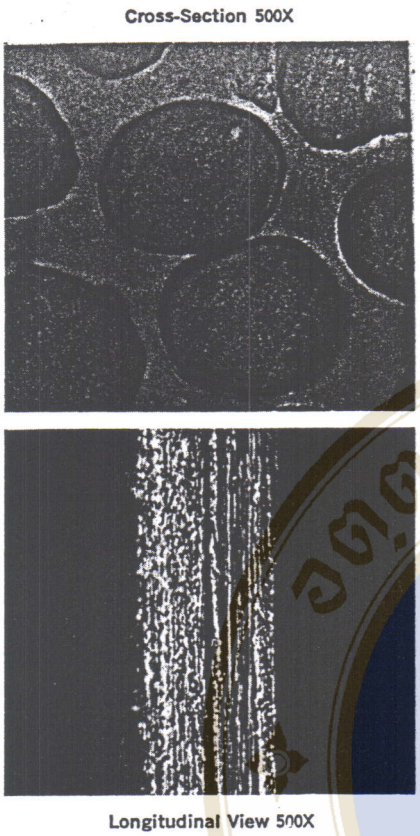


Fig. 31. Modacrylic

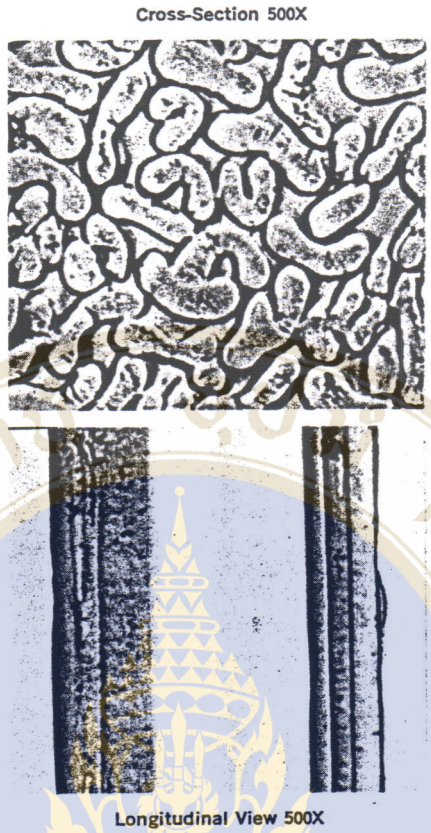


Fig. 32. Modacrylic

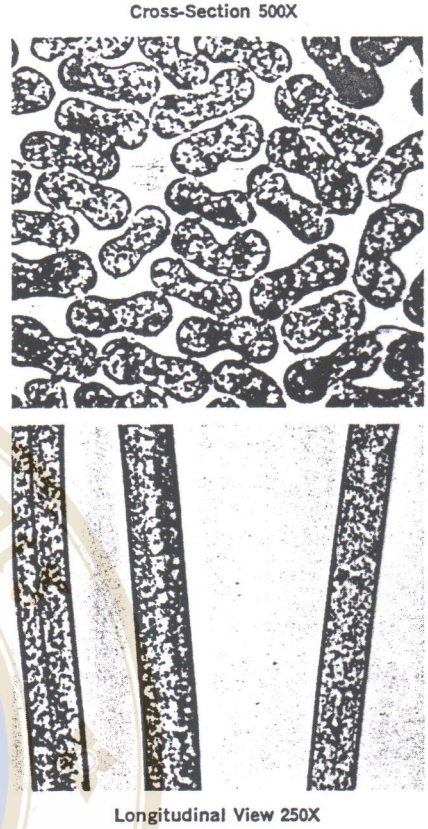


Fig. 33. Modacrylic. 3.0 denier (0.33 tex) per filament, dull luster.

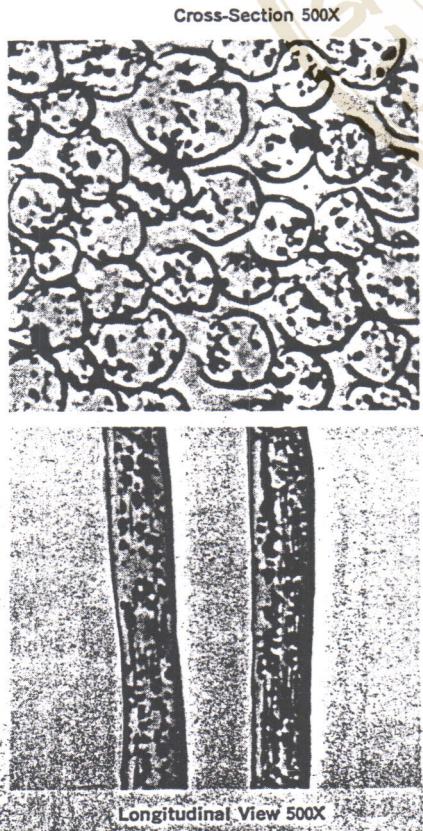


Fig. 34. Modacrylic with liquid inclusions.

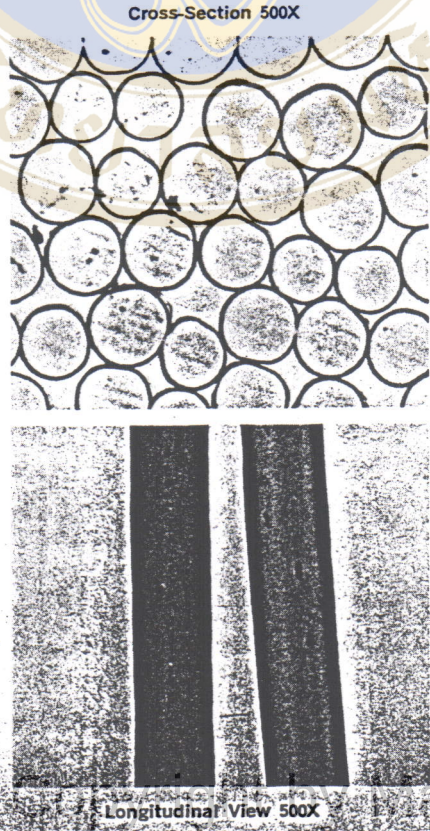


Fig. 35. Nylon, bright

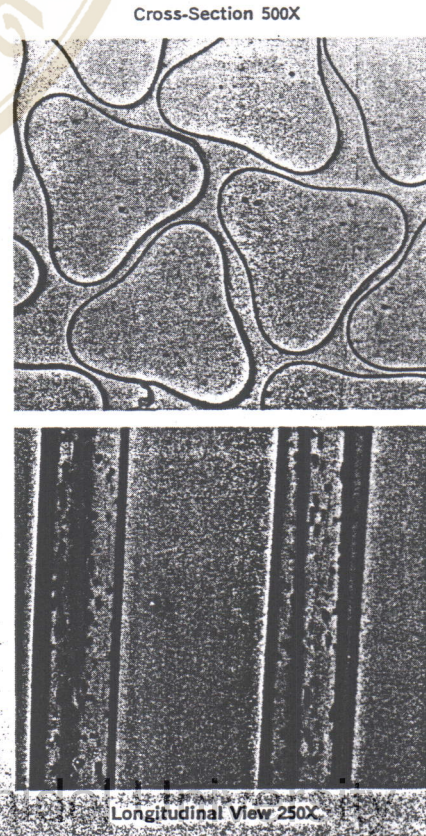


Fig. 36. Nylon. Low modification ratio trilobal, 15 denier 1.65 tex) per filament, bright luster.

Fig. 37. Nylon. High modification ratio trilobal, 18 denier (1.98 tex) per filament, semi-dull.

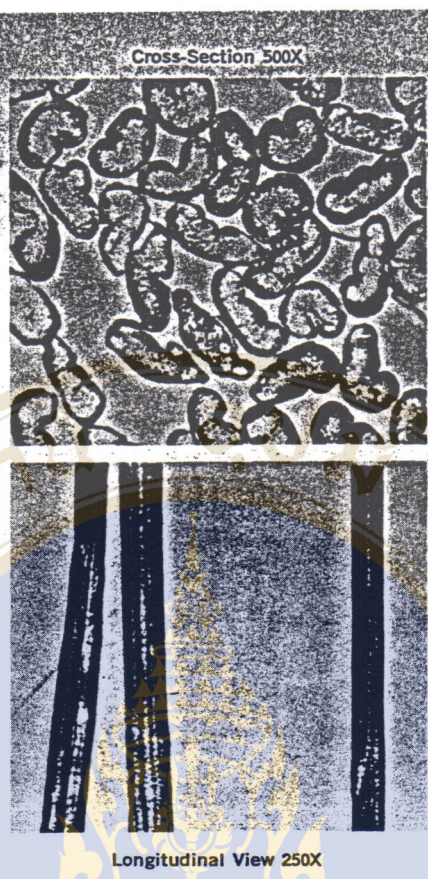


Fig. 38. Nytril. 2.0 denier (0.22 tex) per filament, dull luster.

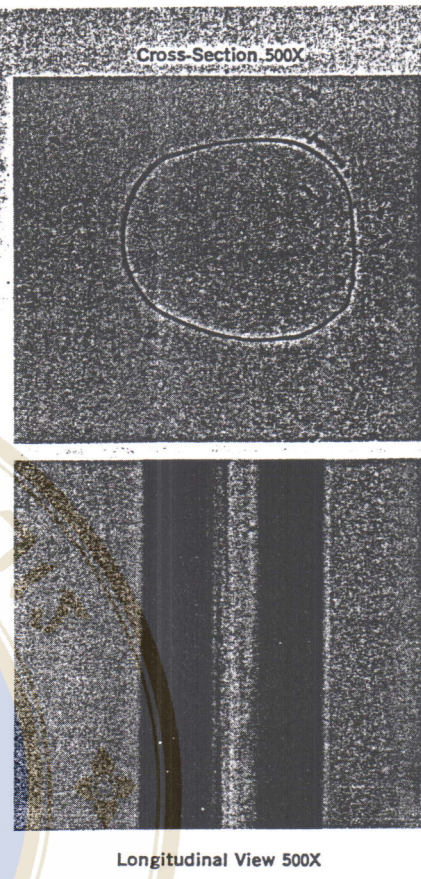


Fig. 39. Polyethylene, low density.

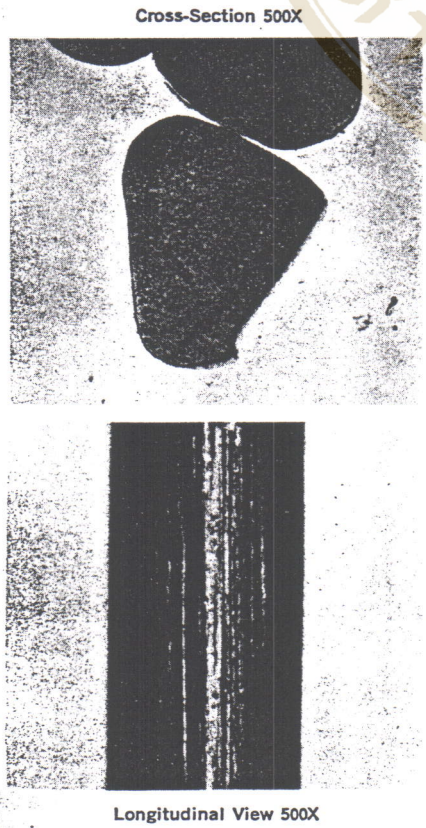


Fig. 40. Polyethylene, medium density.

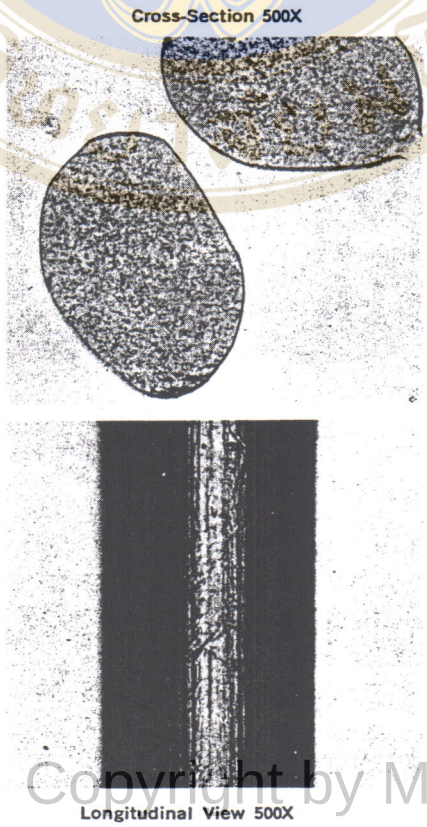


Fig. 41. Polyethylene, high density.

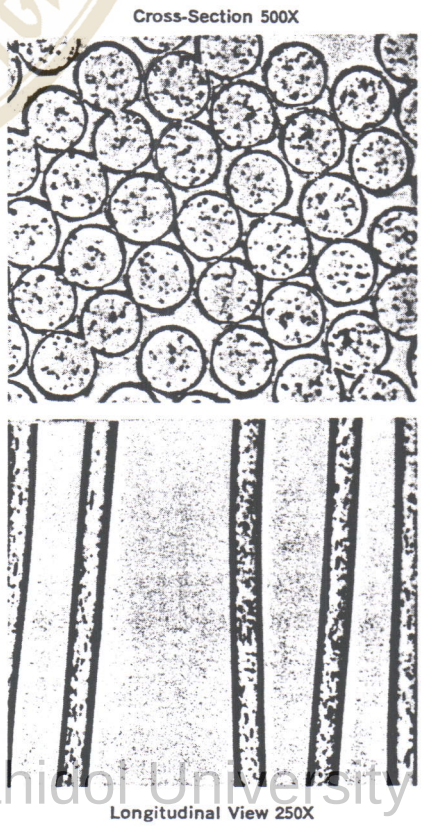
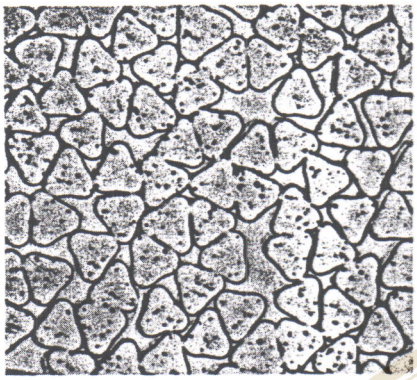
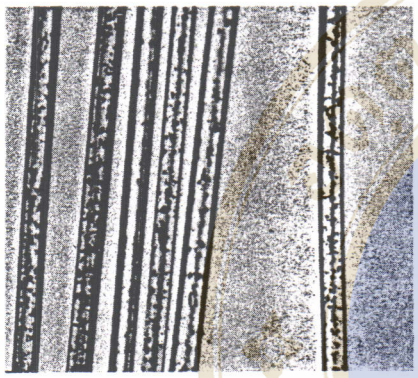


Fig. 42. Polyester. Regular melt spun, 3.0 denier (0.33 tex) per filament, semi-dull.

Copyright by Mahidol University

Cross-Section 500X

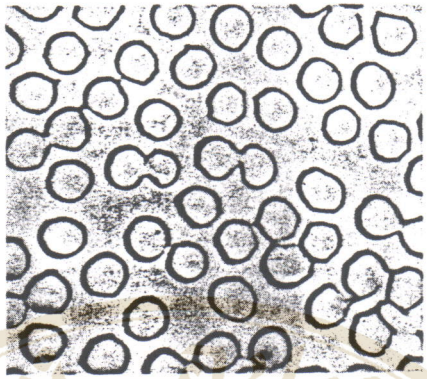


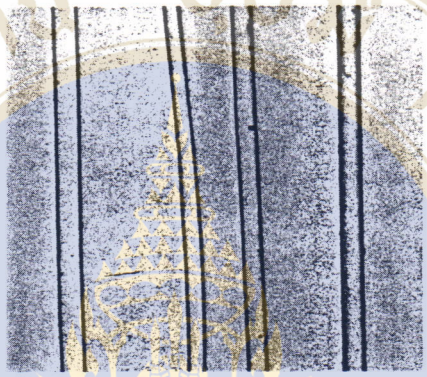


Longitudinal View 250X

Fig 43. Polyester. Low modification ratio trilobal, 1.4 denier (0.15 tex) per filament, semi-dull luster.

Cross-Section 500X

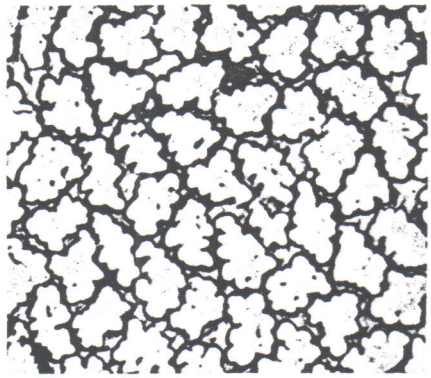




Longitudinal View 250X

Fig. 44. Rayon, cuprammonium. 1.3 denier (0.14 tex) per filament, bright luster.

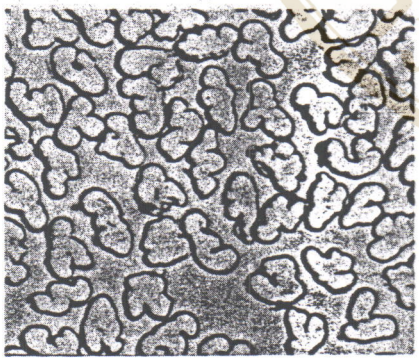
Cross-Section 500X

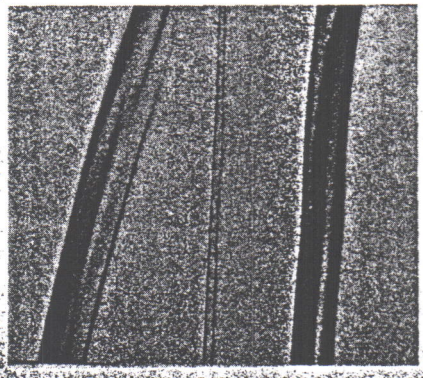


Longitudinal View 500X

Fig. 45. Rayon, viscose. Regular tenacity, brt.

Cross-Section 500X

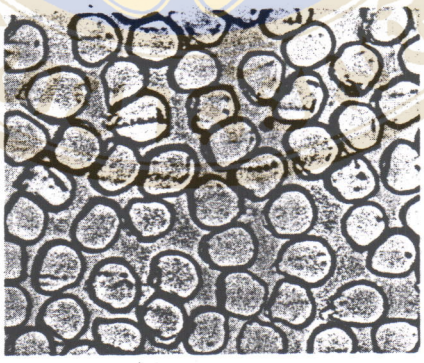


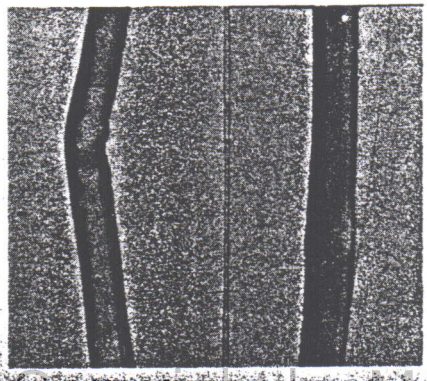


Longitudinal View 500X

Fig. 46. Rayon, viscose. High tenacity, high wet elongation.

Cross-Section 500X

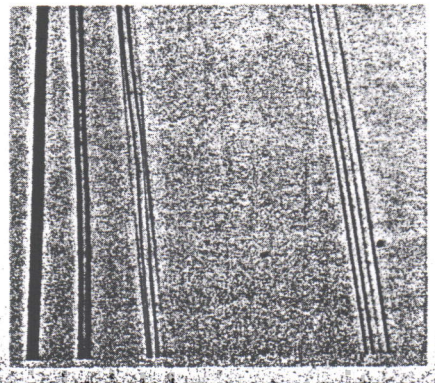




Longitudinal View 500X

Fig. 47. Rayon, viscose. High tenacity, low wet elongation.

Cross-Section 500X



Longitudinal View 250X

Fig. 48. Rayon, saponified acetate. 0.8 denier (0.09 tex) per filament, bright luster.

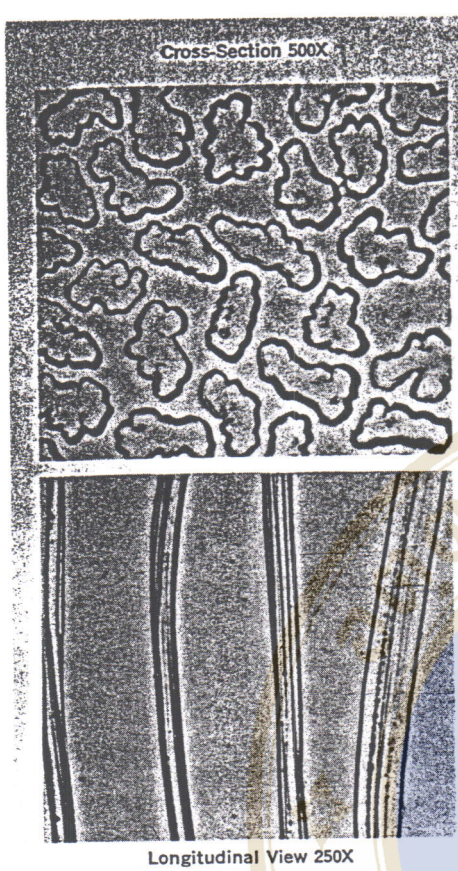


Fig. 49. Rayon, viscose. Modified, 3.0 denier (0.33 tex) per filament, bright luster.

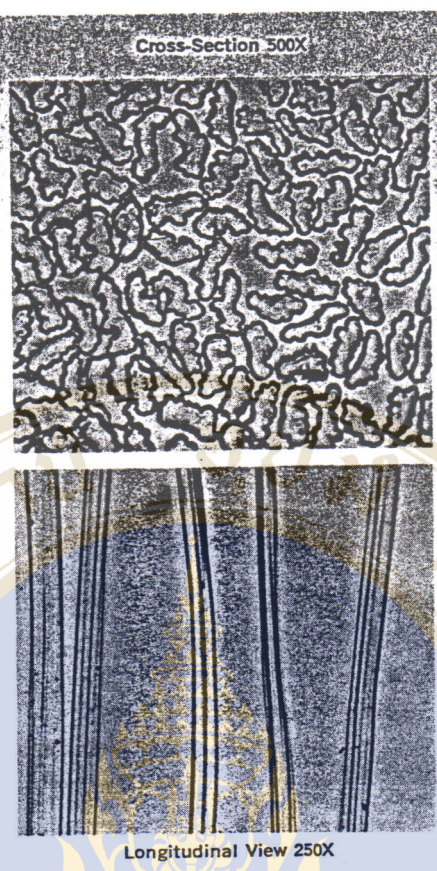


Fig. 50. Rayon, viscose. Modified, 1.5 denier (0.17 tex) per filament, bright luster.

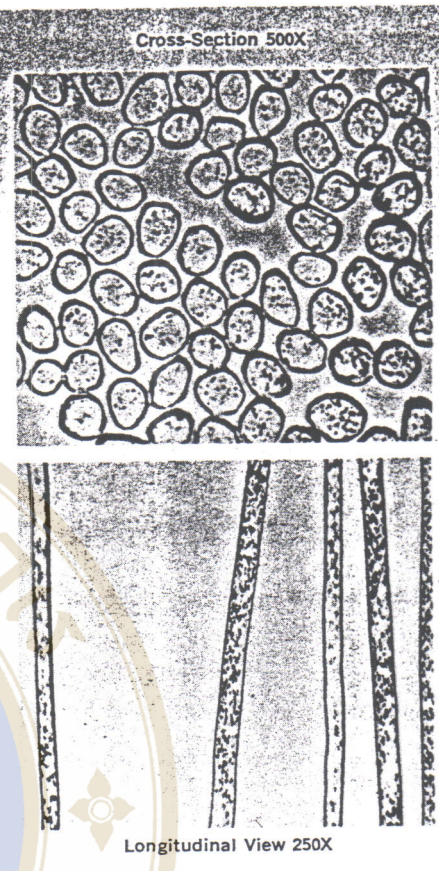


Fig. 51. Rayon, viscose. Modified, 1.5 denier (0.17 tex) per filament, semi-dull luster.

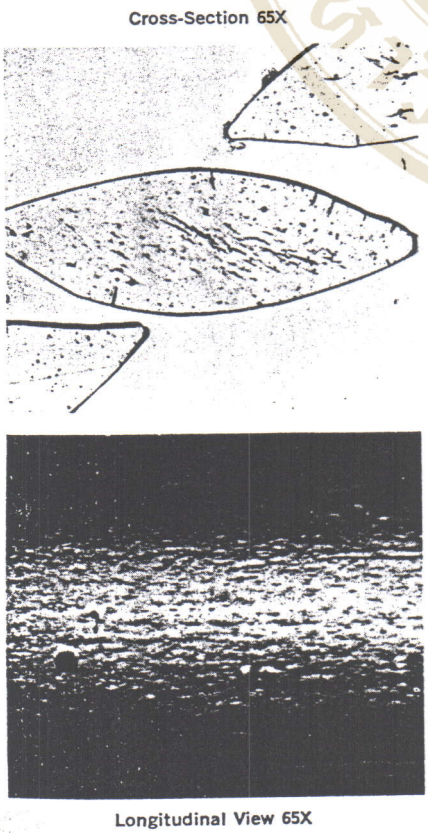


Fig. 52. Saran

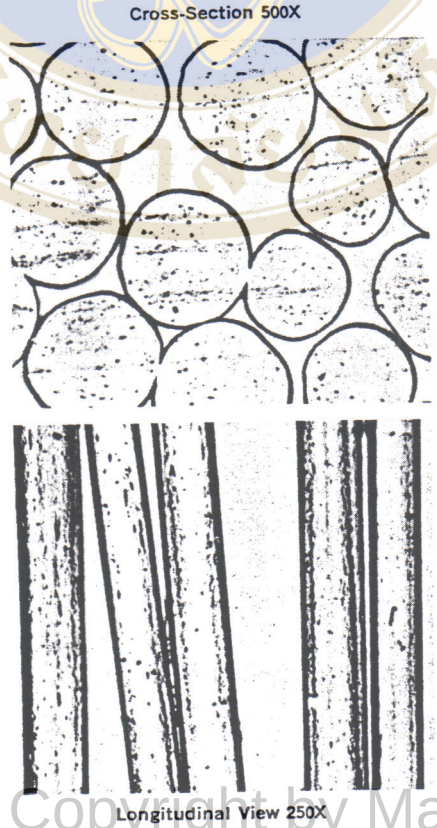
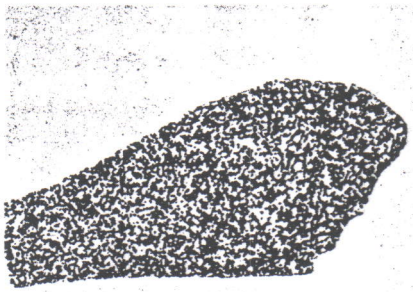


Fig. 53. Saran. 16 denier (1.76 tex) per filament, bright luster.

Fig. 54. Spandex. Adhering filaments, 12 denier (1.32 tex) per filament, dull luster.

Copyright by Mahidol University

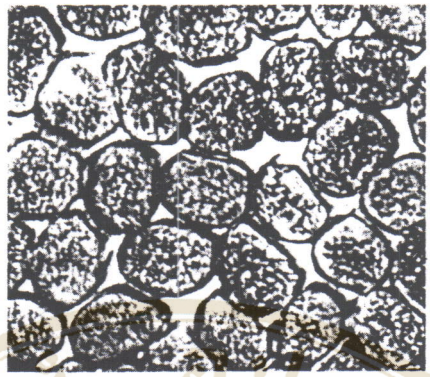
Cross-Section 500X



Longitudinal View 250X

Fig. 55. Spandex. Coarse monofilaments, 250 denier (27.50 tex) per filament, dull luster.

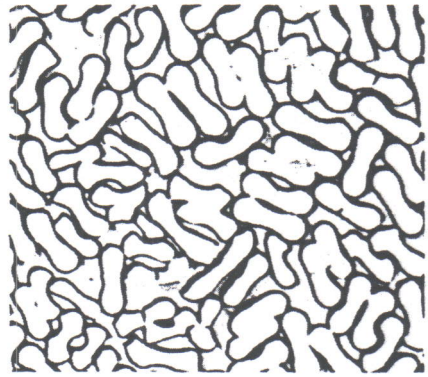
Cross-Section 500X



Longitudinal View 500X

Fig. 56. Teflon

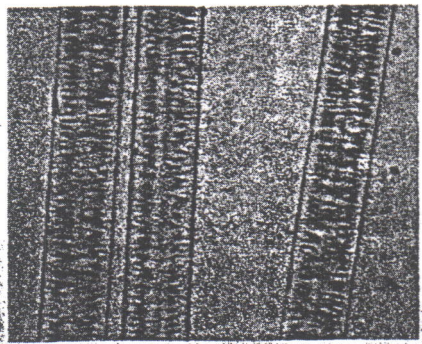
Cross-Section 500X



Longitudinal View 500X

Fig. 57. Vinyon

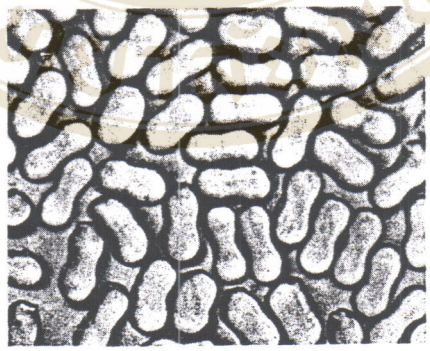
Cross-Section 600X

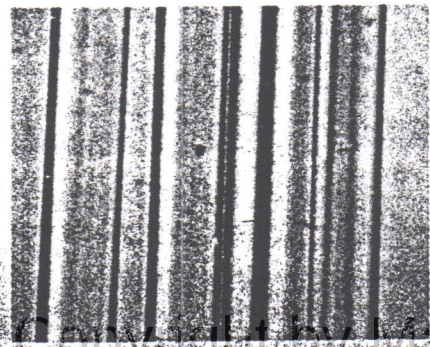


Longitudinal View 600X

Fig. 58. Aramid. Round, high-tenacity filament.

Cross-Section 600X

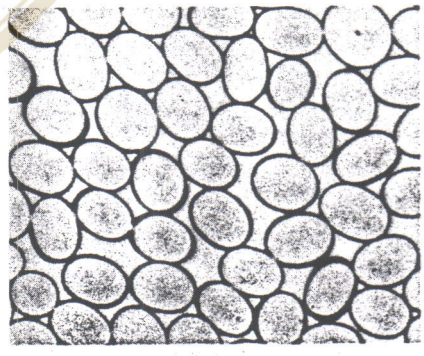


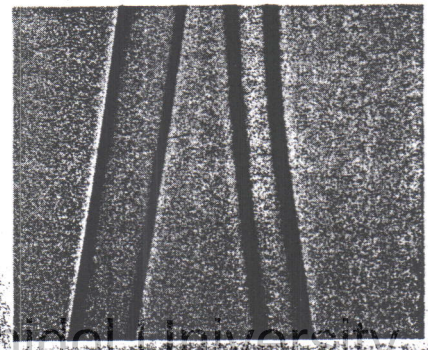


Longitudinal View 600X

Fig. 59. Aramid. FR staple fiber.

Cross-Section 500X





Longitudinal View 500X

Fig. 60. Novoloid.

ภาคผนวก ค

เอกสารการใช้งานของสารทำนุ่มของบริษัท Ipposha Oil Industries Co.,Ltd.

Copyright by Mahidol University

IPPOSHA OIL INDUSTRIES CO., LTD.

IPPOSHA OIL INDUSTRIES CO.,LTD.

OHMI BILDING. 8-26. HIROSHIBA-CHO.
SUITA-CITY. OSAKA. 564
JAPAN

PHONE (06) 337-5111
FAX (06) 337-3032

Micro-particle Cationic Softener

BICRON L-15

BICRON L-15 is newly developed low foaming micro-particle softener, which has excellent stability in jet dyeing machine, and it is prepared by our concentrated technique based on long years experience.
BICRON L-15 is applied for knitted and woven fabrics of cotton, cotton/synthetic fibers such as cotton/polyester, and so on.

BICRON L-15 has properties as follows ;

* PROPERTIES

Appearance	: Slightly yellowish liquid
Ionic property	: Weakly cationic
p H (1% aq. soln.)	: Approx. 5
Solubility	: Easily dispersé in water

Copyright by Mahidol University

BICRON L-15 has a lot of characteristics not given by the conventional softener, due to micro-particle softener.

* CHARACTERISTICS

1. BICRON L-15 gives excellent softness to fabrics by penetrate well into the tiny space of fiber due to micro-particle softener.
2. BICRON L-15 can be applied as cheese oiling agent, and it does not lead to occurrence of unexpected adhesional wetting.
3. BICRON L-15 is provided with finishing softener in jet dyeing machine, due to a low foam type softener.
4. BICRON L-15 has excellent stability in liquid form, due to micro-particle softener. Therfore, it is very convenient to handle and can be used for automatic control system.
5. BICRON L-15 has good stability of prepared solution as well as product.

* STABILITY of BICRON L-15

1. Stability to pH

Prepare pH 3-10 of 2% aqueous solution of BICRON L-15, and it is allowed to stand overnight at room temperature. And then, the solution is kept at 45°C for 20 minutes.

TABLE-1

p H	3	5	7	9	10
Overnight	good	good	good	good	good
45°C x 20 min.	good	good	good	good	good

Copyright by Mahidol University

2. Stability to agitating performance, when it is

BICRON L-15 is very stable against agitation even it i agitated by homo-mixer 5,000 r.p.m. for 10 minutes. (Therfore, it can be applied for cheese oiling agent.)

3. Stability to boiling

BICRON L-15 has good stability at high temperature. Prepared 1% aqueous solution of BICRON L-15 is stable even it is kept at boiling temperature for 20 minutes. Therefore, it is added the BICRON L-15 directry into the boiling both.

4. Stability for resin finishing

BICRON L-15 can be mixed well in stable with thermosetting resin such as Glyoxal resin and catalyst.

5. Foaming performance in jet dyeing machine

TABLE-2 shows the foaming-height of treatment bath while running machine.

BICRON L-15 : 5 gr. / Liter
A total amount of liquor: 19 L.ter
Treatment condition : at 50°C for 10 minutes
Jet dyeing machine : manufactured by TEXSAM Co.,Ltd.

TABLE-2

Running time (minutes)	0	2	4	6	8	10
BICRON L-15 Foaming height (mm)	60	60	60	60	60	60
Others' softener Foaming height (mm)	60	60	70	80	80	80

Catalyst 2 - 3 % soln.
Make 100% by adding water.

Copyright by Mahidol University

And TABLE-3 shows the forming performance, when it has run down.

TABLE-3

	The foaming performance of ttreatment bath	Filter test of treatment bath
BICRON L-15	Almost no foaming	Good
Others'softener	Foaming	No good

* APPLICATION

1. BICRON L-15 is applied as cheese oiling agent dyed cotton yarn with following formulations.

1. BICRON L-15	5 - 8 % o.w.f.
2. BICRON L-15	1 - 3 % o.w.f.
RONSIZE N-80	2 - 4 % o.w.f.

Usually, it is applied singly BICRON L-15 for oiling thick yarn and for oiling of fine count of yarn, combination of RONSIZE N-80 is recommended.

2. BICRON L-15 is applied as softening agent of dyed knitted cotton fabrics with following formulation.

BICRON L-15	4 - 6 % o.w.f.

3. BICRON L-15 is applied as resign finishing agent of cotton fabrics with following formulation.

BICRON L-15	2 - 3 % soln.
Glyoxal resin	7 - 8 % soln.
Catalyst	2 - 3 % soln.

Make 100% by adding water.

Copyright by Mahidol University

* **NOTE**

BICRON L-15 has cationic property, therfore it should be taken care when it is applied for finishing of white or light shadecolor fabrics. And avoid to use with Anionic chemicals.

* **PACKING**

200 kgs net in irondrum.

Copyright by Mahidol University

IPPOSHA OIL INDUSTRIES CO., LTD.

IPPOSHA OIL INDUSTRIES CO.,LTD.

OHMI BILDING. 8-26. HIROSHIBA-CHO.
SUITA-CITY. OSAKA. 564
JAPAN

PHONE (06) 337-5111
FAX (06) 337-3032

SILICOLAN AN-1030

SILICOLAN AN-1030 is newly developed an Amino silicone type of softener to be used for finishing various kinds of textile fabrics.

SILICOLAN AN-1030 has properties as follws:

Properties

Appearance	: Slightly turbid liquid
Ingredient	: Modifiered amino silicone
Ionic property	: Nonionic
P H	: Weak acidic
Solubility	: Easily soluble in water

SILICOLAN AN-1030 has characteristics as follows:

Characteristics

1. SILICOLAN AN-1030 gives luxury supper softeness with resilient hand and strech-back effect to fabrics.
2. SILICOLAN AN-1030 has good fastness to washing and dry-cleaning.
3. SILICOLAN AN-1030 does not give bad effect to the shade of fabrics. It can be applied for finishing white and various shade of fabrics.
4. SILICOLAN AN-1030 has excellent workability. It does not happen gum-up trouble in process.
5. SILICOLAN AN-1030 has no water repellent property. Therfore, the fabrics finished with SILICOLAN AN-1030 preserve the condition of natural humidity.

Copyright by Mahidol University

6. SILICOLAN AN-1030 has small particle-size(0.05). Therfroe, it gives rich softeness to fabrics by penetrate into the deep parts of fabrics.
7. SILICOLAN AN-1030 has excellent compatibility in stable with thermo -setting resin.
8. SILICOLAN AN-1030 has also favorable stability to the forced stirring.
9. SILICOLAN AN-1030 is compatible well with fluorescent whitening agents for cotton and it's blended fabrics.

Direction for use

1. Independent Use

Materials	: Cotton .POlyester/cotton or Rayon	
A. SILICOLAN AN-1030		5 - 20 gr/Lit.
B. SILICOLAN AN-1030		5 - 20 gr/Lit.
Nonionic softener		10 - 20 gr/Lit.
Materials	: Polyester fabrics	
A. SILICOLAN AN-1030		5 - 15 gr./Lit.
GN -340		1 gr/Lit.

GN-340 is dimethyl silicone oil and it gives excellent slipness to fabrics.

2. Combination with thermo-setting resin

Materials : Cotton Polyester/Cotton or Rayon	
GLYOXAL RESIN	50 - 70 gr/Lit.
Metallic complex salt	20 gr/Lit.
SILICOLAN AN-1030	10 - 20 gr/Lit.
Nonionic softener	20 - 30 gr/Lit.
Treatment :	At Ordinary temperatures
Drying :	100°C for 3 - 5 mints.
Setting :	160°C for 1 - 2 mints.

The above are general examples. The quantities of SILICOLAN AN-1030 to be used in the actual application vary according to the softening effect to be desired.

Copyright by Mahidol University

IPPOSHA OIL INDUSTRIES CO., LTD.

IPPOSHA OIL INDUSTRIES CO.,LTD.

OHMI BILDING. 8-26. HIROSHIBA-CHO.
SUITA-CITY. OSAKA. 564
JAPAN

PHONE (06) 337-5111
FAX (06) 337-3032

Anionic Softener For Cotton Fabrics

ROYALSOFT A-60

ROYALSOFT A-60 is newly developed anionic softener for cotton fabrics and its blends with synthetic fibers such as cotton/polyester and cotton/rayon fabrics, consisting with specially modified anionic surfactants.
ROYALSOFT A-60 gives excellent water absorbency, silmy touch and voluminous touch to cotton medius and towel with easy process.

ROYALSOFT A-60 has the properties as follows ;

PROPERTIES

Appearance	: Milky white liquid
Ionic properties	: Anionic
p H	: Neutral
Solubility	: Easily soluble in cold water

And ROYALSOFT A-60 has the characteristics as follows ;

CHARACTERISTICS

1. ROYALSOFT A-60 gives superb voluminous touch to the cotton medius and towel and it can improve the quality of treated goods.

Copyright by Mahidol University

2. ROYALSOFT A-60 gives good water absorbency to the cotton medius and towel.

3. ROYALSOFT A-60 does not give bad effects like yellowing or the shade changes to the treated fabrics and when used together with fluorescent dyes, it can promote the fluorescent whiteness on the fabrics.

4. ROYALSOFT A-60 can be applied easily because it is soluble in cold water.

DIRECTION FOR USE

Though the optimum quantity of ROYALSOFT A-60 to be used depends on required softness, a kind of material and so forth, generally it is 2-8 % owf with dipping method and 1-5 % owf with padding method.

This list is resulted from careful research. However, we don't warrent to whole field, because it may happen to be changed by the various conditions.
It is recommendable to test in advance before practical application.

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ผู้วิจัย	นายนที ศรีสวัสดิ์
วัน เดือน ปีเกิด	22 ธันวาคม 2512
สถานที่เกิด	จังหวัดอุดรธานี ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	- มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย (ม.1-6) โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย - ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส. เคมีสิ่งทอ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ - ปริญญาตรี (วศ.บ.วิศวกรรมเคมีสิ่งทอ) คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศ - ปริญญาโท (วท.ม. เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร) คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน	อาจารย์ 1 ระดับ 3 ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

Copyright by Mahidol University