

รายงานการศึกษา

การวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์

สายหยุด อุดะปะละ

054402

๐.๖๖๘.๔๒๔๓

ปี ๖๖๔๕

๒๕๓๘

คณะคหกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้

2538

รับ ๗๒ ๓.๑. ๔๘

คำนำ

การศึกษาวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาวิธีการวิเคราะห์เส้นใยที่จะให้ผลการวิเคราะห์ออกมาแน่นอนชัดเจน และวิธีการดังกล่าวจะเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจและนักศึกษา ให้สามารถศึกษาวิเคราะห์เส้นใยด้วยตัวเองได้อีกด้วย

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเอื้อเฟื้อ และความช่วยเหลือจากหน่วยงานและบุคคลหลายฝ่าย

ผู้ศึกษาขอขอบคุณ กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมสิ่งทอ กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพมหานคร ที่ได้อนุเคราะห์เส้นใยบางชนิด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

ขอขอบคุณ ผศ.ทรงศักดิ์ ไชยโย อาจารย์ประจำสถาบันราชภัฏสงขลา ที่ได้ให้คำแนะนำวิธีการบันทึกภาพเส้นใยจากกล้องจุลทรรศน์ จนผู้ศึกษาสามารถบันทึกภาพได้ด้วยตัวเอง

ขอขอบคุณ อาจารย์มณฑล ฉายอรุณ ผู้อำนวยการวิทยาเขตภาคใต้ ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดเวลา ขอขอบคุณ รศ.อัศวิน พรหมโสภา อาจารย์เกียรติคุณ สิทธิชัย ที่ให้คำแนะนำปรึกษาอย่างใกล้ชิดมาโดยตลอด อาจารย์จำลอง ยอดล้ำ บันทึกภาพวัสดุ อุปกรณ์ ขั้นตอนการวิเคราะห์เส้นใย อาจารย์อุบล ก่อตระกูล คุณจุฑารัตน์ ยิวศิลป์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการพิมพ์ และจัดทำรูปเล่มจนเสร็จสมบูรณ์ ผลการศึกษาวิเคราะห์เส้นใยครั้งนี้ คงเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาและผู้สนใจเป็นอย่างดี

สายหยุด อุดะปะละ

วิทยาเขตภาคใต้

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	วัตถุประสงค์	2
	ขอบเขตของการวิเคราะห์เส้นใย	3
	ประโยชน์ที่ได้รับ : ข้อจำกัดของการศึกษา	5
	ระยะเวลาที่ทำการศึกษา	5
2	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเส้นใย	6
	ความสำคัญของเส้นใยและสิ่งทอ	6
	ความหมายศัพท์สิ่งทอ	7
	ศัพท์การตกแต่งสำเร็จ	8
	การวิเคราะห์เส้นใย	11
	วิธีวิเคราะห์เส้นใย	11
	ภาพตามยาวและภาพตามขวางของเส้นใย	15
3	การวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์	16
	วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	16
	การวิเคราะห์เส้นใยภาพตามยาว	17
	การวิเคราะห์เส้นใยภาพตามขวาง	18
4	ผลของการวิเคราะห์เส้นใย	19
	ใยเซลลูโลสจากเมล็ด	20
	- ใยฝ้าย	20
	- ฝ้ายชุปมัน	21
	- ใยมะพร้าว	22
	- ใยขนุน	22
	- ใยดอกกรัก	23

โยเซลลูโลสจากใบ	24
- โยปานศรณารายณ์	24
- โยลับปะรด	25
- โยกล้วย	25
โยเซลลูโลสจากลำต้น	26
- โยลินิน	26
- โยปาน	27
- โยปอ	28
- โยรามี่	29
๒ โยโปรตีน	30
- โยไหม	30
- โยขนสัตว์	31
- ไวคูนา	32
- ขนกระต่าย	33
- ขนแพะ	34
- ขนวัว	35
- ผ้าหางม้า	35
โยอินทรีรี่	36
- โยหิน	36
๒ - ไล่ตะเกียงเจ้าพายุ	36
โยกึ่งสังเคราะห์	37
- โยวิสคอสเรยอน	37
- โยคิวปราโมเนี่ยมเรยอน	38
- โยอาซีเตด	39
- โยไตรอาซีเตด	40
- โยเอพริลเรยอน	41

ใยสังเคราะห์	42
- ใยไนลอนแอนทราอน (15 เดเนียร์)	42
- ใยไนลอนแอนทราอน (18 เดเนียร์)	43
- ใยไนลอน 66	44
- ใยโพลีเอสเตอร์	45
- ใยโพลีเอสเตอร์เตครอน	46
- ใยโพลีพรอปิวิลีน	47
- ใยอะคริลิก	48
- ใยมอดอะคริลิก	49
- ใยอะคริลิก-ออร์ลอน	50
- ใยอะคริลิก-ไคเนล	51
- ใยโลหะ	52
- ใยโพลิไวนิล	53
- ใยแก้ว	54
- ใยคาร์บอน	55
- ใยยาง	55
5 สรุปผลการวิเคราะห์เส้นใยและการเสนอแนะ	56
วัตถุประสงค์	56
ขอบเขตของการวิเคราะห์เส้นใย	56
วิธีการวิเคราะห์เส้นใย	58
วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	58
การวิเคราะห์เส้นใยภาพตามยาว	59
การวิเคราะห์เส้นใยภาพตามขวาง	59
ผลของการวิเคราะห์เส้นใย	59
ข้อเสนอแนะ	65
เอกสารอ้างอิง	66

บทที่ 1

บทนำ

1. ภูมิหลัง

คหกรรมศาสตร์เป็นวิชาชีพอีกสาขาหนึ่ง ที่เปิดสอนในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยมุ่งเน้นให้ผู้สำเร็จการศึกษา ออกไปเป็นผู้นำในสังคมที่มีความสามารถในการศึกษา ค้นคว้า วิจัย และเผยแพร่ความรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะยังผลต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของครอบครัวไทย ตลอดจนทั้ง การดำรง-ปรับปรุง ส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม และจารีตประเพณีอันดีงามให้เหมาะสมกับชีวิตของสังคมไทยในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังเน้นในการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ วางแผนการดำเนินงานและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และวางการธุรกิจด้วยหลักการและเหตุผล ซึ่งการศึกษาทางคหกรรมศาสตร์นี้จะต้องดำเนินการไปตลอดชีวิต ทั้งนี้เพื่อติดตามวิทยาการสมัยใหม่ และจะได้เลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (คณะคหกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2536:4)

วิทยาเขตภาคใต้ เป็นสถาบันการศึกษาแห่งหนึ่งในสังกัดของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ซึ่งเปิดทำการสอนและบริการสังคมมาเป็นเวลายาวนานนับถึง 4 ทศวรรษ โดยจัดการศึกษาเป็นแบบโพลีเทคนิค (Polytechnic) ที่มีสาขาวิชาต่าง ๆ ที่เปิดสอนอย่างหลากหลาย เช่น สาขาวิชาทางช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาทางด้านบริหารธุรกิจ และสาขาวิชาทางด้านคหกรรมศาสตร์ เป็นต้น (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้, 2536:9-10) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาทางด้านคหกรรมศาสตร์นั้น ประกอบด้วย สาขาอาหารและโภชนาการ สาขาผ้าและเครื่องแต่งกาย และสาขาคหกรรมศาสตร์ทั่วไป ซึ่งทั้ง 3 สาขานั้น เปิดสอนทั้งในระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง และระดับปริญญาตรี การจัดการศึกษาทั้งสองระดับนั้นต่างก็มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามปรัชญาของการศึกษาทางด้านคหกรรมศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเน้นให้เกิดทักษะ จนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือประกอบอาชีพได้

ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใยเป็นความรู้พื้นฐานเรื่องหนึ่ง ที่นักศึกษาทางด้านคหกรรมศาสตร์จะต้องเรียนรู้เพื่อประยุกต์ไปใช้ให้เหมาะสมกับชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เนื่องจากอุตสาหกรรมเกี่ยวกับเครื่องแต่งกาย อุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป หรือแม้กระทั่งในวงการแพทย์บางอย่าง ได้ใช้ผ้าหรือเส้นใยเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หรือผลิตผลบางอย่าง ที่ผลิตขึ้นมาใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นนักศึกษาจะต้องเข้าใจถึงลักษณะธรรมชาติของเส้นใยแต่ละชนิดให้ถ่องแท้ เพื่อพิจารณานำไปใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับความต้องการในการใช้งาน

การศึกษาถึงลักษณะและคุณสมบัติของเส้นใยนั้นเรียกว่าการวิเคราะห์เส้นใย ซึ่งมีวิธีการอยู่ 3 วิธี คือ การวิเคราะห์เส้นใยด้วยการเผาไหม้ การวิเคราะห์เส้นใยด้วยสารละลาย และการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ (นวลแข ปาลีวนิช, 2536:56) จากปรัชญาและแนวคิดของการศึกษาทางด้านคหกรรมศาสตร์ นักศึกษาจะต้องเรียนรู้หลักการ และฝึกปฏิบัติให้เกิดความเข้าใจและมีทักษะด้วยตนเองด้วย ดังนั้นการเรียนรู้เกี่ยวกับเส้นใยนอกจากจะศึกษาจากการค้นพบของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นักศึกษายังต้องลงมือปฏิบัติ วิเคราะห์ด้วยตัวเองได้อีกด้วย โดยวิธีการต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว

แต่อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์นั้นยังไม่ปรากฏวิธีการ หรือกระบวนการวิเคราะห์ที่ได้ผลอย่างแน่ชัด ที่จะเป็นแนวทางให้นักศึกษาวิเคราะห์ด้วยตัวเองได้ ผู้ศึกษาจึงได้ทดลองการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์หลาย ๆ วิธีด้วยกัน จนในที่สุดก็ได้วิธีที่แน่นอนและชัดเจน พร้อมทั้งสามารถบันทึกภาพตามยาวและภาพตามขวางของเส้นใยได้เป็นที่น่าพอใจ วิธีการที่ค้นพบนี้จะเป็แนวทางให้นักศึกษาสามารถวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ด้วยตัวเองได้ และผลของการศึกษาค้างนี้ยังเป็นสื่อการสอน ประกอบการเรียนการสอนความรู้เรื่องผ้าและเส้นใยได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างและธรรมชาติของเส้นใย จากภาพตามยาวและภาพตามขวางจากของจริง
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเส้นใยแต่ละชนิด แต่ละกลุ่ม
3. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะเส้นใยที่ได้จากการศึกษากับเส้นใยที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ
4. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักศึกษา และผู้ที่สนใจในการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับเส้นใยด้วยตนเอง

3. ขอบเขตของการวิเคราะห์เส้นใย

การวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ในครั้งนี้ ผู้ศึกษาคิดค้นมุ่งหวังเพื่อศึกษาถึงโครงสร้างที่แท้จริงว่ามีลักษณะอย่างไร โดยไม่มุ่งหวังตรรกะการหักเหของแสง

ในการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้วิเคราะห์เส้นใยโดยตรง จำนวน 24 ชนิด และวิเคราะห์จากผืนผ้า จำนวน 16 ชนิด ซึ่งได้แยกไว้ดังนี้

3.1 วิเคราะห์จากใยโดยตรง

1. ฝ้าย (Cotton)
2. มะพร้าว (Coir)
3. นุ่น (Kapok)
4. ดอกรัก (Milk weed)
5. ป่านศรนารายณ์ (Sisal)
6. สับปะรด (Pineapple)
7. กัล้วย (Abaca)
8. ลิ้นิน (Flax)
9. ป่าน (Hemp)
10. ปอ (Jute)
11. รามี (Ramie)
12. ขนสัตว์ (Wool)
13. ขนกระต่าย (Rabbit)
14. แพะแคชเมียร์ (Chasmere)
15. ขนวัว (Cow)
16. เอพริล เรยอน (Avril rayon)
17. โพลีพรอปิวลีน (Polypropulen)
18. อะคริลิค (Acrylic)
19. มอดอะคริลิค (Modacrylic)

20. อะคริลิก-ออร์ลอน (Acrylic - Orlon)
21. อะคริลิก-ไดเนล (Acrylic - Dynel)
22. โยแก้ว (Fiber-glass)
23. โยคาร์บอน (Carbon)
24. โยยาง (Rubber)

3.2 วิเคราะห์เส้นใยจากผืนผ้า

1. ฝ้ายชุบมัน (Mercerized cotton)
2. ไหม (Silk)
3. ไวกูนา (Vicuna)
4. ฝ้ายหางม้า
5. ไม้ตะเกียงเจ้าพายุ
6. วิสคอสเรยอน (Viscose rayon)
7. คิวปราโมเนียมเรยอน (Cupramonium rayon)
8. อาซีเตต (Acetate)
9. ไตรอาซีเตต (Triacetate)
10. ไนลอนแอนทรอน 15 เดเนียร์ (Nylon Antron)
11. ไนลอนแอนทรอน 18 เดเนียร์ (Nylon Antron)
12. ไนลอน 66 (Nylon 66)
13. โพลีเอสเตอร์ (Polyester)
14. โพลีเอสเตอร์เตครอน (Polyester-dacron)
15. โลหะ (Metallic)
16. โพลีไวนิล (Polyvinyl)

4. ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้เห็น โครงสร้าง รูปลักษณะตามยาวและภาพตามขวางของเส้นใยโดยตรง จากของจริง จำนวน 40 ชนิด
2. ใช้เป็นอุปกรณ์การสอน ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ
3. เป็นแนวทางแก่ผู้ที่ต้องการจะศึกษาและวิเคราะห์เส้นใยได้ด้วยตนเอง

5. ข้อจำกัดของการศึกษา

ในการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ภาพตามยาว และภาพตามขวาง ซึ่งอาจใช้ใยเรยอนหรือล่ำลีเป็นตัวนำเส้นใยให้ผ่านรูสแตนเลส แต่ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าใช้ล่ำลีเป็นตัวนำเส้นใย ดังนั้นภาพตามขวางของเส้นใยบางภาพจะเห็นภาพตามขวางของล่ำลีรวมอยู่ด้วย

6. ระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ผู้ศึกษาค้นคว้า สนใจและเกี่ยวข้องกับปฏิบัติการการวิเคราะห์เส้นใยมาเป็นเวลานาน จึงได้คิดศึกษาทดลองหาวิธีการวิเคราะห์เส้นใยด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ อย่างจริงจังในปี พ.ศ. 2535 จนถึงปัจจุบัน

บทที่ 2

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเส้นใย

1. ความสำคัญของเส้นใยและสิ่งทอ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านสิ่งทอได้เจริญก้าวหน้าและขยายตัวอย่างรวดเร็ว จึงทำให้อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมที่ใหญ่ที่สุดของประเทศในทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งมีมูลค่าของการส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของการส่งออกทั้งหมด จากการขยายตัวของสิ่งทอดังกล่าว จึงทำให้เกิดการตั้งโรงงานผลิตสิ่งทอขึ้นเป็นจำนวนมาก และได้มีการพัฒนารูปแบบและประโยชน์ใช้สอยของเส้นใยสิ่งทอให้มีคุณภาพ โดยใช้ระบบควบคุมการผลิตเส้นใยด้วยคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ใช้หลักวิศวกรรมในการออกแบบผลิตเส้นใยที่มีคุณสมบัติพิเศษ ในด้านความหยิกงอ ความนุ่ม ความมัน ความแข็งแรงทนทาน ผิวสัมผัสที่นำมาใช้สอยตามลักษณะเฉพาะอย่าง (ประเสริฐ ตปนียางกูร, 2536:12)

ใยสิ่งทอนอกจากใช้เป็นเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ผ้าที่ใช้ในบ้าน ผ้าที่ใช้ตกแต่งบ้านแล้วยังมีความสำคัญและจำเป็นต้องใช้ในวงการอุตสาหกรรม วงการแพทย์ และโครงการบินอวกาศอีกด้วย ยกตัวอย่างใยสิ่งทอที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์ นำไปเสริมยางรถยนต์ นำไปหุ้มเบาะสายคาดเบาะ หรือเข็มขัดนิรภัย หรือในวงการแพทย์ใช้ในการทำอวัยวะเทียม เส้นเลือดโพลีเอสเตอร์ ลิ้นหัวใจ เป็นต้น (นวลแข ปาลิวนิช; 2536:1)

เส้นใยและสิ่งทอนับได้ว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในวงอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป ซึ่งสนองความต้องการพื้นฐานที่สำคัญของมนุษย์ ก่อให้เกิดธุรกิจระหว่างประเทศที่อยู่ในแนวหน้าของโลกประเภทหนึ่ง กล่าวคือ ใน พ.ศ. 2533 มูลค่าการส่งออกของสินค้า เสื้อผ้าสำเร็จรูป และสิ่งทอของโลกเป็นเงินสูงถึงหนึ่งแสนล้านเหรียญสหรัฐ สำหรับประเทศไทยนั้น มีมูลค่าการส่งออกเสื้อผ้าสำเร็จรูปเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 จนถึงปัจจุบัน และมีมูลค่าการส่งออกอยู่ในอันดับที่ 10 ของโลก (นิกร วัฒนพรหม และคณะ; 2537:84)

ความสำคัญของเส้นใยสิ่งทอจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น นับว่าเป็นสิ่งสำคัญ และให้คุณ-ประโยชน์มากมายต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ เสื้อผ้าเครื่องแต่งกายและผ้าที่ใช้ในบ้านทุกอย่างและทุกประเภท ล้วนแล้วแต่ผลิตจากเส้นใยทั้งสิ้น ซึ่งอาจจะผลิตจากใยธรรมชาติหรือใยสังเคราะห์ ก็ขึ้นอยู่กับประโยชน์ใช้สอย ผู้บริโภคสามารถเลือกใช้ได้ตามความจำเป็นและความพอใจ ด้วยเหตุนี้จึงมีกฎหมายรองรับ โดยกำหนดให้เสื้อผ้าและเครื่องใช้ทั้งหลาย ที่ผลิตจากเส้นใยเป็นสิ่งทอทุกชนิดจะต้องมีฉลากกำกับว่าผลิตจากใยอะไร พร้อมทั้งมีเครื่องหมายสัญลักษณ์การชั่งกรัด การดูแลรักษา เพื่อให้ผู้บริโภคตรวจสอบได้โดยดูจากป้าย (Label) นั้น ๆ เพื่อจะได้นำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อการยืดอายุการใช้เสื้อผ้า และเครื่องใช้ที่ผลิตจากสิ่งทอให้มีอายุการใช้งานได้นานและคุ้มค่า

2. ความหมายศัพท์สิ่งทอ

สิ่งสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ลักษณะโครงสร้างของเส้นใยนั้น ก็คือการศึกษาความหมายของศัพท์สิ่งทอ ซึ่งได้แก่

2.1 ศัพท์เฉพาะโครงสร้างเส้นใย

- 1) Cuticle คือ เยื่อหุ้มชั้นนอก
- 2) Primary wall คือ ผนังชั้นแรก
- 3) Secondary wall คือ ผนังชั้นใน
- 4) Lumen คือ โพรงอากาศของเส้นใย
- 5) External structure คือ โครงสร้างภายนอก
- 6) Internal structure คือ โครงสร้างภายใน
- 7) Surface contour คือ ผิวเส้นใย
- 8) Staple คือ ใยสั้น
- 9) Filament คือ ใยยาว
- 10) Monofilaments fibers คือ ใยยาวเดี่ยว
- 11) Multifilaments fibers คือ ใยยาวรวม
- 12) Crimp คือ รอยหยักงอของเส้นใย
- 13) Fiber diamiter คือ ความกว้างหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใย
- 14) Cross - section Shape คือ รูปร่างด้านหน้าตัดของเส้นใย

- 15) Longitudinal Veiw คือ รูปภาพตามยาวของเส้นใย
- 16) Molecular arrangement คือ การหดตัวของเส้นใย
- 17) High orientation คือ การเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ
- 18) Amorphous คือ การเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ
- 19) Crystalline คือ การเรียงตัวของผลึกโซโมเลกุล
- 20) Low orientation คือ การเรียงตัวของโมเลกุลที่ไม่ดี

2.2 ศัพท์การตกแต่งสำเร็จ

2.2.1 การปรับปรุงผิวหน้าและเนื้อผ้า

การป้องกันการหดตัว (crabbing)

เป็นการตกแต่งใยขนแกะ เพื่อป้องกันการยับหรือการหดตัวที่ไม่สม่ำเสมอในกระบวนการถัดไปทำโดยนำผ้าผ่านน้ำร้อน เพื่อให้เส้นด้ายเข้ารูปอย่างถาวร

การทำผ้าให้คงรูป (decatizing หรือ decatizing)

เป็นกระบวนการตกแต่งสำเร็จผ้า เพื่อให้ผ้าคงรูปให้ความเงามันและความนุ่มนวล โดยนำผ้ามาพันรอบลูกกลิ้งที่มีรู โดยให้พื้นที่ระหว่างชั้นของผ้ารองแล้วผ่านไอน้ำจากด้านในไปยังด้านนอก เสร็จแล้วทำกลับกันโดยกำจัดไอน้ำโดยใช้เครื่องสูญญากาศ

การลอกกาวยไหม (degumming)

เป็นกระบวนการกำจัดกาวยไหม โดยใช้สารละลายสบู่ที่ร้อน โดยมากมักจะทำหลังจากการทอและการถักแล้ว

การทำให้ผ้ามีขน (fulling)

เป็นการตกแต่งผ้าในอุตสาหกรรมขนแกะ โดยใช้ความชื้น ความร้อน ความเสียดทาน และความดัน ทำให้เส้นใยขนแกะอัดตัวกัน ทำให้เกิดผิวหน้าหลายรูปแบบ

การดึงผ้าให้ตึง (tentering)

เป็นการทำให้ผ้าตึงและอบผ้าให้แห้ง ถ้าผ้าไม่แห้งพอจะทำให้ด้ายพุ่ง ซึ่งตั้งฉากกับด้ายยืนเคลื่อนที่ไป แม้ว่าจะตักแต่งด้วยเรซินแล้วก็ไม่สามารถแก้ความเบ้ของเส้นใยได้

2.2.2 การทำให้ผิวผ้าหยาบและลดความเงามัน

การลดความเงามัน (delustering)

ความเงามันตามธรรมชาติของด้ายหรือของใยประดิษฐ์ อาจทำให้ลดลง โดยใช้สารเคมีหรือใช้ความร้อนมาตักแต่งเป็นพิเศษ ความเงาตามระดับที่ต้องการ อาจทำได้โดยเติมฟิกเมนต์ต่อนับเส้นใย การเปลี่ยนรูปพื้นที่หน้าตัดเส้นใยก็ช่วยเปลี่ยนลักษณะความเงามันได้

การตักแต่งให้ผ้าด้วยเส้นใยสั้น ๆ (flocking)

คือการนำเส้นใยสั้นมาก ๆ มาติดเกาะผิวผ้าโดยใช้กาว ผ้าที่ได้จึงคล้ายกับผ้าขนสัตว์หรือผ้ากำมะหยี่

การตะกุกขน (napping)

คือการใช้หวงตะขอลโหะเล็ก ๆ บนลูกกลิ้งเพื่อใช้ดึงปลายเส้นใยจากผืนผ้าออกมาที่ผิว เพื่อทำให้เกิดขน

2.2.3 การทำให้ผิวผ้าเรียบและเงามัน

การทูปผ้า (beetling)

เป็นการตักแต่งผ้าจากใยเซลลูโลส เช่น ลินิน และฝ้าย เพื่อให้เนื้อแน่นและเงามัน โดยทำให้ผ้ามีความชื้นแล้วพันรอบแกนลูกกลิ้งไม้หรือโลหะ แล้วทูปผ้าด้วยก้อนไม้หรือโลหะ

การทำให้ผ้าเรียบเป็นมัน (glazing)

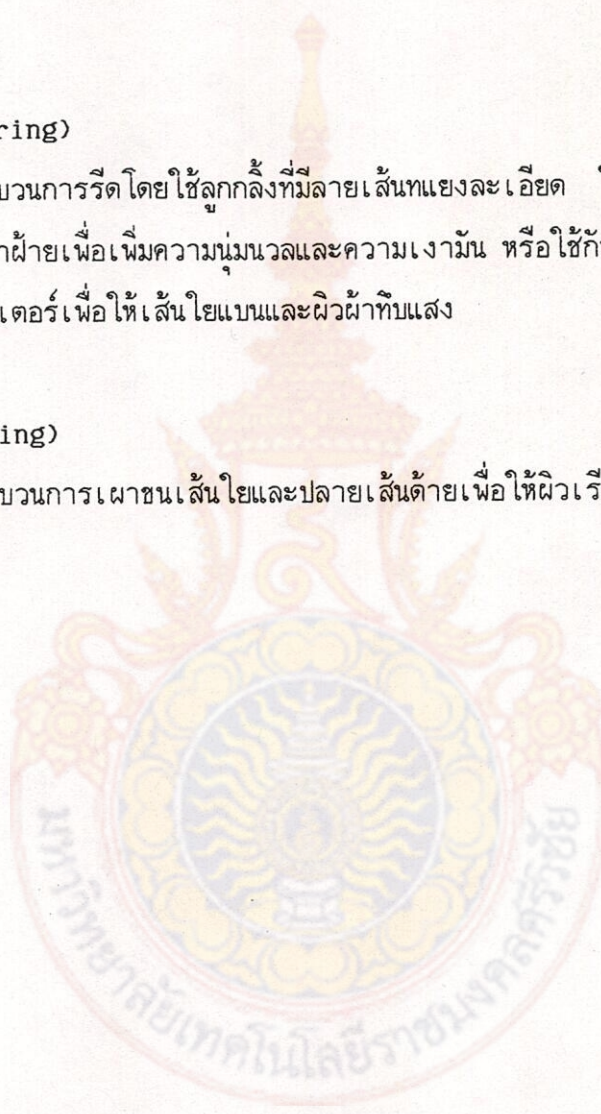
เป็นการผลิตผ้าผิวเรียบมัน โดยใช้ลูกกลิ้งที่ให้ความเสียดทาน และเคมีภัณฑ์ ช่วยตกแต่งด้วย การตกแต่งชั่วคราวจะใช้แป้ง กาว แต่แบบถาวรจะใช้พวก เรซิน

การรีด (schreinerung)

เป็นกระบวนการรีดโดยใช้ลูกกลิ้งที่มีลายเส้นทแยงละเอียด ให้มากในการ ตกแต่งผ้าฝ้ายเพื่อเพิ่มความนุ่มนวลและความเงามัน หรือใช้กับผ้าไนลอนและ โพลีเอสเตอร์เพื่อให้เส้นใยแบนและผิวผ้าทึบแสง

การเผาขน (singeing)

เป็นกระบวนการเผาขนเส้นใยและปลายเส้นด้ายเพื่อให้ผิวเรียบ



3. การวิเคราะห์เส้นใย

การวิเคราะห์เส้นใย หมายถึง การตรวจสอบเส้นใยหรือผืนผ้า เพื่อให้รู้ลักษณะรูปร่าง ผิวภายนอกและภายในว่าเป็นอย่างไร และรู้ถึงส่วนประกอบโครงสร้างทางเคมี หรือที่มาของเส้นใย ว่ามาจากใยประเภทใด จากธรรมชาติ หรือจากการสังเคราะห์

3.1 วิธีวิเคราะห์เส้นใย

สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

- 1) การวิเคราะห์เส้นใยด้วยการเผาไหม้
- 2) การวิเคราะห์เส้นใยด้วยสารละลาย
- 3) การวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์

3.1.1 การวิเคราะห์เส้นใยด้วยการเผาไหม้

การเผาไหม้เป็นการวิเคราะห์เส้นใยอย่างง่ายและรวดเร็ว ไม่ยุ่งยากในการเตรียมวัสดุอุปกรณ์เหมือนวิธีอื่น ในการเผาไหม้สามารถจำแนกเส้นใยออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ คือ โปรตีน เซลลูโลส สังเคราะห์ และแร่ธาตุ แต่ไม่สามารถจำแนกเส้นใยในกลุ่มเดียวกันได้ ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นควบคู่กันไป จึงจะได้ผลที่แน่นอนชัดเจน

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. ผ้าหรือเส้นใยที่จะทำการวิเคราะห์
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์ หรือบุนเซน และไม้ขีดไฟ
3. ปากคีมเหล็ก
4. จานกระเบื้อง หรือถาดสเตนเลส

วิธีการวิเคราะห์

1. เลาะเส้นด้ายยืนหรือด้ายพุ่งที่จะทำการวิเคราะห์
2. ใช้ปากคีมจับเส้นด้ายจ่อเข้าใกล้เปลวไฟ จนกระทั่งเส้นด้ายอยู่ในเปลวไฟ แล้วสังเกตปฏิกิริยาที่เปลี่ยนแปลง
3. ดึงออกจากเปลวไฟ สังเกตควันและดมกลิ่น
4. ดูลักษณะของขี้เถ้าว่ามีลักษณะอย่างไร
5. บันทึกผลที่ได้ทุกขั้นตอน

ตารางตัวอย่างสรุปผลการวิเคราะห์เส้นใยด้วยการเผาไหม้

	ผ้า	ชนิดตัว	โพลีเอสเตอร์	เรยอน
ใกล้เปลวไฟ	ติดทันที	ม้วนหนีไฟ	หลอมละลาย หดหนีไฟ	ไม่หดหนีไฟ ติดไฟทันที
อยู่ในเปลวไฟ	ลุกไหม้อย่าง รวดเร็ว	ไหม้อย่าง รวดเร็ว	ไหม้อย่างช้า ๆ และละลาย	ลุกไหม้อย่าง รวดเร็ว
ออกจากเปลวไฟ	ลุกไหม้ต่อ คุเป็นโพลอง	จะดับเอง	ดับเองและหยด เป็นเส้นยาว	คุเป็นโพลอง
กลิ่น	เหมือนกระดาษ ไหม้ไฟ	ผงไหม้ไฟ	เหมือนสารเคมี	เหมือนกระดาษ ไหม้ไฟ
ถ้า	สีเทา เบานุ่ม	เป็นเม็ดแข็ง เปราะสีดำ	เป็นเม็ดแข็ง	เบานุ่มและ เป็นปุย

ผ้าแต่ละชิ้นอาจจะทอจากด้ายพุ่งชนิดหนึ่ง ด้ายยืนชนิดหนึ่ง ซึ่งไม่เหมือนกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์ด้วยการเผาไหม้ จึงควรแยกวิเคราะห์เส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืนทีละครั้ง จึงจะได้ผลที่แน่นอนและชัดเจน

3.1.2 การวิเคราะห์เส้นใยด้วยสารละลาย

การใช้น้ำยาเคมีทำให้เส้นใยละลาย นับว่าเป็นการวิเคราะห์ที่ได้ผลค่อนข้างแน่นอน นอกจากนั้นสารละลายยังนำมาใช้ประโยชน์ในการบรยายเป็อน การชักแห้ง และตกแต่งผ้าได้อีกด้วย

น้ำยาเคมีที่ใช้ทำการทดสอบและวิเคราะห์เส้นใยบางชนิดนั้น หาซื้อได้ตามร้านจำหน่ายเครื่องเคมีภัณฑ์ทั่วไป หรือน้ำยาเคมีที่ใช้ประจำบ้านอยู่แล้ว เช่น ยาล้างเล็บ ซึ่งเป็นสารอะซีโตน นำมาทดสอบเส้นใยอะซีเตตได้ กรดน้ำส้มที่ใช้ปรุงอาหารมีกรดอะซีติกก็สามารถทำให้เส้นใยอ่อนตัวลงได้ หรือสารฟอกขาวที่ใช้ซักผ้าขาว เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ซึ่งมีส่วนผสมคลอรีน คลอโรอก ไฮเตอร์ เป็นต้น

วัสดุที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. ผ้าที่ใช้ในการวิเคราะห์
2. ถ้วยแก้วทดลอง แท่งแก้ว หลอดทดลอง
3. หลอดดูดสารเคมี
4. ข้อนตวงสารเคมี
5. สารละลาย

วิธีการวิเคราะห์

1. เลาะเส้นด้ายจากผืนผ้า แล้วใส่ลงในหลอดทดลอง
2. ใช้หลอดดูดสารละลาย แล้วหยดลงหลอดให้ท่วมผ้า
3. สังเกตปฏิกิริยาที่เปลี่ยนแปลงไป
4. เส้นใยบางชนิดอาจจะใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลง จึงควรทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที หรือจนละลายเป็นเนื้อเดียวกับสาร แล้วบันทึกผล

ตารางตัวอย่างสรุปผลการวิเคราะห์เส้นใยด้วยสารละลาย

เส้นใยที่ละลายหรือเกิดปฏิกิริยา	ชื่อสาร	ความเข้มข้น	อุณหภูมิ
อาซีเตด มอดอะคริลิก ไตรอาซีเตด	อาซีโตน	100 %	25° C
ชนลัตว์ โหม	โซเดียมไฮโป คลอไรท์	5 %	25° C
ใยเซลลูโลส โหม ไนลอน อาซีเตด ไตรอาซีเตด	กรดกำมะถัน	75 %	25° C
อาซีเตด ไตรอาซีเตด สเปนเด็กซ์ ชนลัตว์	กรดเกลือ	เข้มข้น	25° C

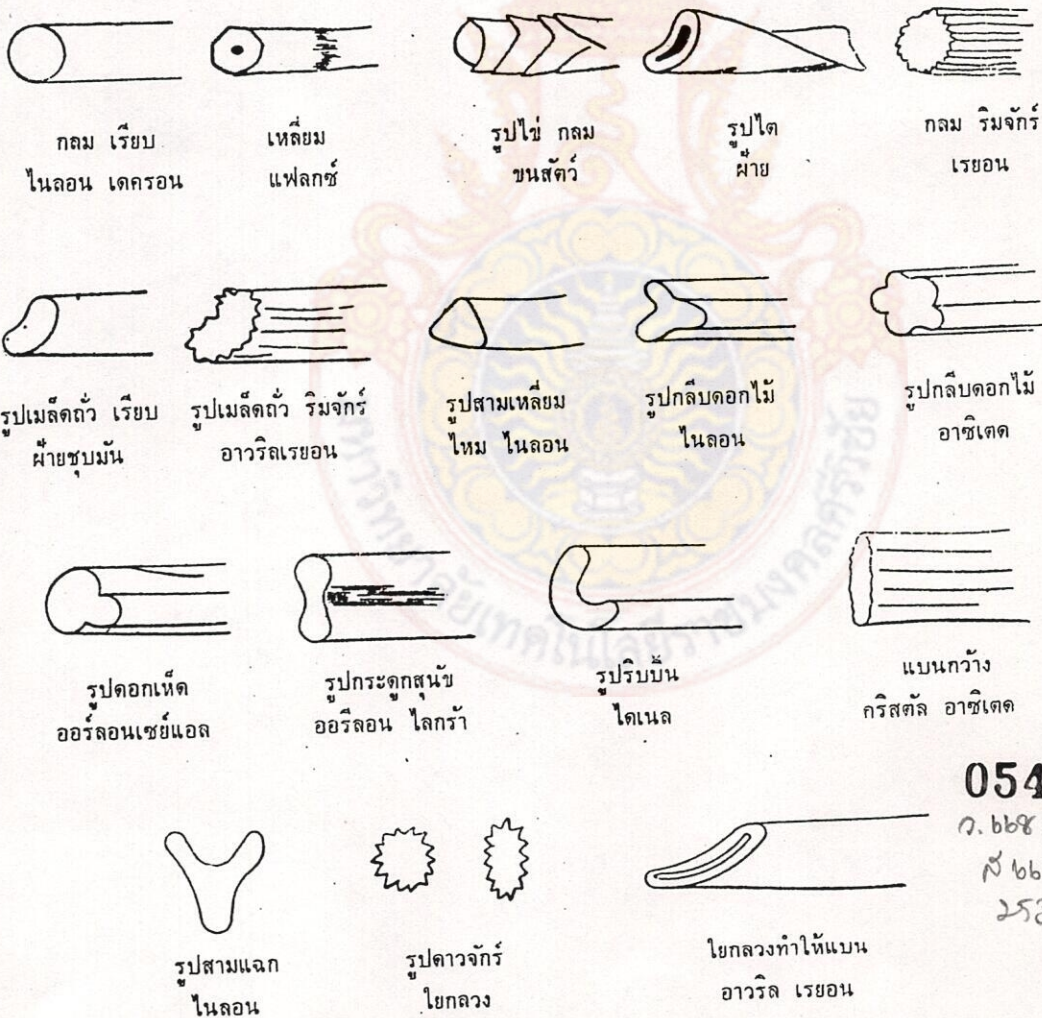
3.1.3 การวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์

ลักษณะตามยาวและตามขวางของเส้นใย สามารถตรวจสอบได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ได้หลายวิธีด้วยกัน เริ่มจากการใช้ไม้ก๊อกวิเคราะห์ภาพตามขวาง แต่ก็มีปัญหา เพราะไม้ก๊อกมีรู ซึ่งทำให้เกิดการสับสนระหว่างโพรงอากาศของเส้นใยและรูของไม้ก๊อก จึงได้ทดลองโดยใช้ยางลบ ก็พบปัญหาอีก คือเวลาตัดเส้นใยจะทำให้เส้นใยลึ้มได้ เพราะยางลบมีความอ่อนตัว ต่อมาจึงทดลองโดยใช้แผ่นสแตนเลสเจาะรู แล้วใช้สำลีเป็นตัวนำเส้นใย ผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจ และไม่มีปัญหาเหมือนวิธีอื่น ๆ

3.2 ภาพตามยาวและภาพตามขวางของ เส้นใย

ลักษณะภาพตามยาวและภาพตามขวางของ เส้นใย ไม่สามารถเห็นรูปร่างลักษณะได้ด้วยตาเปล่า เราจะมองเห็นได้ด้วยการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์เท่านั้น จึงจะเห็นลักษณะโครงสร้างภายนอกและภายในของเส้นใยที่มีความแตกต่างกันตามที่มา สำหรับการวิเคราะห์เส้นใยธรรมชาตินั้น เส้นใยส่วนใหญ่จะมีโพรงอากาศและมีลักษณะเฉพาะตัวที่ชัดเจนว่าเป็นใยอะไร แต่ถ้าเป็นใยสังเคราะห์จะมีภาพตามยาวและภาพตามขวางใกล้เคียงกัน หรือบางชนิดอาจจะเหมือนกันจนแยกไม่ออกว่าเป็นใยอะไร ดังนั้นจึงควรใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นควบคู่กันไปด้วย จึงจะได้ผลแน่นอน

อัจฉราพร ไศละสูต (2529:17) ได้ระบุภาพตามยาวและภาพตามขวางของเส้นใยบางชนิดไว้ดังนี้



054402
ว. 668 4243
ส 6645
2538

บทที่ 3

การวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์นั้นเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นก่อนการวิเคราะห์จะต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

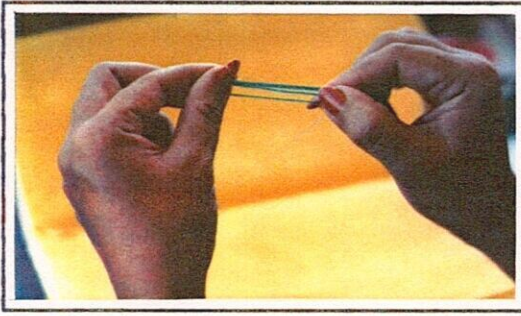
1. เส้นใย หรือ ผ้าที่จะทำการวิเคราะห์
2. แผ่น Slides (แผ่นกระจกใส) ขนาด 2.5 x 7.5 ซม.
3. แผ่น Cover glass (แผ่นแก้วบางใส) ขนาด 2.2 x 2.2 ซม.
4. แผ่นสแตนเลสผิวเรียบ ขนาดเท่าแผ่น Slides เจาะรู 0.5 มม. เพื่อสอดเส้นด้ายที่จะวิเคราะห์
5. ไขมีด โคนที่ใหม่และคม
6. สำลีเพื่อเป็นตัวนำเส้นใยให้ผ่านรูของแผ่นสแตนเลสที่เจาะไว้
7. เข็มสอยสำหรับเกลี่ยเส้นใย
8. พาราฟินเหลว (Liquid paraffin)
9. กล้องจุลทรรศน์สองตา
10. กล้องจุลทรรศน์บันทึกภาพ



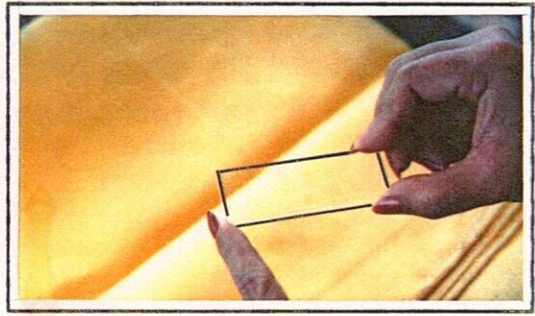
ภาพ 3.1 ภาพวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นใย

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์เส้นใย

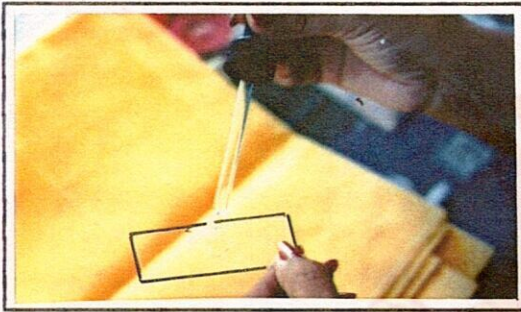
2.1 การวิเคราะห์เส้นใยภาพตามยาว



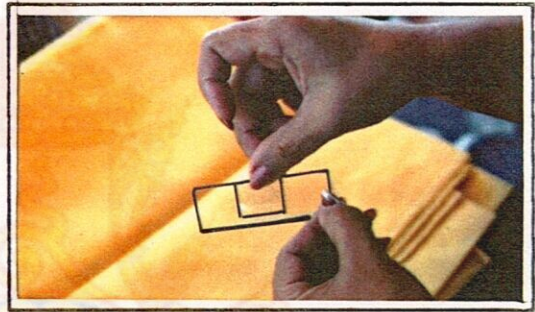
(1) เลาะเส้นด้ายจากผืนผ้า แล้วคลายเกลียวออก



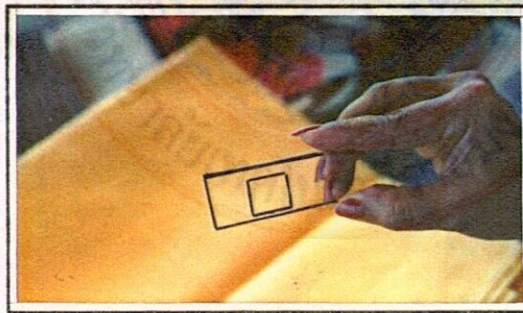
(2) ดึงเส้นใยออกจากเส้นด้าย เรียงเส้นใยบนแผ่น Slide



(3) หยด พาราฟิน เทลว ลงบนเส้นใย แล้วใช้เข็มเกลี่ยกระจายเส้นใยให้แยกออกจากกันเป็นเส้น ๆ



(4) กระจกบางใสโดยเอียงแผ่นกระจกบางใสที่ละน้อยจนแบนราบ เพื่อไล่อากาศออกให้หมด



(5) นำแผ่นกระจกบางใสที่ได้ ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วบันทึกภาพตามยาวของเส้นใย

ภาพ 3-2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์เส้นใยภาพตามยาว

2.2 การวิเคราะห์เส้นใยภาพตามขวาง



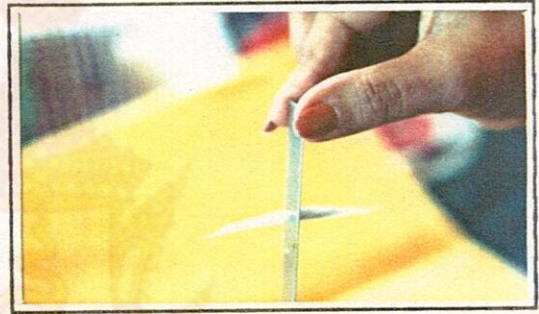
(1) เตรียมสำลีเพื่อห่อหุ้มเส้นใยหนาพอสมควร



(2) คลายเกลียวเส้นด้าย ดึงเส้นใยออกเป็นเส้น ๆ แล้วเรียงเส้นใยลงบนแผ่นสำลี



(3) ม้วนสำลีให้ปลายเรียวทั้งสองข้าง



(4) สอดปลายม้วนสำลีให้ผ่านรูแผ่นสไลด์



(5) ใช้ใบมีดโกนคมตัดครั้งเดียวให้ขาดทั้งสองด้าน



(6) หยดพาราฟินเหลว แล้วนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อบันทึกภาพตามขวางของเส้นใย

ภาพ 3-3 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์เส้นใยภาพตามขวาง

บทที่ 4

ผลของการวิเคราะห์เส้นใย

โดยหลักการทั่วไปแล้ว การศึกษาวิเคราะห์เส้นใยให้ได้ผลชัดเจนแน่นอนว่าเป็นเส้นใยอะไรนั้น จะต้องทำการวิเคราะห์ซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง ทั้ง 3 วิธี คือ

- 1) การวิเคราะห์เส้นใยด้วยการเผาไหม้
- 2) การวิเคราะห์เส้นใยด้วยสารละลาย
- 3) การวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์

สำหรับการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์นั้น ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ไว้

40. เส้นใย โดยจัดเป็นกลุ่มตามลำดับดังนี้

- 1) เส้นใยเซลลูโลส
- 2) เส้นใยโปรตีน
- 3) เส้นใยอนินทรีย์
- 4) เส้นใยกึ่งสังเคราะห์
- 5) เส้นใยสังเคราะห์

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์เส้นใย ผู้ศึกษาได้นำภาพของเส้นใยต่าง ๆ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้วิเคราะห์ไว้มาเปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบกันเป็นคู่ ๆ ตามลำดับ ทั้งภาพตามยาว และภาพตัดตามขวางของเส้นใย

ภาพแถวบนเป็นผลการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ

ภาพแถวล่างเป็นผลการวิเคราะห์ของผู้ศึกษา

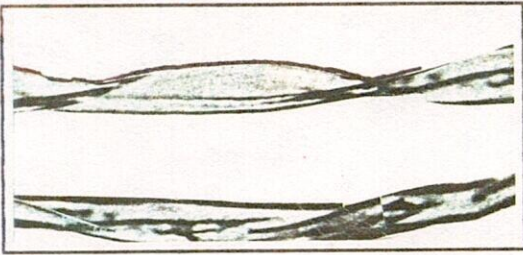
แต่อย่างไรก็ตาม มีเส้นใยบางชนิดที่ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ในครั้งนี้ ยังไม่ปรากฏผลการศึกษาวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญคนอื่น ๆ เลย ผู้ศึกษาวิเคราะห์จึงนำเสนอผลของผู้ศึกษาวิเคราะห์เองเท่านั้น

รายละเอียดของการเปรียบเทียบมีดังต่อไปนี้

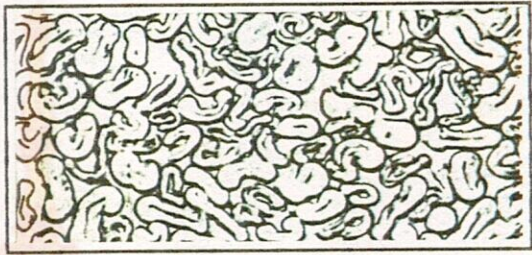
4.1 โยเซลลูโลสจากเมล็ด

4.1.1 โยฝ้าย (Cotton)

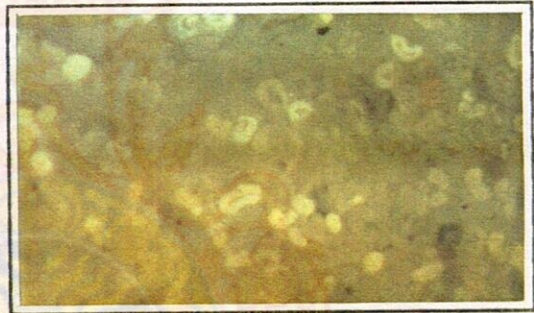
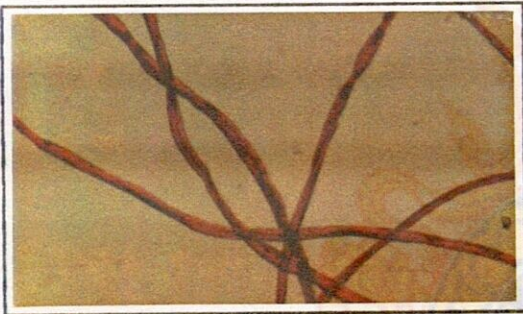
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก ISABEL B. AND WINGATE, AB. 1955 : 220)



ภาพ 4-1 ภาพตามยาวและภาพตามขวางของโยฝ้าย

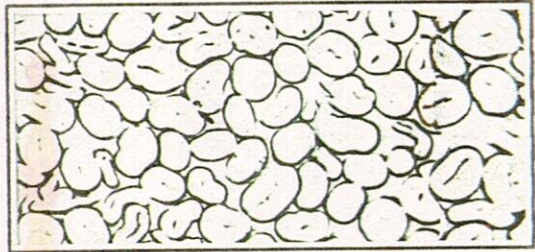
จากการวิเคราะห์เส้นโยฝ้ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-1 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวของเส้นโยจะคล้ายริบบิ้นที่บิดพริ้ว มีขนาดไม่เท่ากัน ตลอดเส้น ส่วนภาพตามขวางจะมีรูปร่างกลมรีคล้ายเมล็ดถั่ว มีโพรงอากาศอยู่ตรงกลาง

4.1.2 ฝ้ายชุบมัน (Mercerized cotton)

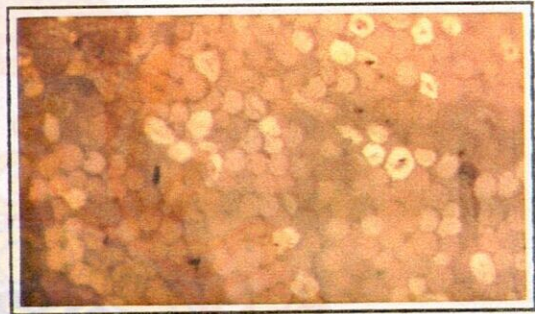
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก ISABEL B. AND WINGATE, AB. 1955 : 220)

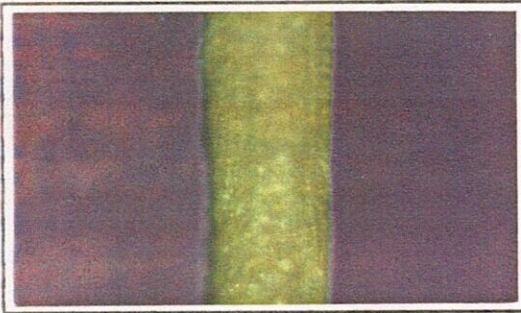


ภาพ 4-2 ภาพตามยาวและภาพตามขวางฝ้ายชุบมัน

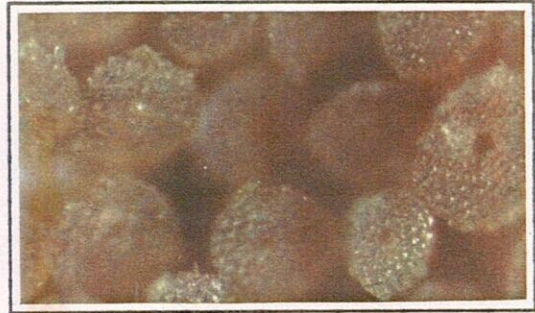
จากการวิเคราะห์เส้นใยฝ้ายชุบมันด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-2 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวของเส้นใยมีความมัน และโปร่งใส ผิวภายนอกและขนาดไม่เท่ากันตลอดทั้งเส้น ส่วนภาพตามขวางจะค่อนข้างกลมหรือเป็นวงรี บางเส้นโพรงอากาศจะหายไปหรือเล็กลง เพราะผ่านการตกแต่งแล้ว

4.1.3 โยมะพร้าว (Coir)

ภาพตามยาว



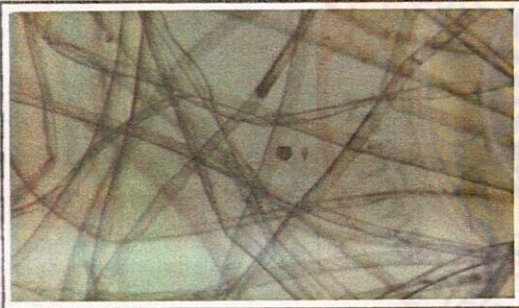
ภาพตามขวาง



ภาพ 4-3 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยมะพร้าว

จากการวิเคราะห์เส้นโยมะพร้าวด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-3 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวมีผิวขรุขระตลอดเส้น ไม่มีความมัน ส่วนภาพตามขวางค่อนข้างกลม แต่ละเส้นมีขนาดเล็กใหญ่ไม่เท่ากัน และมีโพรงอากาศขนาดไม่เท่ากันตลอดเส้น

4.1.4 โยหนุ่น (Kapok)

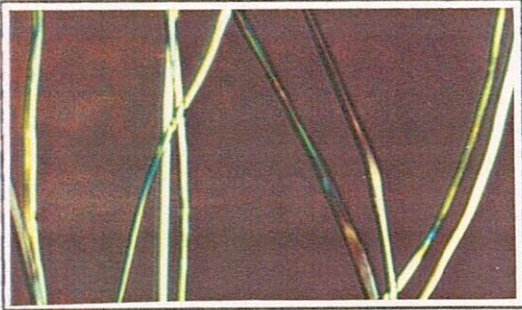


ภาพ 4-4 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยหนุ่น

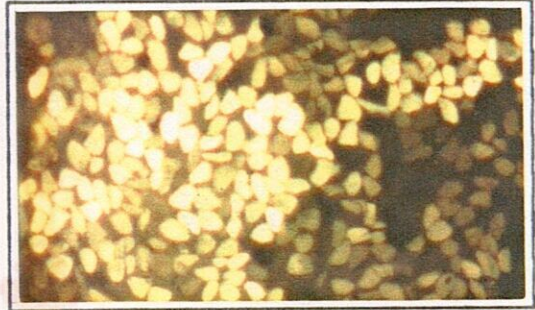
จากการวิเคราะห์เส้นโยหนุ่นด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-4 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวผิวของเส้นโยเรียบและโปร่งใส มีความมัน ส่วนภาพตามขวางมีความมันสะท้อนแสง ลักษณะเป็นวงรีค่อนข้างกลม

4.1.5 โยดอกรัก (Milkweed)

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพ 4-5 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยดอกรัก

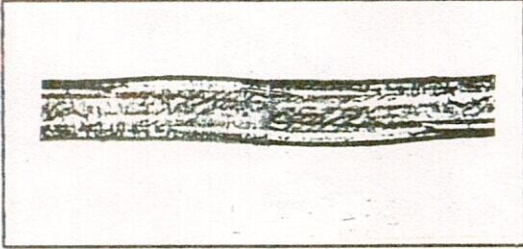
จากการวิเคราะห์เส้นใยดอกรักด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-5 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวผิวของเส้นใยจะมีขนาดไม่เท่ากันตลอดทั้งเส้น ส่วนภาพตามขวาง มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมหลายรูปแบบ



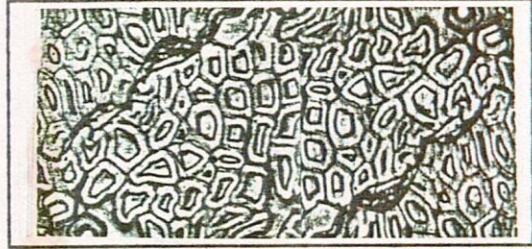
4.2 โยเซลลูโลสจากใบ

4.2.1 โยปานศรนารายณ์ (Sisal)

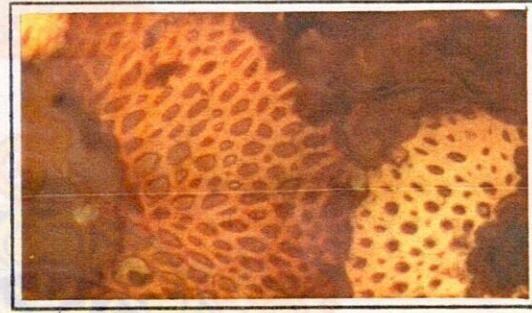
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก GOSWAMI, B.C., MARTINDALE. J.G SEARDINO AND F.L 1977 : 45)

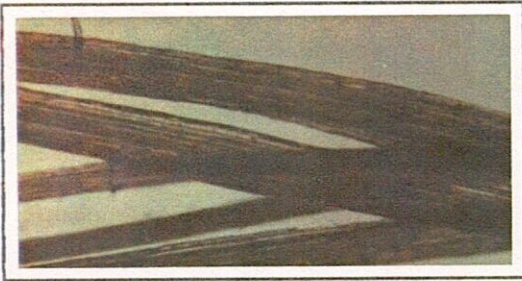


ภาพ 4-6 ภาพตามยาวและภาพตามขวางปานศรนารายณ์

จากการวิเคราะห์เส้นใยปานศรนารายณ์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-6 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวไม่เรียบสม่ำเสมอตลอดทั้งเส้น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีโพรงอากาศอยู่ตรงกลาง ผนังเซลล์ค่อนข้างหนา

4.2.2 ไยล์บะรด (Pineapple)

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพ 4-7 ภาพตามยาวและภาพตามขวางไยล์บะรด

จากการวิเคราะห์เส้นใยบะรดด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-7 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวเส้นใยเรียบมัน เส้นใยแต่ละเส้นจะมีเส้นใยขนาดเล็ก รวมกันตั้งแต่ 4-10 เส้น อยู่ในเส้นเดียวกัน ซึ่งยึดไว้ด้วยเป็กติน ส่วนภาพตามขวางเป็นรูปวงกลมเหมือนเคียว มีโพรงอากาศอยู่ตรงกลางขนาดเล็กมาก

4.2.3 ไยกล้วย (Banana)



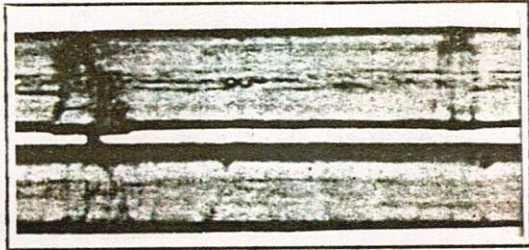
ภาพ 4-8 ภาพตามยาวและภาพตามขวางไยกล้วย

จากการวิเคราะห์เส้นใยกล้วยด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-8 จะเห็นได้ว่าคล้ายไยบะรด แต่รูปร่างเส้นใยจะไม่ค่อยเรียบมัน ส่วนภาพตามขวางเป็นรูปวงรี และหลายเหลี่ยม และมีโพรงอากาศอยู่ตรงกลาง

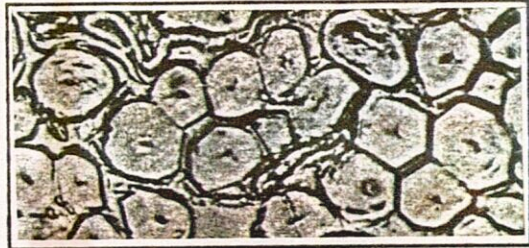
4.3 โยเซลลูโลสจากลำต้น

4.3.1 โยลินิน (Flax)

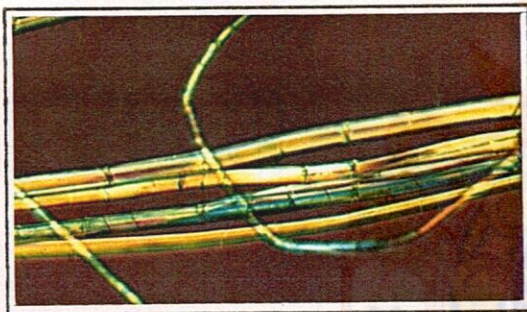
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก ISABEL B. AND WINGATE, AB. 1955 : 250)

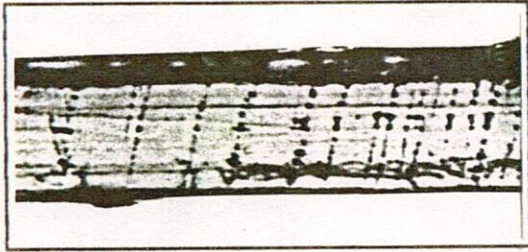


ภาพ 4-9 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยลินิน

จากการวิเคราะห์เส้นโยลินินด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-9 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวจะมีรอยต่อเป็นข้อ ๆ คล้ายไม้ไผ่ มีความมัน ส่วนภาพตามขวางเป็นรูป วงรี หลายเหลี่ยม เกือบกลม มีโพรงอากาศอยู่ตรงกลาง

4.3.2 ไยป่าน (Hemp)

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก ISABEL B. AND WINGATE, AB. 1955 : 267)

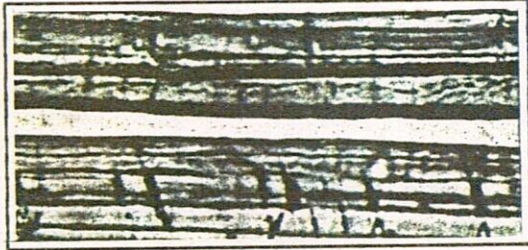


ภาพ 4-10 ภาพตามยาวและภาพตามขวางไยป่าน

จากการวิเคราะห์เส้นใยป่านด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-10 จะเห็นได้ว่ารูปร่างผิวภายนอกไม่เรียบ ขนาดของเส้นใยใหญ่เล็กไม่เท่ากัน ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยมมุมมน โพร่งอากาศใหญ่แบนไปตามรูปร่าง

4.3.3 ไยปอ (Jute)

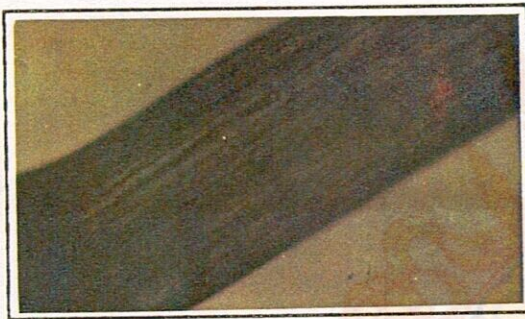
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก ISABEL B. AND WINGATE, AB. 1955 : 267)

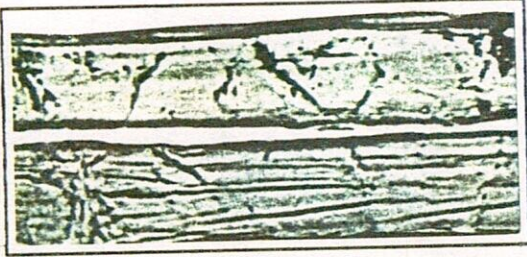


ภาพ 4-11 ภาพตามยาวและภาพตามขวางไยปอ

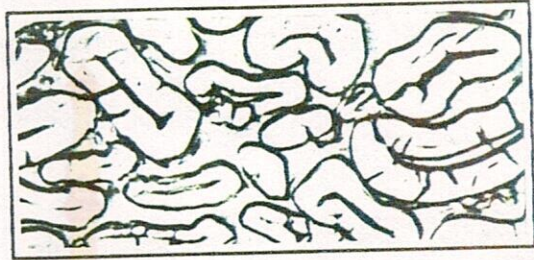
จากการวิเคราะห์เส้นใยปอด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-11 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวจะคล้าย ๆ กับลินิน ต่อกันเป็นข้อ ๆ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปเหลี่ยมหลายรูปแบบ มีโพรงอากาศใหญ่เห็นชัดเจน

4.3.4 ไยรามี่ (Ramie)

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก ISABEL B. AND WINGATE, AB. 1955 : 265)



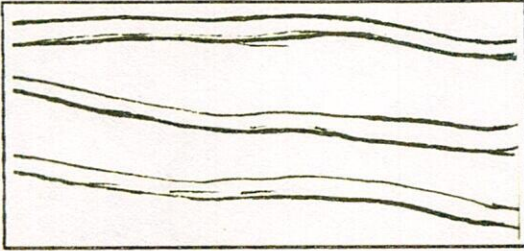
ภาพ 4-12 ภาพตามยาวและภาพตามขวางไยรามี่

จากการวิเคราะห์เส้นไยรามี่ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-12 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวคล้ายกับไยลินิน เส้นใยจะต่อกันเป็นข้อ ๆ ส่วนภาพตามขวางจะเป็นรูปวงรียาว ๆ โค้งมน คล้ายฝ้าย ผนังเซลล์หนา มีโพรงอากาศเป็นรูปยาวรี ตามลักษณะของเส้นใยแต่ละเส้น

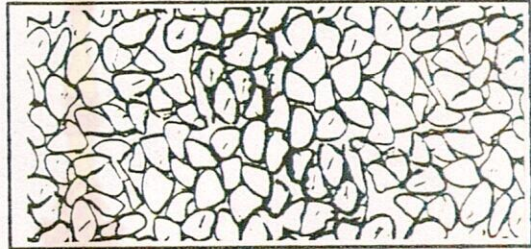
4.4 โยโปรตีน (Protein)

4.4.1 โยไหม (Silk)

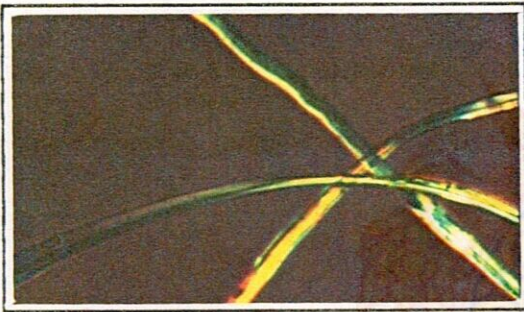
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก นवलแช ปาลิวิษ, 2536 : 138)

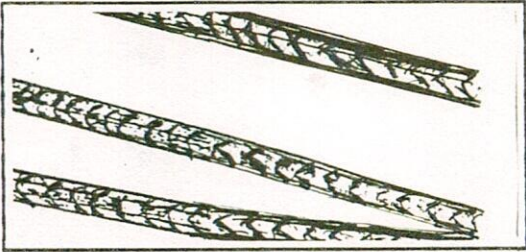


ภาพ 4-13 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยไหม

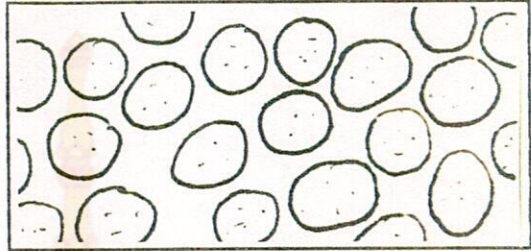
จากการวิเคราะห์เส้นโยไหมด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-13 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวมันเรียบ มีรอยเส้นตามขวาง ส่วนภาพตามขวาง หลากหลายรูปแบบ เช่น สามเหลี่ยม มุมมน และหลายลักษณะ

4.4.2 ขนสัตว์ (Wool)

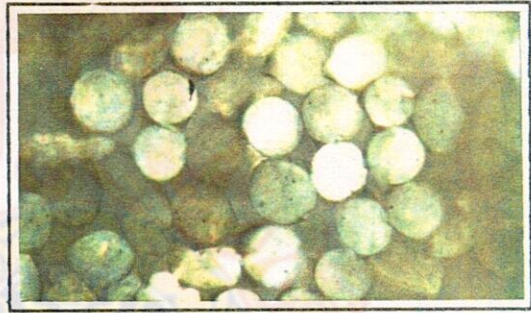
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก นวลแข ปาลีวินซ์, 2536 : 137)

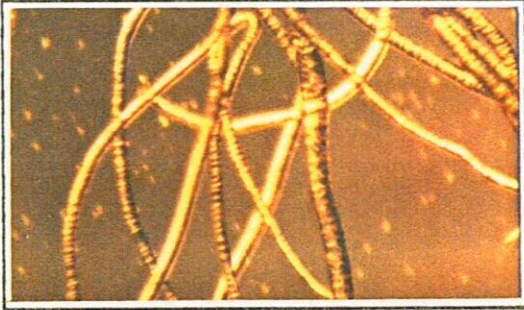


ภาพ 4-14 ภาพตามยาวและภาพตามขวางขนสัตว์ (ขนแกะ)

จากการวิเคราะห์เส้นใยขนสัตว์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-14 จะเห็นได้ว่ามีรูปร่างตามยาวซ้อนกันเหมือนเกล็ดปลา ส่วนภาพตามขวางจะมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม ขนาดไม่เท่ากัน

4.4.3 ไวกูนา (Vicuna)

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพ 4-15 ภาพตามยาวและภาพตามขวางขนไวกูนา

จากการวิเคราะห์เส้นใยไวกูนา ชนิดพิเศษ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาว และภาพตามขวางดังรูปที่ 4-15 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวซ้อนกันคล้าย ๆ ชนิดอื่น ส่วนภาพตามขวางกลม หรือเกือบกลม



4.4.4 ชนกระต่าย (Rabbit)

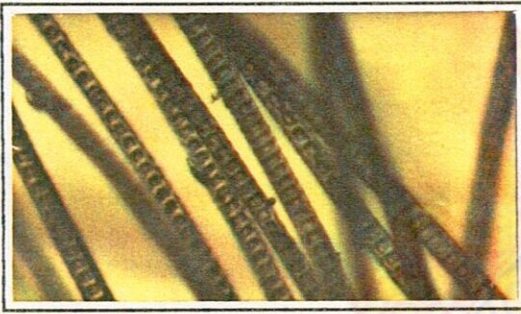
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก ISABEL B. AND WINGATE, AB. 1955 : 330)

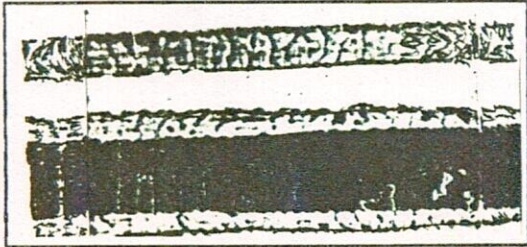


ภาพ 4-16 ภาพตามยาวและภาพตามขวางชนกระต่าย

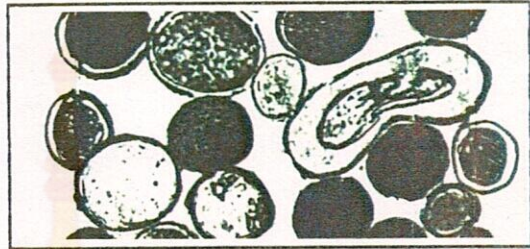
จากการวิเคราะห์ชนกระต่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-16 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวมีรอยต่อเป็นข้อ ๆ เหมือนกระดูกสันหลัง ส่วนภาพตามขวางมีหลายลักษณะ เหมือนรูปกระดูกสันซ์ รูปวงกลม วงรี และรูปสี่เหลี่ยม มีโพรงอากาศทุกเส้น

4.4.5 ชนแพะแคสเมีย (Goat)

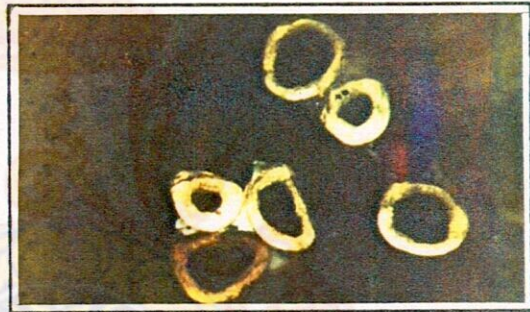
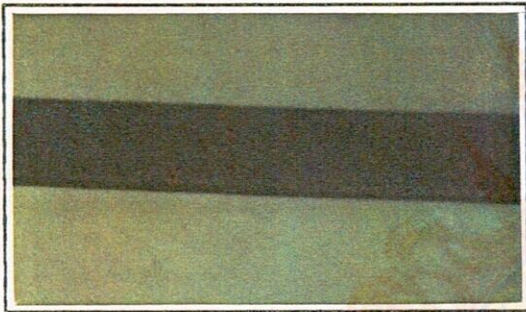
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก ISABEL B. AND WINGATE, AB. 1955 : 327)

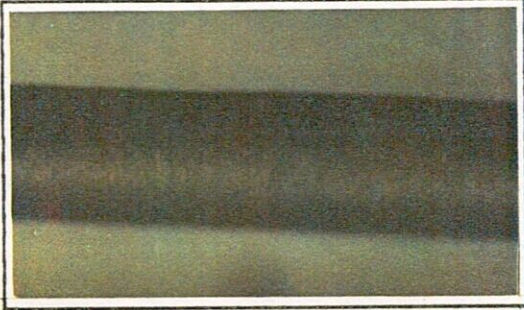


ภาพ 4-17 ภาพตามยาวและภาพตามขวางชนแพะ (แคสเมีย)

จากการวิเคราะห์เส้นใยจากชนแพะ (แคสเมีย) และชนลัตวีพิเศษ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-17 จะเห็นได้ว่าคล้ายชนแกะ ส่วนภาพตามขวาง หลากรูปแบบ กลม เกือบกลม รูปวงรี และมีโพรงอากาศโตมาก ตามรูปแบบของแต่ละเส้น

4.4.6 ชนวัว (Cow)

ภาพตามยาว



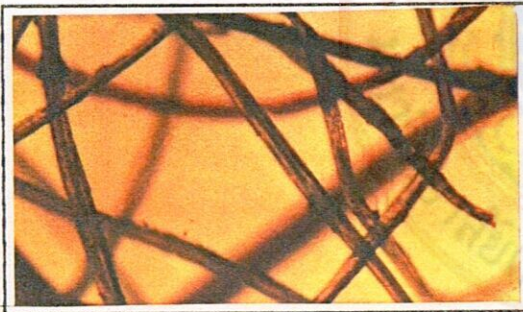
ภาพตามขวาง



ภาพ 4-18 ภาพตามยาวและภาพตามขวางชนวัว

จากการวิเคราะห์ชนวัว ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-18 จะเห็นได้ว่ารูปร่างตามยาวจะคล้าย ๆ ชนแพะ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมและค่อนข้างกลม

4.4.7 ฝ้ายหางม้า



ภาพ 4-19 ภาพตามยาวและภาพตามขวางฝ้ายหางม้า

จากการวิเคราะห์ฝ้ายหางม้าด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-19 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวมีขนาดไม่สม่ำเสมอ สวมกันตลอดเส้น ผิวภายนอกไม่เรียบ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลม บางเส้นเป็นมีโพรงอากาศโตมาก เป็นชนสัตว์พิเศษ

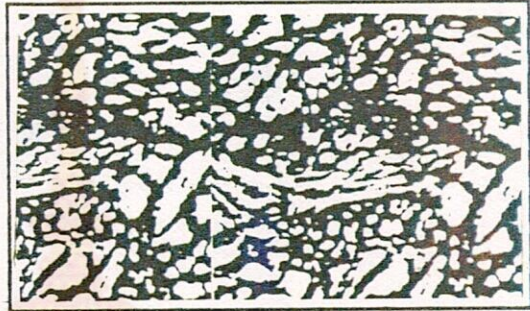
4.5 โยอินทรี

4.5.1 โยหิน

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก RIGG, CHARLES L. AND SHERRILL JOSEPH, 1982 : 134)

4.5.2 ไล้ตะเกียงเจ้าพายุ



ภาพ 4-20 ภาพตามยาวและภาพตามขวางของไล้ตะเกียงเจ้าพายุ

จากการวิเคราะห์เส้นใยจากไล้ตะเกียงเจ้าพายุ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาว และภาพตามขวางดังรูปที่ 4-20 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเป็นแท่งตรง ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะ คล้ายใยเรยอน มีรูปร่างหลายลักษณะเหมือนใยหิน และมีคุณสมบัติไม่ไหม้ไฟเหมือนใยหินเช่นกัน

การวิเคราะห์เส้นใยจากไล้ตะเกียงเจ้าพายุทำได้ 3 วิธี และเมื่อวิเคราะห์เส้นใยจาก ไล้ตะเกียงเจ้าพายุแล้วทั้ง 3 วิธี ผลที่ได้ปรากฏว่าเป็นใยหิน โดยสังเกตจากการเผาไหม้ จะให้ แสงสว่างและทนความร้อนสูง ไม่ไหม้ไฟ ใช้ได้หลาย ๆ ครั้ง และเมื่อนำชิ้นเล็กๆ จากไล้ตะเกียงมา ล้มผัสแล้วจะเห็นว่าชิ้นเล็กๆ มีความมันลื่นเหมือนเกล็ดสบู่ ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของใยหิน

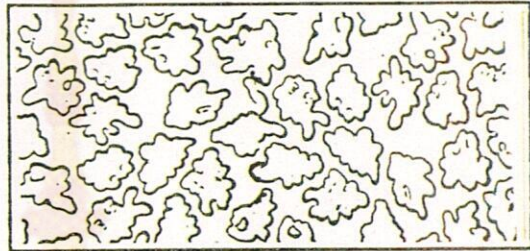
4.6 โยกึ่งสังเคราะห์ (Regenerated)

4.6.1 โยวิสคอสเรยอน (Viscose Rayon)

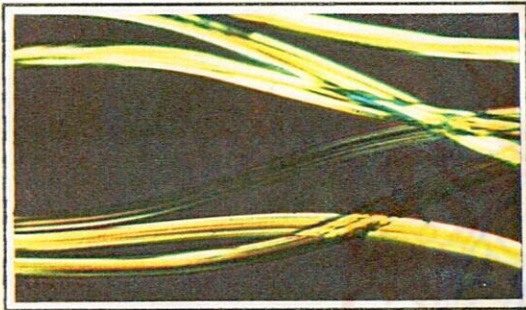
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก VULKER, JUDY AND COOPER. HELEN, 1987 : 109)



ภาพ 4-21 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยวิสคอสเรยอน

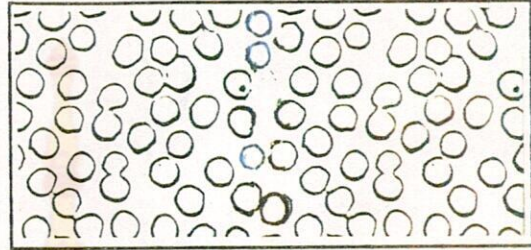
จากการวิเคราะห์เส้นโยวิสคอสเรยอน ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-21 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเส้นโยมีความมัน แต่จะมีขนาดไม่เท่ากันตลอดเส้นจะมีเส้นดำสีเข้มกลางเส้นโยขนานกันไปเป็นช่วง ๆ ส่วนภาพตามขวางจะคล้ายกลีบดอกไม้ มีรอยหยักลึกบ้างตื้นบ้าง โดยรอบ

4.6.2 โยคิควปราโมเนียมเรยอน (Cupramonium Rayon)

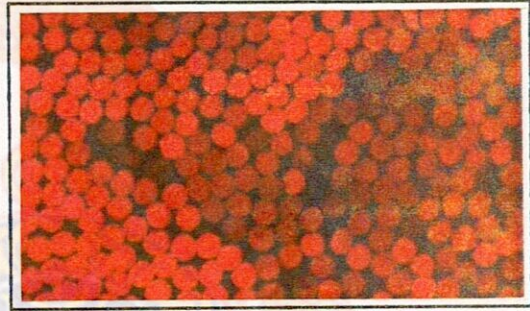
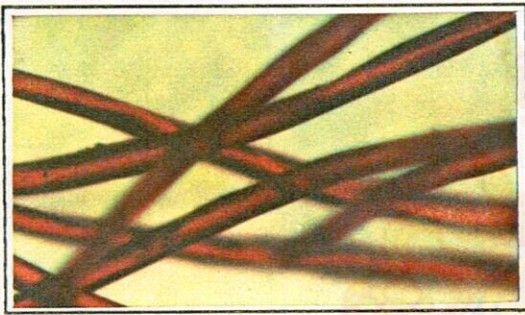
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก JOSEPH MARJOKY L., 1984 : 76)

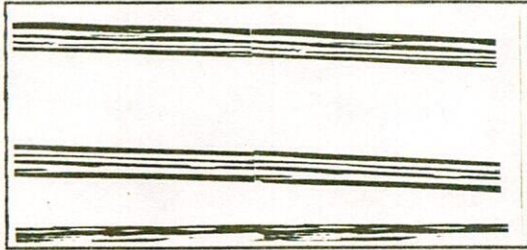


ภาพ 4-22 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยคิควปราโมเนียมเรยอน

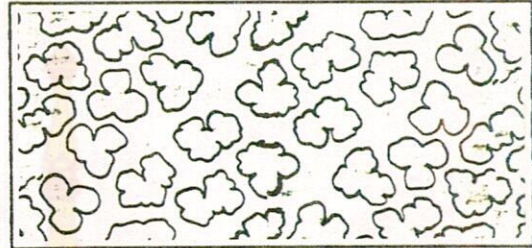
จากการวิเคราะห์เส้นโยคิควปราโมเนียมเรยอนด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-22 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเป็นแท่งกลมเหมือนหลอดแก้ว ผิวเรียบ เป็นมันลื่น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

4.6.3 โยอาซีเตด (Acetate)

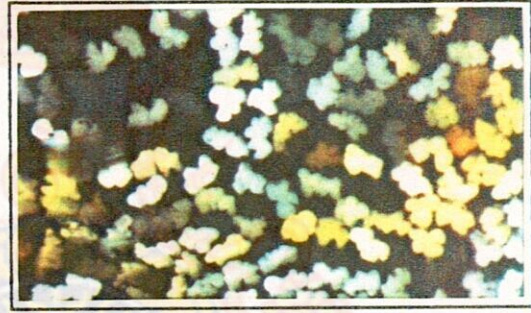
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก VULKER, JUDY AND COOPER. HELEN, 1987 : 115)

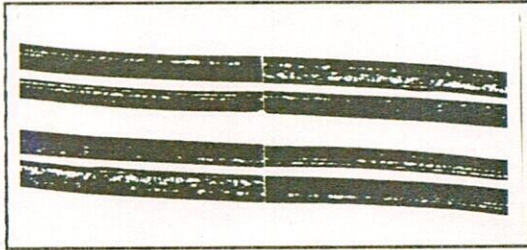


ภาพ 4-23 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยอาซีเตด

จากการวิเคราะห์เส้นโยอาซีเตดด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-23 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเป็นเส้นยาวขนานกันไปภายในเส้น 2-3 เส้นเป็นช่วง ๆ ส่วนภาพตามขวางจะมีลักษณะหยิกมนคล้ายกลีบดอกไม้

4.6.4 ไยไตรอะซีเตต (Triacetate)

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก VULKER, JUDY AND COOPER. HELEN, 1987 : 115)



ภาพ 4-24 ภาพตามยาวและภาพตามขวางใยไตรอะซีเตต

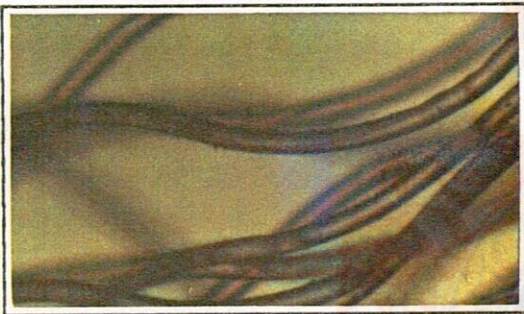
จากการวิเคราะห์เส้นใยไตรอะซีเตต ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-24 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวคล้ายกับอะซีเตต แต่มีความเข้มมากกว่า ส่วนภาพตามขวางก็มีลักษณะเหมือนกับอะซีเตต แต่มีสีเข้มหรือจุดดำ ๆ อยู่ภายใน

4.6.5 โยเอฟวิลเรยอน (Avril Rayon)

ภาพตามขวาง



(ภาพจาก ชจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ, 253 : 21)



ภาพ 4-25 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยเอฟวิลเรยอน

จากการวิเคราะห์เส้นโยเอฟวิลเรยอน ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-25 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวมีลักษณะ เป็นเส้นผิวนอกตรงแต่ไม่สม่ำเสมอ ส่วนภาพตามยาวคล้ายฝ้าย แต่มีรอยหยักตามส่วนเว้า

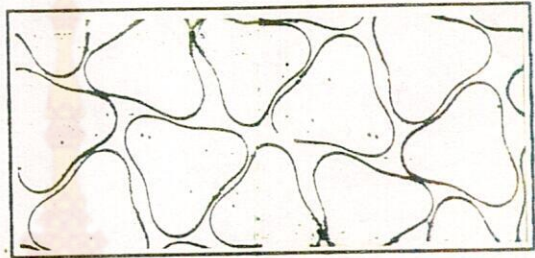
4.7 โยสังเคราะห์ (Synthetic)

4.7.1 โยไนลอนแอนทรอน (15 เดเนียร์)

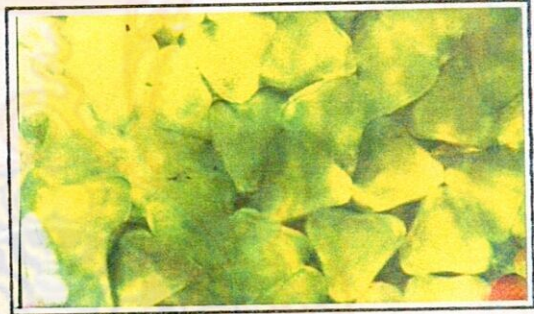
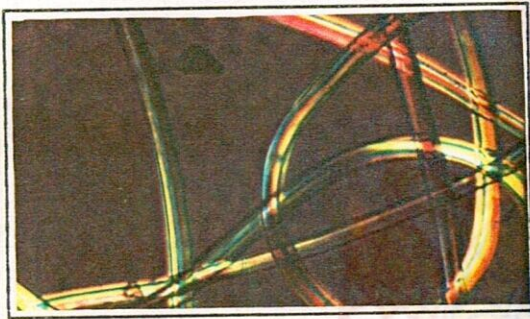
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก RIGG, CHARLES L. AND SHERRILL JOSEPHC, 1982 : 139)



ภาพ 4-26 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยไนลอนแอนทรอน 15 เดเนียร์

จากการวิเคราะห์เส้นโยไนลอนแอนทรอน 15 เดเนียร์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-26 จะเห็นได้ว่าเป็นแท่งยาว มีรอยเส้นแตกและมีจุดดำ ๓ ภายในเส้น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน มีรอยเว้าตรงกลาง

4.7.2 ไยไนลอนแอนทรอน (18 เดเนียร์)

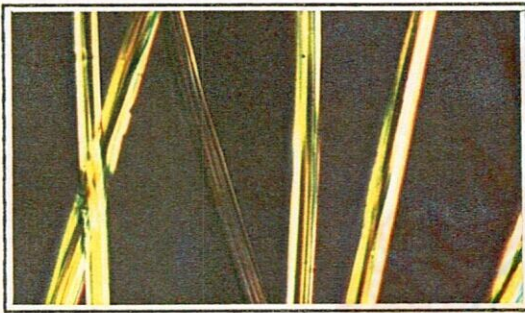
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก RIGG, CHARLES L. AND SHERRILL JOSEPHC, 1982 : 140)

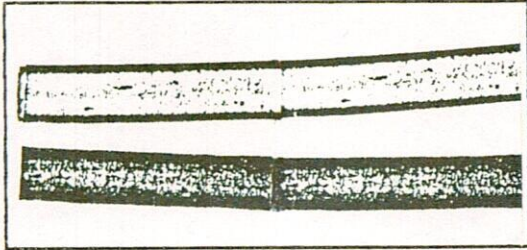


ภาพ 4-27 ภาพตามยาวและภาพตามขวางใยไนลอนแอนทรอน 18 เดเนียร์

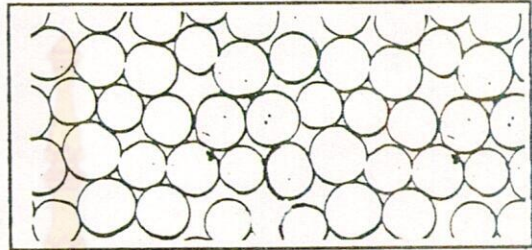
จากการวิเคราะห์เส้นใยไนลอนแอนทรอน 18 เดเนียร์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-27 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะเป็นแท่ง มีรอยแตกคล้ายกับไนลอนแอนทรอน 15 เดเนียร์ ส่วนภาพตามขวาง มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน มีรอยเว้าตรงกลางลึกกว่าไนลอนแอนทรอน 15 เดเนียร์

4.7.3 โยไนลอน 66 (Nylon 66)

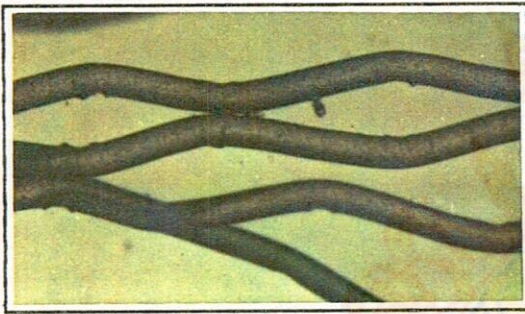
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก RIGG, CHARLES L. AND SHERRILL JOSEPHC, 1982 : 139)

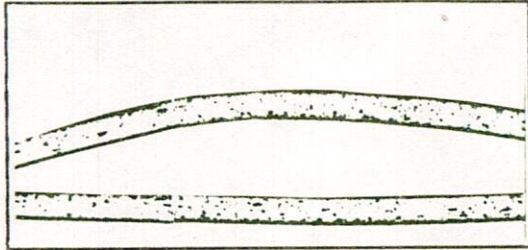


ภาพ 4-28 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยไนลอน 66

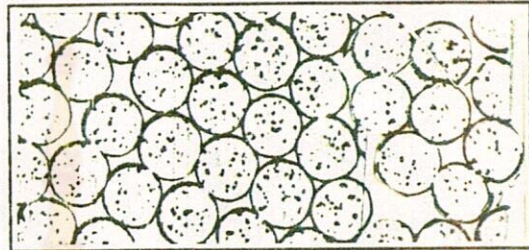
จากการวิเคราะห์เส้นโยไนลอน 66 ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-28 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะเป็นแท่ง ตรงผิวภายนอกเรียบ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

4.7.4 โยโพลิเอสเตอร์ (Polyester)

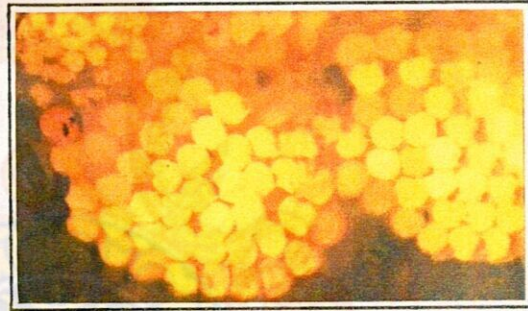
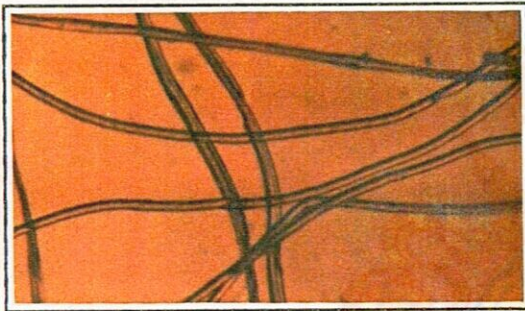
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก นวลแข ปาลิมิซ, 2536 : 320)

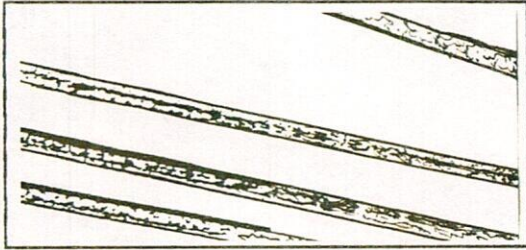


ภาพ 4-29 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยโพลิเอสเตอร์

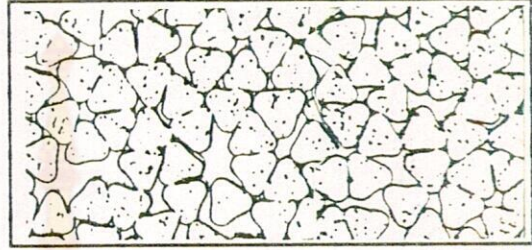
จากการวิเคราะห์เส้นโยโพลิเอสเตอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-29 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะเป็นแท่งกลมเหมือนหลอดแก้ว ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

4.7.5 โยโพลิเอสเตอร์เตครอน (Polyester-Dacron)

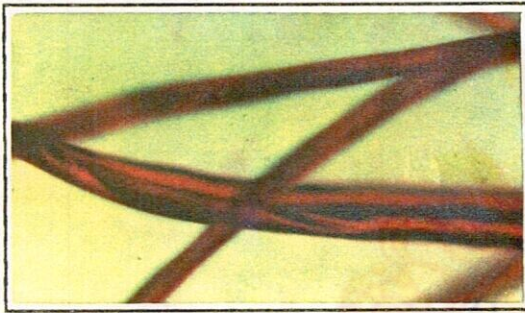
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก นวลแข ปาลีวิช, 2536 : 321)

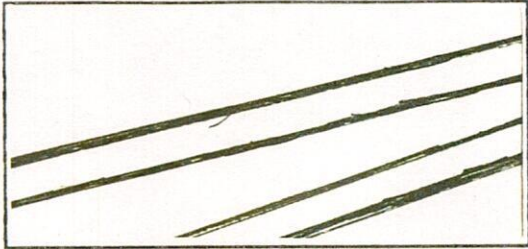


ภาพ 4-30 ภาพตามยาวและภาพตามขวาง โยโพลิเอสเตอร์เตครอน

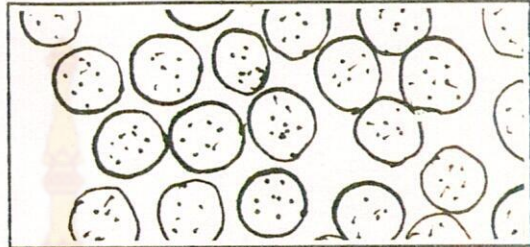
จากการวิเคราะห์เส้นใยโพลิเอสเตอร์เตครอนด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-30 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะเป็นแท่งยาวมีรอยแตก และมีจุดตลอด ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน

4.7.6 โยโพลิพรอบพิวลิ้น (Polypropulen)

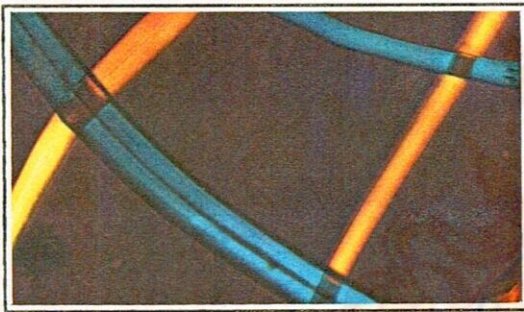
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก นवलแซ ปาลิมิซ, 2536 : 323)

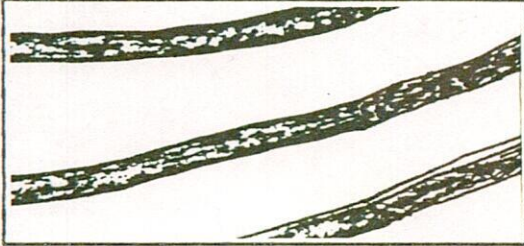


ภาพ 4-31 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยโพลิพรอบพิวลิ้น

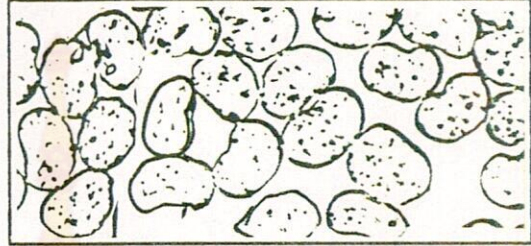
จากการวิเคราะห์เส้นโยโพลิพรอบพิวลิ้น ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-31 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเหมือนหลอดแก้ว ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

4.7.7 ไยอะคริลิก (Acrylic)

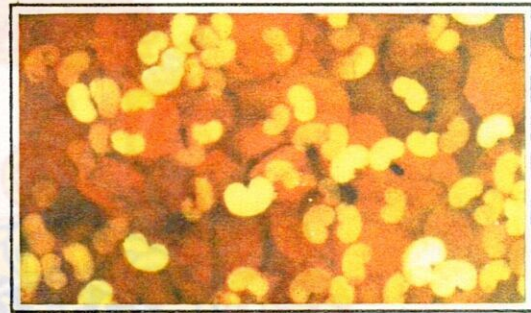
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก SMITH BETTY F. AND BLOCK IRA, 1987 : 135)

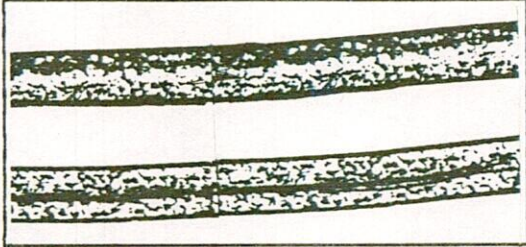


ภาพ 4-32 ภาพตามยาวและภาพตามขวางไยอะคริลิก

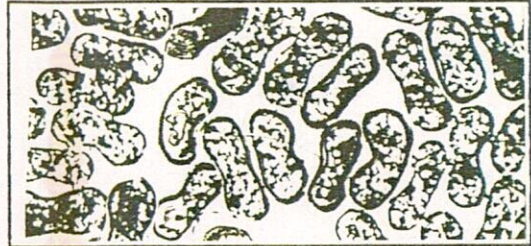
จากการวิเคราะห์เส้นใยอะคริลิกด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-32 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเป็นเส้นตรง และมีรอยแตกเป็นช่วง ๆ ส่วนภาพตามขวาง มีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่วลิสง

4.7.8 โยมอดอะคริลิก (Modacrylic)

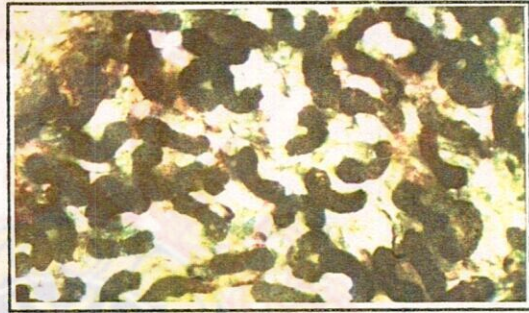
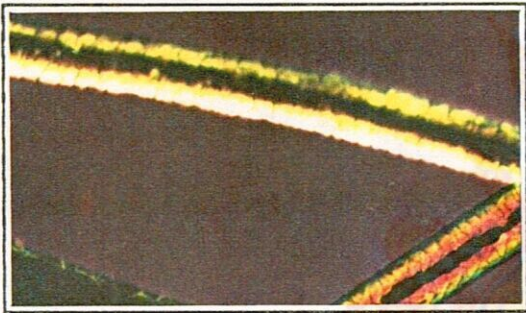
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก SMITH BETTY F. AND BLOCK IRA, 1987 : 140)

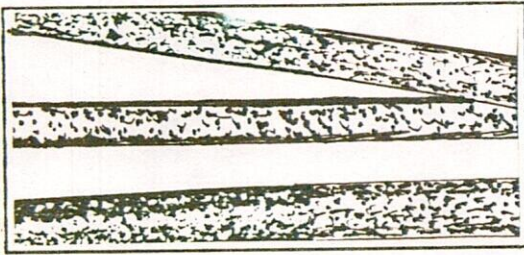


ภาพ 4-33 ภาพตามยาวและภาพตามขวาง โยมอดอะคริลิก

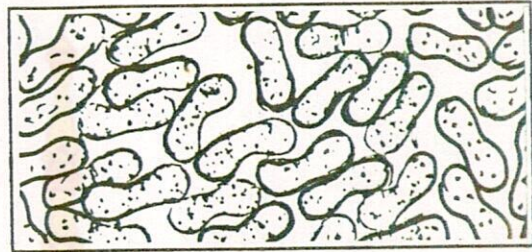
จากการวิเคราะห์เส้นใยโยมอดอะคริลิก ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-33 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวมีรอยแตก ผิวนอกคล้ายขนสัตว์ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่วลิสง

4.7.9 โยอะคริลิก-ออร์ลอน

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



ภาพ 4-34 ภาพตามยาวและภาพตามขวาง โยอะคริลิก-ออร์ลอน

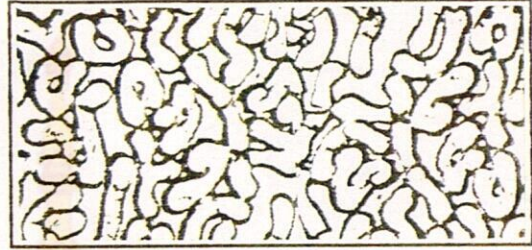
จากการวิเคราะห์เส้นใยโอะคริลิก-ออร์ลอน ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-34 จะเห็นว่าภาพตามยาวมีลักษณะเป็นแท่งกลม ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะคล้ายกระดูกสุนัข

4.7.10 โยอะคริลิก-ไดเนล

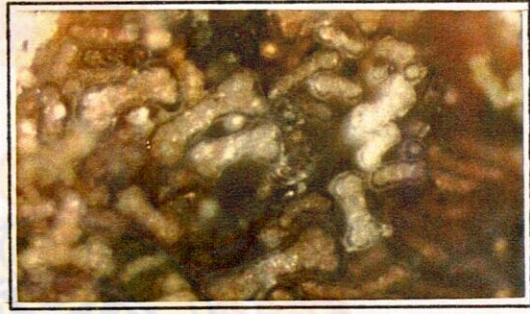
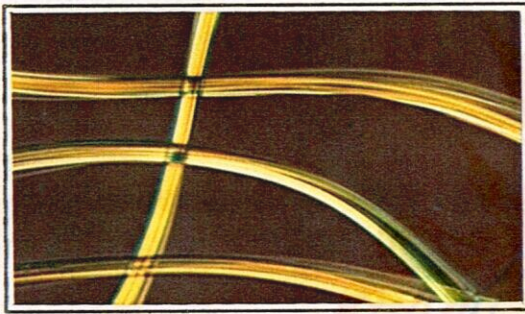
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก นวลแช ปาลิวิษ, 2536 : 321)



ภาพ 4-35 ภาพตามยาวและภาพตามขวาง โยอะคริลิก-ไดเนล

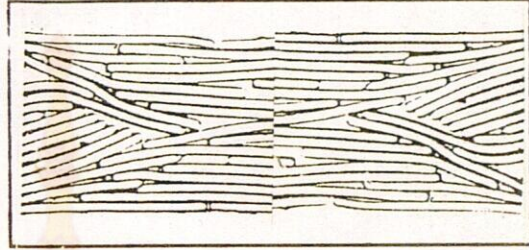
จากการวิเคราะห์เส้นโยอะคริลิก-ไดเนล ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวางดังรูปที่ 4-35 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเป็นรอยแตกตามยาว ผิวนอกไม่เรียบ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะหลายรูปแบบไม่เหมือนกัน

4.7.11 โยโลหะ (Metallic)

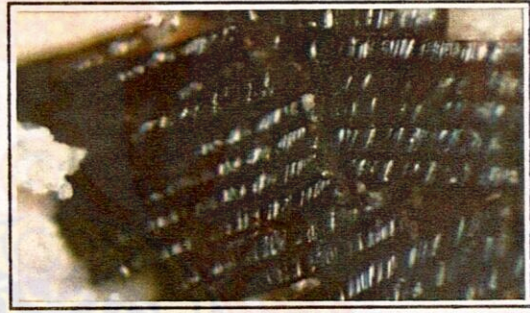
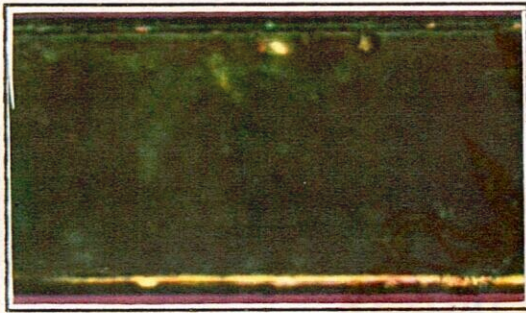
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก RIGG, CHARLES L. AND SHERRILL JOSEPHC, 1982 : 141)

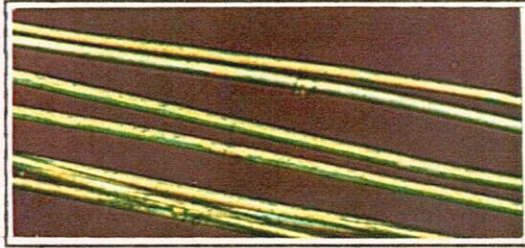


ภาพ 4-36 ภาพตามยาวและภาพตามขวาง โยโลหะ

จากการวิเคราะห์เส้นใยโลหะด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-36 จะเห็นได้ว่าเป็นเส้นทึบ ผิวนอกไม่เรียบ ไม่สม่ำเสมอ ส่วนภาพตามขวาง เป็นรูปสี่เหลี่ยมยาว สะท้อนแสง

4.7.12 โยโพลิไวนิล (Polyvinyl)

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



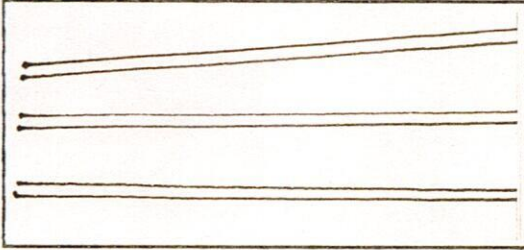
ภาพ 4-37 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยโพลิไวนิล

จากการวิเคราะห์เส้นโยโพลิไวนิลด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-37 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเป็นแท่งตรง สม่่าเสมอกันตลอดเส้น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

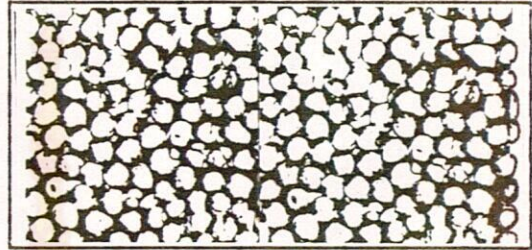


4.7.13 โยแก้ว (Fiber glass)

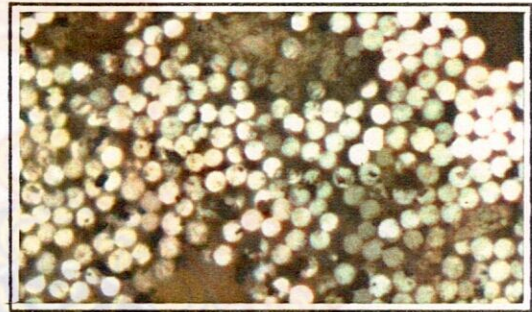
ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง



(ภาพจาก VULKER, JUDY AND COOPER. HELEN, 1987 : 115)

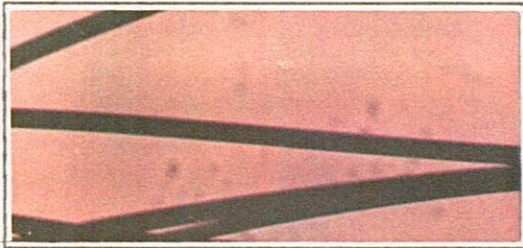


ภาพ 4-38 ภาพตามยาวและภาพตามขวางโยแก้ว

จากการวิเคราะห์เส้นใยแก้วด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-38 จะเห็นว่าภาพมีลักษณะเป็นแท่งยาวตรง ใสตลอดเส้น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

4.7.14 ไยคาร์บอน (Carbon)

ภาพตามยาว



ภาพตามขวาง

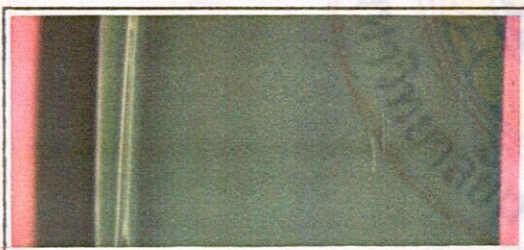


ภาพ 4-39 ภาพตามยาวและภาพตามขวางไยคาร์บอน

จากการวิเคราะห์เส้นใยคาร์บอนด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-39 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเป็นแท่งตรงสีดำ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมสีดำเช่นกัน

4.7.15 ไยยาง (Rubber)

ภาพตามยาว



ภาพตัดตามขวาง



ภาพ 4-40 ภาพตามยาวและภาพตามขวางไยยาง

จากการวิเคราะห์เส้นใยยาง ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง ดังรูปที่ 4-40 จะเห็นได้ว่าภาพตามยาวเป็นแผ่นทึบแสง ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นแผ่นทึบแสง มีรอยหยักไม่เท่ากันโดยรอบ

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างและธรรมชาติของเส้นใย จากภาพตามยาวและภาพตามขวางจากของจริง
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเส้นใยแต่ละชนิดแต่ละกลุ่ม
3. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะเส้นใยที่ได้จากการศึกษากับเส้นใยที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ
4. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักศึกษา และผู้ที่สนใจการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับเส้นใยด้วยตนเอง

5.2 ขอบเขตของการวิเคราะห์เส้นใย

การวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ในครั้งนี้ ผู้ศึกษาคิดค้นมุ่งหวังเพื่อศึกษาถึงโครงสร้างที่แท้จริงว่ามีรูลักษณะอย่างไร โดยไม่มุ่งหวังตั้งตรรกะการหักเหของแสง

ในการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้วิเคราะห์เส้นใยโดยตรง จำนวน 24 ชนิด และวิเคราะห์ผืนผ้า จำนวน 16 ชนิด ซึ่งได้แยกไว้ดังนี้

5.2.1 วิเคราะห์จากใยโดยตรง

1. ฝ้าย (Cotton)
2. มะพร้าว (Coir)
3. นุ่น (Kapok)
4. ดอกรัก (Milk weed)
5. ป่านศรนารายณ์ (Sisal)
6. สับปะรด (Pineapple)
7. กัลว้าย (Abaca)
8. ลินิน (Flax)
9. ป่าน (Hemp)

10. ปอ (Jute)
11. รามี (Ramie)
12. ขนสัตว์ (Wool)
13. ขนกระต่าย (Rabbit)
14. แพะแคชเมียร์ (Chasmere)
15. ขนวัว (Cow)
16. เอฟริล เรยอน (Avril rayon)
17. โพลีพรอบพิวลิ่น (Polypropulen)
18. อะคริลิก (Acrylic)
19. มอดอะคริลิก (Modacrylic)
20. อะคริลิก-ออร์ลอน (Acrylic - Orlon)
21. อะคริลิก-ไดเนล (Acrylic - Dynel)
22. ไยแก้ว (Fiber-glass)
23. ไยคาร์บอน (Carbon)
24. ไยยาง (Rubber)

3.2 วิเคราะห์เส้นใยจากผืนผ้า

1. ผ้ายชุบมัน (Mercerized cotton)
2. ไหม (Silk)
3. ไวคูนา (Vicuna)
4. ผ้าหางม้า
5. ไส้ตะเกียงเจ้าพายุ
6. วิสคอสเรยอน (Viscose rayon)
7. คิวปราโมเนียมเรยอน (Cupramonium rayon)
8. อาซีเตต (Acetate)

9. ไตรอะซีเตต (Triacetate)
10. ไนลอนแอนทรอน 15 เดเนียร์ (Nylon Antron)
11. ไนลอนแอนทรอน 18 เดเนียร์ (Nylon Antron)
12. ไนลอน 66 (Nylon 66)
13. โพลีเอสเตอร์ (Polyester)
14. โพลีเอสเตอร์เตครอน (Polyester-dacron)
15. โลหะ (Metallic)
16. โพลีไวนิล (Polyvinyl)

5.3 วิธีการวิเคราะห์เส้นใย

5.3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์นั้นเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นก่อนการวิเคราะห์จะต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. เส้นใย หรือ ผ้าที่จะทำการวิเคราะห์
2. แผ่น Slides (แผ่นกระจกใส) ขนาด 2.5 x 7.5 ซม.
3. แผ่น Cover glass (แผ่นแก้วบางใส) ขนาด 2.2 x 2.2 ซม.
4. แผ่นสแตนเลสผิวเรียบ ขนาดเท่าแผ่น Slides เจาะรู 0.5 มม. เพื่อสอดเส้นด้ายที่จะวิเคราะห์
5. ไขมีดโกนที่ใหม่และคม
6. สำลีเพื่อเป็นตัวนำเส้นใยให้ผ่านรูของแผ่นสแตนเลสที่เจาะไว้
7. เข็มสอยสำหรับเกลี่ยเส้นใย
8. พาราฟินเหลว (Liquid paraffin)
9. กล้องจุลทรรศน์สองตา
10. กล้องจุลทรรศน์บันทึกภาพ

5.3.2 การวิเคราะห์เส้นใยภาพตามยาว

- 1) เลาะเส้นด้ายจากผืนผ้า แล้วคลายเกลียวออก
- 2) ดึงเส้นใยออกจากเส้นด้าย เรียงเส้นใยบนแผ่น Slide
- 3) หยด พาราฟิน เหลว ลงบนเส้นใย แล้วใช้เข็มเกลี่ยกระจายเส้นใยให้แยกออกจากกันเป็นเส้น ๆ
- 4) ปิดเส้นใยด้วย Cover glass (แผ่นแก้วบางใส) โดยเอียงแผ่นกระจกทีละน้อยจนแบนราบ เพื่อไล่อากาศออกให้หมด
- 5) นำแผ่นกระจกใสที่ได้ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วบันทึกภาพตามยาวของเส้นใย

5.3.3 การวิเคราะห์เส้นใยภาพตามขวาง

- 1) เตรียมสำลีเพื่อห่อหุ้มเส้นใยหนานพอสมควร
- 2) คลายเกลียวเส้นด้าย ดึงเส้นใยออกเป็นเส้น ๆ แล้วเรียงเส้นใยลงบนแผ่นสำลี
- 3) ม้วนสำลีให้ปลายเรียวทั้งสองข้าง
- 4) สอดปลายม้วนสำลีให้ผ่านรูแผ่นสแตนเลส
- 5) ใช้ใบมีดโกนที่คมตัดครึ่งเดียวให้ขาดทั้งสองด้าน
- 6) หยดพาราฟินเหลว แล้วนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อบันทึกภาพตามขวางของเส้นใย

5.4 ผลของการวิเคราะห์เส้นใย

จากการวิเคราะห์เส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งภาพตามยาวและภาพตามขวาง สามารถสรุปลักษณะเส้นใยชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้

- 5.4.1 เส้นใยฝ้าย จะมีภาพตามยาวของเส้นใยคล้ายริบบิ้นที่บิดพริ้ว มีขนาดไม่เท่ากันตลอดเส้น ส่วนภาพตามขวางจะมีรูปร่างกลมรีคล้ายเมล็ดถั่ว มีโพรงอากาศอยู่ตรงกลาง

5.4.2 เส้นใยฝ้ายชุบมัน จะมีภาพตามยาวคล้ายฝ้ายและเส้นใยมีความมัน และโปร่งใส ผิวภายนอกและขนาดไม่เท่ากันตลอดทั้งเส้น ส่วนภาพตามขวางจะค่อนข้างกลมหรือเป็นวงรี บางเส้นโพรงอากาศจะหายไปหรือเล็กลง เพราะผ่านการตกแต่งแล้ว

5.4.3 เส้นใยมะพร้าว จะมีภาพตามยาวมีผิวขรุขระตลอดเส้น ไม่มี ความมัน ส่วนภาพตามขวางค่อนข้างกลม แต่ละเส้นมีขนาดเล็ใหญ่ไม่เท่ากัน และมีโพรงอากาศขนาดไม่เท่ากันตลอดเส้น

5.4.4 เส้นใยนุ่น จะมีภาพตามยาวเรียบและโปร่งใส มีความมัน ส่วนภาพตามขวางมีความมันสะท้อนแสง เพราะมีโพรงอากาศใหญ่มาก ลักษณะเป็นวงรีค่อนข้างกลม

5.4.5 เส้นใยดอกกรัก จะมีภาพตามยาว ผิวนอกของเส้นใยจะมีขนาดไม่เท่ากันตลอดทั้งเส้น ส่วนภาพตามขวาง มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมหลายรูปแบบ

5.4.6 เส้นใยปานศรณารายณ์ จะมีภาพตามยาวไม่เรียบสม่ำเสมอตลอดทั้งเส้น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีโพรงอากาศอยู่ตรงกลาง ผนังเซลล์ค่อนข้างหนา

5.4.7 เส้นใยสับปะรด จะมีภาพตามยาวเส้นใยเรียบมัน เส้นใยแต่ละเส้นจะมีเส้นใยขนาดเล็กรวมกันตั้งแต่ 4-10 เส้น อยู่ในเส้นเดียวกัน ซึ่งยึดไว้ด้วยเบ็กติน ส่วนภาพตามขวางเป็นรูปงอเหมือนเคียว และรูปหลายเหลี่ยมค่อนข้างแบน มีโพรงอากาศอยู่ตรงกลางขนาดเล็กมาก

5.4.8 เส้นใยกล้วย จะมีภาพตามยาวคล้ายใยสับปะรด แต่รูปร่างเส้นใยจะไม่ค่อยเรียบมัน ส่วนภาพตามขวางเป็นรูปวงรี และหลายเหลี่ยม และมีโพรงอากาศอยู่ตรงกลาง

5.4.9 เส้นใยลินิน จะมีภาพตามยาวจะมีรอยต่อเป็นข้อ ๆ คล้ายไม้ไผ่ มีความมัน ส่วนภาพตามขวางเป็นรูปวงรี หลายเหลี่ยม เกือบกลม มีโพรงอากาศอยู่ตรงกลาง

5.4.10 เส้นใยปาน จะมีภาพตามยาวภายนอกไม่เรียบ ขนาดของเส้นใยใหญ่เล็กไม่เท่ากัน ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยมมุมมน โพรงอากาศใหญ่แบนไปตามรูปร่าง

5.4.11 เส้นใยปอ จะมีภาพตามยาวคล้าย ๆ กับลินิน ต่อกันเป็นข้อ ๆ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปเหลี่ยมหลายรูปแบบ มีโพรงอากาศใหญ่เห็นชัดเจน

5.4.12 เส้นใยรามี่ จะมีภาพตามยาวคล้ายกับใยลินิน เส้นใยจะต่อกันเป็นข้อ ๆ ส่วนภาพตามขวางจะเป็นรูปร่างรียาว ๆ โค้งมน คล้ายฝ้าย ผนังเซลล์หนา มีโพรงอากาศเป็นรูปยาวรี ตามลักษณะของเส้นใยแต่ละเส้น

5.4.13 เส้นใยไหม จะมีภาพตามยาวมันเรียบ มีรอยเส้นตามขวาง ส่วนภาพตามขวางหลากหลายรูปแบบ เช่น สามเหลี่ยม มุมมน และหลายลักษณะ

5.4.14 เส้นใยขนสัตว์ จะมีภาพตามยาวซ้อนกันเหมือนเกล็ดปลา ส่วนภาพตามขวางจะมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม ขนาดไม่เท่ากัน

5.4.15 เส้นใยไวกุน่า ขนสัตว์พิเศษ จะมีภาพตามยาวซ้อนกันคล้าย ๆ ขนสัตว์ ส่วนภาพตามขวางกลม หรือเกือบกลม

5.4.16 ขนกระต่าย จะมีภาพตามยาวมีรอยต่อเป็นข้อ ๆ เหมือนกระดูกสันหลัง ส่วนภาพตามขวางมีหลายลักษณะ เหมือนรูปกระดูกสันข รูปวงกลม วงรี และรูปสี่เหลี่ยม มีโพรงอากาศทุกเส้น

5.4.17 เส้นใยจากขนแพะ (แคสเมียร์) และขนสัตว์พิเศษ จะมีภาพตามยาวคล้ายขนแกะ ส่วนภาพตามขวางหลายรูปแบบ กลม เกือบกลม รูปวงรี และมีโพรงอากาศโตมาก ตามรูปแบบของแต่ละเส้น

5.4.18 ชนวัว จะมีภาพตามยาวคล้าย ๆ ชนแพะ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมและค่อนข้างกลม

5.4.19 ฝ่าหางม้า จะมีภาพตามยาวขนาดไม่สม่ำเสมอกันตลอดเส้น ผิวภายนอกไม่เรียบ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลม บางเส้นเป็นมีโพรงอากาศโตมาก เป็นขนสัตว์พิเศษ

5.4.20 เส้นใยจากไส้ตะเกียงเจ้าพายุ จะมีภาพตามยาวเป็นแท่งตรง ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะคล้ายใยเรยอน มีรูปร่างหลายลักษณะเหมือนใยหิน และมีคุณสมบัติไม่ไหม้ไฟเหมือนใยหินเช่นกัน

เส้นใยจากไส้ตะเกียงเจ้าพายุแล้วทั้ง 3 วิธี ผลที่ได้ปรากฏว่าเป็นใยหิน โดยสังเกตจากการเผาไหม้ จะให้แสงสว่างและทนความร้อนสูง ไม่ไหม้ไฟ ใช้ได้หลาย ๆ ครั้ง และเมื่อนำชิ้นเล็กๆ จากไส้ตะเกียงมาสัมผัสแล้วจะเห็นว่าชิ้นเล็กๆ มีความมันลื่นเหมือนเกล็ดสบู่ ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของใยหิน

5.4.21 เส้นใยวิสคอสเรยอน จะมีภาพตามยาวเป็นมัน ขนาดไม่เท่ากันตลอดเส้น มีรอยแตกตรงกลางของเส้นใยขนานกันไปเป็นช่วง ๆ ส่วนภาพตามขวางจะคล้ายกลีบดอกไม้ มีรอยหยักโค้งมนโดยรอบ

5.4.22 เส้นใยคิวปราโมเนียมเรยอน จะมีภาพตามยาวเป็นแท่งกลมเหมือนหลอดแก้ว ผิวเรียบเป็นมันลื่น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

5.4.23 เส้นใยอาซีเตต จะมีภาพตามยาวเป็นเส้นยาวขนานกันไปภายในเส้น 2 - 3 เส้นเป็นช่วง ๆ ส่วนภาพตามขวางจะมีลักษณะหยักโค้งมนคล้ายกลีบดอกไม้

5.4.24 เส้นใยไตรอาซีเตต จะมีภาพตามยาวคล้ายกับอาซีเตต แต่มีความเข้มมากกว่า ส่วนภาพตามขวางก็มีลักษณะเหมือนกับอาซีเตต แต่มีสีเข้มหรือจุดดำ ๆ อยู่ภายใน

5.4.25 เส้นใยเอพริลเรยอน จะมีภาพตามยาวเป็นเส้นตรง แต่ไม่สม่ำเสมอ ส่วนภาพตามขวางคล้ายฝ้าย แต่มีรอยหยักตามส่วนเว้า

5.4.26 เส้นใยไนลอนแอนทรอน 15 เดเนียร์ จะมีภาพตามยาวเป็นแท่งยาว มีรอยเส้นแตกและมีจุดดำ ๆ ภายในเส้น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน มีรอยเว้าตรงกลาง

5.4.27 เส้นใยไนลอนแอนทรอน 18 เดเนียร์ จะมีภาพตามยาวเป็นแท่ง มีรอยแตกคล้ายกับไนลอนแอนทรอน 15 เดเนียร์ ส่วนภาพตามขวาง มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน มีรอยเว้าตรงกลางลึกกว่าไนลอนแอนทรอน 15 เดเนียร์

5.4.28 เส้นใยไนลอน 66 จะมีภาพตามยาวเป็นแท่ง ตรงผิวภายนอกเรียบ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

5.4.29 เส้นใยโพลีเอสเตอร์ จะมีภาพตามยาวเป็นแท่งกลมเหมือนหลอดแก้ว ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

5.4.30 เส้นใยโพลีเอสเตอร์-เตครอน จะมีภาพตามยาวเป็นแท่งยาวมีรอยแตก และมีจุดตลอด ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมมน

5.4.31 เส้นใยโพลีพรอพิลีน จะมีภาพตามยาวเหมือนหลอดแก้ว ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

5.4.32 เส้นใยอะคริลิก จะมีภาพตามยาวเป็นเส้นตรง และมีรอยแตกเป็นช่วง ๆ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่วลิสง

5.4.33 เส้นใยมอดอะคริลิก จะมีภาพตามยาวเป็นรอยแตก ผิวนอกคล้ายขนสัตว์ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่วลิสง

5.4.34 เส้นใยอะคริลิก-ออร์ลอน จะมีภาพตามยาวเป็นแท่งกลม ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะคล้ายกระดูกสันุ่

5.4.35 เส้นใยอะคริลิก-โตเนล จะมีภาพตามยาวเป็นรอยแตกตามแนวของเส้นใย ผิวนอกไม่เรียบ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะหลายรูปแบบไม่เหมือนกัน

5.4.36 เส้นใยโลหะ จะมีตามยาวเป็นเส้นทึบ ผิวนอกไม่เรียบ ไม่สม่ำเสมอ ส่วนภาพตามขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมยาว สะท้อนแสง

5.4.37 เส้นใยโพลีไวนิล จะมีภาพตามยาวเป็นแท่งตรง สม่ำเสมอทั้งตลอดเส้น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

5.4.38 เส้นใยแก้ว จะมีภาพตามยาวเป็นแท่งยาวตรง ใสตลอดเส้น ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมหรือเกือบกลม

5.4.39 เส้นใยคาร์บอน จะมีภาพตามยาวเป็นแท่งตรงสีดำ ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะกลมสีดำเช่นกัน

5.4.40 เส้นใยยาง จะมีภาพตามยาวเป็นแผ่นทึบแสง ส่วนภาพตามขวางมีลักษณะเป็นแผ่นทึบแสงเช่นกัน มีรอยหยักไม่เท่ากันโดยรอบ

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 ก่อนทำการวิเคราะห์เส้นใย จะต้องทำความสะอาดเลนส์กล้องจุลทรรศน์ แผ่นสไลด์ แผ่นแก้วบางใส

5.5.2 คลายเกลียวเส้นด้าย แล้วดึงเส้นใยออกเป็นเส้น ๆ ถ้าเป็นผืนผ้าต้องเลาะเส้นด้ายออกจากผืนผ้า แล้วคลายเกลียวเส้นด้ายดึงเส้นใยออกมา

5.5.3 ไม้มีดโกนที่ใช้ตัดเส้นใย จะต้องมีความคม และตัดครั้งเดียวให้เส้นใยขาด

5.5.4 จะต้องทำการวิเคราะห์ซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจ

5.5.5 ถ้ายังมีข้อสงสัยไม่ชัดเจนว่าเป็นใยอะไร จะต้องทำการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี จึงจะได้ผลแน่นอน

5.5.6 เพื่อไม่ให้เกิดการสับสน ควรวิเคราะห์เส้นใยชนิดนั้น ๆ ควบคู่กันไป ทั้งภาพตามยาว และภาพตามขวาง

5.5.7 ควรศึกษาการใช้กล้องจุลทรรศน์ การปรับโฟกัส การบันทึกภาพก่อน จึงจะทำการปฏิบัติการวิเคราะห์ตามขั้นตอน เพื่อที่จะได้ภาพที่ชัดเจนตามความจริง

5.5.8 ถ้าไม่มีพาราฟินเหลว ก็ให้ใช้น้ำกลั่นแทน



เอกสารอ้างอิง

1. ขจีจรัส ภิมย์ธรรมศิริ ดร. "พัฒนาการด้านสิ่งทอ" เอกสารประกอบการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาศึกษาศาสตร์, เอกสารอัดสำเนา
2. เข็มชัย เหมะจันทร์. "ศัพท์สิ่งทอ" TEXTILE DIGEST. ปีที่ 2 ฉบับที่ 13 เมษายน 2537.
3. นवलแช ปาลีวินช์. ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาผ้าและเครื่องแต่งกาย คณะคหกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2536.
4. นิกร วัฒนธรรม และคณะ. "กลยุทธ์เพื่อความเติบโตของอุตสาหกรรมเส้นใยสำเร็จรูป" แพร่พรรณ. ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มีนาคม-เมษายน 2537.
5. ประเสริฐ ตปนียางกูร. "แนวทางการป้องกันและลดปัญหามลพิษในอุตสาหกรรมฟอกย้อม" TEXTILE DIGEST. ปีที่ 1 ฉบับที่ 8 ธันวาคม 2536.
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้. รายงานประจำปี 2536. สงขลา : ฝ่ายวางแผนและพัฒนา, 2536.
- อัจฉราพร ไสละสูตร. ความรู้เรื่องผ้า. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2533.
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, คณะคหกรรมศาสตร์. หลักสูตรระดับปริญญาตรี สาขาคหกรรมศาสตร์ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2536). กรุงเทพมหานคร : คณะคหกรรมศาสตร์, 2536.
- WEL B. WINGATE, AB, M.S. TEXTILE FABRICS AND THEIR. Selection. New York : Prentice Series, 1955.
- Marjory L. Essentials of Textiles. 3rd ed. New York : Rinehart and Winston, 1984.
- etty F. and Block, Ira. Textiles in Perspective. New Jersey : Prentice-Hall, 1982.
- Ly and Cooper, Helen. Textiles, Fabric & Design. London : Educational Books, 1987.